

3 种药赏两用植物对滨海盐碱土改良效应的比较

贾晓东¹, 王涛¹, 任全进¹, 浦东², 徐秀美², 郭忠仁^{1,①}

[1. 江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014; 2. 启东永饴农业科技有限公司, 江苏 启东 226200]

摘要: 为比较种植药赏两用植物对滨海盐碱土的改良效应, 采用实生栽培方法种植了薄荷 (*Mentha haplocalyx* Briq.)、地榆 (*Sanguisorba officinalis* L.) 和枸杞 (*Lycium chinense* Mill.) 1 年生植株, 对不同土层的 pH 值以及可溶性盐和主要离子含量的变化进行了比较分析。结果表明: 种植 3 种植物后, 0~10、10~20 和 20~30 cm 土层的 pH 值以及可溶性盐、K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻ 和 SO₄²⁻ 含量均有不同程度的变化, 且以 0~10 cm 土层的变化相对明显, 并且各土层的离子组成也有所改变。种植 3 种植物后, 0~10 和 10~20 cm 土层的 pH 值以及 0~10 cm 土层的可溶性盐含量均低于对照, 其中, 地榆种植土壤 pH 值及枸杞种植土壤可溶性盐含量的降低效应最明显。种植 3 种植物后, 各土层的 Ca²⁺ 含量及 10~20 和 20~30 cm 土层的 K⁺ 和 Mg²⁺ 含量均极显著高于对照, 各土层的 Na⁺ 含量及 0~10 cm 土层的 Cl⁻ 含量、10~20 和 20~30 cm 土层的 SO₄²⁻ 含量均极显著低于对照; 不同土层的 K⁺/Na⁺ 值均高于对照, (K⁺+Na⁺)/(Ca²⁺+Mg²⁺) 值均低于对照, 主要阳离子 (Ca²⁺、K⁺ 和 Mg²⁺) 的交换量总和均明显增加。总体上, 地榆和枸杞对土壤中 K⁺ 及 Ca²⁺ 和 Mg²⁺ 含量、K⁺/Na⁺ 值、主要阳离子 (Ca²⁺、K⁺ 和 Mg²⁺) 交换量总和的提高效应以及对 Na⁺ 含量、(K⁺+Na⁺)/(Ca²⁺+Mg²⁺) 值的降低作用均较强, 而薄荷的作用均较弱。研究结果显示: 供试的 3 种药赏两用植物对盐碱地均具有明显的改良作用, 其中枸杞和地榆的改良效果较好。

关键词: 药赏两用植物; 薄荷; 地榆; 枸杞; 盐碱土; 土壤含盐量; 土壤改良

中图分类号: S156.4 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2011)04-0076-07

Comparison of improvement effect of three plants for both medicinal and ornamental uses on coastal saline-alkali soil JIA Xiao-dong¹, WANG Tao¹, REN Quan-jin¹, PU Dong², XU Xiu-mei², GUO Zhong-ren^{1,①} (1. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Yongzhuan Agricultural Science & Technology Co., Ltd. in Qidong, Qidong 226200, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2011, 20(4): 76-82

Abstract: In order to compare the improvement effect of plants for both medicinal and ornamental uses on coastal saline-alkali soil, one-year-old seedlings of *Mentha haplocalyx* Briq., *Sanguisorba officinalis* L. and *Lycium chinense* Mill. were cultivated by seedling cultivation method, and changes of pH value and contents of soluble salt and main ions in different soil layers were comparatively analyzed. The results show that pH value and contents of soluble salt, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻ and SO₄²⁻ in 0-10, 10-20 and 20-30 cm soil layers all change in different degrees after planting three plants, and the changes in 0-10 cm soil layer are relatively obvious. And ion compositions in different soil layers also change. After planting three plants, pH value in 0-10 and 10-20 cm soil layers and soluble salt content in 0-10 cm soil layer all are lower than those of the control, in which, the reducing effects on pH value and soluble salt content in soil for respectively planting *S. officinalis* and *L. chinense* are the most obvious. After planting three plants, Ca²⁺ content in different soil layers and contents of K⁺ and Mg²⁺ in 10-20 and 20-30 cm soil layers are extremely significantly higher than those of the control, and Na⁺ content in different soil layers, Cl⁻ content in 0-10 cm soil layer and SO₄²⁻ content in 10-20 and 20-30 cm soil layers all are extremely significantly lower than those of the control. And in different soil layers, K⁺/Na⁺ values are higher and (K⁺+Na⁺)/(Ca²⁺+Mg²⁺) values are lower than those of the control, and total exchange

收稿日期: 2011-04-02

基金项目: 江苏省农业资源开发局项目(2010KJ-55)

作者简介: 贾晓东(1981—), 女, 内蒙古包头人, 硕士, 助理研究员, 主要从事果树与观赏植物的研究。

①通信作者 E-mail: zhongrenguo@yahoo.com.cn

capacity of main cationic ions (Ca^{2+} , K^{+} and Mg^{2+}) increase obviously. Generally, the enhancing effects of *S. officinalis* and *L. chinense* on contents of K^{+} , Ca^{2+} and Mg^{2+} , $\text{K}^{+}/\text{Na}^{+}$ value and total exchange capacity of main cationic ions (Ca^{2+} , K^{+} and Mg^{2+}), and their reducing effects on Na^{+} content and $(\text{K}^{+} + \text{Na}^{+})/(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ value all are stronger, while those of *M. haplocalyx* are weaker. It is suggested that tested three plants for both medicinal and ornamental uses all have an obvious improving role on saline-alkali soil, in which the improvement effects of *L. chinense* and *S. officinalis* are better.

Key words: plant for both medicinal and ornamental uses; *Mentha haplocalyx* Briq.; *Sanguisorba officinalis* L.; *Lycium chinense* Mill.; saline-alkali soil; soil salt content; soil improvement

土壤盐碱化已成为导致全球可利用耕地日益减少以及限制作物产量和品质提高的主要非生物逆境之一^[1]。据报道,全世界盐碱地约占地球陆地总面积的7%,约22%的农业耕地正遭到日益加剧的盐碱化影响^[2]。中国盐碱地面积约 $3.6 \times 10^7 \text{ hm}^2$,且呈逐年增加的趋势^[3]。利用植物资源治理盐碱地可有效避免工程措施和化学措施带来的土壤养分流失、工程滑坡、淤塞、土壤理化性质变差等负面效应^[4],因此,因地制宜筛选具有土壤改良作用的耐盐经济植物,如药赏两用植物^[5-7],既可开发利用盐碱地又可获得良好的社会效益,对盐碱地的改良和可循环持续发展具有重要意义^[8]。

目前,已有学者针对药赏两用植物对盐碱地土壤的改良作用进行了一些研究。郭晔红等^[9-11]的研究结果表明:种植甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)、黄耆(*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge)、金银花(*Lonicera japonica* Thunb.)和红耆(*Hedysarum polybotrys* Hand. -Mazz.)对盐碱地具有明显的改良作用,且改良效果因植物种类而异,并与种植密度呈正相关;王龙强^[12]、张有福等^[13]和王斌^[14]的研究结果均表明:种植宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)对盐碱地具有良好的改良效果;张立宾等^[15]认为:种植怪柳(*Tamarix chinensis* Lour.)能够有效降低土壤表层含盐量,增加土壤中有机质、N、P和K的含量,对滨海盐渍土具有明显的改良作用。以上研究结果均表明药赏两用植物具有良好的盐碱地改良能力,但目前关于这类植物对盐碱地改良效果的相关研究仍较少。因此,有必要对药赏两用植物的耐盐性进行普筛,为盐碱地的开发利用提供更多的植物资源。

鉴于此,作者前期选择了25种耐盐药赏两用植物进行实生栽培筛选,对成活率、耐盐性和盐害指数等指标进行观测^[16],评价它们对盐碱地的改良效果及药用有效成分的含量变化,以期发现优良的耐盐药赏两用植物种类。在前期工作的基础上,作者以其中

的薄荷(*Mentha haplocalyx* Briq.)、地榆(*Sanguisorba officinalis* L.)和枸杞(*Lycium chinense* Mill.)为研究对象,对种植地土壤pH值以及可溶性盐、 K^{+} 、 Na^{+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^{-} 和 SO_4^{2-} 的含量进行测定及分析,并对土壤改良效果进行比较,为耐盐药赏两用植物资源的筛选和利用提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 实验地概况

实验地位于江苏省启东市启隆乡,地理坐标为N 31°41'06"~32°16'19"、E 121°25'40"~121°54'30",地处长江北支入海口,南与上海崇明岛接壤;海拔3~8 m,常年地下水位1.2~1.6 m;属北亚热带湿润气候区,海洋性季风气候特征明显。年平均气温15℃;年平均降水量1037.1 mm,年平均蒸发量1336.1 mm,蒸发量明显大于降水量,表现为春旱、夏涝、晚秋又旱的气候特点;平均气压101.65 kPa;平均空气相对湿度81%;年均温高于35℃的日数为5 d;全年最多风向为东南风,年平均风速 $3.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;年平均日照时数2073 h;年平均无霜期222 d。

实验地土壤属滨海盐土和盐化潮土,干旱时板结成块,浇水后粘湿厚重。土壤含盐量0.1%~0.9%,pH 8.2~pH 8.9。

1.2 实验材料

薄荷、地榆和枸杞种苗各500株,于2010年5月初购于浙江省临安市及安吉县。每种植物分别种植2个苗床,每个苗床种植250株;苗床长20 m、宽60 cm、高15 cm,按常规方法整地,株距30 cm、行距20 cm,移栽后正常管理。对照则为空白地,不种植任何植物,田间管理方法一致。于2010年10月分别取各苗床的土壤用于测定分析,在每个苗床中均随机选3个取样点,取样土层分别为0~10、10~20和20~30 cm,同一土层混匀为1个土样。

1.3 方法

将所取土样混匀、风干、碾碎并过 50 目筛。土壤 pH 值采用电位法^{[17]176-178}测定;土壤可溶性盐含量采用重量法^{[17]225-227}测定;土壤 K⁺、Na⁺、Ca²⁺和 Mg²⁺含量用原子吸收分光光度计测定(火焰法)^{[17]75-82};土壤 Cl⁻含量采用硝酸银滴定法^{[17]205-206}测定;土壤 SO₄²⁻含量采用重量法^{[17]206-207}测定。均重复测定 3 次。

1.4 数据处理

使用 Excel 2003 软件统计实验结果,利用 SPSS 13.0 软件对数据进行方差分析。

2 结果和分析

2.1 土壤 pH 值的变化

种植薄荷、地榆和枸杞 3 种药赏两用植物后不同土层 pH 值的变化见表 1。由表 1 可看出:对照和 3 种药赏两用植物种植苗床土壤的 pH 值均随土层深度的增加呈降低的趋势。3 种植物对土壤 pH 值的降低作用均在 0~10 cm 土层最为明显,种植薄荷、地榆和枸杞后,0~10 cm 土层的 pH 值分别比对照降低了 5.8%、7.0% 和 3.5%,差异极显著。种植 3 种植物后 10~20 cm 土层的 pH 值均低于对照,但其中薄荷及枸杞种植土壤 10~20 cm 土层的 pH 值与对照差异不显著,仅地榆与对照的差异极显著。薄荷和枸杞种植苗床 20~30 cm 土层的 pH 值均高于对照,差异达极显著水平;而地榆种植苗床 20~30 cm 土层的 pH 值低于对照且与对照差异极显著。

表 1 种植 3 种药赏两用植物后不同土层 pH 值的比较($\bar{X} \pm SD$)¹⁾
Table 1 Comparison of pH value in different soil layers after cultivating three plants for both medicinal and ornamental uses($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

组 ²⁾ Group ²⁾	不同土层 pH 值 pH value in different soil layers		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
CK	8.6±0.1aA	8.1±0.0aA	7.9±0.0bB
MH	8.1±0.0cC	8.0±0.1aA	8.0±0.0aA
SO	8.0±0.0dD	7.8±0.0bB	7.8±0.0cC
LC	8.3±0.0bB	8.0±0.1aA	8.0±0.0aA

¹⁾ 同列中不同的小写字母和大写字母分别表示差异显著($P < 0.05$)和极显著($P < 0.01$) Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ($P < 0.05$) and extremely significant ($P < 0.01$) differences, respectively.

²⁾ CK: 对照,不种植任何植物 Control, cultivating no plant; MH: 种植薄荷 Cultivating *Mentha haplocalyx* Briq.; SO: 种植地榆 Cultivating *Sanguisorba officinalis* L.; LC: 种植枸杞 Cultivating *Lycium chinense* Mill.

综合分析结果显示:种植地榆后土壤 pH 值的降低效果最明显,而种植枸杞对土壤 pH 值的降低作用最弱。3 种植物对 0~10 cm 土层 pH 值的降低作用最为明显,对 10~20 cm 土层 pH 值的降低作用稍差,而薄荷和枸杞对 20~30 cm 土层 pH 值没有改善作用,仅地榆有一定的降低作用。

2.2 土壤中可溶性盐含量的变化

种植薄荷、地榆和枸杞 3 种药赏两用植物后不同土层可溶性盐含量的变化见表 2。从表 2 可看出:对照和 3 种药赏两用植物种植苗床土壤的可溶性盐含量均随土层加深呈现先增加后降低的趋势。薄荷、地榆和枸杞种植苗床 0~10 cm 土层的可溶性盐含量分别为 1.160、1.250 和 1.060 g·kg⁻¹,较对照分别降低 26.6%、20.9% 和 32.9%,差异极显著。种植枸杞后,10~20 和 20~30 cm 土层可溶性盐含量极显著低于对照,较对照分别降低 14.7% 和 15.5%;种植地榆后,10~20 cm 土层可溶性盐含量与对照一致,而 20~30 cm 土层可溶性盐含量极显著高于对照;种植薄荷后,10~20 和 20~30 cm 土层可溶性盐含量均极显著提高,分别较对照提高 4.3% 和 24.0%。

表 2 种植 3 种药赏两用植物后不同土层可溶性盐含量的比较($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 2 Comparison of soluble salt content in different soil layers after cultivating three plants for both medicinal and ornamental uses ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

组 ²⁾ Group ²⁾	不同土层的可溶性盐含量/g·kg ⁻¹ Soluble salt content in different soil layers		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
CK	1.580±0.016aA	1.630±0.013bB	1.290±0.010cB
MH	1.160±0.008cC	1.700±0.013aA	1.600±0.020aA
SO	1.250±0.020bB	1.630±0.019bB	1.560±0.013bA
LC	1.060±0.035dD	1.390±0.016cC	1.090±0.017dC

¹⁾ 同列中不同的小写字母和大写字母分别表示差异显著($P < 0.05$)和极显著($P < 0.01$) Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ($P < 0.05$) and extremely significant ($P < 0.01$) differences, respectively.

²⁾ CK: 对照,不种植任何植物 Control, cultivating no plant; MH: 种植薄荷 Cultivating *Mentha haplocalyx* Briq.; SO: 种植地榆 Cultivating *Sanguisorba officinalis* L.; LC: 种植枸杞 Cultivating *Lycium chinense* Mill.

综合分析结果表明:未种植植物的对照地 0~10 和 10~20 cm 土层的可溶性盐含量高于 20~30 cm 土层;而种植 3 种植物后,0~10 cm 土层的可溶性盐含量均明显低于 10~20 和 20~30 cm 土层,即可溶性盐由表层转移到下层土壤。根据土壤可溶性盐含量判断,3 种植物对土壤可溶性盐含量的降低作用由

强至弱依次为枸杞、地榆、薄荷,枸杞对土壤可溶性盐含量的降低效果总体最佳。

2.3 土壤中主要离子含量及阳离子分布特征的变化

种植薄荷、地榆和枸杞后,不同土层中 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 和 SO_4^{2-} 含量的变化见表3,其中阳离子分布特征的变化见表4。

2.3.1 阳离子含量的变化 由表3可见:薄荷和地榆种植苗床0~10 cm土层的 K^+ 含量极显著低于对照,而枸杞种植苗床0~10 cm土层的 K^+ 含量则极显著高于对照;3种植物种植苗床10~20和20~30 cm土层的 K^+ 含量均极显著高于对照,其中,枸杞种植苗床10~20 cm土层的 K^+ 含量最高,比对照提高了172.2%。总体上,枸杞对土壤 K^+ 含量的提升作用最明显。

种植3种植物后,0~10、10~20和20~30 cm土层的 Na^+ 含量均极显著低于对照,降幅为10.0%~63.0%;其中0~10 cm土层 Na^+ 含量下降最明显,降幅达到43.3%~56.5%。总体上看,枸杞和地榆对土壤 Na^+ 含量的降低作用较明显,薄荷对土壤 Na^+ 含

量的降低作用相对偏弱。

种植3种植物后,0~10、10~20和20~30 cm土层的 Ca^{2+} 含量均极显著高于对照。其中0~10 cm土层 Ca^{2+} 含量的增幅相对较小,较对照增加4.5%~16.0%;而10~20和20~30 cm土层 Ca^{2+} 含量的增幅相对较大,分别较对照增加37.0%~66.8%和30.3%~102.7%。总体上看,种植枸杞对土壤 Ca^{2+} 含量的提升作用相对较强。

种植3种植物后,0~10、10~20和20~30 cm土层 Mg^{2+} 含量的变化有一定差异。种植薄荷后,0~10 cm土层 Mg^{2+} 含量低于对照且差异达到极显著水平;而地榆和枸杞种植苗床0~10 cm土层的 Mg^{2+} 含量均高于对照,其中前者的极显著高于对照,较对照增加24.7%,而后者的显著高于对照。3种植物种植苗床10~20和20~30 cm土层 Mg^{2+} 含量均极显著高于对照,分别较对照增加38.8%~121.1%和50.7%~213.0%;其中地榆种植苗床10~20和20~30 cm土层的 Mg^{2+} 含量增幅相同,且均最高,而薄荷均最低。总体上看,种植地榆对土壤 Mg^{2+} 含量的

表3 种植3种药赏两用植物后不同土层主要离子含量的比较($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 3 Comparison of main ion content in different soil layers after cultivating three plants for both medicinal and ornamental uses ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

组 ²⁾ Group ²⁾	不同土层 K^+ 含量/ $mg \cdot kg^{-1}$ K^+ content in different soil layers			不同土层 Na^+ 含量/ $mg \cdot kg^{-1}$ Na^+ content in different soil layers		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
CK	43.0±0.1bB	19.8±0.2dD	33.2±0.1dD	453.0±2.6aA	226.9±0.9aA	195.2±0.2aA
MH	35.0±0.1dD	24.3±0.1cC	40.2±0.1bB	244.3±2.5cC	204.1±0.6bB	148.2±0.8bB
SO	41.6±0.0cC	29.1±0.1bB	37.1±0.1cC	256.8±2.3bB	106.2±0.6dD	72.2±0.3dD
LC	51.1±0.0aA	53.9±0.0aA	44.9±0.0aA	197.2±1.0dD	152.9±0.9cC	95.1±0.3cC
组 ²⁾ Group ²⁾	不同土层 Ca^{2+} 含量/ $mg \cdot kg^{-1}$ Ca^{2+} content in different soil layers			不同土层 Mg^{2+} 含量/ $mg \cdot kg^{-1}$ Mg^{2+} content in different soil layers		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
CK	64.3±0.3dD	79.4±0.7cC	71.6±0.3dD	27.9±0.0cB	40.2±0.1dD	28.4±0.0dD
MH	74.6±1.3aA	113.5±2.3bB	93.3±0.3cC	27.4±0.0dC	55.8±0.5cC	42.8±0.5cC
SO	67.2±0.2cC	108.8±1.8bB	117.1±1.7bB	34.8±0.1aA	88.9±0.9aA	88.9±0.9aA
LC	71.9±0.5bB	132.4±4.7aA	145.1±3.1aA	28.0±0.0bB	58.4±0.4bB	56.5±0.5bB
组 ²⁾ Group ²⁾	不同土层 Cl^- 含量/ $mg \cdot kg^{-1}$ Cl^- content in different soil layers			不同土层 SO_4^{2-} 含量/ $mg \cdot kg^{-1}$ SO_4^{2-} content in different soil layers		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
CK	0.56±0.00aA	0.39±0.01bB	0.21±0.01cC	0.38±0.00dD	1.19±0.04aA	0.57±0.01aA
MH	0.19±0.00cC	0.35±0.01cC	0.27±0.01bB	0.40±0.00bB	0.10±0.01cC	0.49±0.00bB
SO	0.17±0.00dD	0.29±0.00dD	0.27±0.00bB	0.39±0.00cC	0.38±0.00bB	0.18±0.00dD
LC	0.26±0.01bB	0.51±0.01aA	0.40±0.00aA	0.48±0.00aA	0.38±0.00bB	0.39±0.00cC

¹⁾ 同列中不同的小写字母和大写字母分别表示差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$) Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ($P < 0.05$) and extremely significant ($P < 0.01$) differences, respectively.

²⁾ CK: 对照,不种植任何植物 Control, cultivating no plant; MH: 种植薄荷 Cultivating *Mentha haplocalyx* Briq.; SO: 种植地榆 Cultivating *Sanguisorba officinalis* L.; LC: 种植枸杞 Cultivating *Lycium chinense* Mill.

提升作用相对较强。

2.3.2 阴离子含量的变化 由表3还可见:种植3种植物后,0~10 cm 土层的 Cl^- 含量均极显著低于对照;其中,地榆种植苗床0~10 cm 土层 Cl^- 含量的降幅最大,而枸杞最小。薄荷和地榆种植苗床10~20 cm 土层的 Cl^- 含量极显著低于对照,而枸杞种植苗床10~20 cm 土层的 Cl^- 含量极显著高于对照。种植3种植物后,20~30 cm 土层的 Cl^- 含量均极显著高于对照,其中,枸杞种植苗床20~30 cm 土层 Cl^- 含量比对照高90.5%,增幅最大;而薄荷和地榆的增幅相对较小且一致,均比对照高28.5%。

种植3种植物后,0~10 cm 土层的 SO_4^{2-} 含量均极显著高于对照,其中,枸杞种植苗床0~10 cm 土层 SO_4^{2-} 含量的增幅最大,较对照增加26.3%;薄荷和地榆的增幅相对较小,分别较对照增加5.3%和2.6%。3种植物种植苗床10~20和20~30 cm 土层的 SO_4^{2-}

含量均极显著低于对照,其中,薄荷种植苗床10~20 cm 土层的 SO_4^{2-} 含量最低,较对照降低91.6%;地榆种植苗床20~30 cm 土层的 SO_4^{2-} 含量最低,较对照降低68.4%。

上述分析结果说明:种植3种植物对土壤 Cl^- 和 SO_4^{2-} 含量均有一定影响,但作用效应因土层而异。

2.3.3 阳离子分布特征的变化 由表4可见:随土层的加深,土壤的 K^+/Na^+ 值均逐渐增加;种植3种植物后,0~10、10~20和20~30 cm 土层的 K^+/Na^+ 值均高于对照。其中,薄荷、地榆和枸杞种植苗床0~10 cm 土层的 K^+/Na^+ 值分别比对照提高50.5%、70.5%和172.6%;10~20 cm 土层的 K^+/Na^+ 值分别较对照提高了36.8%、216.1%和304.6%;20~30 cm 土层的 K^+/Na^+ 值分别较对照提高了60.0%、202.4%和177.6%。总体上看,枸杞和地榆种植苗床 K^+/Na^+ 值的增幅较大,薄荷种植苗床 K^+/Na^+ 值的增幅较小。

表4 种植3种药赏两用植物后不同土层阳离子分布特征的比较¹⁾

Table 4 Comparison of cationic ion distribut ion feature in different soil layers after cultivating three plants for both medicinal and ornamental uses¹⁾

组 ²⁾ Group ²⁾	R1			R2			CT/mg · kg ⁻¹		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
CK	0.095	0.087	0.170	5.38	2.06	2.28	135.2	139.4	133.2
MH	0.143	0.119	0.272	2.74	1.35	1.38	137.0	193.6	176.3
SO	0.162	0.275	0.514	2.93	0.68	0.53	143.6	226.8	243.1
LC	0.259	0.352	0.472	2.48	1.08	0.70	151.0	243.9	246.5

¹⁾ R1: 不同土层 K^+ 含量和 Na^+ 含量的比值 Ratio of K^+ content to Na^+ content in different soil layers; R2: 不同土层 K^+ 和 Na^+ 含量之和与 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量之和的比值 Ratio of sum of K^+ and Na^+ contents to sum of Ca^{2+} and Mg^{2+} contents in different soil layers; CT: 不同土层 Ca^{2+} 、 K^+ 和 Mg^{2+} 交换量总和 Total exchange capacity of Ca^{2+} 、 K^+ and Mg^{2+} in different soil layers.

²⁾ CK: 对照,不种植任何植物 Control, cultivating no plant; MH: 种植薄荷 Cultivating *Mentha haplocalyx* Briq.; SO: 种植地榆 Cultivating *Sanguisorba officinalis* L.; LC: 种植枸杞 Cultivating *Lycium chinense* Mill.

随土层的加深,土壤的 $(\text{K}^+ + \text{Na}^+)/(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ 值均逐渐减小;种植3种植物后,不同土层的 $(\text{K}^+ + \text{Na}^+)/(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ 值均低于对照。其中,薄荷、地榆和枸杞种植苗床0~10 cm 土层 $(\text{K}^+ + \text{Na}^+)/(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ 值分别比对照降低49.1%、45.5%和53.9%;10~20 cm 土层该比值分别比对照降低了34.5%、67.0%和47.6%;20~30 cm 土层该比值分别比对照降低39.5%、76.8%和69.3%。总体上看,地榆和枸杞种植苗床土壤 $(\text{K}^+ + \text{Na}^+)/(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ 值的降幅较大,薄荷种植苗床的降幅较小。

从表4还可看出:种植3种植物后,0~10、10~20和20~30 cm 土层中主要阳离子 (Ca^{2+} 、 K^+ 和 Mg^{2+}) 交换量总和均明显增加,3种植物对土壤主要

阳离子 (Ca^{2+} 、 K^+ 和 Mg^{2+}) 交换量总和的增幅由大至小依次为枸杞、地榆、薄荷。

3 讨论和结论

实验结果表明:种植3种药赏两用植物对土壤 pH 值的降低作用由强至弱依次为地榆、薄荷、枸杞,对土壤可溶性盐含量的降低作用由强至弱依次为枸杞、地榆、薄荷,即地榆降低土壤 pH 值的效应最强,枸杞降低土壤可溶性盐含量的效应最强。就不同土层而言,3种植物对0~10 cm 土层 pH 值和可溶性盐含量的降低效应最明显。这一现象对植物的生长具有重要的农学意义,因为70%~80%的植物根系分布在

这一土层,土壤 pH 值和可溶性盐含量的降低为植物的生长和营养物质的积累提供了有利条件^[18-19]。在种植 3 种植物后土壤 pH 值和可溶性盐含量降低,一方面是由于根系从土壤中吸收水分,由土壤蒸发改为植物叶片蒸腾,从而阻止盐分随水分向地表的聚集;另一方面是由于地表被植被覆盖,土壤蒸发量大幅减少,形成了盐分上移的又一屏障,而土壤中各种可溶性盐含量的降低又有利于 pH 值的降低。这一现象与郭晔红等^[9]的研究结果相一致。

研究表明:种植 3 种药赏两用植物不仅使土壤可溶性盐含量降低,而且对土壤盐分的离子组成也产生了较大影响,使土壤的整体状况得到改善。种植 3 种药赏两用植物后,土壤中 K^+ 、 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量总体上升高,而 Na^+ 含量总体上有不同程度的降低, SO_4^{2-} 和 Cl^- 含量在一定的土层中也有所降低。对 3 种植物的综合比较结果显示:地榆和枸杞对土壤中 K^+ 及 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量、 K^+/Na^+ 值、主要阳离子 (Ca^{2+} 、 K^+ 和 Mg^{2+}) 交换量总和的提高效应以及对 Na^+ 含量、 $(K^+ + Na^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$ 值的降低作用均较强,而薄荷的这些效应在 3 种植物中均较弱;3 种植物对土壤阴离子 (SO_4^{2-} 和 Cl^-) 的作用因土层而异,总体上看,均能使 0~10 cm 土层的 Cl^- 含量以及 10~20 和 20~30 cm 土层的 SO_4^{2-} 含量降低。种植 3 种植物后,土壤中 K^+ 含量的提高说明土壤的营养状况得到了改善^[20], Na^+ 含量的下降表明土壤含盐量下降;土壤中 K^+/Na^+ 值提高对盐碱地中植物的生长有十分重要的作用,因为盐碱地普遍存在 K^+/Na^+ 值过小的现象,而通过种植 3 种植物对土壤 K^+/Na^+ 值进行调节,使土壤营养状况得到改善,达到改良盐碱地的目的^[20-21]。

土壤结构差(如水稳性差)是盐渍土的主要特点之一,而土壤水稳性团聚体含量与 $(K^+ + Na^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$ 值呈负相关^[9]。种植 3 种植物后,土壤中 $(K^+ + Na^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$ 值有所降低,一方面因为这 3 种植物多为深根系植物,其地下部有较粗壮的主根和丰富的须根,这些根系对土壤有穿插和积压作用,加之根系的更新与枯死而使有机物存留于土壤中,这些都有助于土壤团粒结构的形成^[22-23];另一方面由于丰富的根系改变了土壤的水分微循环模式,阻止了地下盐水中 Na^+ 等离子的虹吸作用,从而使土壤中 $(K^+ + Na^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$ 值下降,促使团聚体形成,改善了土壤结构。另外,土壤中交换性阳离子总量反映了土壤保持养分的能力,特别是土壤中矿质元素的保持能力;交

换性阳离子总量大的土壤具有较强的保持速效养分的能力,所以土壤中交换性阳离子总量可作为评价土壤供肥和蓄肥能力的指标^[24-25]。种植 3 种植物可使土壤中主要阳离子 (Ca^{2+} 、 K^+ 和 Mg^{2+}) 交换量总和明显提高,说明通过 3 种植物的种植使土壤速效养分的保持能力增强,从而使土壤的供肥和蓄肥能力得以提高。

从实验结果可以看出:在供试的 3 种药赏两用植物中,枸杞和地榆对土壤的改良作用较强,薄荷稍差。植物对土壤的改良作用是多方面的综合作用:一方面通过地上部分的遮盖作用减少水分蒸发,降低土壤盐分含量;另一方面可以通过发达的地下根和根茎影响土壤微循环,改变土壤水分及离子运动方向,以达到改善土壤营养及整体状况的目的。在实际种植过程中,枸杞和薄荷地上部分均生长旺盛,种植苗木基本全部被覆盖;而地榆地上部分并不发达,大部分土壤未被覆盖,但对土壤均具有较强的改良效应,显示出这种综合作用。种植具有茂密地上部分的植物可以达到改善盐碱地的目的,而种植具有丰富地下根和根茎的植物也可以达到很好的改善盐碱地的目的。

供试的 3 种药赏两用植物均为多年生植物,本文报道的仅为第 1 年的种植实验结果,推测次年随着植株地上部分的生长壮大和地下部分的进一步生长,对盐碱土壤的改良作用将更加明显。目前在盐碱地上种植最多的是粮食作物,虽然也能达到改良盐碱地的目的,但由于粮食作物生育期短、土地裸露期长,因而改良效果不明显^[9]。而药赏两用植物多为多年生植物,具有茂密的地上部分以及发达的地下部分,绿色覆盖期长,对盐碱地的改良效果优于其他农作物,因而,在盐碱地上种植耐盐药赏两用植物不但可以获得较高的经济效益,还能达到改良土壤的目的。

参考文献:

- [1] Chinnusamy V, Jagendorf A, Zhu J K. Understanding and improving salt tolerance in plants[J]. *Crop Science*, 2005, 45: 437-448.
- [2] Bhatnagar-Mathur P, Vadez V, Sharma K K. Transgenic approaches for abiotic stress tolerance in plants: retrospect and prospects[J]. *Plant Cell Reports*, 2008, 27: 411-424.
- [3] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. *土壤学报*, 2008, 45(5): 837-845.
- [4] 肖振华, Prendergast B, Noble C L. 灌溉水质对土壤水盐动态的影响[J]. *土壤学报*, 1994, 31(1): 8-16.
- [5] 汤洁, 姜虎生. 几种药赏兼用的早春野生草本花卉[J]. *中国花卉园艺*, 2009(4): 39-41.

- [6] 谭小勇,付建峰. 药赏两用丹参花[J]. 湖南林业, 2007(12): 30.
- [7] 张力. 十种著名药赏食多年生花卉: 把健康芳香和美丽带进你的花园[J]. 园林, 2003(7): 18-19.
- [8] 董必慧,张银飞,王慧. 江苏海岸带耐盐植物资源及其开发利用[J]. 江苏农业科学, 2010(1): 318-321.
- [9] 郭晔红, 蔺海明, 贾恢先, 等. 种植中药材对盐碱地的改良效果研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(6): 757-762.
- [10] 郭晔红, 蔺海明, 贾恢先. 不同种植年限黄芪的耐盐性及抑盐效应研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(6): 86-89.
- [11] 蔺海明, 郭晔红, 贾恢先, 等. 黄芪不同种植密度的耐盐抑盐效应研究[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 48-53.
- [12] 王龙强. 盐地枸杞对土壤盐分的影响及生理指标研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学农学院, 2005.
- [13] 张有福, 陈春艳, 蔺海明. 枸杞对原生盐碱地抑盐效应的研究[J]. 河南农业科学, 2009(6): 120-122.
- [14] 王斌. 枸杞对盐碱地土壤盐分分布的影响[J]. 农业科技与信息, 2007(1): 33-35.
- [15] 张立宾, 宋曰荣, 吴霞. 怪柳的耐盐能力及其对滨海盐渍土的改良效果研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(13): 5424-5426.
- [16] 贾晓东, 任全进, 浦东, 等. 耐盐碱药赏两用植物的筛选和利用[J]. 江苏农业科学, 2010(6): 287-289.
- [17] 药品生物制品鉴定所. 2005年(版)中国药品检验标准操作规程规范与药品检验仪器操作规程: 上卷[M]. 北京: 中国医药科技电子出版社, 2005.
- [18] 蔺海明, 贾恢先, 张有福, 等. 毛苕子对次生盐碱地抑盐效应的研究[J]. 草业学报, 2003, 12(4): 58-62.
- [19] 张有福, 蔺海明, 贾恢先. 紫花苜蓿和饲用玉米对引黄灌区土壤盐分的抑制效应[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 39(2): 168-172.
- [20] 陆艳, 叶慧君, 耿守保, 等. NaCl胁迫对菊芋幼苗生长和叶片光合作用参数以及体内离子分布的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2010, 19(2): 86-91.
- [21] 李彦强, 方升佐, 姚瑞玲, 等. NaCl胁迫对不同种源青钱柳幼苗离子分配、吸收与运输的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(4): 29-33.
- [22] 阎顺国, 朱兴运, 郭树林, 等. 碱茅草对土壤盐分动态及盐量平衡的影响[J]. 水土保持学报, 1990, 4(1): 44-48, 55.
- [23] 朱兴运, 阎顺国, 郭树林, 等. 利用碱茅草改良盐渍地种植农作物的效果初探[J]. 草业科学, 1990, 7(1): 15-18.
- [24] 李秋玲, 姚文超, 郭孝, 等. 混合碱茅在河南省中度盐渍化土壤中改良效果的研究[J]. 家畜生态学报, 2010, 31(3): 66-68.
- [25] 姚瑞玲, 方升佐. NaCl胁迫及钙调节对青钱柳根部组织离子分布的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(2): 22-26.

(责任编辑: 张明霞)

《中国种业》2012年征订启事

全国中文核心期刊 全国优秀农业期刊

《中国种业》是由国家农业部主管,中国农业科学院作物科学研究所和中国种子协会共同主办的全国性、专业性、技术性种业科技期刊。国内统一连续出版物号 CN 11-4413/S,国际标准连续出版物号 ISSN 1671-895X。该刊系全国中文核心期刊、全国优秀农业期刊。刊物目标定位:以行业导刊的面目出现,并做到权威性、真实性和及时性。覆盖行业范围:大田作物、蔬菜、花卉、林木、果树、草坪、牧草、特种种植、种子机械等,信息量大,技术实用。读者对象:各级种子管理、经营企业的领导和技术人员,各级农业科研、推广部门人员,大中专农业院校师生,农村专业户和广大农业生产经营者。

本刊为月刊,大16开本。每期定价8.00元,全年96.00元。邮发代号82-132,全国各地邮局均可订阅;亦可直接汇款至编辑部订阅,挂号每期需另加3元。地址:北京市中关村南大街12号中国农业科学院(邮编100081);电话:010-82105796(编辑部),010-82105795(广告发行部);传真:010-82105796;网址:www.chinaseedqks.cn;E-mail:chinaseedqks@sina.com, chinaseedqks@163.com。

欢迎订阅! 欢迎投稿和刊登广告!