

种植国槐和刺槐对滨海盐碱地理化性质的影响

卢兴霞, 刘艳, 杨静慧, 王鹏鹤, 袁文慧, 刘艳军

(天津农学院 园艺园林学院, 天津 300384)

摘要:以种植在滨海盐碱地 6 年(苗龄 3 年)的国槐和刺槐人工纯林为研究对象,比较了不同林木在不同季节对土壤理化性质的影响。结果表明:秋季,国槐、刺槐分别使土壤容重显著降低了 23.40% 和 14.20%,总孔隙度显著增加了 36.94% 和 23.39%,脱盐率分别为 66.51% 和 44.29%,国槐使 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 含量显著降低了 50.00%、51.85%、41.76%,刺槐林地只有 Cl^- 含量比对照显著降低了 33.33%。总之,秋季国槐对盐碱地理化性质的改良效果好于刺槐。春季,与对照相比,2 块林地容重、总孔隙度与对照的差异不显著;刺槐林地的 pH 值、可溶性盐含量分别显著降低了 0.47 个单位和 52.48%, Ca^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 含量显著低于对照,其它离子含量与对照差异不显著;国槐林地的 pH 值显著高于对照 0.27 个单位,可溶性盐含量与对照差异不显著, Ca^{2+} 、 K^+ 含量显著低于对照,其它离子含量与对照差异不显著。总体上,春季刺槐对盐碱地理化性质的改良效果好于国槐。无论是春季还是秋季,国槐和刺槐对土壤含水量和有机质含量的改良效果均不显著。

关键词:国槐;刺槐;滨海盐碱地;土壤理化性质

中图分类号:S 792.26 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0064-04

随着社会经济的发展,可利用土地在逐渐减少,开发、改良、利用盐碱地已经是世界性重要任务之一。近年来,生物措施已经成为一种经济环保的盐碱地改良方法,与其它植物相比,豆科植物由于特殊的根瘤作用其改土效果比较显著^[1-2],关于豆科乔木改土方面研究比较多的是刺槐纯林及其混交林对盐碱地的改良效果^[3-9]。天津是我国典型的滨海盐碱地之一,刺槐和国槐是天津市乡土树种,近几年尚鲜见对天津滨海盐碱地改土效果方面的研究报道。现以国槐和刺槐为研究材料,研究其对滨海盐碱地理化性质的影响及差异,以期为国槐和刺槐在滨海盐碱地改土及盐碱地园林绿化中的应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于天津市西南部的静海县,北纬 38°35'~

39°4'45"、东经 116°42'~117°12'30",为海河流域下游。该地属于暖温带大陆性季风气候,四季分明,年均气温 11.8℃,年均降水量 516.8 mm,无霜期 211 d。土壤属于潮土类型,盐渍土壤占当地农耕地的 27.22%,由于经历了数次海进海退,表层土壤距离第一海相层较近,而地下水矿化度为 2~5 g/L,局部地区大于 5 g/L,再加上地下水水位低,使土壤盐渍化现象更加明显,也常出现斑块状返盐现象。

1.2 试验材料

试验以栽植在天津市静海县梁头镇早荒地 6 年(苗龄 3 年)的国槐、刺槐纯林地为研究对象,以未栽种任何植物的早荒地作为对照,分别于 2013 年秋季(11 月)和 2014 年春季(6 月)对 2 种林地及对照进行取样。国槐、刺槐纯林的基本情况见表 1。

表 1 国槐和刺槐纯林基本情况

Table 1 Basic details of the plantations of *Sophora japonica* and *Robinia pseudoacacia*

树种 Species	株行距 Plant space /m×m	平均株高 Average plant height/m	平均胸径 Average DBH/cm	平均冠幅 Average crown width/m
国槐 <i>Sophora japonica</i>	2.5×2.5	6.71	9.93	3.70
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	2.0×2.0	4.97	5.57	2.12

1.3 试验方法

土壤化学性质取样方法:土壤采用对角线取样法,在各林地内先随机选取 667 m² 取样地块,再在地块四角的 2 条对角线上均匀分配的 5 个取样点上采取土样后

第一作者简介:卢兴霞(1978-),女,硕士,讲师,现主要从事园艺植物遗传育种和抗逆性等研究工作。E-mail: xingxialu@126.com.

责任作者:杨静慧(1961-),女,博士,教授,研究生导师,现主要从事园艺植物栽培与抗逆生理及分子育种等研究工作。E-mail: jinghuiyang2@aliyun.com.

基金项目:国家农业科技成果转化资金资助项目(2012GB2A100015);国家星火计划资助项目(2013GA610012);天津市高校“优秀青年教师资助计划”资助项目(津教委办[2013]171号)。

收稿日期:2015-09-25

混合成 1 个土样,取样点为树干到南向树木冠幅在地面垂直投影的中间部位,重复 3 次。样品采回后放于室内通风处自然干燥,过 1 mm 土壤筛后用于土壤化学性质的测定。

土壤物理性质的取样方法:在地块四角的 2 条对角线上均匀分配的 5 个取样点上先用铁锹将表层土壤除去,之后用环刀采集 15~25 cm 的土壤样品,然后将每个环刀的土样带回实验室,用烘干法测量容重等物理性状,重复 5 次,每块样地共采集 25 份土样。

1.4 项目测定

采用 EDTA 滴定法测定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量,采用火焰光度法测定 K^{+} 、 Na^{+} 含量, Cl^{-} 含量采用硝酸银滴定法,pH 值采用酸度计测定,有机质含量采用重铬酸钾容量法—外加热法测定,可溶性盐含量采用电导法测定。

土壤容重采用环刀法测定,土壤孔隙度通过计算获得,土壤含水量采用烘干法测定。

土壤孔隙度(%)=(1-容重/比重)×100;脱盐率(%)=(对照含盐量-林地含盐量)/对照含盐量×100。

表 2

土壤容重、总孔隙度及含水量的变化

Table 2

Change of the soil bulk density, total porosity and moisture content

样地类型 Type of soil	秋季 Autumn			春季 Spring		
	容重 Bulk density/(g·cm ⁻³)	总孔隙度 Total porosity/%	含水量 Moisture content/%	容重 Bulk density/(g·cm ⁻³)	总孔隙度 Total porosity/%	含水量 Moisture content/%
国槐 <i>Sophora japonica</i>	1.24 c	53.27 a	17.48 a	1.14 a	56.98 a	16.99a
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	1.39 b	47.61 a	18.86 a	1.15 a	56.58 a	19.75a
对照(CK)	1.62 a	38.90 b	14.95 a	1.29 a	51.49 a	16.67a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平的显著性差异,下同。

Note: The different lowercase letters show significant difference at 0.05 level, the same below.

2.2 林木在不同季节对土壤 pH 值、可溶性盐含量和有机质含量的影响

由表 3 可知,秋季,国槐和刺槐林地 pH 值均显著大于对照,但二者之间不存在显著性差异;可溶性盐含量均显著低于对照,脱盐率分别为 66.51% 和 44.29%,二者之间不存在显著差异;总体上,2 种林木在秋季对 pH 值的改良效果不明显,对土壤的脱盐效果显著且差异不明显。春季,国槐林地的 pH 值显著大于对照,刺槐林地的 pH 值则显著低于对照,比对照降低了 0.47 个单位,且二者之间存在显著性差异;林地可溶性盐含量均低于对照,其中刺槐的含量与对照

1.5 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS V17.0 软件进行试验数据统计分析,用 LSD 法进行差异显著性比较。

2 结果与分析

2.1 林木在不同季节对土壤物理性质的影响

由表 2 可知,秋季,国槐和刺槐土样的容重均显著低于对照,分别比对照降低了 23.46% 和 14.20%,且国槐和刺槐之间也存在显著性差异;总孔隙度显著高于对照,分别比对照增加了 36.94% 和 23.39%,且二者之间没有显著差异;含水量方面二者与对照间没有显著差异。以上分析表明,秋季 2 种林木对土壤容重和总孔隙度的改良效果比较好,且国槐对土壤容重和总孔隙度的改良效果优于刺槐。春季,种植国槐和刺槐后,林地容重、总孔隙度和含水量与对照均没有达到显著性差异,表明春季 2 种林木对盐碱地土壤物理性质的改良效果均不明显。总体上,国槐和刺槐秋季对盐碱地容重和总孔隙度的改良效果好于春季,且国槐秋季的改良效果好于刺槐。

达到了显著性差异,比对照降低了 52.48%;总体上,春季刺槐对 pH 值、可溶性盐的改良效果好于国槐。以上分析表明,国槐春、秋季对盐碱地 pH 值的改良效果均不明显,对土壤的脱盐效果秋季好于春季。春季刺槐对盐碱地 pH 值、可溶性盐的改良效果均好于秋季。如果将刺槐与国槐混交,则可以达到春、秋季均能有效改良盐碱地的可溶性盐含量,从而加速盐碱地改良进程。

由表 3 还可知,种植国槐、刺槐后土壤有机质含量在春、秋季变化不大,均与对照差异不显著。表明 2 种树对土壤有机质含量的改良效果均一般。

表 3

土壤 pH 值、可溶性盐含量、有机质含量变化

Table 3

Change of the soil pH value, soluble salt content and organic matter content

样地类型 Type of soil	秋季 Autumn				春季 Spring			
	pH 值	可溶性盐含量	脱盐率	有机质含量	pH 值	可溶性盐含量	脱盐率	有机质含量
	value	soluble salt content /%	Ratio of desalinization /%	Organic matter content /%	value	Soluble salt content /%	Ratio of desalinization /%	Organic matter content /%
国槐 <i>Sophora japonica</i>	7.7a	0.124 3 b	66.51	0.596 2 a	7.87a	0.165 8 a	16.18	0.550 0 a
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	7.5a	0.206 8 b	44.29	0.366 9 a	7.13c	0.094 0 b	52.48	0.642 0 a
对照(CK)	7.1b	0.371 2 a	—	0.550 3 a	7.60b	0.197 8 a	—	0.550 0 a

2.3 林木在不同季节对土壤水溶性离子的影响

由表4可知,与对照相比,秋季国槐林地 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 含量与对照差异显著,分别比对照降低了50.00%、51.85%、41.76%, Mg^{2+} 、 K^+ 含量与对照差异不显著。刺槐林地只有 Cl^- 含量比对照显著降低了33.33%,其它离子含量与对照均没有显著性差异。2种林地间各离子含量未有显著差异。

表4

土壤水溶性离子含量的变化

Table 4

Change of the soil water soluble ions content

季节 Season	样地类型 Type of soil	Cl^- Chloridion ion	Ca^{2+} Calcium ion	Mg^{2+} Magnesian ion	K^+ Potassium ion	Na^+ Sodion ion
秋季 Autumn	国槐 <i>Sophora japonica</i>	0.006 b	0.13 b	0.031 a	0.020 a	0.53 b
	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	0.008 b	0.20 ab	0.020 a	0.016 a	0.70 ab
	对照(CK)	0.012 a	0.27 a	0.080 a	0.020 a	0.91 a
春季 Spring	国槐 <i>Sophora japonica</i>	0.012 a	0.12 b	0.167 a	0.010 c	0.97 a
	刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	0.009 a	0.12 b	0.145 b	0.020 b	0.85 c
	对照(CK)	0.011 a	0.28 a	0.144 b	0.050 a	0.91 b

2.4 林木不同季节土壤水溶性 Na^+ 含量与可溶性盐含量的相关性

一般相关系数 $|r| \geq 0.8$ 时,可以认为2个变量间高度相关; $0.5 \leq |r| < 0.8$ 时,可以认为2个变量中度相关。土壤中含有高浓度的水溶性 Na^+ 是植物在盐碱地中受到伤害的主要原因之一。那么,盐碱地中水溶性 Na^+ 的含量与可溶性盐含量是否具有一定的相关性。由表5可知,总体上,盐碱地中水溶性 Na^+ 含量与可溶性盐含量的总体趋势具有一致性,但显著性水平因树种及季节

与对照相比,春季国槐林地 Ca^{2+} 、 K^+ 含量显著低于对照, Cl^- 含量与对照差异不显著, Mg^{2+} 、 Na^+ 均显著高于对照。刺槐林地 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 含量显著低于对照, Cl^- 、 Mg^{2+} 含量与对照含量相近,差异不显著。2种林地相比,春季刺槐对 Na^+ 、 Mg^{2+} 的改良效果显著好于国槐,国槐对 K^+ 的改良效果显著好于刺槐,对其它离子含量改良效果差异不显著。

不同而不同。国槐林地秋、春季的相关系数分别为0.996、1.000,其中春季的相关性达到了显著性差异,水溶性 Na^+ 含量与可溶性盐含量无论春季还是秋季均具有高度正相关;刺槐林地水溶性 Na^+ 含量与可溶性盐含量在秋季为中度相关,春季为高度相关,但相关性均没有达到显著性差异;对照土壤水溶性 Na^+ 含量与可溶性盐含量在秋季为高度相关,且相关性达到了显著性差异,春季为中度相关,相关性没有达到显著性差异。

表5

土壤水溶性 Na^+ 与可溶性盐含量的相关性

Table 5

Correlations of the soil Na^+ and soluble salt content

样地类型 Type of soil	秋季 Autumn		春季 Spring	
	相关系数 Correlation coefficient	显著性 Significance	相关系数 Correlation coefficient	显著性 Significance
国槐 <i>Sophora japonica</i>	0.996	0.058	1.000 *	0.000
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	0.711	0.497	0.990	0.089
对照(CK)	0.997 *	0.048	0.703	0.503

3 讨论与结论

有研究表明,土壤可利用水分与土壤有机质含量呈极显著正相关,相关系数为0.92^[9]。该研究中,无论春季还是秋季,2种林木对林地含水量及有机质的改良效果均呈现出一致性,是否也表现出极显著的正相关,需要继续进行试验验证。

杜振宇等^[4]的研究表明刺槐与白蜡混交林中刺槐9月份根际土pH值明显低于非根际土,根际土的含盐量与非根际土的差异不显著。该研究中,刺槐纯林11月份土样根际土的pH值显著高于对照,土壤可溶性盐含量显著低于对照,与杜振宇等^[4]的研究结果不一致,可能与取土时期、取土部位及林木的生长环境(该研究是刺槐纯林)有关。该研究春季刺槐纯林可以显著降低土壤容重、pH值和可溶性盐含量,增加土壤孔隙度,与赵

振磊等^[10]的研究结果一致,表明刺槐在春季生长发育期间对盐碱地的容重、pH值、可溶性盐含量和土壤孔隙度有显著的改良效果。

该研究中,国槐对土壤的脱盐效果秋季好于春季,与卢兴霞等^[11]关于沙枣、绒毛白蜡对重盐碱地可溶性盐的研究结果一致,但刺槐的脱盐效果则表现为春季好于秋季,与卢兴霞等^[11]的研究结果相反,这可能与树种自身特性有关,需要进一步研究。如不同树种因自身特性对盐碱地的脱盐效果具有互补作用,则可以有目的利用互补树种的混交林进行盐碱地改良,从而加速盐碱地改良的进程。

该研究结果表明,国槐、刺槐对土壤含水量和有机质的改良效果无论是春季还是秋季均未与对照形成显著性差异,对其它指标的改良效果因季节和树种的不同而不同。

同一季节不同树种对盐碱地理化性质的改良效果不同。秋季,国槐对土壤容重和孔隙度的改良效果显著好于刺槐;对水溶性离子的改良效果总体上国槐好于刺槐;对土壤 pH 值的改良效果二者的表现均不佳;二者均可以使可溶性盐含量显著降低,但二者之间的差异不明显。春季,2 种树对土壤容重和孔隙度的改良效果与对照差异均不显著;对水溶性离子的改良效果总体上刺槐好于国槐;对土壤 pH 值、可溶性盐含量的改良效果刺槐显著地好于国槐。

同一树种在不同季节对盐碱地理化性质的改良效果不同。总体上,国槐在秋季对土壤容重、孔隙度和水溶性离子的改良效果好于春季;对 pH 值的改良效果春季、秋季均不明显;对可溶性盐的改良效果秋季显著好于春季,且秋季可使可溶性盐含量显著下降,春季林地可溶性盐含量与对照差异不显著。刺槐在秋季对土壤容重和孔隙度的改良效果好于春季;对水溶性离子、pH 值的改良效果春季好于秋季,秋季时 pH 值显著高于对照;对可溶性盐含量的改良效果春季好于秋季,但春、秋季刺槐均使土壤可溶性盐含量显著降低。

参考文献

- [1] 杜天庆,苗果园,郝建平,等. 不同类型豆科植物对黄土母质土的改土效果[J]. 水土保持学报,2011,25(6):77-86.
- [2] RAGHUWANSHI R,UPADHYAY R S. Performance of vesicular-arbuscular mycorrhizae in saline-alkali soil in relation to various amendments[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology,2004(20):1-5.
- [3] 曹帮华,吴丽云,宋爱云,等. 滨海盐碱地刺槐(*Robinia pseudoacacia*)混交林土壤水盐动态[J]. 生态学报,2008,28(3):939-945.
- [4] 杜振宇,马丙尧,刘方春,等. 滨海盐碱地人工刺槐白蜡混交林的根际土壤性质研究[J]. 中国土壤与肥料,2013(6):1-5.
- [5] 王玉涛,刘平,魏忠平,等. 辽河三角洲盐碱地不同造林模式的防护效应研究[J]. 沈阳农业大学学报,2014,45(2):158-163.
- [6] 崔鹏,秦宇,刘霄,等. 滨海盐碱地刺槐林降水与土壤水盐运动规律相关性研究[J]. 西南林业大学学报,2013,33(4):2-4.
- [7] 曹帮华,吴丽云,宋爱云,等. 滨海盐碱地刺槐(*Robinia pseudoacacia*)混交林土壤水盐动态[J]. 生态学报,2008,28(3):940-945.
- [8] 董海凤,杜振宇,刘春生,等. 黄河三角洲长期人工刺槐林对土壤化学性质的影响[J]. 水土保持通报,2014,34(3):56-60.
- [9] 马丙尧,杜振宇,刘方春,等. 黄河三角洲盐碱地主要造林树种的动态生长与生态效应[J]. 林业科技,2014,39(1):50-53.
- [10] 赵振磊,李传荣,许景伟,等. 黄河三角洲不同刺槐混交林的土壤持水能力[J]. 水土保持通报,2012,26(3):222-226.
- [11] 卢兴霞,周俊,杨静慧,等. 两种林木栽植对滨海重盐碱地化学特性的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(9):37-43.

Effect of the Plantations of *Sophora japonica* and *Robinia pseudoacacia* on Physical and Chemical Properties in Coastal Saline-alkali Soil

LU Xingxia, LIU Yan, YANG Jinghui, WANG Penghe, YUAN Wenhui, LIU Yanjun
(College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384)

Abstract: The plantations of *Sophora japonica* and *Robinia pseudoacacia* planted for 6 years (seedling age of 3 years) in coastal saline-alkali soil were studied, and their soil physical and chemical properties were compared in different seasons. The results showed that the different plantations had different improvement effect on the saline-alkali soil in different season. In the autumn, the soil bulk density of the plantations of *Sophora japonica* and *Robinia pseudoacacia* was decreased significantly by 23.40% and 14.20%, and the total porosity was increased significantly by 36.94% and 23.39%, the ratio of desalinization was respectively 66.51% and 44.29%, the contents of Cl^- , Ca^{2+} and Na^+ in the soil of plantation of *Sophora japonica* was decreased significantly by 50.00%, 51.85% and 41.76%, the content of Cl^- in the soil of plantation of *Robinia pseudoacacia* was decreased significantly by 33.33%. In the word, the improvement effect of *Sophora japonica* on physical and chemical properties in saline-alkali was better than those of *Robinia pseudoacacia* in autumn. In the spring, compared with the control, the difference of the soil bulk density and total porosity of two plantations was not significant, the soil pH value and soluble salt content of the plantation of *Robinia pseudoacacia* were decreased significantly by 0.47 unit and 52.48%, and the contents of Ca^{2+} , K^+ , Na^+ was also decreased significantly, but the difference of content of other ions was not significant; the soil pH value of the plantations of *Sophora japonica* was increased significantly by 0.27 unit, the difference of the soil soluble salt content was not significant, and the contents of Ca^{2+} , K^+ were decreased significantly, but the difference of content of other ions was not significant. In short, the improvement effect of *Robinia pseudoacacia* on physical and chemical properties in saline-alkali soil was better than those of *Sophora japonica* in spring. But whether it was spring or autumn, the improvement effect of *Sophora japonica* and *Robinia pseudoacacia* on moisture content and organic matter in saline-alkali soil was not significant.

Keywords: *Sophora japonica*; *Robinia pseudoacacia*; coastal saline-alkali soil; soil physical and chemical properties