

袁雅丽,李 焱,司剑华. 高寒冻土层地区不同土壤改良方式对花叶海棠生长的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(4):117-120.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.037

# 高寒冻土层地区不同土壤改良方式 对花叶海棠生长的影响

袁雅丽,李 焱,司剑华

(青海大学农牧学院,青海西宁 810016)

**摘要:**研究不同比例的森林土、泥炭、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩改良土壤对花叶海棠生长的影响。结果发现,不同土壤改良配比对花叶海棠生长均有不同程度的改善和促进作用,其中向试验地 40 cm × 40 cm × 50 cm 的树坑中添加 50% 的森林土和固定比例的其他 4 种改良剂,花叶海棠各项生理参数最高,平均株高 45.6 cm,平均新生枝条数 4.3 条,平均枝条长度 30.6 cm,平均地径 1.36 cm。可见,该改良方案是提高高寒冻土层地区花叶海棠生长量的最佳土壤改良方式。

**关键词:**高寒冻土层;土壤改良;花叶海棠;生长量

**中图分类号:**S156 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)04-0117-04

天峻县位于青海湖西北部,柴达木盆地东部<sup>[1]</sup>,地理位置为 96°49'42"~99°41'48"E,36°53'~48°39'12"N<sup>[2]</sup>。以山地为主,呈东南西北走向,全县最高海拔 5 826.8 m,最低海拔 2 850 m,相对高差近 3 000 m<sup>[3]</sup>。该地区为高原寒带气候,干旱多风<sup>[4]</sup>,全年无绝对无霜期<sup>[5]</sup>,冻土面积较广、厚度较大,为青藏高原重要的气候生态系统之一,属于全球气候变化敏感和生态系统脆弱的典型区域<sup>[6]</sup>。

花叶海棠(*Malus transitoria*)为蔷薇科(Rosaceae)苹果属(*Malus*)灌木或小乔木,海拔主要分布在 3 000~3 200 m,散生或多在河谷、坡脚、宅旁、农地等处形成几十株的聚落<sup>[7]</sup>,是青藏高原东南缘山原区农林牧交错区生态系统的重要植物种之一,被藏区牧民称为“藏茶”<sup>[8]</sup>。花叶海棠分布广,适应性强,耐瘠薄土地,具有耐热、耐盐、抗旱、耐寒等多种抗逆性<sup>[9]</sup>,是极重要的苹果种质资源<sup>[10]</sup>,尤其是其适应性和抗逆性强,对生态绿化和生态公益林建设有重要意义<sup>[11]</sup>。

收稿日期:2016-05-26

基金项目:青海省天峻县高海拔冻土层造林示范项目(编号:2011012)。

作者简介:袁雅丽(1991—),女,青海贵德人,硕士研究生,研究方向为森林培育。E-mail:810213522@qq.com。

通信作者:司剑华,教授,研究方向为森林培育。E-mail:sijianhua1@163.com。

土壤改良剂的研究始于 19 世纪末,研究较多的有沸石、粉煤灰、污泥、绿肥、聚丙烯酰胺等单一改良剂,但其存在改良效果不全面或有不同程度的负面影响等问题<sup>[12-13]</sup>。从 20 世纪 50 年代开始,随着人工合成化工技术的发展,土壤改良剂的研究工作就从天然土壤改良剂过渡到人工合成土壤改良剂研究时期。Sarathchandra 等研究发现,甲壳素改良土壤使土壤细菌数增加 13 倍,真菌数增加 2.5 倍,同时还能抑制土壤中有毒细菌如霉菌、丝状菌的繁殖与生长,防治土传病,如能有效控制棉花黄萎病的发生<sup>[14]</sup>。Elfstrand 等研究了不同绿肥形式对土壤微生物量、微生物群落组成、土壤酶活性的影响,结果发现土壤中直接加入红三叶草植株能有效提高和维持较高微生物量和酶活性<sup>[15]</sup>。陈燕霞等研究表明,施用石灰或石灰加沸石可以显著或极显著降低菜园酸化土壤中的交换性铝含量,减少铝毒,提高土壤 pH 值<sup>[16]</sup>。沸石具有贮水能力,施入土壤后可提高耕层土壤的含水量 1%~2%,在干旱条件下使耕层土壤田间持水量增加 5%~15%<sup>[17]</sup>。研究人员用膨润土改良沙土,可使土壤含水量增加<sup>[18-19]</sup>。粉煤灰可降低土壤容重,增加孔隙度,调节三相比,提高地温<sup>[20-21]</sup>。有机质物料作为土壤改良剂应用较多的是泥炭,而关于炭改良土壤的研究报道较少。陈伏生等研究表明,泥炭改良风沙土能提高土壤保水能力<sup>[22]</sup>。

近几年,在高寒冻土层地区通过改良土壤来改变其土壤理化性质,来达到树木较好的存活率和生长量的技术鲜有研

东林业科技,2008(2):66-68。

[4]李传磊,沈年华,倪 伟. 紫薇群落结构与物种多样性分析[J]. 西北林学院学报,2010,25(5):45-48。

[5]陈 彦,周 坚. 紫薇受粉习性 & 花粉管生长的研究[J]. 聊城大学学报(自然科学版),2006,19(2):53-54,96。

[6]许桂芳,吴铁明,吴 哲,等. 紫薇属植物研究进展[J]. 林业调查规划,2005,30(5):50-53。

[7]Nepi M,Guamieri M,Pacini E. “Real” and feed pollen of lagerstroemia indica;ecophysiological differences[J]. Plant Biology,2003,5

(3):311-314。

[8]张秦英,罗凤霞,刘 莉,等. 紫薇异型雄蕊花粉生活力研究[J]. 园艺学报,2008(12):1741。

[9]沈其君. SAS 统计分析[M]. 北京:高等教育出版社,2005:84-87。

[10]王瑞文,杨彦伶,王瑞静,等. 紫薇花粉生活力变化及柱头的可授性的研究[J]. 湖北农业科学,2010,49(11):2829-2832。

[11]王瑞文. 紫薇开花生物学特性及杂交育种的初步研究[D]. 武汉:华中农业大学,2010。

究,随着经济的快速发展、社会的进步,人类对保护生态环境的意识也逐步提高,处在高寒地区的人迫切须要改善自身的生存环境。加之国家对生态建设力度的日益加大,护林造林成为了生态建设的主战场,其中高海拔冻土层地区是我国西部生态建设的主要造林地区,可是高寒地区地理位置较为特殊,气候条件较差,造林成活率低。近年来,随着气温的不断上升,降水量虽略有增加,但不能弥补由于气温升高造成的蒸发加剧,而植物在返青期除对温度有一定要求外,在很大程度上还受限于土壤的墒情,因此高寒地区气温增高对植物的返青造成了一定得负面影响,使返青期推迟。对高原冻土层城乡绿化工作带来另一重考验。

为了保证高原地区城乡绿化造林质量、提高造林成活率,必须改进高原地区人工造林的技术措施,因此在青海省天峻县高海拔冻土层造林试验区进行造林试验,从土壤改良角度进行造林试验研究,从而总结出一套有效的提高高原地区城乡绿化树种造林成活率及保存率的方法,以供生产者参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验区新源镇位于县城 25 km 处,地势平坦,交通便利,海拔 3 400 m,年均降水量为 300 mm;试验地土质为沙质壤土,pH 值 8.3~8.4,土壤含水量较高。

1.2 试验材料

土壤配制包括森林土、泥炭、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩。试验苗木为 1 年生无病虫害健壮花叶海棠幼苗。

1.3 试验设计

试验共分为 12 个处理,其中处理 1~6 向 40 cm×40 cm×50 cm 的树坑中添加 10%~60% 森林土和固定比例的泥炭、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩的改良处理,每个处理均有 10 株幼苗;处理 7~11 向 40 cm×40 cm×50 cm 的树坑中添加 20%~60% 泥炭和固定比例的森林土、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩的改良处理,每个处理均有 10 株幼苗;另设 1 个 100% 本土的无处理组为 CK 对照(表 1)。于 2015 年 10 月对试验区内 12 个处理中的花叶海棠株高、枝长、枝数、地径进行测量,对数据进行分析比较。

表 1 土壤基质配比设计

| 处理 | 土壤基质含量(%) |    |      |    |     |     |
|----|-----------|----|------|----|-----|-----|
|    | 森林土       | 泥炭 | 腐熟羊粪 | 细沙 | 珍珠岩 | 本土  |
| CK | 0         | 0  | 0    | 0  | 0   | 100 |
| 1  | 10        | 10 | 10   | 5  | 5   | 60  |
| 2  | 20        | 10 | 10   | 5  | 5   | 50  |
| 3  | 30        | 10 | 10   | 5  | 5   | 40  |
| 4  | 40        | 10 | 10   | 5  | 5   | 30  |
| 5  | 50        | 10 | 10   | 5  | 5   | 20  |
| 6  | 60        | 10 | 10   | 5  | 5   | 10  |
| 7  | 10        | 20 | 10   | 5  | 5   | 50  |
| 8  | 10        | 30 | 10   | 5  | 5   | 40  |
| 9  | 10        | 40 | 10   | 5  | 5   | 30  |
| 10 | 10        | 50 | 10   | 5  | 5   | 20  |
| 11 | 10        | 60 | 10   | 5  | 5   | 10  |

1.4 指标测定

在 2015 年 6—9 月的每月 1 日,对不同土壤改良处理组中选定的每株花叶海棠进行生长量的测定。用卷尺测量新生枝长度及株高;用游标卡尺测量植株地径并记录数据。

2 结果与分析

2.1 不同土壤改良处理对花叶海棠株高的影响

在 12 个试验区中,于 6、9 月对花叶海棠株高进行测量,利用塔尺测量株高,计算出每个区域内株高的平均值。研究发现,处理 5 平均株高大于其他处理,为 45.6 cm。不同土壤改良处理的花叶海棠株高大体上显著高于对照,处理 5 株高显著高于其他处理(除了处理 11 外)(表 2)。由此可见,土壤添加 50% 的森林土和固定比例的泥炭、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩的改良处理时,花叶海棠株高增长最为明显。

各个不同土壤改良处理组花叶海棠株高增长率基本显著高于对照,处理 5 花叶海棠株高生长量较为明显,增加了 30.2 cm,其增长率显著大于其他 11 个试验区域,增长率为 196.1%。对照花叶海棠株高生长量最缓慢,平均增长 15 cm,增长率为 96.8%(表 3)。由此可见,土壤添加 50% 的森林土和固定比例的泥炭、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩的改良处理时,花叶海棠株高增长率达到最大值。

表 2 不同土壤改良处理后花叶海棠株高

| 处理 | 株高(cm) |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 株高(cm)    |
|----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------|
|    | 重复 1   | 重复 2 | 重复 3 | 重复 4 | 重复 5 | 重复 6 | 重复 7 | 重复 8 | 重复 9 | 重复 10 |           |
| CK | 28.9   | 26.4 | 31.2 | 35.1 | 28.6 | 33.4 | 31.6 | 36.2 | 26.1 | 27.8  | 30.5±3.5d |
| 1  | 32.1   | 31.6 | 29.5 | 34.1 | 37.5 | 27.6 | 33.5 | 41.2 | 34.3 | 34.1  | 33.5±3.8d |
| 2  | 33.5   | 32.1 | 36.2 | 38.4 | 39.5 | 31.6 | 44.3 | 41.0 | 42.6 | 39.2  | 37.8±4.4c |
| 3  | 41.3   | 42.4 | 37.6 | 38.1 | 46.2 | 33.6 | 47.2 | 45.6 | 37.6 | 43.6  | 41.3±4.5b |
| 4  | 39.8   | 45.6 | 42.3 | 43.8 | 42.1 | 38.1 | 40.1 | 39.4 | 41.0 | 41.3  | 41.3±2.2b |
| 5  | 45.9   | 41.2 | 50.3 | 48.6 | 52.3 | 40.3 | 46.5 | 39.5 | 44.5 | 47.2  | 45.6±4.3a |
| 6  | 42.1   | 39.5 | 47.2 | 38.6 | 45.6 | 43.1 | 46.2 | 42.8 | 39.5 | 43.7  | 42.8±3.0b |
| 7  | 35.1   | 34.6 | 31.2 | 32.0 | 41.2 | 35.1 | 36.2 | 34.1 | 37.4 | 33.8  | 35.0±2.8c |
| 8  | 35.6   | 38.9 | 36.7 | 32.1 | 29.4 | 39.2 | 28.4 | 31.2 | 37.5 | 36.1  | 34.5±3.9d |
| 9  | 37.5   | 36.1 | 26.5 | 34.5 | 33.8 | 36.7 | 39.4 | 41.2 | 42.8 | 43.6  | 37.2±5.0c |
| 10 | 39.5   | 44.6 | 47.6 | 41.3 | 38.5 | 36.4 | 39.7 | 41.2 | 45.8 | 42.4  | 41.7±3.5b |
| 11 | 44.9   | 48.6 | 50.2 | 38.6 | 39.4 | 46.3 | 48.5 | 34.6 | 47.2 | 43.9  | 44.2±5.1a |

注:同列数据后不同字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

表 3 不同土壤改良处理下花叶海棠平均株高

| 处理 | 平均株高 (cm) |      | 增长率 (%)       |
|----|-----------|------|---------------|
|    | 6 月       | 9 月  |               |
| CK | 15.5      | 30.5 | 96.8 ± 10.0d  |
| 1  | 16.8      | 33.5 | 99.4 ± 11.8d  |
| 2  | 15.5      | 37.8 | 143.9 ± 15.7c |
| 3  | 17.6      | 41.3 | 134.7 ± 16.8c |
| 4  | 16.5      | 41.3 | 150.3 ± 17.5b |
| 5  | 15.4      | 45.6 | 196.1 ± 21.4a |
| 6  | 17.6      | 42.8 | 143.2 ± 17.8b |
| 7  | 15.3      | 35.0 | 128.8 ± 13.9c |
| 8  | 16.2      | 34.5 | 113.0 ± 12.9c |
| 9  | 14.3      | 37.2 | 160.1 ± 16.2b |
| 10 | 15.5      | 41.7 | 169.0 ± 18.5b |
| 11 | 17.3      | 44.2 | 155.5 ± 19.0b |

2.2 不同土壤改良处理对花叶海棠新生枝的影响

2.2.1 不同土壤改良处理对花叶海棠新生枝长度的影响

于每月 1 日测定 12 个试验区内花叶海棠新生枝长度,利用线绳测量出花叶海棠新生枝的长度,然后用米尺量出线绳的长度,得出花叶海棠新生枝的长度,计算出平均值,然后对花叶海棠新生枝长度变化量的平均值进行对比、分析。研究发现,土壤改良对花叶海棠新生枝长度的增长影响十分明显,不同土壤改良处理组新生枝的总长度均比对照组有显著提高,所有处理中新生枝长度的增长量在 8 月达到最大值。从总增长量上来看,11 个不同改良处理下新生枝长度的增长量都显著高于对照,处理 5 新生枝长度增长最显著(表 4)。由此可见,

表 5 不同土壤改良处理对花叶海棠新生枝条数的影响

| 处理 | 新生枝数(条) |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 平均数        |
|----|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------------|
|    | 重复 1    | 重复 2 | 重复 3 | 重复 4 | 重复 5 | 重复 6 | 重复 7 | 重复 8 | 重复 9 | 重复 10 |            |
| CK | 4       | 2    | 2    | 3    | 3    | 2    | 3    | 4    | 1    | 3     | 2.7 ± 0.9d |
| 1  | 2       | 1    | 4    | 3    | 4    | 3    | 3    | 4    | 3    | 2     | 2.9 ± 0.9d |
| 2  | 4       | 3    | 2    | 5    | 3    | 3    | 4    | 3    | 3    | 4     | 3.4 ± 0.8c |
| 3  | 2       | 5    | 3    | 3    | 4    | 6    | 4    | 3    | 4    | 3     | 3.7 ± 1.1b |
| 4  | 4       | 6    | 3    | 4    | 5    | 5    | 4    | 2    | 4    | 3     | 4.0 ± 1.1a |
| 5  | 3       | 1    | 5    | 5    | 4    | 6    | 3    | 4    | 7    | 5     | 4.3 ± 1.7a |
| 6  | 2       | 3    | 3    | 5    | 4    | 5    | 6    | 5    | 4    | 3     | 4.0 ± 1.2a |
| 7  | 1       | 3    | 4    | 6    | 3    | 2    | 4    | 4    | 3    | 2     | 3.2 ± 1.3c |
| 8  | 5       | 1    | 3    | 2    | 3    | 4    | 5    | 2    | 3    | 4     | 3.2 ± 1.3c |
| 9  | 3       | 4    | 4    | 1    | 5    | 3    | 2    | 3    | 4    | 3     | 3.2 ± 1.1c |
| 10 | 3       | 2    | 4    | 5    | 3    | 2    | 4    | 6    | 2    | 3     | 3.4 ± 1.3b |
| 11 | 5       | 4    | 6    | 3    | 4    | 2    | 3    | 1    | 3    | 5     | 3.6 ± 1.5b |

2.3 不同土壤改良处理对花叶海棠地径的影响

于每月 1 日测定 12 个试验区内每株花叶海棠新生枝的地径,然后对花叶海棠地径变化量的总值进行对比、分析。研究发现,土壤改良对花叶海棠地径的增长影响十分明显,不同土壤改良处理地径的总长度均比对照有显著提高。各处理的地径增长量在 8 月达到最大值。从总增长量上来看,11 个不同改良处理下地径的增长量都显著高于对照,处理 5 地径增长最显著(表 6)。由此可见,土壤添加 50% 森林土和固定比例的泥炭、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩的改良处理时,最有利于花叶海棠地径的增长。

3 结论与讨论

花叶海棠根系处的土壤经过不同程度的改良处理后,花

土壤添加 50% 森林土和固定比例的泥炭、腐熟羊粪、细沙、珍珠岩的改良处理时,最有利于花叶海棠新生枝长度的增长。

表 4 不同土壤改良处理下花叶海棠新生枝长度的增长量

| 处理 | 新生枝长度增长 (cm) |     |      |     |  | 总增长量        |
|----|--------------|-----|------|-----|--|-------------|
|    | 6 月          | 7 月 | 8 月  | 9 月 |  |             |
| CK | 3.6          | 4.2 | 6.3  | 5.4 |  | 19.5 ± 1.2c |
| 1  | 4.1          | 5.6 | 7.2  | 6.1 |  | 23.0 ± 1.2b |
| 2  | 3.5          | 6.1 | 9.2  | 7.1 |  | 25.9 ± 2.3b |
| 3  | 5.2          | 6.2 | 8.5  | 6.7 |  | 26.6 ± 1.3a |
| 4  | 4.6          | 5.3 | 6.4  | 7.7 |  | 24.0 ± 1.3b |
| 5  | 5.4          | 7.1 | 10.2 | 7.9 |  | 30.6 ± 1.9a |
| 6  | 5.8          | 6.6 | 8.3  | 7.1 |  | 27.8 ± 1.0a |
| 7  | 5.2          | 5.5 | 6.2  | 4.9 |  | 21.8 ± 0.5c |
| 8  | 4.1          | 4.9 | 6.8  | 5.4 |  | 21.2 ± 1.1c |
| 9  | 3.7          | 5.5 | 5.9  | 5.1 |  | 20.2 ± 0.9c |
| 10 | 5.6          | 6.4 | 7.1  | 5.7 |  | 24.8 ± 0.7b |
| 11 | 4.5          | 6.1 | 8.3  | 7.2 |  | 26.1 ± 1.6a |

2.2.2 不同土壤改良处理对花叶海棠新生枝条数的影响

于 10 月 1 日测定 12 个试验区内花叶海棠标记株的新生枝条数,然后对花叶海棠新生枝条数变化量的平均值进行分析比较。研究发现,不同土壤改良处理组新生枝条平均数都多于对照组,第 5 组处理组新生枝条平均数达到最大值 4.3,处理组均大于对照组(表 5)。由此可见,土壤改良处理均有利于促进花叶海棠发出新生枝条,每个处理组中花叶海棠的新生枝条个数差异较小。

叶海棠的新生枝数量、新生枝长度、株高、地径等生长指标相对于对照组均有明显的提高。研究发现,土壤添加 50% 森林土和 10% 泥炭、10% 腐熟羊粪、5% 细沙、5% 珍珠岩的改良处理为最佳处理。平均株高 45.6 cm,增长率 196.1%;平均新生枝条数 4.3 枝,新生枝长度平均增长 30.6 cm,地径平均增长量 1.36 cm。

综合各项指标,土壤添加 50% 森林土和 10% 泥炭、10% 腐熟羊粪、5% 细沙、5% 珍珠岩时最有利于花叶海棠的生长;且在大气温度最高的 8 月,土壤改良和大气温度相结合,使得花叶海棠的各项生长指标的增长量达到最大值。

不同的光、热、水、肥土壤生态因子条件下植物的生长情况呈现差异,土壤改良能改善土壤结构和通透性,使各土层的土壤微生物量显著提高<sup>[24]</sup>。本试验研究高寒地区花叶海棠

表 6 不同土壤改良处理下花叶海棠每月地径变化

| 处理 | 地径增长量(cm) |      |      |      |             |
|----|-----------|------|------|------|-------------|
|    | 6 月       | 7 月  | 8 月  | 9 月  | 总增长量        |
| CK | 0.12      | 0.24 | 0.22 | 0.15 | 0.73 ±0.06d |
| 1  | 0.12      | 0.15 | 0.35 | 0.24 | 0.86 ±0.10c |
| 2  | 0.21      | 0.14 | 0.34 | 0.23 | 0.92 ±0.08c |
| 3  | 0.14      | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 0.96 ±0.14c |
| 4  | 0.22      | 0.27 | 0.33 | 0.35 | 1.17 ±0.06b |
| 5  | 0.25      | 0.33 | 0.45 | 0.33 | 1.36 ±0.13a |
| 6  | 0.12      | 0.27 | 0.36 | 0.26 | 1.10 ±0.10b |
| 7  | 0.24      | 0.14 | 0.34 | 0.22 | 0.94 ±0.08c |
| 8  | 0.17      | 0.23 | 0.33 | 0.14 | 0.87 ±0.08c |
| 9  | 0.23      | 0.34 | 0.24 | 0.25 | 1.06 ±0.05b |
| 10 | 0.23      | 0.16 | 0.45 | 0.24 | 1.08 ±0.13b |
| 11 | 0.16      | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 1.15 ±0.09b |

生长量的变化,旨在根据花叶海棠的生态特性将其应用到林业实际生产中,从而改善天峻县单一的生态系统<sup>[25]</sup>。研究表明,土壤改良剂的使用能够改善土壤的肥力和土壤结构,使土壤更有利于花叶海棠的生长。舒秀丽等的研究从土壤改良对微生物和酶活性的影响等方面论证了土壤改良对植物生长的影响,进一步验证了本研究所得到的结论<sup>[26-27]</sup>。但由于试验区的自然条件恶劣、气候极端多变,使得本次试验进展难度加大。

水土流失与荒漠化是我国十分严重的环境问题<sup>[28]</sup>,因此植树造林越来越受到社会各界的关注<sup>[29]</sup>,同时育苗、造林技术的研究也逐渐向着科学化、具体化、专业化的方向发展。土壤成分对植物的生理生态效应已经受到普遍的重视<sup>[30]</sup>,但是对于植物生长的影响还缺乏专业性的研究。因此,土壤成分对于植物生长影响更细、更深的研究将成为未来一段时间人们研究的热点和重点<sup>[31]</sup>。

参考文献:

[1]刘维香,马 寿,刘贵萍. 天峻县“黑土滩”成因及治理对策[J]. 青海草业,2010,19(1):21-24.

[2]完马单智,诺科加,完才才郎,等. 青海省天峻县高原型藏羊种质特性[J]. 畜牧与兽医,2012,44(3):53-55.

[3]肖莲桂,石明章,豆青芳. 1961—2013 年天峻地区降水变化特征分析[J]. 青海农林科技,2014(4):16-19,71.

[4]乌 仁. 天峻地区退化草地植被恢复战略研究[J]. 中国草食动物科学,2012,32(3):47-49.

[5]李忠秋,蒋志刚. 青海省天峻地区藏原羚的食性分析[J]. 兽类学报,2007,27(1):64-67.

[6]石明章,肖莲桂. 青海省天峻县气候变化特征及其对草原生态环境的影响[J]. 北京农业,2014(36):277-278.

[7]王启和,孙 鹏,刘志斌,等. 花叶海棠表型性状变异的研究[J]. 林业科技开发,2006,20(3):17-20.

[8]吕才忠,李发金. 花叶海棠西宁地区播种育苗技术研究[J]. 青海农林科技,2015(3):24-26,49.

[9]成明昊,李晓林,张云贵. 苹果优良种质——花叶海棠区系地理学研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2000,22(4):287-289.

[10]陈 斌. 花叶海棠作苹果砧木利用的调查初报[J]. 重庆师专学报,2001,20(2):108-109.

[11]吴建华,白云祥,闵有军,等. 花叶海棠组织培养技术研究[J]. 中国园艺文摘,2015(8):21-22,45.

[12]田福平,武高林,杨志强,等. 4 种土壤改良剂对多年生黑麦草的生长特性影响研究[J]. 草业科学,2006,23(11):28-34.

[13]吴增芳. 土壤结构改良剂[M]. 北京:科学出版社,1976:24-34.

[14]Sarathchandra S U, Watson R N, Cox N R, et al. Effects of chitin amendment of soil on microorganisms, nematodes, and growth of white clover (*Trifolium repens* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) [J]. Biology and Fertility of Soils, 1996, 22(3):221-226.

[15]Elfstrand S, Bath B, Martensson A. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek [J]. Applied Soil Ecology, 2007, 36(1):70-82.

[16]陈霞霞,唐晓东,游 媛,等. 石灰和沸石对酸化菜园土壤改良效应研究[J]. 广西农业科学,2009,40(6):700-704.

[17]姜 淳,周恩湘,霍习良,等. 沸石改土保肥及增产效果的研究[J]. 河北农业大学学报,1993,16(4):48-52.

[18]陈恩凤,王汝塘. 有机质改良盐碱土的作用[J]. 土壤通报,1984(5):193-196.

[19]李吉进,徐秋明,张宜霞,等. 膨润土对土壤水分和玉米植株生育性状的影响[J]. 北京农业科学,2001,19(6):18-20.

[20]牛花朋,李胜荣,申俊峰,等. 粉煤灰与若干有机固体废弃物配施改良土壤的研究进展[J]. 地球与环境,2006,34(2):27-34.

[21]吴家华,董云中,刘继青,等. 粉煤灰改土效应研究[J]. 土壤学报,1995,32(3):534-540.

[22]陈伏生,王桂荣,张春兴,等. 施用泥炭对风沙土改良及蔬菜生长的影响[J]. 生态学杂志,2003,22(4):16-19.

[23]陈琼贤,郭和蓉,彭志平,等. 营养性土壤改良剂对玉米的增产效果和对土壤肥力的影响[J]. 土壤通报,2005,36(3):463-464.

[24]刘慧军,刘景辉,于 健,等. 土壤改良剂对燕麦土壤理化性状及微生物量碳的影响[J]. 水土保持学报,2012,26(5):68-72,77.

[25]雷延智,陈克龙,曹生奎,等. 天峻县生态补偿标准研究[J]. 绿色科技,2014(11):3-6.

[26]舒秀丽,赵 柳,孙学振,等. 不同土壤改良剂处理对连作西洋参根际微生物数量、土壤酶活性及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2011,19(6):1289-1294.

[27]邱莉萍,刘 军,王益权,等. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(3):24-29.

[28]薛月园,周 俊. 3S 技术在水土保持与荒漠化防治中的应用[J]. 现代园艺,2015(8):161-162.

[29]王晋雨. 植树造林对矿区水土保持的重要性[J]. 能源与节能,2015(2):104-105.

[30]邱莉萍,刘 军,王益权,等. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(3):277-280.

[31]萨如娜,苏米亚,吴 榕,等. 杭锦 2#土多元复混肥对菜地土壤生物活性及养分含量的影响[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学版),2008,37(6):770-774,784.