

黄花草木樨改良盐碱土的试验研究

李月芬, 汤洁, 林年丰, 郭平, 李军

(吉林大学 环境与资源学院, 吉林 长春 130026)

摘要: 通过对人工种植黄花草木樨样地的监测, 根据土壤养分含量的变化研究了改良退化土壤的效果。在种植黄花草木樨后, 除了土壤全钾和速效磷含量下降以外, 土壤有机质、水解性氮、全氮、全磷、速效钾养分含量皆明显增加。磷、钾下降的原因与黄花草木樨生长发育过程的需肥特性有关。在黄花草木樨生长发育过程中, 应该注意追施磷、钾肥, 可达到“以磷增氮”, “以钾促氮”的目的。实践表明, 种植黄花草木樨这一技术具有改良土壤, 培肥地力的作用, 它是干旱、半干旱地区改良退化土壤的一种优良牧草。

关键词: 黄花草木樨; 退化土壤; 盐碱土; 生物技术; 养分含量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2004)01-0008-04

中图分类号: S156.44

Improving Effect of *Melilotus Offcinalia* on Saline-alkaline Soil

LI Yue-fen, TANG Jie, LIN Nian-feng, GUO Ping, LI Jun

(College of Environmental and Resources, Jilin University, Changchun 130026, Jilin Province, China)

Abstract: The effect of *Melilotus officinalia* on improving degraded soil is studied according to the change in nutrient content of soil after planting. The results show that planting *Melilotus officinalia* can increase soil organic matter, total N, hydrolytic N, total P, and available K significantly, but decrease available P and total K. The reason for the latter decreases is that *Melilotus officinalia* needs phosphate fertilizer and potassium fertilizer to satisfy its growth. Therefore, during the growth of *Melilotus officinalia*, phosphate fertilizer and potassium fertilizer should be applied reasonably in order to boost nitrogen levels in the soil. This biotechnology technique functions to improve saline alkaline soil and increase the fertility of soil. The experiment indicates that *Melilotus officinalia* is an excellent kind of pasturage for improving the degraded soil in arid and semiarid regions.

Keywords: *Melilotus officinalia*; degradation soil; saline alkaline soil; biotechnology; soil nutrient content

近 100 a 来, 由于人们对自然资源的超量开发和环境破坏导致土壤质量严重下降, 土壤退化已成为一个重要的环境问题^[1-3]。随着土壤退化速度加快, 土壤养分含量逐年下降, 且以腐殖质和全氮含量降低最为明显, 已严重降低了土壤生产力, 制约社会经济的可持续发展^[1]。鉴于吉林省西部盐碱化土地分布广、发展速度快、危害大的现状, 我们自俄罗斯引进了黄花草木樨牧草, 在盐碱化草地进行了土壤改良的生物试验。黄花草木樨(*Melilotus officinalia*)是优良的豆科草本植物。引种试验表明, 它能较好地适应吉林省西部的气候条件, 与其它牧草相比, 开花早, 青草和种籽产量高, 干草的平均产量为 5 400 kg/hm², 种籽平均产量为 1 000~1 200 kg/hm², 草质好, 适口性强, 营养丰富, 含蛋白质 17%~21%左右, 纯蛋白质大于 14%。通过与大田作物的间套作, 一方面生产粮食作物和牧草, 另一方面是良好的绿肥品种, 同时可以改

造土壤, 培肥地力, 是一种很有发展前途的优良牧草。国内外学者对它的经济价值, 栽培技术报导很多, 但关于它对盐碱土壤的改良作用仅有零星报导。本文通过对种植黄花草木樨后土壤化学性质的监测和分析, 揭示退化土壤中养分含量、有机质的变化规律, 量化改良效果, 为大规模改良退化土壤和培肥地力提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验区自然概况

试验区设在吉林省西部大安市姜家店草场。姜家店草场位于松嫩平原中部低平原, 属洮儿河与霍林河之间的河间地带, 海拔高度 120~160 m, 地势平坦、开阔, 略呈心脏形。该区平均气温 4.3℃。年均降水量为 413.7 mm, 主要集中在 6—9 月份。年均蒸发量为 1 610 mm, 最大蒸发量达 1 952.2 mm。

收稿日期: 2003-05-16 修回日期: 2003-08-03

资助项目: 国家自然科学基金(40072093, 40273047)资助

作者简介: 李月芬(1974—), 女(汉族), 博士研究生, 主要从事土壤改良及生态环境研究, E-mail: yangkai@email.jlu.edu.cn.

干燥度年平均为 1.15。土壤类型有黑钙土、淡黑钙土、风沙土、草甸土、冲积土、沼泽土、碱土和盐土。土壤母质为第四纪黄土状沉积物,质地为石灰性亚沙土和石灰性黏土,均为微碱性土壤,成为土地盐碱化和土质退化的基质。土壤肥力较差,有机质含量较低,一般在 1% 左右。土壤普遍缺氮,严重缺磷,部分地块缺钾。

1.2 栽培管理

黄花草木樨试验地选在地势平坦的中度盐碱地, pH 值为 9.02。春季耕翻,耕深约 30 cm,用耙耙耱一遍,使土质疏松,之后于 5 月份机械条播,种籽播量为 10 kg/hm^2 ,播种深度为 1 cm,播后用镇压器镇压。2001 年种植 1 hm^2 ,2002 年在相邻地块种植 10 hm^2 。

1.3 土样采集及测定

1.3.1 采样方式和时间 选择黄花草木樨 1a 生样地(2002 年种植)和 2a 生样地(2001 年种植)的土壤做测试样本,分别用 1a 生黄花草木樨地和 2a 生黄花草木樨地代表。每一测点挖 60 cm 深的剖面,分为 0~10,10~20,20~40 和 40~60 cm 这 4 层,分别用 A,B,C,D 代表,分层取样、分析和测试。每次在相应样地进行多点蛇形采样,混匀装入土袋,风干备用。

2002 年 6 月和 10 月各采样 1 次,分别用 T_1 和 T_2 代表,以下同。6 月份取样时,1a 生黄花草木樨地的种籽仅播种半个月,可以代表原来土壤的背景情况。在 10 月份,2a 生黄花草木樨地的牧草刚收割 10 d,可以反映改良土壤的后期效果。

1.3.2 测定项目及方法^[5-6] pH($\text{H}_2\text{O} 1:2.5$)测定值用 pH S-25 型酸度计法;土壤有机质测定用电热板加热—重铬酸钾容量法;土壤碱解氮测定用碱解扩散法;土壤全氮量测定用浓硫酸消煮分解样品+40%氢氧化钠蒸馏氨+2%硼酸溶液吸收+甲基红—溴甲酚绿指示剂+0.01N H_2SO_4 滴定;土壤速效磷测定用 0.5mol 碳酸氢钠浸提,钼锑抗比色法;土壤全磷量测定用硫酸—高氯酸消煮法;土壤速效钾测定用 1 N 中性醋酸铵浸提,火焰光度计法;土壤全钾量测定用 1:1 硫酸和氢氟酸分解样品+1:1 硝酸和水溶解盐类+火焰光度计。

2 试验测试结果分析

黄花草木樨株高平均 1.60 m,最高 2.07 m。茎叶量多,年产鲜草 3000 kg/hm^2 。稠密的覆盖层减少了地表水分的蒸发,增强了土壤的保水、蓄水能力。对土壤剖面观察,黄花草木樨主根发达,最长可延伸至 70~100 cm 土壤深处,须根旺盛,且多集中在 0~30 cm 土层内。凡种植过黄花草木樨的土壤,土质疏松,0~

20 cm 土壤呈棕褐色,土壤结构呈粒状,孔隙较多,而非种植区,土质紧实,土壤呈灰白色,土壤结构呈块状,孔隙很少。这说明黄花草木樨对改善土壤的理化性质有良好的作用。本文分别从土壤有机质、全氮、碱解氮、全磷、速效磷、全钾、速效钾含量的变化来研究黄花草木樨对盐碱土壤的改良效果。

2.1 黄花草木樨对土壤有机质的影响

土壤有机质是鉴别土壤肥力的重要标志,是牧草生长所需营养的重要来源^[7]。种植黄花草木樨可明显提高土壤有机质的含量,而且呈现显著的时空分布规律(见图 1)。

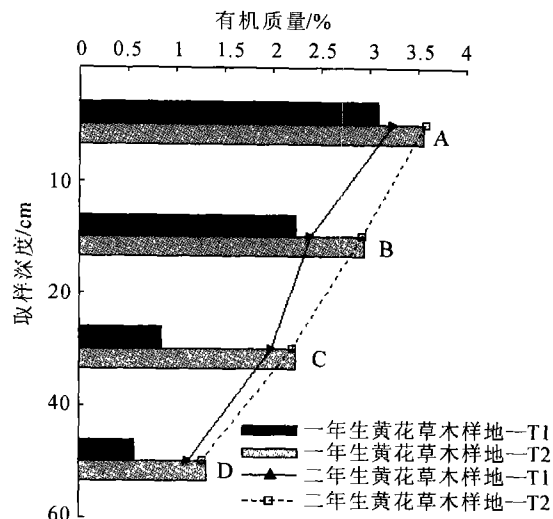


图 1 黄花草木樨对土壤有机质的影响

实验表明, T_1 时段所测试的 1a 生黄花草木樨地和 2a 生黄花草木樨地,其 A 层有机质含量分别是 D 层的 5.42 倍和 2.88 倍。这说明从土壤的 A 层到 D 层有机质含量下降幅度很大,这可能是因为表层牧草根发育腐殖质分解速度快的缘故。

土壤有机质的积累还与种植黄花草木樨的年限有关,从 T_1 到 T_2 ,1a 生黄花草木樨地在 A,B,C,D 土层,有机质含量分别增加 0.46%,0.71%,1.38% 和 0.75%,增长幅度达 14.89%,31.70%,162.35% 和 131.58%。2a 生黄花草木樨地在 4 个土层,有机质含量分别增加 0.34%,0.53%,0.22% 和 0.15%,增长幅度达 10.53%,22.18%,11.11% 和 13.39%。可见,种植黄花草木樨可明显提高土壤有机质含量。

2.2 黄花草木樨对土壤氮素的影响

黄花草木樨属豆科草本植物,其根部具有固氮作用的根瘤菌,与根共生形成根瘤。根瘤菌能吸收空气中游离的氮素,再与根从土壤中吸收的水分和其它养分合成含氮化合物,除了满足自身生长发育所需外,大部分聚集于土壤中^[7-8]。从图 2 可以看出,土壤水

解性氮也呈现显著的时空分布规律。除了 1a 生黄花草木樨地的 B 层高于 A 层外,其余皆有随着深度的增加,土壤水解性氮呈现下降的趋势。从 T_1 到 T_2 , 1a 生黄花草木樨地在 4 个土层,水解性氮平均含量增加 2.66 mg/kg,增长幅度为 2.92%,而 2a 生黄花草木樨地水解性氮平均含量增加 25.41 mg/kg,增长幅度为 36.34%。可见,种植黄花草木樨也可明显提高土壤水解性氮的含量。

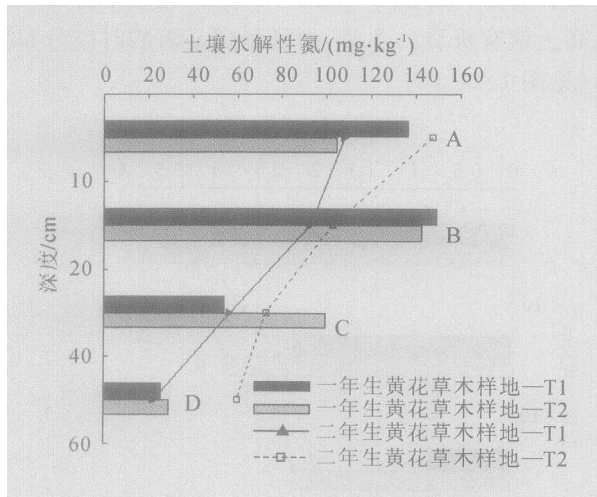


图 2 黄花草木樨对土壤水解性氮的影响

土壤中的全氮包括各种形态的有机含氮化合物以及矿质态氮,它的测定可以帮助了解土壤中氮的总储量,是衡量土壤肥力的重要指标之一^[7]。试验表明,土壤全氮含量的剖面分布顺序为 $B > A > C > D$,可见,土壤全氮含量主要集中在 A, B 层,这与土壤有机质含量、土壤水解性氮的分布基本一致。土壤全氮的积累随着种植年限延长而增加,从 T_1 到 T_2 ,在 A, B, C, D 层,1a 生黄花草木樨地全氮含量分别增加 1.82, 2.70, 1.85 和 0.45 g/kg,增长幅度分别为 562.02%, 965.82%, 737.86% 和 181.58%;而 2a 生黄花草木樨地,全氮含量分别增加 1.36, 1.40, 0.97 和 0.36 g/kg,增长幅度分别为 285.49%, 305.99%, 339.19% 和 135.22%。由此可见,种植黄花草木樨可以大幅度提高土壤的全氮含量。

2.3 黄花草木樨对土壤磷素的影响

土壤中的磷主要以不易被作物吸收的化合物状态存在,易被作物吸收利用的磷酸盐含量很少,但对作物生长发育和产量以及品质等影响很大^[9],影响土壤速效磷的重要因素是土壤酸度和有机质含量。

从图 3 可以看出,土壤速效磷含量也主要集中在表层土壤中,D 层土壤速效磷含量大幅度降低。从 T_1 到 T_2 , 1a 生黄花草木樨地土壤速效磷平均含量增加 3.65 mg/kg,增长幅度为 83.14%;而 2a 生黄花草木

樨地土壤速效磷平均含量下降了 3.92 mg/kg,下降幅度为 51.51%。原因是 2a 生黄花草木樨较 1a 生黄花草木樨生长迅速,枝繁叶茂,对土壤速效磷的索取大于积累,从土壤中大量吸收利用,且长势越好,产量越高,从土壤中吸收带出的量也越多。因此,2a 生黄花草木樨土壤速效磷含量呈现下降趋势。

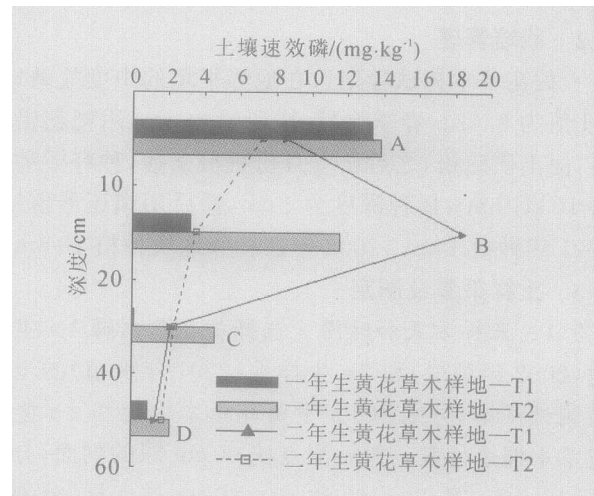


图 3 黄花草木樨对土壤速效磷含量的影响

从图 4 可以看出,土壤全磷的含量也得到了明显提高。从 T_1 到 T_2 , 1a 生黄花草木樨地土壤全磷平均含量增加 0.08 g/kg,增长幅度为 45.40%;而 2a 生黄花草木樨地土壤全磷平均含量增加 0.06 g/kg,增长幅度为 32.93%。

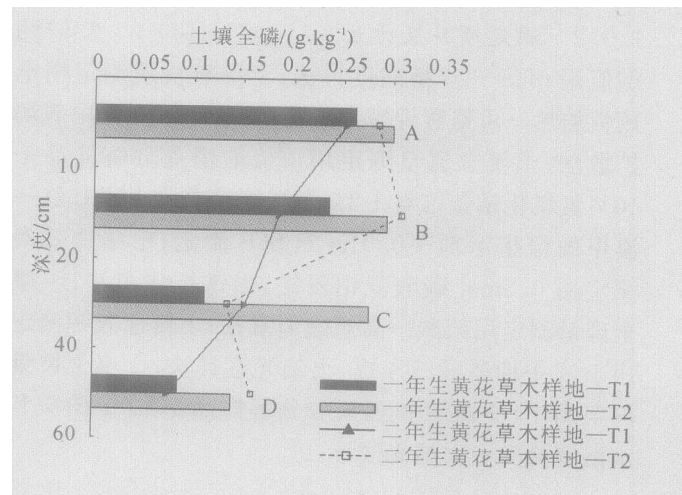


图 4 黄花草木樨对土壤全磷含量的影响

2.4 黄花草木樨对土壤钾素的影响

钾素是植物生长所需要的养分之一,从图 5 可以看出,土壤速效钾含量明显呈现出随着深度的增加逐渐降低的趋势,黄花草木樨提高土壤速效钾含量的效果也是比较明显的,从 T_1 到 T_2 , 1a 生黄花草木樨地土壤速效钾平均含量增加 104.32 mg/kg,增长幅度

达 159.80%;而 2a 生黄花草木樨地土壤速效钾平均含量增加 74.72 mg/kg,增长幅度达 117.95%。

从图 6 可知,种植黄花草木樨后,土壤全钾含量呈下降趋势,从 T_1 到 T_2 ,1a 生黄花草木樨地土壤全钾平均含量下降 7.89 g/kg,下降幅度为 27.45%;而 2a 生黄花草木樨地土壤全钾平均含量下降 7.97 g/kg,下降幅度为 27.61%。原因同样是该牧草对钾的吸收量很大,而无补给量,所以全钾含量呈下降趋势。

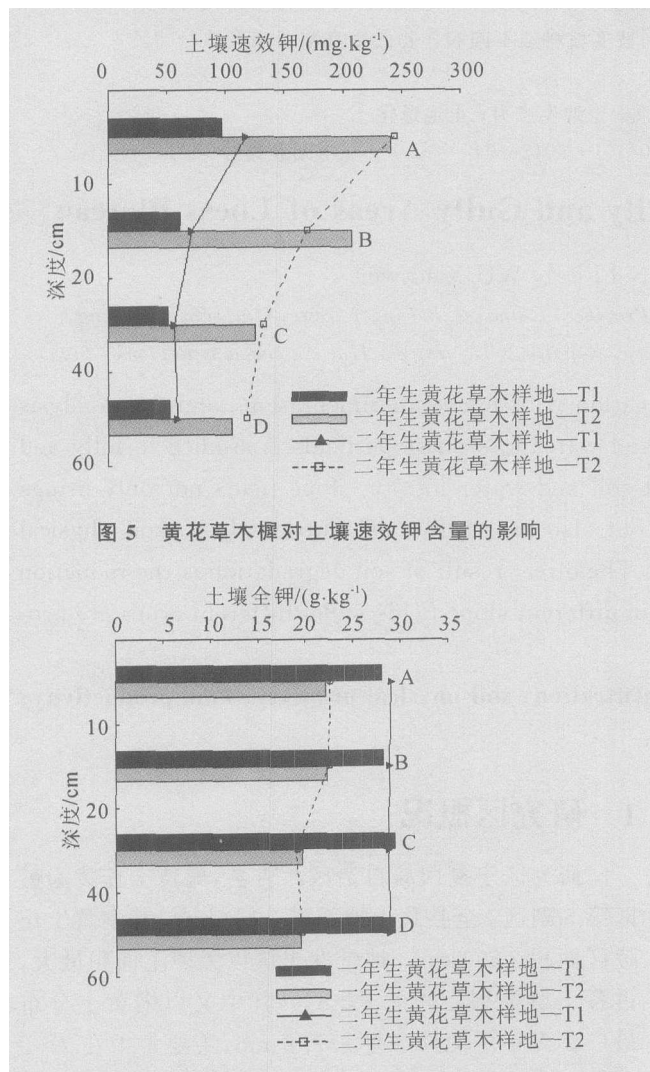


图 5 黄花草木樨对土壤速效钾含量的影响

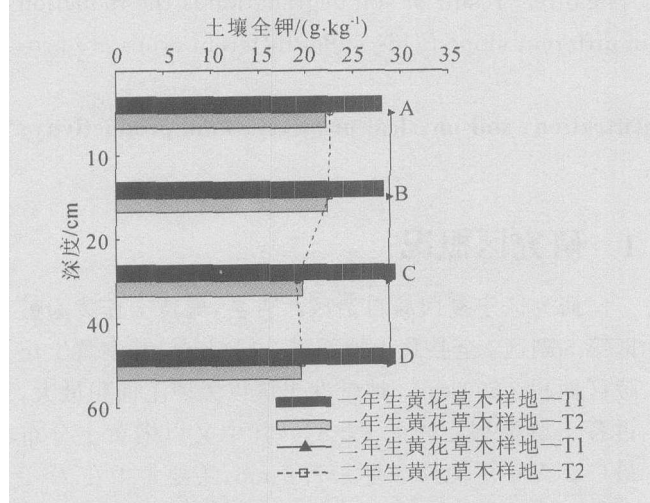


图 6 黄花草木樨对土壤全钾含量的影响

3 讨论

(1) 实践证明,黄花草木樨在吉林省西部生长良好,植株高大,枝繁叶茂,根系强大,改善了土壤结构,使其理化性状逐步趋向良性循环,有利于植物生长。

(2) 种植黄花草木樨后,1a 生黄花草木樨地和 2a 生黄花草木樨地土壤有机质增长幅度分别为 85.13% 和 14.30%,土壤水解性氮增长幅度分别为 2.92% 和 36.34%,土壤速效钾增长幅度分别为 159.80% 和 117.95%,土壤全氮增长幅度分别为

611.82% 和 266.47%,土壤全磷增长幅度分别为 45.40% 和 32.93%。

(3) 种植黄花草木樨后,1a 生黄花草木樨地土壤全钾含量呈下降趋势,2a 生黄花草木樨地土壤速效磷和土壤全钾皆呈下降趋势。关于这个问题应从黄花草木樨在生长过程中的需肥特性和固氮特性^[8,10]来解释。一方面,由于黄花草木樨根部形成大量根瘤菌,具备固氮能力,能将空气中的氮素固定,且根部在吸收土壤养分的过程中能产生一些有机分泌物,再加上一部分老根系死亡腐烂,也可增加土壤中有机质的含量。另一方面,2a 生黄花草木樨植株高大,枝繁叶茂,牧草产量高,虽然具有强大的生物固氮能力,反馈到土壤中的养分多,但在不施肥的情况下,植株生长本身需要消耗土壤中大量养分,尤其是磷和钾^[11],所以产生养分略有下降的趋势。

(4) 在黄花草木樨种植及生长过程中应该注意磷、钾肥的合理施用,尤其是磷肥的施用,它可促进植株内核糖核酸的合成,从而促进蛋白质的合成,有益于氮同化。施磷以后根瘤内豆血红蛋白含量增加,结瘤性能和固氮活性随之提高^[11],进而达到“以磷促氮”^[8]的效果。

[参 考 文 献]

- [1] 汤洁,林年丰,卞建民. 松嫩平原生态环境与荒漠化预警[J]. 吉林大学学报(工学版),2002,32(增刊):8—9.
- [2] Lin Nian-Feng, Jie Tang. Geological environmental and the causes for desertification in arid and semiarid regions in China[J]. Environmental Geology, 2001, 41(7):806—815.
- [3] 林年丰,汤洁. 中国干旱半干旱区的环境演变与荒漠化的成因[J]. 地理科学,2001,21(1):24—29.
- [4] 张利. 吉林省西部土壤退化及其防治对策[J]. 吉林水利,1995.18—21.
- [5] 李酉开. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:科技出版社,1978.
- [7] 胡衡生,潘晖. 格拉姆柱花草对土壤改良作用的研究[J]. 广西师院学报(自然科学版),1994(1):57—61.
- [8] 郭玉泉,王金芬,高翔. 种植紫花苜蓿对土壤养分的影响[J]. 四川草原,2000(4):20—24.
- [9] 赵兰坡,邹永久,杨学明. 土壤学[M]. 北京:农业大学出版社,1993.
- [10] 赵可夫,范海,江行玉,等. 盐生植物在盐渍土壤改良中的作用[J]. 应用与环境生物学报,2002,8(1):31—35.
- [11] 韩建国,李鸿祥,马春晖. 施肥对草木樨生产性能的影响[J]. 草业学报,2000,9(1):15—26.