

快速修复苏打草甸碱土植被对土壤盐分 和酶活性的影响*

马献发^{1,2} 周连仁^{1†} 陈 然¹

(1 东北农业大学资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

(2 黑龙江省科学院自然资源研究所, 哈尔滨 150040)

EFFECT OF RECOVERING QUICKLY VEGETATION AMELIORATIVE WAYS IN MEADOW SOLONETZ SOIL ON SALT CONTENT AND ENZYME ACTIVITIES

Ma Xianfa^{1,2} Zhou Lianren^{1†} Chen Ran¹

(1 College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

(2 Natural Resources Institute of Heilongjiang Academy of Science, Harbin 150040, China)

关键词 快速修复; 草甸碱土; 盐分; 酶活性

中图分类号 S156.4

文献标识码

A

苏打草甸碱土是松嫩平原西部盐渍土壤类型之一, 碱化度大, pH 达 10 以上, 形成了寸草不生的光碱斑, 造成了草场退化和生态环境的恶化。通过采用碱斑堆肥、覆盖等措施对盐渍土植被重建试验, 能使光碱斑当年得到修复, 覆盖率达到 90% 以上, pH 下降到 8.5 以下。为进一步阐明改良效果, 本文将对草甸碱土改良后的盐分变化及土壤酶活性进行探讨。由于土壤酶参与土壤各种生物化学反应过程, 与土壤供应养分能力密切相关^[1~3], 而且土壤中酶的种类繁多, 本文选择具有代表性的酶(土壤过氧化氢酶、脲酶和磷酸酶)的活性进行研究。这主要因为土壤过氧化氢酶的活性可以表征土壤总的生物学活性和肥力状况。土壤脲酶活性与土壤的微生物量、有机质、全氮和速效氮含量呈正相关。土壤脲酶活性可表征土壤的氮素状况。土壤有机磷往往要在土壤磷酸酶的酶促作用下, 才能转化成为植物可利用形态。土壤磷酸酶的活性直接影响土壤中磷的有效性^[4]。因而, 研究碱化土壤过氧化氢酶、脲酶和磷酸酶的活性及其与盐分关系尤为重要。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

黑龙江省肇洲县托古乡的苏打草甸碱土(光碱斑)。其土壤的理化性质见表 1。

表 1 供试土壤的理化性质

深度 (cm)	有机质 (g kg ⁻¹)	全氮 (g kg ⁻¹)	有效磷 (mg kg ⁻¹)	速效钾 (mg kg ⁻¹)	pH	EC (mS cm ⁻¹)
0~15	7.8	0.75	24	108	10.20	2.32

注: 表中理化性质的测定参照文献[6]

1.2 试验处理

采用随机区组设计, 处理为 5 个, 3 次重复, 共计 18 小区(包括 3 个对照), 小区面积为 10 m², 总试验面积为 180 m²。

试验处理为: A: 羊草 30% + 畜禽粪便(鸡粪) 70% 堆肥, 将新鲜羊草和畜禽粪便(鸡粪) 按比例堆肥处理, 待腐熟后移走, 剩下平铺地表 8 cm 的量与 0~15 cm 土壤混匀。B: 苜蓿 30% + 畜禽粪便(鸡粪)

* 黑龙江省重点科技攻关项目(GA02C201-04)资助

† 通讯作者, E-mail: cgzyz @263.net

作者简介: 马献发(1978~), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向为土壤生态修复。E-mail: mxmf7856 @163.com

收稿日期: 2006-03-29; 收到修改稿日期: 2006-12-08

70%堆肥后翻埋,将新鲜苜蓿和畜禽粪便(鸡粪)按比例堆肥处理,待腐熟后移走,剩下平铺地表8 cm的量与0~15 cm土壤混匀。C:鲜草(羊草)覆盖,割新鲜羊草覆盖地表8 cm。D:鲜草(苜蓿)覆盖后翻埋,割新鲜苜蓿覆盖地表8 cm,待腐烂后与0~15 cm土壤混匀。E:畜禽粪便(鸡粪)堆肥后翻埋,待鸡粪腐熟后移走,剩下平铺地表8 cm的量与0~15 cm土壤混匀。

1.3 测定方法

每年8月份取(0~15 cm)土样进行测定。土壤盐分用电导法测定^[6];过氧化氢酶活性用高锰酸钾滴定法;脲酶活性用奈氏比色法^[4];碱性磷酸酶活性用磷酸苯二钠法^[5]。

过氧化氢酶活性以每克土消耗 0.1 mol L^{-1} 高锰酸钾毫升数表示,脲酶活性以每克土每小时 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的微克数表示,磷酸酶活性以每克土每小时酚的微克数表示。土壤盐分用水土比(5:1)电导率表示。

2 结果与分析

2.1 改良措施对土壤盐分的影响

由图1可知,不同的改良措施对于降低草甸碱土的盐分含量具有明显效果,畜禽粪便堆肥翻埋降低土壤盐分效果最佳,其盐分比CK降低了66%;鲜草(苜蓿)堆肥、鲜草(羊草)堆肥、鲜草(苜蓿)覆盖翻埋和鲜草(羊草)覆盖处理的土壤盐分比CK分别下降了65%、63%、55%和41%。且畜禽粪便堆肥翻埋、鲜草(苜蓿)+畜禽粪便、鲜草(羊草)+畜禽粪便、鲜草(苜蓿)覆盖翻埋处理与CK差异达到显著水平,由此说明,以上各改良措施均能有效的降低土壤的盐分,改良苏打碱土的效果明显。

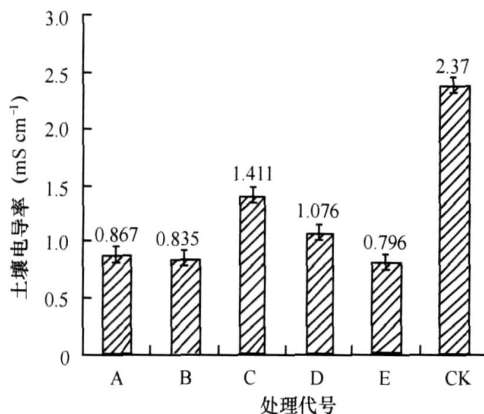


图1 不同改良措施对土壤盐分的影响

2.2 改良措施对土壤酶活性影响

由表2可知,在同一时期,不同处理的土壤脲酶活性差异明显,脲酶活性较对照(CK)提高了6~334倍,其中施用畜禽粪便、畜禽粪便+鲜草(苜蓿)处理与对照(CK)达到显著水平。不同改良措施对苏打草甸碱土土壤过氧化氢酶活性均有不同程度的提高,较CK提高了3%~234%,施用畜禽粪便处理的过氧化氢酶活性最佳,且与CK达到了差异显著水平;而其他处理虽有提高,但与CK差异不显著。改良措施对苏打草甸碱土的碱性磷酸酶活性较CK提高了16%~223%,其中畜禽粪便堆肥翻埋、鲜草(苜蓿)+畜禽粪便和鲜草(羊草)+畜禽粪便处理与CK达到了差异显著水平。由此说明,畜禽粪便、鲜草(苜蓿或羊草)+畜禽粪便堆肥翻埋处理提高土壤酶(脲酶、过氧化氢酶和碱性磷酸酶)活性效果明显。这是因为植物残体的腐解可以直接释放酶进入土壤,也可通过对土壤动物和微生物区系的作用而间接影响到土壤酶活性^[7~9]。苏打草甸碱土植被的快速修复后,有机质明显增加,同时土壤的养分、物理性质也得到了改善,更有利于酶的合成和活性的增强^[10]。

表2 不同改良措施下土壤酶的活性

处理代号	脲酶 ($\text{NH}_3, \mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1} \cdot 37^\circ\text{C}$)	过氧化氢酶 ($\text{KMnO}_4 \text{ ml g}^{-1}$)	碱性磷酸酶 ($\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$)
A	298.0 b	1.25 ab	101.2 a
B	583.6 ab	1.21 ab	88.82 ab
C	261.6 b	0.60 b	37.49 bc
D	366.3 ab	0.81 ab	67.19 abc
E	1 298 a	1.74 a	104.5 a
CK	37.25 b	0.58 b	32.36 c

注:表中数据采用LSD方差分析,具有相同字母表示处理间差异不显著

2.3 土壤盐分与土壤酶活性的相关性

由图2~图4可知,土壤盐分与土壤酶(脲酶、过氧化氢酶和碱性磷酸酶)的关系是随着土壤盐分的增加而土壤酶活性呈递减趋势。将土壤盐分(用土壤电导率表示)分别与土壤的脲酶、过氧化氢酶和碱性磷酸酶利用计算机软件相关性分析,得出土壤电导率与土壤脲酶活性属乘幂负相关,土壤电导率与土壤过氧化氢酶活性和土壤碱性磷酸酶活性属指数负相关,并得出相应的相关性方程和相关性系数 r 值分别为 0.930^{**} 、 0.878^{**} 和 0.946^{**} (查表 $n=5$, $r_{0.01}=0.874$),均达到极显著水平。由此可以得出土壤盐分(用土壤电导率表示)与三种酶的对应关系,

通过测定土壤电导率可以判断脲酶、过氧化氢酶和

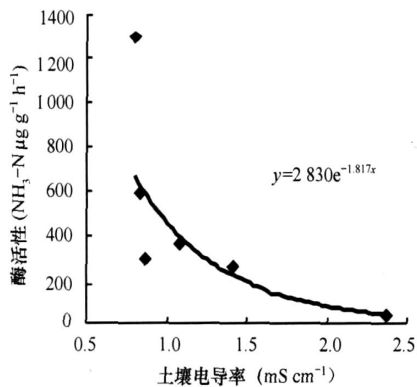


图2 土壤盐分与脲酶活性的关系

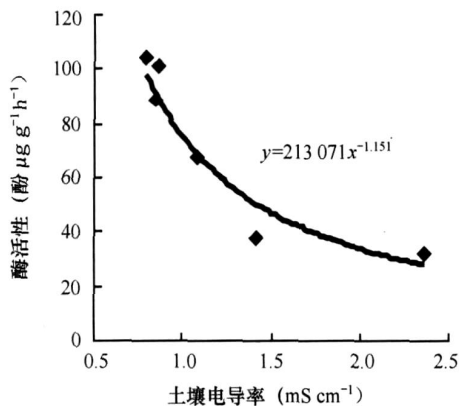


图3 土壤盐分与碱性磷酸酶活性的关系

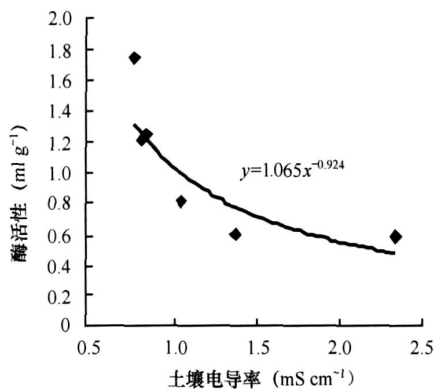


图4 土壤盐分与过氧化氢酶活性的关系

碱性磷酸酶的一般变化趋势。

3 结论与讨论

通过本试验可以得出碱斑堆肥、鲜草覆盖翻埋等措施能不同程度地降低土壤盐分,提高土壤过氧化氢酶、碱性磷酸酶和脲酶的活性,畜禽粪便处理最佳,其次为鲜草(苜蓿或羊草)+畜禽粪便处理。

通过对土壤电导率与土壤酶活性相关性分析,土壤盐分(EC)分别与土壤过氧化氢酶、碱性磷酸酶和脲酶的活性有极好的负相关,同时得出了盐渍土壤电导率与酶活性的相关性方程。可以根据这一规律和相关性方程,通过土壤电导率来推断苏打碱土的酶活性的变化。为了更好地确立草甸碱土酶活性变化的关系,需进一步考虑影响苏打碱土酶活性的其他因素,建立多因素的数学回归模型。

参考文献

- [1] 李东坡,武志杰,陈利军. 土壤生物学活性对施入有机肥料的响应——土壤酶活性的响应. 土壤通报,2003,34(5):463~468
- [2] 尤彩霞,陈清,任华中,等. 不同有机肥及有机无机配施对日光温室黄瓜土壤酶活性的影响. 土壤学报,2006,43(3):521~523
- [3] Zhang YL, Wang YS. Soil enzyme activities with greenhouse subsurface irrigation. Pedosphere, 2006, 16(4):512~518
- [4] 周礼恺,张志明. 土壤酶的测定方法. 土壤通报,1980,11(5):37~38
- [5] 赵兰坡,姜岩. 土壤磷酸酶的测定方法探讨. 土壤通报,1986,17(3):138~141
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析. 北京:中国农业出版社,2000
- [7] 杨万勤,王开运. 土壤酶研究动态与展望. 应用与环境生物学报,2002,8(5):564~570
- [8] Deng S P, Tabatabai M A. Cellulase activity of soil. Soil Biol. & Biochem., 1994, 26:1347~1354
- [9] Deng S P, Tabatabai M A. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils: Glycosidases. Biol. Fertil. Soils, 1996, 22:208~213
- [10] 李腊梅,陆琴,严蔚东. 太湖地区稻麦二熟制下长期秸秆还田对土壤酶活性的影响. 土壤,2006,38(4):422~428