

不同改良年限对银川平原盐碱地土壤微生物区系及多样性的影响

柯 英, 李凤霞*

(宁夏农林科学院 农业资源与环境研究所, 宁夏 银川 750002)

摘要: 采用平板稀释法和 Biolog 微生物鉴定系统对银川平原盐碱地土壤改良 10 a、5 a、2 a、0 a(未改良) 4 个处理土壤微生物区系、微生物多样性进行研究。结果表明: 盐碱地改良有效促进了土壤微生物数量的增加, 土壤细菌、微生物总数表现为改良 10 a 处理 > 改良 5 a 处理 > 改良 2 a 处理 > 未改良处理; 土壤放线菌数量表现为改良 10 a 处理 > 改良 2 a 处理 > 改良 5 a 处理 > 未改良处理; 土壤真菌数量表现为改良 5 a 处理 > 改良 2 a 处理 > 改良 10 a 处理 > 未改良处理。盐碱地改良一段时间(2 a)后, 土壤微生物群落结构发生明显变化, 土壤环境逐渐好转, 其微生物群落由单一的耐盐碱细菌结构逐步向多个微生物类群结构转变。盐碱地改良提高了土壤微生物群落总碳源利用能力, 表现为改良 2 a 处理 > 改良 10 a 处理 > 改良 5 a 处理 > 未改良处理, 其中改良 2 a 处理的土壤微生物群落对羧酸类、氨基酸类、酚类和胺类碳源的利用能力最高, 改良 10 a 处理的土壤微生物群落对聚合物类和碳水化合物碳源的利用能力最高。

关键词: 银川平原; 盐碱地; 微生物区系; 微生物多样性

中图分类号: S154.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)06-0075-05

Study on Microbial Flora and Diversity in Saline-alkali Soil Improved for Different Years in Yinchuan Plain

KE Ying, LI Feng-xia*

(Institute of Agricultural Resource and Environment, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: Microflora and microbial diversity in saline-alkali soil improved for ten years(A), five years(B), two years(C), zero year(CK) were studied using the plate dilution method and Biolog microbial identification system in Yinchuan plain. The results showed that the improvement of saline-alkali soil effectively increased the microbial quantity, the number order of bacteria and total microorganism was $A > B > C > D$; the number order of actinomycete was $A > C > B > D$; the number order of fungi was $B > C > A > D$. The soil microbial structure was changed significantly, the soil environment was improved, and the microbial community structure was changed from single bacteria group structure to multiple microbial groups structure. The improvement of saline-alkali soil increased total carbon source utilization ability of microbial community, the order was $C > A > B > D$. The polymer and carbohydrate utilization ability of microbial community in saline-

收稿日期: 2013-11-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(40961020)

作者简介: 柯 英(1963-), 女, 宁夏银川人, 助理研究员, 本科, 主要从事农业生态方面的研究。

E-mail: keying5044038@163.com

* 通讯作者: 李凤霞(1977-), 女, 宁夏固原人, 副研究员, 博士, 主要从事农业微生物方面的研究。

E-mail: lifengxia1211@sina.com

alkali soil improved for ten years were highest, the carboxylic acid, amine, amino acids, phenols carbon source utilization ability of microbial community in saline-alkali soil improved for two years were highest.

Key words: Yinchuan plain; saline-alkali soil; microflora; microbial diversity

土壤微生物不但是土壤的组成部分,而且在土壤及土壤肥力形成和发展的许多方面起着极其重要的作用。土壤微生物数量与土壤肥力有极为密切的关系,较高的微生物活性通常是土壤肥沃的标志;土壤中微生物含量也常作为土壤质量变化的重要参数^[1]。提高土壤微生物数量和保持其较高的活性是提高和保持土壤肥力、维持生态平衡的前提。宁夏银川平原地处中温带半干旱、干旱区,降水稀少,蒸发强烈,土壤盐碱化严重制约了农业生产和发展^[2-3]。目前,关于银川平原盐碱地土壤微生物的研究主要集中在脱硫废弃物改良盐碱地,不同类型盐碱地、不同改良措施对盐碱地土壤微生物区系、微生物多样性、土壤酶活性的影响,以及盐碱地土壤微生物的分离鉴定等方面^[4-10]。但关于不同改良年限盐碱地土壤微生物区系及微生物多样性的差异研究尚未见报道。为此,探讨了不同改良年限盐碱地对土壤微生物区系、微生物多样性的影响,以期对盐碱地土壤改良利用和可持续发展提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

试验在宁夏银川平原西大滩进行,该区地处 38°45'~38°55'N、106°13'~106°26'E,海拔 1 091~1 120 m,年均降水量 172.50 mm,年均蒸发量 1 755 mm,年均相对湿度 56%,年均日照时数 2 800~3 200 h,年均气温 8.5℃,昼夜温差 8~15℃^[11]。该区土壤属于龟裂碱土,pH 值 8.9。大滩所属的平罗县盐渍化面积占总面积的 48.50%,其中重度、中度和轻度盐渍化面积分别占总面积的 11.10%、12.20%、25.20%^[3]。

1.2 试验设计及样品采集

在银川平原西大滩盐碱地区按照盐碱地改良年限设置改良 10 a(种植苜蓿)、5 a(种植油菜)、2 a(种

植油菜)、0 a(未改良盐碱荒地)共 4 个处理,于 2011 年 8 月中旬,用土钻采集不同改良年限地块 0~20 cm 土层土壤放入无菌塑料袋内,每处理取 3 个土壤样品放入同一个无菌塑料袋内,混合均匀后分成 2 份,一份带回实验室风干后测定土壤理化性质,一份置于存有冰块的取样箱中带回实验室,4℃保存,用于土壤微生物数量和微生物多样性测定。

1.3 测定指标及方法

土壤微生物数量测定采用平板稀释法,细菌培养采用牛肉膏蛋白胨培养基,真菌培养采用孟加拉红培养基,放线菌培养采用改良的高氏一号培养基^[12]。土壤微生物多样性测定采用有 31 种碳源的 Biolog ECO-plate 方法,每个生态板上微生物群落活性用平均颜色变化率(AWCD)表示^[13]。 $AWCD = \sum(C-R)/n$,公式中 C 为每个碳源孔在 590 nm 的光密度值, R 为对照孔的光密度值, n 为培养基碳源种类数,生态板孔数为 31。

2 结果与分析

2.1 不同改良年限盐碱地土壤基础养分含量比较

由表 1 可知,改良盐碱地土壤有机质含量较未改良处理提高,其中改良 10 a 处理最高,较未改良处理高 2.96 g/kg,比改良 2 a 处理高 1.00 g/kg。土壤有机质、全氮含量均表现为改良 10 a 处理>改良 2 a 处理>改良 5 a 处理>未改良处理;各处理间土壤全磷含量变化幅度不大,速效磷含量表现为改良 10 a 处理远高于其他 3 个处理;土壤全钾含量以改良 10 a 处理最高,改良 5 a 处理最低;改良盐碱地土壤速效氮含量较未改良处理提高,表现为改良 2 a 处理>改良 5 a 处理>改良 10 a 处理>未改良处理;土壤速效钾含量表现为改良 5 a 处理>改良 2 a 处理>未改良处理>改良 10 a 处理。

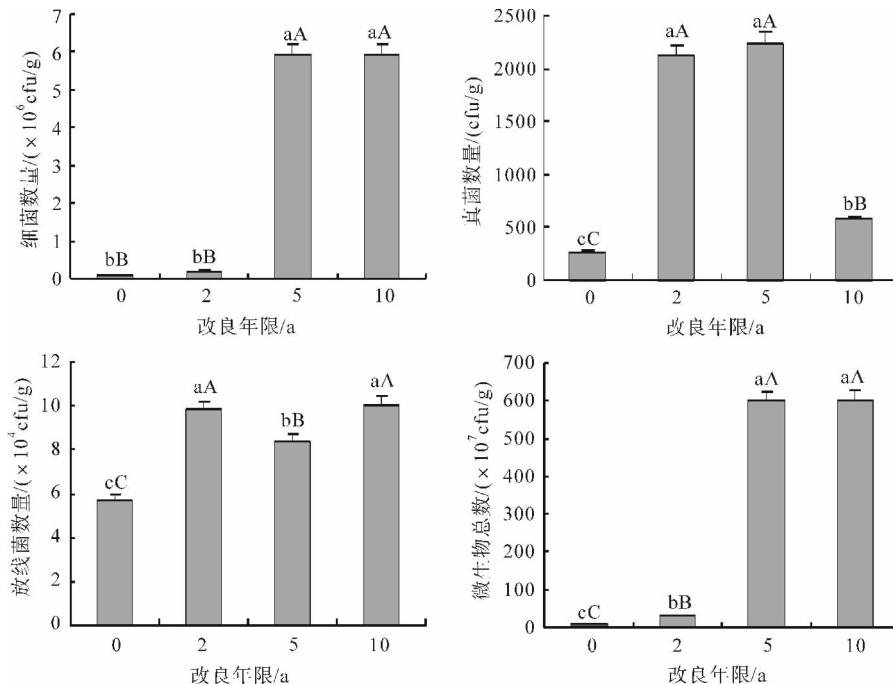
表 1 不同改良年限盐碱地的土壤基础养分含量

改良年限/a	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	全磷/ (g/kg)	全钾/ (g/kg)	速效氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)
0	5.74	0.46	0.58	18.20	34.00	6.70	198.00
2	7.70	0.49	0.50	17.90	48.00	6.60	215.00
5	5.91	0.48	0.56	16.80	42.00	6.00	218.00
10	8.70	0.70	0.58	18.80	38.00	9.60	150.00

2.2 不同改良年限盐碱地土壤微生物区系变化

2.2.1 细菌数量 对银川平原不同改良年限盐碱地土壤细菌数量的研究表明(图1),土壤细菌数量表现为改良10 a处理>改良5 a处理>改良2 a处理>未改良处理。改良10 a处理与改良5 a

处理的土壤细菌数量相当,均约为 5.92×10^6 cfu/g,是未改良处理(8.00×10^4 cfu/g)的74倍,差异均达到极显著水平;改良2 a处理的土壤细菌数量为 2.10×10^5 cfu/g,是未改良处理的2.63倍,两处理间差异不显著。



不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著($P < 0.01$)、显著($P < 0.05$)

图1 不同改良年限盐碱地的土壤微生物数量

2.2.2 真菌数量 从图1可以看出,土壤真菌数量表现为改良5 a处理>改良2 a处理>改良10 a处理>未改良处理,改良5 a处理、改良2 a处理的土壤真菌数量分别为2244、2118 cfu/g,分别是未改良处理(265 cfu/g)的8.47、7.99倍;改良10 a处理的土壤真菌数量为578 cfu/g,是未改良处理的2.18倍。3个改良处理土壤真菌数量与未改良处理之间差异均达到极显著水平。

2.2.3 放线菌数量 从图1可以看出,土壤放线菌数量表现为改良10 a处理>改良2 a处理>改良5 a处理>未改良处理,改良10 a处理、改良2 a处理的土壤放线菌数量相近,分别为 1.00×10^5 、 9.83×10^4 cfu/g,是未改良处理(5.69×10^4 cfu/g)的1.76、1.73倍;改良2 a处理的土壤放线菌数量为 8.35×10^4 cfu/g,是未改良处理的1.47倍。3个改良处理土壤放线菌数量与未改良处理间差异均达到极显著水平。

2.2.4 微生物总数 从图1可以看出,土壤微生物总数表现为改良10 a处理>改良5 a处理>改良

2 a处理>未改良处理,改良5 a处理与改良10 a处理的土壤微生物总数相近,分别为 6.02×10^7 、 5.99×10^7 cfu/g,是未改良处理(8.72×10^5 cfu/g)的69.04倍和68.69倍;改良2 a处理的土壤微生物总数(3.09×10^6 cfu/g)是未改良处理的3.54倍。说明,随着改良年限的增加,微生物总数也逐渐增加。除改良5 a处理与改良10 a处理的土壤微生物总数之间差异不显著外,其余处理土壤微生物总数之间差异均达到极显著水平。说明盐碱荒地经过改良后恶劣的土壤环境发生了变化,盐碱危害减轻,土壤养分或肥力水平提高,促进了土壤微生物的生长和繁殖。

2.2.5 微生物区系结构比例 由表2可以看出,土壤微生物区系结构总体表现为细菌>放线菌>真菌。其中,细菌占微生物总数的比例均在68%以上,以改良2 a处理最低,为68.05%,其余处理相近,均达到93%以上;真菌占微生物总数的比例不足0.10%,以改良2 a处理最高,达0.07%;放线菌占微生物总数的比例在不同改良年限处理之间差异

很大,以改良 2 a 处理最高,达到 31.88%,其次是未改良处理,改良 5 a 处理和改良 10 a 处理最小。说明,适当改良盐碱地,土壤环境逐渐好转,其微生物群落由单一的耐盐碱细菌结构向细菌、放线菌和真菌的多个类群结构转变。

表 2 不同改良年限盐碱地的土壤微生物群落结构

改良年限/a	细菌占比/%	真菌占比/%	放线菌占比/%
0	93.45	0.03	6.52
2	68.05	0.07	31.88
5	98.60	0	1.40
10	98.34	0	1.66

2.3 不同改良年限盐碱地土壤微生物多样性比较

2.3.1 总碳源利用能力 AWCD 是反映土壤微生物群落代谢活性即土壤微生物利用碳源能力的重要指标,微生物功能代谢水平可以揭示微生物群落功能多样性及其变化特征^[14]。由图 2 可知,改良处理土壤微生物群落 AWCD 值随着培养时间的延长而增大,尤其是改良 2 a 处理和改良 10 a 处理增加幅度较大;而不改良处理土壤微生物群落 AWCD 值随着培养时间的延长几乎没有发生变化。培养 7 d 时,改良处理 AWCD 值达到最高,改良 2、5、10 a 处理的 AWCD 值分别为 0.93、0.32、0.63。综上所述,不同改良年限处理土壤微生物群落利用总碳源能力具体表现为改良 2 a 处理>改良 10 a 处理>改良 5 a 处理>未改良处理。

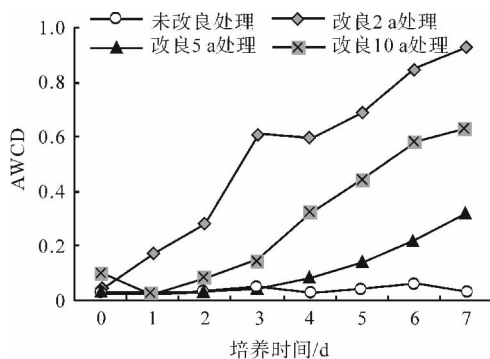


图 2 不同改良年限盐碱地土壤微生物总碳源利用特征

2.3.2 6 类不同碳源的利用能力 不同改良年限盐碱地土壤微生物对 6 类不同种类碳源的利用能力见表 3。总体上,与未改良处理相比,改良处理土壤微生物群落对羧酸类、聚合物类、碳水化合物、酚类、氨基酸类碳源的利用能力提高,其中 3 个改良处理土壤微生物群落对羧酸类、聚合物类、碳水化合物碳源的利用能力与未改良处理之间差异极显著;除此

之外,改良 2 a 处理土壤微生物群落对胺类碳源的利用能力也提高。对聚合物类和碳水化合物碳源来说,改良 10 a 处理的土壤微生物群落对其利用能力最高;对羧酸类、氨基酸类、酚类和胺类碳源来说,改良 2 a 处理的土壤微生物群落对其利用能力最高;改良 5 a 处理的土壤微生物群落对羧酸类、聚合物类、碳水化合物碳源的利用能力处于中等水平,对酚类、氨基酸类、胺类碳源的利用能力较低。综上所述,盐碱地改良促进了土壤不同微生物类群的发育,同时说明未改良盐碱地不利于土壤微生物的生长,制约了微生物的活性和多样性。

表 3 不同改良年限盐碱地土壤微生物对 6 类碳源的利用能力

改良年限/a	羧酸类	聚合物类	碳水化合物	酚类	氨基酸类	胺类
0	0.06D	0.01D	0.07C	0.08C	0.01C	0.04B
2	0.65A	0.69B	0.33B	0.62A	1.08A	0.77A
5	0.29C	0.18C	0.24B	0.02C	0.08C	0.02B
10	0.43B	0.88A	0.87A	0.28B	0.49B	0.01B

注:同列数据后不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P < 0.01$)。

3 结论与讨论

土壤微生物数量、分布与组成在很大程度上影响并决定着土壤的生物活性,在有机质分解、腐殖质合成、土壤团聚体形成以及土壤养分转化等方面具有关键作用^[15]。本研究结果表明,盐碱地改良有效促进了土壤微生物数量的增加,不同改良年限对土壤微生物各类群数量的影响存在明显差异。土壤细菌、微生物总数表现为改良 10 a 处理>改良 5 a 处理>改良 2 a 处理>未改良处理;土壤真菌数量表现为改良 5 a 处理>改良 2 a 处理>改良 10 a 处理>未改良处理;土壤放线菌数量表现为改良 10 a 处理>改良 2 a 处理>改良 5 a 处理>未改良处理。盐碱地改良使土壤微生物群落结构也发生了改变,随改良年限增加,细菌占微生物总数的比例呈先降低后增加的趋势,而放线菌占微生物总数的比例呈先增加后降低的趋势。盐碱荒地经过改良后,其恶劣的土壤环境发生了变化,盐碱危害减轻,土壤养分或肥力水平提高,促进了土壤微生物的生长和繁殖。说明,盐碱地改良一段时间(2 a)后,土壤环境逐渐好转,其微生物群落由单一的耐盐碱细菌结构逐步向多个微生物类群结构转变。

盐碱地改良年限对土壤微生物群落总碳源利用

能力有一定的提高,具体表现为改良 2 a 处理>改良 10 a 处理>改良 5 a 处理>未改良处理。改良 10 a 处理的土壤微生物群落对聚合物类和碳水化合物碳源的利用能力最高,改良 2 a 处理的土壤微生物群落对羧酸类、氨基酸类、酚类和胺类碳源的利用能力最高。土壤微生物受环境条件影响很大,不同地区、不同地点,甚至同一地点不同季节都会造成土壤微生物分布与活动的明显变化^[16-17]。盐碱地通过改良过程中有机物料的施加和作物种植过程中根系的残留,增加了土壤碳源和氮源,为土壤微生物生长、活动提供了能源,促进了土壤微生物活性和多样性。

参考文献:

- [1] 卢鑫萍,杜茜,闫永利,等. 盐渍化土壤根际微生物群落及土壤因子对 AM 真菌的影响[J]. 生态学报,2012,32(13):4071-4078.
- [2] 郑贺云. 新疆阿克苏地区盐碱地土壤细菌多样性及菌株的分离鉴定[D]. 阿拉尔:塔里木大学,2012.
- [3] 丁海荣,洪立洲,杨智青,等. 盐碱地及其生物措施改良研究现状[J]. 现代农业科技,2010(6):299-301.
- [4] 来航线. 盐渍化极端生态环境条件下土壤微生物生态及放线菌资源[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [5] 李凤霞,王学琴,郭永忠,等. 宁夏不同类型盐渍化土壤微生物区系及多样性[J]. 水土保持学报,2011,25(5):107-111.
- [6] 白亚妮,来航线,温小玲,等. 硫磺改良盐碱土的微生物效应研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2010,38(2):153-157.
- [7] 李凤霞,杨涓,许兴,等. 脱硫废弃物施用对盆栽油葵碱化土壤微生物多样性的影响[J]. 土壤,2011,43(2):270-276.
- [8] 李凤霞,郭永忠,王学琴,等. 不同改良措施对宁夏盐碱地土壤微生物及苜蓿生物量的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(30):49-55.
- [9] 李凤霞,郭永忠,许兴. 不同改良措施对银川平原盐碱地土壤性质及酶活性的影响[J]. 水土保持研究,2012,19(6):13-16.
- [10] 郭永忠,李凤霞,王学琴,等. 不同改良措施对银川平原盐碱地土壤微生物区系的影响[J]. 河南农业科学,2012,41(11):58-63.
- [11] 刘茂松,鲁小珍,王汉杰,等. 宁夏平罗西大滩人类有序活动的环境效应及发展对策[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2001,25(3):83-88.
- [12] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,1985.
- [13] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1983.
- [14] 孙佳杰,尹建道,解玉红,等. 天津滨海盐碱土壤微生物生态特性研究[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2010,34(3):57-61.
- [15] 王群,尹飞,郝四平,等. 下层土壤容重对玉米根际土壤微生物数量及微生物量碳、氮的影响[J]. 生态学报,2009,29(6):3096-3104.
- [16] 何微,陈晓明,朱捷,等. 新疆喀什地区盐碱地土壤微生物区系调查[J]. 江苏农业科学,2013,41(2):295-299.
- [17] 郭永忠,李凤霞,王学琴,等. 不同改良措施对银川平原盐碱地土壤微生物区系的影响[J]. 河南农业科学,2012,41(11):58-63.