

# 林木枝条不同处理方式对宁夏沙化草地土壤微生物特性及理化性质的短期影响

李金林<sup>1,2</sup>, 李健<sup>2</sup>, 李志刚<sup>2,3</sup>

(1. 宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021; 2. 种苗生物工程国家重点实验室 宁夏林业研究所, 宁夏 银川 750021; 3. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**以不同林木枝条为试材,研究了土壤 20 cm 深度添加长 2 cm 的杨树枝条粉碎材料(A)、土壤添加杨树枝条粉碎材料的基础上同时土表覆盖 40 cm 厚的去除叶片的柳树枝条(AB)、土壤表层覆盖 3 cm 厚的长 4 cm 的混合枝条粉碎材料(M)和不做任何处理的对照(CK),对宁夏沙化草地土壤微生物学特性和土壤理化性质的短期影响。结果表明:林木枝条不同处理方式较 CK 均不同程度的提高了土壤微生物(细菌、放线菌和真菌)的数量、土壤微生物碳、氮含量和土壤酶(过氧化氢酶、脲酶)活性,增加了土壤中有机碳氮含量、水分含量和土壤水稳性团聚体的比例,同时降低了土壤 pH 值;总体而言,林木枝条处理对提高土壤微生物活性和改善土壤理化性质的效果依次为 AB>A>M>CK;表征土壤微生物特性指标和土壤理化性质的指标间存在显著( $P<0.05$ )或者极显著相关( $P<0.01$ )的关系,同时还符合线性关系( $P<0.05$ );利用林木枝条不同处理方式均为微生物提供了有机能源,改善了土壤环境,促进了微生物对林木枝条的分解和转化,提高了土壤养分含量,同时改善了土壤的结构,可以作为未来沙化草地改良的一种措施。

**关键词:**林木枝条;处理方式;沙化草地;土壤;微生物特性;理化性质;宁夏

**中图分类号:**S 156.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)21-0168-06

沙漠化是土地退化最主要的类型之一,也是影响全球生态和社会经济最严重的问题之一<sup>[1]</sup>。中国沙漠化面积已达  $2.62 \times 10^6 \text{ km}^2$ , 占总国土面积的 27.3%<sup>[2-3]</sup>,以草地的沙漠化占主导地位<sup>[4-5]</sup>。宁夏地处中国西北,干旱少雨,属生态脆弱区<sup>[6]</sup>,草地面积占全区面积的 47%,但由于长期受自然因素和人类活动的影响,90%以上的草地出现了不同程度的沙漠化,成为当地最严重的生态问题<sup>[6]</sup>。因此,沙化草地的治理是解决宁夏生态问题的关键,也是我国生态建设的重点工作之一。

沙化土壤的恢复是沙化草地恢复的重要途径,而沙化土壤的恢复是与土壤有机质的增加直接相关的<sup>[7-9]</sup>,因为土壤有机质在土壤物理、化学及生物学过程中具有极其关键的作用,而且土壤有机质中的有机碳和氮是影响

土壤质量最主要的决定因素,因为它影响了土壤养分、土壤水分及土壤结构等<sup>[10-13]</sup>。土壤有机碳和氮的转化与循环又与土壤微生物的活动密切相关,而且由于土壤微生物对环境的变化非常敏感,并具有较好的时效性特点,能敏感地反映出土壤质量和健康状况的变化,成为土壤生态系统变化的预警及敏感因子<sup>[13-14]</sup>。国内外有大量关于通过秸秆还田提高土壤有机质,促进土壤向健康方向发育的研究,但是鲜见类似在沙化草地恢复方面的研究。该试验研究了林木枝条短期改良沙化草地土壤微生物和土壤有机碳、氮及土壤结构等理化性质的影响,旨在为沙化草地的治理提供新的参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于宁夏贺兰山东麓洪积扇下缘,东经  $106^{\circ}10'$ , 北纬  $38^{\circ}28'$ , 海拔 1 166 m。该区为半荒漠地区,即草原向荒漠的过渡地带,属中温带半干旱大陆性气候。主要气候特点为昼夜温差大,雨雪稀少,蒸发强烈,气候干燥,风大沙多等。年均温  $8.5^{\circ}\text{C}$  左右,年均降水量 286 mm。1 月份平均最低气温  $-15.2^{\circ}\text{C}$ , 极端最低气温  $-27.9^{\circ}\text{C}$ , 7 月份平均最高气温  $30.1^{\circ}\text{C}$ , 极端最高气温  $37.2^{\circ}\text{C}$ <sup>[15]</sup>。试验区土壤类型为沙壤土, pH 9.07、有机

**第一作者简介:**李金林(1988-),男,甘肃环县人,硕士研究生,研究方向为生物化学与分子生物学。E-mail:15202685187@163.com.

**责任作者:**李志刚(1985-),男,宁夏海原人,博士研究生,助理研究员,现主要从事生态学等研究工作。E-mail:lizg001@sina.com.

**基金项目:**国家“948”资助项目(2013-4-79);国家林业公益性行业科研专项资助项目(201304311);国家国际合作专项资助项目(2011DFG32780)。

**收稿日期:**2014-07-14

质含量 2.01 g/kg、碱解氮含量 9.06 mg/kg、速效磷含量 15.86 mg/kg、速效钾含量 114.08 mg/kg。

研究区天然植被类型为草地,长期受放牧干扰,土壤沙化严重。主要植物种有赖草(*Leymus secalinu*)、猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)、中亚白草(*Pennisetum centrale*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、糜蒿(*Artemisia blepharolepis*)、木紫苑(*Asterothamnus centrali-asiaticus*)、黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)、鹤虱(*Lappula myosotis*)、无芒隐子草(*Bassia dasyphylla*)和虫实(*Corispermum hyssopifolium*)等。

## 1.2 试验材料

试验所用有机物料收集于宁夏林业研究所育苗基质生产车间。将长 2 cm 不含叶片的杨树(*Populus alba*)枝条、去除叶片的柳树(*Salix babylonica*)枝条、长 4 cm 不含叶片的混合树枝(杨树枝条约占 80%)粉碎备用。

## 1.3 试验方法

试验地的布置于 2011 年 10 月完成。试验设计包括 2 种水分管理和有机物料 4 种处理方式。2 种水分管理为:不浇水-无任何浇水处理,即自然降雨;浇水-在每个处理小区安装 1 个喷灌装置,并在试验小区内放置 1 个培养皿,每隔 10 d 浇水 1 次,待培养皿中的水量高 10 mm 时停止浇水,每年浇水时间为 4 月初至 10 月底。2 个水分管理区分别设置有机物料 4 种处理方式:A 处理:土壤 0~20 cm 深度添加 5%(质量比)的杨树粉碎材料;AB 处理:在添加杨树粉碎材料的基础上,表层纵横交错式的覆盖柳树粉碎材料,覆盖度约 50%;M 处理:土壤表层覆盖 3 cm 厚混合枝条粉碎材料;对照(CK):不作任何处理。以上各处理方式 5 个重复,每个处理试验小区 3 m×3 m。试验小区随机区组排列,每个区组间设 3 m 宽的过道,小区间距 1 m。浇水区与不浇水区相距 10 m。试验期间定期拔除小区中的杂草,保证所有小区无植物生长。

表 1

林木枝条不同处理方式下土壤微生物特性的变化

Table 1 Changes of soil microbial properties under different restoration strategies used tree branches

水分条件 Water condition	处理 Treatment	微生物数量 Microbial number/( $\times 10^4$ CFU $\cdot$ g $^{-1}$ )				微生物数量比例 Proportion of microbial number/%			酶活性 Enzyme activity		微生物量碳 Microbial carbon /(mg $\cdot$ kg $^{-1}$ )	微生物量氮 Microbial nitrogen /(mg $\cdot$ kg $^{-1}$ )
		细菌 Bacteria	放线菌 Fungi	真菌 Actinomycete	总数 Total	细菌 Bacteria	放线菌 Fungi	真菌 Actinomycete	过氧化氢酶 Catalase/(mL $\cdot$ g $^{-1}$ )	脲酶 Urase/(mg $\cdot$ g $^{-1}$ )		
浇水 Irrigation	CK	28.88d	7.38b	0.09c	36.34d	79.46	20.3	0.24	0.73d	0.11b	114.82d	2.89c
	A	122.50b	76.13a	0.77a	199.39b	61.44	38.18	0.38	0.97b	0.13a	157.35b	21.38b
	AB	158.50a	78.25a	0.75a	237.50a	66.74	32.95	0.32	1.08a	0.14a	184.35a	40.58a
	M	37.50c	9.75b	0.25b	47.50c	78.94	20.52	0.53	0.81c	0.11b	137.20c	3.14c
	平均 Mean	86.85	42.88	0.47	130.18	71.65	27.99	0.37	0.9	0.12	148.43	16.99
不浇水 No irrigation	CK	27.13c	22.50c	0.12d	49.75c	54.52	45.23	0.25	0.76c	0.10c	122.30c	4.86c
	A	127.50b	102.88b	1.12b	231.49b	55.08	44.44	0.48	0.92b	0.11b	153.78b	9.46b
	AB	211.13a	127.00a	1.30a	339.43a	62.2	37.42	0.38	0.98a	0.12a	173.22a	15.33a
	M	28.75c	24.13c	0.19c	53.06c	54.18	45.47	0.35	0.77c	0.08d	128.78c	4.55c
	平均 Mean	98.63	69.13	0.69	168.43	56.5	43.14	0.37	0.86	0.10	144.52	8.55

注:A:土壤添加杨树枝条粉碎材料;AB:土壤添加杨树枝条粉碎材料+土壤表面覆盖柳树枝条;M:土壤表面覆盖混合枝条粉碎材料。下同。

2012 年 11 月取土壤样品。每个处理小区采用 3 点法取样,取深度 0~20 cm 土层。土样带回实验室后立即测定土壤含水量,在无菌条件下过 2 mm 筛,取 500 g 土样于 4℃ 冰箱保存,在 1 个月内完成土壤微生物指标测定。其余土样风干后用于有机碳含量、总氮含量及其它理化性质测定。

## 1.4 项目测定

细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基进行选择培养并计数;真菌采用马丁氏培养基进行选择培养并计数;放线菌采用高氏 1 号培养基进行选择培养并计数<sup>[16]</sup>。过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法测定,其活性以每克土消耗 0.02 mol/L 高锰酸钾的毫升数表示;脲酶活性用苯酚-次氯酸钠比色法测定,其活性以 24 h 后 100 g 土壤中 NH $_4^+$ -N 的毫克数表示<sup>[17]</sup>。土壤水稳定性团聚体采用机械筛分法<sup>[18]</sup>,并以 >0.25 mm 的百分数计为土壤水稳性团聚体。土壤有机碳和全氮分别采用 K $_2$ Cr $_2$ O $_4$ -H $_2$ SO $_4$  容量法和半微量开氏法<sup>[19]</sup>测定。土壤含水量采用烘干称重法<sup>[16]</sup>测定,烘干温度 105℃。pH 值和电导率以土水体积比(1:2.5)下利用 pH/EC 综合测定计测定。

## 1.5 数据分析

试验数据采用 SPSS 19.0 软件进行不同处理间的差异分析(One-way ANOVA)、变量间的简单相关分析(Bivariate Correlations)和变量间的线性回归分析(Linear Regression),采用 Excel 2007 软件建立数据库、绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 林木枝条处理方式下土壤微生物特性的变化

由表 1 可知,林木枝条处理下的沙化土壤,其微生物数量均不同程度的增加。与 CK 处理比较,AB 和 A 这 2 种处理方式均显著提高了细菌、放线菌和真菌的数量( $P<0.05$ ),而 M 处理提高幅度不大。以微生物总数

量进行比较,浇水条件下 AB、A、M 处理分别是 CK( $36.34 \times 10^4$  CFU/g)的 6.54、5.49、1.31 倍;不浇水条件下分别是 CK( $49.75 \times 10^4$  CFU/g)的 6.82、4.65、1.07 倍,浇水条件下微生物数量低于不浇水处理,其原因有待进一步研究。微生物群落分析结果表明,不同处理下均以细菌数量在群落占绝对优势(54.18%~79.46%),其次是放线菌(20.52%~45.47%),真菌数量最少(0.24%~0.48%),说明前二者可能对林木枝条的分解转化和物质循环中起关键作用。

土壤酶活性可代表土壤中物质代谢的旺盛程度,而微生物生物量也用来反映微生物群落的大小,在土壤发育的过程中均常随着有机质的积累而增加<sup>[20-21]</sup>。由表 1 可知,土壤酶活性、微生物量碳和微生物量氮的变化规律与微生物数量基本一致,表现为 AB>A>M>CK。研究发现,以微生物量氮的变化幅度最为明显,浇水条件下 AB、A、M 处理分别是 CK(2.89 mg/kg)的 14.04、7.40、1.09 倍;不浇水条件下分别是 CK(4.86 mg/kg)的 3.15、1.95、0.94 倍,说明土壤添加和覆盖林木枝条材料后提高了微生物的活性,促进了微生物的繁殖,这有利于加速微生物对林木枝条的分解。另外,处理间土壤酶活性、微生物量碳和微生物量氮的平均值在浇水条件下普遍高于不浇水条件。说明在林木枝条处理下,水分条件的改善更利于微生物活性的提高。

## 2.2 林木枝条处理方式下土壤理化性质的变化

由表 2 可知,土壤有机碳和总氮的变化与微生物特性的变化规律基本一致,均表现出 AB>A>M>CK 的变化趋势,但有机碳含量在 M 与 CK 处理间差异不显著( $P>0.05$ ),总氮在不浇水条件下 M 和 CK 处理间差异亦不显著( $P>0.05$ ),而有机碳和总氮在 AB 和 A 处理下的含量均显著高于 CK 处理( $P<0.05$ ),说明单纯的土表覆盖林木枝条在短期内向土壤输入养分的效果不明

显,而土壤中直接添加林木枝条后养分含量在短期内即升高。研究区沙化草地土壤偏碱性(浇水条件下 pH 8.98,不浇水条件下 pH 9.07),而林木枝条处理显著降低了沙化草地土壤的 pH 值( $P<0.05$ ),处理间的效果依次为 AB>A>M>CK,且差异显著( $P<0.05$ ),这为土壤微生物和植物的正常生长营造了有利的酸碱条件。电导率(EC)是表征土壤中水溶性盐含量的一个关键指标,在该研究中,林木枝条处理的土壤其电导率均出现了升高现象,其变化规律总体上呈 AB>A>M>CK 的变化趋势,但升高幅度不大,而升高的原因可能与林木枝条的性质有关(杨树枝条粉碎物 EC 为  $1280.75 \mu\text{S}/\text{cm}$ )。总体而言,浇水条件下的土壤化学性质优于不浇水。

在降雨稀少而蒸发量大的宁夏地区,土壤水分在沙化草地中具有重要的生态学意义。由表 2 可知,林木枝条处理后均发现土壤水分含量有了不同程度的升高,且处理间土壤水分含量依次为 AB>A>M>CK,尤其在浇水条件下,处理间的差异均达到了显著的水平( $P<0.05$ ),说明土壤覆盖或者添加及添加+覆盖林木枝条均具有保持土壤水分的功能,这为土壤微生物和植物的生长提供了有利的水分条件。

直径大于  $>0.25 \text{ mm}$  的土壤水稳性团聚体的稳定性通常被认为是评价土壤质量或土壤健康的一个关键指标<sup>[22]</sup>,促进沙化土壤中团聚体的形成能够有效改善土壤协调水肥气热的能力,对草地恢复具有重要意义。由表 2 可知,CK 处理水稳性团聚体为 13.64%~14.59%;M 处理后水稳性团聚体含量提高 1.05 倍,但与 CK 处理差异不显著( $P>0.05$ );A 处理水稳性团聚体含量提高 1.20 倍,显著高于 CK 和 M 处理( $P<0.05$ );而 AB 处理会提高水稳性团聚体含量达 1.39~1.53 倍,显著高于 A 处理。表明林木枝条改良沙化草地土壤利于水稳性团聚体的形成,而且浇水条件也利于团聚体的形成。

表 2 林木枝条不同处理方式下土壤部分理化性质的变化

Table 2 Changes of soil physicochemical properties under different strategies used tree branches

水分条件 Water condition	处理 Treatment	有机碳 Organic carbon/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	总氮 Total nitrogen/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	土壤水分 Soil water/%	pH 值 pH value	电导率 EC/( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	土壤水稳性团聚体 Water stable aggregate/%
浇水 Irrigation	CK	0.31b	0.59d	3.69d	8.98a	119.49c	14.59c
	A	0.63a	1.07b	7.15b	8.53c	139.98a	17.55b
	AB	0.65a	1.23a	8.36a	8.44c	139.14a	20.34a
	M	0.35b	0.77c	4.44c	8.84b	131.24b	15.31c
	平均 Mean	0.48	0.92	5.91	8.70	132.46	16.95
不浇水 No irrigation	CK	0.29b	0.63c	2.90c	9.07a	97.36c	13.64c
	A	0.52a	0.99b	3.21bc	8.83c	122.69a	16.31b
	AB	0.56a	1.09a	5.53a	8.72d	127.25a	20.82a
	M	0.37b	0.67c	3.35bc	8.85b	104.81b	14.29c
	平均 Mean	0.44	0.85	3.75	8.87	113.03	16.26

## 2.3 土壤微生物特性与土壤理化性质间的关系分析

土壤微生物与土壤理化性质之间存在密切的关系,土壤的理化性质在很大程度上制约着土壤微生物的活

性,同时微生物活性的高低又反过来影响着土壤理化性质的改变<sup>[23]</sup>。由表 3 和表 5 可知,微生物类群、酶活性、微生物量碳和微生物量氮分别与土壤有机碳、总氮、土

壤水分、pH 值、电导率和水稳性团聚体之间具有显著 ( $P<0.05$ ) 或者极显著的正相关性 ( $P<0.01$ ), 同时还存在显著 ( $P<0.05$ ) 或者极显著的线性关系 ( $P<0.01$  或  $P<0.001$ )。

土壤微生物活性的提高可能是林木枝条处理首先改善了其生存的土壤环境, 为微生物提供有机能源和水分, 而微生物活性的提高又进一步促进对林木枝条的分解转化, 使得土壤有机碳和总氮含量提高。由表 4 可

知, 土壤有机碳和总氮均与土壤水分、土壤 pH 值及水稳性团聚体呈极显著的正相关关系 ( $P<0.01$ ), 说明土壤有机碳和总氮含量的提高又进一步改善了土壤的其它理化性质, 特别是对土壤水稳性团聚体的形成起到了有利的作用, 这对沙化草地土壤的恢复有着积极作用。而林木枝条处理后对土壤电导率的提高可能与林木枝条自身的性质有关。

表 3 土壤微生物特性与土壤理化性质间的相关分析

Table 3 Correlation coefficients between microbial properties and soil physicochemical properties

项目 Item	有机碳 Organic carbon	总氮 Total nitrogen	土壤水分 Soil water	pH 值 pH value	电导率 EC	土壤水稳性团聚体 Water stable aggregate
细菌 Bacteria	0.79 **	0.86 **	0.63 *	-0.67 **	0.592 **	0.82 **
放线菌 Fungi	0.76 **	0.78 **	0.43 **	-0.54 **	0.434 **	0.71 **
真菌 Actinomyce	0.74 **	0.79 **	0.41 *	-0.54 **	0.508 **	0.69 **
过氧化氢酶 Catalase	0.85 **	0.90 **	0.82 **	-0.84 **	0.705 **	0.78 **
脲酶 Urase	0.74 **	0.74 **	0.77 **	-0.66 **	0.783 **	0.64 **
微生物量碳 Microbial carbon	0.81 **	0.92 **	0.74 **	-0.82 **	0.665 **	0.78 **
微生物量氮 Microbial nitrogen	0.77 **	0.80 **	0.85 **	-0.80 **	0.620 **	0.63 **

注: n=32, \*\*  $P<0.01$ , \*  $P<0.05$ 。

表 4 土壤理化性质间的相关分析

Table 4 Correlation coefficients between soil physicochemical properties

项目 Item	有机碳 Organic carbon	总氮 Total nitrogen	土壤水分 Soil water	pH 值 pH value	电导率 EC	土壤水稳性团聚体 Water stable aggregate
有机碳 Organic carbon	1					
总氮 Total nitrogen	0.864 **	1				
土壤水分 Soil water	0.734 **	0.753 **	1			
pH 值 pH value	-0.813 **	-0.822 **	-0.883 **	1		
电导率 EC	0.672 **	0.711 **	0.794 **	-0.780 **	1	
土壤水稳性团聚体 Water stable aggregate	0.670 **	0.781 **	0.707 **	-0.701 **	0.612 **	1

注: n=32, \*\*  $P<0.01$ 。

表 5 土壤微生物特性与土壤理化性质间线性回归模型的决定系数

Table 5  $R^2$  of linear regression between microbial properties and physicochemical properties

项目 Item	有机碳 Organic carbon	总氮 Total nitrogen	土壤水分 Soil water	pH 值 pH value	电导率 EC	土壤水稳性团聚体 Water stable aggregate
细菌 Bacteria	0.630 ***	0.812 ***	0.393 ***	0.444 ***	0.351 ***	0.680 ***
放线菌 Fungi	0.579 ***	0.579 ***	0.610 ***	0.292 **	0.188 *	0.500 ***
真菌 Ctinomyce	0.548 ***	0.657 ***	0.170 *	0.288 **	0.258 **	0.476 ***
过氧化氢酶 Catalase	0.716 ***	0.905 ***	0.668 ***	0.705 ***	0.497 ***	0.608 ***
脲酶 Urase	0.540 ***	0.527 ***	0.590 ***	0.441 ***	0.613 ***	0.412 ***
微生物量碳 Microbial carbon	0.653 ***	0.582 ***	0.728 ***	0.643 ***	0.385 ***	0.401 ***
微生物量氮 Microbial nitrogen	0.588 ***	0.640 ***	0.552 ***	0.673 ***	0.442 ***	0.609 ***

注: n=32, \*\*\*  $P<0.001$ , \*\*  $P<0.01$ , \*  $P<0.05$ 。

3 讨论与结论

土壤健康是土壤支撑生态系统植物性和动物性生产、维持生态系统中水和空气质量以及支持人类健康和生存的一种特有的功能<sup>[24]</sup>。提高土壤的健康状况对于沙化草地的改良至关重要。而土壤有机质被广泛的认为是影响土壤健康最重要的因素, 土壤退化最重要的原因之一就是土壤有机质的丧失<sup>[25]</sup>。在该研究中, 土壤添加、土表覆盖及添加十土表覆盖林木枝条, 其目的就在于增加土壤有机碳和氮含量, 而且该研究结果表明该项

措施是有效的, 这与目前国内关于秸秆还田能够有效促进土壤有机碳、氮贮量增加的研究结果是类似的<sup>[26-28]</sup>。但有机碳、氮含量的提高与微生物的活性是密不可分的, 该研究中林木枝条的不同处理方式均为微生物的生存提供了有机能源<sup>[29]</sup>, 促进了微生物对林木枝条的分解。大量研究结果也表明, 秸秆还田后土壤微生物的数量、酶活性及微生物量碳氮均是显著升高的<sup>[26,30-31]</sup>, 这也支持了该研究的结果。

以往研究发现, 秸秆还田也可以有效的提高土壤持



水能力,改善土壤水分条件<sup>[32-34]</sup>,这与该研究利用林木枝条处理提高了沙化草地土壤持水能力的结果一致。也有学者利用草垫物覆盖在流动沙丘后发现,与未覆盖相比,可以提高 0~20 cm 沙土含水量 14%、20~60 cm 沙土含水量 56%~58%;在温度较高的 7 月份可以降低土壤表层温度 14.27℃<sup>[35]</sup>。而该研究中的林木枝条覆盖处理可能就是降低了土壤蒸发,减少了水分损失,说明林木枝条的处理不仅为微生物提供了有机能源,也间接为微生物活动提供了必需的水分<sup>[36]</sup>。土壤水分条件的改善,进一步加速了土壤微生物对林木枝条的分解,提高了土壤有机碳,有研究表明土壤有机碳和团聚体之间有很好的相关性<sup>[37]</sup>,说明有机碳可以促进土壤团聚体结构的形成。而且该研究结果还显示,林木枝条处理还可以显著降低土壤的 pH 值,分析除了受土壤微生物和其它土壤理化因素影响外,还可能与杨树枝条粉碎材料本身 pH 值(5.65)有关,而电导率值的升高可能也与杨树枝条粉碎材料的本身的性质有关(EC 为 1 280.75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )。

总之,该研究利用林木枝条采用不同处理方式均能提高土壤微生物的活性,改善土壤水分条件,降低土壤 pH 值,促进微生物对林木枝条的分解和转化,提高土壤碳氮含量,同时改善土壤的结构。处理间对提高土壤微生物活性和改善土壤理化性质的效果以土壤添加枝条粉碎物同时土表覆盖枝条最佳,其次是单纯的添加林木枝条粉碎物,再次为单纯的土表覆盖林木枝条粉碎物,这些措施都可以作为未来沙化草地改良的参考依据。

### 参考文献

- [1] 王涛. 西部大开发中的沙漠化研究及其灾害防治[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 345-348.
- [2] Yang X, Zhang K, Jia B, et al. Desertification assessment in China: An overview[J]. Journal of Arid Environments, 2005, 63(2): 517-531.
- [3] Wang F, Pan X, Wang D, et al. Combating desertification in China: Past, present and future[J]. Land Use Policy, 2013, 31: 311-313.
- [4] Wang X, Chen F, Hasi E, et al. Desertification in China: an assessment[J]. Earth-Science Reviews, 2008, 88(3): 188-206.
- [5] Li J, Yang X, Jin Y, et al. Monitoring and analysis of grassland desertification dynamics using Landsat images in Ningxia, China[J]. Remote Sensing of Environment, 2013, 138: 19-26.
- [6] 杨汝荣. 我国西部草地退化原因及可持续发展分析[J]. 草业科学, 2002, 19(1): 23-27.
- [7] Cheng S L, Ou Y H, Niu H S, et al. Spatial and temporal dynamics of soil organic carbon in reserved desertification area[J]. Chinese Geographical Science, 2004, 14(3): 245-250.
- [8] Sousa F, Ferreira T, Mendonça E, et al. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils undergoing desertification[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2012, 148: 11-21.
- [9] Allington G, Valone T. Reversal of desertification: the role of physical and chemical soil properties[J]. Journal of Arid Environments, 2010, 74(8): 973-977.
- [10] Zhou R L, Li Y Q, Zhao H L, et al. Desertification effects on C and N content of sandy soils under grassland in Horqin, northern China[J]. Geoderma, 2008, 145(3): 370-375.
- [11] Ghosh S, Wilson B, Ghoshal S, et al. Organic amendments influence soil quality and carbon sequestration in the Indo-Gangetic plains of India[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2012, 156: 134-141.
- [12] Thangarajan R, Bolan N S, Tian G, et al. Role of organic amendment application on greenhouse gas emission from soil[J]. Science of the Total Environment, 2013, 465: 72-96.
- [13] 赵丽莉, 李侠, 许冬梅. 盐池县草地沙漠化过程中土壤微生物的变化[J]. 西北农业学报, 2013, 22(7): 187-192.
- [14] 萨茹拉, 侯向阳, 陈海军, 等. 放牧强度对典型草原土壤微生物特征的影响[J]. 中国草地学报, 2013(5): 86-91.
- [15] 李志刚, 朱强, 李健. 宁夏 4 种灌木光合固碳能力的比较[J]. 草业科学, 2012, 29(3): 352-357.
- [16] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [17] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [18] 周虎, 吕昭忠, 杨志臣, 等. 保护性耕作对华北平原土壤团聚体特征的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(9): 1973-1979.
- [19] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [20] 刘占锋, 刘国华, 傅伯杰, 等. 人工油松林(*Pinus tabulaeformis*)恢复过程中土壤微生物生物量 C、N 变化特征[J]. 生态学报, 2007, 27(3): 1011-1018.
- [21] 郑诗樟, 肖青亮, 吴蔚东, 等. 丘陵红壤不同人工林型土壤微生物类群、酶活性与土壤理化性状关系的研究[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(1): 57-61.
- [22] 杨慧, 张连凯, 于爽, 等. 桂林毛村岩溶区与碎屑岩区不同土地利用方式对土壤水稳性团聚体特征的影响[J]. 中国岩溶, 2012, 31(3): 265-271.
- [23] 于洋, 王海燕, 丁国栋, 等. 华北落叶松人工林土壤微生物数量特征及其与土壤性质的关系[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(3): 76-80.
- [24] Doran J W, Zeiss M R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality[J]. Applied Soil Ecology, 2000, 15(1): 3-11.
- [25] Fernández-Gálvez J, Gálvez A, Peña A, et al. Soil hydrophysical properties resulting from the interaction between organic amendments and water quality in soils from Southeastern Spain-A laboratory experiment[J]. Agricultural Water Management, 2012, 104: 104-112.
- [26] 蔡晓布, 钱成, 张永青, 等. 秸秆还田对西藏中部退化土壤环境的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2003(1): 411-415.
- [27] 范丙全, 刘巧玲. 保护性耕作与秸秆还田对土壤微生物及其溶磷特性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 130-132.
- [28] 邓祥征, 韩建智, 王小彬, 等. 免耕与秸秆还田对中国农田土壤有机碳贮量变化的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2010(6): 22-29.
- [29] 刘久俊, 方升佐, 谢宝东, 等. 生物覆盖对杨树人工林根际土壤微生物、酶活性及林木生长的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(6): 1204-1210.
- [30] 郭梨锦, 曹湊贵, 张枝盛, 等. 耕作方式和秸秆还田对稻田表层土壤微生物群落的短期影响[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(8): 1577-1584.
- [31] 杨文平, 王春虎, 茹振钢. 秸秆还田对冬小麦品种百农矮抗 58 根际土壤微生物及土壤酶活性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2011, 42(7): 20-23.
- [32] 韦武思. 秸秆改良材料对沙质土壤结构和水分特征的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [33] 高飞, 贾志宽, 路文涛, 等. 秸秆不同还田量对宁南旱区土壤水分、玉米生长及光合特性的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(3): 777-783.
- [34] 路文涛, 贾志宽, 高飞, 等. 秸秆还田对宁南旱作农田土壤水分及作物生产力的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(1): 93-99.

[35] 张建生,张梅花,李庆会,等.生态垫覆盖对沙漠土壤水分和温度的影响[J].中国沙漠,2008,28(2):280-283.

[36] Vargas G S,Meriles J,Conforto C,et al. Response of soil microbial communities to different management practices in surface soils of a soybean

agroecosystem in Argentina[J]. European Journal of Soil Biology,2011,47(1):55-60.

[37] 周振方,胡雅杰,马灿,等.长期传统耕作对土壤团聚体稳定性及有机碳分布的影响[J].干旱地区农业研究,2013,30(6):145-151.

## Short Term Effect of Different Restoration Strategies Used Tree Branches on Microbial and Physicochemical Properties of Desertified Grassland Soil in Ningxia,China

LI Jin-lin<sup>1,2</sup>, LI Jian<sup>2</sup>, LI Zhi-gang<sup>2,3</sup>

(1. College of Life Sciences, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. State Key Laboratory of Seedling Bioengineering, Ningxia Forestry Institute, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Taking different tree branches as materials, short term effect of different restoration strategies, 20 cm depth soil added 2 cm length poplar branches chips without leaves (A), added poplar chips plus 40 cm depth willow branches blanket without leaves covered on soil surface (AB), 3 cm depth mixed chips mulched on soil surface (M) and control (CK), on microbial and physicochemical properties of desertified grassland in Ningxia were studied. The results showed that all of three restoration strategies used tree branches increased microbial population, microbial carbon, microbial nitrogen and enzyme activity in soil, and also increased organic carbon, total nitrogen, soil water and water stable aggregate, and decreased pH value in soil. In a word, the effect between strategies were  $AB > A > M > CK$ . Furthermore, there were significant ( $P < 0.05$ ) or extreme significant ( $P < 0.01$ ) correlation between soil microbial properties and soil physicochemical properties, and they were linear correlation ( $P < 0.05$ ) at same time. It's concluded that, firstly, tree branches supplied energy for microbes and improved environment condition for microbes; then tree branches decomposition and transformation were promoted, nutrients content in soil increased, and soil structure also be improved. So, these strategies could be considered in grassland restoration in future.

**Keywords:** tree branches; restoration strategies; desert grassland; soil; microbial properties; physicochemical properties; Ningxia

## 欢迎订阅 2015 年《北方园艺》

《北方园艺》是由黑龙江省农业科学院主管、黑龙江省园艺学会和黑龙江省农科院主办的以科学研究和技术普及相结合的园艺类综合性科技期刊。多年来已形成了自己的办刊特色,受到全国农业科研、教学、生产第一线等科技人员和广大读者们的热情支持和欢迎,既是科技人员技术交流和发布佳篇新作的信息平台,也是园艺种植户的致富帮手和秘籍锦囊。

现辟有试验研究、研究简报、设施园艺、栽培技术、园林花卉、生物技术、植物保护、贮藏保鲜加工、食用菌、中草药、土壤与肥料、新品种选育、产业论坛、专题综述、农业经纬、经验交流等栏目。

本刊连续 6 次入选全国(中文)核心期刊、获得过全国优秀农业期刊、中国北方优秀期刊、黑龙江省优秀科技期刊等荣誉,为美国化学文摘社(CAS)收录期刊。

国内外公开发行人。刊号:ISSN 1001-0009, CN 23-1247/S;半月刊,每月 15 日、30 日出版,大 16 开本,200 页内文。每册定价 7.00 元,全年 168 元。邮发代号:14-150,国外邮发代号 BM 5011。

欢迎广大科研及有关企事业单位刊登广告,广告经营许可证号:2301070000009。

地址:黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部

邮编:150086

电话:0451-86674276

信箱:bfiybjb@163.com

网址:www.haasep.cn