

张丽娅,马志林. 南水北调中线渠坡不同季节不同盖度草地土壤氮素和有机质变化[J]. 江苏农业科学,2019,47(3):219-223.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.03.052

南水北调中线渠坡不同季节不同盖度草地土壤氮素和有机质变化

张丽娅^{1,2}, 马志林^{2,3}

(1. 华北水利水电大学,河南郑州 450002; 2. 河南省水利科学研究院,河南郑州 450003;

3. 河南省水利工程安全技术重点实验室,河南郑州 450003)

摘要:为了解南水北调中线工程渠坡土壤状况、主要养分变化与植被生长的关系,以河南新郑段渠道边坡为例,分析不同植被盖度 3 种典型样地不同季节、不同层次土壤总氮(TN)、速效氮和有机质含量的变化规律及其相关关系,以为南水北调中线工程渠道边坡植被生长适应性研究及绿化修复提供科学依据。结果表明:(1)南水北调中线河南段渠坡土壤养分含量总体较低,但呈改良趋势。不同季节、不同样地浅层和深层土壤 TN、速效氮和有机质含量有的存在显著性差异($P < 0.05$)。随着植被生长时间的延长,不同样地浅层和深层土壤 TN、速效氮和有机质含量 10 月均高于 6 月,呈增加趋势。(2)不同季节、不同样地土壤浅层和深层 TN 含量随植被盖度变化在 6 月表现不明显,在 10 月均随植被盖度增大呈减小趋势;速效氮含量在浅层均随盖度减小而降低,在深层则相反;有机质含量在浅层和深层均随植被盖度降低而增大,且浅层含量均高于深层。(3)相关性分析表明,盖度 $> 90\%$ 的长势好的王老庄桥北右岸样地的有机质含量与速效氮、TN 含量呈显著性相关关系。TN 和速效氮含量在 10 月末植被生长减退阶段均具有较高的相关性,6 月不明显;TN 和有机质含量在 10 月末植被生长减退阶段具有相关性,但不明显。有机质和速效氮含量在 6 月均具有较高的相关性,10 月不明显。

关键词:植草护坡;土壤养分;相关关系;南水北调中线工程

中图分类号: S158.3;S181 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)03-0219-04

南水北调中线工程为长距离输水明渠,除局部为岩石地层外,大多数区段为土质边坡^[1]。输水总干渠南北地理跨度大,沿线地质、气候、地貌类型复杂^[2]。河南省段自淅川县陶岔渠首开始到终点河北省漳河,全长 731 km,占整个工程的 57%,基本都是露天明渠,是南水北调中线工程渠道最长、计划用水量最大的省份。干渠渠道边坡多为挖方和填方边坡,渠坡防护主要采用六棱框格内植草护坡,主要包括岸坡和外坡两大部分,工程与植物防护措施主要是采用单体人字形预制构件拼装成六棱混凝土框格,在岸坡和外坡对应段混凝土六角框格安装完成后,进行表土回填或调土方回填,填土厚度 10~20 cm,然后人工播撒草种,植草护坡,植草品种主要为普通高羊茅^[3]。由于渠坡种植层均为填土,且填筑土壤来源不一,土壤质量和肥力参差不齐,边坡坡度一般在 30°左右,有的坡长达几十米,土壤容重较大,蓄水保墒能力差,给植被生长造成影响,不同渠段渠坡植被生长状况差异较大。有的渠段植被生长比较茂盛,密度较大,植株较大,盖度在 80%左右,绿化护坡效果较好;有的渠段优势草种不突出,植被生长较差,密度小,盖度低,植株弱小,杂草丛生,绿化护坡效果

差。通过选择南水北调中线工程典型渠坡,开展植被和土壤状况调查和取样分析,研究不同生长状况、不同生长季节渠坡土壤氮素及有机质变化规律,了解不同季节、不同群落盖度土壤氮素和有机质之间的变化关系,对掌握南水北调中线工程渠坡土壤状况、主要养分变化与植被生长的关系,更好地开展渠坡绿化防护具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于南水北调中线工程河南新郑段,属温带大陆季风型气候区,夏秋 2 季多东南风,炎热多雨,冬春 2 季盛行西北风,干燥少雨,多年平均风速 2.1~2.5 m/s,最大风速 20.3 m/s;全年平均气温 14.4℃,极端最高气温 42.5℃,极端最低气温 -17.9℃,年均日照时数 2 114.2 h;年均降水量 699.8 mm,年均蒸发量 1 600 mm,无霜期 210 d,区域土壤属壤质潮土,质地沙壤,历年最大冻土深度 27 cm。

1.2 研究方法

1.2.1 样地选取 选取南水北调中线工程河南省新郑市王老庄桥北 100 m 右岸、毛庄北桥北 100 m 右岸、唐家门桥南 100 m 右岸 3 个不同生长状况典型草地护坡渠段进行植被和土壤调查取样。3 种类型渠坡均为填方边坡。将样地按植被生长状况和盖度不同划分为 3 个类型:盖度 $> 90\%$ 为长势好的王老庄桥北右岸样地(ND),盖度 60%~50% 为长势一般的毛庄北桥北右岸样地(LD),盖度 20%~10% 为长势差的唐家门桥南右岸样地(MD)。3 个典型渠坡样地优势草种均

收稿日期:2018-09-20

基金项目:河南省科技攻关计划(编号:172102110116)。

作者简介:张丽娅(1993—),女,河北石家庄人,硕士研究生,主要从事水土保持生态修复研究。E-mail:671834905@qq.com。

通信作者:马志林,博士,教授级高级工程师,从事工程绿化和水土保持生态修复研究。E-mail:mzlc_158@163.com。

为 2014 年春季人工播种的普通高羊茅,粗放管理,主要杂草有小飞蓬、莎草、泥胡菜等。

1.2.2 调查方法 于 2017 年 6 月下旬和 10 月下旬对所选不同生长状况的 3 个典型样地进行植被调查,准确记录各个样地的地理位置、坡度、坡向、坡长等,详细描述样地特征及生境状况;详细记录边坡植被类型、盖度、生长状态及杂草状况。同时根据渠坡植被及草本植物根系特征对 3 个样地进行土壤取样,采用“S”形多点取样法,拟取样深度为草根根系主要分布层 0~10 cm(浅层)和 10~20 cm(深层),每个样点取 3 次,取样 24 个。

1.2.3 分析方法 研究区内的植被盖度采用盖度框法和针刺法测定,为了更好地说明植被盖度变化,对植被盖度进行等级划分,基于张云霞等对草原的覆盖度提取^[4],结合样地的实际情况,将植被盖度分为 3 个等级。将取样样品带回实验室进行理化性质定量分析,测定土壤总氮(TN)、速效氮、有机质含量。其中,TN 含量采用重铬酸钾硝化蒸馏法,速效氮含量采用碱解蒸馏法,有机质含量采用重铬酸钾氧化-稀释热法。

1.3 数据处理

数据在 Excel 2003 软件中进行整理,利用 SPSS 21.00 软件,采用单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差异法(least-significant difference,简称 LSD)对数据进行检验,用 Pearson 相关系数、线性回归判定数据的相关性。

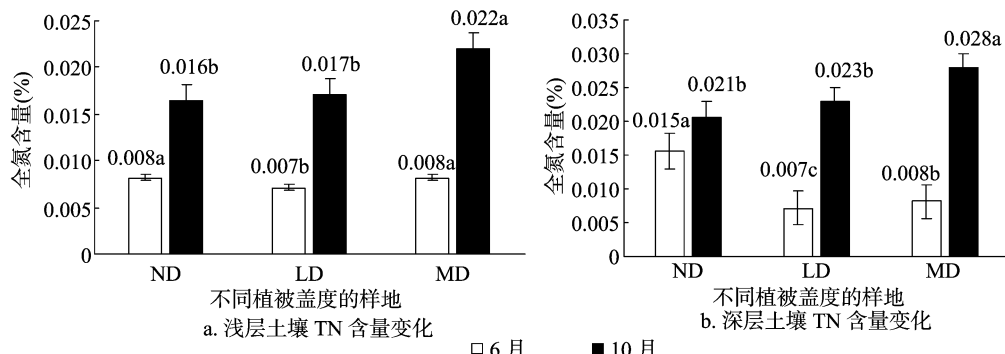


图1 不同季节、不同盖度和不同深度土壤 TN 含量变化

2.2 不同季节、不同盖度土壤速效氮含量变化

土壤样品采用按全国土壤普查办公室中国土壤方法^[5]进行分析化验,研究区不同季节、盖度、深度土壤的速效氮含量均属四级水平;其状况和 TN 一样,都很缺乏。如图 2 所示,不同季节、不同植被盖度样地之间,浅层和深层土壤的速效氮含量有的存在差异性显著。10 月 3 个样地浅层和深层土壤速效氮含量均高于 6 月;且土壤速效氮含量均随植被生长时间的延长而呈增加趋势。与 6 月相比,10 月 ND、LD、MD 3 个样地浅层土壤速效氮含量增加量分别为 4.30%、40.34%、8.93%,深层土壤增加量分别为 41.72%、11.13%、6.08%,浅层 LD 样地增加量最大,ND 样地增加量最小;深层 ND 样地增加量最大,MD 样地增加量最小。

同一季节中,LD、MD 6、10 月浅层的土壤速效氮含量比较稳定,差异不显著;ND、LD 6、10 月深层差异不显著,其他时段均存在显著差异;6、10 月浅层分别是深层的 2.2、1.58 倍;6 月 ND 浅层土壤速效氮含量高于深层,LD 和 MD 2 个样

2 结果与分析

2.1 不同季节、不同盖度土壤 TN 含量变化

研究区不同季节、不同盖度和不同深度土壤 TN 含量普遍很低,土壤分析方法按全国土壤普查办公室中国土壤方法^[5]进行分析化验均属六级水平。由图 1 可知,不同季节、不同植被盖度样地之间,浅层和深层土壤的 TN 含量有的存在显著性差异($P < 0.05$)。10 月不同盖度样地浅层与深层土壤 TN 含量均高于 6 月。随着植被生长时间的延长,浅层和深层土壤 TN 含量均呈增加趋势,6—10 月 ND、LD、MD 3 个样地浅层土壤 TN 含量增加量分别为 100.0%、142.8% 和 175%,深层土壤增加量分别为 40%、228.6%、250%。其中,MD 样地土壤 TN 含量的增加量最大,LD 样地次之;浅层和深层土壤 TN 含量的增加量也都是随着盖度的减小而增大。

同一季节,6 月 LD、MD 这 2 个样地浅层和深层的土壤 TN 含量均无明显变化;而在 10 月 ND、LD、MD 3 个样地的土壤 TN 含量均表现为深层高于浅层,分别高出 31.25%、35.29%、27.27%,说明植被生长及地表枯落物对浅层 TN 的消耗较大。不同季节、不同盖度土壤浅层和深层变化也不一致,6 月(除了 ND 样地)浅层和深层土壤 TN 含量随植被盖度变化不明显;10 月,浅层和深层均随植被盖度增大呈减小趋势,可能是由于植被越稀疏,对土壤氮素的吸收、消耗越少。

地均为浅层低于深层;10 月表现为 ND、LD 2 个样地土壤速效氮含量浅层均高于深层,而 MD 样地相反。不同季节、不同盖度土壤速效氮含量浅层和深层变化趋势基本一致,6 月和 10 月浅层速效氮含量均随着植被盖度减小逐渐降低,深层则随植被盖度的降低而增加。这和 TN 含量变化规律具有相似性,植被越稀疏,对土壤氮素的吸收消耗越少。

2.3 不同季节、不同盖度土壤有机质含量变化

研究区不同季节、不同盖度和不同深度土壤有机质十分缺乏,均属六级水平(按全国第 2 次土壤普查养分六级制分级标准^[5])。由图 3 可知,不同季节、不同植被盖度样地之间,浅层和深层土壤的有机质含量有的存在差异性显著。10 月不同盖度样地浅层与深层土壤有机质含量均高于 6 月。浅层和深层土壤有机质含量也是随着植被生长时间的延长而增加。与 6 月相比,10 月 ND、LD、MD 3 个样地浅层有机质含量增加量分别为 28.93%、8.1%、5.43%,深层增加量分别为 0.37%、37.15%、29.15%。浅层中 ND 样地增加量最大,MD 最小,深

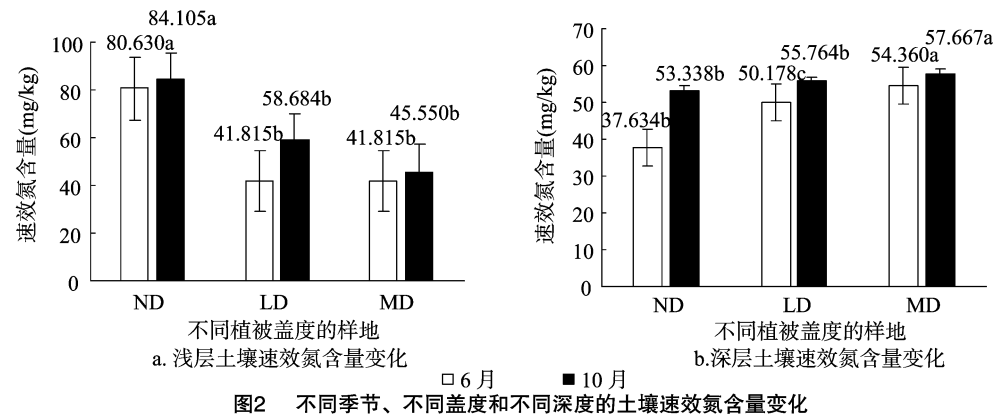


图2 不同季节、不同盖度和不同深度的土壤速效氮含量变化

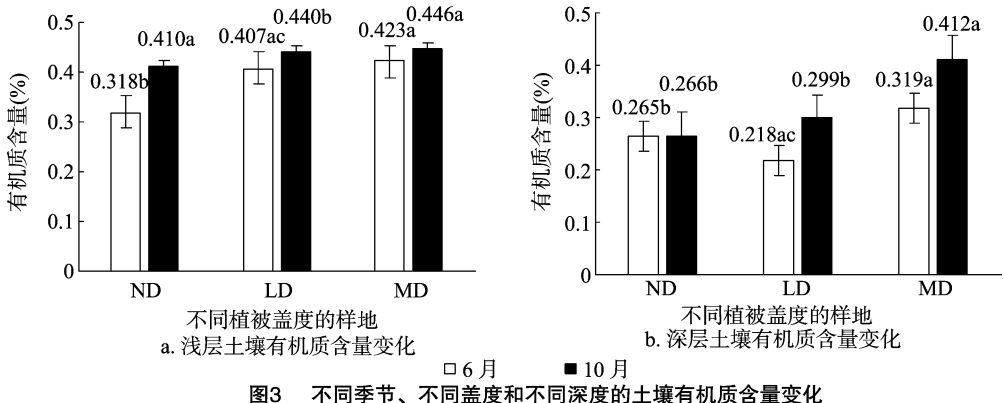


图3 不同季节、不同盖度和不同深度的土壤有机质含量变化

层中 LD 样地增加量最大,ND 最小。

同一季节,6 月 LD、MD 样地浅层和深层土壤有机质含量均差异不显著,10 月 ND、MD 的浅层和 ND、LD 的深层有机质含量无显著性差异,6、10 月有机质含量均表现为浅层高于深层,6 月有机质含量浅层分别高出深层 20%、86.69% 和 32.60%,10 月有机质含量浅层分别高出深层 54.13%、47.15% 和 8.25%。不同季节土壤浅层有机质含量均高于深层,主要是地表枯落物造成有机质含量增加。同一季节,深层和浅层都表现为植被群落盖度较大的土壤有机质含量低于盖度较低的土壤(6 月 LD 样地深层例外),这与蔡晓布等对藏北紫花针茅高寒草原的研究结果^[6]是一致的。可能是由于盖度大的样地植物生长旺盛,对土壤有机质消耗较多。

2.4 土壤 TN 含量与速效氮含量的相关性分析

以土壤 TN 含量为因变量,速效氮含量为自变量,得到不同盖度、不同季节的土壤 TN 含量、速效氮含量之间的回归分析结果(表 1)。由表 1 可知,南水北调中线渠坡 3 个样地在 10 月末植被生长减退阶段土壤 TN 和速效氮含量均具极显著正相关关系($P < 0.01$);而 6 月只有 ND 的土壤 TN 和速效氮含量达到极显著正相关关系,其他样地二者相关性不显著。

10 月土壤中 TN 含量与速效氮含量呈线性关系,且相关性较好。从表中 1 可以看出,10 月 ND、LD、MD 土壤 TN 含量与速效氮含量间的相关系数 r 依次为 0.895、0.926、0.898,相关性表现为 LD > MD > ND。

2.5 土壤 TN 含量与有机质含量的相关性分析

以土壤 TN 含量为因变量,有机质含量为自变量,得到不同盖度、不同季节的土壤 TN、有机质含量之间的回归分析结果(表 2)。由表 2 可知,南水北调中线渠坡土壤 TN 和有机质

表 1 土壤 TN、速效氮之间的回归分析

样地	月份	回归方程式	r	P
ND	6	$y = 0.016x + 0.002$	0.997	0.000
	10	$y = 0.009x + 0.013$	0.895	0.003
LD	6	$y = 0.001x + 0.007$	0.218	0.604
	10	$y = -0.079x + 0.058$	0.926	0.001
MD	6	$y = 0.001x + 0.008$	0.179	0.672
	10	$y = -0.071x + 0.058$	0.898	0.002

注: y 表示 TN 含量; x 表示速效氮含量。

含量具有一定的相关性,但不明显。其中,ND 6 月的土壤 TN 和有机质含量显著性正相关($P < 0.05$),10 月达到极显著正相关;而 LD 与 MD 土壤 TN 和有机质含量均无相关性,可能是由于 LD、MD 样地盖度较低,地表裸露较大,植被土壤的生态系统遭到了破坏致使各养分之间的关系异常,与赵自稳等对不同季节和退化程度下山地草甸土壤氮素含量的变化的研究结果^[7]一致。不同植被类型 TN 与有机质含量变化规律相似,这是因为土壤中氮素有 99% 以上来源于有机质,以腐殖质形式存在,所以土壤中有机质含量的增加可以间接增加土壤氮素含量。且有机质含量和 TN 含量随着时间的延长而明显增加,这与赵发珠等对黄土丘陵区土壤有机碳、氮密度研究结果^[8]相似。另外,在土壤浅层(0 ~ 10 cm)有机质含量最高,可能是因为草本植物根系较浅,累积枯落物在浅层微生物的作用下加快分解,释放养分归还土壤,同时在分解过程中产生酸类物质加速土壤矿物的分解与变化,且植物吸收土壤养分通过生物微循环在浅层土壤中富集,所以养分含量较高。

2.6 土壤有机质含量与速效氮含量的相关性分析

以土壤有机质为因变量,速效氮为自变量,得到不同盖

表 2 土壤 TN、有机质之间的回归分析

样地	月份	回归方程式	<i>r</i>	<i>P</i>
ND	6	$y = 0.045x - 0.010$	0.750	0.032
	10	$y = 0.030x + 0.008$	0.951	0.000
LD	6	$y = -0.010x + 0.008$	0.491	0.216
	10	$y = -0.008x + 0.022$	0.408	0.316
MD	6	$y = 0.001x + 0.008$	0.367	0.372
	10	$y = -0.005x + 0.026$	0.186	0.659

注: *y* 表示 TN 含量; *x* 表示有机质含量。

度、不同季节的土壤有机质、速效氮之间的回归分析结果(表 3)。可知,南水北调中线渠坡土壤有机质和速效氮在 6 月均具有较高的相关性,10 月仅 ND 样地具有较高的相关性。其中 ND、LD、MD 样地在 6 月土壤有机质和速效氮含量均为显著性相关,ND 样地在 10 月土壤有机质和速效氮含量达到极显著相关。研究区 6 月土壤中的有机质与速效氮含量呈线性关系,且相关性较好。从表 3 中可以看出,6 月土壤有机质含量与速效氮含量之间的相关系数 *r* 依次为 0.746、0.773 和 0.820,相关性表现为 MD > LD > ND。

土壤有机质含量和速效氮含量的相关关系比有机质含量和 TN 含量的相关关系明显,这与王艳杰等雾灵山地区土壤有机质、TN 及碱解氮含量的关系研究结论^[9]相反。可能是因为土壤速效氮含量和植物生长特征、生长季节等有密切关系,从某种程度上讲,有多种因素影响着土壤速效氮养分含量的变化。

表 3 土壤有机质、速效氮含量之间的回归分析

样地	月份	回归方程式	<i>r</i>	<i>P</i>
ND	6	$y = 0.045x - 0.010$	0.746	0.034
	10	$y = 0.030x + 0.008$	0.971	0.000
LD	6	$y = -0.010x + 0.008$	0.773	0.025
	10	$y = -0.008x + 0.022$	0.424	0.296
MD	6	$y = 0.001x + 0.008$	0.820	0.013
	10	$y = -0.005x + 0.026$	0.302	0.467

注: *y* 表示有机质含量; *x* 表示速效氮含量。

2.7 植被群落盖度与有机质和氮素含量的关系分析

植被生长过程也是植物对土壤环境不断适应和改造的过程,而土壤养分是植被生长重要驱动力之一。植被生长发育受土壤养分条件制约,土壤环境的差异会导致植被群落盖度的变化。有关植被群落盖度与土壤特征的关系较为复杂,不同学者研究结果也不一致。白永飞等对锡林河流域和沙坡头人工植被植物群落研究表明,植被群落盖度与土壤有机碳及 TN 含量呈正相关^[10-11]。也有研究证实了在小尺度内可利用的土壤有机质、TN 含量和植物群落盖度呈负相关^[12-13]。本研究结果表明,随着南水北调中线工程河南新郑段渠道边坡植被群落盖度的降低,浅层土壤有机质、TN 含量逐渐增加,速效氮含量逐渐减少。这与蔡晓布等对藏北紫花针茅高寒草原的研究结果^[6]相似。说明有机质和氮素含量与植被群落盖度有着紧密关系,不同学者的研究结果不一致,其原因可能与不同地区环境条件如气候、土壤类型等不同有关^[14]。有机质和氮素作为土壤养分中最主要的 2 个指标,其含量直接影响土壤肥力状况,进而影响植物生长发育水平及其多样性,本研究仅对植物群落盖度与土壤有机质、氮素含量变化进行探讨,

要深入认识土壤碳库、氮库对植被群落盖度的影响,则还要从机理上进行探索。

3 结论与讨论

南水北调中线河南段渠坡不同季节和不同盖度土壤氮素和有机质含量总体较低,但土壤状况不断向好。不同季节、不同植被盖度样地之间,浅层和深层土壤 TN、速效氮和有机质含量有的存在显著性差异。不同盖度样地浅层与深层的土壤 TN、速效氮、有机质含量均表现为 10 月高于 6 月,即随植被生长时间的延长,不管是浅层还是深层土壤 TN、速效氮和有机质含量均呈增加趋势。即渠坡植被生长形成的枯枝落叶一定程度上增加了表层腐殖质,使得土壤养分含量增加,植草护坡对渠坡土壤有一定的改良作用,而且渠坡填土层也在不断腐熟,土壤状况有改善趋势。

同一季节,LD、MD 3 个样地浅层和深层的土壤氮素含量在 6 月均变化不大,而在 10 月 3 个样地均表现为深层高于浅层。在 10 月,3 个样地土壤速效氮含量在深层比较稳定,有机质含量在浅层比较稳定有机质含量 6 月和 10 月均表现为浅层高于深层。

不同季节、不同盖度土壤浅层和深层 TN 含量的变化不一致,6 月浅层和深层土壤 TN 含量随植被盖度变化不明显;10 月,浅层和深层均随植被盖度增大呈减小趋势;土壤速效氮浅层和深层变化趋势基本一致,不同季节浅层速效氮含量均随着植被盖度减小逐渐降低,深层则随植被盖度的降低而增加。不同季节土壤浅层有机质含量均高于深层,同一季节,浅层和深层土壤有机质含量均随植被盖度的降低而增大(6 月 LD 样地深层例外)。这也说明了植被生长对土壤养分的消耗。

南水北调中线渠坡土壤氮素和有机质之间的相关性分析表明,土壤 TN 和速效氮在 10 月末植被生长减退阶段均具有较高的相关性,6 月不明显;而 10 月仅 ND 的土壤中 TN 含量和有机质含量相关性较高。土壤有机质含量和速效氮含量在 6 月均具有较高的相关性,10 月不明显;土壤有机质含量和速效氮含量在 6 月 3 个样地均呈显著性相关关系,10 月仅在 ND 样地为极显著相关关系。

参考文献:

[1] 孟庆亮. 南水北调中线工程渠道土质边坡防护技术研究[J]. 水利水电施工,2015(1):28-30.
[2] 高庆方,胡 洁. 南水北调中线工程地理信息数据采集:2014 中国地理信息产业大会论文集[C]. 成都:中国地理信息产业协会,2014.
[3] 赵良辉,辛春强,赵凯选. 浅谈南水北调中线工程框格护坡预制安装技术[J]. 河南水利与南水北调,2013(15):50-51.
[4] 张云霞,李晓兵,陈云浩. 草地植被盖度的多尺度遥感与实地测量方法综述[J]. 地球科学进展,2003,18(1):85-93.
[5] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京:中国农业出版社,1998:356.
[6] 蔡晓布,张永青,绍 伟. 藏北高寒草原草地退化及其驱动力分析[J]. 土壤,2007,39(6):855-858.
[7] 赵自稳,郭晓敏,牛德奎,等. 不同季节和退化程度下山地草甸土壤氮素含量的变化[J]. 南方农业学报,2015,46(8):1401-1405.
[8] 赵发珠,韩新辉,杨改河,等. 黄土丘陵区不同退耕还林土壤有机

陈海生,秦昌鲜,彭 崇,等. 甘蔗间作花生对根际土壤微生物种群及酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(3):223-226.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.03.053

甘蔗间作花生对根际土壤微生物种群及酶活性的影响

陈海生,秦昌鲜,彭 崇,郭 强,唐利球,陈远权,韦持章,覃潇敏

(广西南亚热带农业科学研究所,广西龙州 532415)

摘要:通过田间试验,设置甘蔗单作、花生单作和甘蔗/花生间作 3 种植处理,探讨甘蔗/花生间作种植下根际土壤微生物群落、土壤酶活性的变化及其内在联系。结果表明,与单作相比,甘蔗/花生间作增加了根际土壤细菌、真菌及放线菌数量,改变了土壤微生物群落的结构组成;提高了根际土壤脲酶、酸性磷酸酶与过氧化氢酶活性。相关分析结果显示,土壤微生物数量与酶活性之间存在显著或极显著的正相关性。说明甘蔗/花生间作具有明显的促进效应,能有效调节根际微生物群落结构组成以及土壤酶活性。

关键词:甘蔗/花生间作;根际土壤微生物;土壤酶活性;微生物群落

中图分类号: S344.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)03-0223-04

间套作作为我国传统农业的精髓,具有增产^[1-2]、提高养分资源利用效率^[3-4]、增加农田生物多样性和稳定性^[5]以及持续控制病、虫、草害的优势^[6-7],可提高根际生物多样性^[8-9],并且改善农田生态环境,促进生态平衡。唐秀梅等研究发现,木薯与花生间作可以增加根际土壤细菌、真菌、放线菌、总微生物数量、微生物多样性以及根际土壤过氧化氢酶、酸性磷酸酶活性^[10];李伶俐等研究也发现,棉花与不同作物间作后土壤中细菌和放线菌数量显著增加,真菌数量显著降低,脱氢酶、中性磷酸酶、转化酶和脲酶活性显著提高^[11]。

甘蔗(*Saccharum officinarum*)是我国乃至世界最重要的糖料及能源作物,也是广西壮族自治区的主要经济作物之一^[12]。蔗糖业为广西重要经济支柱产业之一,是广西区党委、人民政府确定重点发展的“千亿元产业”^[13]。土壤微生物是土壤中重要而又活跃的部分,推动着土壤的物质转化和能量流动,可以反映土壤中物质代谢的旺盛程度,是土壤养分的一个重要指标^[14]。因此,研究土壤微生物和土壤酶活性能反映 2 种作物在生长期的相互作用。本研究以桂西南地区重

要的经济作物——甘蔗为研究对象,采用田间试验的方法,研究甘蔗/花生间作对土壤微生物数量及土壤酶活性的影响,为进一步探究桂西南地区甘蔗/花生间作栽培下作物的优质高产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2016 年 10 月在广西南亚热带农业科学研究所甘蔗示范基地进行,该区属典型的南亚热带季风气候,海拔约 125 m,年平均温度在 22 ℃ 左右,年降水量在 1 273.6 mm 左右。土壤为酸性红壤,土层深厚,地势平坦,排灌良好,是甘蔗较适宜生长的地区,其土壤理化性状为 pH 值 6.73,有机质含量为 12.44 g/kg,碱解氮含量为 100.5 mg/kg,速效磷含量为 15.6 mg/kg,速效钾含量为 125.5 mg/kg。

供试作物品种:甘蔗为桂糖 46 号;花生为当地农民主栽品种,是广西壮族自治区的主栽品种。

供试肥料为尿素、普通过磷酸钙、复合肥(N、P₂O₅、K₂O 含量均为 15%)。

1.2 试验设计

田间试验采用随机区组排列,设甘蔗单作、花生单作和甘蔗/花生间作 3 种植模式,每个处理重复 3 次,共 9 个小区,小区面积为 6 m×5 m。甘蔗/花生间作规格采用 2 行甘蔗间作 2 行花生:甘蔗行距为 1 m,株距为 0.3 m;花生行距为 0.30 m,株距为 0.25 m,带状种植。

试验于 2016 年 1 月 10 日开始整地,1 月 14 日种植甘蔗,

收稿日期:2017-10-22

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:nycytxgxcxt0301B1);广西壮族自治区直属公益性基本科研项目(编号:GXNYRKS201710);广西壮族自治区崇左市科技重大专项(编号:崇科 FC2017001)。

作者简介:陈海生(1974—),男,广西鹿寨人,硕士,高级农艺师,主要从事甘蔗栽培与选育等工作。E-mail:1042102940@qq.com。

通信作者:覃潇敏,博士研究生,助理研究员,主要从事作物营养与调控等工作。E-mail:qinxiaomin89@163.com。

碳氮密度变化特征[J]. 水土保持研究,2012,19(4):43-47.

[9]王艳杰,付 桦. 雾灵山地区土壤有机质全氮及碱解氮的关系[J]. 农业环境科学学报,2005,24(增刊):85-90.

[10]白永飞,李陵浩,王其兵,等. 镉林河流域草原群落植物多样性和初级生产力沿水热梯度变化的研究[J]. 植物生态学报,2000,24(6):667-673.

[11]李新荣,张景光,刘立超,等. 我国干旱沙漠地区人工植被与环境演变过程中植物多样性的研究[J]. 植物生态学报,2000,14

(3):257-261.

[12]肖德荣,田 坤,张利权. 滨西北高原纳帕海湿地植物多样性与土壤肥力的关系[J]. 生态学报,2008,28(7):3116-3124.

[13]Rosenzweig M L. Species diversity in space and time[M]. England: Cambridge University Press,1995:35.

[14]杨丽霞,陈少峰,安娟娟,等. 陕北黄土丘陵区不同植被类型群落多样性与土壤有机质、全氮关系研究[J]. 草地学报,2014,22(2):291-298.