

兰州新区不同土地利用类型对土壤有机质和养分及酶活性的影响

殷陶刚, 窦向丽*, 刘晶婧, 李玉泽

(国土资源部兰州矿产资源监督检查中心, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 研究了兰州新区 3 种不同土地利用类型(农耕地、城市绿地、未利用地)的土壤, 测定了土壤脲酶、过氧化氢酶、蔗糖酶活性及土壤有机质和养分含量, 分析了不同土地利用类型对土壤有机质和养分及酶活性的影响。土壤有机质和养分测定结果表明, 农耕地表层土壤有机质、全氮和水解氮含量最高, 与其相比城市绿地分别低 14.7%、12.2% 和 13.0%, 未利用地分别低 57.7%、46.3% 和 26.2%, 有机质、全氮及水解氮含量皆呈农耕地 > 城市绿地 > 未利用地的趋势; 而城市绿地表层土壤有效磷和速效钾含量最高, 与其相比农耕地分别低 14.2% 和 18.4%, 未利用地分别低 84.7% 和 30.7%, 有效磷和速效钾含量皆呈城市绿地 > 农耕地 > 未利用地的趋势。土壤酶活性测定结果表明, 表层土壤中脲酶活性为农耕地 ($1.15 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > 城市绿地 ($0.82 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > 未利用地 ($0.35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$); 过氧化氢酶活性为农耕地 ($1.90 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$) > 城市绿地 ($1.62 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$) > 未利用地 ($0.79 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$); 蔗糖酶活性为农耕地 ($13.02 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > 城市绿地 ($11.64 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > 未利用地 ($8.61 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)。同一土壤深度垂直剖面的脲酶、过氧化氢酶及蔗糖酶活性皆呈农耕地 > 城市绿地 > 未利用地的趋势; 上述 3 种土壤酶活性皆呈随土壤垂直剖面加深而降低的趋势, 且 0 ~ 20 cm 层显著高于 40 ~ 60 cm 层。在兰州新区城市化进程中, 土地利用类型的改变对土壤有机质和养分及酶活性有显著影响, 并且影响基本上是有利的。

关键词: 土地利用类型; 土壤有机质; 土壤养分; 土壤酶; 兰州新区

城市化进程中^[1], 随着土地利用类型的改变, 与城市化相关的土壤生态环境问题日益突出^[2-3]。土壤酶是土壤组分中最活跃的有机成分之一^[4], 其活性不仅可以反映土壤物质能量代谢旺盛程度, 而且可以作为评价土壤肥力与生态环境质量的一个重要指标^[5-6]。兰州新区位于秦王川盆地, 历史上是古老的旱耕农业区, 20 世纪 80 年代“引大入秦”工程竣工后, 绝大部分耕地变为水浇地, 成为粮食主产区。2012 年 8 月, 兰州新区成为全国第 5 个, 西北地区第 1 个国家级新区, 并将生态建设作为一项重点工作, 由于区域气候、地形地貌、成土母质及人为等因素影响, 新区土壤盐渍化情况严重^[7], 改善土壤生态环境质量成为兰州新区的一项重要任务。新区生态建设头两年, 由于经验不足, 盲目引进的一些绿化树种没能在寒冬中成活下来, 近年来新区通过试验改良土壤, 培育

出一些适合的树种、草种, 累计完成生态绿化面积 1.3 万 hm^2 , 城市核心区绿化率达到 31%^[7]。本文研究了兰州新区 3 种不同土地利用类型(农耕地、城市绿地、未利用地)的土壤脲酶、过氧化氢酶、蔗糖酶等活性和土壤有机质、养分含量, 旨在探讨不同土地利用类型对土壤有机质、养分和酶活性的影响, 以期为兰州新区培肥土壤和土壤生态环境监测和管理提供数据支持和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

兰州新区距离兰州市 38.5 km, 面积约为 1 700 km^2 , 地处东经 $103^\circ 29' 22'' \sim 103^\circ 49' 56''$, 北纬 $36^\circ 17' 15'' \sim 36^\circ 43' 29''$ 。属典型的温带半干旱大陆性气候, 四季分明, 阳光充足, 年平均降水量 300 ~ 350 mm, 年蒸发量 1 880 mm, 降水少而蒸发大, 年均气温 6.9°C , 年日照量 1 744 ~ 2 659 h, 日照率 60%, 全年平均无霜期 139 d^[8-9]。

1.2 土壤样品采集

样品采集时间为 2018 年 8 月, 选择兰州新区辖区内农耕地、城市绿地、未利用地 3 种类型的土地, 采集表层土壤(0 ~ 20 cm)样品 50 个, 其中,

收稿日期: 2019-01-19; 录用日期: 2019-03-02

基金项目: 甘肃矿产资源勘查与综合利用工程技术研究项目(1306FTGA011)。

作者简介: 殷陶刚(1986-), 男, 安徽安庆人, 工程师, 硕士, 主要从事土壤样品的分析测试研究。E-mail: 275241113@qq.com。

通讯作者: 窦向丽, E-mail: 476300312@qq.com。

农耕地样品 27 个, 城市绿地样品 12 个, 未利用地样品 11 个。垂直取样深度 60 cm, 每隔 20 cm 为 1 层, 共采集 3 层, 9 个剖面 27 个样品, 其中农耕地、城市绿地、未利用地各 3 个剖面 9 个样品。沿 S 形样点采集, 5 个钻点的土样混合均匀成一个样品, 除去杂草、根系物、石块等, 装入灭菌后的棕色玻璃瓶中, 带回实验室。所得新鲜土样采用四分法分为两份, 一份风干、磨细过 0.074 mm 筛, 用作土壤养分含量的测定, 另一份新鲜样品过 1.68 mm 筛保存于 4℃ 冰箱中, 用作测定土壤酶活性, 在两周内完成土壤酶活性的测定。

1.3 测定方法

土壤中有机质采用重铬酸钾容量法测定; 全氮采用凯氏定氮法测定; 水解氮采用碱解扩散法测定; 有效磷采用 Olsen 法测定; 速效钾采用 NH_4OAc 浸提, ICP-AES 法测定^[10-11]。

采用苯酚钠 - 次氯酸钠比色法测定脲酶活

性, 以 1 d 后 1 g 土壤中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数表示, 为 $\text{NH}_3\text{-N mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (37℃, d); 采用高锰酸钾滴定法测定过氧化氢酶活性, 以 20 min 内每克土壤分解的过氧化氢的毫升数表示, 为 0.1 mol/L KMnO_4 $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$ (25℃, 20 min); 采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定蔗糖酶活性, 以 1 d 后 1 g 土壤中生成的葡萄糖毫克数表示, 为葡萄糖 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (37℃, d)^[12-13]。

1.4 数据分析方法

采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行数据统计分析、相关系数计算和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同土地利用类型对表层土壤有机质及主要养分含量的影响

表层土壤的有机质和主要养分含量测定结果的平均值与标准差、最低值、最高值见表 1。

表 1 不同土地利用类型下表层土壤有机质及主要养分含量

土地利用类型	土壤有机质和养分含量	有机质 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全氮 ($\text{N}, \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	水解氮 ($\text{N}, \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效磷 ($\text{P}, \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾 ($\text{K}, \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
农耕地	平均值 $\pm$ 标准差	16.3 $\pm$ 4.0a	0.82 $\pm$ 0.21a	45.5 $\pm$ 6.1a	15.1 $\pm$ 3.1a	199.1 $\pm$ 17.9b
	最低值 ~ 最高值	7.1 ~ 21.9	0.37 ~ 1.04	26.7 ~ 49.6	6.4 ~ 22.3	160.3 ~ 234.9
城市绿地	平均值 $\pm$ 标准差	13.9 $\pm$ 3.8a	0.72 $\pm$ 0.20a	39.6 $\pm$ 5.2a	17.6 $\pm$ 3.0a	244.2 $\pm$ 11.0a
	最低值 ~ 最高值	10.0 ~ 17.2	0.40 ~ 0.97	32.8 ~ 45.9	13.1 ~ 20.5	228.2 ~ 259.1
未利用地	平均值 $\pm$ 标准差	6.9 $\pm$ 1.7b	0.44 $\pm$ 0.12b	33.6 $\pm$ 2.8a	2.7 $\pm$ 1.1b	169.1 $\pm$ 16.2b
	最低值 ~ 最高值	4.4 ~ 9.7	0.30 ~ 0.64	30.0 ~ 39.7	1.5 ~ 3.2	151.3 ~ 194.6

注: 同列的不同小写字母表示不同土地利用类型下测定结果间差异显著 ($P < 0.05$)。

表 1 的结果表明, 不同土地利用类型的表层土壤中, 农耕地有机质平均含量最高, 与其相比城市绿地低 14.7%, 未利用地低 57.7%。这是由于兰州新区耕地耕作年限长, 多年施用有机肥及作物凋落物还田, 为耕地提供了充足的有机质; 新区的城市绿地以前基本是戈壁荒地^[7], 绿地形成的年数还不长, 枯枝落叶较少且较难分解, 根系当年死亡量较少, 有机质低于农耕地; 未利用地是一片戈壁荒地, 枯落物少, 没有施肥, 有机质含量显著低。农耕地全氮和水解氮平均含量最高, 与其相比城市绿地分别低 12.2% 和 13.0%, 未利用地分别低 46.3% 和 26.2%。有机质、全氮及水解氮平均含量皆呈农耕地 > 城市绿地 > 未利用地的趋势。土壤全氮、水解氮含量与有机质含量变化特征一致, 全氮与有机质呈正相关 ($r=0.465$), 水解氮与有机质呈正相关

($r=0.501$), 说明有机质含量可作为评价土壤肥力状况的一项重要指标^[14]。城市绿地有效磷和速效钾平均含量最高, 与其相比农耕地分别低 14.2% 和 18.4%, 未利用地分别低 84.7% 和 30.7%, 有效磷和速效钾含量皆表现出城市绿地 > 农耕地 > 未利用地的趋势。这可能是由于不同植被对这两种速效养分的吸收效果不同, 并且还可能跟微生物降解程度的不同有关系^[15]。

由上述可知, 兰州新区不同土地利用类型对土壤有机质和养分有显著影响。其核心城区建立在一片戈壁滩上, 而城市绿地也是通过改良戈壁荒地土壤, 再进行绿化而形成, 未利用地则是戈壁荒地, 耕地没有被占用, 耕地土壤有机质和养分得到保持。其城市绿地土壤有机质和养分含量显著高于未利用地, 说明戈壁荒地土壤经过改良, 有机质和养

分含量得到提高,土壤生态环境得到改善,由此可见,在兰州新区城市化进程中,土地利用类型的改变对土壤有机质和养分的影响基本上是有利的。

2.2 不同土地利用类型对表层土壤酶活性的影响

2.2.1 对脲酶活性的影响

脲酶是广泛存在于土壤中的一种水解酶,与尿素氮肥水解密切相关,酶促产物氨是植物氮源之一,脲酶活性可用来指示土壤氮素水平^[16]。不同土地利用类型表层土壤脲酶活性的测定结果见表2。

表2 不同土地利用类型下表层土壤脲酶活性

土地利用类型	土壤酶活性	脲酶活性
		[NH ₃ -N mg·g ⁻¹ (37℃, d)]
农耕地	平均值 ± 标准差	1.15 ± 0.38a
	最低值 ~ 最高值	0.44 ~ 2.25
城市绿地	平均值 ± 标准差	0.82 ± 0.33a
	最低值 ~ 最高值	0.31 ~ 1.50
未利用地	平均值 ± 标准差	0.35 ± 0.11b
	最低值 ~ 最高值	0.28 ~ 0.50

注:不同小写字母表示不同土地利用类型下土壤酶活性测定结果间差异显著(P<0.05)。表3、表4同。

表2的结果表明,土壤脲酶活性平均值为农耕地(1.15 mg·g⁻¹)>城市绿地(0.82 mg·g⁻¹)>未利用地(0.35 mg·g⁻¹)。农耕地脲酶活性高于城市绿地,二者差异不显著(P>0.05),城市绿地脲酶活性显著高于未利用地(P<0.05)。这可能是因为土壤有机质和积累在其中的氮决定了脲酶活性^[17]。兰州新区农耕地土壤有机质含量高,加之长期人为施肥,提高了土壤氮素养分,脲酶活性高;城市绿地土壤有机质含量不如农耕地,但人为施肥提高了城市绿地氮素养分,脲酶活性较高;而未利用地没有管理,土壤肥力低,脲酶活性明显低。这表明,土地利用类型的改变对土壤脲酶活性有显著影响。

2.2.2 对过氧化氢酶活性的影响

过氧化氢酶能催化过氧化氢分解成水和氧,是一种重要的氧化还原酶,因此过氧化氢酶具有解毒功能,能够为土壤微生物活动和作物根系生长提供良好的土壤生存环境^[18],是土壤物质和能量转化过程中的重要角色^[19]。不同土地利用类型表层土壤过氧化氢酶活性的测定结果见表3。

表3的结果表明,土壤过氧化氢酶活性平均值为农耕地(1.90 mL·g⁻¹)>城市绿地(1.62 mL·g⁻¹)>未利用地(0.79 mL·g⁻¹)。农耕地过氧化氢酶活性

高于城市绿地,二者差异不显著(P>0.05),城市绿地过氧化氢酶活性显著高于未利用地(P<0.05)。这可能是因为土壤有机质是土壤中酶促反应底物的主要供给源,过氧化氢酶与土壤有机质含量相关性极好^[4]。农耕地土壤有机质含量高,耕作提高了土壤的通气性,为耕地提供了适宜的根际生态环境,增强了过氧化氢酶活性;兰州新区通过施用有机肥来改良城市绿地土壤,提高了土壤有机质含量,过氧化氢酶活性较高;未利用地土壤有机质含量低,通气性差,过氧化氢酶活性显著低。这表明,土地利用类型的改变对土壤过氧化氢酶活性有显著影响。

表3 不同土地利用类型下表层土壤过氧化氢酶活性

土地利用类型	土壤酶活性	过氧化氢酶活性
		[0.1 mol·L ⁻¹ KMnO ₄ mL·g ⁻¹ (25℃, 20 min)]
农耕地	平均值 ± 标准差	1.90 ± 0.60a
	最低值 ~ 最高值	1.01 ~ 2.82
城市绿地	平均值 ± 标准差	1.62 ± 0.46a
	最低值 ~ 最高值	0.94 ~ 2.35
未利用地	平均值 ± 标准差	0.79 ± 0.34b
	最低值 ~ 最高值	0.37 ~ 1.40

2.2.3 对蔗糖酶活性的影响

土壤蔗糖酶参与土壤有机碳循环,其活性强弱能够反映出土壤熟化程度和肥力高低,对提高土壤中易溶性营养物质含量起着重要作用^[4]。不同土地利用类型表层土壤蔗糖酶活性的测定结果见表4。

表4 不同土地利用类型下表层土壤蔗糖酶活性

土地利用类型	土壤酶活性	蔗糖酶活性 [葡萄糖 mg·g ⁻¹ (37℃, d)]
农耕地	平均值 ± 标准差	13.02 ± 3.63a
	最低值 ~ 最高值	5.57 ~ 21.01
城市绿地	平均值 ± 标准差	11.64 ± 1.41a
	最低值 ~ 最高值	10.09 ~ 13.69
未利用地	平均值 ± 标准差	8.61 ± 2.17b
	最低值 ~ 最高值	5.61 ~ 13.97

表4的结果表明,土壤蔗糖酶活性平均值为农耕地(13.02 mg·g⁻¹)>城市绿地(11.64 mg·g⁻¹)>未利用地(8.61 mg·g⁻¹)。农耕地和城市绿地土壤蔗糖酶活性显著高于未利用地(P<0.05),农耕地蔗糖酶活性略高于城市绿地,二者差异不显著(P>0.05)。这可能是因为土壤熟化程度和肥力高低

水平决定了土壤蔗糖酶的活性^[4]。兰州新区农耕地和城市绿地土壤有耕作和管理,熟化程度高,施肥使土壤肥力水平提高,蔗糖酶活性显著高;未利用地土壤没有管理和施肥,熟化程度低,肥力水平低,蔗糖酶活性显著低。

由上述可知,兰州新区不同土地利用类型对土壤酶活性有显著影响,表层土壤中3种酶活性皆呈农耕地>城市绿地>未利用地的趋势,新区的农耕地土壤水、气、热及养分状况好,土壤酶活性高,且其利用类型未改变,酶活性得到保持;城市

绿地土壤酶活性显著高于未利用地,说明戈壁荒地土壤经过改良,酶活性得到提高,土壤生态环境得到改善,由此可见,在兰州新区城市化进程中,土地利用类型的改变对土壤酶活性的影响基本上是有利的。

2.3 不同土地利用类型下土壤酶活性剖面分布特征

随着土壤垂直剖面的变化,酶活性分布存在一定规律,不同土地利用类型下土壤酶活性剖面分布特征见表5

表5 不同土地利用类型下土壤酶活性剖面分布

土地利用类型	脲酶			过氧化氢酶			蔗糖酶		
	[NH ₃ -N mg·g ⁻¹ (37℃, d)]			[0.1 mol/LKMnO ₄ mL·g ⁻¹ (25℃, 20 min)]			[葡萄糖 mg·g ⁻¹ (37℃, d)]		
	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm
农耕地	1.09aA	0.77aB	0.70aB	1.85aA	1.73aA	1.39aB	12.96aA	11.68aA	10.26aA
城市绿地	0.79aA	0.75aA	0.61aA	1.61aA	1.28aB	1.17aB	11.61aA	10.06aA	10.01aA
未利用地	0.40bA	0.25bB	0.19bB	0.77bA	0.64bA	0.49bB	8.57bA	7.28bA	6.01bA

注:表中土壤酶活性为平均值,同列的不同小写字母表示不同土地利用类型下土壤酶活性差异显著($P<0.05$),同行的不同大写字母表示不同土层深度土壤酶活性差异显著($P<0.05$)。

表5的结果表明,不同土地利用类型下,上述3种酶活性皆呈随土壤垂直剖面加深而降低的趋势,且0~20 cm层显著高于40~60 cm层;同一土壤深度垂直剖面下3种酶活性皆呈农耕地>城市绿地>未利用地的趋势。3种土地利用类型下,3种酶活性皆表现为0~40 cm>40~60 cm,是由于0~40 cm层土壤水、气、热状况好,养分含量高,微生物活力增强,导致土壤酶活性高;而随着垂直剖面的加深,土壤水、气、热状况变差,养分含量下降,微生物活力减弱,导致土壤酶活性降低,呈

现土壤酶活性随土壤垂直剖面加深而降低的趋势。

2.4 相关性分析

2.4.1 土壤酶活性与土壤有机质和养分之间的相关性

为探究土壤酶活性与土壤有机质和养分因子之间的关系,将上述3种酶活性与土壤有机质和主要养分因子做相关性分析,结果见表6。

表6的结果表明,酶活性与土壤有机质和养分之间的关系密切,而土壤酶与不同土壤养分因子的相关性也不同^[14]。

表6 土壤酶活性与土壤有机质和养分含量间的相关系数(r)

土地利用类型	土壤酶	有机质	全氮	水解氮	有效磷	速效钾
农耕地	脲酶	0.695**	0.433**	0.546**	-0.078	0.050
	过氧化氢酶	0.287*	0.094	0.210	0.166	0.019
	蔗糖酶	0.553**	0.278**	0.479**	0.175	0.221
城市绿地	脲酶	0.935**	0.931**	0.893**	0.782*	0.515
	过氧化氢酶	0.735	0.837*	0.695	0.447	0.343
	蔗糖酶	0.812*	0.788*	0.893**	0.601	0.523
未利用地	脲酶	0.401	0.328	0.587*	0.151	0.061
	过氧化氢酶	0.870**	0.561*	0.602*	-0.107	0.674**
	蔗糖酶	0.852**	0.479	0.656**	0.113	0.591*

注:*表示土壤酶活性与土壤有机质和养分含量呈显著相关($P<0.05$),**表示土壤酶活性与土壤有机质和养分含量呈极显著相关($P<0.01$)。

农耕地、城市绿地的脲酶活性与有机质、全氮、水解氮含量呈极显著正相关。未利用地脲酶活性与水解氮呈显著正相关,与其它养分均无显著相关性。说明脲酶能反映耕作和改良土壤的营养水平,可作为评价农耕地和城市绿地土壤肥力状况的指标。

农耕地过氧化氢酶活性与有机质呈显著正相关,与其他养分均无显著相关性;城市绿地过氧化氢酶活性与全氮呈显著正相关,与有机质和其他养分皆无显著相关性;未利用地过氧化氢酶活性与有机质、全氮、水解氮、速效钾含量呈显著、极显著正相关,与有效磷无明显相关性。表明过氧化氢酶活性可指示未利用地土壤的肥力状况,不能指示耕作和人为改良土壤的肥力状况。

农耕地蔗糖酶活性与有机质、全氮、水解氮呈极显著的正相关,城市绿地蔗糖酶活性与有机质、全氮、水解氮呈显著、极显著正相关,未利用地蔗糖酶活性与有机质、水解氮呈极显著正相关,因此蔗糖酶活性可作为评价上述3种类型土壤肥力状况的指标。

2.4.2 土壤酶活性之间的相关性

不同土地利用类型下土壤酶活性之间的相关性见表7。

表7 土壤酶活性间的相关系数(r)

土地利用类型	土壤酶	蔗糖酶	脲酶
农耕地	脲酶	0.501**	
	过氧化氢酶	0.196	0.226
城市绿地	脲酶	0.921**	
	过氧化氢酶	0.807*	0.849*
荒草地	脲酶	0.316	
	过氧化氢酶	0.717**	0.313

注:*表示土壤酶活性之间呈显著相关($P<0.05$),**表示土壤酶活性之间呈极显著相关($P<0.01$)。

表7的结果表明,不同土壤酶活性彼此之间也存在相关性,说明在土壤物质能量转化过程中,土壤酶的作用不仅具有专一性,同时也表现出一定的共同特征。酶的专一性可反映土壤中某类物质能量的转化过程,而具有共同特征的酶,其总体活性可反映土壤的肥力状况^[20]。

3 结论与讨论

本研究的主要结论有:(1)在兰州新区的城市

化进程中,土地利用类型的改变对土壤养分有显著影响,并且影响基本上是有利的,表层土壤有机质、全氮及水解氮含量皆表现出农耕地>城市绿地>未利用地的趋势,而表层土壤有效磷和速效钾含量则表现出城市绿地>农耕地>未利用地的趋势。(2)在兰州新区的城市化进程中,土地利用类型的改变对土壤酶活性有显著影响,并且影响基本上是有利的,同一土壤深度垂直剖面下脲酶、过氧化氢酶及蔗糖酶活性皆呈农耕地>城市绿地>未利用地的趋势;不同土地利用类型下,3种酶活性皆呈随土壤垂直剖面加深而降低的趋势,且0~20 cm层显著高于40~60 cm层。(3)农耕地和城市绿地的脲酶与蔗糖酶活性与土壤有机质和养分相关性大,呈显著或极显著正相关,并且这两种酶的活性也呈极显著正相关。未利用地过氧化氢酶活性与土壤有机质和养分含量呈显著或极显著正相关,但农耕地和城市绿地的过氧化氢酶活性与土壤养分含量的相关性小。

在兰州新区的城市化进程中,耕地土壤有机质和养分含量和酶活性得到保持,为了实现农田生态系统的持续健康发展,兰州新区的农耕地应尽量保持精细耕作、物种丰富的耕作方式,并且可采用如间作、轮作等多样性的耕作方式。

兰州新区城市绿地土壤养分含量和酶活性相对于未利用地有显著提高,说明土壤改良取得了一定效果,但由于新区基础土壤盐渍化情况严重,兰州新区在绿化过程中应实施适合当地土壤的改良措施,如大量施用有机肥、施用牛羊粪、改善土壤的通气性等来提高土壤肥力,为兰州新区生态建设提供良好的土壤生态环境。

参考文献:

[1] 邹超煜,白岗栓,李志熙,等. 城市化对土壤环境的影响[J]. 中国水土保持, 2016(11): 76-80.

[2] Tan M Z, Xu F M, Chen J, et al. Spatial prediction of heavy metal pollution for soils in peri-urban Beijing, China based on fuzzy set theory [J]. Pedosphere, 2006, 16(5): 545-554.

[3] Chen T B, Zheng Y M, Lei M, et al. Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China [J]. Chemosphere, 2005, 60(4): 542-551.

[4] 关松荫,张德生,张志明. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.

[5] 董艳,董坤,郑毅,等. 种植年限和种植模式对设施土壤微生物区系和酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(3): 527-532.

- [6] 吴金水, 林启美, 黄巧云, 等. 土壤微生物生物量测定方法及其应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2006. 117–141.
- [7] 张建平. 从“绿起来”到“美起来”, 兰州新区累计造林绿化面积 19.34 万亩 [N]. 兰州日报, 2018-08-19 (3).
- [8] 高小丽, 刘淑英, 王平, 等. 西北半干旱地区有机无机肥配施对胡麻养分吸收及产量构成的影响 [J]. 西北农业学报, 2010, 19 (2): 106–110.
- [9] 王娟, 刘淑英, 王平, 等. 不同施肥处理对西北半干旱区土壤酶活性的影响及其动态变化 [J]. 土壤通报, 2008, 39 (2): 299–303.
- [10] 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.
- [11] 商成柏. 施肥对土壤速效养分、春小麦养分吸收及产量和品质的影响 [D]. 兰州: 甘肃农业大学. 2009.
- [12] 严昶升. 土壤肥力研究方法 [M]. 北京: 农业出版社, 1988.
- [13] 李振高, 骆永明, 滕应. 土壤酶与环境微生物研究法 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [14] 邱莉萍, 刘军, 王益权, 等. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究 [J]. 植物营养与肥科学报, 2004, 10 (3): 277–280.
- [15] 刘建新. 不同农田土壤酶活性与土壤养分相关关系研究 [J]. 土壤通报, 2004, 35 (4): 523–525.
- [16] 焦志勇. 土壤脲酶的研究进展及发展前景 [J]. 江西农业, 2016, (17): 84.
- [17] 田昆, 陆梅, 常凤来, 等. 云南纳帕海岩溶湿地生态环境变化及驱动机制 [J]. 湖泊科学, 2004, 16 (1): 35–42.
- [18] 李春霞, 陈阜, 王俊忠, 等. 不同耕作措施对土壤酶活性的影响 [J]. 土壤通报, 2007, 38 (3): 601–603.
- [19] Frankenberger W T, Dick W A. Relationships between enzyme activities and microbial growth and activities indices in soil [J]. Soil Sci Soc Am J, 1983, 47: 945–951.
- [20] 安韶山, 黄懿梅, 李壁成, 等. 用典范相关分析研究宁南宽谷丘陵区不同土地利用方式土壤酶活性与肥力因子的关系 [J]. 植物营养与肥科学报, 2005, 11 (5): 704–709.

Effects of different land use types on soil organic matter and nutrients and soil enzyme activities in Lanzhou new district

YIN Tao-gang, DOU Xiang-li*, LIU Jing-jing, LI Yu-ze (Lanzhou Testing and Quality Supervision Center for Geological and Mineral Products, The Ministry of Land and Resources, Lanzhou Gansu 730050)

Abstract: In this paper, the soils of three different land use types (farmland, urban green space, unused land) in Lanzhou new district are studied, the activities of soil urease, catalase, invertase and soil organic matter and nutrient contents are determined, also the effects of different land use types on soil organic matter and nutrient and enzyme activities are analyzed. The results of soil organic matter and nutrient determination show that the contents of organic matter, total nitrogen and hydrolyzed nitrogen in surface soil of farmland are the highest, compared with farmland the contents in urban green space are 14.7%, 12.2%, 13.0% lower respectively and the contents in unused land are 57.7%, 46.3%, 26.2% lower respectively. The contents of organic matter, total nitrogen and hydrolytic nitrogen all show the trend of farmland>urban green land>unused land. However, the contents of available phosphorus and available potassium in the topsoil of urban green space are the highest, compared with urban green space, the contents in farmland are 14.2% and 18.4% lower respectively, the contents in unused land are 84.7% and 30.7% lower respectively. The contents of available phosphorus and available potassium all show the trend: urban green space>farmland>unused land. The results of soil enzyme activity determination show that the activities of urease in surface soil are as follows: farmland ($1.15 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > urban green land ($0.82 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > unused land ($0.35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), the activities of catalase are as follows: farmland ($1.90 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$) > urban green land ($1.62 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$) > unused land ($0.79 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$), the activities of invertase are as follows: farmland ($13.02 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > urban green land ($11.64 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) > unused land ($8.61 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$). The activities of urease, catalase and invertase in the same depth vertical soil profile show the trend of farmland>urban green land>unused land. The aforementioned three soil enzymes activities show a decreasing trend with the deepening of vertical soil profile, and the value of the 0 ~ 20 cm layer is significantly higher than 40 ~ 60 cm layer. In the urbanization process of Lanzhou new district, the change of land use type has significant effects on soil organic matter and nutrient and enzyme activity, and the effects are basically beneficial.

Key words: land use type; soil organic matter; soil nutrients; soil enzyme; Lanzhou new district