

DOI:10.11937/bfyy.201520041

伊犁地区不同土地覆被对土壤酶活性的影响

崔 东, 罗青青, 闫俊杰

(伊犁师范学院 生物与地理科学学院, 新疆 伊宁 835000)

摘 要:选择伊犁河谷为研究区,采集不同土地覆被下的土壤样品,研究林地、耕地、园地、草地等4种不同土地覆被对土壤酶活性的影响。结果表明:不同土地覆被下,在0~60 cm的土壤深度中,土壤蔗糖酶、脲酶与过氧化氢酶这3种酶的活性随着土层深度增加都呈现出降低趋势,土壤蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶均表现为林地>耕地>园地>草地。通过不同土地覆被土壤酶活性与养分相关性分析,得出林地的脲酶活性与其有机质有极显著相关关系($P<0.01$);耕地和园地中的3种酶活性都与其有机质有极显著相关性($P<0.01$);草地中的蔗糖酶的活性与其养分有极显著相关性($P<0.01$)。

关键词:土地覆被;土壤酶活性;相关性

中图分类号:S 158.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0164-05

土壤作为独立的历史自然体经过了漫长而复杂的地质历史过程,为植物的生长发育提供条件,为动物进行各种活动提供场所,是地球生态系统中重要的组成成分之一^[1]。土壤酶是土壤里一种拥有高效性、强催化能力的生物活性物质,主要源自土地中的微生物或部分动植物,也是其生化反应重要部分之一^[2]。酶具有专一性,种类繁多,通常被划分为水解酶类,裂解酶类等^[3]。土壤酶对生态系统有不可替代的重要功能,它是生物代谢动力的重要来源,并且和不同土地利用方式、物理化

学性质等联系十分紧密^[4]。土壤中土壤酶活性的高低,很大水平上表现出土壤所在地情况,由于酶对外部因素造成的环境改变较为灵敏,因此酶活性高低在某种水平上可以作为指示生态系统稳定与否的指标之一^[4]。该文研究伊犁河谷地区不同土地覆被对酶活性的影响,揭示不同土地覆被酶活性的变化趋势,为评价该地区土地覆被差异对土壤酶活性的变化提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于伊犁河谷地区,行政上位于新疆伊犁哈萨克自治州,东经 $80^{\circ}09'$ ~ $84^{\circ}56'$ 、北纬 $42^{\circ}14'$ ~ $44^{\circ}50'$ 。该样区的气候属温带大陆性气候,降水比较丰富,年平均气温在 10°C 左右,年平均日照数在2 898 h左右,无霜期较短为160 d左右。

第一作者简介:崔东(1984-),男,新疆乌鲁木齐人,硕士,讲师,现主要从事土壤地理与环境变化等方面的教学与科研等工作。E-mail: cuidongw@126.com.

基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研计划资助项目(XJEDU2014S060)。

收稿日期:2015-05-19

below than planting non-transgenic tomatoes. Planting two kinds of tomatoes, the total amount of water soluble salt in soil was increasing at first but declining later. The relative variation of the total amount of water soluble salt in soil of planting transgenic tomato was significantly ($P<0.01$) below than planting non-transgenic tomatoes at seedling, flowering and fruiting stage. Planting two kinds of tomatoes, the soil organic matter content was decreasing continuously, and the differences of relative changes at each growth stage was not significant ($P>0.05$). In soil nutrient, planting two kinds of tomatoes, the content of total phosphorus, available phosphorus, total nitrogen, hydrolyze nitrogen, and available potassium was decreasing continuously. The difference of relative changes of planting transgenic tomato was significantly ($P<0.05$) and highly significantly ($P<0.01$) below than planting non-transgenic tomato at seedling and fruiting stage, respectively. Except the differences of relative changes of soil nutrient at each growth stage were not significant ($P>0.05$). It suggested that the greenhouses in this region could continuously plant transgenic tomato in few years under the condition of appropriate adjusting the soil salt content and scientific fertilizing.

Keywords: tomato; transgenic plant; soil physicochemical properties; soil nutrient

1.2 试验方法

选择耕地、林地、草地、园地等 4 种不同土地利用方式的样地为研究对象,于 2014 年 9 月 20—25 日采用 GPS 定位,共挖掘 33 个土壤剖面,采集 99 个土壤样品,其中耕地 17 个土壤剖面 51 个土壤样品,林地 8 个土壤剖面 24 个土壤样品,草地 5 个土壤剖面 15 个土壤样品,园地 3 个土壤剖面 9 个土壤样品,每个土壤剖面分别按 0~20 cm,20~40 cm,40~60 cm 层次采集土样。将土样带回实验室,风干,除去碎石屑及植物残留根系等一系列残杂物质,磨碎、过筛,作为试验分析的待测样品。

1.3 项目测定

过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定,以 0.1 mol/L KMnO_4 使用量表示(mL/g 土)(25℃,20 min);蔗糖酶活性的测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法,以葡萄糖 mg/g 土(37℃,24 h)表示;脲酶活性的测定采用扩散滴定法,以 $\text{NH}_3\text{-N}$ mg/g 土(37℃,24 h)表示。

1.4 数据分析

数据采用 SPSS 17.0 和 Excel 2010 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 土壤酶活性分布特征

2.1.1 蔗糖酶活性 土壤中不同于其它酶的蔗糖酶分布甚广,它还可以直接参与土壤中的有机质的代谢变化过程^[5-7]。它酶促反应所产生的物质(葡萄糖)是动植物所需的重要营养成分,关乎植物的生长发育^[8]。在一定程度上土壤的肥力水平越低,表明土壤中蔗糖酶的活性越弱,同时它也可以体现土壤的生物学活性强度^[8]。由表 1 可知,土壤蔗糖酶活性在林地 8.83~19.61 mg/g,平均为 13.06 mg/g,标准差为 2.99。耕地为 4.96~13.89 mg/g,平均为 9.60 mg/g,标准差为 1.95。园地为 6.54~11.17 mg/g,平均为 9.07 mg/g,标准差为 1.41。

表 1 不同土地覆被土壤蔗糖酶活性变化

Table 1 Changes in soil invertase activity of different land cover

不同土地覆被	土壤酶值	蔗糖酶
Different land cover	Value of soil enzymes	Invertase/(mg · g ⁻¹)
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	13.06±2.99
林地 Woodland	最大值 Maximum	19.61
	最小值 Minimum	8.83
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	9.60±1.95
耕地 Arable land	最大值 Maximum	13.89
	最小值 Minimum	4.96
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	9.07±1.41
园地 Garden	最大值 Maximum	11.17
	最小值 Minimum	6.54
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	5.75±1.64
草地 Lawn	最大值 Maximum	8.31
	最小值 Minimum	3.22

草地为 3.22~8.31 mg/g,平均为 5.75 mg/g,标准差为 1.64。其它 3 种土地覆被土壤蔗糖酶活性显著低于林地,草地最低,耕地与园地差异不大。不同土地覆被下土壤蔗糖酶活性表现为林地>耕地>园地>草地。这与每年秋季林地大量的枯枝落叶,在微生物的作用下使得蔗糖酶活性最高有很大关系。对于耕地而言,每年大量施肥,使得有机质积累较高,从而蔗糖酶活性较高,而园地相对于耕地较少,草地肥力水平低,因而蔗糖酶活性也最低。

2.1.2 过氧化氢酶活性 过氧化氢酶是许多种土壤酶的重要构成之一^[9-11]。它可以使过氧化物分解,以减少对生物体的毒害,防止过氧化物在生物体内的积聚从而对生物体产生危害^[9-11]。过氧化氢分解后可以产生氧气,可以促使生物体对各种化合物的氧化,给生物体供给机体所需的营养成分^[12]。由表 2 可知,过氧化氢酶活性在林地 1.20~2.54 mL/g,平均为 2.06 mL/g,标准差为 0.36。耕地为 0.90~1.92 mL/g,平均为 1.44 mL/g,标准差为 0.29。园地为 0.76~1.40 mL/g,平均为 1.03 mL/g,标准差为 0.23。草地为 0.39~0.82 mL/g,平均为 0.64 mL/g,标准差为 0.15。林地土壤过氧化氢酶活性最高,草地最低,过氧化氢酶活性表现为林地>耕地>园地>草地。因气候温和湿润,适宜林地土壤生物生存,生物在土壤中增加了土壤通气性提高了土壤养分,因而过氧化氢酶活性最高。耕地在耕作条件下,因为人工耕作浇肥生长植物,当果实被收割但农作物还有部分根部残留在土壤中,增加了有机质含量,进而提高了过氧化氢酶活性。园地相对耕地来说劳作频率低,有机质含量低,所以过氧化氢酶活性较耕地低。草地没有进行耕作施肥,有机质含量低、通气性差,过氧化氢酶活性最低。

表 2 不同土地覆被土壤过氧化氢酶活性变化

Table 2 Changes in soil catalase activity of different land cover

不同土地覆被	土壤酶值	过氧化氢酶
Different land cover	Value of soil enzymes	Catalase/(mL · g ⁻¹)
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	2.06±0.36
林地 Woodland	最大值 Maximum	2.54
	最小值 Minimum	1.20
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	1.44±0.29
耕地 Arable land	最大值 Maximum	1.92
	最小值 Minimum	0.90
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	1.03±0.23
园地 Garden	最大值 Maximum	1.40
	最小值 Minimum	0.76
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	0.64±0.15
草地 Lawn	最大值 Maximum	0.82
	最小值 Minimum	0.39

2.1.3 脲酶活性 氮是所有活体的重要营养物质之一,也是构成植物叶绿素的成分之一^[1]。土壤中由微生物分解的有机氮转变成能够让植物汲取的无机氮要经过活化过程^[13-15]。而脲酶同样也是一种具有重大作用的土壤酶,它能够增进有机态氮转化为有效氮的进程,使植物有效的吸收养分^[14-15]。脲酶在土壤的氮元素循环中有着其独特的功能^[16-18]。由表3可知,脲酶活性在林地中为0.47~1.55 mg/g,平均为0.85 mg/g,标准差为0.27。耕地为0.27~1.72 mg/g,平均为0.77 mg/g,标准差为0.27。园地为0.45~0.75 mg/g,平均为0.59 mg/g,标准差为0.10。草地为0.16~0.38 mg/g,平均为0.27 mg/g,标准差为0.07。草地的脲酶活性显著低于其余3种土地覆被,土壤脲酶活性表现为林地>耕地>园地>草地。林地产生大量的植物残骸,为土壤积累养分,因而脲酶活性最高。耕地常年施肥,使土壤积累了大量的有机质,因而耕地的脲酶活性较大。而研究区的园地大多地处偏僻乡村,种植主要以苹果和葡萄为主,管理者疏于管理,施肥及劳作条件不及耕地,所以园地脲酶活性较耕地低。草地无耕作施肥,因此,导致脲酶活性最低。

表3 不同土地覆被土壤脲酶活性变化

Table 3 Changes in soil urease activity of different land cover

不同土地覆被	土壤酶值	脲酶
Different land	Value of soil	Urease
cover	enzymes	/(NH ₃ -N mg · g ⁻¹)
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	0.85±0.27
林地 Woodland	最大值 Maximum	1.55
	最小值 Minimum	0.47
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	0.77±0.27
耕地 Arable land	最大值 Maximum	1.72
	最小值 Minimum	0.27
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	0.59±0.10
园地 Garden	最大值 Maximum	0.75
	最小值 Minimum	0.45
	平均值±标准差 Mean±standard deviation	0.27±0.07
草地 Lawn	最大值 Maximum	0.38
	最小值 Minimum	0.16

2.2 不同土地覆被土壤酶活性剖面分布

2.2.1 蔗糖酶活性剖面分布 图1表明,在0~60 cm土层深度内,随着深度加深,不同土地覆被蔗糖酶活性呈减小趋势。林地0~20 cm蔗糖酶活性极显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm略高于40~60 cm。园地0~20 cm显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm和40~60 cm差异不明显。耕地蔗糖酶活性0~20 cm显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm略高于40~60 cm。草地蔗糖酶活性0~20 cm显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm略高于40~60 cm。

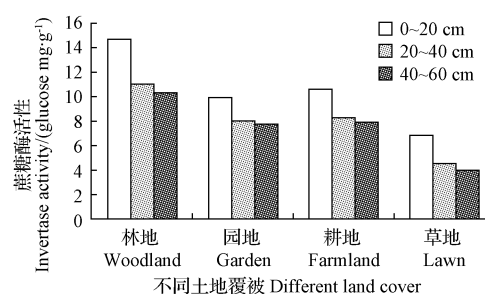


图1 不同土地覆被剖面蔗糖酶活性变化

Fig. 1 Changes in Invertase activity of soil profile in different land cover

2.2.2 过氧化氢酶活性剖面分布 图2表明,不同土地覆被在土层渐渐加深的情况下,过氧化氢酶的活性亦有降低趋向,0~20 cm显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm显著高于40~60 cm。园地0~20 cm极显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm和40~60 cm无显著差异。耕地0~20 cm略高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm和40~60 cm基本持平。草地0~20 cm明显高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm和40~60 cm无明显差异。

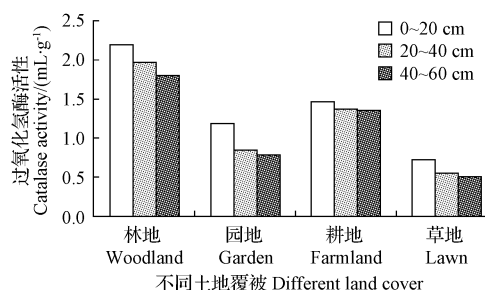


图2 不同土地覆被剖面过氧化氢酶活性变化

Fig. 2 Changes of catalase activity of soil profile in different land cover

2.2.3 脲酶活性剖面分布 图3表明,在0~60 cm土层深度内,随着深度增加,不同土地覆被脲酶活性呈逐渐降低趋势。林地0~20 cm极显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm略高于40~60 cm。园地0~20 cm显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm和40~60 cm无显著差异。耕地0~20 cm显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm略高于40~60 cm。草地0~20 cm显著高于20~40 cm和40~60 cm,20~40 cm和40~60 cm无明显差异。

2.3 土壤类型差异与酶活性的相关关系

表4表明,同一土地覆被的土壤酶活性之间存在某

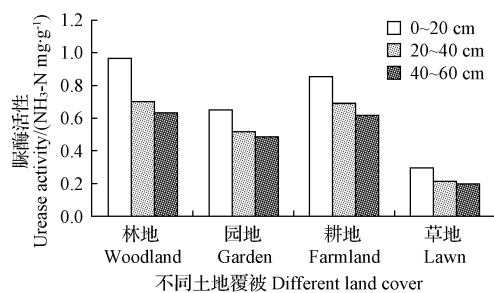


图3 不同土地覆被剖面脲酶活性变化

Fig. 3 Changes of urease enzyme activity of soil profile in different land cover

种相关性,林地的脲酶活性与过氧化氢酶活性、蔗糖酶活性都表现为正相关,土壤脲酶活性及土壤过氧化氢酶活性和蔗糖酶活性之间呈极显著正相关($P<0.01$),土壤中过氧化氢酶和脲酶活性彼此之间表现为正相关。园地,土壤脲酶活性与过氧化氢酶活性、蔗糖酶活性之间都呈正相关,土壤脲酶活性及土壤过氧化氢酶活性和蔗糖酶活性之间呈极显著正相关($P<0.01$),土壤过氧化氢酶活性和脲酶活性之间呈极显著正相关($P<0.01$)。耕地,土壤脲酶活性与过氧化氢酶活性、蔗糖酶活性都呈正相关,土壤脲酶活性和蔗糖酶活性之间呈显著正相关($P<0.05$),土壤过氧化氢酶活性和蔗糖酶活性之间呈极显著正相关($P<0.01$),土壤过氧化氢酶活性和脲酶活性之间呈正相关。草地,土壤脲酶活性与过氧化氢酶活性、蔗糖酶活性都呈正相关,土壤脲酶活性和蔗糖酶活性之间呈显著正相关($P<0.05$),土壤过氧化氢酶活性和脲酶活性之间呈显著正相关($P<0.01$)。

表4 不同土地覆被土壤酶活性间的相关系数

Table 4 The correlation coefficient of soil enzymes in different land cover

不同土地覆被	酶类	蔗糖酶	脲酶
Different land cover	The category of the enzyme	Invertase	Urease
林地 Woodland	脲酶 Urease	0.596 **	
	过氧化氢酶 Catalase	0.459 **	0.111
园地 Garden	脲酶 Urease	0.943 **	
	过氧化氢酶 Catalase	0.817 **	0.939 **
耕地 Arable land	脲酶 Urease	0.307 *	
	过氧化氢酶 Catalase	0.337 **	0.106
草地 Lawn	脲酶 Urease	0.542 *	
	过氧化氢酶 Catalase	0.412	0.766 **

注: *, ** 分别表示差异达到显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)水平。下同。

Note: *, ** mean the difference of relative changes at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same below.

2.4 不同土地覆被土壤酶活性与土壤养分的相关关系

4种不同土地覆被土壤酶活性和土壤养分的相关性分析可以表现出,4种不同土地覆被土壤养分和土壤酶活性紧密关联,但相关性因不同种土地覆被和不同种酶而表现出明显差异。由表5可知,林地土壤脲酶活性与有机质呈极显著相关($P<0.01$),与速效钾呈显著相关($P<0.05$),与其余养分无相关性。耕地土壤蔗糖酶活性、脲酶活性、过氧化氢酶活性与有机质均呈极显著相关性($P<0.01$),土壤脲酶、蔗糖酶活性有速效氮呈极显著相关($P<0.01$),除此以外,与其余养分指标无相关性。园地土壤蔗糖酶活性与有机质和速效氮呈极显著相关($P<0.01$),与其养分无显著相关;土壤过氧化氢酶活性与有机质呈极显著相关($P<0.01$),跟速效氮和速效钾呈显著相关($P<0.05$),与速效磷无显著相关;土壤脲酶活性与有机质和速效氮呈极显著相关($P<0.01$),与其它养分无显著相关。草地土壤蔗糖酶活性与所有养分均呈极显著相关($P<0.01$),土壤过氧化氢酶活性与所有养分均无相关性;土壤脲酶活性与速效氮呈极显著相关($P<0.01$),与其余养分无相关性。

表5 不同土地覆被土壤酶的活性跟土壤养分的含量差异的相关系数

Table 5 The correlation coefficient of soil enzymes and soil nutrient content in different land cover

不同土地覆被	酶	有机质	速效氮	速效磷	速效钾
Different land cover	Enzymes	Organic matter	Available nitrogen	Available phosphorus	Available potassium
林地 Woodland	蔗糖酶 Invertase	0.173	0.273	0.016	0.142
	过氧化氢酶 Catalase	0.246	0.089	-0.103	0.092
	脲酶 Urease	0.511 **	0.308	0.230	0.382 *
耕地 Arable land	蔗糖酶 Invertase	0.482 **	0.325 **	0.459 **	-0.078
	过氧化氢酶 Catalase	0.453 **	0.005	0.135	-0.201
	脲酶 Urease	0.331 **	0.392 **	0.199	-0.126
园地 Garden	蔗糖酶 Invertase	0.751 **	0.913 **	-0.217	0.150
	过氧化氢酶 Catalase	0.790 **	0.628 *	0.257	0.584 *
	脲酶 Urease	0.731 **	0.843 **	-0.009	0.365
草地 lawn	蔗糖酶 Invertase	0.748 **	0.761 **	0.793 **	0.807 **
	过氧化氢酶 Catalase	-0.231	0.360	0.153	0.127
	脲酶 Urease	0.073	0.626 **	0.375	0.117

3 结论

土壤过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶的活性在不同土地覆被中都具有差异性。不同土地覆被下,在0~60 cm的土壤深度中,土壤蔗糖酶、脲酶与过氧化氢酶这3种酶的活性表现出随着土层深度增加都呈现降低趋势,为0~20 cm>20~40 cm>40~60 cm,且0~20 cm显著高于40~60 cm。土壤酶的活性都呈现出林地>耕地>园地>草地。

根据相关性分析得到的结果,4种土地覆被情况不

仅与土壤酶的活性相互关联,还与土壤的养分状况有密切联系,其中林地脲酶活性与有机质呈极显著相关关系($P<0.01$),在一定水平上可以用脲酶活性强弱来表征有机质含量的高低。耕地和园地土壤中的脲酶活性、蔗糖酶活性和过氧化氢酶活性都与有机质呈极显著相关关系($P<0.01$),这3种酶活性强弱可作为评估耕地及园地的土壤肥力水平的高低。草地,土壤蔗糖酶活性与所有养分均呈极显著相关($P<0.01$),可以把土壤蔗糖酶活性作为衡量草地土壤肥力水平大小的指标。

参考文献

- [1] 李天杰,赵焯,张科利,等.土壤地理学[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [2] 李丹,何腾兵,刘丛强,等.喀斯特山区土壤酶活性研究回顾与展望[J].贵州农业科学,2008,36(2):87-90.
- [3] 李骁.珍稀植物四合木分布区特有土壤微生物区系研究[D].呼和浩特:内蒙古大学,2007.
- [4] 张培.流溪河水库库区不同植被类型土壤化学与微生物学特性研究[D].武汉:华中农业大学,2008.
- [5] 辛承友,朱鲁生,王军,等.阿特拉津对不同肥力土壤蔗糖酶活性的影响[J].农业环境科学学报,2004,23(3):479-483.
- [6] 吴秀臣,孙辉,杨万勤,等.川西亚高山红桦幼苗土壤蔗糖酶活性对温度和大气二氧化碳浓度升高的响应[J].应用生态学报,2007,18(6):1225-1230.
- [7] 何伟静,江洪,原焕英.土壤呼吸的酶促作用研究[J].安徽农业科学,2010,38(27):14983-14985.
- [8] 农药对土壤酶活性影响的研究进展[J].农机化研究,2009(11):223-226.
- [9] 叶发茂.土壤酚类物质对森林生态系统转换的响应及其机制研究[D].福州:福建农林大学,2009.
- [10] 查菲娜,马冬云,郭天财,等.不同种植密度条件下两种穗型冬小麦品种根际土壤酶活性的动态变化[J].水土保持学报,2007,21(2):104-107.
- [11] 王富国.果园酸化土壤微生物学特性及其对改良措施的响应[D].青岛:青岛农业大学,2010.
- [12] 张强.大棚蔬菜连作对土壤酶活性影响的研究[J].北方园艺,2011(16):183-184.
- [13] 周念清,王燕,钱家忠,等.湿地氮循环及其对环境变化影响研究进展[J].同济大学学报(自然科学版),2010,38(6):865-869.
- [14] 史惠兰,王启基,景增春,等.高寒地区土地利用方式对土壤碳氮含量的影响[J].中国农学通报,2011,27(20):230-234.
- [15] 杨小红,董云社,齐玉春,等.草地生态系统土壤氮转化过程研究进展[J].中国草地,2004,26(2):54-62.
- [16] 王立民.培肥方式对黑土氮素转化影响的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2008.
- [17] 唐巧玲,阳剑,黄光福,等.栽培模式对水稻土脲酶活性及土壤碱解氮含量的影响[J].作物研究,2013,27(2):113-116.
- [18] 李东坡,武志杰,陈利军,等.长期培肥黑土脲酶活性动态变化及其影响因素[J].应用生态学报,2003,14(12):2208-2212.

Impact of Different Land Cover on Soil Enzyme Activities in Yili Prefecture

CUI Dong, LUO Qingqing, YAN Junjie

(College of Biological and Geographical Science, Yili Normal University, Yining, Xinjiang 835000)

Abstract: Collecting soil samples under different land cover in Yili valley area. Effect of woodland, farmland, orchard, meadow on soil enzyme activities was researched. The results showed that soil depth of 0—60 cm under different land cover, the soil invertase, urease and catalase activity exhibited increasing with soil depth, but they had emerged decreasing trend. Soil invertase, urease, catalase all showed woodland>farmland>garden>lawn. Through correlation analysis of soil enzyme activity and nutrient in different land cover, the urease activity of woodland had a significant correlation with its organic matter ($P<0.01$); there kinds activity of enzyme in farmland and parkland had a significant correlation with its organic matter ($P<0.01$); the invertase activity of the grass had a significant correlation with its nutrients ($P<0.01$).

Keywords: land cover; soil enzyme activity; correlation