

荒漠草原土壤酶与土壤养分的动态研究^①

高雪峰¹, 韩国栋²

(1 内蒙古师范大学生命科学与技术学院, 呼和浩特 010022; 2 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010018)

摘要: 研究了内蒙古荒漠草原不同利用强度单元内土壤养分以及 5 种酶活性, 并对土壤酶活性与土壤养分含量之间的相关性进行了分析。结果表明, 草原的利用强度直接影响着草地的土壤养分状况和酶活性, 轻度利用有利于土壤中 5 种酶活性的增加, 重度利用则导致土壤转化酶和蛋白酶活性显著降低。轻度利用增加了土壤有机质、全氮和全磷的含量, 重度利用则导致土壤有机质、全磷、全氮和全钾含量降低。脲酶和多酚氧化酶的活性在年季内变化幅度较大。相关性分析表明, 蛋白酶与各养分之间的相关性最大。

关键词: 荒漠草原; 土壤酶; 土壤养分

中图分类号: Q89

土壤酶活性对于土壤有机物质转化、释放植物能利用的碳、氮和磷等养分有直接作用。大多数酶除了具有主要的专一性酶促反应, 对土壤中物质转化有多种作用, 可以综合反映出土壤性质和肥力水平^[1]。土壤酶活性对土壤环境变化反应敏感, 其活性变化能够反映土壤管理方式或经营方式对土壤质量的影响^[2]。土壤酶活性可以被用作土壤生态胁迫或土壤生态恢复等早期的敏感性指标^[3]。

荒漠草原是内蒙古西部植被的主体类型, 占据着由草原向荒漠过度的生态交错区^[4-5]。在这一地区, 自然生态条件异常严酷, 年降水量仅 150~250 mm, 冬季严寒, 夏季短促, 冬春多大风, 植被终年处于水分亏缺的状态。由于植被稀疏, 风蚀强烈, 地表土壤多堆满细小砾石, 土壤养分状况也十分贫瘠^[6]。同时, 荒漠草原作为农牧交错区或半农半牧区的地带性植被, 不仅面临的利用压力较大, 造成生产力下降, 而且随着全球气候变化和草原荒漠化的加剧, 其退化趋势更加迅速, 整个生态系统十分脆弱和不稳定, 处于逐渐裸化或向荒漠方向发展的过程中。因此, 本研究对荒漠草原不同利用强度下土壤酶活性及养分进行研究, 旨在揭示草地土壤营养潜力, 以及荒漠草原合理利用具有的重要理论和现实指导意义。

1 研究区域自然概况

试验地位于内蒙古自治区乌兰察布盟四子王旗境内, 地理位置北纬 41°44', 东经 112°23', 平均海拔为

1490 m。该区属典型的大陆性气候区, 年均降雨量 280 mm, 降水主要集中在 5—8 月。草地类型为荒漠草原, 植被草层低矮, 一般株高为 8 cm, 且植被较稀疏, 盖度为 17%~20%, 种类组成较单一, 植物群落由 20 多种植物组成。建群种为短花针茅 (*Stipa breviflora* Griseb.), 优势种为冷蒿 (*Artemisia frigida* Willd.)、无芒隐子草 (*Cleistogenes songorica* Ohwi.)。主要伴生种有银灰旋花 (*Convolvulus ammannii* Desr.)、阿尔泰狗娃花 (*Hetropappus altaicus* (Willd.) Novopokr.)、栉叶蒿 (*Artemisia pectinata* Pall.)、狭叶锦鸡儿 (*Caragana stenophylla* Pojark.)、羊草 (*Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel.)。试验地仍沿用原始的连续自由放牧方式, 放牧期为 5—11 月约 180 天, 放牧家畜以绵羊为主。草地土壤类型为栗钙土类中的淡栗钙土亚类。

2 试验设计与方法

草地连续自由放牧方式最明显地表现为以居民点周围相继分布的环带状变化上, 即由此向外辐射, 沿半径方向构成草原群落的放牧梯度。故以居民点为起点沿草原群落变化的方向设置了 3 个利用单元: 重度利用区、轻度利用区和围封禁牧区即对照区。在每一利用单元内选取 3 个具代表性的采样点, 在每个采样点设置 2 m × 2 m 的木围笼作为确定每次采集土样的参照物, 于 2007 年 3 月、5 月、8 月、10 月进行了 4 次土样采集。在每个利用单元分别选取 3 个样点, 在

①基金项目: 国家自然科学基金项目 (30360022) 资助。

作者简介: 高雪峰 (1975—), 女, 内蒙古人, 讲师, 硕士研究生, 主要从事应用微生物学研究。E-mail: gaoxuefeng@imnu.edu.cn

每个采样点用土钻按 5 点取样法取 0 ~ 20 cm 层的土样, 去除植物根系等杂质后装密封袋带回实验室待用。

脲酶活性采用靛酚比色法, 多酚氧化酶活性采用邻苯三酚比色法, 过氧化氢酶测定采用高锰酸钾滴定法, 蛋白酶活性采用 Folin-Ciocalteu 比色法, 转化酶活性用硫代硫酸钠滴定法进行测定^[7-8]。有机质含量用重铬酸钾容量法, 全 N 含量用半微量凯氏定氮法, 全

P 用钼锑抗比色法, 全 K 用 NaOH 熔融-火焰光度法分别进行测定^[9]。数据的显著性检验及相关性分析采用 SPSS13.0 软件分析。

3 结果与分析

3.1 不同利用单元土壤养分特征及季节动态

研究区荒漠草原不同利用强度单元内土壤有机质、全 N、全 P 和全 K 的含量如表 1 所示。

表 1 各样区土壤的养分含量

Table 1 The contents of soil nutrients of sampling sites

养分	时间	围封禁牧区	轻度利用区	重度利用区
有机质 (g/kg)	春季 (3 月)	3.09 ± 0.09 b	3.61 ± 0.14 a	2.98 ± 0.25 b
	夏季 (5 月)	2.90 ± 0.25 a	3.15 ± 0.26 a	2.91 ± 0.29 a
	秋季 (8 月)	2.60 ± 0.14 a	2.57 ± 0.21 a	1.88 ± 0.12 b
	冬季 (10 月)	2.86 ± 0.06 b	3.26 ± 0.12 a	2.68 ± 0.26 b
全 N (g/kg)	春季 (3 月)	0.12 ± 0.07 b	0.19 ± 0.01 a	0.18 ± 0.02 a
	夏季 (5 月)	0.14 ± 0.03 b	0.18 ± 0.01 a	0.12 ± 0.06 b
	秋季 (8 月)	0.18 ± 0.02 a	0.22 ± 0.01 a	0.13 ± 0.05 b
	冬季 (10 月)	0.14 ± 0.02 b	0.19 ± 0.05 a	0.13 ± 0.03 b
全 P (g/kg)	春季 (3 月)	0.69 ± 0.12 A	0.64 ± 0.20 A	0.30 ± 0.05 B
	夏季 (5 月)	0.46 ± 0.02 a	0.48 ± 0.18 a	0.29 ± 0.09 b
	秋季 (8 月)	0.72 ± 0.15 a	0.76 ± 0.27 a	0.62 ± 0.23 b
	冬季 (10 月)	0.50 ± 0.04 b	0.74 ± 0.04 a	0.61 ± 0.17 a
全 K (g/kg)	春季 (3 月)	22.32 ± 1.16 a	23.51 ± 1.04 a	20.16 ± 0.59 a
	夏季 (5 月)	20.15 ± 0.72 b	23.30 ± 0.58 a	18.91 ± 1.16 b
	秋季 (8 月)	25.19 ± 0.21 a	20.03 ± 1.68 b	19.13 ± 1.71 b
	冬季 (10 月)	21.02 ± 1.73 a	23.82 ± 2.01 a	19.73 ± 2.16 a

注: 表中同行不同小写字母表示处理间差异显著 ($p < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($p < 0.01$), 下同。

3.1.1 不同利用单元土壤养分含量比较分析 由表 1 看出, 荒漠草原土壤中有有机质的含量在围封禁牧区为 2.60 ~ 3.09 g/kg, 轻度利用区为 2.57 ~ 3.61 g/kg, 重度利用区为 1.88 ~ 2.98 g/kg; 全 N 含量在围封禁牧区为 0.12 ~ 0.18 g/kg, 轻度利用区为 0.18 ~ 0.22 g/kg, 重度利用区为 0.12 ~ 0.18 g/kg; 全 P 含量在围封禁牧区为 0.46 ~ 0.72 g/kg, 轻度利用区为 0.48 ~ 0.76 g/kg, 重度利用区为 0.29 ~ 0.62 g/kg; 全 K 含量在围封禁牧区 20.15 ~ 25.19 g/kg, 轻度利用区为 20.03 ~ 23.82 g/kg, 重度利用区为 18.91 ~ 20.16 g/kg。

显著性检验表明, 与围封禁牧区相比较, 土壤有机质含量在轻度利用区冬、春季显著增加, 其他季节变化不显著, 在重度利用区秋季含量显著降低, 其他季节略降低但不显著。全 N 含量在轻度利用区增加显

著, 在重度利用区春季显著增加, 其他季节略降低但不显著, 原因可能是放牧初期, 由于放牧家畜的粪便进入土壤, 使得土壤的全 N 含量增加, 随着放牧的继续, 放牧家畜对土壤的踩踏作用更加明显, 使土壤的结构紧实, 土壤通透性降低, 全 N 含量降低。全 P 含量在轻度利用区冬季显著增加, 其他季节变化不显著, 在重度利用区显著或极显著降低。全 K 含量在轻度利用区内夏季显著增加, 秋季显著降低, 冬春季节变化不显著, 在重度利用区内秋季显著降低, 其他季节变化不显著。可见, 利用强度对荒漠草原土壤中不同的养分含量影响不同, 总体上, 轻度利用有增加土壤中有机质、全 N 和全 P 的含量的趋势, 有助于土壤肥力的永续利用, 重度利用则有导致土壤有机质、全 P、全 N 和全 K 含量降低的趋势, 会使草原土壤肥力下降。

文都日乐等^[10]在研究放牧干扰对贝加尔针茅草原土壤微生物与土壤酶活性的影响中指出,土壤养分含量(有机质、全 N、全 P、NH₄⁺-N、速效 P)随着放牧强度的增加而降低,重度放牧导致土壤有机质、全 N、全 P 及速效 P 含量均显著下降,土壤养分资源趋于匮乏,与本研究结果基本一致。故限制草地的载畜率是保证草地资源可持续利用的必要条件之一。

3.1.2 不同利用单元土壤养分的季节变化 研究区荒漠草原土壤中养分含量随季节变化见表 1,有机质含量在各利用单元的变化趋势基本一致,均为春季最高,春季到秋季逐渐降低,秋季达最低值,秋季到冬季又逐渐增加。全 P 含量的年季变化趋势在各利用单元基本一致,为春季到夏季降低,夏季最低,夏季

到秋季增加,峰值出现在秋季,秋季到冬季降低。全 N 含量的年季变化在各单元内不完全相同,在围封禁牧区春季到秋季升高,秋季达峰值,秋季到冬季降低;在轻度利用区内秋季达峰值,其他季节基本相近;在重度利用区内春季含量最高,春季到夏季降低,夏季与冬季含量基本相近。全 K 含量在围封禁牧区从春季到夏季降低,夏季到秋季增加,秋季达峰值,秋季到冬季又降低;在轻度利用区春季到秋季降低,秋季到冬季增加,冬季达峰值;在重度利用区春季到夏季降低,夏季含量最低,夏季到冬季增加。

3.2 不同利用单元土壤酶活性比较及其季节变化

研究区荒漠草原不同利用强度单元内土壤中 5 种酶的活性结果见表 2。

表 2 各样区土壤 5 种酶活性

Table 2 The activities of five kinds of soil enzymes of sampling sites

酶类	时间	围封禁牧区	轻度利用区	重度利用区
脲酶 (NH ₃ -N, mg/g)	春季(3月)	2.39 ± 0.14 b	6.22 ± 0.29 a	2.94 ± 0.17 b
	夏季(5月)	5.51 ± 0.12 c	5.48 ± 0.15 a	7.65 ± 0.56 b
	秋季(8月)	7.62 ± 0.26 C	12.53 ± 0.07 A	9.87 ± 0.50 B
	冬季(10月)	1.82 ± 0.09 c	2.65 ± 0.08 a	3.43 ± 0.96 a
转化酶 (0.05 mol/L Na ₂ SO ₃ S ₂ , ml/g)	春季(3月)	5.84 ± 0.70 A	5.18 ± 0.36 A	3.53 ± 0.24 B
	夏季(5月)	5.34 ± 0.41 A	5.71 ± 3.32 A	2.26 ± 0.49 C
	秋季(8月)	8.66 ± 0.13 b	10.25 ± 5.32 a	6.75 ± 0.58 c
	冬季(10月)	5.03 ± 0.13 b	7.09 ± 2.01 a	2.09 ± 0.41 c
蛋白酶 (酪氨酸, mg/g)	春季(3月)	0.86 ± 0.01 B	0.98 ± 0.03 A	0.72 ± 0.02 C
	夏季(5月)	0.62 ± 0.09 a	0.78 ± 0.04 a	0.40 ± 0.18 b
	秋季(8月)	0.89 ± 0.07 a	1.02 ± 0.06 a	0.78 ± 0.01 c
	冬季(10月)	0.78 ± 0.01 A	0.82 ± 0.01 A	0.58 ± 0.01 B
多酚氧化酶 (没食子素, mg/g)	春季(3月)	0.41 ± 0.03 b	0.47 ± 0.03 b	0.86 ± 0.08 a
	夏季(5月)	1.01 ± 0.03 c	1.21 ± 0.06 b	1.76 ± 0.08 a
	秋季(8月)	0.63 ± 0.02 b	0.79 ± 0.04 b	0.92 ± 0.06 a
	冬季(10月)	0.29 ± 0.01 b	0.27 ± 0.01 b	0.42 ± 0.01 a
过氧化氢酶 (0.1 mol/L KMnO ₄ , ml/g)	春季(3月)	0.78 ± 0.03 c	1.43 ± 0.01 a	1.02 ± 0.08 b
	夏季(5月)	1.02 ± 0.07 c	1.58 ± 0.04 a	1.45 ± 0.08 b
	秋季(8月)	1.16 ± 0.13 b	1.63 ± 0.02 c	1.79 ± 0.03 a
	冬季(10月)	0.95 ± 0.04 c	1.46 ± 0.06 a	1.06 ± 0.09 b

3.2.1 不同利用单元土壤酶活性特性 在围封禁牧区、轻度利用区和重度利用区 3 个利用单元内的酶活性的范围分别为(表 2),脲酶活性为 NH₃-N 1.82 ~ 7.62、2.65 ~ 12.53、2.94 ~ 9.87 mg/g,年内最大与最小酶活性的比值分别为 4.19、4.73、3.89。转化酶活性为 Na₂SO₃S₂ 5.03 ~ 8.66、5.18 ~ 10.25、2.09 ~ 6.75 ml/g,

年内最大与最小酶活性的比值分别为 1.72、1.98、3.23。蛋白酶活性为酪氨酸 0.62 ~ 0.89、0.78 ~ 1.02、0.40 ~ 0.78 mg/g,年内最大与最小酶活性的比值分别为 1.44、1.31、1.95。多酚氧化酶活性为没食子素 0.29 ~ 1.01、0.27~1.21、0.42 ~ 1.76 mg/g,年内最大与最小酶活性的比值分别为 3.48、4.48、4.19。过氧化氢酶活

性为 KMnO_4 0.78 ~ 1.16、1.43 ~ 1.63、1.02 ~ 1.79 ml/g，年内最大与最小酶活性的比值分别为 1.49、1.14、1.75。可见，脲酶和多酚氧化酶的活性在年季内变化幅度较大，其他 3 种酶的活性的年季变化较小。万忠梅和宋长春^[11]在土壤酶活性对生态环境的响应研究进展中也指出，土壤中酶活性的季节变化规律很明显，但不同的酶类，其变化规律不同，但均是冬季酶活性最低。

3.2.2 利用强度对 5 种土壤酶活性的影响 与围封禁牧区相比较（表 2），脲酶活性在轻度利用区和重度利用区内均增加，且增加显著或极显著；转化酶活性在轻度利用区内春、夏季变化不显著，秋冬季酶活性显著增加。在重度利用区内降低显著或极显著；蛋白酶活性在轻度利用区内均有增加，但只有春季增加极显著。在重度利用区内均极显著降低；多酚氧化酶活性在轻度利用区内略增加，仅夏季增加显著，在重度利用区内均显著增加，过氧化氢酶活性在各样区内均显著增加，且轻度利用区较重度利用区增加幅度大。

可见，放牧利用对荒漠草原土壤中的酶活性有显著影响，不同的酶其影响也不完全相同。放牧区的脲酶、多酚氧化酶和过氧化氢酶的活性均较围封禁牧区增加，轻度利用增加较重度利用增加幅度大。故草地轻度利用有利于土壤脲酶、多酚氧化酶和过氧化氢酶的活性的增加，但随利用强度的增加其活性又会下降。轻度利用有增加草原土壤转化酶和蛋白酶活性的趋势，重度利用则导致土壤转化酶和蛋白酶活性均显著降低。孙秀英等^[12]在研究放牧对土壤酶活性的影响中也表明，土壤酶活性随着放牧压力的增大，呈现先增大然后减小的趋势，即适度放牧可增加土壤中的酶活性，当放牧压力超出安全承受放牧压力的上限这个水平土壤酶活性就会减少。

3.3 相关性分析

对研究区荒漠草原土壤中各类酶活性之间、养分之间以及酶活性与养分之间相关性进行了分析，结果见表 3。

表 3 土壤中各因子之间的相关性

Table 3 The correlations among different soil factors

	脲酶	多酚氧化酶	过氧化氢酶	转化酶	蛋白酶	有机质	全 N	全 P	全 K
脲酶	1								
多酚氧化酶	0.166	1							
过氧化氢酶	0.069	0.556*	1						
转化酶	-0.535*	0.075	0.214	1					
蛋白酶	-0.287	-0.203	-0.102	0.745**	1				
有机质	0.853**	-0.216	-0.622**	0.702**	0.729**	1			
全 N	0.557*	0.131	0.263	0.136	0.815**	0.572*	1		
全 P	0.068	-0.091	0.316	0.262	0.525*	0.387	0.151	1	
全 K	0.153	-0.112	-0.154	-0.126	0.424	0.217	0.682**	0.586*	1

注：* 表示在 $p < 0.05$ 水平显著相关，** 表示在 $p < 0.01$ 水平极显著相关。

土壤酶主要来自土壤微生物和植物根系，而微生物和植物生长状况均与土壤肥力特征关系密切^[13]。由表 3 可见，5 种酶活性之间存在一定的相关关系，其中脲酶与转化酶有显著的负相关关系，多酚氧化酶与过氧化氢酶有显著的正相关关系，转化酶与蛋白酶有极显著的正相关关系。各养分之间，有机质与全 N 显著正相关，全 N 与全 K 极显著正相关，全 K 和全 P 显著正相关。土壤养分与酶活性之间，有机质含量与脲酶、转化酶和蛋白酶活性之间均呈极显著正相关关系，与过氧化氢酶活性呈显著负相关；全 N 含量与蛋白酶活性呈极显著正相关；全 P 含量与蛋白酶活性呈显著正相关。表明在土壤系统中，土壤酶之间是相互

联系、相互影响的，土壤酶在促进土壤养分的转化中不仅显示专性特性，也存在共性关系^[14]。唐玉姝等^[15-17]的研究也表明土壤中酶之间的相关性较强，证明它们存在信息上的重叠。即说明了土壤酶活性与土壤肥力之间关系密切，可以用来评价土壤肥力状况。陶宝先等^[18]通过主成分分析法对 4 种林分土壤肥力起主要作用的因子的研究表明，土壤酶活性对土壤肥力质量有明显的指示作用。因此，土壤中各因子之间存在着密切的相关关系，各因子之间均存在一定的关联，是一个不可分隔的整体。土壤酶活性的高低可作为评价土壤肥力的指标，其中，蛋白酶活性与土壤肥力中各养分之间的相关性最大，是表征土壤养分变化的最敏感、

最理想的土壤酶。

4 结论

草原的人为利用强度直接影响着草地的土壤养分状况和酶活性, 总体上, 草原轻度利用有利于土壤中脲酶、转化酶、蛋白酶、多酚氧化酶和过氧化氢酶活性的增加, 重度利用则导致土壤转化酶和蛋白酶活性均显著降低。5 种酶中, 脲酶和多酚氧化酶的活性在年季内变化幅度较大, 其他 3 种酶的活性的年季变化较小。轻度利用有增加土壤有机质、全 N 和全 P 含量的趋势, 重度利用则有导致土壤有机质、全 P、全 N 和全 K 含量降低的趋势, 使草原土壤肥力下降。相关性分析表明, 土壤中各养分与 5 种酶之间均存在着一定的相关性, 故土壤酶活性的高低可作为评价土壤肥力的指标, 且蛋白酶为最佳评价土壤肥力指标之一。

参考文献:

- [1] 丁茜, 胡海波, 王人潮. 半干旱区土壤酶活性与其理化及微生物的关系. 南京林业大学学报, 2007, 31(2): 13-18
- [2] 韩发, 李以康, 周华坤. 管理措施对三江源区“黑土滩”土壤肥力及土壤酶活性的影响. 草业学报, 2007, 16(3): 1-8
- [3] 郭彦军, 韩建国. 农牧交错带退耕还草对土壤酶活性的影响. 草业学报, 2008, 17(5): 23-29
- [4] 中科院蒙宁综合考察队. 内蒙古植被. 北京: 科学出版社, 1985
- [5] 马毓泉. 内蒙植物志. 2 版. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1995
- [6] 赛胜宝, 李德新. 荒漠草原生态系统研究. 呼和浩特: 内蒙古

人民出版社, 1994

- [7] 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册. 北京: 农业出版社, 1986
- [8] 周礼恺. 土壤酶学. 北京: 科学出版社, 1987: 118-159
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [10] 文都日乐, 张静妮, 李刚, 易津, 张永生, 杨殿林. 放牧干扰对贝加尔针茅草原土壤微生物与土壤酶活性的影响. 草地学报, 2010, 18(4): 517-522
- [11] 万忠梅, 宋长春. 土壤酶活性对生态环境的响应研究进展. 土壤通报, 2009, 40(4): 951-955
- [12] 孙秀英, 王政军, 孙镇涛, 贾树海. 放牧压力对草原砂质栗钙土土壤酶活性影响的研究. 辽宁农业科学, 2009(4): 7-29
- [13] 薛冬, 姚槐应, 何振立. 红壤酶活性与肥力的关系. 应用生态学报, 2005, 16(8): 1 455-1 458
- [14] 陈立明, 满秀玲. 云冷杉林土壤酶活性与土壤养分的研究. 中国水土保持科学, 2009, 7(4): 94-99
- [15] 唐玉姝, 慈恩, 颜廷梅, 魏朝富, 杨林章, 沈明星. 太湖地区长期定位试验稻麦两季土壤酶活性与土壤肥力关系. 土壤学报, 2008, 45(5): 1 000-1 005
- [16] 王娟, 谷雪景, 赵吉. 羊草草原土壤酶活性对土壤肥力的指示作用. 农业环境科学学报, 2006, 25(4): 934-938
- [17] 王启兰, 王溪, 王长庭, 曹广民, 龙瑞军. 高寒矮蒿草甸土壤酶活性与土壤性质关系的研究. 中国草地学报, 2010, 32(3): 51-56
- [18] 陶宝先, 张金池, 崔志华, 孔雨光, 俞元春. 苏南丘陵区林地土壤酶活性及其与土壤理化性质的相关性. 生态与农村环境学报, 2009, 25(2): 44-48

Research on Dynamic of Soil Enzyme Activities and Soil Nutrients in Desert Steppe

GAO Xue-feng¹, HAN Guo-dong²

(1 College of Life Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022, China;

2 College of Ecology and Environment, Inner Mongolia Agricultura University, Huhhot 010018, China)

Abstract: In this paper we studied soil nutrients and 5 kinds of enzyme activities in different using intensity units in Inner Mongolia desert grassland, and analyzed the correlations among them. The results showed that using intensity directly affected soil nutrient contents and enzyme activities in desert steppe. Light using activity increased the activities of enzymes and the contents of soil organic matter, total nitrogen and total phosphorus, but heavy using one decreased significantly the activities of catalase and protease activities and the contents of soil organic matter, total phosphorus, total nitrogen and potassium. The activities of urease and polyphenol oxidase varied more in annual quarter. Correlation analysis showed the highest correlation occurred between protease activity and nutrient contents.

Key words: Desert steppe, Soil enzyme, Soil nutrient