

不同草原植被碱化草甸土的酶活性*

郭继勋 姜世成 (东北师范大学国家草地生态工程实验室, 长春 130024)

林海俊 金晓明 (内蒙古呼伦贝尔盟牧业干部学校, 海拉尔 021008)

【摘要】 在羊草草原不同植物群落土壤中, 脲酶、磷酸酶和纤维素酶活性的变化是羊草群落>拂子茅群落>碱茅群落>虎尾草群落>碱蓬群落>光碱斑。脱氢酶是拂子茅群落>羊草群落>虎尾草群落>碱茅群落>碱蓬群落>光碱斑。脲酶、磷酸酶和纤维素酶的时间变化曲线呈抛物线型, 最大值均出现在8月, 最小值出现在6月或10月。脱氢酶变化的最大值出现在6月, 然后逐渐减弱, 10月出现最低值。关联分析表明各土壤因子对脲酶作用大小的关联序为全N>有机质>土壤容重>全P>pH; 磷酸酶为全P>有机质>pH>全N>土壤容重; 脱氢酶为全N>有机质>全P>土壤容重>pH; 纤维素酶为全N>有机质>全P>pH>土壤容重。脲酶、磷酸酶和纤维素酶活性与微生物生物量关系随着微生物生物量的增加酶活性逐渐增强。脱氢酶与微生物生物量的关系不明显。

关键词 土壤酶活性 土壤因子 羊草草原

Enzymic activity of alkaline meadow soil with different grassland vegetations. Guo Jixun, Jiang Shicheng (National Laboratory of Grassland Ecological Engineering, Northeast Normal University, Changchun 130024), Lin Haijun and Jin Xiaoming (Animal Husbandry Cadre School of Hulunbeier League, Hailaer, Inner Mongolia, Hailaer 021008). -Chin. J. Appl. Ecol., 1997, 8(4):412~416.

In soils with different grassland plant communities, the activities of urease, phosphatase and cellulase were in the order of *A. chinense* community > *Calamagrostis epigeios* community > *Puccinellia tenuiflora* community > *Chloris virgata* community > *Suaeda glauca* community > alkaline spot; and dehydrogenase activity was in the order of *C. epigeios* community > *A. chinense* community > *C. virgata* community > *P. tenuiflora* community > *S. glauca* community > alkaline spot. The temporal dynamics of urease, phosphatase and cellulase activities was parabolas in shape, the maximum in August and the minimum in June or October. The dehydrogenase activity reached the highest value in June, and the lowest value in October. Interrelated analysis showed that soil factors affecting urease activity were total N > organic matter > soil unit weight > total P > pH; for phosphatase, were total P > organic matter > pH > total N > soil unit weight; for dehydrogenase were total N > organic matter > total P > soil unit weight > pH; and for cellulase, were total N > organic matter > total P > pH > soil unit weight. The enzymic activities were gradually strengthened with increasing biomass, but the correlation between dehydrogenase activity and microorganism biomass was not obvious.

Key words Soil enzymic activities, Soil factors, *Aneurolepidium chinense* grassland.

1 引言

土壤酶活性是土壤生物学活性的总体现, 一切生物化学过程在很大程度上取决于土壤酶的活性, 土壤酶活性可作为评价土壤肥力水平的指标^[1,3]。目前, 土壤酶的

研究多集中在耕地土壤, 对草原土壤酶活性的研究较少^[5,6]。本文自1993~1994年对东北羊草草原不同植物群落土壤中酶活性的变化, 及其与土壤理化性质和土壤微

* 国家自然科学基金资助项目。

1995年12月28日收稿, 1996年7月31日接受。

生物的关系进行了研究. 目的在于为草原土壤的改良和对草原的合理利用提供理论基础.

2 研究地区自然概况与研究方法

研究地区位于东北松嫩平原西南部, $123^{\circ}44' \sim 123^{\circ}47'E$, $44^{\circ}40' \sim 44^{\circ}44'N$, 属于温带半干旱季风气候. 年降雨量平均为 470 mm, 多集中在 6~8 月, 年蒸发量约为降水量的 3.5 倍. 年平均气温为 $4.9^{\circ}C$, 最高月平均气温出现在 7 月, 最低月平均气温出现在 1 月. 土壤以碱化草甸土为主, pH 值大于 8 以上. 植被以羊草 (*Aneurolepidium chinense*) 群落占绝对优势. 在土壤条件较好的地段分布着拂子茅 (*Calamagrostis epigeios*) 群落. 在不同程度盐碱化土壤上分布着碱茅 (*Puccinellia tenuiflora*) 群落、虎尾草 (*Chloris virgata*) 群落和碱蓬 (*Suaeda glauca*) 群落. 在碱化严重地段出现光碱斑.

选择羊草群落、拂子茅群落、碱茅群落、虎尾

表 1 不同植物群落土壤酶活性的变化动态

Table 1 Change dynamics of soil enzymic activities in different plant communities

酶 Enzyme	羊草群落 <i>Aneurolepidium chinense</i>	拂子茅群落 <i>Calamagrostis epigeios</i>	碱茅群落 <i>Puccinellia tenuiflora</i>	虎尾草群落 <i>Chloris virgata</i>	碱蓬群落 <i>Suaeda glauca</i>	光碱斑 <i>Alkaline spot</i>
脲酶 Urease ($NH_3-N \text{ mg} \cdot g^{-1} \text{ soil} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$)	4.74	4.30	3.97	3.24	1.37	1.08
磷酸酶 Phosphatase ($\text{酚} \text{ mg} \cdot g^{-1} \text{ soil} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$)	0.890	0.834	0.688	0.552	0.546	0.268
脱氢酶 Dehydrogenase ($\text{甲腊} \text{ mg} \cdot g^{-1} \text{ soil} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$)	1.210	1.320	0.235	0.720	0.207	0.102
纤维素酶 Cellulase ($\text{葡萄糖} \mu\text{g} \cdot g^{-1} \text{ soil} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$)	20.29	19.65	16.37	12.87	4.91	2.57

从总的变化趋势来看, 羊草群落 4 种土壤酶的活性均较高, 反映了土壤酶活性与主要优势植物群落的一致性. 其次在拂子茅群落中几种土壤酶的活性也较高. 在几个次生的盐碱植物群落中土壤酶活性均低于以上 2 个群落, 表明随着植被退化和土壤盐碱化土壤酶活性降低, 脲酶、磷酸酶和纤维素酶活性大小的顺序是羊草群落 > 拂子茅群落 > 碱茅群落 > 虎尾草群落 > 碱蓬群落 > 光碱斑. 脲酶可使土壤中有有机氮向有效态氮转化, 从而改善了 N 的供应

草群落和光碱斑作为样地, 6~10 月, 每月取 0~30 cm 土层作为分析样品. 脲酶活性的测定采用 Hoffmann-Teichet 法, 以尿素为基质. 碱性磷酸酶的测定以苯磷酸二钠为基质. 脱氢酶的测定以 TTC 为基质. 纤维素酶的测定选用蒽酮比色法, 以羧甲基纤维素为基质. 土壤有机质测定采用油溶容量法, 全 N 用凯氏法, 全 P 用紫外分光光度计测定, 容重用环刀法, pH 值用 DMS-2 酸度计测定. 微生物生物量采用干重换算法.

3 结果与分析

3.1 土壤酶活性的变化

不同植物群落分泌物和枯枝落叶化学组成的差异及其生境条件的不同, 必然对土壤酶的活性产生一定的影响. 羊草草原主要植物群落中土壤酶活性的测定结果, 基本上可以反映出土壤酶活性的变化与植物群落的关系(表 1).

状况. 磷酸酶能促进有机磷化合物的分解, 从而提高了土壤有效磷的水平. 以上 2 种酶活性的变化, 基本上反映了不同群落土壤肥力之间的差异性. 纤维素酶活性的高低对羊草草原非常重要, 因为草本植物纤维素含量在 20~40% 之间, 枯枝落叶中含有大量纤维素. 纤维素的分解是草原生态系统 C 循环的一个重要环节, 这种分解作用必须由微生物分泌的纤维素酶来完成.

脱氢酶活性的变化是拂子茅群落 > 羊草群落 > 虎尾草群落 > 碱茅群落 > 碱蓬群

落>光碱斑.脱氢酶活性可作为土壤腐殖质分解、土壤呼吸强度等生化代谢指标.

在同一群落中,土壤酶活性随着时间的变化也表现出一定的差异性.在植物生长季6~10月,对羊草群落土壤中4种酶的活性进行了逐月测定.结果表明,脲酶、磷酸酶和纤维素酶活性的时间变化曲线均呈抛物线型,最大值均出现在8月,最小值出现在6月或10月(图1).从6月开始温度升高,降雨增加,利于微生物的生长和繁殖,植物群落生物量逐渐增加,到8月水热因子配合同步,微生物生物量和群落产量均达最大值.因为土壤酶来自土壤微生物、植物活体和残体,所以土壤酶活性变化与微生物和植物群落生物量的变化是同步的.土壤酶活性的时间变化与枯枝落叶的分解是一致的,因为枯枝落叶分解主要由各种酶作用来完成,随着土壤酶活性的提高,分解速率加快.同时伴随着动植物残体分解,土壤中遗留一定数量具有活性的酶.

脱氢酶的时间变化与以上3种酶完全不同,最大值出现在6月,随着时间推移,其活性逐渐减弱,到10月出现最低值.

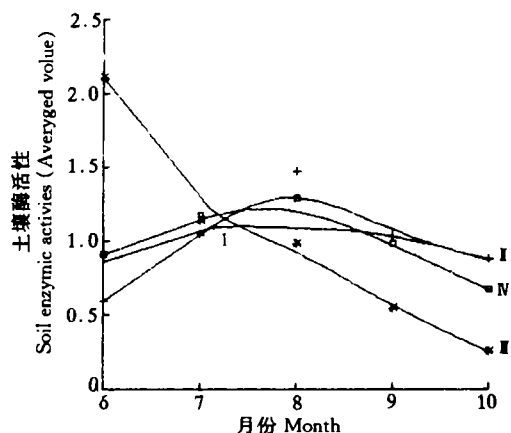


图1 土壤酶活性的时间变化动态

Fig. 1 Temporal change dynamics of soil enzymatic activity.

I. 脲酶 Urease, II. 脱氢酶 Dehydrogenase, III. 磷酸酶 Phosphatase, IV. 纤维素酶 Cellulase.

3.2 土壤酶活性与土壤理化因子的关系

土壤酶活性与土壤理化特性的关系是土壤酶研究的主要内容,因为土壤酶活性受土壤质地及化学性质的影响.在羊草草原的碱化土壤中,对土壤酶作用最大的要属土壤营养状况和碱化程度.因此,本文对6种不同植物群落土壤中反映营养状况的有机质含量、全N、全P及反映碱化程度的土壤pH值和反映土壤结构的土壤容重指标进行了测定,并对这些指标与土壤酶活性的关系进行了分析(图2).

脲酶、磷酸酶、脱氢酶和纤维素酶与土壤有机质、全N和全P均呈指数正相关,相关系数达0.92以上,呈显著水平.4种酶与土壤有机质和全N的相关性较好,随着有机质和全N含量的增加,酶的活性有明显的变化.4种酶与土壤pH值和容重均呈指数负相关,相关系数达0.90以上,呈显著水平.在碱化土壤中碱化程度和土壤紧实度是限制土壤酶活性的主要因子.

环境因子对土壤酶作用是综合性的,各因子的作用程度不同,为了探讨各因子对土壤酶的相对重要性,进行了土壤酶活性与各因子之间的关联分析.结果表明,各因子对脲酶作用大小的关联序为全N(0.4194)>有机质(0.3940)>土壤容重(0.2754)>全P(0.2610)>pH值(0.2027),土壤N含量对脲酶活性影响最大,因为脲酶是土壤中N转化的重要酶类之一.对磷酸酶的关联序为全P(0.4004)>有机质(0.2932)>pH值(0.2671)>全N(0.2163)>土壤容重(0.2149),因为磷酸酶是水解土壤有机磷主要酶,因此土壤P含量直接影响该酶的活性.对纤维素酶的作用是全N(0.4422)>有机质(0.3881)>全P(0.2884)>pH值(0.2405)>土壤容重(0.2363),因为有机质和N能促进微生物生长及分泌纤维素酶.对脱氢酶作用

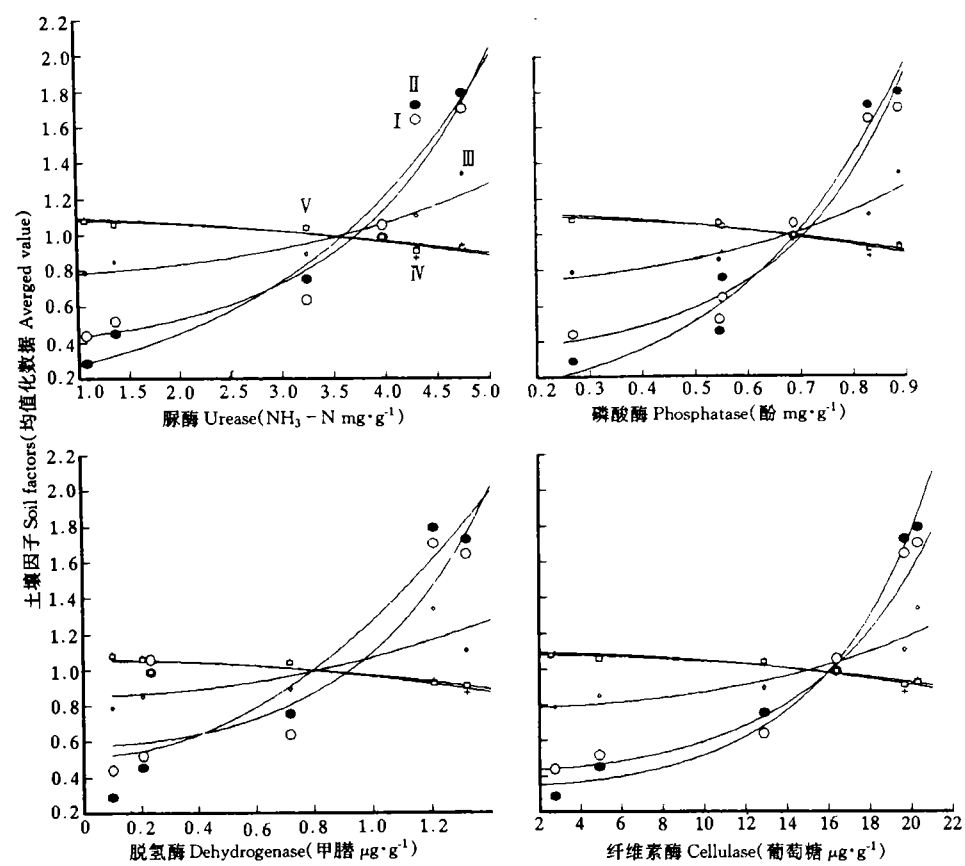


图2 土壤酶活性与土壤因子的关系

Fig.2 Relationship of soil enzymatic activity and soil factors.

I. 有机质 Organic matter, II. 全 N Total N, III. 全 P Total P, IV. 土壤 pH Soil pH, V. 土壤容重 Soil unit weight.

顺序是全 N(0.4039) > 有机质(0.3640) > 全 P(0.2108) > 土壤容重(0.1962) > pH 值(0.1719).

3.3 土壤酶活性与土壤微生物的关系

关于土壤微生物与土壤酶活性的关系,有不同的看法,有些学者认为微生物的数量与土壤酶活性有直接的关系,有的则认为不存在相关性^[4]. 土壤微生物是土壤酶的一个主要来源,为代谢活性的完成者,那么某些土壤酶活性必然与微生物有一定的联系. 另一个值得讨论的问题是用微生物生物量来说明与土壤酶活性的关系,要比用微生物数量更为恰当,因为生物量直接反映微生物的分解能力.

在微生物生长和繁殖季节(5~10

月),对羊草群落土壤微生物生物量进行了逐月测定,并且分析了它们与土壤酶活性的关系(表2). 从表2可以看出脲酶、磷酸酶和纤维素酶的活性与微生物生物量有较密切的关系,3种酶的活性随着生物量的增加而不断增强,二者的变化基本保持同

表2 土壤酶活性与微生物生物量的变化

Table 2 Changes of soil enzymatic activity and soil microorganism biomass

月份 Month	微生物 生物量 Biomass ($10^{-3}g \cdot g^{-1} \text{ soil DW}$)	脲酶 Urease ($NH_3 \cdot N \text{ mg} \cdot g^{-1}$)	磷酸酶 Phosphatase ($\mu g \cdot g^{-1}$)	纤维素酶 Cellulase ($\mu g \cdot g^{-1}$)	脱氢酶 Dehydrogenase ($mg \cdot g^{-1}$)
6	17.76	3.65	0.530	15.23	1.210
7	20.31	4.53	0.612	19.65	0.652
8	25.41	4.74	0.890	21.52	0.562
9	17.92	4.50	0.632	16.37	0.310
10	5.89	3.63	0.359	11.23	0.142

步. 脱氢酶活性与土壤微生物的关系不明显, 其变化规律与生物量相比呈现不规则性. 这说明土壤微生物并不是与所有土壤酶都有密切的关系, 因为土壤酶的来源, 除了微生物之外还有其它生物.

4 结 论

4.1 对不同草原植被土壤酶活性的比较研究表明, 4种酶活性强度的变化随着植被的退化和土壤肥力的降低及碱化程度的加强而减弱.

4.2 脲酶、磷酸酶和纤维素酶活性的时间变化与植物群落的生物量的变化相一致, 脱氢酶活性的时间变化是从6月开始逐渐降低, 其原因尚不清楚.

4.3 脲酶、磷酸酶和纤维素酶活性变化与微生物生物量的变化基本同步, 表明微生物是土壤酶的一个主要来源. 脱氢酶与微生物生物量的关系不明显, 表明微生物不是土壤酶的唯一来源.

参考文献

- 1 丁宁平等. 1990. 酶活性在评价旱地土壤培肥效果中的作用. 土壤通报, 6: 269~271.
- 2 关松荫. 1990. 土壤酶及其研究方法. 北京: 农业出版社.
- 3 江育璋. 1982. 几种土壤活性所表征的土壤肥力意义. 土壤通讯, 11: 16~23.
- 4 孙炳寅等. 1989. 互花米草 (*Spartina alterniflora*) 草场土壤微生物生态分布及某些酶活性的研究. 生态学报, 9(3): 240~244.
- 5 周礼恺等. 1981. 黑土酶活性. 土壤学报, 18(2): 158~165.
- 6 邱凤琼等. 1981. 东北黑土有机质和酶活性与土壤肥力的关系. 土壤学报, 18(3): 244~254.

欢迎订阅 1998 年《应用与环境生物学报》

《应用与环境生物学报》是由国家科委批准, 中国科学院主管, 中国科学院成都生物研究所主办、科学出版社出版的全国学术性科技期刊(学报级). 主要报道我国应用生物学、环境生物学及相关科学领域的基础研究、应用基础研究和应用研究的成果, 包括研究论文、研究简报和本刊特约的综述或述评.

《应用与环境生物学报》是我国科学研究所、研究所, 各大专院校以及各科技情报所、图书馆必备的科技刊物, 是我国科学工作者、大专院校师生以及有关科技工作者进行科学交流的良好园地.

《应用与环境生物学报》为季刊, 季末月 25 日出版, 每期 96 页, 期定价 11.00 元. 全国各地邮局(所)均可订阅. 邮发代号: 62-15. 新订户可向本刊编辑部补购 1995、1996、1997 各卷(卷价分别为 32.00 元、44.00 元和 44.00 元) 编辑部地址: 610041 成都市人民南路 4 段 9 号 中国科学院成都生物研究所学报编辑部 刘东渝 电话: (028)5229903.