

外源氮输入对高山土壤酶活的影响

冯茜 胡丹 郑珂 雷燕 谢宇 李馨雨 高宇

乐山师范学院生命科学学院

[摘要] 为了解大气氮沉降对高山土壤生态的影响,以青藏高原东缘高山土壤为研究对象,采用室内模拟氮添加的方法,研究了三种典型土壤酶(过氧化氢酶、纤维素酶、蔗糖酶)活性在不同水平氮添加下(0gN(CK)、0.1gN(N1)、0.4gN(N4))的变化规律。结果表明,氮添加会增加过氧化氢酶和纤维素酶活性,抑制蔗糖酶活性,N1、N4处理下的过氧化氢酶活性分别为 1.50 、 $1.34\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot 72\text{h}^{-1}$,纤维素酶活性均为 $0.27\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot 72\text{h}^{-1}$ 。施氮处理对三种酶的活性影响均不显著。试验结果表明,氮添加能在一定程度上改变土壤酶活性,进而对土壤生物化学过程产生影响。

[关键词] 氮添加; 土壤酶; 青藏高原; 酶活性

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.09.2159

人类对化石燃料进行大量燃烧、氮肥的大量使用使得全球大气中的氮沉降量呈逐年显著增加的趋势^[1],大气氮沉降已经成了导致全球气候改变的主要因素之一。土壤酶是土壤营养物质循环和转化的媒介因子,在一定程度上可表征土壤养分的转化能力和土壤生物的活性大小。已有调查显示,我国青藏高原东缘地区大气氮沉降有着逐年递增的趋势,氮沉降量的增加必然会导致土壤生态过程的变化,从而影响高山土壤酶活性。因此,本试验是以青藏高原东缘高山土壤为研究对象,采用人工模拟氮沉降的方法,通过探讨三种土壤酶(过氧化氢酶、蔗糖酶、纤维素酶)在不同水平氮添加处理下的变化规律,以期为高山土壤生态过程应对气候变化的响应机制研究提供数据参考。

1 材料与方法

在松潘卡卡山试验基地内随机选取5个大小一致的样地,面积为 $10\text{m}\times 10\text{m}$,用土壤取样器沿对角线分别在每个样地中采集10个土壤样品,随后将采集的50个土壤样品带回实验室后均匀混合。^[2]调节土壤样品含水量为70%,在 25°C 恒温下稳定1周后将土壤分装入9个培养盒中(每盒装入 1000g 土)。分成3组,每组重复三次。每组土壤中分别加入含 0g 、 0.47g 、 1.89g 的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液,以对应三个施氮水平: 0gN (CK)、 0.1gN (N1)、 0.4gN (N4)。1个月后,测定土壤过氧化氢酶、蔗糖酶、纤维素酶活性,测定方法参照关松荫。实验结果采用Microsoft Excel 2010进行统计并制图,用软件SPSS11.0进行单因素方差分析,最小显著差异法(LSD)进行不同处理组间的差异比较($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同水平氮添加对土壤过氧化氢酶活性影响

由图1可知,在不同水平氮添加下,土壤过氧化氢酶活性呈现出先增加后降低的变化趋势,其中N1处理下酶活性最高,达 $1.50\text{g}/(\text{g}\cdot 72\text{h})$ 。与对照相比,氮添加处理组的土壤过氧化氢酶活性均高于对照组,分别提高了128.2%和114.52%,然而统计分析结果显示,氮添加处理对土壤过氧化氢酶活性的影响并不显著($P_{\text{过氧化氢酶}}=0.494>0.05$)。

2.2 不同水平氮添加对土壤蔗糖酶活性影响

由图1可知,相比于对照组,不同水平的氮添加抑制了蔗糖酶的酶活性,并且随着施氮含量的增加而降低,N4处理组的蔗糖酶活性仅为 $1.50\text{g}/(\text{g}\cdot 72\text{h})$,与对照相比降低了57.91%,而N1处理组相对对照组酶活性降低了63.7%。然而根据统计分析结果却显示,不同水平的氮添加处理对蔗糖酶活性的抑制效果并不显著($P_{\text{蔗糖酶}}=0.727>0.05$)。

2.3 不同水平氮添加对土壤纤维素酶活性影响

由图1可知,在不同水平的氮添加处理下,纤维素酶的活性并未呈现出规律性的变化趋势,进行了氮添加处理的土壤纤维素酶活性虽都高于对照组,但随着施氮量的增加,酶活性并未发生变化,均为 $0.27\text{g}/(\text{g}\cdot 72\text{h})$,相比于对照组

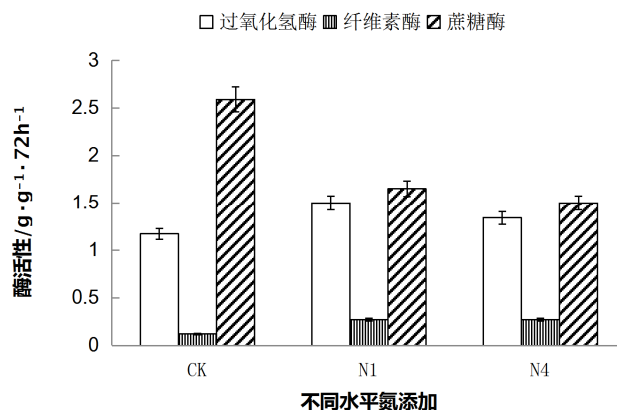


图1 不同水平氮添加对土壤酶活性的影响

的虽然提高了225%，但是根据统计分析结果显示，不同水平的氮添加处理对土壤纤维素酶活性的影响并不显著（ $P_{\text{纤维素酶}}=0.811>0.05$ ）。^[3]

表1 不同水平氮添加对土壤酶活性的统计分析结果

处理	过氧化氢酶	蔗糖酶	纤维素酶
CK	1.17 ^a	2.59 ^a	0.12 ^a
N1	1.50 ^a	1.65 ^a	0.27 ^a
N4	1.34 ^a	1.5 ^a	0.27 ^a

3 讨论

过氧化氢酶是土壤有机碳循环和氮转化过程中的关键酶之一，常常被作为反映土壤有机质和微生物活性的一个有效指标^[3]。本试验氮添加增强了过土壤氧化氢酶的活性，但其与对照组的差异不显著（ $P>0.05$ ），并且其作用随着施氮量的增加而减弱，这表明了氮添加能在一定程度上增强土壤清除毒害作用的能力以及土壤的肥力，并且促进土壤腐殖质的形成。但有研究发现，氮添加会抑制土壤过氧化物酶的活性，这也许是因为不同的研究区域内土壤类型、植被种类和微生物群落结构不同而导致的。^[4]刘星等的研究认为，生态系统中的本底氮含量不同会造成土壤过氧化氢酶活性在不同水平氮添加下的响应不同，当生态系统中本底氮含量较低时，施氮会促进酶活性，反之则倾向于抑制酶活性。这说明本试验研究区域的土壤本底氮含量可能较低，所以氮添加会促进土壤过氧化氢酶的活性。

纤维素酶在分解由植物残体进入土壤碳水化合物的纤维素的过程中起生物催化作用，常用来反映C、N等养分在土壤中的一个循环状况^[5]。从本研究中可以看出，氮添加对土壤纤维素酶活性有一定的积极作用，但影响作用并未达到统计学上的显著水平（ $P>0.05$ ）。与对照组相比，施加了氮的土壤纤维素酶活性较高，但N1、N4处理组的纤维素酶活性并未随着施氮量的增加而增加，同时有许多研究表明，氮沉降对土壤纤维素酶的活性具有显著抑制作用^[6, 1]，究其原因，可能是因为所研究样地所处的生态系统的种类不同。

蔗糖酶是用来表征土壤中碳氮等养分循环状况的酶之一，其活性常常被认为可以较准确地反映土壤的生物学活性强度和土壤的肥力状况^[7]。本试验中氮添加抑制了土壤蔗糖酶的活性，但作用并不显著。这与刘星等的研究结果相似，

其研究发现随施氮水平的增高，蔗糖酶活性下降或者无变化。但与其他一些已有的研究结果存在差异，如宋学贵等研究表明氮沉降促进土壤蔗糖酶的活性，涂利华等也表明氮沉降能够促进土壤蔗糖酶活性。

4 结论

综上所述，施氮处理在一定程度上促进了过氧化氢酶和纤维素酶活性，并且抑制了蔗糖酶活性，其中，进行了氮添加处理的土壤过氧化氢酶的活性虽然均高于对照组但随施氮量的增加而降低，纤维素酶在两种施氮处理下的活性一致，蔗糖酶活性随施氮量增高而降低，但是统计分析结果显示氮添加对三种土壤酶的作用都不显著。

参考文献

[1]赵超, 王文娟, 阮宏华, 葛之葳, 徐长柏, 曹国华. 氮添加对杨树人工林表层土壤微生物群落结构的影响[J]. 东北林业大学学报, 2015, 43(6): 83-88

[2]Canfield D E, Glazer A N, Falkowski P G. The evolution and future of Earth's nitrogen cycle [J]. Science, 2010, 330: 192-196.

[3]王理德, 王方琳, 郭春秀, 韩福贵, 魏林源, 李发明. 土壤酶学研究进展[J]. 土壤, 2016, 48(1): 12-21.

[4]雒守华. 模拟氮沉降对华西雨屏区光皮桦林凋落物分解、土壤酶活性和土壤呼吸的影响[D]. 四川农业大学, 2010.

[5]付杰, 赵丹, 蒋敏芝, 李秀艳. 崇明西滩芦苇湿地土壤酶活性特征的研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(7): 1969-1972.

[6]孙亚男, 李茜, 李以康, 林丽, 杜岩功, 曹广民. 氮、磷养分添加对高寒草甸土壤酶活性的影响[J]. 草业学报, 2016, 25(2): 18-26.

[7]陈倩妹. 川西亚高山针叶林土壤微生物类群和酶活性对模拟氮沉降的响应[D]. 四川农业大学, 2019.

作者简介:
冯茜(1999-), 女, 籍贯: 四川乐山, 民族: 汉族, 学历: 本科生, 研究方向: 生态学,
项目资助: 四川省大学生创新创业训练项目(S202110649169), 乐山师范学院实验室开放项目。