

不同生长年限苜蓿对土壤酶活性与养分的影响

托尔坤·买买提¹, 于磊^{1,2}, 鲁为华^{1,2}, 郭江松¹

(1. 石河子大学动物科技学院, 新疆 石河子 832000; 2. 新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆 石河子 832003)

摘要:研究不同生长年限紫花苜蓿(*Medicago sativa*)对土壤养分和酶活性的影响,探讨土壤酶活性作为土壤肥力指标的可能性。结果表明,不同生长年限苜蓿地不同土层土壤养分含量和酶活性与对照存在显著差异($P < 0.05$)。土壤脲酶、过氧化氢酶、过氧化物酶活性与土壤养分有一定的相关性,可以用来表示土壤肥力的高低,也可以作为敏感的土壤生物学指标。但土壤多酚氧化酶活性与土壤养分相关性较差。

关键词:苜蓿;生长年限;土壤养分;酶活性;相关性

中图分类号:S154.2;S551⁺.706

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2010)11-0021-05

*¹ 紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是我国种植面积最大的栽培草地牧草,苜蓿对于保证畜牧业发展、保持水土、改善土壤结构、增强土壤肥力等方面发挥着极为重要的作用^[1]。同时,在农区通过苜蓿和粮食作物轮作,可以改善农田生态环境,增加农业系统稳定性,是提高生态经济效益的有效途径^[2]。土壤酶活性能够在一定程度上反映土壤中进行的各种生物化学过程的强度和方向,可以作为评价土壤肥力状况的指标,是反映土壤品质的生物学活性指标^[3]。土壤养分是土壤提供植物生命活动所必需的营养元素,是评价土壤自然肥力的重要因素之一。本研究通过分析不同生长年限的苜蓿田间土壤酶活性和养分的相互关系,探讨土壤脲酶、过氧化氢酶、过氧化物酶、多酚氧化酶作为土壤肥力指标的可能性,揭示种植苜蓿不同年限的土壤肥力变化特征,旨在为合理评价苜蓿的生态效应和制定轮作年限提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 本试验在我国新疆维吾尔自治区石河子垦区 147 团苜蓿生产田进行。试验区位于 85°52'86"12' E, 44°31'44"46' N, 为极端干旱性气候,降水稀少,夏季高温、光照充足,冬季寒冷,春秋气温变幅大。全年无霜期平均 162 d, 年均降水量 153.1 mm。年均蒸发量为 2 004.4 mm。生长季节 ≥ 10 °C 的累积温度 3 300~3 800 °C·d。春

夏季降水占全年降水的 60% 以上。田间土壤有机质含量为 0.67%, 全氮 0.89 g/kg, 全磷 0.78 g/kg, 全钾 15 g/kg, 碱解氮 50 mg/kg, 速效钾 20.7 mg/kg, pH 值 8.3, 具备稳定的灌溉条件。

试验地分别选择 2005—2008 年秋播紫花苜蓿生产田, 即为种植 4 年、3 年、2 年和 1 年的苜蓿地。供试紫花苜蓿品种为三得利(Sanditi), 由百绿公司提供。年内均刈割 3 次。种植 1 年的苜蓿地施 30 kg/hm² 尿素, 8 kg/hm² 磷肥, 2 kg/hm² 钾肥, 种植 24 年苜蓿地每年灌溉后, 一次性人工均匀撒施 30 kg/hm² 尿素, 日常进行必要的杂草防除及灌溉等管理措施。

1.2 样品采集 供试土样采自新疆石河子垦区 147 团不同种植年限的苜蓿地, 147 团主要以种棉花为主。2009 年 5 月中旬, 分别在种植苜蓿 1 年、2 年、3 年和 4 年的土地内以 S 形取样方法取 010、1020 和 2030 cm 的土样, 连作 3 年以上棉花地土壤为对照, 3 次重复。土样风干, 弃去砂石和植物残体、过筛、保存, 用于土壤养分和酶活性的测定。

1.3 测定方法 土壤有机质采用重铬酸钾容量

。收稿日期:2010-01-21

基金项目:兵团科技攻关项目(2007ZX02);国家科技支撑项目(2007BAC17B04)

作者简介:托尔坤·买买提(1983-),女(柯尔克孜族),新疆克孜勒苏人,硕士。

E-mail:torkun83@sina.com

通信作者:于磊

法一外加热法,碱解氮采用碱解扩散法,速效磷采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提一分光光度法,速效钾采用 1 mol/L NH₄OAC 浸提一火焰光度法,水溶性盐总量用电导法,pH 值用 1.0 mol/L KCl 浸提电位法(土液比为 1:2.5)^[4]测定;土壤脲酶、过氧化物酶、多酚氧化酶采用比色法,土壤过氧化氢酶采用容量法^[5],在 37 °C 条件下培养 24 h 测定。

1.4 统计分析 采用 DPS v9.50 软件对数据进行方差分析,各处理间平均值采用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同生长年限苜蓿土壤养分变化 不同生长年限苜蓿同一土层土壤养分存在一定的差

异。在 010、2030 cm 土层内,各生长年限苜蓿土壤电导率与对照差异显著($P < 0.05$),而在 1020 cm 土层内,差异不显著($P > 0.05$)(表 1)。土壤有机质含量在 010 cm 土层内与对照差异显著($P < 0.05$);在 1020 cm 土层内,种植 1 和 3 年苜蓿的土壤有机质含量差异显著($P < 0.05$),种植 2 和 4 年苜蓿的土壤有机质含量与对照无显著差异;在 2030 cm 土层内,种植 3 和 4 年苜蓿的土壤有机质含量差异显著($P < 0.05$),种植 1 和 2 年苜蓿的土壤有机质含量与对照无显著差异。上述分析表明苜蓿对土壤有机质的作用受种植年限长短的影响,随种植年限的增长而增加。

表 1 不同生长年限苜蓿田间土壤养分比较

土层 (cm)	种植 年限	电导率 (ds/m)	有机质 (g/kg)	pH 值	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	碱解氮 (mg/kg)
010	1 年	0.16±0.01b	10.24±0.24e	8.47±0.05a	2.30±0.42e	184.56±5.78b	47.10±2.46a
	2 年	0.21±0.08b	16.98±1.41c	8.31±0.31bc	11.35±0.67c	187.90±10.01b	47.35±4.43a
	3 年	0.22±0.08b	21.94±0.27b	8.26±0.08bc	4.69±0.64d	184.56±15.29b	47.35±4.43a
	4 年	0.23±0.02b	24.45±1.43a	8.23±0.05bc	12.74±0.65b	167.72±10.00b	32.00±4.43b
	对照	0.38±0.06a	13.77±2.46d	8.16±0.06c	15.80±0.76a	227.72±4.00a	104.95±5.80c
1020	1 年	0.18±0.04a	11.63±1.72d	8.65±0.07a	2.06±1.05c	171.22±8.82ab	35.84±2.22cd
	2 年	0.17±0.01a	19.37±1.19c	8.48±0.04ab	6.95±0.37bc	157.87±5.78b	46.63±4.43b
	3 年	0.23±0.12a	28.43±1.88a	8.34±0.13c	2.73±0.66bc	183.90±5.77a	45.63±3.84bc
	4 年	0.20±0.01a	23.87±1.06b	8.32±0.17c	9.26±0.73b	117.72±5.77c	25.60±4.43de
	对照	0.42±0.06a	20.04±2.52bc	8.19±0.10c	19.89±8.24a	161.05±3.33b	89.59±11.73a
2030	1 年	0.21±0.05a	11.68±0.73c	8.70±0.51a	4.62±1.01c	177.89±5.78c	42.23±3.83b
	2 年	0.17±0.02d	12.26±1.29c	8.58±0.08ab	7.50±0.55ab	131.18±13.34d	46.07±7.67b
	3 年	0.22±0.21a	6.99±2.30b	8.41±0.29bc	5.96±0.90bc	180.25±3.34b	35.84±2.22bc
	4 年	0.19±0.02d	25.27±0.51a	8.37±0.89bc	9.02±1.01a	121.05±6.67d	25.34±4.67c
	对照	0.38±0.13bc	14.64±2.89c	8.30±0.21c	8.78±2.02a	244.39±6.67a	71.67±15.98a

注:表中同列不同字母表示同一土层不同年限差异显著($P < 0.05$)。下表同。

不同种植年限的不同土层土壤 pH 值为 8.16~8.70,除种植 1 年苜蓿的各土层土壤外,各生长年限苜蓿土壤 pH 值与对照差异不显著($P > 0.05$)。随着苜蓿种植年限的增加,土壤 pH 值总体呈下降趋势,同时,随土层深度的增加而呈增加趋势,这表明种植苜蓿具有改良碱地的作用。而在相同土层内土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量均与对照差异显著($P < 0.05$)。除种植 3 年苜蓿的

土壤外,不同土层速效钾含量均随苜蓿生长年限的增加而下降,但土壤碱解氮含量表层高于下层,随着土层的加深,不同种植年限紫花苜蓿土壤碱解氮含量大体呈逐渐下降趋势。土壤速效磷含量变化无规律性(表 1)。

2.2 不同生长年限苜蓿土壤酶活性变化

2.2.1 脲酶活性 土壤脲酶活性随着土层加深和种植年限的增加而呈降低趋势。在 010、1020 cm

土层内,除种植4年苜蓿的土壤脲酶活性差异不显著($P>0.05$)外,其他年限苜蓿土壤脲酶活性与对照差异显著($P<0.05$)。在2030 cm土层内,种植4年苜蓿的土壤脲酶活性差异显著($P<0.05$),种植1、2和3年苜蓿的土壤脲酶活性与对照差异不显著(表2)。

2.2.2 多酚氧化酶活性 土壤中多酚氧化酶活性变化呈下降趋势。各生长年限苜蓿土壤多酚氧化酶活性比对照略有上升;在010、2030 cm土层内各生长年限苜蓿土壤多酚氧化酶活性差异不显著。在1020 cm土层内,种植1、2和4年苜蓿的土壤多酚氧化酶活性差异显著($P<0.05$),种植3年苜蓿的土壤酶活性与对照差异不显著($P>0.05$)(表2)。

2.2.3 过氧化物酶活性 不同生长年限的苜蓿土壤中过氧化物酶活性有所不同。在010、2030 cm土层内,除种植1年苜蓿的土壤过氧化物酶活性与对照差异不显著外,其他生长年限苜蓿土壤过氧化物酶活性与对照差异显著($P<0.05$)。在1020 cm土层内,各生长年限苜蓿过氧化物酶活性与对照差异显著($P<0.05$)(表2)。从总体水平来看,各生长年限苜蓿土壤过氧化物酶活性比对照高,随生长年限和土层的深度增加,其活性变化

呈不规律性。

2.2.4 过氧化氢酶活性 不同生长年限苜蓿土壤中过氧化氢酶活性变化不大,同一土层内种植3年苜蓿的土壤过氧化氢酶活性较高。不同生长年限苜蓿土壤过氧化氢酶活性均随土层深度的增加而逐渐递减。在010、2030 cm土层内各生长年限苜蓿酶活性与对照差异不显著;在1020 cm土层内,种植2年苜蓿的土壤过氧化氢酶活性与对照差异显著($P<0.05$),其他生长年限苜蓿土壤过氧化氢酶活性差异不显著($P>0.05$)(表2)。

2.3 不同生长年限苜蓿土壤酶活性与土壤养分关系 不同生长年限苜蓿土壤脲酶与pH值呈极显著($P<0.01$)正相关,与速效钾和碱解氮呈显著($P<0.05$)正相关,但与总盐、有机质、速效磷相关性较差;多酚氧化酶活性与土壤各养分之间没有明显的相关关系(表3)。表明多酚氧化酶活性在土壤养分含量低的情况下被激活;过氧化物酶与pH值有显著的正相关关系,与其他养分相关性较差;过氧化氢酶与土壤总盐和有机质存在着极显著($P<0.01$)的负相关关系,与pH值、速效钾有显著正相关性,而与速效磷和碱解氮相关性较差(表3)。由于脲酶和过氧化氢酶与土

表2 不同生长年限苜蓿田间土壤酶活性变化

土层(cm)	种植年限	脲酶(g/kg)	多酚氧化酶(g/kg)	过氧化物酶(g/kg)	过氧化氢酶(mL/g)
010	1年	1.95±0.26a	1.19±0.29a	0.85±0.17bc	3.73±0.15ab
	2年	2.24±0.28a	1.09±0.18a	1.28±0.02a	3.53±0.25ab
	3年	2.12±0.65a	1.00±0.14a	0.97±0.01b	3.83±0.15a
	4年	0.99±0.17b	1.09±0.05a	1.39±0.22a	3.50±0.10b
	对照	1.14±0.40b	0.98±0.18a	0.65±0.05c	3.66±0.21ab
1020	1年	1.80±0.27a	1.11±0.06a	1.11±0.26a	3.70±0.25a
	2年	1.93±0.06a	1.07±0.04a	1.07±0.22a	3.30±0.10b
	3年	1.70±0.44a	0.89±0.15bc	1.02±0.05a	3.60±0.31a
	4年	0.65±0.15b	1.06±0.09ab	1.14±0.14a	3.40±0.10ab
	对照	1.11±0.23b	0.73±0.09c	0.61±0.03b	3.73±0.12a
2030	1年	1.33±0.17a	1.03±0.25a	0.87±0.12bc	3.63±0.12a
	2年	1.48±0.27a	0.93±0.13b	1.25±0.22a	3.20±0.26a
	3年	1.41±0.22a	0.81±0.06b	1.00±0.12b	3.57±0.21a
	4年	0.52±0.14b	1.03±0.06b	0.94±0.04b	3.33±0.15a
	对照	1.29±0.34a	0.92±0.22b	0.69±0.06c	3.27±0.31a

表3 土壤酶活性与土壤养分相关性

项目	总盐	有机质	pH 值	速效磷	速效钾	碱解氮
脲酶	-0.79	0.24	0.92**	0.38	0.92*	0.86*
多酚氧化酶	-0.58	-0.68	0.41	0.01	0.40	0.12
过氧化物酶	-0.77	0.33	0.83*	0.73	0.77	0.81
过氧化氢酶	-0.93**	-0.99**	0.88*	0.01	0.88*	0.22

注: * 表示显著相关($P < 0.05$); ** 表示极显著相关($P < 0.01$)。

壤养分之间存在一定的相关性,可以在一定程度上用土壤脲酶和过氧化氢酶活性来表示土壤肥力的高低。

3 讨论

不同生长年限苜蓿田间不同土层土壤养分存在一定差异。种植苜蓿能有效降低碱性土壤的pH值,其改碱效应随种植年限的延长而增强,这一结论与前人^[6-8]的研究一致。种植多年苜蓿的土壤pH值随土壤深度的增加而增加,这既可能与盐碱垂直分布有关,也与表土层受施肥调控影响大而改碱效应强有关。现有研究结果表明^[9-10],碱解氮含量增加,则速效磷、速效钾含量下降。但更重要的是本试验结果表明,碱解氮含量也下降了,可能这种下降与紫花苜蓿生长过程中施肥程度有关。连续种植苜蓿导致土壤碱解氮显著降低,表明虽然苜蓿是一种“养地作物”,但由于刈割后各种养分被移出田间,土壤中养分遗失较多,因此也要重视施肥,防止土壤肥力下降。由于苜蓿根系的固氮作用,以及长期种植苜蓿避免了经常翻动土壤,因此促进了土壤有机质在土壤表层的累积,田间土壤有机质含量随着生长年限的增加而增长^[11]。

土壤酶主要来自土壤微生物和植物根系分泌物与脱落物,而微生物数量、活性和植物生长状况均与土壤肥力关系密切。土壤中物质的转化、累积和分解,是一个复杂的生物化学过程,而这些过程几乎都是通过酶的作用来完成的。随着种植苜蓿年限的延长,多数酶活性呈先增加后降低的趋势^[12-13],说明土壤酶活性能在一定程度上反映土壤生物学状况,并能敏感地指示土壤品质的变化,因此土壤酶活性可以作为土壤肥力、土壤品质及土壤健康的重要指标^[14]。通常把土壤微生物和酶活性作为评价土壤生态系统中物质循环和利用

的重要因子,并用土壤酶的综合活性作为衡量土壤肥力的指标^[15]。土壤中盐分含量的高低对土壤酶活性的影响也很大,由于一些矿质元素是构成酶的辅基。因此,少量的盐分即能促进土壤酶活性的提高;当土壤盐分过高,尤其一些重金属元素蓄积会对土壤生物产生毒害,土壤酶活性降低^[16-17]。不同种类土壤酶与不同的矿质养分具有一定的相关关系,它能够反映土壤肥力在各种人为因素影响下的变化情况,本研究结果与前人研究有所不同。因此,不同种植年限苜蓿土壤酶活性与土壤肥力相关性的评价指标还有待进一步研究。

4 结论

1) 苜蓿种植时间的长短对不同土层土壤养分含量的影响程度不同,总体表现苜蓿种植时间越长,对土壤养分影响越大。随着土层深度增加,土壤有机质、pH值逐渐增加,而土壤电导率、速效磷、速效钾、碱解氮偏低。因此,紫花苜蓿高产栽培中必须重视氮、磷、钾肥的施用,特别是要加大0-10 cm土层肥料施用量。同时,这种变化趋势与播种时施用磷、钾肥有关,随着生长年限的增加,除了吸收利用外,磷肥的固定和钾肥的固定及淋洗也是值得考虑的因素。

2) 不同种植年限苜蓿土壤过氧化氢酶和脲酶活性随着土层深度的增加呈下降趋势,而土壤过氧化物酶和多酚氧化酶活性随土层深度的变化规律有所不同。

3) 不同种植年限的土壤过氧化氢酶、过氧化物酶和脲酶活性与土壤养分存在一定的相关性,它们反映了土壤肥力随土层深度增加和生长年限延长的关系,是敏感的土壤品质指标,可以用来表示土壤肥力的高低。但多酚氧化酶不能表示土壤肥力的变化。

参考文献

- [1] 耿华珠,吴永敷,曹致中. 中国苜蓿[M]. 北京:中国农业出版社,1995:2-10.
- [2] 高雪峰,韩国栋,张功,等. 荒漠草原不同放牧强度下土壤酶活性及养分含量的动态研究[J]. 草业科学,2007,24(2):10-14.
- [3] Sharpley A N. The enrichment of soil phosphorus in run of sediments[J]. Journal of Environmental Quality,1983(9):521-526.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005:25-183.
- [5] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1986:320-323.
- [6] 刘沛松,贾志宽,李军,等. 宁南旱区草粮轮作系统中紫花苜蓿适宜利用年限的研究[J]. 草业学报,2008,17(3):31-39.
- [7] 张晓琴,胡明贵. 紫花苜蓿对盐渍化土地理化性质的影响[J]. 草业科学,2004,21(11):31-34.
- [8] 秦嘉海,赵芸晨. 苜蓿草对河西走廊荒漠化土壤改土培肥效应的研究[J]. 土壤通报,2004,35(6):806-808.
- [9] 杨恒山,曹敏建,范富,等. 紫花苜蓿生长年限对土壤理化性状的影响[J]. 中国草地学报,2006,28(6):29-32.
- [10] 毛吉贤,石书兵,马林,等. 免耕春小麦套种牧草土壤养分动态研究[J]. 草业科学,2009,26(2):86-90.
- [11] 张国盛,黄高宝,张仁陟,等. 种植苜蓿对黄绵土表土理化性质的影响[J]. 草业学报,2003,12(5):88-93.
- [12] 马云华,魏珉,王秀峰. 日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J]. 应用生态学报,2004,15(6):1005-1008.
- [13] 邵继承,杨恒山,张庆国,等. 不同生长年限紫花苜蓿人工草地土壤酶活性及分布[J]. 草业科学,2008,25(4):76-78.
- [14] Insam H, Mitchell C C, Dormaar J F. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols[J]. Soil Biology and Biochemistry,1991,23:459-464.
- [15] 李东坡,武志杰,陈利军. 有机农业施肥方式对土壤微生物活性的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2005,13(2):99-101.
- [16] 戴伟,王兵. 大岗山红、黄壤中过氧化氢酶与土壤性质关系的研究[J]. 林业科技通讯,1994(4):17-18.
- [17] 邱莉萍,张兴昌,程积民,等. 坡向坡位和撂荒地云雾山草地土壤酶活性的影响[J]. 草业学报,2007,16(1):93-97.

Effects of growth years of alfalfa on the enzyme activity and nutrient in soil

Tuoerkun · Maimaiti¹, YU Lei^{1,2}, LU Wei-hua^{1,2}, GUO Jiang-song¹

(1. College of Animal Science, Shihezi University, Xinjiang Shihezi 832000, China;

2. Xinjiang Oasis Ecological Agriculture Key Lab, Xinjiang Shihezi 832003, china)

Abstract: An experiment was conducted to investigate the effects of growth years of alfalfa on the enzyme activity and nutrient in soil for proposing that soil enzyme activity could be considered as one of the most important indexes to indicate soil fertility. The results of this study showed that the enzymes activity of nutrients in soil every soil layers with different growing years was significantly higher or lower than that of control ($P < 0.05$). The enzymes activity of urease, catalase and peroxidase were correlated with soil fertilities, implying that the activities of enzymes could be used to indicate the changes of soil fertility and sensitiveness of soil biology. The activity of polyphenol oxidase was not strongly correlated with soil nutrients.

Key words: alfalfa; growth years; soil nutrient; enzyme activity; correlation