

# 粮草轮作中土壤酶活性与土壤肥力关系的研究\*

姜英范 汤风冈

(吉林农业大学土化系)

本世纪五十年代以来,由于生物化学的迅速发展,推动了土壤酶学的研究。土壤酶的数量虽少,但作用甚大(1),具有高度的催化效率与专一性的独特功能。因此,人们积极开展土壤酶学的研究,为丰富和发展土壤科学、提高肥料利用率和土壤生产能力开辟新途径。但目前对土壤酶活性与土壤肥力诸因素之间的研究较多,而粮草轮作中的土壤酶活性与土壤肥力之间的研究很少。因此,我们于1980~1982年开展了这方面的研究,为粮草轮作、培肥增产提供科学依据。

## 一、试验条件与方法

1980年在吉林省通榆县四井子公社太平川生产队石灰性草甸黑钙土上进行了田间试验,采用 $3 \times 3$ 拉丁方排列方式,小区面积为一亩。试验处理如表1。

表1 试 验 处 理

年 限 处 理	第 一 年	第 二 年	第 三 年
处理1	早熟1016小麦,复种二年生白花草木樨	吉单101玉米	护22号高粱
处理2(对照)	克涝4号小麦,半休闲	同 上	同 上
处理3	门原小油菜,复种赵光201大豆	同 上	同 上

处理1当年翻压草木樨鲜物重3000斤/亩,处理3翻压油菜鲜物重2200斤/亩。每年分别采土样测定土壤酶活性及土壤养分含量。

脲酶—G. Hoffmann与Teicher法(1961); 碱性磷酸酶—Ф. X. Хазнев法(1968); 转化酶—E. Hofmann与A. Seegerer(1951)(2)(3); 多酚氧化酶—A. M. Palleceni法(1974); 土壤养分含量—常规分析法。

## 二、结果与讨论

### 1、粮草轮作中土壤酶活性与土壤肥力因素及各种酶间的相关性

翻压草木樨、油菜后,每年土壤酶活性变化与土壤肥力因素的相关性见表2。

\*杨金、宋守法、赵兰波、张宝参加部分工作。

表 2 土壤酶活性与土壤肥力因素的相关系数

土 壤	相 关 系 数 酶类	土壤肥力因素 转化酶	碱性磷 酸 酶	多酚氧 化 酶	有机质	全 氮	全 磷	碱解氮	速效磷	产 量
翻压玉米 绿肥茬后土	脲 酶	0.960**	0.213	0.105	0.937**	0.893*	0.949**	0.935**	-0.517	0.963**
	转 化 酶		0.172	0.235	0.955**	0.861*	0.922**	0.961**	-0.40	0.885*
	碱性磷酸酶			-0.092	-0.039	0.492	0.316	0.336	-0.883*	0.951**
	多酚氧化酶				0.273	0.052	0.320	0.195	0.183	0.197
翻压高粱 绿肥茬后土	脲 酶	0.820*	0.850*	0.440	0.960**	0.960**	-0.32	0.950**	-0.720	1.00**
	转 化 酶		0.530	0.270	0.950**	0.820*	0.247	0.920**	-0.03	0.920**
	碱性磷酸酶			0.330	0.760	0.920**	-0.455	0.830	-0.180*	0.920**
	多酚氧化酶				0.520	0.560	-0.017	0.470	0.340	0.430

脲酶：能酶促有机物中(CO-NH)水解。酶(ur)活性与有机质(OM)、全氮(tn)、全磷(tp)、碱解氮(an)呈显著相关<sup>[4]</sup>。翻压绿肥玉米、高粱茬土相关系数分别为  $R_{ur} \cdot OM = 0.937^{**}$ ,  $R_{ur} \cdot tn = 0.893^*$ ,  $R_{ur} \cdot tp = 0.949^{**}$ ,  $R_{ur} \cdot an = 0.985^{**}$ ,  $R_{ur} \cdot OM = 0.960^{**}$ ,  $R_{ur} \cdot tn = 0.930^{**}$ ,  $R_{ur} \cdot an = 0.950^{**}$ 。脲酶活性也与转化酶、碱性磷酸酶呈一定相关性，玉米茬土  $R_{ur} \cdot zv = 0.950^{**}$ ；高粱茬土  $R_{ur} \cdot zv = 0.820^*$ 。

转化酶：能酶促蔗糖分子中果糖残基内的β-葡萄糖苷原子处的键裂解，使蔗糖水解成葡萄糖和果糖。土壤转化酶的活性常与土壤中的腐殖质、水溶性有机质呈正相关。随着转化酶活力的提高，它的活性也增强。因此，人们常用土壤转化酶的活性来表示土壤熟化程度和肥力水平。土壤转化酶与土壤有机质、全氮和碱解氮都呈显著正相关。如翻压绿肥的玉米茬土和高粱茬土其相关系数分别为  $R_{zv} \cdot OM = 0.955^{**}$ ,  $R_{zv} \cdot tn = 0.861^*$ ,  $R_{zv} \cdot an = 0.951^{**}$ ,  $R_{zv} \cdot OM = 0.950^{**}$ ,  $R_{zv} \cdot tn = 0.820^*$ ,  $R_{zv} \cdot an = 0.920^{**}$ 。

碱性磷酸酶：土壤中磷化物，大多数以有机化合物存在，磷酸酶能酶促有机磷化物水解。为此说，土壤磷酸酶活性强弱，可表明土壤磷素含量的状况。土壤磷酸酶活性强度与相应养分含量的相关性测定结果如下：它的酶活性均以速效磷呈显著负相关<sup>[5][4]</sup>又与土壤全氮呈显著正相关(绿肥高粱茬土)，其相关系数分别为  $R_{alp} \cdot ap = -0.883^*$  (绿肥玉米茬土)； $R_{alp} \cdot ap = -0.680^*$ ,  $R_{alp} \cdot tn = 0.920^{**}$  (绿肥高粱茬土)。

多酚氧化酶：经过不同茬口测定表明，它与土壤养分状况关系不密切。

综上所述可以明显表明，脲酶、转化酶及碱性磷酸酶，均与土壤有机质、氮、磷养分间有密切关系。因此说，可用土壤酶活性强度作为判断土壤肥力的一个指标。

## 2、不同茬口土壤酶活性与土壤养分状况的关系

不同茬口土壤酶活性与土壤养分状况见表3。

由表3表明，凡是插入绿肥的轮作区，其土壤酶活性均高于对照区(无绿肥区)，在轮作中插入草木樨的土壤酶活性又高于插入油菜的土壤酶活性；同一轮作区中土壤酶活性，随着绿肥的腐解时间消长，在不同的年份里可发生显著的不同变化。如碱性磷酸酶、多酚氧化酶的活性均呈现增长的趋势，而转化酶与脲酶的活性增长一定程度后则明显下降；从土壤速效养分来看，凡插入绿肥的轮作区，除土壤速效磷素外，在翻压后的二年内，其他养分状

况均好于无绿肥的对照，同时翻压草木樨又好于翻压油菜的，特别是翻压绿肥第二年的各处理土壤养分间的差异更明显。如麦草玉米茬、油豆玉米茬比无绿肥对照茬土壤有机质分别增加12.6%和19.4%，全氮分别增加11.9%和2.9%，碱解氮分别增加11.6%和8.4%，全磷增加12.2%和9.4%，土壤速效磷，油豆玉米茬比对照增加16.2%，而麦草玉米茬比对照下降16.8%。再从翻压绿肥后的麦草玉米高粱茬土壤养分状况来看，土壤有机质、全氮、碱解氮分别较对照增长8.4%、10.8%和16.6%；油豆玉米高粱茬分别比对照增长4.4%、9.5%和5.4%。上述两茬土壤全磷、速效磷与对照相比呈下降趋势，麦草玉米高粱茬分别下降27%和18.8%；油豆玉米高粱茬分别下降18.5%和1.1%。

表 3 不同茬口土壤酶活性与土壤养分状况

年份	项目 含量	脲酶 NH <sub>3</sub> -N mg/g土	转化酶 0.1NN <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ml/ g土	碱性磷酸 酶mg /g土	多酚氧化 酶mg /g土	有机质 %	全 氮 %	全 磷 %	碱解氮 mg/100 g土	速效磷 mg/100 g土
1980	麦草茬土	6.11	1.51	1.96	1.25	0.916	0.0653	0.0530	5.921	0.693
1981	麦草玉米茬土	9.70	2.50	2.10	1.20	1.1690	0.0751	0.0610	6.747	0.656
1982	麦草玉米高粱茬土	3.56	1.23	2.62	1.99	1.1927	0.0820	0.0343	8.890	0.378
1980	麦草茬土	4.65	1.20	1.70	1.20	0.903	0.0605	0.0261	5.231	0.979
1981	麦草玉米茬土	7.70	1.60	1.33	1.06	1.0293	0.0672	0.0544	6.046	0.766
1982	麦草玉米高粱茬土	2.72	1.20	2.02	1.34	1.1056	0.0740	0.0436	7.860	0.449
1980	油豆茬土	5.44	1.30	1.38	1.21	0.9488	0.0662	0.0527	5.539	0.836
1981	油豆玉米茬土	9.31	2.60	1.01	1.31	1.2294	0.0891	0.0594	6.558	0.690
1982	油豆玉米高粱茬土	3.03	1.30	2.01	1.69	1.1545	0.0747	0.0368	7.970	0.444

翻压绿肥后各处理茬口土壤酶活性与土壤养分状况的关系也是密切的。如麦草玉米茬土壤酶活性比对照区酶活性强，而相应的土壤养分增长值也高。麦草玉米高粱茬土壤酶活性比麦草玉米茬的酶活性弱，相应土壤养分则减少。同时土壤磷酸酶活性与土壤速效磷呈负相关。这一现象显然与绿肥本身氮磷含量和作物需要以及作物高产大量吸收有关。

综上所述，翻压绿肥后无论土壤酶活性，还是土壤养分状况均有一定增长，以麦草玉米茬为最好，而麦草玉米高粱茬后的土壤全磷、速效磷都有明显下降的趋势。为此，在本试验条件下，轮作周期以3年为宜。此外，在利用绿肥尤其是草木樨改土培肥过程中，应特别注意配施磷肥，保证氮磷养分均衡供应。

### 3、土壤酶活性与作物生育状况及产量的关系

由玉米田间生育调查资料表4可见，凡土壤酶活性强的茬口，玉米生育良好，反之则较差。如麦草玉米与麦闲玉米相比，株高增长44.3%，叶长增长47.3%，叶宽增长30.8%，茎粗增长27.2%，叶片增加8.3%；油豆玉米茬也显示了同样的趋势。

不同处理茬口的玉米幼苗缺白苗发生率及植株含锌量状况见表5。

由表5可见，插入绿肥区的麦草茬玉米与油豆茬玉米，其白苗率分别为15%和25%，而无绿肥区的麦闲玉米白苗率为73%。同时翻压草木樨及油菜区的玉米植株含锌量分别比无绿肥区增加17.1%和35.3%。由此说明，翻压绿肥能富集锌素，减轻玉米白苗发病率，这对我省西部对锌素敏感地区十分重要。

翻压绿肥对作物产量影响较大，可增产玉米51.0%和3.2%，增产高粱55.6%和

31.8%。土壤酶活性与产量的关系见表6。

表4 不同茬口玉米生育产量状况

项目 茬口	株高 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	茎粗 (cm)	叶片数 (个)
麦茬玉米	33.2	27.1	3.23	1.12	8.2
麦间玉米	23.0	18.4	2.47	0.83	7.5
油豆茬玉米	29.1	22.9	2.93	0.94	7.5

表5 不同处理茬口玉米幼苗含磷、磷营养状况

磷含量 茬口	绿苗 %	白苗 %	植株含磷量 ppm		植株全磷量 %	
			绿苗	白苗	绿苗	白苗
麦茬玉米苗	85	15	25	—	0.12	—
麦间玉米苗	27	73	—	17	—	0.14
油豆茬玉米苗	75	25	23	—	0.12	—

注：草木樨植株含磷量为19ppm，土壤含磷量为17ppm。

表6 不同轮作方式的作物产量

年份	轮作方式及作物	产量 (斤/亩)	比对照增产 (斤/亩)	增产 (%)
第二年	麦茬玉米	1157.3	391.6*	51.1
	油豆茬玉米	823.7	63.0	8.2
	麦间茬玉米	765.7	—	—
第三年	麦草玉米茬高粱	613.4	233.4*	55.6
	油豆玉米茬高粱	553.4	133.4**	31.8
	麦间玉米茬高粱	423.0	—	—

三年来测定了几种土壤酶活性与产量 (op) 的相关系数,除多酚氧化酶与产量无明显相关外,其他各种土壤酶活性均与产量呈一定明显相关。如翻压绿肥后的玉米茬土上,  $R_{ur} \cdot op = 0.463^{**}$ ,  $R_{zv} \cdot op = 0.385^*$ ,  $R_{a1p} \cdot op = 0.651^{**}$ 。翻压绿肥后高粱茬土上,  $R_{ur} \cdot op = 1.00^{**}$ ,  $R_{zv} \cdot op = 0.97^{**}$ ,  $R_{a1p} \cdot op = 0.92^{**}$ 。

从上述资料来看,土壤酶活性与作物生育状况、产量有着密切相关。这种相关的实质,是由于土壤酶活性增强,促使土壤生化过程活跃,加速了土壤养分转化和释放过程,为作物体内干物质的积累奠定了物质基础,从而提高了作物产量。

### 三、小 结

1、在粮食作物中插入绿肥作物比无绿肥作物(对照)的土壤酶活性强,随着绿肥残体腐解时间延长而土壤酶活性也发生显著的变化。

2、粮草轮作中,土壤酶活性变化与土壤肥力具有一定相关性。如脲酶、转化酶与土壤有机质、全氮、全磷、碱解氮均呈显著或极显著相关,碱性磷酸酶与土壤速效磷呈显著负相关。从而改善了土壤中碳氮磷的营养状况。

3、翻压绿肥后玉米和高粱产量比对照虽有增长,但土壤酶活性与全磷、速效磷有下降趋势。特别是第三年表现突出,从用地及养地角度出发,粮草轮作周期应以3年为宜。同时

应注意配施磷肥，保证氮磷营养协调供应。

## 参 考 文 献

- 〔1〕关松的等：1982。我国某些土类中酶活性的研究。全国土壤培肥学术讨论会会议材料。
- 〔2〕〔苏〕Ф.И.哈兹耶夫：1980。土壤酶活性，中译本。科学出版社。
- 〔3〕周礼德、张志明等：1980。土壤酶活性的测定方法。土壤通报。
- 〔4〕陈恩凤等：1979。黑土肥力的基础物质与上体构型的交互性质及其相互关系。全国土壤学会第四次会议论文之三。
- 〔5〕关松南：1980。土壤酶与土壤肥力。土壤通报。

### 欢迎订阅《中国村镇百业信息报·禽畜刊》

《中国村镇百业信息报·禽畜刊》(原《禽刊》)是国务院农村发展研究中心和农牧渔业部联合主办的禽畜专业信息报。

《禽畜刊》旨在为各地禽畜业生产者提供各种及时、客观的经济信息，可靠、实用的科技知识，为促进禽畜业的发展服务。《禽畜刊》主要栏目有：禽畜业政策、市场动态和预测、产品供求分析、禽畜育种、饲养管理、饲料配方、疾病防治、禽畜产品加工、机械设备、良种介绍、新技术新成就等等。

《禽畜刊》为周刊，四开四版，通过邮局向全国公开发行，每月定价0.16元，全年1.92元，报刊代号：81—25，欢迎到各地邮局订阅。如向部局订阅确有困难，可直接向本报发行科订阅(每月另加报纸邮费0.10元，全年另加邮费1.20元)。本报社发行科地址：北京555信箱发行科。