

还田有机物对淤灌农田土壤生物活性的影响

杨晶秋 王作尊 郭常莲

(山西省农业科学院, 太原 030031)

摘 要 通过对淤灌农田土壤生物活性的研究看到: 各种植物残体、厩肥和垃圾肥对土壤的生物活性都有明显的刺激作用, 对土壤呼吸强度的变化快捷短暂, 15d左右出现峰值; 土壤酶活性可以较长时间保留下来, 一季作物后施厩肥土壤转化酶、脲酶、碱性磷酸酶活性分别比原土增加 36 %、11 %和 65 %。连续 3年施用有机肥, 土壤酶活性与无肥区差距不断加大, 其中脲酶的累积效果明显。还田植物残体由于成分的差异对各种酶活性的影响也不一致。秸秆的酶促作用大于根茬, 含热水溶物较多的高粱秸、玉米秸强烈促进了转化酶活性提高; 豆秸对磷酸酶活性有利。

关键词 淤灌土壤 土壤酶活性 植物残体

土壤的生物活性是表现土壤肥力的一项指标, 它与土壤养分的转化、释放、固定过程紧密相关, 尤其是土壤微生物数量、酶的行为及活性的研究受到广泛的关注。Waksman于 1952年结合植物残体在土壤中分解, 测定了 CO_2 释放量, 并以 CO_2 量作为土壤肥力的指标, 为许多人所沿用; 与此同时张宪武、郑洪元也进行了土壤酶促反应在土壤养分循环中作用的研究。生产实践中不同土质, 不同施肥管理对土壤酶活性的影响也都各有特点, 这些差异与作物生长和土地的培肥有着直接的关系。淤灌土壤多分布在产粮区, 有机质含量较高, 但其中土质粘重或上粘下砂者占很大比例, 这类地耕层致密, 宜耕期短, 作物发苗慢, 俗称“冷性土”。改良重点是提高其生物活力。有机物还田即是重要的改土培肥措施之一。研究不同物质对土壤生物活性的影响, 可为这类土壤的耕种施肥提供必要的参数。

1 试验设置和方法

本试验主要在潇河灌区冲积潮土上进行, 土壤有机质 14.0~14.5g/kg, 全氮 0.95g/kg, 碱解氮为 43.1mg/kg, 速效磷 8.2mg/kg, 速效钾 188.0mg/kg, 砂滤管内土为有机质 5.5g/kg 的底土。试验分 3部分。

1.1 田间呼吸强度的模拟试验

取 12cm×6.5cm 塑料管, 下端以尼龙纱托底, 装入过 1mm 筛土 150g, 分别加 3% 有机物

秸秆粉、厩肥粉、垃圾肥粉混合,滴加总重的 15% 自来水,土表放装有吸收液的称量皿,用塑料布封口,埋于地表(与地面平),定期取称量皿测定。

1 2 土壤酶活性变化试验

利用砂滤管模拟方法。管内装土 100g 并按 3% 混入玉米秸 (W₁)、玉米茬 (W₂)、小麦秸 (W₃)、小麦茬 (W₄)、高粱秸 (W₅)、高粱茬 (W₆)、谷茬 (W₇)、豆秸 (W₈)的粉碎料,加水 15%,埋入耕层 5cm 以下。1 年取样测土壤酶活性及养分变化。

1 3 田间小区试验

小区面积 3m× 53.3m= 160m²,重复 3 次(每区设固定的采样区)种植玉米—小麦—大豆 2 年 3 作。做土壤酶研究的有 3 个处理:① 施厩肥 37500kg /hm²;② 施垃圾肥 53250kg /hm²。两处理分别于玉米茬补施硝铵 565.5kg /hm²,过磷酸钙 675kg /hm²,小麦茬补施硝铵 202.5kg /hm²,过磷酸钙 420kg /hm²;③ 以无肥区为对照,土壤酶测定在第 1 年和第 3 年种植玉米时进行。

1 4 测定方法

土壤呼吸强度测定用 NaOH 吸收 CO₂、HC 滴定法。从埋料第 4d 开始隔 48h 测 1 次,第 10~ 19d 每隔 24h 测 1 次,以后间隔时间加长至第 93d 结束。土壤酶测定用当即风干土样,脲酶用扩散法^[2],磷酸酶用 Hoffmann 法^[1],转化酶用 Hoffmann 和 Seegerer 法,植物样品组分测定用近似系统分析法。有机碳测定用重铬酸钾—硫酸法。

表 1 连续施用有机肥土壤酶的动态变化

日期 (月·日)	转化酶 (m l/g)			脲 酶 (m g /g)			碱性磷酸酶 (m g /g)		
	厩肥区	垃圾肥区	无肥区	厩肥区	垃圾肥区	无肥区	厩肥区	垃圾肥区	无肥区
1992									
05-10	0.39	0.44	0.34	3.79	3.02	2.57	0.60	0.63	0.49
05-23	0.72	0.48	0.40	4.85	4.00	3.03	0.95	0.75	0.60
06-15	0.88	0.63	0.48	4.19	3.57	2.64	1.40	0.93	0.76
07-18	0.65	0.39	0.38	2.85	2.50	2.26	1.03	0.73	0.62
09-03	0.75	0.57	0.55	3.29	3.02	2.95	1.09	0.77	0.65
1994									
09-03	0.72	0.61	0.48	3.70	3.28	2.75	1.12	0.75	0.62

2 结果与讨论

2 1 有机肥对淤灌农田土壤呼吸强度影响

试验区土壤由于多年淤灌土体紧实,容重为 1.42~ 1.45g /m³,生物活性较差,尤其是春季最为突出。利用当地常用的几种还田物玉米秸、厩肥和垃圾肥分别埋入田间,埋料土壤微生物异常活跃起来,测定其呼吸强度半个月內提高 4~ 6 倍(图 1)。添加玉米秸、厩肥、垃圾肥土壤呼吸强度高峰值分别为 47.6mg /d、88.0mg /d、40.1mg /d。峰值出现后 CO₂ 释放量迅速

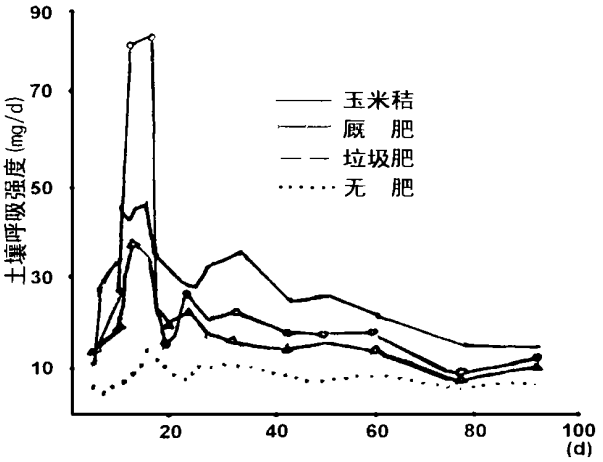


图 1 土壤呼吸强度变化

下降,前半个月内的变动极差可达 34 8mg /d 69 0mg /d和 28 8mg /d(指高峰值与低谷值之差),以厩肥变动最大,相比之下不加料土壤变化平稳得多,因为大量新鲜有机物介入,增加了能源物质又携带大量外来菌团,促使发酵性微生物^[6]大量繁殖,很快进入呼吸强度的高峰值.这个峰值的大小也意味着物料中简单有机物数量的多少.从 CO₂释放的曲线图 1中看到厩肥的高峰值明显高于秸秆和垃圾堆肥,对淤灌土前期的生物代谢影响不可忽视.秸秆则由于纤维素、木质素等比重较大,有机碳降解过程可在土壤中缓慢进行.93d后土壤中残留玉米秸碳为 1 066g,分解率是 42 %,厩肥有机碳的分解率为 48 9%,说明厩肥前期转化比秸秆快,而秸秆却能较长时间维持土壤的代谢活力.

2 2 施有机肥土壤酶活性的变化

酶参于土壤各种生物化学反应过程与土壤供养能力密切相关,其中脲酶、转化酶、磷酸酶直接关系到土壤中氮、碳、磷的代谢和有效性.从田间耕种条件下(玉米地)测定结果看(表 1),基础土酶活性并不高,但施厩肥和垃圾肥区酶活性都有明显增加.脲酶在 5月中下旬是活性的高峰期,以后活性下降,收获期又有回升;而转化酶、磷酸酶前期随气温升高而升高,进入 6月份活性最大,以后回落,收获期有所回升,这可能与部分根系后期分解有关.一个生长季后(9月采土)施厩肥后土壤转化酶、脲酶、碱性磷酸酶活性分别比无肥土壤增加 36 6%、11 3%和 65 8%;而垃圾肥由于自身有机成分较低,增幅也小,三种酶活性分别比对照土增加 3 6%、2 2%和 17 7%.但由于垃圾肥中富含烧结的灰渣、瓦砾碎屑等疏松多孔物质,有物理改土作用,因此施垃圾肥早春酶促作用显著.连续 3年施用厩肥和垃圾肥后土壤酶活性与无肥区差异明显加大,但与第一年施肥相比增幅很小,这说明第一年大量施入有机肥对土壤酶有较大的起爆效应^[5],连续施肥后酶活性得到巩固.施用有机肥同时配施一定量化肥,促进土壤中无机氮向有机氮转化,脲酶的底物增加,致使施厩肥和垃圾肥土壤脲酶在第 3年仍有较大增长.

2 3 土壤酶与植物残体组分的关系

表 2 加入 8种植物材料土壤酶活性增量(与原土之差值)

处理	碱性磷酸酶 (m g /g)	中性磷酸酶 (m g /g)	酸性磷酸酶 (m g /g)	脲 酶 (m g /g)	转化酶 (m l/g)
W ₁	2 01	0 83	1 51	2 29	0 24
W ₂	1 36	0 42	1 29	2 12	0 12
W ₃	2 15	0 71	1 45	2 21	0 23
W ₄	1 83	0 30	1 13	1 87	0 14
W ₅	1 93	0 42	1 67	2 04	0 30
W ₆	1 64	0 36	1 51	2 12	0 50
W ₇	1 17	0 30	0 81	2 63	0 20
W ₈	2 27	0 18	1 71	2 04	0 11
原土	0 72	0 45	0 07	1 36	0 31

表 3 植物残体带入土壤的主要成分及残留碳量 (g /100g 土)

成 分	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	W ₆	W ₇	W ₈
热水溶物	0 436	0 289	0 564	0 270	0 689	0 998	0 269	0 599
苯醇溶物	0 249	0 242	0 258	0 241	0 221	0 167	0 185	0 313
半纤维素	0 742	0 697	0 852	0 757	0 758	0 782	0 741	0 749
纤维素	0 757	1 003	0 756	0 677	0 894	0 512	0 821	0 738
木质素	0 483	0 544	0 363	0 410	0 361	0 299	0 416	0 268
全 氮	0 021	0 012	0 020	0 014	0 023	0 024	0 027	0 023
总 碳	1 23	1 297	1 252	1 054	1 256	1 115	1 297	1 208
残留碳	0 397	0 537	0 337	0 487	0 287	0 207	0 517	0 267

不同的植物残体对土壤酶活性的影响也不一致,表 2所列为加入 8种植物残体土壤酶活性变化,其中碱性磷酸酶活性最高的是加入豆秸的 S₈号土壤,比加入谷茬土壤高出 1倍,而转化酶活性以高粱茬最高。为什么同属植物材料会出现如此差异呢?把各自的物质组成考虑在内,就不难看到,虽然试验均按土壤 3%加入植物材料,但进入土壤的有机成分并不一致(表 3)。试以 5种酶和 8种成分作相关分析,看到转化酶与热水溶物显著相关($r=0.82$ $P<0.05$)这部分可溶物主要是单双糖类,刺激了土壤中转化酶活性的提高,因此含糖较多的高粱秸、高粱茬在土壤中腐解转化快。在石灰性土壤中另一个重要的酶——碱性磷酸酶与苯溶物含量高低关系密切,相关系数为 0.83,酸性和中性磷酸酶含量很低,尤其是酸性磷酸酶在不加料的原土中只有 0.075mg/g土,比中性磷酸酶还低 0.38mg/g土;加入植物材料后酸性磷酸酶活性提高 17.4~35.7倍。物料对酸性磷酸酶的影响力度远高于碱性磷酸酶和中性磷酸酶,物料中含苯溶物多的豆秸还田对磷酸酶促进作用最大。脲酶与物料的氮、碳都有一定的相关性($r=0.55$ $r=0.63$),关系最密切的是采样当时土壤中植物残留碳量($r=0.85$ $r=0.8$)。说明土壤中新鲜腐殖质是脲酶的重要载体。植物材料中木质素含量对转化酶、磷酸酶等有一定负相关关系,因此除含糖高的高粱茬外大多数根茬的分解速度都不如秸秆。

总之,植物残体在土壤中的腐解转化及引起土壤一系列的生物变化是个十分复杂的过程,对物质成分所起作用的分析仅是一个方面,难以定量地反应出来,但可以概括地说明各种植物残体生物效果的差异。

3 结 论

综上所述,在较粘重的淤灌区,农业的副产品无论通过过腹还田还是直接还田都会对土壤生物活性产生重大影响。不同的植物残体,由于组成成分的差异,酶促方向各有侧重,直接还田可使土壤旺盛的生物活性维持较长时间。厩肥虽作用时间短,但起爆效应强烈。垃圾肥由于无机成分比例大,虽然生物效应不如厩肥和秸秆等,但也是酶促作用和物理作用兼有的一种廉价的土壤改良剂。这些有机物由于 C/N 比较大,配施一定量氮肥或禾本科秸秆与豆科残体同施会更有利于酶活性的增强,并且连续施用可使土壤的生物肥力逐步得到改善。

参 考 文 献

- 1 周礼恺. 土壤酶学. 北京: 科学出版社, 1987
- 2 关松荫. 土壤酶及其研究法. 北京: 农业出版社, 1986
- 3 文启孝, 等. 土壤有机质研究法. 北京: 农业出版社, 1984 250~ 272
- 4 Ф. X. 哈兹耶夫著, 郑洪元等译. 土壤酶活性. 北京: 科学出版社, 1980 49~ 100
- 5 郑洪元, 张德生. 土壤动态生物化学研究法. 北京: 科学出版社, 1982 58~ 124
- 6 陈华癸, 李阜棣, 陈文新, 等. 土壤微生物学. 上海: 上海科学技术出版社, 1981 10~ 110

E ffect of O rgan ic M atter on Soil B iological A ctivity in W arping F ield

Y ang Jingqiu

W ang Zuozun

G uo Ch ang lian

(Shanxi A cademy o f A gricu ltural S ciences, T ai yu an 030031)

Abstract Soil biological activity was changed obviously after applying plant residue, manure and garbage in warping field. Soil respiration intensity got to the maximum in about 15 days and soil enzyme activity could be kept for a long time. In comparison with the control activity of soil invertase, urease and alkaline phosphatase of applying manure increased by 36.6%, 11.3% and 65.8% respectively after a growing season, the difference increased gradually in 3 years and accumulated effect of urease was the most significant. The influence on enzyme activity from different plant residue was different, and it was more obvious in plant stalks than in roots. The corn and sorghum stalks could promote invertase activity, and the beanstalk is beneficial to phosphatase.

Key words Warping soil; Soil enzyme activity; Plant residue