

作物秸秆直接还田的 土壤生物学效应*

汤树德

(黑龙江八一农垦大学)

THE BIOLOGICAL EFFECT OF TURNING OVER OF STRAWS INTO SOIL

Tang Shu-de

(8.1 Heilongjiang Agricultural College)

众所周知,一切生物的生命活动都直接依赖于它们所能获取的能量。由于土壤中的绝大多数微生物属有机营养类型,它们只能在通过分解有机物的过程中摄取能量作为合成细胞有机体及维持其生命活动的能量。因此,土壤中微生物的生命活动及其强度,必然受土壤中提供有机物质的数量及其可给程度的影响。

在土壤及其肥力的形成和发展过程中,所积累的经腐解和半腐解的腐殖物质为难分解残留的有机物,很难为土壤生物提供有效能源。所以,每年新进入土壤中的新鲜植物残体就成为土壤生物有机能源的主要来源。

地处气候寒冷的北方地区的土壤,虽然储有丰富的土壤腐殖物质,潜在肥力较高,但由于全年适于土壤微生物活跃的生命活动时期较短,一般只约半年左右,其余大部分时期,土壤处在低温和封冻状态之中。因此,由于土壤生物学活性较低而影响了土壤潜在肥力的有效转化。固然通过土壤耕作和促进土壤熟化的农业措施(如施用化肥)都可以提高土壤的有效肥力。但是,由于每年进入土壤中的植物有机残体的数量甚少,因此,就不可能在显著提高其有效肥力水平的同时,继续维持其较高的潜在肥力水平。在国营农场大面积频繁的机耕作业条件下,往往既不能满足作物的营养需求,还导致土壤潜在肥力的逐渐下降。由此说明,积极地用地养地已成为北方国营农场一个急待解决的现实问题。而每年新进入土壤可作为土壤生物有效能源的新鲜植物残体,正是影响土壤肥力及其有效转化的关键因素。因此,如能正确合理地利用作物收获后的秸秆残茬直接还田,不仅直接补偿了土壤潜在肥力的消耗,同时,还可通过丰富土壤生物有机能源来提高土壤生物学活性,加速土壤中营养元素的生物循环,从而达到满足作物持续高产对土壤营养需求之目的。

本文整理了1964—1966和1974—1976年两个时期中,白浆土上所获得的秸秆直接

* 本研究承黑龙江金沙国营农场和八五三国营农场大力支持,特此致谢!

还田后土壤生物学方面的资料,分述于后。

一、研究方法

(一) 土壤和气候条件概况

试验布置于黑龙江省密山县境内本校实验农场、金沙国营农场,以及宝清县境内八五三国营农场。常年降雨量约 550—600 毫米左右,大部分集中在 7—9 月;年平均温度 3℃ 左右;无霜期为 120—130 天。

试验土壤类型为白浆土,上层为 0—15 或 0—20 厘米厚的黑土层,下层约 20 厘米厚的白浆层;质地粘重;其农业化学和生物学性状见表 1。

表 1 白浆土农业化学和生物学性状(1965 年)
Table 1 Agrochemical and biological properties of pansolos

土层(cm) Soil depth	活性有机质 (%) Active O. M.	全 N (%) Total N	全 P ₂ O ₅ (%) Total P ₂ O ₅	水解 N (毫克/100 克土) Hydrolyzed N(mg/100g. soil)	有效 P ₂ O ₅ (毫克/100 克土) Available P ₂ O ₅ (mg/100g. soil)	pH (水浸) (Extracted by water)
0—5	3.21	0.18	0.23	5.41	0.76	5.9
5—15	3.53	0.19	0.25	4.74	0.81	5.8
15—25	0.32	0.02	—	0.37	0.10	6.1

土层 (cm) Soil depth	微生物数量 (No/g) Microorganism components			呼吸强度 (CO ₂ 毫克 / 100 克土 · 24 小时) Respiratory intensity (CO ₂ mg / 100g. soil · 24hr.)	土壤酶活性 Activities of soil enzymes		
	细菌 × 10 ⁶ Bacteria	放线菌 × 10 ⁶ Actino- mycetes	真菌 × 10 ³ Fungi		过氧化氢酶 (毫升/克土) Peroxidase (ml/g. soil)	转化酶 (毫克/克土) Invertase (mg/g. soil)	脲酶 (毫克/克土) Urease (mg/g. soil)
0—5	163.5	15.4	1.6	22.3	2.84	10.81	0.31
5—15	154.9	12.7	1.5	20.3	2.23	11.96	0.28
15—25	7.4	1.5	0.2	0.8	0.28	3.30	0.19

(二) 试验布置和方法

将玉米秸秆在玉米收获后,晚秋时(土壤封冻前)直接翻压至耕作层(15—20 厘米),然后用圆盘耙平表土。秸秆量约每亩 750 斤。麦秸是在 7 月下旬麦收同时还田的。先借助联合收割机将其切碎(5—10 厘米),并均匀撒布于地表,继用机引喷雾器在麦秸表面喷施氮肥溶液(每亩施用硝酸铵 4 斤)或腐熟厩肥汁液(折合每亩施用鲜马粪干重 2.5 斤,事先沤腐 7 天),然后随即翻压至耕作层(18—20 厘米)或采用缺口重耙耙入耕作层(0—10 厘米)。麦秸还田量约每亩 300 斤。对照田中不施入任何秸秆(将秸秆及其残茬用火烧尽)。其余作业方式同上,但不补充氮素。

采取土样方法:对翻压至耕作下层的秸秆,在秸秆残体平向距离 0—5 厘米以内土壤

作为近秸秆土壤, 10 厘米以外土壤作为远秸秆土壤; 耙入耕作上层的秸秆则采用多点混合取样。

土壤农化和微生物学性质的测定, 除文中另有说明者外, 均按一般常规方法进行。

土壤酶活性的测定方法: 以甲苯作为抑菌剂(过氧化氢酶测定不加)。在加有各相应酶作用底物的相应 pH 值磷酸缓冲溶液中, 加入定量通过 1 毫米筛孔的新鲜土样, 置不同条件下进行反应。以每克干土于 24 小时内生成的葡萄糖毫克数作为转化酶活性单位; 生成的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 毫克数作为脲酶活性单位; 以每克干土消耗 0.1NK MnO_4 毫升数表示过氧化氢酶活性单位。

二、结果及分析

(一) 秸秆对土壤生物学活性的影响

1. 秸秆有机能源的刺激效应。由于土壤微生物的绝大多数属于有机营养类型, 故富含有机能源的新鲜植物残体进入土壤中后, 必然导致刺激土壤中各类微生物细胞增殖的效应(表 2)。试验表明, 新鲜麦秸耙入 0—10 厘米土层中, 经三个月腐解后, 可测得同层土壤中细菌数量比未施麦秸土壤提高 15.5 倍; 而施用垫圈麦秸, 只提高细菌数量 4.2 倍。显然, 前者富含易分解的有机物质, 而后者在垫圈过程中这些能源业已大部分被微生物消耗。但后者对好气性纤维素细菌的刺激效应却远超出前者。

未经腐熟的草炭, 在施用当年, 并未促进土壤微生物数量的增加, 因其中易摄取的有机能源早已耗尽。但草炭却提高了放线菌的数量。这是由于放线菌分解腐殖物质等复杂有机物的能力较强的缘故。

2. 增施氮肥的效应。由于谷类作物秸秆的 C/N 比值较高, 通常在秸秆残体腐解过程中(特别在前阶段)添加少量氮素, 就有利于微生物的活动和秸秆的腐解。在该试验中亦表现出补充少量氮素, 大大促进了秸秆残体中和近残体土壤中微生物的活性(表 3), 特别明显地反映氮素对分解纤维素微生物活性的效应。

还明显看到, 于麦秸表面喷施腐熟厩肥汁液, 同样获得增效作用。这一效果, 如单以施入的总氮量作比较, 厩肥中氮量只相当硝酸铵氮量的 1.5% 左右。但由于厩肥中还富含其它矿质养分和生理活性物质, 而且厩肥本身含有大量微生物。因此, 施用厩肥后微生物数量及活性均有明显增高。

3. 土壤层次和秸秆还田方法的影响。土壤层次具有明显的异质性, 所以秸秆进入不同土层, 对微生物活性的影响表现了显著差异(表 4)。因此, 采用不同的秸秆还田方法, 也必然获得不同的土壤微生物学效应(表 5)。

表 5 中相对数值表明, 由于耕作上层土壤微生物数量多于耕作下层, 故用重耙方式分散于耕作上层的还田麦秆比用翻压法埋入耕作下层的土壤中的麦秆, 能更大地刺激土壤中各类微生物数量的增长。无疑地, 采用耙茬浅层还田比翻垡深层还田, 有利于秸秆有机残体的腐解。据初步调查, 前者麦秸的腐解速度较后者可提前一个生长季。

表 2 不同种类的秸秆对白浆土生物学活性的影响 (田间大区, 1976 年)
Table 2 The effect of straws of different crops on the biological activities in planosol

处 理 Treatment	作 物 Crop	微生物数量 (No/g-soil) Microorganism components				呼吸强度 ($\frac{\text{CO}_2 \text{ 毫克}}{100 \text{ 克土} \cdot 24 \text{ 小时}}$) Respiratory intensity ($\frac{\text{CO}_2 \text{ mg}}{100 \text{ g-soil} \cdot 24 \text{ hr.}}$)	土壤酶活性 Activities of soil enzymes			
		细菌 $\times 10^6$ Bacteria	放线菌 $\times 10^6$ Actino- mycetes	真菌 $\times 10^3$ Fungi	好气纤维素细菌 $\times 10^3$ Aerobic cellulose- decomposing bacteria		过氧化氢酶 (毫升/克土) Peroxidase (ml/g-soil)	转化酶 (毫克/克土) Invertase (mg/g-soil)	脲酶 (毫克/克土) Urease (mg/g-soil)	
对照(未施) Check (No straw)	玉米 Corn	12.0	3.5	58.4	0.1	11.8	1.82	15.00	0.26	
		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
		197.3	12.9	160.0	0.9	16.0	6.12	20.44	0.41	
		(1644)	(367)	(273)	(850)	(136)	(336)	(136)	(178)	
垫圈麦秸 Wheat straw for bedding	玉米 Corn	62.4	18.6	83.6	3.1	197	6.76	17.84	1.34	
		(520)	(528)	(143)	(3080)	(167)	(371)	(119)	(525)	
		36.5	6.3	29.5	0.7	19.1	5.82	17.42	0.42	
		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
对照(未施) Check (No straw)	小麦 Wheat	32.3	22.3	33.9	0.6	17.4	3.88	19.35	0.38	
		(88)	(354)	(115)	(86)	(91)	(67)	(111)	(90)	
		未腐熟草炭 Undecomposed peat								

注: 1. 施麦秸 3000 公斤/公顷, 草炭 150 立方米/公顷, 春季肥入 0—10 厘米。2. 表中数字为两次分析平均值。括号内为相对值, 以下皆同。
Note: 1. 3000kg/hectare, peat 150m³/hectare, applied in spring.

2. The numerals in this table is mean value of two analytical data. Those in the bracket are relative values. Similarly hereafter.

表 3 腐解三个月的麦秸残体和近残体土壤中微生物的活性 (田间小区试验, 1975 年)

Table 3 Activities of microorganisms in the wheat straw residue after decomposition for three months and in the soils near the residues

处 理 Treatment	麦秸残体微生物数(个/克残体) Amount of microorganisms in the wheat straw residues (No./g.residues)			近残体土壤微生物数 (个/克土) Amount of microorganisms in the soil near the residues (No./g.soil)				纤维素分 解率(%) Rate of cellulose decom- position
	细菌×10 ⁶ Bacteria	真菌×10 ³ Fungi	好气纤维素 细菌×10 ³ Aerobic cellu- lose-decom- posing bacteria	细菌×10 ⁴ Bacteria	放线菌 ×10 ⁶ Actini- mycetes	真菌×10 ³ Fungi	好气纤维素 细菌×10 ³ Aerobic cellu- lose-decom- posing bacteria	
对 照 Check	—	—	—	30.4	19.9	9.9	0.5	39.4
麦 秸 Wheat straw	297.4	99.4	0.2	50.1	10.0	9.6	0.6	36.2
麦秸+氮 Wheat straw + N	555.4	134.0	1.7	78.8	14.7	12.5	0.9	69.8
麦秸+厩肥汁 Wheat straw + Manure juice	521.4	397.4	1.5	77.9	25.2	8.9	0.8	42.0

表 4 麦秸进入不同土层对其近秸秆土壤微生物活性的影响 (大田, 1974 年)

Table 4 The effect of straw in different soil depth on the activities of microorganisms in soils near the straw (Field, 1974)

土层 (cm) Soil depth	微生物数量(个/克土) Amount of microorganisms (No./g.soil)			纤维素分解率(%) The rate of cellulose decomposition
	细菌×10 ⁶ Bacteria	放线菌×10 ⁶ Actinomycetes	真菌×10 ³ Fungi	
5—10	34.6	39.4	17.4	51.2
15—20	19.9	15.6	14.2	36.2

(二) 秸秆对土壤生物化学性状的影响

对晚秋翻压的玉米秸经一整年(有效腐解 7 个月)后的土壤分析表明, 在翻压 (20 厘米)条件下, 玉米秸腐解对白浆土影响的范围, 可达秸秆残体平向距离的 10 厘米, 尤以 0—5 厘米为明显(表 6)。

由于秸秆有机能源对土壤微生物生命活动的刺激作用, 不仅首先反映出各类微生物数量的急剧增长; 同时影响到土壤中整个微生物学过程的活性和强度 (表 7)。当玉米秸还田后, 无论后作小麦或大豆, 在生长季的 4 次取样分析中皆明显观察到, 近秸秆 (0—5 厘米)土壤中微生物活性、酶活性显著提高; 土壤农化性状亦相继产生变化。

考虑到土壤中秸秆翻压深度和距离秸秆远近对微生物数量和活性的影响不同, 因此在取样时不采用一般打土钻分层取土的方法, 而是定点定位按翻压秸秆位置依横向和纵向分别取土。

表 5 麦秸还田方法对土壤微生物数量的影响(大田, 1975 年)

Table 5 The effect of methods of turn over of wheat straw into soil on the amount of soil microorganisms

还田方法 Turn over methods	处 理 Treatment	微生物数量 (个/克土) Amount of microorganisms (No./g.soil)			
		细菌×10 ⁶ Bacteria	放线菌×10 ⁶ Actinomycetes	真菌×10 ³ Fungi	好气纤维素细菌×10 ³ Aerobic cellulose-decomposing bacteria
翻 垡 Ploughing into soil	对 照 Check	40.3 (100)	7.5 (100)	3.6 (100)	0.5 (100)
	麦 秸 wheat straw	80.3 (200)	4.4 (59)	4.9 (136)	0.6 (114)
耙 耨 Harrowing into soil	对 照 Check	12.0 (100)	3.5 (100)	5.8 (100)	0.1 (100)
	麦 秸 Wheat straw	197.3 (1644)	12.9 (370)	16.0 (370)	0.9 (850)

注: 麦秸还田后二个月和三个月两次分析的平均值。

Note: The numerals in this table are mean values of two analytical data after turn over into soil two and three months.

表 6 玉米秸对白浆土生物学性状的影响范围(大田, 1965 年)

Table 6 The effect of corn straws on the biological properties in planosol

秸秆平向 距离(cm) Horizontal distance from straw buried in soil	活性有机 质(%) Active O. M.	微生物数量 (个/克土) Amount of microorganisms (No./g.soil)			纤维素分 解率(%) Rate of cellulose decompo- sition	土壤酶活性 Activities of soil enzymes		
		细菌×10 ⁶ Bacteria	放线菌×10 ⁶ Actino- mycetes	真菌×10 ³ Fungi		过氧化氢酶 (毫升/克土) Peroxidase (ml/g. soil)	转化酶 (毫克/克土) Invertase (mg/g.soil)	脲 酶 (毫克/克土) Urease (mg/g.soil)
0—5	4.93	101.0	16.8	2.2	9.8	10.60	23.7	0.91
5—10	4.58	29.6	26.0	1.8	4.0	7.07	19.6	0.29
10—25	4.26	23.7	21.5	1.7	7.6	6.15	16.9	0.20
25—40	4.11	26.2	19.2	1.7	6.1	6.57	17.0	0.21

(三) 秸秆对土壤微生物区系组成的影响

土壤中微生物的组成,是土壤综合条件的反映。由于秸秆腐解过程中,各种有机、无机物质含量的消长必然引起微生物区系组成的改变。我们期望获得秸秆腐解动态中具有代表性和指示性微生物优势种属的资料,并初浅了解它们在土壤肥力发展中的作用。

1. 土壤真菌。秸秆还田后,土壤真菌优势种组成产生明显变化。在未施秸秆的白浆土中以青霉属(*Penicillium*)、拟青霉菌属(*Paecilomyces*)和粘帚霉属(*Gliocladium*)等丛霉科真菌为优势^[3]。在秸秆还田后的腐解初期,可观察到毛霉属(*Mucor*)、根霉属(*Rhizopus*)真菌优先出现,显然这同秸秆中易分解的碳水化合物的存在有关。此后,当秸秆纤维组织遭到明显破坏时,平皿分离中出现了大量的能分解纤维素的葡萄穗霉(*Stachybotrys atra* Corda)和木霉属(*Trichoderma*);特别通过硝酸铵或厩肥汁液处理的麦秸,更促

表 7 玉米秸对白浆土生物化学性状的影响(大田, 1965年)

Table 7 The effect of corn straw on biochemical characteristics of planosol

作物 Crop	取土位置 Sampling location	农 化 性 状 Agrochemical properties				微 生 物 活 性 Activities of microorganisms		土 壤 酶 活 性 Activities of soil enzymes			
		含水量 (%) Water content	活性有机质 (%) Active O. M.	水解氮 (N毫克/100克土) Hydrolyzed N (N mg/100g. soil)	有效磷 (P ₂ O ₅ 毫克/100克土) Available P ₂ O ₅ (P ₂ O ₅ mg/100g. soil)	好气纤维素细菌分布密度 (%) Distribution density of aerobic cellulose-decomposing bacteria	纤维素分解 Rate of cellulose decomposition	呼吸强度 (CO ₂ 毫克/100克土·24小时) Respiratory intensity (CO ₂ mg/100g. soil · 24hr.)	过氧化氢酶 (毫升/克土) Peroxidase (ml/g. soil)	转化酶 (毫克/克土) Invertase (mg/g. soil)	脲酶 (毫克/克土) Urease (mg/g. soil)
大豆 Soy-bean	远秸秆 (10厘米外) Far from straw (Beyond 10cm)	30.9 (100)	4.26 (100)	6.88 (100)	0.82 (100)	3.20 (100)	7.40 (100)	19.85 (100)	3.09 (100)	16.8 (100)	0.54 (100)
	近秸秆 (5厘米内) Near straw (Within 5cm)	34.2 (111)	5.28 (124)	8.74 (127)	0.63 (76)	8.58 (286)	13.23 (178)	39.85 (200)	3.44 (111)	20.2 (120)	0.63 (118)
小麦 Wheat	远秸秆 (10厘米外) Far from straw (Beyond 10cm)	26.3 (100)	4.36 (100)	7.59 (100)	1.28 (100)	4.43 (100)	11.43 (100)	27.05 (100)	3.43 (100)	17.3 (100)	0.59 (100)
	近秸秆 (5厘米内) Near straw (Within 5cm)	29.1 (110)	4.62 (106)	9.69 (128)	0.54 (42)	13.18 (297)	21.70 (190)	64.05 (237)	4.56 (133)	25.4 (147)	0.69 (117)

注: 1. 好气纤维素细菌分布密度系在纤维素平板上生长该菌的阳性土粒%。

2. 表中为生长季中四次分析的平均值。

Note: 1. Distribution density of aerobic cellulose decomposing bacteria is expressed by the % of soil particles colonized by the bacteria with positive reaction.

2. The numerals in this table are mean values of four analytical data in growing season.

进了这些真菌的生长。例如,麦秸还田 3 个月的测定:青霉和拟青霉类群真菌,在 10^{-2} 稀释度平皿中,对照土壤、麦秸土壤、喷氮麦秸土壤,分别出现 39.5、13.1 和 10.2 个菌落;而葡萄穗霉,在同一稀释度平皿中分别出现 1.0、15.0 和 20.0 个菌落;木霉分别出现 0.0、21.5 和 30.9 个菌落。同时发现,6 株木霉对小麦根腐病原真菌 (*Helminthosporium sorokinianum*) 表现不同程度的拮抗作用。

2. 土壤好气性细菌。白浆土好气性芽孢杆菌组成的显著特征是以霉状芽孢杆菌 (*Bacillus mycoides*) 占绝对优势^[3]。这反映了北方土壤矿质化过程弱的特点^[4]。当施用秸秆后,在第一个生长季的各次分析中皆观察到,近秸秆土壤中芽孢细菌的显著减少,特别是霉状芽孢杆菌几乎被极毛杆菌属 (*Pseudomonas*) 等无芽孢细菌所替代。一年后才观察到芽孢细菌相对数量的回升。

从近秸秆土壤好气性细菌中孢子体和营养体数量的比值测定表明,秸秆腐解对土壤细菌活跃程度的有利影响(表 8)。当施入秸秆后,土壤细菌营养体数量急剧上升,孢子体数量虽也随之增加,但孢子体和营养体的数量比值却显著下降。这不仅由于秸秆腐解促进了无芽孢细菌的增长,也因秸秆有机能源的刺激效应而激发了芽孢杆菌孢子体的萌发。例如,麦秸伏翻 3 个月,孢子体和营养体的比值较对照土壤下降 21.0—39.0%;一年后仍低于对照 28.4—40.0%。同时表明,喷施氮肥,更利于土壤细菌活跃程度的提高。

表 8 麦秸还田对土壤细菌活跃程度的影响(田间小区试验)

Table 8 The effect of wheat straws on the activities of soil bacteria

土壤处理 Treatment	1974 年			1975 年		
	营养体数量 ($\times 10^6$ 个/克) Amount of vegetative cell	孢子体数量 ($\times 10^6$ 个/克) Amount of spore	孢子体 营养体	营养体数量 ($\times 10^6$ 个/克) Amount of vegetative cell	孢子体数量 ($\times 10^6$ 个/克) Amount of spore	孢子体 营养体
			Vegetative cell			Vegetative cell
对 照 Check	17.0	12.6	0.74	10.9	9.7	0.89
麦 秸 Wheat straw	50.6	28.1	0.59	12.2	7.7	0.63
麦秸+氮 Wheat straw + N	70.6	31.4	0.45	35.9	18.5	0.53

注:土壤稀释液在 70℃ 水浴中 15 分钟后接种,获得孢子体数量;
将细菌总数量减去孢子体数量即为营养体数量。

Note: The amount of spore obtained by inoculating with soil suspension pretreated in water bath of 70℃ for 15 min.

The total amount of bacteria - Amount of spore = Amount of vegetative cell.

从白浆土中占优势的霉状芽孢杆菌被更替和土壤细菌营养体细胞的生长,说明秸秆直接还田对活化北方土壤的微生物学过程,提高土壤的熟化程度^[4]具有理论和实践意义。

3. 好气性纤维素分解微生物。无论从大田和小区试验皆表明,秸秆还田可促进分解纤维素的粘细菌的发育,特别在补氮和施厩肥汁的秸秆残体上和近秸秆土壤中,除发育着大量的纤维粘细菌属 (*Cytophaga*) 外,还出现在对照土壤中难以发现的纤维弧菌属

(*Cellvibrio*) 和生孢纤维粘细菌属 (*Sporocytophaga*)。在未施氮处理中,只是在秸秆还田第一生长季后期才少量出现。说明它们对氮素的要求较高^[7],所以在氮素矿质化程度较低的白浆土中,只有在秸秆残体腐解后期和增施氮肥的情况下,才为这些微生物的生命活动提供条件。

此外,秸秆混入浅层土壤比之集中埋入深层土壤中,同样有利于促进粘细菌的发育。例如,翻垡还田将麦秸埋入 18—20 厘米土层者,其近秸秆土壤中粘细菌数量比对照同层土壤相对提高 14.0%;而耙茬还田将麦秸混入 0—10 厘米土层者,粘细菌数量则提高 7.5 倍(表 5)。

鉴于纤维素的好气性分解为土壤微生物提供大量可利用的能源,从而促进了其它微生物对土壤中物质的转化,对养分供应和改善土壤结构都有良好作用^[2]。所以在微生物学活性较低并因而限制了土壤有效肥力提高的白浆土中,将秸秆直接施入微生物数量较多的浅层比施入深层,能更大发挥秸秆对土壤肥力的生物学效应。

(四) 秸秆对土壤酶活性的影响

秸秆在土壤中的腐解过程,主要由于土壤微生物的酶系作用,引起一系列错综复杂的生物化学过程。因此,测定土壤酶的活性,在一定程度上能反映秸秆腐解过程中各有机成分生物转化的进程及其强度^[5,6,8]。

我们根据土壤中同一类酶之间存在的相关联系^[8],分析了过氧化氢酶、转化酶和脲酶。在采取和处理土样中尽力避开和消除作物活根的影响。

1. 土壤酶活性同微生物数量的关系。从全试验中获得的三种酶活性的资料表明,当作物秸秆进入土壤后,在刺激土壤中各类微生物大量增殖的同时,必将伴随着土壤酶活性的明显提高。土壤微生物数量同酶活性常表现平行关系。

所测三种酶活性,在距秸秆不同土壤范围内皆呈现明显差异(表 6),近秸秆土壤酶活性比远秸秆土壤相对提高 11.3—46.8%(表 7)。氮肥对近秸秆土壤酶活性,同样反映出增效作用。例如小区试验(1974—1975 年)表明,近秸秆土壤的过氧化氢酶、转化酶和脲酶活性,施氮比不施氮处理分别提高 10.5%、27.9% 和 38.6%;较无麦秸对照处理分别提高 24.4%、100.0% 和 108.4%。看来,氮肥对土壤酶活性的增效作用是同氮肥促进微生物生命活动而提高了秸秆腐解强度相联系的。

2. 不同植物材料对土壤酶活性的影响。从表 2 中看出,不同的植物材料对土壤酶活性有不同的效应。新鲜麦秸,由于富含易被微生物利用的有机能源,故对转化酶表现较大效应;而处于半腐解状态的垫圈麦秸,易利用的能源部分已被消耗,所以对转化酶活性的效应不如前者;但是,对脲酶活性的效应却以垫圈麦秸为高,大大超出新鲜麦秸,这显然同垫圈麦秸中含有大量易分解含氮有机物(牲畜粪尿)有关,因脲酶活性同土壤水解性氮具有较高的正相关性^[5,8]。

然而,草炭对土壤酶活性的影响,除转化酶表现很小的效应外,对过氧化氢酶和脲酶活性反而产生负效应。这不仅由于草炭的生物学活性极低,还可能同草炭中含有某些大分子腐殖酸等有机化合物对这二种酶的抑制,因而降低其活性有关^[9],但尚待查明。

3. 土壤酶活性的季节变化。通过晚秋翻压玉米秸后第一个生长季中不同后作物(小

麦和大豆)的邻近两地号的定点取土分析表明,所测三种酶的活性皆表现明显的季节变化。不同酶活性呈现不同图式,但同一酶在两地号中却表现很相似的季节变化趋势。从近秸秆和远秸秆土壤中过氧化氢酶和脲酶活性表现相似趋势的图式说明,秸秆腐解虽可显著提高其酶活性,但并未改变其季节图式。而转化酶活性则受秸秆腐解影响,不仅在近秸秆和远秸秆土壤中有明显差异,而且季节变化图式也很不一样。

三、结 论

由于作物秸秆为土壤微生物提供了大量可给能源,故能刺激各类微生物数量的增长,并大大促进土壤微生物学过程,提高土壤酶活性,增强好气性纤维素粘细菌和木霉的发育,还提高土壤细菌的活性;于秸秆还田的同时喷施氮肥或厩肥汁液,更能增加前述各种效应。由此说明,利用作物收获后的秸秆残茬直接还田,不仅直接补偿了土壤营养元素的消耗,还加速了土壤物质的生物学循环,活化了土壤潜在肥力,实是一项用地养地的积极措施,这在提高北方土壤的有效肥力上具有理论和实践意义。

鉴于土壤层次的异质性和微生物对有机能源的依赖性,所以采用重耙将粉碎秸秆混入微生物活性高的浅层(0—10厘米)土壤比之翻垡埋入微生物活性深的深层(15—20厘米)土壤中为好。不仅加速了秸秆的腐解,更加利于充分发挥新鲜有机能源物质在好气性腐解条件下对微生物学过程的活化,同时对作物根系主要分布层中土壤营养物质的富集和理化性状的改善,皆具有良好的作用。

参 考 文 献

- [1] 早野垣一, 1973: 关于土壤酶的研究。日本土壤肥料学杂志, 44卷10期。
- [2] 冯孝善, 1965: 好气性纤维素分解与土壤肥力。土壤通报, 第4期, 38页。
- [3] 汤树德, 1978: 白浆土微生物学特性的研究。农业科技通讯(黑龙江八一农垦大学), 总第24期。
- [4] Мишустин Е. Н. (许光辉、郑鸣之、周煦卿译, 1959) 1956: 土壤微生物和土壤肥力, 科学出版社, 108—125页。
- [5] Никифорова Л. И., 1977: 有关土壤氮素供应的农化研究方法及其在不同土壤—气候条件下的适用情况。土壤农化(参考资料), 1:42—50页。
- [6] Александрова И. В., 1959: О методе определения активности некоторых почвенных ферментов. Почвоведение, No.9, 73.
- [7] Имшенецкий А. А., 1953: Микробиология целлюлозы, Изд. АН СССР, 136—138.
- [8] Колоскова А. В., Мургазина С. Г., 1978: Формы азота и активность ферментов при азотном обмене в некоторых почвах Татарии. Почвоведение, No.5, 58.