

# 旱地秋季深施肥对土壤微生物的影响

马玉珍 王久志 杨治平 周怀平

王 静

(山西省农业科学院土壤肥料研究所 太原 030031)

(山西农业科学院植物保护研究所)

## 摘 要

晋东旱作地区秋季深施肥比春季浅施肥有显著的增产作用。本文就旱地秋季深施肥和春季浅施肥对土壤微生物的影响进行了研究。结果表明,秋季深施肥明显增加了土壤微生物数量;加强了土壤呼吸强度、固氮强度、纤维分解强度及作物根际效应。对提高土壤营养水平和矿质营养元素的有效性,改善土壤理化性质有显著作用。

**关键词** 土壤微生物;深施肥;生物活性

在晋东半湿润偏旱区淡褐土性土上玉米秋季深施肥比春季浅施肥有明显的增产作用<sup>[1,2]</sup>。旱地习惯施肥方式一般有两种,一种是播前将肥料撒于地表,用园盘耙浅埋;另一种是播时将肥料穴施于株间。共同的特点是浅施,一般均在5—7cm。在干旱地区,这种施肥方式造成氮肥挥发严重,种籽容易和肥料接触,影响出苗。针对上述情况,于1991—1995年在旱地进行了秋季深施肥研究,取得了显著的效果<sup>[3,4]</sup>,增产6.7—17.0%,出苗率提高了5.7—17.5%,耕层土壤含水量提高了0.23—3.16%;氮肥损失减少了8.2%,水分利用率提高了64—196g/mm。本文就秋季深施肥对土壤微生物数量、种类、根际效应和活性强度进行了研究。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试土壤的基本性状

供试土壤为淡褐土性土,全氮含量为 $1.07\text{gkg}^{-1}$ ,全磷含量(P) $0.67\text{gkg}^{-1}$ ,速效N $7.64\text{mgkg}^{-1}$ ,速效磷( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) $2.8\text{mgkg}^{-1}$ ,有机质 $17.1\text{gkg}^{-1}$ ,pH8.4。

### 1.2 试验处理

试验设置在山西省寿阳县宗艾村,处理为:(1)亩施 $8\text{kg N}$ , $3.5\text{kg P}_2\text{O}_5$ ;(2)亩施 $10\text{kg N}$ , $5.6\text{kg P}_2\text{O}_5$ , $400\text{kg}$ 玉米秸秆覆盖(整株覆盖于地表);(3)亩施 $10\text{kg N}$ , $5.6\text{kg P}_2\text{O}_5$ , $400\text{kg}$ 玉米秸秆切碎直接还田;(4)亩施 $10\text{kg N}$ , $5.6\text{kg P}_2\text{O}_5$ , $400\text{kg}$ 秸秆沤制(秸秆切碎成5cm长,用水拌湿掺土堆沤4个月)还田;(5)亩施 $10\text{kg N}$ , $5.6\text{kg P}_2\text{O}_5$ 。5个处理均设春浅施(S)和秋深施(A),春浅施为播时将肥料穴施株间,施肥深度5—7cm;秋深施为秋季将肥撒于地表,犁深翻,

施肥深度 10—20cm。小区面积 54cm<sup>2</sup>, 重复 3 次。

施用的氮肥为尿素(含 N46%);磷肥为过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 14%);玉米秸秆的全氮含量为 5.78gkg<sup>-1</sup>、全磷(P)为 0.42gkg<sup>-1</sup>。

供试玉米品种为烟单 14。于 1995 年 4 月 22 日播种, 10 月 4 日收获。

### 1.3 取样

于 1995 年 8 月玉米生长吐穗期每处理两种施肥方式在 0—20cm 土层取 5 点土样混匀。根际效应测定取根际土和垅背土。土样带回室内立即测定。

### 1.4 测定方法

细菌、真菌、放线菌、固氮菌采用稀释平板计数。培养基分别为牛肉汁蛋白胨, 马丁氏, 淀粉铵盐、阿须贝。纤维分解菌用稀释培养计数法。土壤呼吸强度采用密闭静止培养, 标准碱液吸收, 标准酸滴定。纤维分解强度采用埋藏布条称重法。固氮强度采用乙炔还原法 103 型气相色谱仪测定<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 秋季深施肥对土壤微生物区系的影响

秋季深施肥的土壤条件和春季浅施肥完全不同, 秋季深施肥施入土壤的肥料, 经机械翻压和土混合, 大部集中在 10—20cm 土层, 土壤覆盖较厚, 温度较低, 肥料任其自然地保存在土层中, 来年耙耱播种, 不翻动土层, 土壤水分不易散失, 土壤含水量高。而春季浅施肥, 肥料一般施于 5—7cm 土层, 和干土混在一起, 土层中土壤含水量低, 氮肥易挥发。由于春、秋施肥造成耕层水分、养分等的差异, 这种差异, 首先影响微生物繁殖。本试验中 5 个处理皆是秋季深施肥比春季浅施肥菌数增加(表 1), 细菌依次分别增加 15.3%、8.2%、11.5%、9.4% 和 34.7%, 增加幅度 8.2—34.7%; 真菌依次分别增加 21.2%、5.6%、10.5%、38.5% 和 19.5%, 增加幅度 5.6—38.5%; 放线菌依次分别增加 32.3%、57.1%、26.0%、14.9% 和 34.5%, 增加幅度 14.9—57.1%。这些微生物能将土壤中有机物分解转化成无机物, 被作物利用, 又可将无机物合成有机物, 无疑对土壤肥力状况改善起着重要作用。

表 1 不同施肥处理秋深施(A)和春浅施(S)的微生物区系

施肥处理	施肥方式	细菌 (×10 <sup>7</sup> /g 干土)	真菌 (×10 <sup>5</sup> /g 干土)	放线菌 (×10 <sup>5</sup> /g 干土)	总菌数 (×10 <sup>7</sup> /g 干土)	A/S (%)
1	S	10.4	3.3	31.0	10.751	15.7
	A	12.0	4.0	41.0	12.442	
2	S	12.2	10.7	28.0	12.587	9.3
	A	13.2	11.3	44	13.753	
3	S	13.5	9.5	38.5	13.980	11.5
	A	15.0	10.5	48.5	15.590	
4	S	16.0	11.7	43.5	16.552	9.7
	A	17.5	16.2	50.0	18.162	
5	S	11.5	3.6	29.0	11.826	34.7
	A	15.5	4.3	39.0	15.933	

## 2.2 秋季深施肥对土壤微生物生理群组成的影响

不同生理群的微生物对土壤水、肥、气、热要求不同,对固氮菌和纤维分解菌的测定结果(表2)表明,秋季深施肥比春季浅施肥菌数显著增加,尤其是固氮菌,不同处理秋深施比春季浅施增加了22.4—81.4%。固氮菌的数量直接影响土壤的固氮作用,对土壤氮素循环有重大意义。

表2 不同处理秋深施和春浅施的纤维分解菌和固氮菌

施肥处理	施肥方式	固氮菌 ( $\times 10^6/g$ 干土)	A/S (%)	纤维分解菌 ( $\times 10^3/g$ 干土)	A/S (%)
1	S	25	46.0	3.1	6.5
	A	36.5		3.3	
2	S	36.0	22.2	7.0	5.7
	A	44.0		7.4	
3	S	49.0	27.6	3.0	36.3
	A	62.5		4.1	
4	S	74.5	62.4	3.7	8.1
	A	121.0		4.0	
5	S	29.5	81.4	3.2	25.0
	A	53.5		4.0	

测定结果(表2)还表明,秋季深施肥的纤维分解菌也明显高于春季浅施肥,各处理间高出5.7%—36.3%,以秸秆直接还田、高氮高磷处理增加最多。土壤纤维菌通过纤维酶的作用,将纤维素分解成纤维二糖和葡萄糖,进一步分解成各种有机酸、 $CO_2$ 等,增加了土壤碳源。

## 2.3 秋季深施肥对土壤生物活性的影响

环境条件的改变,不仅影响微生物数量、组成,还影响它们的活性强度。测定结果(表3)表明,土壤呼吸强度均为秋季深施肥的高,不同处理的高低顺序:处理5>处理3>处理1>处理2>处理4。 $CO_2$ 浓度增加3.7—12.6%, $CO_2$ 溶于水呈弱酸,这可降低土壤pH,提高矿质营养的有效性,对pH高的石灰性土壤意义重大。

表3 不同处理秋深施和春浅施的生物活性强度

施肥处理	施肥方式	呼吸强度 ( $CO_2 mg/5g$ 干土·24h)	A/S (%)	固氮强度 ( $nmC_2H_4/g$ 干土·h)	A/S (%)	纤维分解强度 (%)
1	S	4.74	11.8	1386.0	8.9	7.5
	A	5.30		1509.2		16.2
2	S	5.07	8.5	2001.2	-1.1	7.3
	A	5.51		1979.8		33.7
3	S	4.94	12.6	2207.0	4.6	7.9
	A	5.56		2310.0		16.6
4	S	6.88	3.2	1308.0	50	9.8
	A	7.10		1971.0		18.9
5	S	4.84	13.2	1423.0	8.6	8.5
	A	5.48		1546.0		12.2

固氮强度的测定结果(表3)表明,土壤固氮强度除了处理2秋季深施和春季浅施二者相近外,其余4个处理均以秋季深施高,每克干土每小时还原的乙烯量比春季浅施肥高103—663毫微克分子,这就意味着秋季深施肥创造的土壤条件,能促进固氮微生物的固氮活性,为土壤提供较多的氮素营养,培肥了土壤。

土壤微生物的纤维素分解强度,反映了土壤有机质的分解程度和碳素营养的释放水平。测定结果(表3)表明,5个处理均为秋季深施肥高于春季浅施肥,依次分别高出8.7、26.4、8.7、8.8和3.7个百分点。纤维分解强度的增强,有利于土壤腐殖质的形成和土壤团粒结构的改善,有机物分解的中间产物(有机酸等),调整了土壤pH值。

#### 2.4 秋季深施肥的根际效应

根际是植物—土壤—微生物及其环境条件相互作用的场所和特殊微生态环境;同时也是各种养分、水分、有益、有害物质进入根系,参与生物链循环的门户。根际效应以根际微生物(R)和根外微生物(S)之比(R/S)表示。秋季深施肥改善了这个场所的生态环境,对生物产生了一定的影响。本试验中对单施无机肥的处理5和有机无机配合施用的处理3进行了比较,结果(表4)表明,不论真菌、细菌、放线菌的根际效应两处理间以有机无机配合施肥明显,两处理均有秋季深施比春季浅施根际效应高的趋势。

表4 不同施肥处理秋深施和春浅施的根际效应

施肥 处理	施肥 方式	细菌( $\times 10^7$ /g干土)			真菌( $\times 10^4$ /g干土)			放线菌( $\times 10^5$ /g干土)		
		根际土 (R)	根外土 (S)	R/S	根际土 (R)	根外土 (S)	R/S	根际土 (R)	根外土 (S)	R/S
3	春浅施	13.5	2.61	5.2	95.0	6.68	14.2	38.5	14.7	2.60
	秋深施	15.0	1.57	9.6	105.0	7.30	14.4	48.5	18.5	2.62
5	春浅施	11.5	2.97	3.9	36.0	5.21	6.9	29.0	21.0	1.38
	秋深施	15.5	3.80	4.1	43.0	6.20	6.9	39.0	24.0	1.63

综上所述,旱地秋季深施肥改善了土壤的营养条件,有利于土壤微生物繁殖,增强了微生物活性强度和根际效应,是一项行之有效的旱地农田施肥培肥技术。

#### 参 考 文 献

- [1] 周怀平等,旱地玉米秋施肥增产机制和施用技术研究,山西农业科学,1996,24(4):10—13。
- [2] 王久志等,旱农地区土壤施肥培肥与两高一优农业,两高一优农业研究,中国商业出版社,1996,671—657。
- [3] 王久志等,旱农地区“四改”土壤施肥培肥制度的技术经济评价,农业技术经济,1996,增刊,68—71。
- [4] 周怀平等,晋东豫西(寿阳)旱农试区水肥效应研究,干旱地区农业研究,1996,14(1):30—34。
- [5] 许光辉、郑洪元主编,土壤微生物分析方法手册,农业出版社,1986。