

我国旱地土壤的溶磷微生物

尹瑞龄

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

研究了我国热带亚热带旱地土壤中的溶磷微生物的数量、组成及其活性。结果表明,旱地土壤的溶磷微生物数量和溶磷强度各不相同,主要取决于土壤的pH和磷源种类。

土壤磷是植物磷营养的重要给源之一。但土壤中约有95%以上的磷是不能被植物直接利用的。施用磷肥虽是增加土壤有效磷含量的重要手段。但是,施入的磷肥常因与土壤中的 Ca^{2+} (石灰性土壤)、 Fe^{3+} 和 Al^{3+} (红壤、砖红壤)相结合而丧失其有效性,在一般情况下,磷肥的利用率仅有5—25%。但是,一些研究结果表明,土壤中大多数微生物在一定条件下有不同程度地溶磷能力^[1];在土壤中,细菌菌落常常利用植物根系分泌物以产生各种有机酸和二氧化碳,并凭借这些代谢产物以溶解磷酸盐类^[2]。本文主要研究了我国热带和亚热带旱地土壤中溶磷微生物的分布状况及其活性。

一、材料和方法

(一)供试土壤

供试土壤系采自江苏、浙江、江西、广东、广西等地的黄棕壤、白土、砂壤土、红色石灰土、红壤以及砖红壤等旱作土壤,并以黑龙江和河南的黑钙土和盐渍土作比较。

(二)培养基和磷源

测定溶磷微生物的数量和组成系采用稀释平板刮刀法,培养基成分如下:葡萄糖10克;硫酸铵0.5克;氯化钠、氯化钾、硫酸镁各0.3克;硫酸锰和硫酸亚铁微量;酵母膏0.4克;磷源10克;琼脂15克;蒸馏水1000毫升、pH调至7.0—7.5。

培养基分别以摩洛哥磷矿粉;开阳磷矿粉以及磷酸铁和磷酸铝作磷源。

表1 供试土壤的pH值和有机质含量

土壤	pH值	有机质%	样品采集地点
瓦碱土	9.3	—	封丘
盐渍土	8.5	2.20	封丘
黑钙土	7.3	2.89	哈尔滨
黄棕壤	6.5	2.24	南京
白土	6.4	1.60	句容
红色石灰土	6.3	1.82	桂林
砂壤土	6.2	1.50	杭州
红壤	5.2	1.47	鹰潭
砖红壤	4.8	1.32	湛江

(三)溶磷微生物数量和组成的测定

微生物数量系按细菌、真菌和放线菌的菌落在平板上出现的先后逐一计数,同时测数能够溶解分散在琼脂内的磷源(难溶性磷酸盐)的菌落(其周围形成清晰的溶磷圈)数量,以作为溶磷微生物数量并计算其比率。

对从上述平板所获的溶磷细菌菌株进行分类鉴定,求出各属细菌所占的百分数,作为溶磷细菌组成的指标。

(四)溶磷强度的测定

1. 土壤溶磷强度的测定 将100毫升液体培养基注入500毫升圆锥烧瓶内, 灭菌后, 用1毫升1:10的土壤悬浮液接种(以不接种者为对照)。置28℃下培养3周后, 取出过滤, 滤液定容后, 用钼兰法测定有效磷量, 计算出土壤溶磷强度(以有效磷mg/g磷源为单位)。

2. 菌株溶磷强度的测定 同上。但以0.05毫升供试菌株的活化菌液代替土壤悬浮液接种, 且只培养6天。

二、结果与讨论

(一) 旱地土壤的溶磷微生物的数量

我国的每克旱地土壤中的溶磷微生物数量平均约为1000万, 占整个土壤微生物群的27.1—82.1%。其中以细菌所占比例最大。因此研究细菌的溶磷作用显得更为重要。在所有供试土壤中, 溶磷微生物数量以黑钙土最高(4.89千万/克土); 黄棕壤和白土分别为2.04千万和1.68千万; 红壤和砖红壤则分别为1.07和0.98百万, 而瓦碱土的数量低, 仅有2万/克土(表2)。

表2 旱地土壤中的溶磷微生物数量(百万/克干土)
(磷源为摩洛哥磷矿粉)

土 壤	细 菌		放 线 菌		真 菌		微 生 物 总 数		
	常见	溶磷	常见	溶磷	常见	溶磷	常见	溶磷	溶磷%
瓦碱土	0.06	0.02	0.01	0	0	0	0.07	0.02	28.6
盐渍土	2.91	1.52	0.52	0.17	0.01	0.01	3.44	1.70	29.4
黑钙土	59.15	48.58	0.33	0.25	0.11	0.11	59.59	48.94	52.1
黄棕壤	29.91	20.12	0.28	0.21	0.17	0.10	30.36	20.43	67.3
白土	24.20	16.57	0.25	0.17	0.15	0.07	24.60	16.81	68.3
红色石灰土	9.52	6.56	0.20	0.15	0.15	0.06	9.87	6.77	68.6
砂壤土	9.14	5.48	0.23	0.15	0.12	0.05	9.49	5.68	59.9
红壤	3.45	0.91	0.35	0.10	0.15	0.06	3.95	1.07	27.1
砖红壤	2.54	0.86	0.15	0.09	0.06	0.03	2.75	0.98	35.6

土壤溶磷微生物数量除与土壤类型有关外, 还与加入土壤中的磷源种类而有所不同, 以溶磷细菌为例, 在同一土壤中, 加磷矿粉者高于加磷酸铁或磷酸铝者(表3)。

(二) 旱地土壤中的溶磷细菌的区系

旱地土壤中的溶磷细菌有芽孢杆菌属(*Bacillus*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)、产碱菌属(*Alcaligenes*)、黄杆菌属(*Flavobacterium*)、节杆菌属(*Arthrobacter*)、欧文氏菌属(*Erwinia*)、色杆菌属(*Chromobacterium*)、固氮细菌属(*Azotobacter*)以及沙雷氏菌属(*Serratia*)等。在我国东北的黑钙土中, 虽然溶磷细菌的数量很高, 但种类却不多, 仅以巨大芽孢杆菌和假单胞菌占优势。而在我国热带亚热带的黄棕壤和红壤中拥有的溶磷细菌种类繁多, 除有巨大和枯草芽孢杆菌

表3 不同磷源对土壤溶磷细菌数量的影响(百万/克干土)

土 壤	磷 源			
	摩洛哥磷矿粉	开阳磷矿粉	磷酸铁	磷酸铝
黄棕壤	29.91	2.85	0.29	0.22
白土	24.20	2.64	0.25	0.19
砂壤土	9.14	0.61	0.18	0.18
红色石灰土	9.52	0.61	0.07	0.07
红壤	3.45	0.09	0.35	0.27
砖红壤	2.54	0.06	0.25	0.35

外,尚有黄杆菌、节细菌、紫色杆菌、沙雷铁氏菌以及自生固氮菌等(表3)。从红壤和砖红壤中分离出的溶磷细菌,大多能在 pH4.5的基质中很好生长并能溶解磷酸盐。这与它们长期生活在酸性土壤中有关。

表4 旱地土壤中的溶磷细菌组成(%) (以摩洛哥磷矿粉为磷源)

菌名	瓦碱土	盐渍土	黑钙土	黄棕壤	红色石灰土	红壤	砖红壤
巨大芽孢杆菌	50.0	25.0	50.0	19.3	14.3	25.0	
蜡质芽孢杆菌		25.0		10.0	10.0	10.0	20.0
枯草芽孢杆菌			12.5	15.5	27.1	10.0	15.0
矮小芽孢杆菌				5.0	3.2	6.1	5.0
球形芽孢杆菌					6.8	5.2	7.8
多粘芽孢杆菌	50.0					3.7	12.5
假单胞菌			37.5	19.3	8.6		
产碱菌		40.0					
黄杆菌					30.0	18.5	7.5
节细菌				20.8		16.5	2.5
欧文氏菌		10.0					
沙雷铁氏菌				10.6			7.2
紫色杆菌							10.0
自生固氮菌						5.0	12.5

表5 不同磷源对旱地土壤溶磷强度的影响(毫克有效磷/每克磷源)

土壤	pH	溶磷强度	
		磷源	
		摩洛哥磷矿粉	磷酸铁
瓦碱土	9.3	0.1	0.1
盐渍土	8.5	0.8	1.0
黑钙土	7.3	7.8	1.5
黄棕壤	6.5	5.9	1.5
白土	6.4	6.2	1.5
红色石灰土	6.3	5.3	1.4
砂壤土	6.2	7.6	0.9
红壤	5.2	12.6	3.5
砖红壤	4.8	14.3	2.2

(三)旱地土壤的溶磷强度

我国旱地土壤的溶磷强度主要随磷源种类而异。就供试的9个土壤而言,在同一土壤上以磷矿粉作磷源者其溶磷强度高于以磷酸铁作磷源者,唯在瓦碱土及盐渍土上无差异或差异极小(表5)。

比较表2及表5不难看出,一般而言,土壤的溶磷强度与土壤溶磷微生物数量是一致的。唯红壤及砖红壤例外。表明难溶性磷源在土壤中的溶解过程确是一个酸解过程。在有机质较丰富而溶磷微生物数量较多的土壤中,微生物可凭借其各种酸性代谢产物促使难溶性磷源的溶解;而溶磷微生物数

量较少的红壤和砖红壤则可依赖其固有的酸性特征而促使难溶性磷源的溶解。

(四)、土壤细菌对难溶性磷酸盐的活化作用

对由旱地土壤分离出的265株溶磷细菌,进行了溶解摩洛哥磷矿粉能力的测定,溶磷强度为2.0~30.0mg/g。其中44株巨大芽孢杆菌、节细菌、黄杆菌、欧文氏菌以及假单胞菌其解磷度为25~30mg/g,占菌株总数的16.6%;67株产碱菌、多粘芽孢杆菌(*B. polymyxa*)和枯草芽孢杆菌为20.0—25.0mg/g、占25.3%;51株蜡质芽孢杆菌(*B. cereus*)和球形芽孢杆菌(*B. sphaericus*)为15.0—20.0毫克/克、占19.2%;52株自生固氮菌(*Azotobacter spp.*)和矮小芽孢杆菌(*B. pumilus*)为10.0—15.0毫克/克占19.6%;33株紫色杆菌(*Chromobacter violaceum*)和沙雷铁氏菌为5.0—10.0mg/g、占12.5%;以及18株坚硬芽孢杆菌(*B. firmus*)为2.0—5.0mg/g、占6.8%。各菌株对开阳磷矿粉也具有一定的溶解能力(表6)。

表6 溶磷细菌对磷矿粉的溶解强度 (mg/g)

菌 名	摩洛哥 磷矿粉	开阳磷 矿粉	株数	占总株 数%
巨大芽孢杆菌 节细菌 黄杆菌 欧文氏菌 假草胞菌	25—30	10—15	44	16.6
产碱菌 多粘芽孢杆菌 枯草芽孢杆菌	20—25	7—10	67	25.3
蜡质芽孢杆菌 球形芽孢杆菌	15—20	5—7	51	19.2
自生固氮菌 矮小芽孢杆菌	10—15	3—5	52	19.6
紫色杆菌 沙雷氏氏菌	5—10	2—3	33	12.5
坚硬芽孢杆菌	2—5	1—3	18	6.8

微生物对难溶性磷酸盐的溶解作用在土壤中普遍存在。由于磷酸盐在土壤中不易移动,而微生物比植物更易溶解磷酸盐的优越性是由于细菌细胞和真菌菌丝比植物根系细微,更易与矿质颗粒紧密接触,从而可以释放更多的正磷酸盐供植物利用。

参 考 文 献

- [1] 沃尔克, N. (英) (中国科学院南京土壤研究所微生物室译), 土壤微生物学, 科学出版社, 84—86, 1981。
- [2] Nagarajah, s., Ponsner, A. M. and Quick, J. P. Nature, 228, 83—85. 1970.

土壤信息

酸性底土的改良 II. 石膏对作物生长和底土的 化学性质的影响

在许多高度风化的土壤中,作物因受到Al的毒害难以利用底土中的水分,而在这些土壤中表层施用的石灰通常垂直移动极慢,需要采用特殊的机械和/或化学方法来解决这个问题,作者用玉米(*Zea mays* L.)在强酸性Normandien粘壤土上进行田间实验,考

察了表面混施石膏($86\% \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)对产量、根系发育和剖面化学性质的影响。石膏的影响是由时间决定的。交换性Al的水平逐渐下降,同时底土中的Ca、Mg和 $\text{SO}_4\text{-S}$ 逐渐增加。在 $\text{SO}_4\text{-S}$ 的吸附/沉淀最大区水的pH显著升高,但KCl测得的pH保持不变。到了第四年石膏对底土根系发育的影响是显著的,产量也明显上升。这些结果表明,石膏表面混施对于改良这种酸性底土是一个经济可行的方法。

作者提到用磷石膏效果较一般矿质石膏更好,因还有P的营养作用。

(刘志光据 S.S.S.Am. J. 52:175—180, 1988)

(上接第276页) 样本数可按小地类成数和所需精度计算确定。整群抽样调查结果的精度高于常规概查法,而经费却可节约97%以上。整群抽样法的缺点是,只能统计出各地类的面积数据,不能绘制图件成果。另外,小成数地类和线形地物的精度和重现性均较差。

参 考 文 献

- [1] F.洛茨等著(林昌庚,沙琢等译),森林资源清查,中国林业出版社,1985。
- [2] 全国农业区划委员会编,土地利用现状调查技术规程。测绘出版社,1984。
- [3] 林业部调查规划院编,森林调查手册,林业出版社,1984。
- [4] 唐宗祺,利用新旧航片对比分析监测林地类型变化,森林调查规划,第3期(总31期),1979。