



磷细菌肥料的研究

张美庆 丁安林*

(北京市农业科学院, 北京)

由于北京地区土壤缺磷,我们从1973年起进行了磷细菌肥料(简称磷菌肥)有效施用条件、解磷作用、刺激作用及土壤微生物对磷细菌的影响等试验。现将结果整理如下。

磷菌肥的有效施用条件

菌肥的效果有赖于菌肥微生物在根际的繁殖和活动。创造适合的良好环境,才能有稳定的增产效果。为了探讨有效施用条件,我们测试了土壤湿度、温度、某些农药和化肥的施用、作物品种、土壤类型等因素对磷菌肥施用的影响。

一、材料和方法

(一) 菌种

解磷巨大芽孢杆菌(*Bacillus megatherium phosphaticum*)引自中国农业科学院土壤肥料所。

无机磷细菌832(*Pseudomonas* sp.)引自山东农学院。

(二) 菌肥

上述两种磷细菌用10—20%麦麸浸液培养基分别培养后,用无菌草炭吸附制成。

菌数测定: 平板法测定。

速效磷测定: 钼蓝比色法。

二、结果与讨论

(一) 土壤湿度对磷菌肥肥效的影响

用解磷巨大芽孢杆菌(简称大芽孢杆菌)接种不同含水量的灭菌土壤,培养5天后,菌数和速效磷呈规律性的变化(图1)。其中土壤含水量为20%时的菌数和速效磷含量最高。

分别以不同土壤含水量进行的大麦幼苗栽培试验中,出苗后15天测定,也以土壤含水量

为20%左右时磷菌肥肥效较好(表1)。

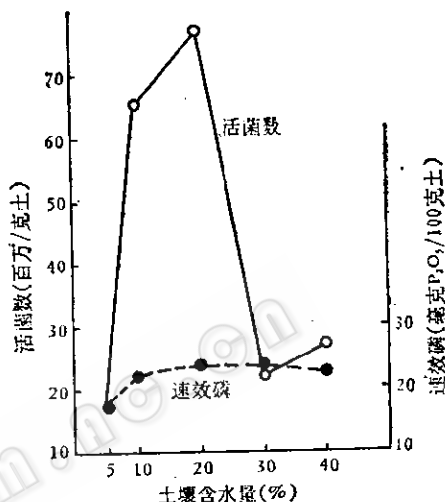


图1 大芽孢杆菌在土壤含水量不同时的增殖和解磷能力

(二) 温度对磷菌肥肥效的影响

灭菌土壤接种大芽孢杆菌后,在不同温度下培养5天,测定菌数和速效磷。从图2可看

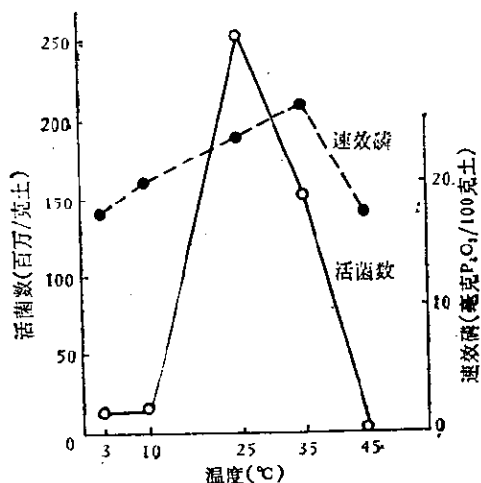


图2 大芽孢杆菌在不同温度下的增殖和解磷能力

* 先后参加此项工作的还有黄德明、苗兰中、张春梅、孙允福、于青。

表1 土壤含水量不同时施用磷菌肥的效果

土壤含水量 (%)	测定项目			苗 高			根 长			苗 鲜 重			苗 干 重		
	对照 (厘米)	接菌 (厘米)	增加 (%)	对照 (厘米)	接菌 (厘米)	增加 (%)	对照 (厘米)	接菌 (厘米)	增加 (%)	对照 (厘米)	接菌 (厘米)	增加 (%)	对照 (厘米)	接菌 (厘米)	增加 (%)
9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	21.9	21.4	-2.3	23.5	22.2	-5.5	4.0	4.2	5.0	0.67	0.72	7.5			
16.2	25.1	24.9	-0.8	25.7	29.1	13.2	4.7	5.6	21.7	0.60	0.62	3.3			
20	22.2	23.0	3.6	16.6	24.4	47.0	4.2	4.6	9.5	0.43	0.47	9.3			
24	21.0	22.0	4.6	23.2	20.5	-11.3	5.13	5.13	0	0.57	0.63	10.5			
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

出,大芽孢杆菌的增殖和解磷能力以 25—35℃ 时较好。

几年来在田间试验中观察到,早播小麦施用磷菌肥的效果比晚播小麦显著,为了证实不同播种期——在冬前高温生长期的长短与磷菌肥施用效果的关系,我们作了不同播种期施用磷菌肥的试验。播种期为 9 月 27 日和 10 月 7 日,分别作了磷菌肥拌种和不拌的对照,试验结果表明(表 2),拌种后增加冬前分蘖和根重,而且早播拌种比晚播拌种增加的多。这有利于小麦返青和成穗。因此,适宜的温度对磷菌肥肥效的发挥是必要的。

表2 小麦不同播种期施用磷菌肥的效果

测定项目		分 蘖 (个)	叶 数 (片)	地上部分苗重 (克)	根 重 (克)
处 理	对照	5.15	13.5	4.45	8.40
	拌种	6	14.6	4.95	10.43
	增加	0.85	1.1	0.5	2.03
晚播	对照	3.8	8.15	2.23	2.50
	拌种	4	8.45	2.63	2.05
	增加	0.2	0.3	0.4	-0.45

(三) 一些农药和化肥对磷菌肥的影响

北京郊区播种小麦时常用乐果拌种,有时也用硫酸铵作种肥。我们用杯碟法测试了农药乐果、敌百虫和化肥硫酸铵对磷细菌的抑制作用。试验结果表明上述三种农药和化肥对磷细菌均有抑制作用,对 832 杆菌的抑制尤为明显(表 3)。所以上述农药和化肥均不宜与磷菌肥同时施用。

此外,几年来试验结果表明,目前推广的

大、小麦品种对磷菌肥的肥效发挥没有不利影响。黄土、沙土、轻盐碱土、二合土、黄壤土等对磷菌肥的施用亦无不利影响。

表3 几种农药、化肥对磷细菌的抑制作用

农药或化肥	浓 度 (%)	抑菌圈直径(毫米)	
		大芽孢杆菌	832 杆菌
乐 果	1	3—6	8—10*
	0.5	2—5	4*
	0.1	1—2	3
	0.05	1—2	3
敌百虫	0.5	1	7—9
	0.1	1	5
	0.05	2—6	4.7
	0.01	0—1	4.7
硫酸铵	50	3	4—8
	10	不明显	4—6
	1	不明显	3—5
	0.1	不明显	2—3

* 抑菌圈十分清晰。

磷细菌的解磷、刺激生长作用及某些土壤微生物对磷细菌生长的影响

解磷问题是国内外对磷菌肥争论的重点,至今未有定论^[1]。还有不少人认为,磷菌肥的效果主要是刺激生长作用。我们分别用纸层析法测定了磷细菌的产酸种类和解磷条件,用小麦胚芽鞘伸长法^[2-4],测定了磷菌肥中生长素的存在情况。此外,我们分离了 65 株土壤微生物,测定了它们对大芽孢杆菌的拮抗作用。

一、材料和方法

(一) 解磷作用

在合成培养基和牛肉膏蛋白胨培养基中加入 0.1% 的磷矿粉,分别接种大芽孢杆菌及 832 杆菌,培养后测定 pH 及速效磷。

纸层析展开剂为正丁醇:甲酸:水 = 7:10:20,显色剂为 0.04% 的溴酚蓝,速效磷测定采用钼蓝比色法。

(二) 刺激作用

磷细菌悬液: 20% 麦麸浸出液灭菌后接种,30℃ 振荡培养 24—30 小时,稀释备用。

磷菌肥: 上述磷细菌悬液用 4 倍灭菌草炭吸附。

采用小麦胚芽鞘切段伸长法测定刺激生长作用。

(三) 土壤微生物的测定¹⁾

土壤样品: 我院农场黄壤土、通县永乐店公社轻盐碱土。

拮抗作用测定: 平皿划线法。

二、结果与讨论

(一) 解磷作用

测定结果表明: 大芽孢杆菌和 832 杆菌都使合成培养基变酸,表现解磷作用;使牛肉膏蛋白胨培养基变碱,表现无解磷作用(表 4)。

表 4 基质酸碱度对解磷的影响

菌 种	培 养 基	pH	速效磷光密度
大芽孢杆菌	合成培养基	6.0	0.015
832		6.0	0.025
对照		6.7	0.007
大芽孢杆菌	牛肉膏蛋白胨	8.8	0.230
832		9.0	0.246
对照		6.7	0.265

层析结果: 大芽孢杆菌、832 杆菌在合成培养基中产生乳酸 ($R_f = 0.89$) 和葡萄糖醛酸 ($R_f = 0.16$); 在牛肉膏蛋白胨培养基中产生乳酸、葡萄糖醛酸和草酸 ($R_f = 0.6$)。磷细菌虽然在牛肉膏蛋白胨中也产酸,但由于基质呈碱

性反应,不能发挥有机酸的作用,因此不表现解磷。所以,磷细菌在根际土壤中能否解磷,可能与根际存在的营养物质种类及根际环境 pH 变化有密切关系。

(二) 刺激作用

从表 5 中可看出: 用稀释 4 倍的大芽孢杆菌悬液,小麦胚芽鞘切段伸长量与对照比较,差异极显著。稀释 8 倍时,差异接近显著。832 杆菌悬液稀释 8 倍时,差异显著。说明这两株菌的麦麸发酵液中都含有生长素,832 杆菌产生的生长素比大芽孢杆菌多。

表 5 不同浓度的菌悬液对小麦胚芽鞘的刺激作用

磷细菌悬液浓度 (%)	处理后切段长度(毫米)		
	大芽孢杆菌	832 杆菌	发酵液对照
50	10.0	9.88	9.78
25	10.58**	9.97	9.34
12.5	9.99	10.64*	9.30

* 测定达到 5% 显著标准。

** 测定达到 1% 显著标准。

固体磷菌肥测定表明,832 菌肥 1:1 浸出液使小麦胚芽鞘切段伸长的数量与对照比较,差异极显著,而且一个月之内三次测定结果一致。大芽孢杆菌菌肥制剂的 1:1 浸出液未能测出刺激生长作用,这可能是由于磷菌肥用水稀释 1 倍后,与稀释 8 倍的磷细菌悬液所含生长素量相近,都已经测不出刺激作用了。

(三) 土壤微生物对磷细菌的拮抗作用

从土壤样品中分离、纯化后得到细菌 37 株,真菌 13 株,放线菌 14 株,此外,还测定了细黄放线菌 5406 对磷细菌的拮抗作用。结果表明这 15 株放线菌全部属于链霉菌属,半数以上对大芽孢杆菌的抑制作用较强,特别是 5406 放线菌严重抑制大芽孢杆菌的生长。13 株真菌对大芽孢杆菌没有或稍有抑制作用。37 株细菌对磷细菌均无抑制作用。

结 语

1. 施用磷菌肥时,土壤湿度以 20% 左右为

1) 中国科学院微生物研究所阎逸初先生、陈庆涛先生帮助鉴定放线菌和真菌,王大粗先生指导分离细菌。

宜。温度对施用效果有一定影响,对晚播小麦施用磷菌肥的效果不如对早播小麦。用磷菌肥拌种时,不宜与乐果、敌百虫同时使用,也不宜用硫酸铵作种肥。

2. 磷细菌产生有机酸使基质变酸,才表现解磷作用。因此,磷菌肥的解磷能力与基质的酸碱度有关。大芽孢杆菌和 832 杆菌均含有生长素类刺激素,832 杆菌产生的生长素量较多。

参 考 文 献

- [1] Brown, M. E. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 12: 181—197, 1974.
- [2] Withan, F. H., D. F. Blaydes and R. M. Devlin: *Experiments in Plant Physiology*, 中国科学院植物生理研究所生理生化室译:《植物生理学实验》,科学出版社,北京,1974,第210—212页。
- [3] Audus, L. J.: *Plant Growth Substances*, 2nd ed. Leonard Hill, London, 1959, pp. 20—30.
- [4] Audus, L. J.: *Plant Growth Substances*, Vol. 1, 3rd ed. Leonard Hill, London, 1972, pp. 24—38.