

# 几种矿物复合保水剂的保水性能及养分增效研究\*

陈晓蓉 刘辉 陈薇 廖宗文<sup>†</sup>

(华南农业大学资源环境学院, 广州 510642)

## STUDY ON WATER-RETENTION PROPERTIES AND NUTRIENT EFFICIENCY OF SEVERAL MINERAL-COMPOSITE SUPER ABSORBENT POLYMERS

Chen Xiaorong Liu Hui Chen Wei Liao Zongwen<sup>†</sup>

(College of Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

关键词 矿物;复合保水剂;吸水倍率;水溶性养分  
中图分类号 S157.2 文献标识码 A

水资源短缺已经成为制约农业发展的一个障碍<sup>[1]</sup>。应用保水剂节水效果明显。从 20 世纪 60 年代开始,已经在美国、日本等发达国家开始研究<sup>[2-3]</sup>,但其高成本成为一个重要制约因素<sup>[4]</sup>。因而开发保水效果明显且低廉的保水材料成为重要研究课题<sup>[5-6]</sup>。加入矿物制成复合保水剂是备受关注的重要技术之一。常用的矿物有高岭土、膨润土/蒙脱石、云母、硅藻土等层状矿物,一般需要高温预处理或超细粉碎<sup>[7-10]</sup>。菱镁矿、钾长石等矿物复合保水剂则鲜见报道。磷矿粉复合保水剂,需加入浓硫酸等进行磷矿粉预处理,工序较烦且耗酸<sup>[11]</sup>增加了推广应用的难度。矿物复合保水剂的研究有不少问题尚待深入,例如所加入矿物中的养分释放是否有变化? 尚未见文献报道。对添加矿物的研究均为单一矿物,而两种矿物的配合加入效果如何? 有无协同效应? 目前的研究尚未涉及。对这些问题深入研究,将进一步促进复合保水剂的技术提升及应用。我国矿物资源丰富,种类繁多,具有开发矿物复合保水剂的有利条件。本文拟在常温常压及无酸条件下,对更多的矿物进行筛选和混配试验,探讨开发矿物复合保水剂的新技术,为研制

复合保水剂开拓新的且可提高养分含量的的廉价矿物材料提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试矿物:山东莱州钾长石,湖南浏阳磷矿粉,辽宁营口菱镁矿,硅藻土(化学试剂)细度均 200 目,各矿物水溶性养分含量见表 1,各种复合保水剂矿物种类及含量见表 2。矿粉与保水剂结合方式为,在加入原材料的开始阶段,即把矿物加入其中并搅拌均匀,后根据溶液法<sup>[12]</sup>则聚合得到矿物复合保水剂。

表 1 供试矿物水溶性养分含量(mg kg<sup>-1</sup>)

矿物	水溶性磷	水溶性镁	水溶性硅	水溶性钾
磷矿粉	186.8	98.57	23.77	67.35
硅藻土	41.98	3.47	163.1	29.95
菱镁矿	6.21	1 597	102.9	47.10
钾长石	46.08	10.08	102.3	366.4

\* 国家“十一五”科技支撑计划项目“复合(混)肥养分高效优化技术研究”(2006BAD10B03)、国家“十二五”科技支撑计划项目“复合(混)肥农艺配方与生态工艺技术研究”(2011BAD11B05)资助

<sup>†</sup> 通讯作者:廖宗文(1947—),男,广东人,教授,研究方向为新型肥料资源化。Tel.: 020-85280302, E-mail: zwliao@sohu.com

作者简介:陈晓蓉(1985—),女,广东深圳人,硕士研究生,研究方向为废物农用资源化和新型肥料研究。Tel.: 020-85280302, E-mail: emilyxiaorong@yahoo.cn

收稿日期:2011-04-28;收到修改稿日期:2011-07-21

表 2 复合保水剂矿物组成配方(%)

矿物种类	处理代号	含量
钾长石	K1	10
	K2	20
	K3	30
	K4	50
菱镁矿	M1	10
	M2	20
	M3	30
	M4	50
硅藻土	S1	10
	S2	20
	S3	50
磷矿粉	P1	10
	P2	20
	P3	50
硅藻土与菱镁矿混配	S/M	10:10
硅藻土与钾长石混配	S/K	10:10
硅藻土与磷矿粉混配	S/P	10:10

## 1.2 测定项目

### 1.2.1 复合保水剂吸蒸馏水、吸生理盐水倍率测定

参照文献[13]。1)采用尼龙袋法测定,称取约0.2g复合保水剂(重复三次),分别放入200目的尼龙网袋中,将其放入蒸馏水中24h,待保水剂膨胀至吸水饱和,取出袋子,用滤纸拭去明水后称量(连同袋子一起称量),用下列公式计算吸水倍率。

$$\text{计算公式: } Q(\text{g g}^{-1}) = (m_2 - m_1 - m_0) / m_1$$

式中,  $Q$  - 吸水倍率;  $m_0$  - 湿水后袋重, g;  $m_1$  - 保水剂的质量, g;  $m_2$  - 吸液后保水剂的质量, g。

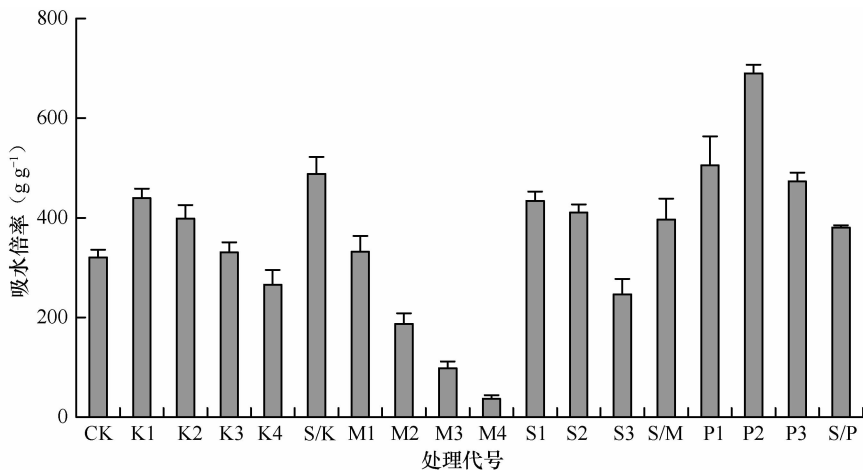


图 1 复合保水剂吸水倍率

2)与上述1)中测定复合保水剂吸水倍率步骤相似,但每个袋中称取的保水剂重量为0.4g,且将“蒸馏水”换成0.9%的氯化钠溶液。

### 1.2.2 复合保水剂水溶性磷、钾、镁、硅含量测定

挑选矿粉含量为20%及50%的多个复合保水剂进行水溶性养分测定。

称取约0.2g复合保水剂(20%复合保水剂含0.04g矿物,50%复合保水剂含0.1g矿物)于塑料瓶中,再加入100mL蒸馏水,待24h后保水剂完全吸饱水,用滤布准确滤出溶出液,并记录体积。并用下列方法测定溶出液中各水溶性养分含量<sup>[14]</sup>。

1)水溶性磷测定——钼蓝比色法;2)水溶性镁测定——原子吸收分光光度法;3)水溶性钾测定——火焰光度计法;4)水溶性硅测定——硅钼蓝比色法。

## 2 结果与分析

### 2.1 复合保水剂吸蒸馏水倍率、吸生理盐水倍率分析

对照(CK)为不加矿物合成的普通保水剂,与加入矿物的复合保水剂的吸水/盐水性比较见图1、图2,加入矿物类型及含量不同都会影响吸水/盐水平倍率。矿物含量高于10%时,随着钾长石、菱镁矿含量增加,吸水/盐水平倍率明显下降,但与硅藻土混配则有利于吸水倍率的增加<sup>[15]</sup>。

同一矿物不同含量的比较,可以得出矿物含量大于10%时,随矿粉加入量的增加,保水剂的吸水/盐水平倍率都有不同程度的降低,其中菱镁矿的下降幅度最明显。而磷矿粉的吸水倍率呈一个抛物线的趋势,20%时最高。

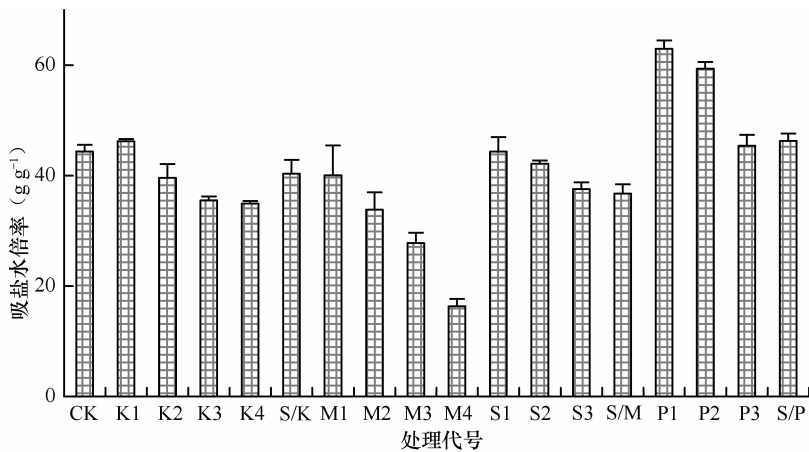


图2 复合保水剂吸盐水倍率

同一含量的不同矿物间比较,可以得出,保水剂的吸水/盐水倍率:磷矿粉 > 硅藻土 > 钾长石 > 菱镁矿,而硅藻土与其他矿粉混配所得的复合保水剂吸水/盐水倍率均较高。

## 2.2 复合保水剂水溶性养分

由图3可见,对于水溶性磷而言,磷矿粉复合保水剂能提高磷矿粉水溶性磷含量,且明显高于其他复合保水剂处理,随加入量增加,水溶性磷含量增加。硅藻土复合保水剂的水溶性磷含量也较硅藻土水溶性磷增加,且磷矿粉混配硅藻土,能提高水溶性磷含量,显示两者有协同作用。

对于水溶性硅而言,硅藻土复合保水剂也能提高硅藻土水溶性硅含量,随加入量增加,水溶性硅含量变化不显著。水溶性硅含量最高的处理是磷矿粉复合保水剂,较表1磷矿粉水溶性硅的本底还高,原因与磷、硅间的协同作用有关。

对于水溶性钾而言,钾长石复合保水剂能提高

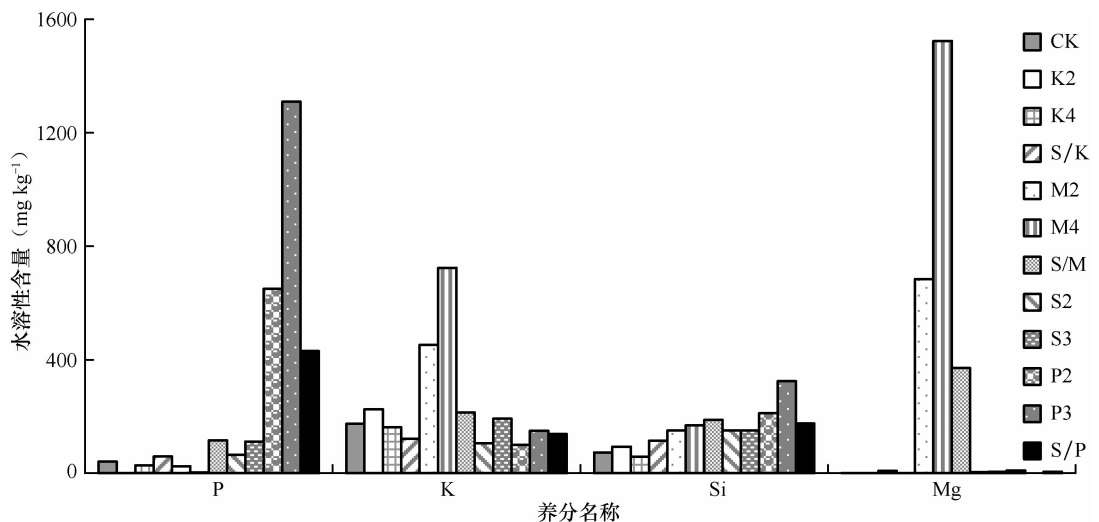


图3 复合保水剂磷、钾、硅、镁水溶性养分含量

钾长石水溶性钾含量,对于水溶性镁而言,菱镁矿复合保水剂能提高菱镁矿水溶性镁含量,且明显高于其他复合保水剂处理,随加入量增加,水溶性镁含量增加。而菱镁矿混配硅藻土,能进一步提高水溶性镁含量,显示两者配合有协同促进作用。

## 3 讨论

本研究表明,加入矿物合成复合保水剂是可行的,这为矿物中养分的利用提供了一条新的利用途径,同时也为复合保水剂研制提供了一种新的廉价材料且突破了保水剂本身只能保水的局限,使其既能供水又能供肥,对于矿物资源化利用及节水供肥两方面都有重要意义。保水剂 30000yuan t<sup>-1</sup>,矿粉 400yuan t<sup>-1</sup>,按本研究的添加比例 20%,可减少成本达 5680yuan t<sup>-1</sup>,降幅明显,具有较强的市场竞争力,应用前景广阔。

### 3.1 复合保水剂吸水/盐水倍率

复合保水剂吸水/盐水倍率的测定结果表明,加入养分矿粉合成复合保水剂具有实用价值,能大幅降低保水剂成本而保持较高的保水、耐盐性能。矿物加入比例从 10% ~ 50% 均有一定效果,加入磷矿粉优于硅藻土、钾长石、菱镁矿。其中 20% 磷矿粉效果最优,吸水性接近商品保水剂的两倍;而钾长石、硅藻土复合保水剂均是 10% 效果最优,比商用保水剂吸水性增加近 15%。而硅藻土分别与磷矿粉、钾长石、菱镁矿混配加入的效果优于单一矿物,其中硅藻土与钾长石混配的吸水性能最高,硅藻土与磷矿粉混配的吸盐水性能最高。试验表明可通过选择合适的养分矿物及优化其含量与混配方式而提高保水、耐盐功能,具有重要的研发价值。

### 3.2 复合保水剂水溶性养分含量

本试验对水溶性养分含量测定的结果表明,加入养分矿物能提供养分,这为矿物养分的资源化利用开拓了一条新的途径,并突破了保水剂只有供水的局限,拓宽了矿物复合保水剂的功能,即同时具有保水及养分增效功能。

复合保水剂水溶性养分测定结果表明,随着矿物含量增加,复合保水剂水溶性养分释放量增加。而加入硅藻土或磷矿粉或两者混配加入都能明显提高水溶性硅及磷含量,两者起到协同作用,硅藻土分别与磷矿粉、钾长石、菱镁矿两种矿物混配加入的效果优于单一矿物。由此可见,混配是提高矿物复合保水剂水溶性养分的一个重要技术途径。根据实际需要,对不同矿物进行合理的选择及配比,用于合成各项效果均较优的复合保水剂,将有广阔的研究前景。

## 4 结 论

1) 钾长石、菱镁矿、硅藻土、磷矿粉等多种矿物均可用做复合保水剂的原料,可在常温常压及无需加酸的条件制成矿物复合保水剂。

2) 矿物加入比例从 10% ~ 50% 均有一定效果,优化比例依矿物种类而变化,其中磷矿粉 20%

效果最优,而钾长石、硅藻土复合保水剂均是 10% 效果最优。

3) 硅藻土分别与磷矿粉、钾长石、菱镁矿两组矿物混配加入的效果优于单一矿物。混配是提高矿物复合保水剂的保水性能、水溶性养分的一个重要技术途径。

4) 复合保水剂中的矿物养分增效得到提高,因而还具有一定营养功能。

## 参 考 文 献

- [1] 黄占斌,张玲春,董莉,等. 不同类型保水剂性能及其对玉米生长效应的比较. 水土保持学报,2007,21(1):140—143
- [2] Mikkelsen R L, Behel A D, Williams H M. Addition of gel forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer. Fertilize Research, 1993,36:55—61
- [3] Abraham J, Pillai V N R. Membrane-encapsulated controlled-release urea fertilizers based on acryl amide copolymers. Journal of Applied Polymer Science, 1996,60(13):2 347—2 351
- [4] 何绪生,何养生,邹绍文. 保水剂作为肥料养分缓释载体的应用. 中国土壤与肥料,2008(4):5—9
- [5] 唐祥虎,范力仁,沈上越,等. 辉沸石/聚丙烯酸(钠)高吸水保水性复合材料合成研究. 非金属矿,2006,29(1):20—23
- [6] 魏月琳,吴季怀. 超吸水性复合材料的性能研究. 化工新型材料,2003,31(3):22—24
- [7] 潘亚平,范力仁,沈上越,等. 硅藻土高吸水性复合材料的制备及性能研究. IM&P 化工矿物与加工,2006(5):12—15
- [8] 舒小伟,沈上越,范力仁,等. 用煤系高岭土制备超强吸水复合材料的研究. IM&P 化工矿物与加工,2005(6):19—21
- [9] 舒小伟,沈上越,范力仁,等. 低成本耐盐性超强吸水复合材料的研制. 矿物岩石,2005,25(3):91—94
- [10] 林建明,杨正方,普敏莉,等. 膨润土/聚丙烯酸钠盐高吸水性复合材料研究. 矿物学报,2001,21(3):427—430
- [11] 尹秋英,范力仁,沈上越,等. 磷矿粉复合保水材料的制备及性能研究[J]. 矿物学报,2008,28(4):30—35
- [12] 万涛,朱忠伟,葱全寿,等. 水溶液聚合高岭土复合聚丙烯酸钠-丙烯酰胺高吸水性树脂的研究. 现代化工,2003,23(4):35—38
- [13] 李玲. 丙烯酸/丙烯酰胺共聚超吸水性树脂的合成及其肥料缓释性能研究. 厦门泉州:华侨大学,2006:23—27
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析. 第 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:180,193,197,201
- [15] 潘亚平,范力仁,沈上越,等. 硅藻土高吸水性复合材料的制备及性能研究. IM&P 化工矿物与加工,2006(5):12—15