

徐磊,唐玉邦,虞利俊,等.高吸水树脂的性能及农业应用展望[J].江苏农业科学,2014,42(4):16-17.

高吸水树脂的性能及农业应用展望

徐磊,唐玉邦,虞利俊,裴勤,王恒义

(江苏省农业科学院农业设施与装备研究所,江苏南京 210014)

摘要:高吸水性树脂作为一种新型的功能高分子材料,具有大量化学亲水基团,既可以吸收水分溶胀,又能保持水分,吸水能力可达自身重量的数百乃至数千倍,作为土壤保水剂不但能提高土壤保水性能,还能提高土壤的保肥能力,同时,它还能促进植物根系生长,提高出苗率和移栽成活率,在农林和园艺中被广泛应用。在介绍高吸水树脂种类的基础上,分析了各种吸水树脂在农业生产中的应用情况,总结了国内科研单位对高吸水树脂的相关研究基础,并对其农业应用进行了展望。

关键词:高吸水树脂;保水;农业应用

中图分类号: TQ320.79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)04-0016-02

高吸水性树脂(super-absorbent polymer, SPA)又称超强吸水剂,是一种新型的功能高分子材料,吸水能力可达自身重量的数百乃至数千倍。与普通吸水或吸湿材料(如脱脂棉、海绵、琼脂、硅胶、氯化钙和活性炭等)相比,高吸水树脂含有大量化学亲水基团,具有吸收水分溶胀、保持水分不外流的优异性能,吸水量大,吸水速度快、保水能力强,广泛应用于农业、林业、卫生行业、工业堵漏材料等^[1-5]。近几年来,关于高吸水树脂在农业方面的应用越来越受到重视,它在农林、园艺中作为土壤保水剂被广泛使用,通过迅速吸收自身重数百倍乃至千倍的水,然后从土壤中慢慢释放出来,不仅能提高土壤保水性能,还能提高土壤的保肥能力,既能促进植物根系的生长,又具有提高出苗率、移栽成活率等作用^[6-9]。美国 20 世纪 70 年代开始在玉米、大豆上应用高吸水树脂,目前已成为美国农场主、林业主、苗圃商、庭园主及其“绿色”产业改善水分管理的重要工具;法国、英国、意大利、埃及常在干旱地区使用保水剂改良土壤;日本 20 世纪 80 年代大量生产土壤保水剂,出口中东国家用于沙漠地区的种植业。我国对保水剂的研制与应用较晚,目前已引起了各方面的重视^[10-13]。

1 高吸水树脂的分类

高吸水性树脂发展很快,种类日益增多,原料来源也相当丰富。高吸水性树脂是一类具有亲水基团和交联结构的大分子聚合物,最早由 Fanta 等采用淀粉接枝聚丙烯腈再经皂化制得,在分子结构上带有大量的化学亲水基团,具有低交联度,部分结晶结构不尽相同,形成了一些各自不同的特点。高吸水树脂按原料划分,可分为合成聚合物系、淀粉系、纤维素系 3 大类。

1.1 合成高分子高吸水性树脂

合成高分子高吸水性树脂的原料大多来源于石油化工,如聚乙烯磺酸盐、交联丙烯酸盐聚合物、聚不饱和羧酸及其衍

生物、聚乙烯基醚等,原料丰富易得,相关产品主要为改性聚乙烯醇和聚丙烯酸盐系列。

聚丙烯酸盐类高吸水树脂与淀粉等天然高分子接枝共聚物相当,吸水率高,而且由于分子中没有多糖结构,产品不易腐败,凝胶强度高,结构稳定,产品综合性能好,具有生产效率高、工艺简单、生产成本低、吸水能力强、产品保质期长等优点,成为当前该领域的研究热点。

聚乙烯醇类高吸水性树脂工艺相对复杂,成本较高,但由于聚合物中存在亲水性官能团—OH,因而除了具有一般吸水性树脂的性能外,还具有其他吸水树脂所不具备的优良性能,如耐盐性好、凝胶强度高。与其他吸水树脂相比,聚乙烯醇类高吸水性树脂具有的最大优越性在于吸水后易向土壤、沙层释放,可保持土壤的湿润,是解决全球性粮食问题和改造沙漠问题的一种重要的可能途径,在这方面国内只有少数单位开展了相关工作。

目前,世界高吸水树脂生产中聚丙烯酸盐类占到 80%,该类吸水树脂被广泛应用于食品、卫生等行业,研究已相对成熟,但在农业应用方面少有成效,主要是因为聚丙烯酸盐类与土壤混合后,在短时间内可以起到一定的保水作用,但随着反复使用次数的增多,吸水与保水能力大幅度下降。聚乙烯醇类吸水树脂在农业上的应用也遭遇同样的难题。因此,合成聚合物系高吸水树脂在工业、卫生领域应用已经非常成熟,占据现有吸水树脂的大部分市场,但在农业上,由于其重复吸水次数少而限制了其应用。

1.2 淀粉系高吸水树脂

淀粉系高吸水性树脂一般由天然淀粉改性处理得到。由于天然淀粉原料来源丰富、价廉,因而受到人们的普遍关注,这方面的研究开发也较多。为降低该类高吸水性树脂的成本,淀粉原料主要采用价位比较低的马铃薯淀粉、玉米淀粉等。淀粉改性一般进行接枝共聚改性或羧甲基化处理。在淀粉接枝共聚改性方面,常与之接枝的有丙烯腈、丙烯酸、丙烯酰胺、丙烯酸酯等单体,生产时一般需经过糊化和碱水解等工艺处理。淀粉系高吸水性树脂按照淀粉接枝基团的不同又可分为淀粉接枝丙烯酸盐类高吸水性树脂、淀粉接枝丙烯酰胺类高吸水性树脂、淀粉接枝多种类型单体合成高吸水性树脂

收稿日期:2013-08-01

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(13)3031]。

作者简介:徐磊(1985—),男,江苏盐城人,硕士,助理研究员,主要从事先进材料在农业中的应用研究。E-mail: xuleijy@gmail.com。

3 类。天然淀粉类高吸水性树脂具有吸收能力强、吸收速度快、原料来源丰富、价格较低廉、用途较广泛等特点;但是因其含有淀粉,表现出耐热性较差、长期保水性不足、吸水后易积聚成团等问题,且容易发生腐败分解,难以长期贮存。

1.3 纤维素系高吸水树脂

纤维素类高吸水性树脂吸水性能比较差,通常需要借助化学接枝的方法来改善其吸水性。纤维素类接枝方法主要有 2 种,一是直接与亲水性单体接枝共聚,这种方法与淀粉接枝类似;二是将一氯乙酸与纤维素反应,引入羧甲基后再用交联剂进行交联而成,用这种方法生产的高吸水性树脂吸水率仍然不高,易受微生物分解而失去保水功能,一般主要用于制作高吸水性织物,通过与合成纤维混纺,改善产品的最终性能。

纤维素类高吸水性树脂较低的吸水能力是限制其得到更加广泛应用的重要原因。将纤维素类吸水树脂与其他材料复合,进而制备特定的功能性材料,是该类高吸水性树脂发展的重要方向,如用于制备高吸水乙酸纤维素胶囊膜等。

2 高吸水树脂的农业应用前景分析

高吸水树脂可吸收大量水分,保水性非常强,具有吸水可逆性,在农业保水抗旱、节水、农作物增产、植树造林、沙漠治理、作种子保水剂、提高发芽率、防止根部干燥、减少移植休克、提高成活率等方面都具有广泛的用途。它可以作为土壤的改良剂与保水剂,用以改良土壤的团粒结构,增加土壤的透气性和透水性,缩小土壤的昼夜温差,大大增强抗旱效果,还能吸收肥料、农药,防止肥料、农药以及水土流失,并使肥料、农药、水缓慢释放,增强肥料及农药使用效果。此外,高吸水性树脂也用于无土栽培、菌种培育和培养、蘑菇培育和生产和农业及园林等作物产品生产以及果实、蔬菜及鲜花的生产与保鲜、保水、储存、防霉、防腐等,许多国家还用它改造沙漠。我国从 20 世纪 80 年代开始研究高吸水性树脂,已广泛用于粮食作物、经济作物、花卉、蔬菜、果树木木、草坪培植等方面。

目前,高吸水性树脂在农艺园林方面的应用还非常有限,主要是因为它的成本相对较高,而且在土壤中吸水能力不够,反复使用性较差,但高吸水性树脂在农业方面的应用还具有很大潜力。今后,应重点开发高吸水、保水并能反复使用且成本较低的高吸水性树脂,进一步加强利用高吸水性树脂改良干旱贫瘠土壤,特别是改造沙漠方面的研究^[14-15]。

3 发展方向

我国高吸水性树脂研究工作起步较晚,从 20 世纪 80 年代才陆续开展相关研究。北京轻工业学院等单位进行的“九五”重点课题“高吸水性树脂在农业上的应用技术”研究,已经通过中试,进入后期应用试验阶段;吉林省将高吸水性树脂用于苗木移栽,新疆、河南和甘肃等省(市、区)用其改良土壤,但由于高吸水性树脂价格较高,收效不是十分明显。

淀粉类高吸水性树脂降解性能好,原料来源广泛,对环境不造成污染,成为高吸水性树脂领域的研究重点。将淀粉类高吸水性树脂应用于农业生产,需降低生产成本、提高产品适应性和重复吸水、释水的能力,克服在应用中发生霉变等难题。因此,可以从以下几个方面开展研究:(1)选择优良的引发剂,使其具有高引发效率且降低引发成本。目前新的研究

动向是将树脂与复合材料混合,通过聚合反应来制备复合型高吸水性树脂。(2)改进产品的合成工艺路线,如用新型接枝交联合成技术来提高吸水速率,或将反应与干燥一步进行,即将反应单体放入鼓风烘箱中,在高温作用下使反应与干燥一步进行,大大降低生产成本。(3)从改性原料入手,应用变性淀粉或在淀粉上接枝共聚功能单体单元,提高树脂的性能,扩大应用范围。

4 小结

淀粉类高吸水性树脂具有较好的吸水和保水能力,对它的研究越来越受到各国的重视,将它用在农林业上,不但可以提高树木的成活率、治理土地沙化,更重要的是,使用完后不给环境造成污染,能够最大限度体现农业价值,具有很高的社会、经济效益。目前高吸水性树脂的研究工作主要集中在合成系高吸水性树脂方面,其应用也局限于卫生行业,在农业中还少有基础理论研究及相关数据支撑,因此加强这方面的研究工作十分迫切。

参考文献:

- [1] 田巍,白福臣,李天一,等. 高吸水树脂的发展与应用[J]. 辽宁化工,2009,38(1):38-42,45.
- [2] 张立颖,廖朝东,尹洁合,等. 高吸水树脂的吸水机理及吸盐性的改进[J]. 应用化工,2009,38(2):282-285.
- [3] 鲍艳,马建中,李娜. 丙烯酸类高吸水树脂的制备及性能研究[J]. 功能材料,2011,42(4):693-695,699.
- [4] 谢华飞,贾振宇,尹国强,等. 合成系绿色高吸水树脂研究进展[J]. 材料导报,2011(3):79-82,106.
- [5] 曹宏梅,赖红伟,朱辛为,等. 农用淀粉系高吸水树脂的合成及其性能研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(20):9341-9342,9650.
- [6] 杨小玲,陈佑宁. 淀粉-丙烯酸/聚丙烯酰胺复合吸水树脂的制备及性能[J]. 应用化工,2012,41(3):427-429.
- [7] 郭焕,刘国军,张桂霞,等. 淀粉接枝丙烯酸高吸水树脂的性能研究[J]. 化工新型材料,2013,41(3):119-121.
- [8] 吴建宁,孟桂花,刘志勇,等. 淀粉/丙烯酸盐/钠基膨润土高吸水树脂的制备研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(33):20466-20468.
- [9] 谭凤芝,徐同宽,李沅,等. 淀粉基复合型高吸水材料的制备[J]. 大连工业大学学报,2012(5):342-344.
- [10] 林健,牟国栋,杨雪. 淀粉-高岭土/聚丙烯酸-丙烯酰胺高吸水树脂的制备和性能[J]. 科技导报,2010(14):90-94.
- [11] 张立颖,黄祖强,刘子杰,等. 正交设计在机械活化木薯淀粉合成高吸水树脂中的应用[J]. 安徽农业科学,2009,37(28):3437-3439,3467.
- [12] 赵妍娟,姜绍通. 淀粉基多孔高吸水树脂致孔剂对吸液速率影响[J]. 农业机械学报,2009,40(10):126-128.
- [13] Boddu V M, Ziegler W, Torres T, et al. Super-absorbent polymer gels for oil and grease removal from metal and non-metal surfaces [R]. New Orleans:JS3 Working Group Symposium E2S2 Symposium & Exhibition,2012.
- [14] Li Z, Liu B, Liu F, et al. A composite of borohydride and super absorbent polymer for hydrogen generation [J]. Journal of Power Sources,2011,196(8):3863-3867.
- [15] Han Y G, Yang P L, Luo Y P. Porosity change model for watered super absorbent polymer-treated soil [J]. Environmental Earth Sciences,2010,61(6):1197-1205.