

保水剂在水土保持中的应用及研究进展

李晶晶^{1,2}, 白岗栓^{1,3†}

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 712100 陕西杨凌; 2. 中国科学院研究生院, 100049 北京;
3. 西北农林科技大学水土保持研究所, 712100 陕西杨凌)

摘要 保水剂作为一种高分子化合物, 具有保水、保土、保肥功能。保水剂通过自身保水特性和土壤学作用机制, 可改善土壤结构, 降低土壤密度, 提高土壤抗蚀性, 起到水土保持作用。针对保水剂的水土保持功能, 通过介绍保水剂的水土保持作用机制、在水土保持应用中的关键因素、水土保持效益以及目前应用中存在的问题, 指出保水剂虽具有显著的水土保持效益, 但必须结合适宜的保水剂类型、适宜的施用方法和施用量等因素合理使用。认为对于保水剂的研究, 应以基础研究为重点, 并开发多功能复合保水剂, 同时扩大保水剂在水土保持中的应用领域和范围。

关键词 保水剂; 水土保持; 防治机制; 关键因素; 存在问题

Application and development of water holding agents in soil and water conservation

Li Jingjing^{1,2}, Bai Gangshuan^{1,3}

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, 712100, Yangling, Shaanxi;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, 100049, Beijing; 3. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, 712100, Yangling, Shaanxi: China)

Abstract As a high molecular polymer, water holding agents possesses the capability of absorbing water, soil conservation, and preserving fertilizer. It can improve soil structure, reduce soil bulk density, increase soil erosion resistance and play a role in soil and water conservation by its water-conserving function and acting mechanism of soil science. Based on the function of water holding agents on soil and water conservation, this paper introduced the functional mechanisms of water holding agent, the key factors in application processes of soil and water conservation, soil and water conservation effects, and existing problems in the current application and future research directions. It can be concluded that using water holding agents properly had significant effects on soil and water conservation with proper types, application methods and quantity and so on. The multifunctional water holding agents with lower cost should be developed and the application fields and scale should be extended in the further study on soil and water conservation.

Key words water holding agents; soil and water conservation; preventive mechanism; key factors; existing problems

20世纪70年代中期,继美国首次研制出保水剂以来,日本、英国、法国、德国等近30多个国家都

收稿日期: 2011-08-01 修回日期: 2011-11-01

项目名称: 国家“十二五”科技支撑计划项目“黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业关键技术集成与示范”(2011BAD31B05-02); 水利部科技推广项目“保水剂技术的推广应用”(TG1144)

第一作者简介: 李晶晶(1987—),女,硕士研究生。主要研究方向: 水土保持。E-mail: Lijingjing110@mails.gucas.ac.cn

† 责任作者简介: 白岗栓(1965—),男,研究员。主要研究方向: 果树栽培及保水剂应用。E-mail: gshb@nwsuaf.edu.cn

进行了试验和研究,并将保水剂广泛应用于工业、农业、建筑、园艺和卫生等多种领域。日本在水稻育苗、日本与埃及政府合作在沙漠绿化、英国在水土保持、法国在土壤改良、俄罗斯在节水农业等方面分别取得了显著效果^[1-2]。我国保水剂方面的研究起步较晚,始于20世纪80年代,目前除了将保水剂大量应用于工业外,节水农业和环境治理等方面的应用还处于试验探索阶段。我国经济发达的南方诸省,在城市美化、道路护坡、荒矿治理、果蔬及经济作物栽培,以及防护林和经济林建设等领域有一定程度的应用,但与发达国家相比相差甚远。随着生态环境的恶化,人们开始不断地探索新途径和新方法进行水土流失防治,发现保水剂的高吸水倍率、强持水性以及能够改良土壤结构、减少土壤水分和养分流失、提高土壤水肥利用率等特性对防治水土流失具有一定的作用,且保水剂无毒无害无环境污染,施于土壤后会逐渐被微生物分解,对人体无刺激,使用安全^[3-4]。近年来,水资源短缺日趋加重,治理水土流失的林草措施显得势单力薄,而保水剂作为防治水土流失一种化学措施应用前景广阔,但目前相关系统性的研究甚少。笔者在综合前人研究成果的基础上,探讨保水剂防治水土流失的机制、应用中的关键因素以及应用前景,为其在水土保持领域中的应用与推广提供指导。

1 水土保持作用机制

保水剂是一种高分子化合物,具有强吸水、保水及反复吸水功能,能迅速吸收自身质量几百倍甚至上千倍的水分,吸持后的水分85%~95%可缓慢释放供作物利用^[5-7]。保水剂的分子链无限长地连接着,分子之间呈复杂的三维网状结构,使其具有一定的交联度;在其交联的网状结构上有许多羧基、羟基等亲水基团,当它与水接触时,其分子表面的亲水性基团电离并与水分子结合成氢键,通过这种方式吸持大量的水分。在吸水过程中,网链上的电解质使得网络内部溶液与外部水分之间产生渗透势差,外部水分不断进入分子内部。保水剂网络上的离子遇水电解,正离子呈游离状态,而负离子基团仍固定在网链上,相邻负离子产生斥力,引起高分子网络结构膨胀,在分子网状结构的网眼内进入大量的水分。保水剂在水中只膨胀形成凝胶而不溶解。当凝胶中的水分释放殆尽后,只要分子链未被破坏,其吸水能力仍可恢复^[8-11]。保水剂应用于水土保持,主要作用是保水、保土和保肥。

1.1 保水

保水剂的吸水持水性,使其施入土壤后能大幅度提高土壤对水分的吸收能力,使水“固化”在树脂网络结构中,起到保水的作用。保水剂遇降水或灌溉吸收水分,可增加水分入渗速率,减少地表径流量,减弱径流对地表的直接冲刷,防止坡地土壤侵蚀^[12-13]。邹新禧^[14]的研究结果表明,吸水饱和后的保水剂成为具有一定弹性的凝胶,凝胶中所吸持的水分,一部分为自由能较低的结合水,约占保水剂自身质量的1~1.5倍,其余的水为自由水,根据保水剂的吸水特征曲线,在0~15 MPa范围内所吸持的水分约占98%,吸持的水分几乎全部可为植物吸收利用。李云开等^[15]认为,保水剂不仅能增强土壤的吸水能力,提高土壤的吸水速率,而且能缓慢释放出大部分水量,成为作物吸收利用的有效水。保水剂在提高土壤吸水能力、减少径流的同时,还能将吸收的大部分水分贡献给植物生长。保水剂在水土保持工作中,不仅直接减少土壤侵蚀,而且能促进生物措施、农业措施的发挥,具有重要意义。

1.2 保土

保水剂作为一种高吸水性树脂,与土壤黏粒间存在吸附作用。保水剂抑制黏粒的水化、膨胀、分散和转移,并且在土壤中吸水膨胀,把分散的土壤颗粒黏结成团块状,使土壤密度下降,总孔隙度增加,土壤结构得到改善,可增强土壤抗侵蚀能力,起到保土作用。张富仓等^[16]发现:土壤中施加美国产的BP保水剂,土壤饱和导水率降低一个数量级左右,土壤团聚作用增强,减少了土壤侵蚀量,其中砂土增加效果显著。灌溉前或雨季前将保水剂散施于土壤表面,可防止土壤表面结皮,提高灌水、降水的入渗速率,增加水分利用效率^[9,17-18];但保水剂的这种效果受到保水剂种类、施用量、施用方法、土壤质地等多种因素的影响。

1.3 保肥

保水剂表面分子有吸附、离子交换作用。土壤溶液中的铵离子能被保水剂中大量可解离的离子交换或络合,以“包裹”的方式把铵离子包裹起来,减少肥料淋失。保水剂对铵态氮有明显的吸附作用,而且保水剂量一定时,吸肥量随肥料的增加而增加。李长荣等^[19]的研究结果表明: NH_4Cl 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 等电解质肥料降低了保水剂的溶胀度,而尿素属于非电解质肥料,使用尿素时保水剂的保水保肥作用都能得到充分发挥,是水肥耦合的最佳选择;保水剂的保肥特性不仅能减少土壤侵蚀,而且能增加农业效

益,为旱作农业区保水剂的应用提供了可行性。

2 应用中涉及的主要因素

2.1 选用类型

保水剂类型的选择对其水土保持效益起着关键性的作用,关系到如何在水土保持中施用以及怎样发挥更好的效果,如在荒漠地带,为能将降雨及时吸收,不仅要考虑使用吸水倍数较高而且吸水速率快的保水剂,还要考虑保水剂的反复利用效果。黄震等^[20]比较了我国常用的高分子聚丙烯酸盐类保水剂、有机-无机复合类保水剂、腐植酸型多功能保水剂对土壤水分和氮肥的保持效应,发现在沙壤土中施用0.2%保水剂混合尿素后,在反复淋溶8次的条件下,3种不同类型保水剂都能提高土壤保水性,其中聚丙烯酸钠保水剂和有机-无机复合保水剂土壤水分保持效果较好且保水效果相近,腐植酸型多功能类保水剂相对较差,随浇水次数增加,3种保水剂的保水效果均有所降低。黄占斌等^[21]对聚丙烯酸钠、淀粉接枝丙烯酸钠、凹凸棒(无机)/聚丙烯酸钠(有机)、腐殖酸/聚丙烯酸钾4种类型保水剂的性能进行比较,发现聚丙烯酸钠和淀粉接枝丙烯酸钠的吸水倍率、各种离子浓度下的吸液倍率、保水率等指标均高于其他2种保水剂,但淀粉接枝丙烯酸钠的反复吸水性最差。这可能是由淀粉添加到高分子网络结构中使保水剂的凝胶强度下降所致。复合类型保水剂、凹凸棒保水剂和腐殖酸保水剂吸液倍率适中,耐盐性及稳定性较好。蔡典雄等^[22]认为:同样组成的聚合物交联度越低,吸水倍率和速率相对越高,其保水性、稳定性和凝胶强度越低;保水剂的吸水特性与其交联度有一定的关系,凝胶强度高的保水剂吸水后有一定形状,不易解体,利于土壤透气,吸放水可逆性好,所吸80%~95%的水能够被植物利用。可见,选用保水剂时要根据不同保水剂吸水倍率、持水性、耐盐性、稳定性等来选择。

2.2 施用方法

国内治理水土流失的高分子聚合物多为PAM(聚丙烯酰胺),保水剂多用于农业生产,应用在水土保持方面的研究较少。保水剂在农业上的施用方法有种子涂层(种子包衣、浸种)、与土壤混合、凝胶蘸根、飞播及流体播种、作培养基质等^[22]。保水剂用于水土保持,国外的施用方法主要是与土壤混施。由于将土壤与保水剂混合均匀十分困难,日本人在保水剂中混入无机物质(黏土)制成了复合保水剂及膨润土型保水剂(复合保水剂B I)^[23]。国内保水

剂常用使用方法多为沟施、层施、穴施、翻施等。王砚田等^[24]认为,田间应以穴施为宜,也有研究认为层施优于穴施,但总的来说,保水剂最好避免撒在土壤表面,应穴施或深施^[16]。综合来看,保水剂应用于水土保持,施用在0~10cm土层效果显著,PAM在水土保持中的应用多采用溶解法、撒施法、喷洒法等,多集中在土壤表层。

2.3 施用量

在水土保持应用中,保水剂的使用量还没有统一的规定,一般使用量因施用方法、目的、土壤质地等因素的不同而不同。在水土流失治理中施用保水剂,理论上为使用量越大效果越好,但考虑到经济效益,一般采用一个产投比高的施用量。闫永利等^[25]在测定土壤特性对保水剂吸水性能的影响时,采用保水剂与风干土壤混合,混合比例为0.5%。黄占斌等^[26]的试验结果表明,土壤中保水剂在0.005%~0.01%范围时,土壤团聚体显著增加,当土壤保水剂含量大于0.1%时,土壤团聚体量增加缓慢,土壤保水剂含量在0.1%以下时,可显著减少径流和土壤流失量。李景生等^[1]认为,保水剂在土壤中含量在0.05%~0.1%范围内吸水率最大。室内试验^[1,25-26]表明,在水土流失治理中,土壤中的保水剂含量应以0.1%为佳。

在抗旱造林中使用的保水剂,其施用量并不是越大越好。使用量应该科学合理,使用量太小,发挥不了蓄水保墒的功效,使用量太大,不仅提高了造林费用,而且雨季会导致土壤蓄水过量,造成树根腐蚀。多年的试验结果显示:在降雨量为350~400mm的黄土高原半干旱气候区,培植2~3年生针叶树木,保水剂使用量为每株20~25g,培植1~2年生阔叶树木,保水剂使用量为每株30~40g,培植1~2年生经济林苗木,保水剂使用量为每株40~60g。针对土层较深较厚、保水保肥能力好的壤土或者黏土地,保水剂的使用量应该适量减小,而对于土层比较浅、保水保肥能力弱的沙地、贫瘠地,应适量增加保水剂。在干旱或者半干旱气候区,应该适量增加保水剂用量,而季节性干旱气候区,可以适量减小保水剂用量,通常增加或减小的幅度大约为20%。如果土壤的含盐量偏多,保水剂的使用量必须要大,特别是盐碱地^[27]。党秀丽等^[28]还利用正交回归设计试验得出保水剂粒径、土壤质地、保水剂用量与土壤有效含水量之间关系的数学模型,可为生产上根据土壤质地合理确定保水剂颗粒大小及用量提供依据。

2.4 施用范围

保水剂应用于水土保持,其作用的发挥还存在一个效应时间和效应空间。保水剂吸水性能主要受其本身的组成和结构,以及水溶液或土壤中的盐分组成、土壤质地和 pH 值等因素的影响,而实际应用中还与外界环境条件,包括土壤温度、湿度、微生物状况、土壤干湿交替程度等因素有关;所以,保水剂应用在治理水土流失的过程中,并不是任何情况下都有效果。

2.4.1 土壤类型 我国土壤类型多样,同种类型的保水剂在不同土壤质地施用可能会有不同效果。杨永辉等^[29]研究发现:沃特保水剂可显著提高黑垆土的土壤持水性,对壤土和黄绵土则无显著影响;沃特

保水剂可显著改善黄绵土的土壤导水率,对黑垆土无显著影响,而对壤土则有抑制作用。保水剂对粗质地的土壤保水效果较好^[28]。闫永利等^[25]比较了保水剂对沙壤土、壤砂土、砂黏壤土 1 和砂黏壤土 2 等 4 种土壤的影响,发现:保水剂与土壤混合后明显降低了吸水倍率,且随着吸水时间的加长,降低幅度增大(表 1);吸水初期,土壤中离子溶解量较小,对保水剂影响较小,随着时间的延长,土壤中离子溶解量逐渐增加,对保水剂影响增大,使保水剂吸水倍数下降;土壤离子溶解量与土壤黏粒含量有关,黏粒含量越高,土壤离子溶解量也越高,导致保水剂吸水倍数降低幅度较大;土壤黏粒含量影响保水剂的吸水倍数。

表 1 保水剂在不同土壤中的吸水倍数

Tab. 1 Water absorption rate of water holding agent in different soil types

g/g

保水剂	时间/min	砂壤土	壤砂土	砂黏壤土 1	砂黏壤土 2	自来水	沙子(5~8 mm)
沃特	10	63.3	56.4	49.2	49.3	117.1	64.8
	70	52.1	55.0	22.8	27.5	130.1	114.3
高能抗旱	10	70.7	66.3	57.5	65.9	118.1	84.1
	70	49.4	54.9	20.5	20.0	204.9	158.7
PR3005S	10	60.6	53.6	48.6	50.8	104.8	50.6
	70	44.1	41.9	25.3	28.9	95.2	88.5
BJ-2101XM	10	23.2	22.2	26.0	28.7	33.5	20.1
	70	57.4	57.9	35.1	40.3	99.3	91.8

注:表中数据来源于文献[25]。

2.4.2 土壤离子含量 土壤溶液和水溶液中离子浓度对保水剂应用效果有很大的影响。一般离子浓度越大、价态越高,则保水剂的吸水倍率越低,不同价态离子对其吸水率的影响表现为 $\text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$ ^[21]。白文波等^[30]研究表明:水质对保水剂初次吸水能力降低的效应大于土壤介质,保水剂虽然在纯水中吸水倍数较高,但有离子影响时吸水倍数很低。刘瑞凤等^[31]研究得出 PAA-AM/SH 复合保水剂在纯水中的吸水倍数可达到 700 g/g,在 1% 的氯化钠溶液中吸水倍数仅为 45 g/g,并且随着氯化钠溶液浓度的增大而减小。据黄占斌等^[26]报道,钙、镁二价阳离子对钠类保水剂吸水力拮抗作用明显,当溶液中钙、镁离子达到 0.2 mg/g 时,钠保水剂的吸水倍数由 228 g/g 减少到 100 g/g 左右,减小近 50%。由于保水剂对盐分敏感,在半干旱地区,土壤溶液中及降雨中均含有一定量的可溶性盐离子,尤其在灌溉农业区,不同灌溉水质对保水剂的水土保持效果有明显的抑制作用。研

究^[32-33]表明,PAM 可作为防止水土流失的最佳土壤改良剂,可防止沟灌侵蚀。我国西北地区,土壤中钙含量较高,在使用保水剂时会显著降低其效果,因此,在生产实践中选择保水剂时,要充分考虑土壤盐碱化程度和灌溉水质,结合当地的土壤性质、土壤中的离子类型及浓度确定所用保水剂类型。

2.4.3 土壤含水量 保水剂的水土保持功能与其保水、持水能力和增加土壤水分入渗速率密切相关。有研究^[34-35]表明,保水剂的使用效果与土壤水分高低有很大关系。中国农业科学院作物研究所等单位的试验结果表明,土壤含水量为 15.9% 时,保水剂涂层处理的玉米(*Zea mays* L.) 种子出苗率最高,土壤含水量为 18% 时,处理与对照相近,对生产失去意义。蔡典雄等^[34]认为,在降水频率和雨量较高的南方,只要不是干旱季节,且土壤含水量不低于 10%,施用保水剂造林后基本不用浇水。一般认为,造林时土壤有效含水量不能低于 7.5%,否则施用保水剂造林难以成功。谭国波等^[35]研究发现:吉林

省乾安县淡黑钙土表层 0~7 cm 土壤持水量达到田间持水量的 40% 时,玉米出苗率达 18.8%,当土壤持水量达到田间持水量的 45% 时,玉米出苗达到 100%;但施用保水剂后,上述 2 种土壤上种植的玉米均不能出苗,这可能是由于玉米播种时采用坐水播种,土壤水分相对不足,保水剂在种床部位与种子争水,进而影响了种子出苗。

3 水土保持效益

3.1 提高苗木成活,促进苗木生长

目前我国森林覆盖率低,水土流失严重,林草措施在水土保持中占据重要地位。干旱少雨区成功造林是全世界面临的难题。保水剂在造林绿化中有显著作用。赵军达等^[36]在甘南县对云杉(*Picea asperata* Mast)、樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv.)、杨树(*Populus bolleana* Lauche)施用不同梯度的 BJ2101 保水剂,结果表明,保水剂提高了苗木的成活率和保存率,促进了苗木生长。韩恩贤等^[37]在黄土高原应用 AS 型高效保水剂进行了造林试验,结果表明,保水剂保水持效期达 3 个月以上,树高、茎粗增长 14% 和 13%。刘衍春等^[38]使用河北省天寿化工厂生产的 IB-III 型聚丙烯酸铵颗粒剂和粉剂,樟子松移栽成活率提高了 10%~15%,而且显著促进了苗木生长。国外研究认为,施用保水剂促进了植物嫩枝和根系的生长,促使植物干物质质量增加,提高了植物的生物量和叶面积^[39]。宋永莲等^[40]在柴达木盆地使用抗旱保水剂,紫花苜蓿

(*Medicago sativa* L) 出苗较对照增加 24.25 株/m²,存苗增加 35.62 株/m²,苗高平均增加 0.32 cm,根长平均增长 0.69 cm,鲜草增加 0.41 kg/m²。

3.2 减少径流泥沙

以色列农业研究组织(ARO)水土研究所采用当地土壤(沙壤土)混入 0.1% 保水剂,进行了人工降雨模拟试验,发现:第 1 次降雨时,土壤水分最终入渗率(FIR)为 11 mm/h,高于无保水剂土壤 43%,径流和土壤流失量分别减少 1% 和 34%;第 2 次降雨时,FIR 为 9.3 mm/h,高于对照 44%,径流和土壤流失量分别减少 5% 和 9.4%^[26 41]。孙宏义等^[42]研究发现,将保水剂喷施用于黄土、粉煤灰、风沙土中具有明显的抗风蚀、抑制沙尘的效果,且保水剂和固沙复合材料共同施用于风沙土,防风蚀效果更为显著。

3.3 改良土壤结构

土壤团聚体是表征土壤结构的重要参数,其数量和稳定性是衡量土壤可蚀性和土壤质量状况的重要指标。保水剂高分子链结构可增强易分散微粒间的黏结力,使微粒能够彼此黏结,团聚成水稳性团粒,从而引起粒径组成的变化,形成大团聚体,提高土壤的抗蚀性。大量的试验结果表明,在土壤中加入高分子保水剂有利于土壤团粒结构的形成,特别是大于 1 mm 的团聚体比例增长迅速^[41 43]。黄占斌等^[44]的试验结果表明:保水剂对土壤团粒结构的形成有促进作用(表 2);土壤团粒结构对稳定土壤结构、改善土壤通透性、防止表土结皮、减少水土流失量有明显作用。

表 2 保水剂对土壤团粒结构的影响

Tab. 2 Effect of water holding agent on soil aggregate structure

土壤中的保水剂含量 / %	各级水稳性团粒的分布 / %					>0.25 mm 相对增加 / %	
	>5 mm	5~2 mm	2~1 mm	1~0.5 mm	0.5~0.25 mm		
CK	6.77	8.46	4.82	5.76	2.31	28.12	0
0.005	8.84	10.30	5.05	6.32	3.36	33.87	17.0
0.010	12.20	13.40	9.41	8.12	3.50	46.63	65.8
0.030	11.39	14.93	10.44	9.79	3.55	50.10	78.2
0.050	15.24	17.30	9.77	8.35	4.18	54.84	95.0
0.100	16.00	16.56	11.72	8.18	6.92	59.38	111.2
0.200	16.78	17.78	11.54	9.42	6.46	61.98	120.4

注:数据来源于文献[44]。

3.4 提高土壤保肥性能

保水剂具有明显的吸附作用,当保水剂的用量一定时,其吸肥量随肥料的增加而增加^[19],但其保水效果会受所施肥料种类的影响。李长荣等^[19]研

究认为,尿素等非电解质肥料能使保水剂的保水保肥效果得到充分发挥,是水肥耦合的最佳选择,而 NH₄Cl、Zn(NO₃)₂ 等电解质肥料则降低了保水剂的吸水能力。张富仓等^[45]的研究结果表明,保水剂对

土壤的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 有一定的保持能力,可减少土壤 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 淋失,与对照相比,保水剂用量为 0.2%、0.6%、1.0% 时,黄绵土持留的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 含量分别增加 25.2%、32.1%、44.0%,壤土持留的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 含量分别增加 12.4%、26.8%、28.5%。车明超等^[46] 的试验结果表明,聚丙烯酸钠保水剂、有机-无机复合保水剂、腐植酸型保水剂都显著降低了土壤中的尿素淋失,对脲酶活性有一定促进作用,可使尿素更有效更持久地分解为能被植物吸收的铵态氮。杜建军等^[47] 研究发现,施用 0.05% ~ 0.20% 的保水剂时,氮、磷、钾养分累积淋失量分别较不施保水剂减少 13.60% ~ 39.62%、28.31% ~ 16.96% 和 6.76% ~ 24.55%。

保水剂应用于水土保持,不仅可吸收、保存降水,减少径流,增加土壤水分入渗,改善土壤结构,减少水土流失,改善土壤生态功能,而且在作物需要水分时,能将保存的水分释放出来促进作物生长。保水剂在保持水土的同时还可产生一定的农业经济效益,促进了保水剂在水土保持中的应用。

4 应用中应注意的问题

我国应用保水剂防治水土流失还处于起步阶段。从理论上分析,保水剂具有良好的水土保持效应,但在实际应用过程中还存在很多问题。例如:产品价格高、产品使用性能与实际需求差距较大;缺乏对保水剂作用原理的全面正确理解;应用技术缺乏规范;等等。这使得保水剂的作用没有得到充分发挥甚至出现一些相反的结果。而且保水剂应用效果受多种因素影响,如土壤质地、施用时机及方法等,给保水剂的使用带来很大的困难。

在实际应用保水剂过程中,要在室内和田间针对本地区的具体自然状况进行多项试验,确定保水剂施用的最佳类型、施用量、施用方法等,保证保水剂的施用效果。保水剂作为防治水土流失的一种化学措施,应结合林草及工程措施,才能发挥更大的作用。保水剂不是造水剂,在过于干旱的地区不能过分依靠保水剂,在年降雨量小于 300 mm 的地区不能单纯使用保水剂,要在一定的灌水基础上实施综合配套技术。注重保水剂对水土流失及土壤可蚀性因子的影响,为保水剂治理水土流失提供指导。

5 展望

保水剂在水土保持中的应用与推广,基础研究是重点,今后工作方向主要有:1) 新型保水剂的开

发,即加强研究保水剂添加其他农林制剂,形成植树造林、防沙治沙、农田生产、绿化护坡等不同用途的保水剂,以及拌种、土壤施用、灌水施用等不同剂型的多功能保水剂系列化复合产品;2) 长期使用保水剂对土壤综合效应的影响以及从机制方面分析其保水、保土、保肥效果,以期在水土保持中正确施用保水剂提供理论依据;3) 确定一套以保水剂应用为中心的综合保水、节水技术体系,提高降水和灌溉水利用率,防止土壤退化和荒漠化;4) 制订出一个保水剂评价体系,作为保水剂统一生产与使用的规范。

水土保持中使用保水剂,不但可改善生态环境,同时在一定程度上也可促进生产效益的提高,带来巨大的生态效益和社会效益,只有将经济效益、生态效益结合起来,在改善生态环境的同时,带动其他产业的发展,促进经济发展,才能使当地经济发展进入良性的可持续发展轨道。

6 参考文献

- [1] 李景生,黄韵珠. 土壤保水剂的吸水保水性能研究动态[J]. 中国沙漠,1996,16(1): 86-91
- [2] 黄占斌,辛小桂,宁荣昌,等. 保水剂在农业生产中的应用与发展趋势[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3): 11-14
- [3] Al-Harbi A R, Al-Omran A M, Shalaby A A, et al. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments [J]. Horticulture Science, 1999, 34(2): 223-224
- [4] Craul P J. The nature of urban soils: their problems and future [J]. Arboricultural Journal, 1994, 18: 275-287
- [5] 杜太生,康绍忠,魏华. 保水剂在节水农业中的应用研究现状与展望[J]. 农业现代化研究,2000,21(5): 317-320
- [6] 庄文化,冯浩,吴普特. 高分子保水剂农业应用研究进展[J]. 农业工程学报,2007,23(6): 265-270
- [7] Janardan S J. Effect of stockosorb polymers and potassium levels on potato and onion [J]. Journal of Potassium Research, 1998, 4(1): 78-82
- [8] Ben-Hur M, Keren R. Polymer effects on water infiltration and soil aggregation [J]. Soil Science Society of America Journal, 1997, 61(2): 565-570
- [9] Levin J, Ben-Hur M, Gal M, et al. Rain energy and soil amendments effect on infiltration and erosion of three different soil types [J]. Australian Journal of Soil Research, 1997, 29(3): 455-465
- [10] 贾朝霞,郑焰. 高吸水性树脂用于水土保持和节水农业的新思路[J]. 农业环境与发展,1999,16(3): 38-41

- [11] 党秀丽,张玉龙,黄毅. 保水剂在农业上的应用与研究进展[J]. 土壤通报 2006,37(2):352-355
- [12] 夏海江,杜尧东,孟维忠. 聚丙烯酰胺防治坡地土壤侵蚀的室内模拟试验[J]. 水土保持学报,2000,14(3):14-17
- [13] Sojka R E, Lentz R D, Westermann D T. Water and erosion management with multiple applications of polyacrylamide in furrow irrigation[J]. Soil Sci Soc Am J, 1998, 62(6): 1672-1680
- [14] 邹新禧. 超强吸水剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 1991: 301-328
- [15] 李云开,杨培玲,刘洪禄. 保水剂农业应用及其效应研究进展[J]. 农业工程学报 2002,18(2):182-187
- [16] 张富仓,康绍忠. BP 保水剂及其对土壤与作物的效应[J]. 农业工程学报,1999,15(2):74-78
- [17] Ben-Hur M, Faris J, Letey J. Polymers as soil conditioners under consecutive irrigation and rainfall[J]. Soil Science Society of America Journal, 1989, 53(4): 1173-1177
- [18] Ben-Hur M, Keren R. Polymer effects on water infiltration and soil aggregation[J]. Soil Science Society of America Journal, 1997, 61(2): 565-570
- [19] 李长荣,邢玉芬,朱健康,等. 高吸水性树脂与肥料相互作用的研究[J]. 北京农业大学学报,1989,15(2):187-191
- [20] 黄震,黄占斌,李文颖,等. 不同保水剂对土壤水分和氮素保持的比较研究[J]. 中国生态农业学报,2010,18(2):245-249
- [21] 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[J]. 水土保持学报,2007,21(1):140-143
- [22] 蔡典雄,赵兴宝. 保水剂的特点和应用[J]. 中国林业,2001(4):30
- [23] 土壤保水聚合物研究会. 土壤保水剂在沙漠地区的应用[J]. 世界沙漠研究,1993(2):37-46
- [24] 王砚田,华孟,赵小雯,等. 高吸水性树脂对土壤物理性状的影响[J]. 北京农业大学学报,1990,16(2):181-187
- [25] 闫永利,于健,魏占民,等. 土壤特性对保水剂吸水性能的影响[J]. 农业工程学报 2007,23(7):76-79
- [26] 黄占斌,张国桢,李秧秧,等. 保水剂特性测定及其在农业中的应用[J]. 农业工程学报 2002,18(1):22-26
- [27] 李妍. 新型保水剂在干旱区造林中的应用[J]. 现代园艺 2011(7):29
- [28] 党秀丽,张玉龙,黄毅. 保水剂对土壤持水性能影响的模拟研究[J]. 农业工程学报 2005,21(4):191-192
- [29] 杨永辉,赵世伟,黄占斌,等. 沃特多功能保水剂保水性能研究[J]. 干旱地区农业研究 2006,24(5):35-37
- [30] 白文波,张浣中,宋吉青. 保水剂重复吸水性能的比较研究[J]. 中国农业科技导报 2010,12(3):92-97
- [31] 刘瑞凤,张俊平,王爱勤. PAA-AM/SH 复合保水剂吸水性能及缓释效果研究[J]. 中国农学通报,2005,21(12):205-208
- [32] Sojka R E, Lentz R D. Time for yet another look at soil conditioners[J]. Soil Science, 1994, 158(4): 233-234
- [33] 袁普金,黄兴法,雷廷武,等. 波涌灌溉和 PAM 作用下内蒙古河套灌区水蚀的试验研究[J]. 中国农业大学学报 2002,7(2):36-40
- [34] 蔡典雄,赵兴宝. 浅谈保水剂在南方果树区的应用及前景[J]. 中国南方果树 2000,29(2):50
- [35] 谭国波,边少锋,马虹,等. 保水剂对玉米出苗率及土壤水分的影响[J]. 吉林农业科学 2005,30(5):26-32
- [36] 赵军达,高野,王立刚,等. BJ2101 型保水剂对苗木成活及生长影响[J]. 防护林科技 2007(5):31-32
- [37] 韩恩贤,韩刚,薄颖生,等. 半干旱地区侧柏造林应用保水剂试验[J]. 西北林学院学报,2004,19(3):50-52
- [38] 刘衍春,李炜,郭新宇,等. 保水剂对提高樟子松造林成效的初步研究[J]. 中国林副特产 2005(1):19
- [39] Haas H P, Rober R. Substrate additives, watering and growth of *Euphorbia pulcherrima* [J]. Gartenbau Magazine, 1993, 12(2): 68-70
- [40] 宋永莲,王生福,巴音孟克,等. 抗旱保水剂在紫花苜蓿种植中应用的试验报告[J]. 青海草业,2003,12(3):6,10
- [41] 黄占斌,朱书全,张铃春,等. 保水剂在农业改土节水中的效应研究[J]. 水土保持研究 2004,11(3):57-60
- [42] 孙宏义,李芳,杨新民,等. 保水剂处理土壤的防风蚀性能研究[J]. 中国沙漠 2005,25(4):618-622
- [43] 张国桢,黄占斌,方锋. 保水剂对土壤和猕猴桃产量的影响[J]. 干旱地区农业研究 2003,21(3):26-29
- [44] 黄占斌,万会娥,邓西平,等. 保水剂在改良土壤和作物抗旱节水中的效应[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(4):52-55
- [45] 张富仓,李继成,雷艳,等. 保水剂对土壤保水持肥特性的影响研究[J]. 应用基础与工程科学学报,2010,18(1):120-128
- [46] 车明超,黄占斌,王晓茜,等. 施用保水剂对土壤氮素淋溶及脲酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报,2010,29(增刊):93-97
- [47] 杜建军,荀春林,崔英德,等. 保水剂对氮肥铵挥发和氮磷钾养分淋溶损失的影响[J]. 农业环境科学学报,2007,26(4):1296-1301

(责任编辑:宋如华)