

保水剂在农业上的应用及发展趋势

管秀娟¹, 武继承²

(1. 河南大学 生命科学学院, 河南 开封 475001; 2. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 保水剂的应用是一项化学节水抗旱新技术。针对当前生态环境建设和抗旱节水农业发展的需要, 简要总结了保水剂的特性、作用机理及其国内外应用历史概况, 分析了保水剂在农业生产中应用的途径及其对作物和土壤水分的影响, 并结合保水剂在农业应用中的问题, 对其发展前景进行了探讨。

关键词: 保水剂; 应用途径; 效应; 进展; 前景

中图分类号: S482.99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2007)07-0013-05

干旱是我国各类气象灾害中发生频率最高的一种。发展旱作节水农业, 已经成为当前农业生产中迫切需要解决的问题。而利用保水剂达到节水增产的目的是目前节水研究的一种新途径和新方法。保水剂又称土壤保水剂、高吸水剂、保湿剂、高吸水性树脂、高分子吸水剂, 是利用强吸水性树脂制成的一种超高吸水保水能力的高分子聚合物。它能迅速吸收和保持自身重量几百倍甚至上千倍的水分, 具有反复吸水功能, 吸水后膨胀为水凝胶, 可缓慢释放水分供作物吸收利用。由于分子结构交联, 能够将吸收的水分全部凝胶化, 分子网络所吸水分不能用一般物理方法挤出, 因而具有很强的保水性。而且本身无毒副作用, 不会污染环境, 最终可被生物降解为水、CO₂ 和氮, 是调节土壤水、热、气状况, 改善土壤结构, 提高土壤肥力的有效手段, 具有特殊的抗旱、保水、节水等作用^[1,2], 在农业生产中逐步得到应用。下面对保水剂在农业上的应用和研究进展进行综述, 并对其中存在的一些问题及发展趋势进行探讨。

1 保水剂的应用概况

1969年, 美国农业部北部研究中心(NRRC)首先研制出保水剂, 并于20世纪70年代中期用于玉米、大豆种子涂层、树苗移栽等方面作为“改善水分状况的重要工具”在西部干旱地区推广应用, 取得了良好的效果, 引起了各国研究者的广泛重视。1987年后, 日本保水剂产量每年以26%的速度递增, 目

前, 无论生产能力、种类及应用, 日本在保水剂领域均处于领先地位。2004年, 世界保水剂需求总量在130万t左右, 其中美国消费量占全球消费量的35%, 消费年均增长率为4%~5%。20世纪80年代以来, 我国开始研制保水剂并且应用于农林生产, 在飞播造林、种草和苗木蘸根移栽等方面取得了较好的效果, 但与国外还有很大差距^[2~5]。目前, 我国每年保水剂的需求量约3万~3.5万t, 生产能力仅1万t左右。

2 保水剂的使用方法

保水剂的使用方式有许多种, 不同的使用方式适用于不同的作物, 施用量也不相同。

2.1 土壤直施

土壤直施包括地表撒施和沟、穴施2种。地表撒施是将保水剂撒于地表, 使土壤表面形成一层覆盖的保水膜, 抑制土壤蒸发, 主要用于草皮铺设, 一般保水剂用量为99 kg/hm²左右。沟施或穴施是根据区域土壤类型和作物选择保水剂用量, 7.5~150 kg/hm²不等。随开沟施入或按穴施入, 施后即可播种或移栽, 在经济作物栽植及育苗中应用效果较好。

2.2 种子包衣

种子包衣亦称拌种包膜或种子涂层, 是在待播的种子表面形成一层保水剂水凝胶的保护膜。一般种子包衣保水剂浓度为0.5%~2%, 即保水剂:水=1:50~1:200。适宜于小麦、玉米、花生、大豆及

收稿日期: 2007-03-08

基金项目: 国家“十一五”863节水农业重点项目和河南省重点科技攻关项目

作者简介: 管秀娟(1981-), 女, 山东潍坊人, 在读硕士研究生, 主要从事植物生理生态和旱作农业生态研究。

小面积直播造林的树种等。

2.3 种子丸衣造粒

将种子与保水剂、某些化肥、微量元素、农药及填充料拌和造粒成丸。其目的是在种子发芽成苗时,能及时有效地供给植物营养,杀菌消毒,促进生长发育。此法可使小粒种子大粒化,适于精量播种,常用于飞机播种造林、种草。保水剂用量一般采用种子重量的1%~3%较好。

2.4 根部涂层(亦称蘸根保护)

可用于苗木或甘薯、蔬菜幼苗的移栽。其保水剂浓度一般为0.5%~1%(重量百分比),蘸根处理后使植株根部形成一层保护膜,防止植物根系水分散失,延长植物耐旱时间,移栽可缩短缓苗期并提高成活率⁹。

2.5 流体播种

流体播种是用0.1%~0.5%的保水剂水凝胶与发芽种子混合,通过专门的流体播种机直接播种入土。此法多用于蔬菜,效果明显⁷。

2.6 育苗培养基质

可按保水剂0.5%~1%重量浓度比例搅和均匀成凝胶状,再与其他基质按1:1混合,可用于盆栽花卉、蔬菜、苗木等工厂化育苗,保水保肥效果明显。可用于盆栽花卉、蔬菜、苗木等的工厂化育苗⁸。

2.7 地面喷洒

将保水剂加水配成一定浓度(2%以内)的溶液,用喷雾装置喷洒在树苗周围,在地表形成一层保水剂“薄膜”,减少地面蒸发。此法在经济作物栽植及育苗中效果较好⁹。

另外,还有一些包括保水剂在内的综合措施。保水剂添加其他元素或材料可以制成抗旱种衣剂、保水储肥剂、吸水改土剂和果蔬保鲜剂等多功效合剂¹⁰,以及保水剂配合灌水、覆盖、地膜等等。有研究表明,综合措施可累加交互各方优势,能显著提高生产成效^{11~13}。同时,上述综合措施也存在进一步优化问题¹⁴,这是今后有关栽培模式研究的重要方面,因为生产毕竟受多种因素影响。除保水剂的基本使用方法外,上述综合措施的研究可推出保水剂使用的一些衍生方法,促成新的高效栽培技术和播种技术的产生。

无论哪种施用方法,施用后应立即充分灌水,且在植物根系发达(达到保水剂的施入土层)之前,均需保持正常的灌溉¹⁵。

3 保水剂对土壤水分含量的影响

植物的水分主要是通过根系从土壤中吸收获得,正常供水条件下,根系吸水容易,体内生理活动活跃,植株生长快。反之,植株的生长将受到抑制。因此,土壤水分含量是影响作物播种、出苗、生长、发育的重要环境因子。而对于节水农业来说,关于如何提高土壤水分含量的研究也是一个热点问题。大量研究表明,在农业生产中应用保水剂,土壤含水量能明显提高^[2,8,16~25],但提高的程度因保水剂及作物的种类、当地的气候条件、土壤溶液的pH值、土壤中离子的类型及浓度、土壤质地的不同而有显著的差异^[26]。保水剂对提高土壤水分含量的研究主要集中在保水剂保持土壤水势及水分特征曲线的研究上。在实际应用中,保水剂吸持的水分并不能完全被植物吸收利用,保水剂所吸收的水分的利用效率还取决于保水剂对水分的吸附力和植物的水分生理特征。所以,在研究保水剂所吸水分的时效性时,最好把土壤水势特征与植物的水分生理特征结合起来进行研究。

4 保水剂对作物的影响

4.1 保水剂在作物育苗中的效果

由于保水剂的作用效果是与土壤中的水分含量紧密结合的,因而,灌水量和灌水频率对保水剂的应用效果有着显著的影响。国内外研究表明,保水剂若施用得当,可促进植物根系发育,提高出苗率和移栽成活率,促进植株生长发育,增强作物的抗旱性,延缓凋萎时间^[3,5,27]。但保水剂的施用应因土壤质地而异,用量过大,不仅不能促进根系发育,反而抑制根的伸长和降低根的生理机能,抑制种子萌芽,降低出苗率和移植成活率^[23]。

4.2 保水剂对作物生长发育的影响

保水剂施入土壤后,一方面,可以使土壤疏松,容重降低,总孔隙度增加,从而改善土壤通气状况,增强土壤保肥能力。另一方面,在干旱胁迫下,保水剂吸收的水分被植物吸收后,保证了植物体内各种物质代谢仍能正常进行。从这两方面来看都十分有利于植物的营养生长和生殖生长。高会东^[28]研究表明,施用保水剂能促进夏花生的营养生长和生殖生长,使花生的分枝数和侧枝长分别比对照增加。刘子凡^[20]试验表明,保水剂能够增加甘蔗+1叶(最高肥厚带所在的叶)叶面积、株高、茎叶及根系干重。罗维康^[29]也认为,在相同土壤条件下,施用适量的

保水剂,可促进甘蔗生长,增加生长后期的青叶片数。这与胡芬与姜雁北^[30]的研究是一致的。国外亦有研究认为,施用保水剂促进了植物嫩枝和根系的生长,促使植物干物质量增加,显著提高了植物的生物量和叶面积^[16,31,32]。但也有一些与之相反的结论^[33,34]。究其原因,可能与当地土壤质地、气候条件、保水剂种类及其施用量有关。

4.3 保水剂对作物的增产效应

施用保水剂对农作物具有普遍的增产效果^[22,29,35,36]。何滕兵等^[37]研究表明,在模拟干旱条件下,保水剂对玉米主要经济性状产生一定的影响,并因土壤质地不同而异,但保水剂用量过大会降低这种作用。罗维康^[38]发现,在相同土壤条件下,施用不同用量的保水剂,对甘蔗有不同的增产效果,保水剂施用量以 75 kg/hm² 效果比较好。川岛和夫^[26]认为,保水剂的增产效应必须在灌水量较大的前提下才能表现出来。李青丰等^[39]则认为,保水剂对环境中的水分的吸收与对种子释放水分是相互矛盾的。可见保水剂的应用效果受多种因素制约,必须对此进行深入的研究,才能使保水剂的节水功能得到充分发挥。

4.4 保水剂对作物生理生化特征的影响

在干旱胁迫下,保水剂能够缓慢释放水分,提高植物根系周围含水量,维持植物体内水分平衡,对植物的生理生化产生影响。大量研究表明,保水剂可以提高作物的利用效率^[30,40,41]。究其原因,除了保水剂在干旱条件下能减少土壤水分蒸发外,还可能与其对气孔导度的影响有关。另外,在国内,刘子凡^[19]通过盆栽方法研究在水分胁迫下土壤保水剂对甘蔗抗旱性的影响,结果表明,施用保水剂后,土壤含水量、叶片相对含水量增加,叶片质膜透性、脯氨酸含量、丙二醛含量减少,陆国盈^[21]和高凤文^[42]也得出了相似的结论。朱元骏^[40]等认为,在 50% 土壤饱和持水量下,分根区施保水剂显著降低了叶片气孔导度,叶片 CO₂ 吸收量和 H₂O 蒸腾量也同时降低,但 H₂O 蒸腾量下降幅度更大。赵敏^[35]试验表明,保水剂能明显改善土壤供水状况,促进花生出苗,使植株维持较高的抗氧化能力和根系活力,提高植株的抗旱性。周世新^[43]等的田间试验表明,高效营养保水剂有促进玉米种子萌发、抗旱保苗,促进茎叶生长和根系发达,增加叶绿素含量和增强光合功能的作用。这与刘子凡^[20]的试验结果是一致的。当然,与此同时,也存有与之不同的结论^[14,44]。迟永刚^[14]等研究表明,与单独施用保水剂处理相比,

保水剂+泥炭在正常和水分胁迫 2 种水分条件下均能提高玉米叶片的原初光能转化效率和 PS II 活性;保水剂+沸石在正常供水时能提高玉米叶片的原初光能转化效率和 PS II 活性,而在水分胁迫时无此作用;保水剂+稀土在 2 种水分条件下均明显降低了玉米叶片的原初光能转化效率和 PS II 活性。可见,保水剂与其他物质的综合施用效果还需进一步研究。

5 保水剂应用中存在的问题

目前,保水剂在农业上的应用尚有许多问题待深入研究:①在实际应用时,由于各种因素(土壤结构、水分、温度、通气状况等)的影响,只是在一定条件下,保水剂保持的水分才能被植物吸收利用。另外,保水剂所吸收和保持的水能否为作物利用,还取决于保水剂对水分的吸附力和植物水分的生理特征。②保水剂与其他物质结合形成多功能混合剂虽已有应用,但对它们之间混合施用比例、施用方法以及相互作用机理等仍研究较少。③相对于保水剂对作物出苗率、生长、产量的影响,保水剂对作物抗旱的一些生理生化特征的影响研究还是较少,且大都局限于盆栽或苗期,缺乏系统性和深入性。④缺乏长期施用保水剂对作物、土壤、环境的影响及其降解性、持效性的研究。⑤由于保水剂类型、土壤质地、试验作物、水质、气候条件等试验条件的不一致且大多数试验都是针对特定的产品,在特殊条件下进行的,必然会导致很多试验结果的不一致。因而,所研究的结果并非针对所有作物及地区使用。

6 展望

综上所述,在未来的研究上,应重视探讨不同地区、不同土壤类型、不同作物等不同条件下保水剂最佳施用量、施用方式及相适应的节灌技术,逐步形成一套以保水剂为中心的综合应用技术体系与田间技术模式,以便在全国范围内大面积推广应用。在研究土壤水分含量时,应该把土壤的水分状况和作物的水分状况相结合进行研究;同时,要加强保水剂对作物微观方面的影响研究,从分子、生理方面来解释保水剂的抗旱增产机制,深刻体现土壤学—生理学—微生物学—分子生物学的交叉学科的研究优势。从而为保水剂的研制、改进、生产、应用提供理论支撑和技术支持,促使保水剂“保水、保肥、保土、助苗、增产”的完善与发挥,这对缓解日益严重的水资源短缺、促进半干旱地区作物的稳产增产具有重要的现实和长远意义。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Johnson M S. The effects of gel forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soils[J]. J Sci Food Agric, 1984, 35: 1196—1200.
- [3] 黄占斌, 万惠娥, 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, 12(4): 52—55.
- [4] Costigan, P A, S J Locascio. Fertilizer additives within or around the gel for fluid-drilled cabbage and lettuce [J]. Hort Science, 1982, 17(5): 746—748.
- [5] Woodhouse J, MS Johnson. Effect of super absorbent polymers on survival and growth of crop seedling[J]. Agricultural Water Management, 1991, 20: 63—70.
- [6] 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(3): 11—14.
- [7] 杨玉凤. 保水剂在农业生产上的应用[J]. 四川农业科技, 2003(5): 38.
- [8] 杜尧东, 王丽娟, 刘作新. 保水剂及其在节水农业上的应用[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(3): 255—259.
- [9] 陈宝玉, 武鹏程, 张玉珍, 等. 保水剂的研究开发现状及应用展望[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(增): 242—245.
- [10] 蒋锦霞. 保水剂在农业上的应用进展[J]. 甘肃农业科技, 2000(12): 25—26.
- [11] Silberbush M, Adar E, De Malach Y. Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. I Com irrigated by trickling[J]. Agricultural Water Management, 1993, 23: 303—313.
- [12] Silberbush M, Adar E, De Malach Y. Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. II Cabbage irrigated by sprinkling with different water salinities[J]. Agricultural Water Management, 1993, 23: 313—327.
- [13] 武继承, 王志和, 何方, 等. 不同技术措施对降水利用和土壤养分的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(6): 73—76.
- [14] 迟永刚, 黄占斌, 李茂松. 保水剂与不同化学材料配合对玉米生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(6): 132—136.
- [15] 芦海宁, 韩烈保, 苏德荣. 保水剂在草坪中的应用研究进展[J]. 节水灌溉, 2005(1): 14—17.
- [16] Haas HP, Rober R. Substrate additives, watering and growth of *Euphorbia pulcherrima* [J]. Gartenbau magazin, 1993, 12(2): 68—70.
- [17] Akhter J, Mahmood K, Malik K A. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea[J]. Plant, Soil and Environment, 2004, 50(10): 463—469.
- [18] 郑惠玲, 薛毅芳, 管秀娟, 等. 施用不同保水剂对土壤水分变化的影响[J]. 河南农业科学, 2006(7): 73—76.
- [19] 刘子凡, 梁计南, 谭中文, 等. 土壤保水剂对甘蔗抗旱性的影响[J]. 甘蔗, 2004, 11(2): 11—15.
- [20] 刘子凡, 梁计南, 罗明珠, 等. 土壤保水剂对秋植甘蔗形态生理效应的研究[J]. 热带农业科学, 2004, 24(2): 18—22.
- [21] 陆国盈, 韩世健, 裴铁雄, 等. 不同时期施保水剂对甘蔗抗旱性和产量及品质的影响[J]. 广西蔗糖, 2005(1): 3—7.
- [22] 杨晓昀, 王婉东, 王振华, 等. 抗旱保水剂拌种对土壤水分和冬小麦产量影响的研究初报[J]. 甘肃农业科技, 2005(4): 19—20.
- [23] 谭国波, 边少峰, 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—27.
- [24] 刘甫清, 陆国盈, 韩世健, 等. 保水剂不同用量对甘蔗幼苗抗旱性的影响[J]. 广西蔗糖, 2006(1): 14—18.
- [25] 李永胜, 杜建军, 刘士哲, 等. 保水剂对番茄生长及水分利用效率的影响[J]. 生态环境, 2006, 15(1): 140—144.
- [26] 川岛和夫. 农用土壤改良剂——新型保水剂[J]. 土壤学进展, 1986(3): 49—52.
- [27] 孙丙寅, 王青宁, 康克功. 不同处理对花椒建园成活率及生长的影响[J]. 河南农业科学, 2005(10): 73—75.
- [28] 高会东, 杜彩云, 梁伟玲. 保水剂对夏花生种子萌发和植株生长的影响[J]. 河南农业科学, 2006(10): 36—37.
- [29] 罗维康. 保水剂对甘蔗生长与产量的影响[J]. 亚热带农业研究, 2005, 1(1): 27—29.
- [30] 胡芬, 姜雁北. 高吸水剂 KH—841 在旱地农业中的应用[J]. 干旱地区农业研究, 1994, 12(4): 83—86.
- [31] Huttermann A, Zomporodi M, Reise K. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of pinus halepensis seedling subjected to drought[J]. Soil and Tillage Research, 1999, 50(4): 295—304.
- [32] Viero P W M, Little K M, Ocroft D G. Establishment of *Eucalyptus grandis* × *Camal dulensis* clones in Zululand; the effect of a soil amended hydrogel[J]. ICFR—Bullentin Series, 2000(7): 1—12.
- [33] 万惠娥, 黄占斌. 保水剂对旱区农作物保水效应的研究[J]. 宁夏农林科技, 2000(5): 38—39.
- [34] 赵正雄, 赵明, 张福琰. 育苗时使用保水剂对移栽玉米生长发育和产量的影响[J]. 耕作与栽培, 2002(2): 13—14.

转基因作物的安全标记基因

钱方^{1,2}, 高志芳¹, 滕木子¹, 安利佳²

(1. 大连工业大学 生物与食品工程学院, 辽宁 大连 116034; 2. 大连理工大学 环境与生命学院, 辽宁 大连 116023)

摘要: 综述了转基因作物的安全标记基因及其对转基因作物的安全性。如磷酸甘露糖异构酶基因(*pmi*)、木糖异构酶基因(*xy1A*)、 β -葡萄糖苷酸酶基因(*gus*)、绿色荧光蛋白基因(*gfp*)、谷氨酸-1-半醛转氨酶基因(*hemL*)、甜菜碱乙醛脱氢酶(*BADH*)基因、天门冬氨酸激酶(*AK*)基因等。

关键词: 转基因作物; 生物安全; 标记基因

中图分类号: Q788 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2007)07-0017-04

随着转基因作物种植面积扩大和商业化程度的加深, 转基因作物的安全性也受到了人们的关注, 其中, 转基因作物中选择标记基因的安全性成为了关注的焦点。据统计, 2004 年全球转基因作物种植面积达到 8 100 万 hm^2 , 比 1996 年增长了 47 倍, 共有 17 个国家种植了转基因作物。所涉及的作物主要有大豆、玉米、棉花和油菜。其中, 具有除草剂抗性的转基因作物约占全球转基因作物总种植面积的 72%^[1]。但是仍有很多国家对转基因作物持有怀疑态度, 认为它对人类健康和环境会带来威胁, 尤其是对筛选转基因作物时所使用的抗生素和除草剂抗性标记基因^[2]。因为一旦获得转化株后, 特别是在转基因产品的产业化过程中, 抗性标记基因的存在是多余的, 甚至是有害的。虽然有的抗性标记基因(如 *npt II*)已通过安全性评价, 但还是不能彻底消除人

们对于转基因产品的担忧^[3]。所以能否有新的更安全的标记基因代替现有的抗性标记基因成为了人们关心的问题, 也是科学家们研究的热点。

近年来已研究出一些代替传统抗性标记基因的安全标记基因, 这些标记基因没有抗生素和除草剂抗性, 相对来说对生物是安全的。现对已报道的安全标记基因做简要概述。

1 糖类分解代谢酶基因

传统的抗性标记基因选择是赋予转化细胞抗生素或除草剂抗性, 从而使转化细胞能在含有一定浓度的抗生素或除草剂的培养基中生长, 非转化细胞则被杀死, 这种选择系统称为负选择系统(negative selection system)。糖类分解代谢酶基因编码产物是某种糖类的分解代谢酶, 转化细胞能利用选择剂

收稿日期: 2007-01-14

作者简介: 钱方(1966-), 女, 江苏无锡人, 副教授, 主要从事蛋白质资源开发与利用方面的研究。

- [35] 赵敏, 高会东. 保水剂对花生生理特性及产量构成因素的影响[J]. 吉林农业科学, 2002, 27(6): 15-18.
- [36] 魏新田, 马英周, 魏修山, 等. 保水剂在旱区花生等作物上的应用效果[J]. 河南农业科学, 2000(7): 12-13.
- [37] 何腾兵, 杨开琼, 张俊, 等. VAMA 对土壤保肥供肥性能影响的研究[J]. 土壤通报, 1997, 28(6): 257-260.
- [38] 罗维康. 保水剂不同用量与甘蔗综合性状关系的研究[J]. 广西热带农业, 2005(2): 5-7.
- [39] 李青丰, 房丽宁, 徐军, 等. 高吸水剂对促进种子萌发作用的置疑[J]. 干旱地区农业研究, 1996, 14(4): 34-36.
- [40] 朱元骏, 黄占斌, 辛小桂, 等. 分根区施保水剂对玉米

气孔导度和单叶 WUE 的影响[J]. 西北植物学报, 2004, 24(4): 627-631.

- [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] 高凤文, 罗盛国, 姜佰文. 保水剂对土壤蒸发及玉米幼苗抗旱性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2005, 36(1): 11-14.
- [43] 周世新, 宁作斌, 顾云杰, 等. 高效营养保水剂在大田玉米生产上的试验效果[J]. 中国农业气象, 2001, 22(4): 43-46.
- [44] 郭景南, 刘崇怀, 冯义彬, 等. HB 系列专用保水剂对盆栽红地球葡萄水势和丙二醛含量的影响[J]. 果树学报, 2005, 22(1): 72-74.