保水剂对 4 种典型荒漠植物种子萌发的影响

马 静，单立山，王 洋，李星辰，李 毅

（甘肃农业大学 林学院，甘肃 兰州 730070）

摘 要：[目的] 研究不同保水剂用量对 4 种典型荒漠植物种子萌发的影响，筛选种子包衣保水剂的适宜用量，为荒漠区植被恢复和荒漠化防治提供科学依据。[方法] 以红砂（*Reaumuria soongarica*）、柠条（*Caragana korshinskii*）、泡果白刺（*Nitraria sphaerocarpa*）、花棒（*Hedysarum scoparium*）4 种典型荒漠植物为研究对象，采用 1%，4%，7%，10%，13%的保水剂对 4 种种子进行处理，测定 4 种种子的发芽率、发芽势、发芽指数。[结果] 随保水剂用量的增加柠条种子发芽率呈现下降趋势，花棒、泡果白刺和红砂呈现先增加后降低的趋势，当保水剂用量为 4%时发芽率最高；不同量保水剂处理对柠条和红砂种子发芽势影响显著（$p<0.05$）。随着保水剂用量的增加发芽势均呈现先增加后减小趋势，当保水剂用量为 1%时柠条种子发芽势最高，4%时花棒、泡果白刺和红砂种子的发芽势最高；不同量保水剂处理对柠条、泡果白刺和红砂种子平均发芽速率和发芽指数影响显著（$p<0.05$），泡果白刺和红砂种子随着保水剂用量的增加呈现先增加后降低的趋势，当保水剂用量为 4%时平均发芽速率和发芽指数最高，当保水剂用量为 1%时，柠条种子发芽指数最大。[结论] 保水剂用量对种子萌发的影响因物种而各异，适量的保水剂对典型荒漠植物种子的萌发具有促进作用。

关键词：荒漠植物；种子包衣；保水剂；种子萌发；幼苗

文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2019)02-0038-05 **中图分类号**：S728.4

文献参数：马 静，单立山，王洋，等. 保水剂对 4 种典型荒漠植物种子萌发的影响[J]. 水土保持通报，2019，39(2)：38-42. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2019.02.006；Ma Jing，Shan Lishan，Wang Yang，et al. Effects of water retaining agent on seed germination of four typical desert plants[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2019，39(2)：38-42.

Effects of Water Retaining Agent on Seed Germination of Four Typical Desert Plants

Ma Jing，Shan Lishan，Wang Yang，Li Xingchen，Li Yi

（*College of Forestry*，*Gansu Agricultural University*，*Lanzhou*，*Gansu* 730070）

Abstract：[Objective] To study the effects of different dosages of water-retaining agents on seed germination of four typical desert plants，the suitable dosage of seed-coated water-retaining agents was screened to provide scientific basis for vegetation restoration and desertification control in desert areas. [Methods] Four typical desert plants，*Reaumuria soongarica*，*Caragana korshinskii*，*Nitraria sphaerocarpa* and *Hedysarum scoparium*，were studied. Their seeds were treated with 1%，4%，7%，10%，and 13% water-retaining agents，and indices of germination rate，germination potential，average germination rate of these seeds were measured. [Results] With the increase of water-retaining agent dosage，the germination rate of *Caragana korshinskii* showed a downward trend. *Hedysarum scoparium*，*Nitraria sphaerocarpa* and *Reaumuria soongarica* showed a trend of increasing firstly and decreasing afterwards，and the highest germination rate showed when the amount of water retaining agent was 4%. The different amounts of water retaining agent had a significant effect（$p<0.05$）on the seeds of germination potential. The germination potential increased first and then decreased with the increase of the amount of water-retaining agent. When the amount of water-retaining

收稿日期：2018-08-28 **修回日期**：2018-10-15

资助项目：甘肃省科技支撑项目“河西走廊抗旱灌木种类筛选及造林关键技术研究与示范”（1604FKCA088）；甘肃省重点研发计划项目（17YF1WA161）；国家自然科学基金项目（31560135）；甘肃农业大学学科建设专项基金（GAU-XKJS-2018-104）；甘肃农业大学青年导师资助项目（GAU-QNDS-201605）

第一作者：马静（1991—），男（回族），甘肃省会宁县人，硕士研究生，研究方向为生态修复。E-mail：1139764862@qq.com。

通讯作者：单立山（1975—），男（蒙古族），湖南省衡东县人，博士，副教授，硕士生导师，主要从事根系生态学等方面的研究。E-mail：shanls@gsau.edu.cn。

agent was 1%, *Caragana korshinskii* had the highest germination potential, and when it was 4%, *Hedysarum scoparium*, *Nitraria sphaerocarpa* and *Reaumuria soongarica* had the highest germination potential. Different amounts of water-retaining agent treat had significant effects on seed average germination rate and germination index($p<0.05$). The two indices of the seeds of *Nitraria sphaerocarpa* and *Reaumuria soongarica* increased first and then decreased with the increase of water-retaining agent dosage. The average germination rate and germination index were the highest at 4%. When the amount of water-retaining agent was 1%, *Caragana korshinskii* had the highest germination index. [Conclusion] The effect of water-retaining agent dosage on seed germination varied from species to species, and a suitable amount of water-retaining agent can promote the seed germination of typical desert plants.

Keywords: desert plant; seed coating; water retaining agent; seed germination; seedling

种子包衣是以种子为载体,利用物理型、化学型和生物型种衣剂对种子进行处理,使得种子表面形成一个保护屏障,在病虫害防治和作物生长调控方面具有显著作用,为种子的生长创造了良好的环境条件。种子丸粒化飞播是荒漠地区植被恢复与建设的重要手段[1],对种子进行丸化包衣,能够提高种子的重量、防止随风漂移和增加埋藏深度。目前,飞播治沙造林技术存在一个亟需解决的问题,即种子在飞播后的成活率低,这一过程受诸多因素影响,其中温度、土壤水分和种子埋藏深度为主要因素[2-3]。当种子撒播在干旱地区时,在有限的土壤水分供应下,保水剂作为水分供应的另一源泉,能够为种子萌发提供充足的水分,从而提高种子发芽率和成活率,对荒漠地区育林育草具有重大意义。荒漠地区常年干旱少雨,风沙大,植被覆盖度低,自然环境恶劣,各种因素限制着种子萌发,在这众多的影响因素中,水分是影响种子萌发的最主要因素[4]。我国干旱和半干旱地区的年均降水量一般不足 400 mm,且多为无效降水[5]。如何充分利用有限的降水资源,提高飞播后成活率,是国内外飞播治沙造林关注和研究的热点问题。保水剂是一种具有超强的吸水和保水能力的高分子聚合物,其吸收水分后重量可超过自身重量的数百倍甚至上千倍,它的运用能够在很大程度上改善土壤孔隙度等土壤物理性状,提高土壤水分蓄积能力,促进植物根系生长,从而改善种子生长环境,提高种子萌发能力,增加植物成活率[6-8]。在干旱地区,水分是限制植物生长和分布的主要因素,运用保水剂能够提高土壤含水量,在植物生长的关键时期为其供应水分。李兴等[9]研究了保水剂对梭梭(*Haloxylon ammodendron*)和白梭梭(*Haloxylon persicum*)种子萌发及幼苗根系生长状况的影响,结果表明适宜浓度的保水剂对梭梭和白梭梭种子的萌发及幼苗根系的生长有促进作用。李莹等[10]对沙棘(*Hippophae rhamnoides*)种子的研究以及李加国等[11]对柠条(*Caragana korshinskii*)种子的研究均表明,适量的保水剂可以促进种子的萌发及幼苗的生长。杨永辉等[12]通过保水剂用量对小麦不同生育期根系生理特性的影响研究发现,施用保水剂降低了冬小麦根系质膜透性和可溶性糖含量,提高了根系活力。目前对保水剂应用的研究主要以农业种子以及半干旱地区植物为主,对干旱地区典型荒漠植物等的研究相对较少。因此,开展典型荒漠植物种子最适保水剂浓度筛选研究,对荒漠地区植被恢复和环境重塑具有重要意义。

红砂(*Reaumuria soongarica*)、柠条、泡果白刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)是典型的荒漠植物,具有耐旱、耐盐碱、抗逆性强、分布广、面积大、集沙能力强等特点[13],在我国西北干旱半干旱地区广泛分布,对该地区的生态保护具有重要作用。荒漠植物的典型特点具有在干旱季节休眠的特性,雨季来临时,它们迅速吸收水分重新生长。本研究以西北典型荒漠植物红砂、柠条、泡果白刺、花棒种子为研究对象,测定不同保水剂用量下 4 种典型荒漠植物的发芽率、发芽势和发芽指数,试图确定其最佳用量,为科学的防治荒漠化及荒漠区人工植被恢复提供理论指导和科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

1.1.1　*种源地概况*　4 种典型荒漠植物种子采集于甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站,该地位于河西走廊东北部,东西北三面被腾格里和巴丹吉林两大沙漠包围,呈现出各类沙丘和沙质草甸交错分布的地貌格局,属于典型温带干旱荒漠性气候区,年均气温 7.8 ℃,年均降水量小于 120 mm,蒸发量却大于 2 600 mm,降水稀少、蒸发量大、生态环境极其脆弱。

1.1.2　*种子的采集与处理*　供试的柠条、花棒、泡果白刺和红砂种子于 2016 年秋采自于甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站,在种子成熟期将野外灌木植物种子采集装置布置于种源地,一周后,将该装置内脱落的种子收集,保证采集到完全成

熟的种子。然后将种子带回进行初步除杂,得到可试验的种子。最后将种子低温贮藏。

1.1.3 试验种子品质 采用保水剂处理前,测定种子品质,结果详见表1。

表1 试验种源和品质

树 种	种源	净度/%	千粒重/g
柠 条	甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站	70.5	28.216 8
花 棒	甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站	75.0	20.143 7
泡果白刺	甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站	70.0	7.632 5
红 砂	甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站	63.2	0.846 5

1.2 研究方法

1.2.1 保水剂浓度设置 种子准确称重后,用10%的双氧水消毒,采用清水浸种12 h,以种子颗粒数等份,每份50粒种子,分别加入种子重量的1%,4%,7%,10%,13%的保水剂,每个处理3个重复,加入少量的水使保水剂均匀吸胀,充分搅合均匀,使保水剂能完全黏附在种子表面,室温下放置过夜,蒸发种子表面多余水分。对照采用空白处理。

1.2.2 发芽测定 按照国家标准"林木种子检验规程"(GB2722-1999)进行发芽试验,每处理3个重复,每重复50粒种子,恒温培养箱25 ℃培养,发芽箱内光照强度1 200 lx,每天光照8 h,黑暗16 h,从置床之日第2天起每天统计发芽个数,直至发芽结束。计算发芽率、发芽势、平均发芽速率和发芽指数。

发芽势是指发芽试验的初期,规定的日期内正常发芽种子占供试种子数的百分率,即发芽势;发芽势的大小表明发芽速率的快慢,也表明种子活力的强弱。

$$发芽率(\%)=\frac{\sum G_t}{T}\times 100$$

$$发芽势(\%)=\frac{T_n}{T}\times 100$$

$$平均发芽速率(d)=\frac{\sum G_t\cdot D_t}{\sum D_t}$$

发芽指数是种子的活力指标,是指在发芽试验期间,每天统计发芽粒数,然后计算出发芽指数。

$$发芽指数\ G_I=\sum\frac{G_t}{D_t}$$

式中:G_t——在 t 日的发芽数;T——种子总数;T_n——发芽达到高峰之前的总发芽数;S——平均苗高(cm);D_t——发芽日数。

1.3 数据处理与分析

基本数据分析和绘图采用Excel软件,采用SPSS 17.0软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA),显著性检验采用LSD法,用一般线性模型对保水剂用量和物种的交互效应进行双因素方差分析。

2 结果与分析

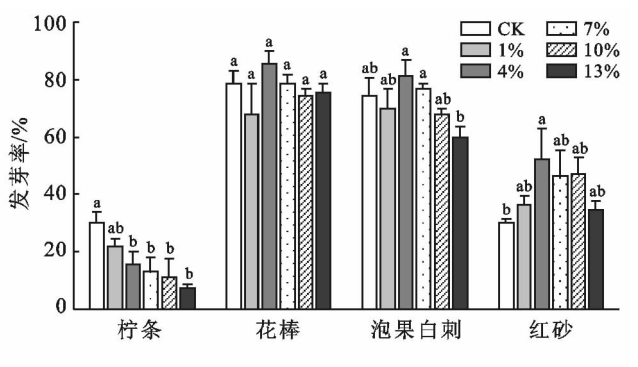
2.1 不同保水剂用量对4种种子发芽率的影响

双因素方差分析(表2)发现,不同物种种子发芽率存在极显著差异($p<0.01$),保水剂用量对发芽率影响显著($p<0.05$),保水剂用量和物种的交互作用对种子发芽率影响不显著($p>0.05$)。由图1可知,不同量保水剂处理对柠条、花棒、泡果白刺和红砂种子发芽率影响并不显著($p<0.05$)。柠条种子随着保水剂用量的增加其发芽率呈现下降趋势;花棒、泡果白刺和红砂随着保水剂用量的增加呈现先增加后降低的趋势,当保水剂用量为种子重量的4%时发芽率最高,分别为86%,81%,52%。

表2 保水剂用量和处理种源对包衣种子各萌发特征指标影响的双因素方差分析(F值)

项 目	发芽率	发芽势	平均发芽速率	发芽指数
保水剂用量	2.881*	2.610*	5.325**	10.482**
物 种	103.634**	78.846**	120.352**	163.565**
交互作物	1.693	1.545	4.093**	7.275**

注:* 表示显著水平($p<0.05$);** 表示极显著水平($p<0.01$)。



注:不同字母表示差异显著($p<0.05$)。下同

图1 不同用量保水剂处理柠条、花棒、泡果白刺、红砂种子发芽率

2.2 不同保水剂用量对4种种子发芽势的影响

双因素方差分析(表2)发现,物种对发芽势影响极显著($p<0.01$),保水剂用量对发芽势影响显著($p<0.05$),保水剂用量和物种的交互作用对种子发芽势影响不显著($p>0.05$)。由图2可知,不同量保水剂处理对柠条和红砂种子发芽势影响显著($p<0.05$)。柠条种子随着保水剂用量的增加其发芽势呈

现先增加后减小趋势,当保水剂用量为种子重量的 1%时发芽势最高,为 22%;花棒、泡果白刺和红砂随着保水剂用量的增加呈现先增加后减小的趋势,当保水剂用量为种子重量的 4%时发芽势最高,分别为 81%,69%,48%。

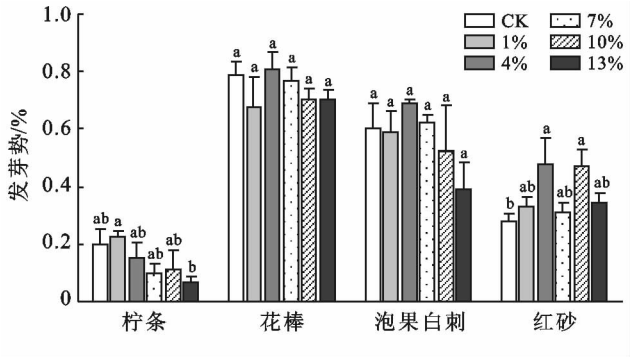


图 2　不同用量保水剂处理柠条、花棒、泡果白刺、红砂种子发芽势

2.3　不同保水剂用量对 4 种种子平均发芽速率的影响

双因素方差分析(表 2)发现,保水剂用量、物种、保水剂用量与包衣物种的交互作用对种子平均发芽速率影响均极显著($p<0.01$)。由图 3 可知,不同量保水剂处理对柠条、泡果白刺和红砂种子平均发芽速率影响显著($p<0.05$)。柠条种子 ck 和 1%处理的平均发芽速率差异不显著,而当保水剂用量为种子重量的 1%时,柠条种子平均发芽速率的标准差明显小于 CK 处理的标准差;花棒、泡果白刺和红砂随着保水剂用量的增加其平均发芽速率呈现先增加后降低的趋势,当保水剂用量为种子重量的 4%时平均发芽速率最高,分别为 24.76,23.33,21.29。

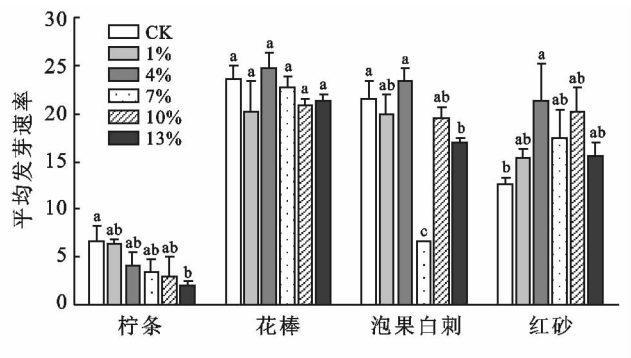


图 3　不同用量保水剂处理柠条、花棒、泡果白刺、红砂种子平均发芽速率

2.4　不同保水剂用量对 4 种种子发芽指数的影响

双因素方差分析(表 2)发现,保水剂用量、物种、保水剂用量与包衣物种的交互作用对种子发芽指数影响均极显著($p<0.01$)。由图 4 可知,不同量保水剂处理对柠条、泡果白刺和红砂种子发芽指数影响显著($p<0.05$)。随着保水剂用量的增加,柠条、泡果白刺和红砂种子发芽指数均呈现先增加后减小的趋势。当保水剂用量为 1%时,柠条种子发芽指数最大,为 12.72;当保水剂用量为 4%时,泡果白刺和红砂的发芽指数最大,分别为 50.34,24.70。

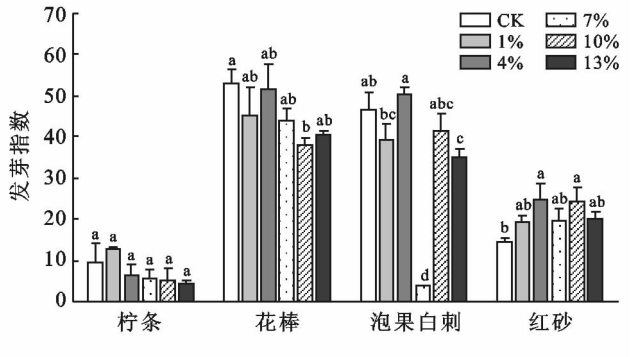


图 4　不同用量保水剂处理柠条、花棒、泡果白刺、红砂种子发芽指数

3　讨论与结论

在西北荒漠区,土壤含水量是影响植被成活和生长的重要因素之一,这不仅与该地区少的降水量有关,而且也与该地区降水间隔有关,降水间隔太长,蒸发量大,水分保持率低,导致土壤含水量降低。而保水剂可在种子周围的土壤中形成一个“微型水库”[14],它可以吸持自身重量数百倍的水分[15],然后释放水分供种子萌发和植物生长,以改变土壤水分对植物种子萌发与幼苗生长的限制[16-17]。大量研究表明,使用保水剂可减少土壤水分养分流失[18]、增强土壤保水性[19]、改善土壤结构[20]、提高植物出苗率和抗旱性[21-22]、促进植物地上部分和根系的发育[23-24]。本研究发现,一定量的保水剂,可以提高柠条种子萌发的整齐度和种子活力,这与李加国等[11]的研究结果相似,这可能由于保水剂将水分保持在种子周围,能为种子萌发和生长提供充足的水分来源所致[25-26];花棒、泡果白刺和红砂的种子发芽率、发芽势、平均发芽速率和发芽指数均随保水剂用量的增加呈现先增加后降低趋势,在保水剂用量为 4%时达最大值。这说明一定量的保水剂对种子发芽率、发芽速度、发芽整齐度和提高种子活力均有促进作用,这与李莹等[10]研究结果相似,这可能是因为保水剂改变了种子周边环境水分,从而影响种子内部激素含量所致。杨新乐等[27]对沙打旺(*Astragalus adsurgens*)研究表明,沙打旺最适宜的保水剂用量是种子重量的 7%～9%,李兴等[9]对梭梭的研究表明,梭梭最适宜的保水剂用量是 0.05%,这与本研究结果不同,这可能是因为不同物种对保水剂的适应不同所致。当保水剂用量为

4%时,本试验中所测各项指标均达到最大值,之后,随着保水剂用量增加,各项指标呈现下降趋势,这可能是由于,适宜的保水剂用量可为种子周围聚集适宜的水分,改良种子萌发环境,从而促进种子萌发。随着保水剂用量的增加,不同物种的萌发指数均降低,这可能是由于增加的保水剂会影响种子的呼吸作用,从而影响其萌发和生长。

种子包衣作为一种新型的种子处理技术,因其操作简单,生态经济效益高,应用也越来越广泛。适量的保水剂对种子的萌发和幼苗的生长具有促进作用;花棒、泡果白刺和红砂的种子发芽率、发芽势、平均发芽速率和发芽指数均随保水剂用量的增加呈现先增加后降低趋势,在保水剂用量为4%时,达最大值;一定量的保水剂,可以提高柠条种子萌发的整齐度和种子活力。

[参 考 文 献]

[1] 李维向,闫伟,刘朝霞,等.毛乌素沙区腹地提高飞播成效的技术措施研究[J].中国沙漠,2009,29(1):114-117.

[2] Zheng Yuanrun, Xie Zhixiao, Gao Yong, et al. Ecological restoration in Northern China: Germination characteristics of 9 key species in relation to air seeding[J]. Belgian Journal of Botany, 2003,136(2):129-138.

[3] 郑明清,郑元润,姜联合.毛乌素沙地4种沙生植物种子萌发及出苗对沙埋及单次供水的响应[J].生态学报,2005,26(8):2474-2484.

[4] 朱选伟,黄振英,张淑敏,等.浑善达克沙地冰草种子萌发、出苗和幼苗生长对土壤水分的反应[J].生态学报,2003,25(2):364-370.

[5] 原鹏飞.盐池沙地水分动态与干沙层形成规律研究[D].北京:北京林业大学,2009.

[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] 李晶晶,白岗栓.保水剂在水土保持中的应用及研究进展[J].中国水土保持科学,2012,10(1):114-120.

[8] Guo Liwei, Ning Tangyuan, Nie Liangpeng, et al. Interaction of deep placed controlled-release urea and water retention agent on nitrogen and water use and maize yield [J]. European Journal of Agronomy, 2016,75:118-129.

[9] 李兴,蒋进,宋春武,等.保水剂对梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、白梭梭(*Haloxylon persicum*)种子萌发及幼苗根系的影响[J].干旱区研究,2012,29(5):797-801.

[10] 李莹,杨瀚,朱喆,等.保水剂对中国沙棘种子萌发的影响[J].内蒙古林业科技,2016,42(2):23-25.

[11] 李加国,郎思睿,汪晓峰.保水剂包衣对柠条种子萌发及幼苗生长的影响[J].干旱区研究,2014,31(2):307-312.

[12] 杨永辉,武继承,吴普特,等.保水剂用量对小麦不同生育期根系生理特性的影响[J].应用生态学报,2011,22(1):73-78.

[13] 单立山,李毅,石万里,等.土壤水分胁迫对红砂幼苗生长和渗透调节物质的影响[J].水土保持通报,2015,35(6):106-109.

[14] 杨杰,曹昀,王秀文,等.保水剂对高羊茅种子萌发及幼苗生理的影响[J].水土保持研究,2017(1):351-356.

[15] Bowman D C, Evans R Y. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium [J]. Hortscience A Publication of the American Society for Horticultural Science, 1991, 26(8): 1063-1065.

[16] Arbona V, Iglesias D J, Jacas J, et al. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants[J]. Plant & Soil, 2005,270(1):73-82.

[17] Omidian H, Rocca J G, Park K. Advances in superporous hydrogels [J]. Journal of Controlled Release Official Journal of the Controlled Release Society, 2005,102(1):3-12.

[18] 李章成.保水剂对水土流失及土壤可蚀性因子的影响[D].重庆:西南农业大学,2005.

[19] 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.

[20] Gardner W R. Representation of soil aggregate-size distribution by a logarithmic-normal distribution[J]. Soil Science Society of America Journal, 1956,20(2): 151-153.

[21] 许紫峻,汪溪远,师庆东,等.不同材质保水剂对玉米生长综合效率的DEA模型分析[J].水土保持研究,2017,24(6):160-166.

[22] 朱凯,张飞,柯福来,等.机械化高粱芽苗形态建成及生理特性对保水剂的响应[J].江苏农业科学,2016,44(10):161-161.

[23] 毛思帅,Islam M R,贾鹏飞,等.保水剂和施肥量对沙地燕麦生产的影响[J].麦类作物学报,2011,31(2):120-125.

[24] 谢勇,李永胜.保水剂对基质栽培菜心生长及水分利用效率的影响[J].水土保持研究,2008,15(4):228-230.

[25] 苏立强,李加国,姜祛寒,等.水分缓释在柠条复合型包衣种子中的研究[J].北京林业大学学报,2015,37(10):96-102.

[26] Su Liqiang, Li Jiaguo, Xue Hua, et al. Super absorbent polymer seed coatings promote seed germination and seedling growth of Caragana korshinskii in drought [J]. Journal of Zhejiang University-Science (B): Biomedicine&Biotechnology, 2017,18(8):696-706.

[27] 杨新乐,王冬梅,汪晓峰.干旱条件下保水剂对丸化沙打旺种子萌发及幼苗生长的影响[J].水土保持通报,2014,34(6):89-93.