

# 有机—无机复合粘结剂对沙拐枣种子丸粒化研究

张 琨, 刘瑞凤, 王爱勤

(中国科学院 兰州化学物理研究所, 甘肃 兰州 730000)

**摘 要:** 合成了有机—无机复合粘结剂, 选择沙拐枣为研究对象, 通过各种原料配比对崩解时间的影响, 确定了种子丸粒化的配方。该配方使种子重量增加了 3~5 倍, 具有一定的吸水保水性能, 不仅解决了飞播时种子随风飘移的问题, 而且也解决了种子崩解、营养、保水的问题, 从而提高了种子的发芽率和成活率。

**关键词:** 粘结剂; 丸粒化; 沙拐枣

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2006)02—0072—03

中图分类号: S351.1

## Pelletization of *Calligonum Alaschanicum* by Using Organic-inorganic Composite Adhesive

ZHANG Kun, LIU Rui-feng, WANG Ai-qin

(Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, Gansu Province, China)

**Abstract:** The organic-inorganic composite adhesive was prepared. The effects of different raw material ratio on disintegration time of *Calligonum alaschanicum* seed were studied by using the organic-inorganic composite adhesive. Results show that seed weight increases 3~5 times and has higher absorbency after the pelletizing processing. The problem that seeds floated on the wind for aerial sowing in desert is successfully solved.

**Keywords:** adhesive; pelletization; *Calligonum alaschanicum*

飞机播种造林种植具有投入少、速度快、效益高和适用范围广的特点。因此, 飞播造林能加速扩大林草植被面积, 提高植被覆盖率, 是减少沙尘暴危害的最直接的措施和办法。然而, 对飞播造林成活率极为关键的种子, 目前在丸粒化方面还存在许多不足。一是飞播的种子按农用包衣的方法进行处理, 种子处理后较轻, 随风漂移的问题仍无法解决; 二是采用丸粒化技术增加了种子的重量, 但没有解决破损与发芽的矛盾, 要么粘结强度不够, 在运输和飞播过程中, 丸粒化种子的破损率很高, 要么粘结强度太大, 种子无法发芽; 三是丸粒化成分相对单一, 沙漠地区干旱少雨, 缺少植物所需的营养成分, 尽管飞播后种子能发芽, 但不能给飞播后的植物提供生长微环境, 仍无法保证种子的成活率。因此, 如何解决飞播时种子的漂移和在有限的降雨条件下实现种子的发芽, 已成为飞播能否成功的关键所在。

针对沙漠飞播用种子存在的不足, 在已有工作的基础上<sup>[1]</sup>, 本文又做了持续改进, 合成了环境友好的有机—无机粘结剂, 选择固沙的先锋植物沙拐枣为研究对象, 系统地开展了相关丸粒化的研究工作。

## 1 实验研究

### 1.1 丸粒化种子的选择

结合国内多年来飞播树种的实际情况及治沙草种选择原则, 选择了沙拐枣种子为研究对象。沙拐枣 (*Calligonum alaschanicum*) 为蓼科沙拐枣属沙生灌木, 属荒漠区重要沙生灌木, 是我国重要的沙生灌木树种之一, 亦是珍贵的固沙先锋物种, 具有根瘤菌, 且极耐寒, 在冬季极端气温 -32℃ 以下能安全越冬<sup>[2]</sup>。

### 1.2 复合粘结剂的制备

将淀粉放入水中, 搅拌下升温至 90℃ 加热 30 min, 然后倒入专用反应器中, 依次加入表面活性剂、黏土和磷酸进行发泡, 反应结束后加入氢氧化钾, 冷却至室温即得有机—无机复合粘结剂。

### 1.3 种子丸粒化

称取一定质量的种子, 加入种子质量 3~6 倍的有机—无机复合粘结剂溶液, 搅拌均匀后, 再加入 2 倍粘胶料质量的配方粉料, 经加工成丸, 自然晾干后保存待用。

### 1.4 崩解时间

按文献<sup>[1]</sup>的方法进行评价。

收稿日期: 2005-02-12

资助项目: 中国科学院“西部行动”项目“西部荒漠化治理技术与应用示范”(KGCXZ-SW-502)

作者简介: 张琨(1981—), 女(汉族), 甘肃会宁人, 研究员, 从事功能生态环境材料的研究。E-mail: aqwang@zb.ac.cn。

### 1.5 保水实验

在烧杯中称取一定量沙土,每个容器中放入总质量相等的丸粒化的种子,模拟降雨 10 mm,然后称量得到总重量,在室温条件下,每隔 24 h 称量一次,计算水的蒸发速率。在实验的时间段内,平均温度 24 ℃,平均湿度 42 %。

### 1.6 储存稳定性实验

以改性淀粉为对照,丸粒化的种子分别放置 5 d, 10 d, 20 d, 30 d, 45 d 和 60 d 后测定崩解时间,考察丸粒化的种子的储存稳定性。

## 2 结果与讨论

理想的种子丸粒化配方既要考虑丸粒化后种子的重量和粘结强度,又要考虑在有限降雨条件下种子的发芽率和成活率。因此,必然要涉及到许多材料,而每种材料的特性和不同的加入量直接或间接地影响丸粒化的效果。为此,以合成的有机—无机复合粘结剂进行了系统的筛选工作。

### 2.1 复合粘合剂对崩解时间的影响

种子丸粒化中粘结剂的选择非常重要,它直接关系到种子丸粒化的成败。原则上,凡是水溶性高分子都可以用来进行种子的丸粒化,但许多合成高分子对环境不友好。为此,可降解的天然高分子是较为理想的选择。淀粉是一种天然高分子,它不溶于冷水,与水共热到 50 ℃ 以上则可变成胶体溶液,它有一定的黏性,但其粘结强度满足不了种子丸粒化的要求。因此,对淀粉进行改性可提高其粘结强度。

目前改性淀粉的类型有氧化淀粉、酯化淀粉、交联淀粉、接枝淀粉和复合改性淀粉等<sup>[3]</sup>,综合考虑各种因素,我们选择制备了有机—无机复合粘结剂。在该制备过程中,磷酸的用量对产物的粘结强度有重要的影响。图 1 给出了磷酸用量对丸粒化种子崩解时间的影响。由图 1 可见,随着反应体系磷酸含量的增加,崩解时间呈增大趋势。有机—无机复合粘结剂不仅增加胶液的稳定性,而且在发泡之后加入适量氢氧化钾中和后变成一种磷酸钾盐,有利于植物的生长。

作为种衣剂中的粘合剂应该具有良好的黏结性和水溶性,在运输过程中丸粒化种子应该有一定的强度,而有少量水的条件下又能溶解,为种子提供疏松的正常发芽环境。因此,在其它材料配比不变的条件下,用不同用量的黏土进行实验,其结果见图 2。由图 2 可以看出,黏土用量越大,种衣剂崩解时间越长,种衣剂的破损率也越小,但黏土用量太大,种子无法发芽,综合考虑相关因素,实验确定了 0.5 % 为黏土的最佳添加量。

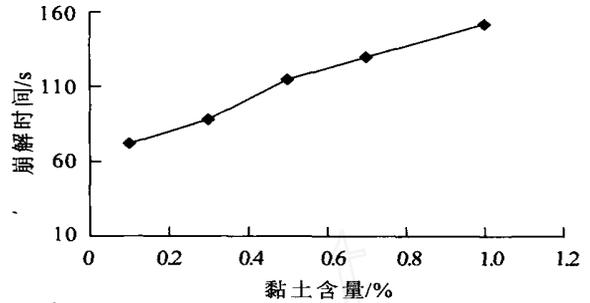


图 1 磷酸用量对崩解时间的影响

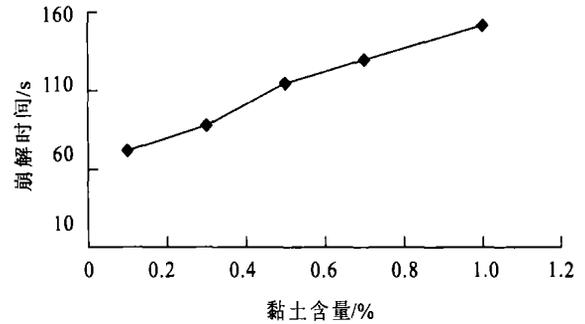


图 2 不同黏土量对崩解时间的影响

### 2.2 不同沙土比对崩解时间的影响

沙具有比重大和吸水快的优点,有利于增加丸粒化种子的重量和吸水后种子的崩解发芽,但完全用沙土丸粒化种子容易破碎。图 3 给出了不同沙土比对丸粒化种子崩解时间的影响。从图 3 可以看出,沙的比例越小,崩解时间越长。考虑到丸粒化种子有利于崩解和发芽的原则,本实验选择沙土比为 30 ◇ 70。

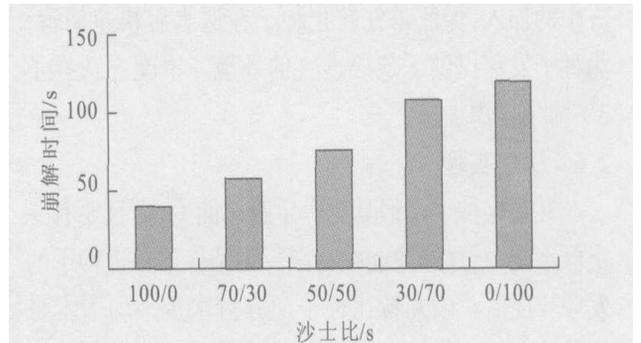


图 3 沙土比对崩解时间的影响

### 2.3 吸水保水树脂对崩解时间的影响

丸粒化种子配方中加入吸水保水树脂可以使丸粒化种子在遇到少量降雨时充分吸水,然后在一段时间内逐步释放树脂中的水分,为种子正常萌发提供良好的水分条件。在丸粒化种子配方中,保水剂含量太少,不能够给植物生长提供足够的水分,但丸粒化种子的强度较大;保水剂含量太大,可以提供给植物足够的水分,但不易进行种子的丸粒化<sup>[1]</sup>。测试结果表明,吸水保水树脂的含量越大,丸粒化种子的崩解时间越短,但 3 % ~ 15 % 保水剂的加入量对崩解时间无显著差别。值得指出的是,用有机—无机复合胶黏

剂丸粒化种子中,保水剂可加到 15%,而用聚乙烯醇类胶黏剂最多只能加到 7.5%<sup>[1]</sup>,由于对保水剂量的选择是丸粒化种子能否成功的关键所在,故综合考虑许多因素,本实验最终选择加入 7% 的保水剂。

#### 2.4 腐殖质对崩解时间的影响

腐殖质不仅可以改善沙荒地土壤结构,提高土壤肥力及促进土壤微生物生长等<sup>[4]</sup>,而且可以促进植物根系发育,提高根系活力,增强光合作用,提高作物的抗病、抗冻等抗逆能力<sup>[5]</sup>。鉴于腐殖质的多种功能,本研究将其引入到种衣剂中,并研究了不同量的这种腐殖质对种衣剂崩解时间的影响。结果表明,随着腐殖质量的增加,崩解时间呈减小的趋势,但对配方崩解时间没有本质的影响。

#### 2.5 多孔支撑体对崩解时间的影响

丸粒化技术重要的制约因素是未能解决丸粒化强度与种子萌芽率之间的矛盾。目前解决这一矛盾的方法是加入适量崩解剂如羧甲基纤维素钠、羟丙基纤维素钠、羟甲基淀粉钠和滑石粉等,这些物质的加入固然有利于种子的崩解,但无疑也会增加种子丸粒化的成本,不利于丸粒化技术的大面积推广与应用。本配方中采用的是一类非常廉价的植物纤维素,来源丰富,本身是生态系统的产物,不会给生态系统的循环带来不良影响。在其它材料不变的前提下,加入此物质可使丸粒化种子崩解时间大大缩短,并且崩解时间随植物纤维素加入量的增大而减小。该材料在配方中的加入,保证了丸粒化种子在遇水后快速崩解,为种子发芽提供了疏松透气的环境。本配方选择了 3% 为最佳添加量。

#### 2.6 保水实验

丸粒化种子不但具有一定吸水能力,而且还要有一定保水能力,这样才能在有限降雨条件下保证种子的发芽与成活。该丸粒化种子配方持水量平均为本身重量的 3~10 倍,为了进一步考察在沙土里的保水情况,本实验将丸粒化沙拐枣置于烧杯中,模拟 10 mm 降雨,进行了土壤相对失水率的研究。由图 4 可以看出,与空白对照相比,总体的趋势是保水剂含量越高,保水效果越好。但 7% 与 10% 相比没有明显区别,故该配方选择了 7% 为最佳保水剂添加量。

#### 2.7 储存稳定性实验

以改性淀粉为对照,丸粒化的种子分别放置 5 d, 10 d, 20 d, 30 d, 45 d 和 60 d 后测定崩解时间,考察丸粒化的种子的储存稳定性。如图 5 所示,在其它条件相同的情况下,以改性淀粉和有机—无机复合粘

剂丸粒化的样品,随放置时间的增加,崩解时间有减小的趋势,但有机—无机复合粘剂丸粒化的样品变化很小。这是因为粘土本身有一定的粘合作用,当与改性淀粉复合后进一步增加了粘接剂的稳定性,从而满足了丸粒化种子储存稳定性的要求。

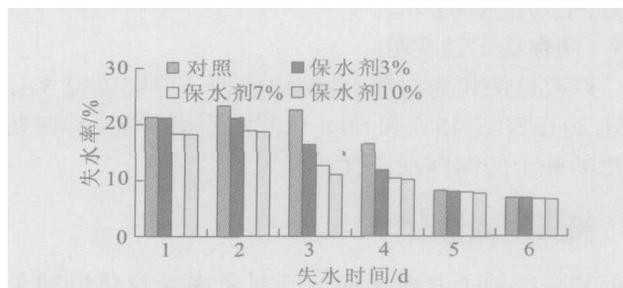


图 4 模拟 10 mm 降雨后失水情况

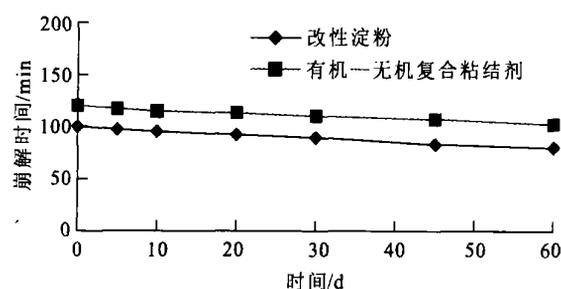


图 5 不同类型丸粒化种子的储存稳定性

综上所述,本研究所制备的丸粒化种子原料易得,成本低廉,不仅解决了种子粘强度与破损的矛盾,而且为种子的发芽和后期生长提供了微环境,同时提高了植物的抗旱性,确保植物在立地情况较差的区域正常生长。该配方在实验室种植观察的基础上,于 2004 年 6 月在内蒙古阿拉善盟腾格里沙漠,实际进行了 66.7 hm<sup>2</sup> 的飞播。与对照相比,种子在 10 m 高的坡面上位移很小,其成活率比对照组高 38%,平均株高比对照组高出 3 倍以上。由此可见,该技术可大面积应用于沙漠和西部旱区的植被恢复。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 刘瑞凤,张琨,宗莉,等. 沙漠地区飞播沙拐枣种子丸粒化研究[J]. 内蒙古林业科技, 2004(3): 3—6.
- [2] 李爱平,姚洪林. 沙生植物阿拉山沙拐枣的引种栽培及生物生态学特性研究[J]. 内蒙古林业科技, 2001(1): 10—12.
- [3] 张玉龙,李长德,张振英,等. 淀粉胶黏剂[M]. 北京:化学工业出版社, 2003. 11—15.
- [4] 何立千. 生物技术黄腐酸的研究和应用[M]. 北京:化学工业出版社, 2000. 28—30.
- [5] 龚森,李忠,张晋京. FA 复合种衣剂的研制与形状测定[J]. 吉林农业大学学报, 2002, 24(4): 76—77.