

## 花棒种子成苗降雨量及丸粒化技术研究

王文舒<sup>1</sup>, 武志博<sup>2\*</sup>, 刘宏义<sup>3</sup>, 刘世英<sup>2</sup>, 魏建民<sup>3</sup>, 赵静<sup>4</sup>

(1. 阿拉善盟林业草原研究所, 内蒙古阿拉善盟 750306; 2. 阿拉善盟航空护林站, 内蒙古阿拉善盟 750306; 3. 阿拉善左旗林业工作站, 内蒙古阿拉善左旗 750303; 4. 阿拉善盟林业和草原保护站, 内蒙古阿拉善盟 750306)

**摘要** [目的]解决沙区飞播造林过程中由于降雨量达不到一定水平而造成的“闪芽”现象。[方法]以花棒的种子为试材,完善花棒种子的丸粒化工艺,调整丸粒化配方。[结果]丸粒化后的花棒种子在一次降雨量达到10 mm及以上才裂解,成苗率可达到88.56%;延长滚实时间到45 min,低于10 mm降雨量的裂解率降低到35.34%;当保水剂加在丸粒化种子的外层时,低于10 mm降雨量的裂解率降至13.21%;丸粒化过程中添加生根粉6号和营养物质,可显著提高花棒种子的成苗率。[结论]丸粒化技术对花棒种子的成苗率和苗木长势均有明显的促进作用。

**关键词** 花棒;丸粒化;种子

中图分类号 S793.9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)10-0075-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.10.019



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Study on the Rainfall Needed *Hedysarum scoparium* Seeds Growing Seedling and Its Pelleting Based on the Rainfall**WANG Wen-shu<sup>1</sup>, WU Zhi-bo<sup>2</sup>, LIU Hong-yi<sup>3</sup> et al (1. Alxa Forestry and Grassland Research Institute, Alxa Left Banner, Inner Mongolia 750306; 2. Alxa League Air Ranger Station, Alxa Left Banner, Inner Mongolia 750306; 3. Alxa Left Banner Forestry Workstation, Alxa Left Banner, Inner Mongolia 750303)

**Abstract** [Objective] To overcome the phenomenon on ‘rapid death after seed germination’ of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds in aerial seeding process. [Method] Taking the seeds of *Hedysarum scoparium* as test materials, improve the pelleting process of *Hedysarum scoparium* seeds and adjust the pelleting formula. [Result] It was realized that the pelleted *Hedysarum scoparium* seeds only split and germinated when the rainfall amount was more than 10 mm, and the seedling rate was 88.56%. When the time of making the pellet extended to 45 min, the splitting rate of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds reduced to 35.34% in less than 10 mm rainfall; when the water retaining agent was added to the outer layer of the pellet, the splitting rate of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds reduced to 13.21% in less than 10 mm rainfall; when plant growth regulator and nutrient elements were added in the pelleting formula, the seedling rate was improved further. [Conclusion] Pelleting technology can significantly promote the seedling rate and seedling growth of *Hedysarum scoparium* seeds.

**Key words** *Hedysarum scoparium*; Pelleting; Seed

在干旱、半干旱地区飞播造林是节约成本、提高产量的重要措施。由于飞播造林具有速度快、成本低、见效快、落种匀、范围广、经济效果好等优势<sup>[1]</sup>,地处内蒙古自治区西部干旱荒漠地区的阿拉善左旗,自20世纪80年代连续在腾格里沙漠东南缘、乌兰布和沙漠西南缘实施飞播造林,建成了绵延460 km、面积达31.07万hm<sup>2</sup>的飞播林草地。飞播造林工作成为阿拉善地区最重要的沙漠化防治措施之一,然而,随着飞播造林工程的不断推广与应用,飞播过程中种子容易出现漂移和位移,种子的成苗率难以保证,这成为制约当地飞播造林成效的重要影响因素<sup>[2]</sup>。同时,随着阿拉善盟生态治理步伐的不断推进,适宜飞播的地类越来越少,只能转向沙丘密度大、沙丘相对高度高、植被稀少、沙流动性强、降水少的恶劣立地条件区,这无疑加剧了种子漂移、位移、“闪芽”等现象的发生,导致飞播成效显著降低<sup>[3-4]</sup>。因此,研究如何提高飞播种子成苗率成为飞播造林工作的重要内容。

花棒(*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.)为豆科(Leguminosae)岩黄芪属(*Hedysarum*)多年生灌木,由于适应性强,生长快,根深枝茂成为防风固沙的优选树种之一,也是飞播

造林常用树种<sup>[5-7]</sup>。因其种子呈圆肾形,长2~3 mm,粒小且轻,因而在飞播造林中漂移、位移表现得尤为突出。孙志强等<sup>[3-4]</sup>研究表明,丸粒化技术可增加种子重量,降低飞播造林中种子漂移和位移程度,为沙漠地区飞播造林成效的提高提供了新方法。近年来,有学者研究将适合干旱半干旱地区的林草种子进行丸粒化植树造林,但是关于花棒种子的丸粒化和播种造林技术研究鲜见报道<sup>[8-9]</sup>。然而,目前仍难以解决由于有效降雨量不足导致飞播种子常出现“闪芽”现象的弊端。基于此,笔者通过大田试验研究花棒种子从萌发到成苗需要的降水量,并对其种子进行丸粒化研究,以期在花棒种子丸粒化技术应用于干旱半干旱地区提供科学依据。

**1 材料与方法**

**1.1 材料** 供试花棒种子采自阿拉善盟阿拉善左旗诺尔公苏木,净度大于85%,千粒重约30 g,萌发率93.5%。

**1.2 试验设计及研究方法**

**1.2.1 田间试验** 将腾格里沙漠的原砂装入盆中后埋入田间,与地面平齐,上面搭拱棚。每盆种植50粒花棒裸种,重复5次。分区进行人工模拟降水试验,降水量分别为0、5、10、15 mm,24 h后检查种子裂解率,15 d后测定成苗率。

**1.2.2 丸粒化** 利用HJ-2000-P(重庆荣凯机械制造有限公司)丸粒化机对花棒种子进行丸粒化。主要步骤:将一定重量的花棒种子加入丸粒化机滚筒中,滚筒速度设置为60 r/min,按照速度为200 mL/h添加黏着剂(聚乙烯醇)。加

**基金项目** 内蒙古自治区科技厅科技成果转化项目“降雨量控制下的飞播种子丸粒化技术中试、推广应用及后期评价”(CGZH2018118)。

**作者简介** 王文舒(1987—),女,蒙古族,内蒙古阿拉善左旗人,高级工程师,硕士,从事林业治沙研究。\*通信作者,高级工程师,从事林业治沙研究。

**收稿日期** 2022-01-04; **修回日期** 2022-02-11

入相当于种子重量 2.5 倍的粉剂(包含 1 份滑石粉、8 份膨润土和 1 份凹凸棒粉),丸粒化 10、20、30、40 min。随后继续向滚筒中添加 0.2 倍种子重量的粉剂、营养元素(大量元素:磷酸二氢钾;微量元素;硫酸铜、硫酸锌、硫酸锰、钼酸铵、硼砂)、生根粉 6 号和保水剂(聚丙烯酰胺),按照上述参数继续丸粒化 5、10、15 和 20 min。丸粒化后,取直径 5~8 mm 种子,置于 40 °C 鼓风干燥机中干燥,10 min 后取出,自然晾晒至完全干燥。

**1.2.3 抗压强度的测定。**利用 YHKC-2C 颗粒强度测定仪(昆山广测仪器设备有限公司)测定丸粒化后花棒种子抗压强度。

**1.2.4 发芽率、发芽指数和活力指数的测定。**50 粒丸粒化花棒种子置于内衬 2 层滤纸的无菌培养皿( $d=20$  cm)中,加入无菌水 12 mL。将培养皿置于 22 °C 恒温培养箱中进行黑暗培养,不定期添加无菌水,重复 3 次。每天统计发芽数,计算发芽率,取平均值。发芽指数和活力指数根据 GB 2722—1999 国家标准计算。

**1.2.5 幼苗生理指标的测定。**在萌发第 15 天随机取花棒种苗 50 株,分别测定根的长度、数量和鲜重。

**1.2.6 保水剂对种子裂解率的影响测定。**为确保加入保水剂后不会降低花棒种子丸粒化的抗压强度,笔者通过研究在不同丸粒化时间处理中加入保水剂后对种子裂解率的影响,分为 3 个处理:①不添加保水剂处理;②第 1 步添加保水剂,即将保水剂和粉剂(滑石粉、膨润土和凹凸棒粉等)、黏合剂一起加入再滚实 45 min;③第 2 步添加保水剂,即先用 90%粉剂对花棒种子进行初步丸粒化,滚实时间为 30 min,然后在原来丸粒化的基础上添加剩余的 10%粉剂和保水剂。通过上述 3 种方法确定花棒种子最终的丸粒化工艺。

**1.3 飞播试验** 为了进一步验证丸粒化后的花棒种子对实际飞播作业效果的影响,2018 年 7 月,阿拉善左旗林业局应用该技术成果对花棒种子进行包衣处理,并在额尔克哈什哈苏木进行飞播对比试验。当年 9 月 29 日,对 4 个播区(1 号、2 号播区为未丸粒化播区;3 号、4 号播区为丸粒化播区)有苗样地的频度、花棒株数及花棒高度进行调查。

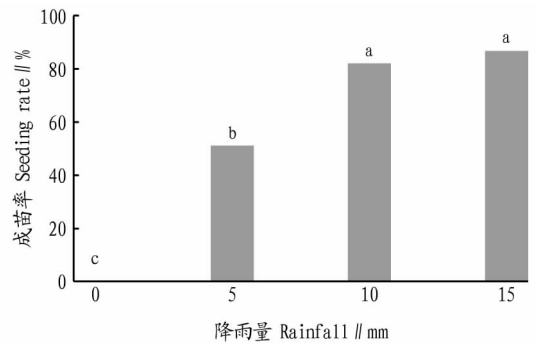
**1.4 数据处理** 用 SPSS 13.0 处理数据,LSD 法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

**2.1 降雨量对花棒种子成苗率的影响** 为了研究花棒种子在何种降雨量条件下才能裂解,而不出现“闪芽”现象,试验通过人工模拟降雨,研究花棒种子从萌发到成苗所需的降雨量。由图 1 可知,降雨量越大,花棒种子的成苗率越高,当降雨量达到 10 mm 时,其成苗率达到 81.65%,且与降雨量为 15 mm 时的成苗率差异不显著性( $P>0.05$ ),与降雨量为 5 mm 的成苗率差异显著( $P<0.05$ ),说明花棒种子从萌发到成苗所需的降雨量为 10 mm 以上。

**2.2 黏合剂浓度对丸粒化花棒种子抗压强度的影响** 通过田间试验证实了花棒种子从萌发到成苗所需的降雨量为 10 mm 以上。因此,对花棒种子进行丸粒化设计时要保证当降雨量 $\geq 10$  mm 时,丸粒化种子才开始裂解并萌发,而当降

雨量 $< 10$  mm 时,丸粒化种子不裂解、不萌发。



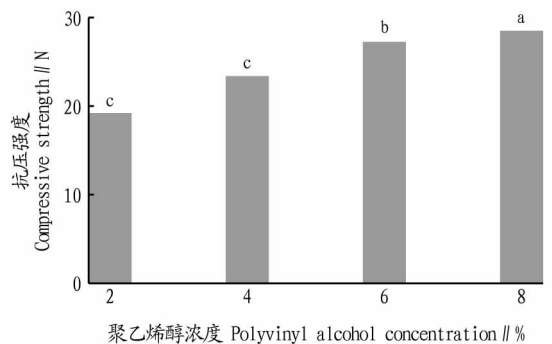
注:柱上不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters on column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

图 1 降雨量对丸粒化花棒种子成苗率的影响

Fig.1 Effects of rainfall amount on seedling rate of *Hedysarum scoparium* seeds

抗压强度是否达标是衡量丸粒化种子是否合格的重要指标之一<sup>[10-11]</sup>,而黏着剂含量则与丸粒化种子的抗压强度有很大关系。根据以往经验可知,花棒种子的抗压强度为 18 N,若黏着剂浓度过高,会使种子延迟崩解,从而影响种子发芽<sup>[10]</sup>。由图 2 可知,丸粒化花棒种子的抗压强度随着黏着剂浓度的升高而增大。当聚乙烯醇浓度为 2% 时,其抗压强度就达到了 19.27 N,大于经验值。因此,选择浓度为 2% 聚乙烯醇作为该研究的黏着剂。



注:柱上不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters on column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

图 2 不同浓度黏着剂对丸粒化花棒种子抗压强度的影响

Fig.2 Effects of different concentration adhesive on the compressive strength of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds

**2.3 滚实时间对丸粒化花棒种子裂解率的影响** 用 2% 聚乙烯醇对花棒种子进行包衣后调整滚实时间。由表 1 可知,5 mm 降雨量下花棒种子的裂解率随着滚实时间的延长而逐渐降低,从 45 min 开始,裂解率分别为 35.34% 和 29.57%,即稳定在 30% 左右。而降雨量达到 10 mm 及以上时,各处理间的裂解率无差异性显著,裂解率均达到 85.00% 以上,可满足生产实践要求。因此,结合生产成本,试验选择最佳滚实时间为 45 min。

**2.4 保水剂浓度对丸粒化花棒种子活力及裂解率的影响** 由表 2 可得,随着聚丙烯酰胺浓度的升高,丸粒化种子的平均发芽率、平均活力指数和平均鲜重呈先升高后降低的

趋势,当聚丙烯酰胺含量在 4% 时,丸粒化种子活力除平均发芽指数和平均活力指数表现为第二好外,其余 2 个活力指标均表现为最好,其平均发芽率达到 85.76%。因此,选择 4% 聚丙烯酰胺作为最佳保水剂。

表 1 滚实时间对丸粒化花棒种子裂解率的影响

Table 1 Effects of different time of making to the pellet on splitting rate of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds

滚实时间 Rolling time//min	不同降雨量下的裂解率 Cracking rate under different rainfall//%			
	0	5 mm	10 mm	15 mm
15	0 a	86.78 a	91.22 a	97.46 a
30	0 a	64.23 b	87.37 a	90.46 a
45	0 a	35.34 c	85.26 a	89.78 a
60	0 a	29.57 c	87.29 a	90.21 a

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

表 2 保水剂浓度对丸粒化花棒种子活力的影响

Table 2 Effects of different concentration water retaining agent on seed vitality of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds

聚丙烯酰胺 Polyacrylamide concentration %	平均发 芽率 Average germination rate//%	平均发 芽指数 Average germination index	平均活 力指数 Average vitality index	平均鲜重 Average fresh weight g
0	79.00 c	19.48 b	29.93 c	8.87 c
2	82.38 b	19.64 b	34.00 a	9.56 b
4	85.76 a	20.45 a	30.94 b	10.39 a
6	83.72 b	20.49 a	30.73 b	8.41 c

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at the level of 0.05 between treatments

由表 3 可知,在 5 mm 降雨量时,第 1 步丸粒化中添加保水剂与无保水剂处理相比,裂解率提高 29.34%;而在丸粒化第 2 步加入保水剂的裂解率降低到 13.21%。在  $\geq 10$  mm 降雨量时,各处理裂解率相差不大,裂解率均达到 80.00% 以上。说明当保水剂在第 2 步添加时,降雨量小的情况下种子不易裂解,且降雨量  $\geq 10$  mm 时不影响其裂解。

表 3 保水剂添加时间对丸粒化花棒种子裂解率的影响

Table 3 Effect of adding time of water retaining agent on cracking rate of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds

处理 Treatments	不同降雨量下的裂解率 Cracking rate under different rainfall//%			
	0	5 mm	10 mm	15 mm
无保水剂 No water retaining agent	0 a	35.34 b	85.26 a	89.78 a
第 1 步添加保水剂 Step 1 add water retaining agent	0 a	45.71 a	86.52 a	91.44 a
第 2 步添加保水剂 Step 2 add water retaining agent	0 a	13.21 c	82.47 a	85.36 a

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

**2.5 生根粉对丸粒化花棒种子幼苗生理指标的影响** 为了给丸粒化花棒种子创造良好的生长环境,使其在短时间内生根,从而提高成苗率,该试验在添加保水剂的过程中增加了

生根粉 6 号。由表 4 可知,添加生根粉 6 号可显著促进花棒幼苗的根条数和根长的生长,同时幼苗鲜重也随之显著增加;但是不同浓度的生根粉之间各生理指标无显著差异。结合成本,确定采用较低浓度生根粉,即 0.01% 生根粉 6 号。

表 4 生根粉对丸粒化花棒幼苗生理指标的影响

Table 4 Effects of rooting powder on the physiological indexes of the seedlings of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds

生根粉 6 号浓度 Rooting powder No.6 conce- ntration//%	根条数 Number of pieces//条	根长 Root length cm	鲜重 Fresh weight g
0	3.22 b	2.34 b	7.56 b
0.01	5.76 a	3.79 a	9.42 a
0.10	6.02 a	4.11 a	10.34 a
0.20	5.97 a	4.27 a	9.79 a

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

**2.6 田间试验** 表 5 结果表明,通过该研究配方制成的丸粒化花棒种子,在降雨量小于 10 mm 时,裂解率较低,成苗率为 0;只有降雨量为 10 mm 时,丸粒化种子才能裂解成苗,成苗率达到 82.34%,且与降雨量为 15 mm 时的成苗率差异不显著。这说明该丸粒化方法可以解决花棒种子在降雨量不足时出现的“闪芽”现象。

表 5 不同降雨量对丸粒化花棒种子裂解率和成苗率的影响

Table 5 Effects of different rainfall amount on splitting rate and seedling rate of pelleted *Hedysarum scoparium* seeds

降雨量 Rainfall//mm	裂解率 Cracking rate//%	成苗率 Seedling rate//%
0	0 c	0 b
5	14.43 b	0 b
10	83.65 a	82.34 a
15	90.74 a	88.56 a

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

**2.7 飞播试验** 表 6 结果表明,丸粒化的 2 个播区(3、4 号播区)有苗样地频度处于中间水平,且显著低于未丸粒化的 1 号播区,但显著高于未丸粒化的 2 号播区,这与飞播时其他树种(沙拐枣、沙蒿等)的出苗情况也有很大关系,但总体来说,丸粒化的播区出苗状况良好。通过对有苗样地的花棒株数与高度进行分析发现,丸粒化的 3 号花棒播区内花棒平均株数最多,达 0.83 株,花棒平均高度也最高,达 4.07 cm,均显著高于其他播区,丸粒化的 4 号花棒播区与未丸粒化的 2 号播区内花棒平均株数与平均高度无显著差异,但均显著高于未丸粒化的 1 号播区,说明丸粒化后的花棒种子出苗率与苗木长势比未丸粒化的花棒种子高。

### 3 讨论

当降雨量达到丸粒化种子从萌发到成苗所需水量时,种子可裂解,且成苗率高,否则会出现“闪芽”现象。孙志强等<sup>[3,12]</sup>研究表明,增加黏着剂含量及延长滚实时间可以提高抗压强度,从而延长种子裂解所需时间。该研究也表明,花棒种子采用 2% 聚乙烯醇作为黏着剂和 45 min 的滚实时间可

以达到最大性能的抗压强度。

表6 丸粒化与未丸粒化花棒种子的飞播对比试验

Table 6 Comparisons between pelleted and unpelleted *Hedysarum scoparium* seeds in aerial seeding process

播区名称 Broadcast area name	调查样地总数 Total number of survey plots//块	有苗样地数 Number of sample plots with seedlings//块	有苗样地频度 Frequency of seedling plot//%	有苗样地花棒平均株数 Average number of flower sticks in seedling plot//株	花棒平均高度 Average height of flower stick//cm
1号播区 Broadcast area 1	143	107	74.82 a	0.34 c	3.32 c
2号播区 Broadcast area 2	228	76	33.33 c	0.57 b	3.79 b
3号播区 Broadcast area 3	156	82	52.56 b	0.83 a	4.07 a
4号播区 Broadcast area 4	156	83	53.20 b	0.51 b	3.73 b

注: 同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference between treatments at 0.05 level

孙志强等<sup>[3-4]</sup>研究发现,对飞播种子按不同比例的粉剂进行丸粒化包衣可使种子重量增加,从而显著减少飞播过程中出现的位移和飞播后出现的漂移现象。保水剂可作为种子水分的暂时储存器,生根粉则可有效地提高幼苗成苗率。因此,该研究结合前人对丸粒化的研究配方,通过优化丸粒化工艺、添加生根粉、保水剂等可促进种子萌发和幼苗生长的物质,给丸粒化种子创造萌发条件,确保其在干旱条件下迅速形成根系,从而提高成苗率。

#### 4 结论

(1) 当降雨量 $\geq 10$  mm时,能满足花棒种子从萌发到成苗的需水量。

(2) 确定了花棒种子丸粒化的最佳配比,即采用2%聚乙烯醇作为黏着剂和45 min的滚实时间可以达到最大性能的抗压强度。保水剂4%聚丙烯酰胺和0.01%生根粉6号丸粒化的花棒种子活力最好。

(3) 改进了花棒种子的丸粒化制作工艺,即把丸粒化步骤分为2步,第1步先把约90%的粉剂丸粒化,滚实时间为90 min;第2步把剩余的10%粉剂和保水剂及营养物质在原来丸粒化的基础上进一步丸粒化,滚实时间为45 min。

(4) 通过该技术,丸粒化后的花棒种子在降雨量 $\geq 10$  mm时,裂解率和成苗率均可满足生产需求。飞播试验表明,该技术丸粒化后的种子出苗状况较好。

该试验通过优化花棒种子丸粒化工艺、调整其丸粒化配

方,从而实现了只有在降雨量 $\geq 10$  mm时,丸粒化的花棒种子才可裂解并萌发。并且通过田间试验和飞播对比试验,发现该技术对花棒种子的成苗率和苗木长势均有明显的促进作用。该结果可为今后飞播种子处理方法提供新技术和新思路。

#### 参考文献

- [1] 田永祯,司建华,程业森,等.阿拉善沙区飞播造林试验研究初探[J].干旱区资源与环境,2010,24(7):149-153.
- [2] 武志博,刘宏义,白莹,等.飞播沙拐枣成苗降雨量及基于该降雨量下的种子丸粒化技术探讨[J].干旱区资源与环境,2017,31(10):162-166.
- [3] 孙志强.飞播用花棒种子处理技术的研究[J].陕西林业科技,1997(3):23-25.
- [4] 刘瑞凤,阎志宏,王爱勤.飞播用花棒种子丸粒化研究[J].种子,2004,23(9):35-38.
- [5] 王淑莉,赵昕,谭会娟,等.荒漠植物花棒耐盐性的傅立叶红外光谱法研究[J].中国沙漠,2008,28(5):874-878.
- [6] 潘成臣,刘林德,侯月利,等.黑河中游花棒的开花特性与繁育系统研究[J].中国沙漠,2010,30(5):1099-1103.
- [7] 郭自春,曾凡江,刘波,等.灌溉量对2种灌木光合特性和水分利用效率的影响[J].中国沙漠,2014,34(2):448-455.
- [8] 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,2004,30(3):3-6.
- [9] 林艳,张金香,武亚敬,等.几种林木种子丸化包衣粘着剂的筛选[J].林业科技,2011,36(5):29-30.
- [10] 彭之东,白文斌,赵建武,等.高粱种子丸粒化配方研究[J].农学报,2015,5(12):5-8.
- [11] 周玉瑞,方子森,牛俊义,胡麻种子丸粒化技术的探讨[J].甘肃农业大学学报,2014,49(6):54-59.
- [12] 陶启威,张文英,俞元春,等.柠条丸粒化种子吸水及崩解特性研究[J].福建林学院学报,2014,34(4):339-343.

(上接第69页)

疫增强剂、促蛋剂、疾病治疗剂等。

#### 3 结语

为了实施乡村振兴战略,充分利用有效资源发展生态鸡养殖是一条很好的“产业振兴”途径,通过这种模式可为人们提供高品质的安全食品。在生态鸡养殖与管理过程中,既要保证环境、饲料、饮水等达到生态养殖要求,同时必须要保护好养殖环境的生态,使生态环境保护与生态养殖形成一个良性循环,使经济效益与社会效益得到兼顾。

#### 参考文献

- [1] 和纪才.生态鸡养殖关键技术[J].农家参谋,2021(6):104-105.

- [2] 李丹.浅谈山地生态鸡养殖技术要点[J].中国畜禽种业,2021,17(11):182-183.
- [3] 陈隆勇.浅析生态鸡的养殖技术措施[J].中国动物保健,2022,24(3):94-95.
- [4] 陈金来.生态鸡养殖技术[J].畜牧业环境,2020(7):20.
- [5] 周萍.生态鸡养殖技术[J].中国动物保健,2021,23(9):89-90.
- [6] 徐国庆,王长青,韩书英.地方鸡生态规模化养殖技术[J].安徽农业科学,2014,42(6):1726-1728.
- [7] 李建伟,唐明艳,欧仁,等.生态养鸡饲养管理技术[J].畜牧兽医科学(电子版),2020(16):31-32.
- [8] 邓庆生.生态鸡林下养殖技术手册[M].贵阳:贵州出版集团,贵州教育出版社,2019.
- [9] 李玉环.生态鸡养殖技术研究[J].兽医导刊,2022(3):178-179.
- [10] 黄勤.浅谈山地生态鸡养殖技术要点[J].畜禽业,2020,31(8):32-33.
- [11] 黄晓倩.生态鸡养殖综合配套技术[J].兽医导刊,2021(3):83.