

河北木蓝种子萌发特性研究

郭丽娜, 何必凤

(六盘水师范学院, 贵州 六盘水 553004)

摘要:探索河北木蓝种子萌发特性, 可为其引种驯化和栽培应用提供理论依据。以河北木蓝种子为研究对象, 对种子萌发特性进行了研究。试验结果表明: ①河北木蓝种子呈椭圆形、肾形, 棕褐色, 种子纵径与横径平均分别为 2.94 ± 0.39 mm、 2.40 ± 0.12 mm, 千粒质量为 6.83 g, 硬实率为 55.33%; ②50—60℃温水浸种、浓硫酸处理 9 min、磨砂处理均能有效打破河北木蓝种子硬实, 河北木蓝种子发芽率分别为 86.00%、98.00%、98.00%, 其中以浓硫酸处理 9 min 最适宜河北木蓝种子的萌发; ③河北木蓝种子经 50℃温水浸种、浓硫酸处理 9 min 及磨砂处理后, 其种子吸水率分别为 35.89%、96.83%、128.75%, 是未处理种子的 1.04 倍、2.79 倍、3.71 倍。浓硫酸处理 9 min 最适宜河北木蓝种子萌发。

关键词:河北木蓝; 种子; 萌发特性

中图分类号: S722 **文献标识码:** A **文章编号:** 0488-5368(2022)08-0024-05

Study on Germination of *Indigofera bungeana* Walpers Seeds

GUO Lina, HE Bifeng

(Liupanshui Normal University, Liupanshui, Guizhou 553004, China)

Abstract: The germination of *Indigofera bungeana* Walpers seeds was studied under different treatments in this paper. The results showed that: ①The seeds of *I. bungeana* was oval and kidney-shaped. The color of the seed was sepia. The average longitudinal diameter of *I. bungeana* seeds was 2.94 ± 0.39 mm, and the average transverse diameter was 2.40 ± 0.12 mm. The weight per thousand granule was 6.83 g, and the hard seed rate was 55.33%. ②The hard seeds of *I. bungeana* could be effectively broken down under treatments of B (50℃ soaking temperatures), C (Seeds treated by H_2SO_4 at 9 min) and D (Seeds rubbed by sandpaper), and the germination rate were 86.00%, 98.00%, 98.00%, respectively. The most appropriate germination treatment for *I. bungeana* seeds was C. ③The water absorption rate of *I. bungeana* seeds treated with B, C and D were 35.89%, 96.83% and 128.75%, respectively. Compared with untreated seeds, the water absorption rate of B, C and D increased 1.04 times, 2.79 times and 3.71 times, respectively. The best treatment for *I. bungeana* seeds germination was C.

Key words: *Indigofera bungeana* Walpers; Seeds; Germination characteristics

0 引言

河北木蓝(*Indigofera bungeana* Walpers)隶属豆科(Leguminosae)木蓝属(*Indigofera*), 是一种多年生直立灌木, 具有覆盖广、固土力强、抗逆性强、水土保持功能良好等优点^[1~2]。河北木蓝不仅可以作为道路边坡、沙漠、荒地等闲散地的良好绿化

材料, 也能保持水土, 恢复自然生态环境^[3~5]。

种子硬实虽可以长时间保持种子生活力, 利于种群的延续及传播, 但因硬实种子具有种皮坚硬、透性低等特点, 会造成播种栽培时种子发芽率低, 萌发进程减慢, 出苗不整齐等问题, 严重时可能出现缺苗断垄现象^[6~7], 因此必须对种子进行适当的处理。木蓝属植物以播种繁殖为主, 种子具有野生

收稿日期: 2021-10-05 修回日期: 2021-10-31

基金项目: 贵州省科技计划项目(黔科合基础[2019]1446号), 六盘水师范学院高层次人才科研启动基金项目(LPSSYKYJJ201704)。

第一作者简介: 郭丽娜(1989-), 女, 山西临汾人, 博士研究生, 副教授, 主要从事植物学研究与利用工作。

豆科植物的共性,硬实率较高,所以破除种子硬实是提高河北木蓝种子萌发的关键^[8~11]。鉴于此,笔者研究以河北木蓝种子为研究对象,对破除河北木蓝种子的硬实及萌发条件进行了研究,为其绿化栽培恢复生态环境提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

2020年11—12月于六盘水师范学院明湖湿地公园寻找生长健壮的野生河北木蓝母树(胸径5.14 cm),然后在同一棵母树上采集河北木蓝种子,待河北木蓝种子自然阴干后,将其放入4℃冰箱中储藏备用。挑选颗粒饱满、大小一致的河北木蓝种子,0.1%高锰酸钾溶液浸泡10 min后,蒸馏水冲洗5遍,再用滤纸将水分吸干备用。然后将种子均匀放入垫有两层湿润的滤纸培养皿中,并将其置于25℃光照培养箱内进行萌发(光照培养箱型号:GZX-300P,光照周期:L:D=12 h:12 h,光照强度:3000 lx)。每隔24 h观察并记录种子萌发情况,每3 d更换一次滤纸及蒸馏水,保持滤纸湿润。

1.2 试验方法

1.2.1 河北木蓝种子形态特征与硬实率研究 种子形态的观察:选取100粒饱满河北木蓝种子在解剖镜下观察外部特征(如颜色、形状、大小等),并统计河北木蓝种子的纵径及横径长度。

种子硬实率:随机挑选50粒饱满河北木蓝种子,用蒸馏水中浸泡24 h后,统计未吸胀种子数,计算种子硬实率,重复3次。

1.2.2 不同处理方法对河北木蓝种子萌发的影响

温水浸种处理:将饱满河北木蓝种子(每处理50粒种子)置于盛有蒸馏水的烧杯中,再将其置于40℃、50℃、60℃、70℃、80℃的恒温水浴锅内20 min,自然冷却后再浸泡24 h,然后置于25℃人工气候培养箱内培养,以室温冷水浸种处理为对照,重复3次。

浓硫酸处理:用98%浓硫酸浸泡河北木蓝种子5 min、7 min、9 min、11 min、13 min,自来水冲洗10 min后,再用蒸馏水冲洗干净,室温冷水浸泡24 h后置于人工气候培养箱内培养,每处理50粒种子,3次重复。

机械处理:采用针刺与磨砂两种机械方法处理河北木蓝种子,每处理50粒种子,3次重复。针刺处理的具体操作参照刘壮^[12]等的方法,磨砂处理具体操作参照陈乙实^[13]等的方法。

将筛选出的最佳温水浸种处理、浓硫酸时间处

理以及机械处理测得的发芽率、发芽势、发芽指数以及种子活力指数进行对比研究,筛选出适宜河北木蓝种子萌发的方法。

1.2.3 河北木蓝种子吸水率测定 将不同处理方法(筛选出的能够促进河北木蓝种子萌发的最佳温水浸种处理、浓硫酸时间处理、机械处理)及未经任何处理的河北木蓝种子各50粒放入盛有蒸馏水的烧杯中,分别保持25℃恒温2 h、4 h、6 h、8 h、10 h、12 h、14 h、16 h、18 h、20 h、22 h、24 h、26 h、28 h、30 h后,取出种子,用滤纸吸干表面水分,称重,记录数据。重复3次。

1.3 测量指标

河北木蓝种子萌发判定标准:胚根突破种皮1 mm或者胚芽长度/种子长度>1/2为发芽开始,以萌发后连续3 d没有新的萌发种子为萌发结束^[14]。按下列公式计算发芽率、硬实率与吸水率:

发芽率=发芽种子数/供试种子数×100%;

硬实率=未吸胀种子数/供试种子数×100%;

吸水率=[(W_t-W₀)/W₀]×100%(W_t为种子吸水t时间后种子质量,W₀为种子吸水前的初始质量)。

萌发特性指标:发芽结束后测量河北木蓝种子的胚根长、胚芽长,计算发芽势、发芽指数、种子活力指数。计算公式如下:

发芽势=2~4 d内发芽种子数/供试种子数×100%;

发芽指数(GI)=∑G_t/D_t(式中G_t为t时间的每日新增发芽数,D_t为相应天数);

种子活力指数(VI)=S×GI(S为发芽结束后幼苗的平均胚根长)。

1.4 数据分析

研究采用SPSS19.0软件进行独立样本t检验与单因素方差分析,利用EXCEL2010软件以及Adobe Photoshop CS6软件完成图片的制作。

2 结果与分析

2.1 河北木蓝种子形态特征与硬实率研究

河北木蓝种子呈椭圆形、肾形、棕褐色,种脐黑色;种皮具蜡质,较光滑并具有光泽,质地较坚硬;种子纵径平均为2.94±0.39 mm、横径平均为2.40±0.12 mm、千粒质量为6.83 g、硬实率为55.33%。

2.2 不同处理对河北木蓝种子萌发的影响

2.2.1 不同浸种温度对河北木蓝种子萌发的影响

不同浸种温度下河北木蓝种子的主要萌发时间主要集中在浓硫酸处理后的1~4 d(图

1)。40℃~60℃温水处理可促进河北木蓝种子萌发;浸种温度 70~80℃会抑制河北木蓝种子萌发;浸种超过 80℃河北木蓝种子则完全不能萌发。由表 1 可知,河北木蓝种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均随浸种温度的上升先升后降,且均在浸种温度为 50℃时达到最大值。河北木蓝种子的发芽率在 50℃与 60℃温水浸种处理下差异不显著,但均极显著高于其余处理($F=187.00, P<0.01$);50℃温水浸种处理河北木蓝种子,其发芽势极显著高于其余处理($F=40.23, P<0.01$);河北木蓝种子发芽指数及种子活力指数在 40℃、50℃、60℃温水浸种处理下差异不显著,但均极显

著高于其余处理($F=83.86, P<0.01; F=49.10, P<0.01$)。

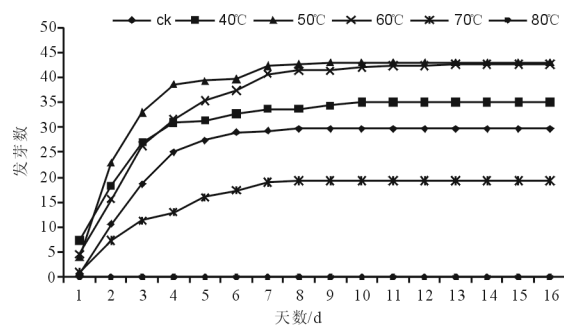


图 1 不同浸种温度下河北木蓝种子的发芽过程

表 1 不同浸种温度下河北木蓝种子各项萌发指标比较

温度/℃	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	种子活力指数
CK	59.33±2.91Cc	48.67±5.93Bb	10.75±1.42Bb	37.93±5.22Bb
40	70.00±3.06Bb	47.33±3.53Bb	17.29±0.66Aa	55.10±0.42Aa
50	86.00±2.00Aa	69.33±4.06Aa	18.90±0.68Aa	65.65±6.51Aa
60	85.33±0.67Aa	54.00±5.03ABb	16.80±0.47Aa	55.15±3.50Aa
70	38.67±3.53Dd	24.00±1.15Cc	7.02±0.85Cc	12.33±1.50Cc
80	0.00±0.00Ee	0.00±0.00Dd	0.00±0.00Dd	0.00±0.00Cd

注:表中数据为平均数±标准误,同列不同大写字母表示经 Duncan 新复极差法检验在 $P<0.01$ 水平差异显著,小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。表 2 与表 4 同。

2.2.2 不同浓硫酸处理时间对河北木蓝种子萌发的影响 由表 2 可知,河北木蓝种子发芽率、发芽势、发芽指数、种子活力指数均随浓硫酸处理时间的延长先升后降,且均在浓硫酸处理 9 min 后达最大值。浓硫酸处理河北木蓝种子 9 min,其发芽率极显著高于其余处理的结果($F=20.27, P<0.01$);浓硫酸处理河北木蓝种子 13 min,其发芽势显著低于其余处理的结果($F=12.58, P=0.03$);浓硫酸处理河北木蓝种子 13 min,其发

芽指数极显著低于其他处理的发芽指数($F=12.58, P<0.01$);浓硫酸处理河北木蓝种子 9 min、11 min 后,其种子活力指数差异不显著,但均显著高于其余处理($F=10.43, P<0.01$)。

浓硫酸处理河北木蓝种子后,其主要萌发时间主要集中在浓硫酸处理后的 1~3 d(图 2)。河北木蓝种子发芽的各项指标在浓硫酸处理 5 min、7 min、11 min 后变化不大,发芽过程几乎相同。

表 2 不同浓硫酸处理时间下河北木蓝种子各项萌发指标比较

时间/min	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	种子活力指数
5	86.67±0.67BCb	68.00±6.11ABa	22.19±0.71Aa	57.64±4.63BCb
7	88.67±1.33Bb	65.33±5.46ABab	22.65±1.03Aa	72.79±6.82ABa
9	98.00±0.00Aa	76.67±1.76Aa	24.10±0.72Aa	81.26±0.64Aa
11	85.33±2.91BCb	67.33±4.81ABa	22.16±1.29Aa	77.38±2.21Aa
13	80.00±0.00Cc	50.67±4.06Bb	16.10±0.22Bb	50.84±3.04BCb

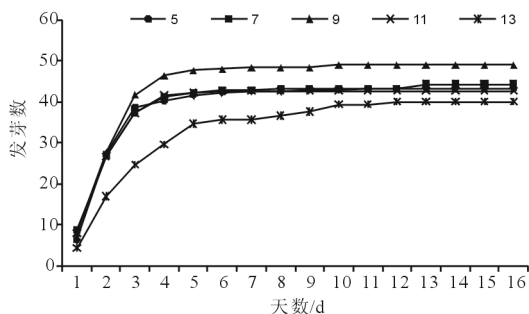


图 2 不同浓硫酸处理时间下河北木蓝种子的发芽过程

2.2.3 不同机械处理对河北木蓝种子萌发的影响 机械处理河北木蓝种子后,其主要萌发时间主要集中在机械处理后的 1~5 d(图 3)。针刺与磨砂处理的河北木蓝种子,其发芽势与发芽指数无显著差异(表 3)。磨砂处理的种子发芽率与种子活力指数均显著高于针刺处理的结果($t=5.50, P<0.01; t=3.15, P=0.03$)。

表3 机械处理下河北木蓝种子各项萌发指标比较

处理	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	种子活力指数
针刺	90.67±0.67Bb	67.33±5.81Aa	20.40±2.04Aa	39.20±3.54Ab
磨砂	98.00±1.15Aa	60.67±7.86Aa	21.12±0.82Aa	56.01±3.99Aa

注:表中数据为平均数±标准误,同列不同大写字母表示经t检验在 $P<0.01$ 水平差异显著,小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。

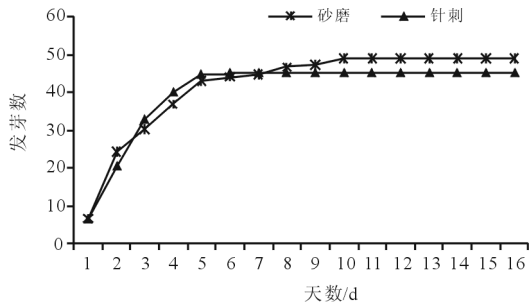


图3 针刺和磨砂处理下河北木蓝种子的发芽过程

2.2.4 不同处理方法对河北木蓝种子萌发的比较

表4 不同处理方法对河北木蓝种子萌发的比较研究

处理	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	种子活力指数
50℃温水浸种	86.00±2.00Bb	69.33±4.06Aa	18.90±0.68Bb	65.65±6.51ABb
浓硫酸处理 9min	98.00±0.00Aa	76.67±1.76Aa	24.10±0.72Aa	81.27±0.64Aa
磨砂	98.00±1.15Aa	60.67±7.86Aa	21.12±0.82ABb	56.01±3.99Bb

2.3 不同处理方法对河北木蓝种子吸水率的影响

由图4可知,河北木蓝种子吸水率随处理时间的延长而逐渐上升。其中,A处理与B处理的河北木蓝种子吸水率明显低于C处理与D处理的种子吸水率。A、B处理的种子吸水率在10h内上升缓慢,10h后迅速上升,并在30h时吸水率达最大值,分别为34.66%、35.89%;C处理的种子吸水率在6h内迅速上升,6h后吸水缓慢,22h时吸水率达最大值,为96.70%;D处理的种子吸水率在4h内迅速上升,4h后吸水缓慢,22h时吸水率达最大值,为128.75%。因此,C处理与D处理尤其D处理可有效提高种皮透性,促进种子吸胀。

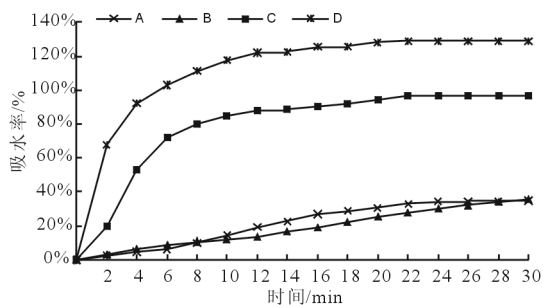


图4 不同处理方法对河北木蓝种子吸水率的影响

注:A:未经任何处理;B:50℃温水浸种;
C:浓硫酸处理9min;D:磨砂处理。

研究 由表4可知,浓硫酸处理9min后的河北木蓝种子发芽指数、种子活力指数均极显著高于50℃温水浸种与磨砂处理的结果($F=12.35, P<0.01$; $F=8.29, P<0.01$);浓硫酸处理9min与磨砂处理的河北木蓝种子发芽率无显著差异,但均极显著高于50℃温水浸种处理($F=27.00, P<0.01$);浓硫酸处理9min的河北木蓝种子发芽势最高,但各处理间的河北木蓝种子发芽势无显著差异。因此,适宜河北木蓝种子萌发的处理从高到低依次为浓硫酸处理9min>磨砂>50℃温水浸种。

3 讨论与结论

杨期和等^[15]研究发现硬实率可能受种子形状影响,其中苜蓿种子的硬实率以螺旋形的最高,其次为多角形和肾形。杨朝霞^[16]等发现厚朴种子形状呈三角形和倒卵形,种皮坚硬,呈黑褐色,硬而脆,从而导致其种子萌发效果较差。郑庆钟等^[17]发现沙生针茅种子的吸胀率低是由于其种子外稃和种皮表面具有一层蜡质所造成的结果。研究发现河北木蓝种子呈椭圆形、肾形;种皮具蜡质,较光滑并具有光泽,质地较坚硬,硬实率为55.33%,种子大小平均为2.94mm×2.40mm,说明河北木蓝种子属于硬实小型种子,与前人研究基本一致。

温水浸种在软化种皮的同时,还能去掉种皮表层的蜡质和油脂,提高种皮透性,但不同种子破除硬实的适宜浸种温度不一,应视种子大小、种皮厚薄及浸种温度而定^[15]。多花木蓝种子经60℃温水浸种后萌发率最高^[18]。50℃温水浸种可有效破除花木蓝种子硬实率的影响,促进种子萌发^[11]。笔者研究发现,50℃~60℃温水浸种最适于河北木蓝种子萌发,这与前人的研究结果基本一致。

浓硫酸处理是破除野生豆科种子硬实、促进种

子萌发最有效的方法之一,不同豆科种子的处理时间不同^[19]。胡金龙^[20]等发现黑色小粒野大豆种子经浓硫酸处理 30~60 min 后,发芽率高达 90% 以上。史磊^[21]和牛言心^[22]等研究发现,浓硫酸处理曼陀罗种子与胡枝子种子 30 min 可有效破除种子硬实。赵堂君^[11]等研究发现,花木蓝种子经浓硫酸处理 9 min 后,萌发率高达 70.67%。郑健等^[23]研究发现,浓硫酸处理野生花卉多花胡枝子种子 10~30 min 后,可有效提高种子发芽率、发芽势和发芽指数;乔亚科^[24]等研究表明,野生大豆经浓硫酸处理 8~10 min 后,种子萌发率高达 91%。本研究发现,浓硫酸处理河北木蓝种子 9 min,可有效提高河北木蓝种子的发芽率、发芽势、发芽指数、种子活力,发芽率高达 98%,说明浓硫酸处理可有效破除河北木蓝种子硬实。

机械处理可有效破除种子硬实,促进种子萌发。小刀破皮可以有效破除苦豆子种子^[25]、杜鹃兰种子^[26]的机械障碍,提高种子萌发率。张立峰等^[19]对两型豆种子进行小刀切破种皮和砂磨处理后,发现两种处理方法都能有效打破两型豆种子的休眠,从而提高发芽率。杨超^[27]发现纳罗克非洲狗尾草种子经针刺破种皮后,可显著提高种子发芽率、发芽势。邹天才^[28]研究发现,砂磨处理贵州石笔木种子后,萌发率提高了 3.34%。陈乙实^[13]等发现苦豆子种子的发芽率、发芽势以及发芽指数在种子磨砂处理后分别提高了 80%、80.83%、11.70%。樊鹏辉^[29]研究发现,黄花棘豆经沙磨处理后,种子萌发率可提高 40%。笔者研究发现河北木蓝种子发芽率、发芽势、发芽指数以及活力指数经磨砂处理后分别提高了 38.67%、24.66%、96.46%、47.67%,与前人的研究结果基本一致。

河北木蓝种子属于硬实性种子,其坚硬的种皮会影响种子的吸胀,导致萌发率较低,因此必须通过有效处理破除种子硬实、促进种子萌发。研究发现,与未经处理的种子吸水率相比,浓硫酸处理 9 min、磨砂处理的种子吸水速率明显加快,河北木蓝种子吸水率分别提高了 62.04%、94.09%,说明破除种子硬实后可加快河北木蓝种子内气体和水分的进出速度。综上所述,50℃~60℃温水浸种、浓硫酸处理 9 min、磨砂处理均能有效打破种子硬实,显著提高种子萌发相关指标,可作为河北木蓝种子萌发的适宜条件,其中浓硫酸处理 9 min 最适宜河北木蓝种子萌发。

参 考 文 献:

- [1] 焦云红,付伟,耿霄.河北木蓝繁殖研究[J].安徽农业科学,2009,37(34):16 824-16 825.
- [2] 赵雪利.中国木蓝属的系统学研究[D].成都:成都生物研究所,2016.
- [3] 薛强,赵廷宁,赵平,等.不同水分条件下 3 种灌木幼苗的耗水及生长特征[J].水土保持通报,2016,36(06):78-83,91.
- [4] 陈超.喀斯特地区饲用灌木抗旱抗寒性的生理生态学机制研究[D].北京:中国农业大学,2014.
- [5] 方丽梅.马棘植物资源的开发利用[J].中国林副特产,2009(03):87-88.
- [6] 潘睿.豆科硬实种子形成机理的研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2005.
- [7] 马天晓,王艳梅,李世荣,等.硫酸和低温处理对酸角种子发芽率的影响[J].河南农业大学学报,2012,46(02):152-155.
- [8] 陈星可.不同贮藏条件下多花木蓝种子活力的研究[D].长沙:中南林业科技大学,2017.
- [9] 曾璠,冷俐,包维楷,等.旱生灌木岷谷木蓝种子的休眠与萌发特征[J].生态学杂志,2009,28(12):2 452-2 459.
- [10] 于金慧,洪利兴,柏明娥,等.不同处理方法对马棘种子发芽的影响[J].浙江林业科技,2008,28(05):57-60.
- [11] 赵堂君,刘庆超,王奎玲,等.花木蓝种子硬实及萌发特性研究[J].种子,2013,32(12):24-26.
- [12] 刘壮,邰树乾,刘国道.不同处理对西卡柱花草硬实种子发芽的影响[J].热带农业科学,2008,28(05):41-45.
- [13] 陈乙实,娜丽克斯·外里,王树林,等.不同处理方法对 7 种豆科植物种子休眠以及成苗特性的影响[J].草地学报,2017,25(04):823-831.
- [14] 张春平,何平,杜丹丹,等.决明种子硬实及萌发特性研究[J].中草药,2010,41(10):1 700-1 704.
- [15] 杨期和,尹小娟,叶万辉,等.硬实种子休眠的机制和解除方法[J].植物学通报,2006,23(01):108-118.
- [16] 杨朝霞.厚朴种子解除休眠及萌发生理的研究[D].南京:南京林业大学,2008.
- [17] 郑庆钟,李发明,朱淑娟,等.不同处理对沙生针茅种子萌发的影响[J].生态学杂志,2016,35(01):63-71.
- [18] 李朝凤,赵小社,王玉萍,等.多花木蓝种子硬实与萌发特性研究[J].草业与畜牧,2007(12):8-10.
- [19] 张立峰,吴兴文,余跃辉,等.两型豆种子硬实特性及其休眠破除方法[J].安徽农业科学,2012,40(28):13 698-13 701.
- [20] 胡金龙,段林东,徐元茜,等.浓硫酸处理对邵阳市郊野大豆种子发芽的影响[J].现代农业科技,2018,(24):1-2,5.
- [21] 史磊.曼陀罗种子休眠机理与破眠方法研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [22] 牛言心,杨晓红,李杨,等.3 种胡枝子种子萌发研究[J].北京农学院报,2016,31(04):86-91.

(下转第 62 页)