

云南6种竹子种子萌发和贮藏特性初步研究

杨汉奇¹, 梁宁¹, 李春芳², 李体初¹, 孙茂盛³

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南昆明 650224; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 云南昆明 650201;
3. 西南林业大学, 云南昆明 650224)

摘要:对马来甜龙竹 *Dendrocalamus asper* (J. A. et J. H. Schult) Backer ex Heyne、黄竹 *D. membranaceus* Munro、巨龙竹 *D. sinicus* Chia et J. L. Sun、“大白竹”*Schizostachyum* sp.、灰香竹 *Chimonocalamus pallens* Hsueh et Yi 和箬竹 *Qiongzhusua tumidissima* Hsueh et Yi 等6个坚果状颖果、典型颖果和浆果状颖果3类竹子种子进行了萌发和贮藏试验。6个竹种种子均未观测到明显的休眠期,新鲜的成熟种子播种后5~15 d内发芽,约15 d内完成整个发芽期。场圃发芽率以坚果状的马来甜龙竹(发芽率84.0%)、黄竹(81.0%)表现较好;典型颖果类中,巨龙竹(43.3%)和大白竹(73.5%)种子发芽率差异明显;而浆果状的箬竹的发芽率最低(25.0%)。MS + BA0.5 + NAA0.2的培养基适合于竹类种子萌发。室温(20~25℃)层积的发芽率明显高于4℃层积的发芽率。浸种10 d后黄竹、马来甜龙竹、大白竹、箬竹的种子的发芽率降至0~5.5%。在4℃冷藏或室温阴干贮藏条件下,三类竹子种子发芽率随着时间的增长而急剧下降,贮藏3个月后,发芽率下降到0~4.0%;种子拌土对延长其种子寿命有一定促进作用。

关键词:竹子;颖果;种子;萌发;贮藏

中图分类号:S795

文献标识码:A

Seed Germination and Storage of Six Woody Bamboo Species in Yunnan, China

YANG Han-qi¹, LIANG Ning¹, LI Chun-fang², LI Ti-chu¹, SUN Mao-sheng³

(1. Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, Yunnan, China;
2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, Yunnan, China;
3. Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: The germination and storage characteristics of bamboo seed (caryopsis) were tested with six bamboo species including *Dendrocalamus asper* (JA et JH Schult) Backer ex Heyne (nut-like caryopsis), *D. sinicus* Chia et JL Sun (typical caryopsis), *D. membranaceus* Munro (nut-like caryopsis), *Schizostachyum* sp. (typical caryopsis), *Qiongzhusua tumidinoda* Hsueh et Yi (berry-like caryopsis), and *Chimonocalamus pallens* Hsueh et Yi (typical caryopsis). No dormancy was observed during the process of germination of these seeds. The fresh and ripe seeds begin to germinate in 5~15 days after sowing, and finish within 15 days. The results of test showed that the field germination rates were: 84.0% (*D. asper*), 81.0% (*D. membranaceus*), 43.3% (*D. sinicus*), 73.5% (*S. sp.*) and 25.0% (*Q. tumidinoda*). The medium, MS + BA 0.5 + NAA 0.2, was the best for the bamboo seed germination. The germination rate of seed stratified at 20℃~25℃ was significantly higher than that at 4℃. Sowed after 10 days' soaking in water, the seed germination rates of *D. asper*, *D. membranaceus*, *S. sp.* and *Q. tumidinoda* dropped to 0~5.5%. When stored at 4℃ or at 20℃~25℃ with humidity of 10% - 15%, the seed germination

收稿日期: 2013-06-28

基金项目: 云南省应用基础研究基金(2010CD141)、国家自然科学基金(31270662、31070593)和中国林科院资源昆虫研究所基本科研业务费专项资金(rirical2012005M)

作者简介: 杨汉奇(1974—),男,博士,研究员,从事林木遗传育种、竹藤种质资源等研究。

rates of these six bamboos decreased gradually and dropped to 0~4.0% after 90 days. It could increase seed lifespan of *Ch. pallens* when stored in soil at 4°C.

Key words: bamboo; caryopsis; seed; germination; storage

木本竹类植物(简称竹子)是世界和我国一类具有重要经济和生态价值的林木树种。由于竹子开花周期长,常需要几十年甚至120~150年^[1-2],同时大多数竹子开花后死亡,而且自然条件下常不结实或结实率低^[3-4],这些特点不仅极大地限制了人们对竹子有性繁殖及其遗传规律的了解,而且也对竹子的生产经营以及良种选育和遗传改良等方面的研究带来了极大的威胁或障碍^[5-6],也使得竹子种子成为一类少见但重要的林木种质资源^[5]。竹子果实为颖果^[7-10],我国目前报道的乡土竹种的果实根据果皮类型、果皮与种皮的结合程度等性状,大致可以分为3类:典型(或基本型)颖果、坚果状颖果和浆果状颖果^[9,11]:(1)典型颖果,其薄而干的膜质果皮与种子紧密贴生;(2)坚果状颖果,果皮为坚硬的革质或木质,无中果皮和内果皮;(3)浆果状颖果,其果皮厚而肉质。大多数常见的竹子果实是如小麦一样的典型颖果,在种子生物学和苗木培育上也常称为种子^[12],因此本文将采集到的竹子颖果统一称为种子。

本文对马来甜龙竹 *Dendrocalamus asper* (J. A. et

J. H. Schult) Backer ex Heyne(坚果状颖果)、黄竹 *D. membranaceus* Munro(坚果状颖果)、巨龙竹 *D. sinicus* Chia et J. L. Sun(典型颖果)、“大白竹” *Schizostachyum* sp. (典型颖果)、灰香竹 *Chimonocalamus pallens* Hsueh et Yi(典型颖果)、箬竹 *Qiongzhusua tumidissinosa* Hsueh et Yi(浆果状颖果)等3类竹子种子进行了贮藏和萌发习性的研究,旨在探求其种子适宜萌发和贮藏的条件,为开展竹子种质资源保存和利用等工作提供基础资料和科学依据。

1 材料与方法

1.1 种子材料

马来甜龙竹、黄竹、“大白竹”、箬竹和灰香竹5个竹种种子于2011年5月采集,巨龙竹种子于2013年3月采集(表1)。种子采集后1~2周内开展各项试验,其中箬竹在室内常温下放置了2周,约25%的种子出现乳白芽点而被排除在本文试验外;其它种子形态完整,无病虫害;巨龙竹、黄竹和灰香竹土播处理时保留了果实外面包裹的苞片。

表1 云南6种竹子种子采样信息

| 竹种 | 采样地点 | 颖果类型 | 千粒质量/g | 海拔/m | 纬度(N) | 经度(E) |
|-------|-----------|------|--------|-------|-----------|------------|
| 马来甜龙竹 | 腾冲县团田乡 | 坚果状 | 177.1 | 1 275 | 24°40'54" | 98°38'43" |
| 黄竹 | 金平县勐拉镇 | 坚果状 | 115.3 | 894 | 22°49'37" | 103°01'40" |
| 巨龙竹 | 西盟县中课乡 | 典型 | 372.3 | 1 295 | 22°43'41" | 99°32'29" |
| 大白竹 | 盈江县苏典乡 | 典型 | 189.4 | 1 010 | 24°27'51" | 97°33'04" |
| 灰香竹 | 金平县分水岭保护区 | 典型 | 121.4 | 1 993 | 22°39'37" | 103°01'40" |
| 箬竹 | 大关县木杆镇 | 浆果状 | 610.3 | 1 575 | 28°11'21" | 103°56'19" |

1.2 试验地概况

本试验分为实验室(昆明)和室外苗圃(云南元江)两部分,其中苗圃试验点设置在中国林业科学研究院资源昆虫研究所元江试验站。该试验站位于云南省红河中段的元江县城东郊,23°36'N,102°00'E,海拔418 m;属于典型的干热河谷气候类型,年平均气温为23.8°C,最热月平均温度28.4°C,最冷月平均温度16.5°C,全年≥10°C的活动积温8 687°C;年平均降水量787 mm,年平均蒸发量2 750 mm,雨季集中于6—10月份,干季为11月份至翌年5月份。

1.3 试验方法

种子室内带菌萌发:种子用温水浸种约20 h后用1%的次氯酸钠溶液浸泡杀菌30 min,无菌水洗净后均匀的播种于带湿滤纸的培养皿内,在25°C恒温培养箱中培养。当种子胚根长到1/2种子长度时视为发芽,观察萌发数量,统计发芽率。每个试验竹种3个重复,每个重复随机取40粒种子。

种子室内无菌萌发:种子浸泡约20 h,去种皮用75%乙醇消毒10 s,然后用0.1% HgCl₂消毒10 min,无菌水冲洗3次。在超净工作台内接种于事先准备

好的灭过菌的3种培养基内,培养基成分为①MS + BA0.5 + NAA0.2;②MS + BA2 + NAA0.2;③1/2MS。每个试验竹种3个重复,每个重复随机取30粒种子。

种子场圃发芽率的测定方法为:种子消毒、洗净后在场圃条件下进行播种,种子胚芽冒出土面视为发芽。5d后进行首次观察记录,以后每隔2d观察记录1次。每个试验竹种3个重复,每个重复随机取50粒种子。

子层积试验:将消毒后的种子和湿润河沙拌匀,分别在4℃和室温下分别层积30d。定期检查浇水保持湿润,到既定时间后取出种子置于20℃的条件下进行培养,测定种子的发芽率。每个试验竹种3个重复,每个重复随机取30粒种子。

种子浸种试验:流水冲洗种子2h后,分别在

4℃下浸泡3d和10d,到既定时间后取出种子置于室温下进行培养,测定种子的萌发率。每个试验竹种4个重复,每个重复随机取50粒种子。

种子贮藏试验:将适当干燥种子(含水率约10%~15%)装入通气的袋中在4℃条件下贮藏,每隔30d在培养皿中做1次带菌萌发试验。另外,灰香竹种子拌土后在4℃下贮藏,每隔60d做1次土播萌发试验;巨龙竹和黄竹种子为常温下阴干(含水率约12%~16%),常温下贮藏,每隔30d做1次土播萌发试验。以上试验中每次种子检测时取3个重复,每个重复随机取30粒种子。

1.4 数据处理

利用软件SPSS13.0进行统计分析和LSD多重比较^[13]。发芽率 = 发芽种子总数/参试种子总数 × 100%。

表2 不同处理的竹子种子萌发效果

| 竹种 | 室内试验 | | | | | 苗圃试验 | | |
|-------|-------------|-----------|---------------------|-------------------|--------------|-------------|-----------|----------|
| | 带菌处理发芽率/% | 播种到发芽时间/d | 不同培养基无菌处理发芽率/% | | | 场圃发芽率/% | 播种到发芽时间/d | 发芽持续时间/d |
| | | | MS + BA0.5 + NAA0.2 | MS + BA2 + NAA0.2 | 1/2MS | | | |
| 马来甜龙竹 | 95.0 ± 1.3a | 6 | 67.2 ± 2.8aA | 23.5 ± 3.6aB | 50.0 ± 2.5aC | 84.0 ± 1.9a | 8 | 9 |
| 黄竹 | — | — | — | — | — | 81.0 ± 1.7a | 8 | 9 |
| 大白竹 | 97.5 ± 0.7a | 5 | 83.9 ± 3.1bA | 74.3 ± 2.4bB | 65.7 ± 1.2bC | 73.5 ± 2.6b | 6 | 11 |
| 巨龙竹 | 53.3 ± 3.9b | 10 | 51.4 ± 2.2cA | 40.3 ± 2.8cB | 36.2 ± 1.3cB | 43.3 ± 2.8c | 15 | 13 |
| 灰香竹 | 82.0 ± 2.6c | 8 | 68.1 ± 1.4aA | 0 | 0 | — | — | — |
| 箬竹 | 25.0 ± 2.2d | 5 | 5.1 ± 1.5dA | 0 | 0 | 17.9 ± 2.1d | 6 | 13 |

注:—,示未进行该项试验;同列小写字母中相同的字母表示差异不显著,不同小写字母表示差异显著;同行大写字母中相同的字母表示差异不显著,不同大写字母表示差异显著($p < 0.05$),下同。

2 结果与分析

2.1 6种竹子种子萌发

从表2中可以看出:室内带菌萌发试验中坚果状颖果的马来甜龙竹(95.0%)和典型颖果大白竹(97.5%)种子发芽率较高,显著高于典型颖果的巨龙竹(53.3%)、灰香竹(82.0%)和浆果状颖果的箬竹(25.0%),这也显示竹子的发芽率与颖果类型的相关性不大。在室内无菌处理中,马来甜龙竹、巨龙竹、大白竹、灰香竹和箬竹种子在基质MS + BA0.5 + NAA0.2中的发芽率显著高于基质MS + BA2 + NAA0.2和1/2MS,这显示培养基MS + BA0.5 + NAA0.2更适用于相关试验竹子种子的萌发。在场圃发芽试验中,坚果状颖果马来甜龙竹(84.0%)和黄竹(81.0%)种子发芽率显著高于典型颖果的大白竹(73.5%)、巨龙竹(43.3%)和浆果状颖果的箬

竹(17.9%)。已有的箬竹种子萌发试验显示,新鲜成熟的种子采集后立即开展萌发试验,其种子的场圃发芽率为50%~60%^[14]。本文中箬竹场圃发芽率仅有17.9%,这可能是因为试验前排除了约25%的已发芽种子。

表3 层积和浸种处理的催芽效果

| 竹种 | 不同温度层积处理(30d)的发芽率/% | | 不同浸种时间处理后的发芽率/% | |
|-----|---------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | 20~25℃ | 4℃ | 3d | 10d |
| | 马来甜龙竹 | 79.0 ± 2.3aA | 6.0 ± 1.7aB | 71.0 ± 1.9aA |
| 黄竹 | 58.0 ± 2.1bA | 5.9 ± 2.1aB | 73.0 ± 3.5aA | 5.5 ± 1.8aB |
| 大白竹 | 61.4 ± 1.5bA | 21.7 ± 2.5bB | 49.3 ± 3.7bA | 0 |
| 箬竹 | 13.0 ± 2.6cA | 0 | 6.0 ± 2.0cA | 0 |

种子30d层积试验结果(表3)显示:室温(20~25℃)层积处理30d后,浆果状颖果箬竹(13.0%)的发芽率显著低于坚果状颖果的马来甜龙竹(79.0%)、黄竹(58.0%)和典型颖果大白竹

(61.4%);同时,4个竹种室温层积的发芽率均显著高于4℃低温层积的发芽率。浸种处理中,浆果状颖果箬竹(6.0%)的发芽率也显著低于坚果状颖果的马来甜龙竹(71.0%)、黄竹(73.0%)和典型颖果大白竹(49.3%);而且,4个竹种浸种3d的发芽率均显著高于浸种10d的发芽率,大白竹和箬竹浸种10d后的发芽率为0,显示浸种时间太长对这4个竹种种子萌发不利。

2.2 6种竹子种子贮藏

对马来甜龙竹、大白竹、灰香竹和箬竹3类4个竹种种子的干燥贮藏试验结果显示(表4):4℃冷藏条件下贮藏30d和60d后坚果状颖果的马来甜龙

竹种子的发芽率显著高于典型颖果的大白竹和灰香竹以及浆果状颖果的箬竹种子。同时,6种竹子种子在4℃冷藏或阴干后常温保存两种处理下,其发芽率均随着时间的增长而急剧下降,其中,大白竹、灰香竹、箬竹和黄竹在贮藏3个月后的发芽率下降到0,而马来甜龙竹和巨龙竹的发芽率也都下降到4%以下。这也暗示这6个竹种种子在4℃冷藏和阴干后常温保存条件下种子生命力丧失很快,常规条件下储藏期最好不要超过3个月。另外,值得注意的是,灰香竹种子拌土后在4℃下冷藏半年后仍可达到23.3%的发芽率,表明种子混合土壤对其延长寿命有着积极作用。

表4 不同贮藏处理的竹子种子发芽率/%

| 竹种 | 4℃冷藏 | | | 阴干后常温保存 | | | 种子拌土后4℃冷藏 | |
|-------|--------------|--------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| | 30 d | 60 d | 90 d | 30 d | 60 d | 90 d | 60 d | 180 d |
| 马来甜龙竹 | 86.0 ± 1.5aA | 73.8 ± 2.3aB | 4.0 ± 1.0C | — | — | — | — | — |
| 黄竹 | — | — | — | 64.1 ± 1.7A | 28.5 ± 2.5B | 0 | — | — |
| 大白竹 | 74.2 ± 1.3bA | 54.7 ± 2.1bB | 0 | — | — | — | — | — |
| 巨龙竹 | — | — | — | 46.3 ± 2.2A | 31.0 ± 2.7B | 3.3 ± 1.8C | — | — |
| 灰香竹 | 51.6 ± 2.1cA | 4.1 ± 1.4cB | 0 | — | — | — | 26.7 ± 2.6 | 23.3 ± 2.9 |
| 箬竹 | 10.0 ± 1.6dA | 5.0 ± 1.2cB | 0 | — | — | — | — | — |

3 结论与讨论

竹子经营中常用无性方式进行繁殖,在很多情况下母体的遗传背景不明确。相对无性繁殖而言,竹子种子是遗传背景清楚的种质资源,是其良种选育、遗传改良和组织培养等方面最重要、最方便的种质材料之一,在竹子苗木培育和资源可持续发展等方面有重要意义。但由于竹子少见开花结实,长期以来,人们对许多竹子种子的萌发和休眠等重要特性了解不多。本文调查的6种云南出产的竹子种子在播种后5~15d内发芽,约15d内完成整个发芽期,显示它们的种子可能不存在休眠期^[12]。与前人的试验结果相似^[12,15],热带竹种的马来甜龙竹(84.0%)、黄竹(81.0%)、大白竹(73.5%)、巨龙竹(43.3%)的场圃发芽率较高而且在短时间内完成发芽过程,这可能是由于它们在热带植物生态系统中必须尽快完成后代更新,抢占有利生态位的一种生物学特性的表现^[15]。

层积和浸种处理是提高种子发芽率的常用技术手段,但本文中马来甜龙竹、黄竹、大白竹和箬竹经过层积和浸种处理后的发芽率明显低于室内带菌萌发和场圃萌发的发芽率。因此,在生产上它们可能

不需要进行层积催芽和浸种等催芽处理。袁金玲等^[14]报道短时间的浸种(2h)的箬竹发芽势高于对照,但5h以上的浸种发芽势却低于对照,12h以上的浸种则导致发芽势显著降低。本文中,浸种3d的坚果状颖果的马来甜龙竹(71.0%)和黄竹(73.0%)的发芽率显著高于典型颖果大白竹(49.3%)和浆果状颖果箬竹(6.0%)。这可能是由于坚果状颖果的革质或木质果皮能够更有效地阻止水分渗入种子内,减轻浸种过程中水分对种子呼吸作用的伤害。不过三种类型颖果在长时间浸种(如10d)条件下都会显著降低发芽率,甚至丧失发芽能力。

本试验中,除箬竹外的其它5种竹子种子在4℃冷藏或阴干后常温保存条件下,30d后能够保持46.3%~86.0%的发芽率,显示出了较好的贮藏效果。但贮存90d后6种竹子种子的发芽率降至4%以下,并且黄竹等4种种子丧失发芽能力,这也表明其种子生命力的保存时间比较短。因此,竹子种子采集后应该尽快播种,即使采用一些贮藏措施,也应该尽量在3个月内使用。不过灰香竹种子拌土后在4℃下冷藏半年后仍有相当的发芽率(23.3%),表明土壤覆盖、土壤中的营养物质或微生物等因素可

能对其种子寿命延长有着促进作用,但其相关的机理还有待进一步深入研究。

另外,本文的结果也显示竹子的发芽率与颖果类型的相关性不大,而与种子的质量密切相关。一般来说,新鲜的成熟种子发芽率都较高^[12],而且种子的病虫害情况和试验期间的天气等自然状况也会极大地影响试验结果^[15],因此,全面了解竹子种子生物学特性还需要开展更多的采集和试验。

参考文献:

- [1] Janzen D H. Why bamboos wait so long to flower [J]. Annual review of ecology and systematics, 1976(7):347-391
- [2] Li D Z, Stapleton C. Bambuseae [M].// Wu Z Y, Raven P H, Hong D Y. Flora of China. Vol. 22 (Poaceae). Beijing: Science Press, St. Louis, USA: Missouri Botanic Garden Press, 2006:1-180
- [3] 杜 凡,薛嘉榕,杨宇明,等. 15 年来云南竹子的开花现象及其类型的研究[J]. 林业科学, 2000, 36(6): 57-68
- [4] 谷志佳,杨汉奇,孙茂盛,等. 巨龙竹资源分布特点及其开花结实现象[J]. 林业科学研究, 2012, 25(1): 1-5
- [5] 江泽慧. 世界竹藤[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2002
- [6] 陈光才,马乃训. 竹子遗传育种研究进展[J]. 林业科学研究, 2005,18(6):749-754
- [7] Sendulsky T, Filgueiras T S, Burman A G. Fruits, Embryos, and Seedlings [M]//Soderstrom T R, Hilu K W, Campbell C S, et al. Grass Systematics and Evolution. Washington DC: Smithsonian Institution Press, 1987:31-36
- [8] 孙必兴,李德铢,薛纪如. 云南植物志(第九卷)[M]. 北京:科学出版社,2003
- [9] 喻富根,胡成华,陈 玲,等. 竹类果实的形态解剖特征与系统进化[J]. 植物学报,1993, 35(10):779-792
- [10] 杨汉奇,孙茂盛. 马来甜龙竹和小叶龙竹花序和果实的补充描述[J]. 植物分类与资源学报, 2011,33(2):161-163
- [11] Yang H Q, Yang J B, Peng Z H, et al. A molecular phylogenetic and fruit evolutionary analysis of the major groups of the paleotropical woody bamboos (Gramineae: Bambusoideae) based on nuclear ITS, GBSSI gene and plastid trnL-F DNA sequences [J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2008, 48: 809-824
- [12] 姚罗根,谭宏超. 竹子果实形态及质量的观察和测定[J]. 林业调查规划,2008,33(5):36-39
- [13] 张 力. SPSS13.0 在生物统计中的应用[M]. 厦门:厦门大学出版社,2006
- [14] 袁金玲,熊登高,金 光,等. 珍稀保护竹种箬竹引种育苗研究[J]. 林业科学研究,2009,22(2):166-170
- [15] Wong K M. Flowering, fruiting and germination of the bamboo *Schizostachyum zollingeri* in Perlis [J]. The Malasian Forester, 1981, 44(4):453-463