

## 不同种源白花泡桐种子的休眠生理生态研究

刘 震, 王艳梅, 蒋建平

(河南农业大学林学院园艺学院, 郑州 450002)

**摘要:**为了探讨亚热带树木休眠理论以及休眠与树木分布的相互关系,研究了不同种源白花泡桐种子的休眠生理生态学特性。结果表明:白花泡桐种子适宜发芽温度范围在 20~30℃,经过低温处理后,适宜发芽温度范围扩大到 15~30℃,具有浅低温休眠特性;5℃的低温处理不仅提高了不同种源白花泡桐种子的发芽率和发芽势,而且加快了发芽速度,尤其在 15℃发芽温度条件下的促进效果更加明显;40d 的 5℃低温处理效果最好,20d、60d 的低温处理效果相对较差;没有用低温处理的不同种源白花泡桐种子,除了在 25℃发芽温度下的发芽势差异不显著外,在不同发芽温度条件下的发芽率与发芽势都存在着显著差异,但在 20℃、25℃发芽温度下的平均发芽时间差异不显著。在 15℃发芽温度条件下,除了桂林种源以外,没有用低温处理的白花泡桐种子的发芽率与发芽势都随着种源纬度的增加而增加,而在 20~30℃的适宜发芽温度范围内随种源纬度的变化趋势不明显;不同种源白花泡桐种子对低温处理反应差异明显。低温处理后的中亚热带以南的低纬度种源白花泡桐种子发芽率、发芽势都较北亚热带的高纬度种源高。低温处理后的中亚热带株州种源和北亚热带南部的宜昌种源白花泡桐种子的平均发芽时间最长,而随着纬度的降低或增加平均发芽时间都变短。不同种源白花泡桐种子的浅休眠特性不同,是对不同种源地气候的一种生理生态适应。

**关键词:**白花泡桐;种源;种子;冬休眠;生理生态

### Eco-physiological study on seed dormancy in *Paulownia fortunei* from different provenances

LIU Zhen, WANG Yan-Mei, JIANG Jian-Ping (College of Forestry and Horticulture, He'nan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(5): 959~964.

**Abstract:** Eco-physiological characteristics of seed dormancy in *Paulownia fortunei* from six provenances were observed in order to discuss the theory of tree dormancy and the relation between dormancy and tree distribution. The six provenances were as follows: Nanning (E108°18' N22°52'), Guilin (E110°37' N25°19'), Zhuzhou (E113°03' N27°40'), Yichang (E111°23' N30°44'), Guangyuan (E105°54' N32°25'), and Shiyan (E110°54' N32°36'). Lots of 100 seeds from each of the six provenances were placed in 9-cm petri dishes with a filter paper on the absorbent cotton soaked in 3 ml of distilled water after prechilling for 0, 20, 40, and 60 days at 5℃. Then, the petri dishes were respectively placed in plant growth chamber under conditions of continuous illumination (1200 lx) at 15℃, 20℃, 25℃ and 30℃. The germination was observed every day for 20 days. Results showed that the suitable temperature range for seed germination in *Paulownia fortunei* was 20~30℃, while it could be widened to 15~30℃ by prechilling. Seeds of *Paulownia fortunei* have low winter dormancy, prechilling could accelerate its germination rate and capacity and shorten its mean time to germination, especially at 15℃. Furthermore, the effects of prechilling for 40 days were the greatest, and effects of 20 days and 60 days were relatively small. This indicates that the deepness of seed dormancy in *Paulownia fortunei* was shallower and chilling for 20 days was not sufficient to release seed

**基金项目:**教育部留学回国人员科研启动资助项目;河南省杰出青年基金资助项目(002)

**收稿日期:**2003-05-09; **修订日期:**2003-10-30

**作者简介:**刘 震(1964~),男,河南沈丘人,博士,副教授,主要从事森林培育学与树木生理生态学研究。E-mail:liuzh20@163.com

**Foundation item:** Foundation of Research Start up for Returned Student From Abroad; Science Foundation of He'nan Province for Distinguished Young Scholars(No. 002)

**Received date:**2003-05-09; **Accepted date:**2003-10-30

**Biography:** LIU Zhen, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in silviculture and eco-physiology of trees. E-mail:liuzh20@163.com

dormancy, while 60 days chilling was possibly excessive. The difference in germination rate and capacity of non-chilled seeds in *Paulownia fortunei* among the six provenances was obvious under conditions of different germination temperature, except for the germination capacity at 25°C. But the difference in mean time to germination was not obvious at 20°C and 25°C. The germination rate and capacity of non-chilled seeds increased with increasing latitude at 15°C, except for Guilin, but not at suitable germination temperature of 20~30°C. The reasons for germination particularity of seeds from Guilin may be due to the rainfall in Guilin city exceeding other provenances by 600mm. The difference among different provenances was evident in the response to prechilling. The germination rate and capacity of prechilled seeds from southern provenances located in the middle and southern subtropical zone was higher than northern provenances located in the north subtropical zone in *Paulownia fortunei*. The mean time to germination of prechilled seeds from the provenances of Zhuzhou and Yichang especially located in south and middle subtropical zone was the longest. It became shorter with increasing and decreasing latitude. The characteristics of different shallower dormancy of seeds in *Paulownia fortunei* from different provenances indicated an eco-physiological adaptation to climate.

**Key words:** *Paulownia fortunei*; provenances; seeds; winter dormancy; eco-physiology

文章编号: 1000-0933(2004)05-0959-06 中图分类号: Q945.79, Q948, S718.45 文献标识码: A

休眠是多年生树木对冬季寒冷干燥气候的一种生态适应,表现为种子休眠和冬芽休眠<sup>[1~6]</sup>。分布于温带的树种普遍具有着冬休眠的特性,分布于亚热带的树种中也存在着具有冬休眠的树种,不同分布区的树种、类型或种群适应不同的气候条件产生了不同的冬休眠类型<sup>[1]</sup>。具有南方冬休眠类型的山桐子(*Idesia polycarpa*)是横跨亚热带和暖温带的落叶阔叶树种,分布于暖温带的山桐子休眠深度比分布于亚热带的深,而分布于亚热带的常绿阔叶树种红栌楠(*Machilus Thunbergii*)却没有冬休眠特性,但分布于暖温带的红栌楠具有浅冬休眠特性<sup>[1,7]</sup>。分布于亚热带的山桐子和红栌楠分别以获得浅冬休眠和没有冬休眠来适应亚热带的气候,其系统维持战略显然是不同的。研究不同分布区树种、类型或种群的冬休眠特性对丰富休眠理论,探讨树木分布与气候的关系具有非常重要的意义,尤其气候温暖化趋势日趋明显的今天,更具有重要的现实意义。横跨亚热带和暖温带分布的泡桐原产我国,分布在北纬 20°~40°,东经 98°~125°之间的广大地区,分布范围广,自然变异丰富,现今发现记载了 9 个泡桐种和 4 个变种<sup>[8]</sup>。其中地带性分布明显的是南方的亚热带种白花泡桐和北方的暖温带种毛泡桐,二者分别代表了适应亚热带和暖温带气候条件的泡桐种类。它们分别采取什么休眠策略进行系统维持的理论问题仍不明了。现已知道分布于暖温带的毛泡桐种子具有适应冬季低温的冬休眠特性<sup>[9]</sup>,那么分布于亚热带的白花泡桐有没有适应冬季低温的休眠特性呢?其休眠与山桐子又有什么不同呢?不同种源间又是怎样适应亚热带内气候的差异呢?为了解白花泡桐的休眠生态适应问题以阐明泡桐的系统维持战略,研究了分布于亚热带的 6 个白花泡桐种源种子的发芽温度特性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验用白花泡桐(*Paulownia fortunei*)种子分别于 2000-11 采于广西的南宁和桂林、湖南的株洲、四川的广元、湖北的宜昌与十堰,采后室内阴干放入塑料袋中密封,用黑布包裹,储藏于 5±1°C 的生化培养箱内。

### 1.2 实验设计与方法

把各种源白花泡桐种子放在不同的培养皿中,加适量蒸馏水,用黑布包裹后置于 5±1°C 的生化培养箱中进行 0d、20d、40d、60d 的低温处理后,分别置于发芽床(在直径 9cm 的玻璃皿中,放入脱脂棉,铺上滤纸,注入适量蒸馏水)上,每个发芽床上放入 100 粒左右的种子,每 3 个发芽床为一组,分别放入 15°C、20°C、25°C 和 30°C 的全光照(1200 lx)培养箱中,每天观察种子发芽情况,在无种子发芽的第 20 日后停止观测。以种子明显露出胚根为标准判断种子发芽,并在每组试验完毕后检查未发芽种子是否为空粒、虫蚀粒等,在计算发芽率时扣除,以每组的平均绝对发芽率作为发芽指标进行统计分析。

## 2 结果分析

### 2.1 不同种源产地的自然概况

为了探讨不同种源白花泡桐种子的休眠生态适应性,首先需要了解种源间的气候差异。6 种源产地均属于亚热带气候,其经纬度以及年均温、1 月份均温、7 月份均温、年降雨量以及无霜期如表 1 所示。经度跨度为 7°9',纬度变动幅度为 9°44',地域较为广阔、分散,分别属于南亚热带(南宁、桂林)、中亚热带(株洲)、北亚热带(宜昌、广元、十堰)气候区。6 种源年平均温度在 15.2~23.3°C 之间,相差 8°C 左右,1 月份均温除了南宁在 10°C 以上之外,其它种源均在 10°C 以下 0°C 以上,而 7 月份均温相差不大。年降水量相差 1019mm,桂林年降水量明显高于其它种源的年降水量,高达 1900mm,年降水量最小的为 881mm,其它种源地的年降水量在 1000~1350mm 范围内,可以说雨量充沛,气候湿润。无霜期相差 110d,从几乎没有霜降的南宁到霜降日有 120d 的

十堰,差异十分明显。对泡桐系统维持来说 6 种源的白花泡桐有可能采取不同的休眠适应战略。

表 1 各种源位置与气候条件

Table 1 The position and climate of various provenances

种源地 Provenances	经度 Long.	纬度 Lat.	1月均温(°C) Mean temperature of January	7月均温(°C) Mean temperature of July	年均温(°C) Annual mean temperature	年降水量(mm) Annual precipitation	无霜期(d) Frost-free season
南宁 NN	E108°18'	N22°52'	12.8	28.2	23.3	1300	345
桂林 GL	E110°37'	N25°19'	8.2	28.0	19.3	1900	309
株州 ZZ	E113°03'	N27°40'	4.0	28.6	17.0	1337	282
宜昌 YC	E111°23'	N30°44'	3.8	28.0	16.8	1142	273
广元 GY	E105°54'	N32°25'	3.6	27.5	16.1	1081	266
十堰 SY	E110°54'	N32°36'	2.6	27.0	15.2	881	245

## 2.2 低温处理时间对不同种源白花泡桐种子在不同温度下发芽率的影响

没有用低温处理的 6 种源白花泡桐种子,在 15°C 下的发芽率均低于 20~30°C 下的发芽率,都在 55% 以下,南宁种源的只有 27%,而 20°C、25°C、30°C 下的发芽率均达到 60% 以上,高的接近 90%。对所有种源白花泡桐种子在不同发芽温度下的发芽率进行多重比较的结果显示,在 15°C 条件下的发芽率与在 20~30°C 下的发芽率差异显著 ( $P < 0.05$ ) 或极显著 ( $P < 0.01$ ),除了南宁种源白花泡桐种子在 20°C 条件下的发芽率与 25°C、30°C 条件下的发芽率差异也极显著外,其它种源在 20°C、25°C、30°C 条件下发芽率差异不显著。说明了分布于南方的白花泡桐适宜发芽温度在 20°C 以上,15°C 以下发芽率较低;比较没有用低温处理的 6 种源白花泡桐种子在同一发芽温度下的发芽率可以看出,不同种源间存在着明显的差异。在 15°C 条件下,南宁种源白花泡桐种子发芽率较低,桂林种源的发芽率最高,多重比较结果显示,南宁种源与桂林种源差异极显著,与十堰种源差异显著,其它种源间差异不显著,除桂林种源外,总体趋势是随着种源纬度的增加发芽率呈上升的趋势。在 20~30°C 条件下,不同种源白花泡桐种子发芽率差异达到显著或极显著水平,但变化规律与纬度没有明显的相关性。

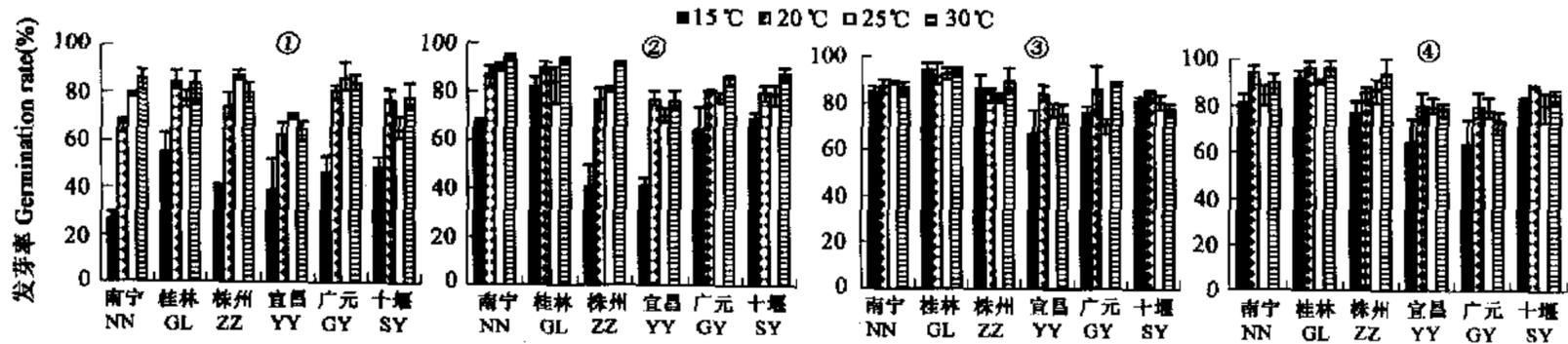


图 1 5°C 低温处理时间对不同种源白花泡桐种子在不同温度下发芽率的影响

Fig. 1 Effects of prechilling period at 5°C on germination rate of seeds in *Paulownia fortunei* from different provenances under conditions of different temperature

① 未低温处理 No prechilling ② 低温处理 20d Prechilling for 20days ③ 低温处理 40d Prechilling for 40days ④ 低温处理 60d Prechilling for 60days

由图 1②~④可知,经过 5°C 低温处理之后,所有种源的白花泡桐种子在 15°C、20°C 的发芽率得以提高,其中 40d 的低温效果最明显,依 60d、20d 的顺序而减弱,而在 25°C、30°C 发芽温度下,除了 25°C 下宜昌种源和 30°C 下的广元、十堰种源外,20d、40d、60d 的低温处理间差异不明显(0.05 危险率),说明了较高纬度种源的白花泡桐种子需要较长时间的低温处理,而低纬度种源只需较少时间的低温处理就可在 25、30°C 条件下达到较高的发芽率;对同一种源不同发芽温度间进行多重比较的结果,在 20d 低温处理情况下,除桂林种源白花泡桐种子在 15°C 下的发芽率与 20、25°C 条件下的发芽率差异不显著,但与 30°C 条件下的发芽率差异显著外,而其它种源的 15°C 下的发芽率与 20、25、30°C 条件下的发芽率差异显著;随着低温处理时间的延长,各发芽温度下的发芽率差异变得越来越小,除个别种源、个别发芽温度间发芽率差异显著外,40d、60d 低温处理情况下,各发芽温度间的发芽率差异不显著,说明低温处理使得白花泡桐种子在 15~30°C 范围内具有同样的发芽能力;低温处理后不同种源间发芽率变化的总体趋势是,低纬度的南宁、桂林与株州种源白花泡桐种子的发芽率要比高纬度的宜昌、广元与十堰种源的高。对不同种源间的差异进行方差分析的结果显示,除了 20d 低温处理 25°C 发芽温度与 40d 低温处理 20°C 发芽温度下种源间发芽率差异不显著外,其它处理情况下种源间发芽率差异均达到显著和极显著水平。

### 2.3 低温处理时间对不同种源白花泡桐种子在不同温度下发芽势的影响

由图2可知,没有用低温处理的白花泡桐种子的发芽势较低,随着低温处理时间的延长,发芽势逐渐增加,20d低温处理时间显得不足,发芽势增幅有限,40d低温处理时间才使得发芽势达到最大,60d低温处理时间发芽势不再明显增加。通过对同种源在相同发芽温度条件下不同低温处理时间的发芽势差异进行方差分析,发现除了十堰种源白花泡桐种子在25℃发芽温度条件下不同低温处理时间间差异不显著外,其它所有种源在所有发芽温度处理下不同低温处理时间间的发芽势差异均达到了显著和极显著水平。

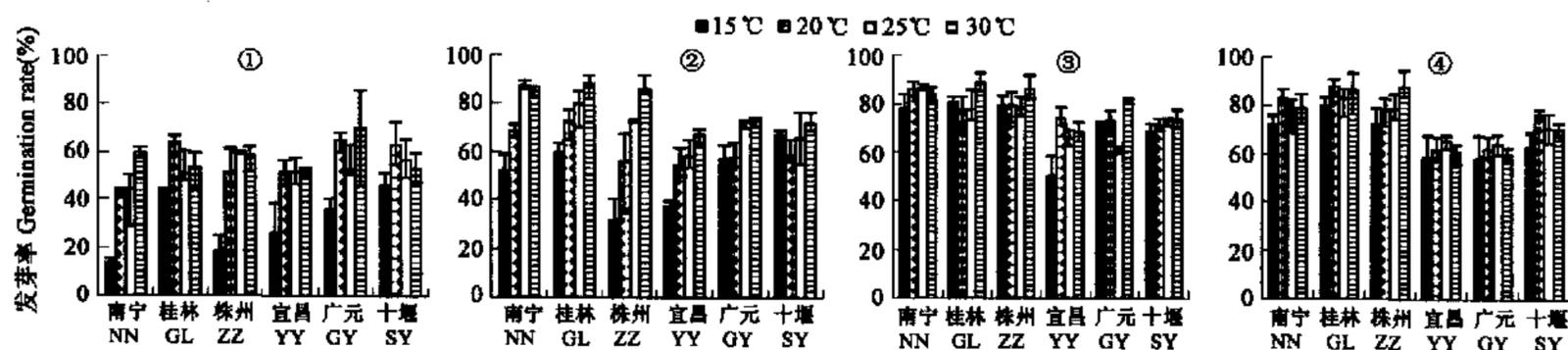


图2 5℃低温处理时间对不同种源白花泡桐种子在不同温度下发芽势的影响

Fig. 2 Effects of prechilling period at 5°C on germination capacity of seeds in *Paulownia fortunei* from different provenances under different temperature conditions

①未低温处理 No prechilling; ②低温处理 20d Prechilling for 20days; ③低温处理 40d Prechilling for 40days; ④低温处理 60d Prechilling for 60days

由图2还可以看出,在相同处理条件下不同种源间的差异。在0d低温处理条件下,在25℃发芽温度下的不同种源白花泡桐种子的发芽势差别不明显( $P < 0.05$ ),而在15、20、30℃发芽温度下的不同种源间发芽势差异达到显著水平或极显著水平。15℃发芽温度下,除了桂林种源外,从低纬度的南宁种源到较高纬度的十堰种源,发芽势呈逐渐递增趋势,而其它发芽温度下,随纬度变化趋势不明显;在20d低温处理条件下,在20℃发芽温度下的不同种源白花泡桐种子发芽势差别不明显( $P < 0.05$ ),而在15℃、25℃、30℃发芽温度下的不同种源间发芽势差异达到显著或极显著水平。但在15℃发芽温度下的发芽势随种源的纬度变化没有明显规律,而低纬度的南宁、桂林、株州3种源在25、30℃的发芽势明显高于较高纬度的宜昌、广元、十堰3种源;在40d低温处理条件下,在15~30℃发芽温度下的不同种源间发芽势差异达到显著或极显著水平,而且低纬度的南宁、桂林、株州3种源的发芽势明显高于较高纬度的宜昌、广元、十堰种源;在60d低温处理条件下,在15、25℃发芽温度下的不同种源间发芽势差异不显著,而在20、30℃发芽温度下差异达到显著或极显著水平。在20、30℃发芽温度下,低纬度的南宁、桂林、株州3种源的发芽势明显高于较高纬度的宜昌、广元、十堰种源。

同时,比较同一种源相同低温处理时间情况下不同发芽温度间的差异可知,随着低温处理时间的延长,15、20、25、30℃发芽温度间的差异越来越小,40、60d的低温处理使得15~30℃发芽温度下的发芽势差异不显著。说明了低温处理使白花泡桐种子实现高发芽势的适宜发芽温度范围得以扩大。

### 2.4 低温处理时间对不同种源白花泡桐种子在不同温度下平均发芽时间的影响

由图3可以看出,所有种源白花泡桐种子在15~30℃发芽温度条件下,不同低温处理时间间的平均发芽时间差异均达到极显著水平( $P = 0.01$ )。总体趋势是,没有用低温处理的白花泡桐种子平均发芽时间较长,随着低温处理时间的增加,平均发芽时间逐渐减少,40d的低温处理时间的平均发芽时间最短,也就是说发芽速度最快,60d低温处理时间时的平均发芽时间又有所延长,发芽速度变慢。

对相同处理条件下不同种源间白花泡桐种子的平均发芽时间的差异进行方差分析,结果显示,除了0d低温处理的15℃与30℃发芽温度和60d低温处理的30℃发芽温度下的平均发芽时间差异不显著之外,其它处理条件下不同种源间差异达到显著或极显著水平。就整体趋势而言,没有用低温处理的白花泡桐种子的平均发芽时间与种源的纬度间关系不密切,随着纬度的变化没有明显的规律性变化,但随着低温处理时间的延长,中亚热带的株州与北亚热带南部宜昌种源白花泡桐种子平均发芽时间最长,而较低纬度的南宁、桂林种源和较高纬度的广元、十堰种源的白花泡桐种子平均发芽时间随着纬度的降低或升高而变短,也就是说发芽速度分别向低纬度和高纬度两个方向变快。同时,比较同一种源相同低温处理时间情况下不同发芽温度间的差异可知,温度越低平均发芽时间越长,随着发芽温度的增加,平均发芽时间减少,发芽速度加快,发芽温度达到25℃时发芽速度最快,30℃时发芽速度不再有显著变化。低温处理不能改变4种发芽温度间的平均发芽时间。

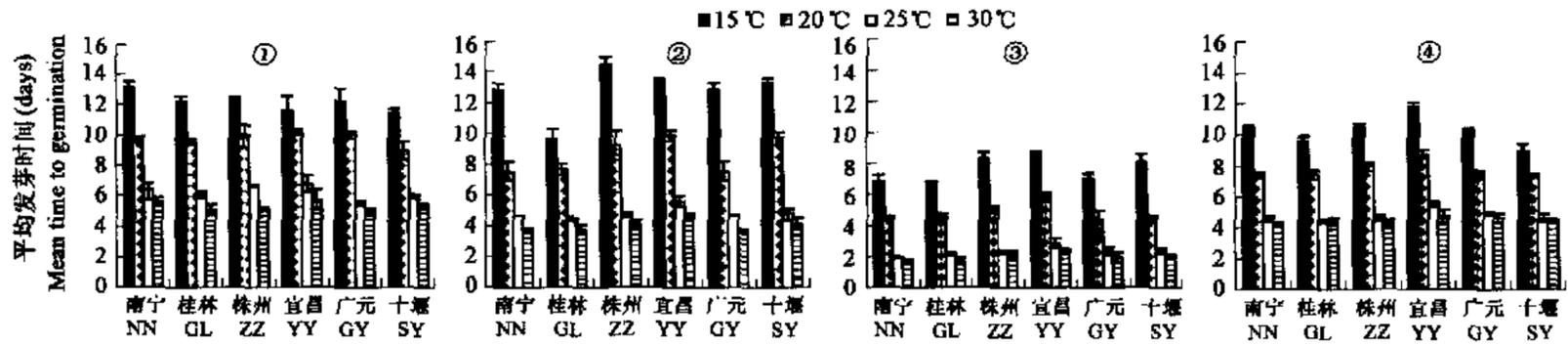


图3 5℃低温处理时间对不同种源白花泡桐种子在不同温度下平均发芽时间的影响

Fig. 3 Effects of prechilling period at 5°C on mean time to germination of seeds in *Paulownia fortunei* from different provenances under different temperature conditions

①未低温处理 No prechilling ②低温处理 20d Prechilling for 20days ③低温处理 40d Prechilling for 40days ④低温处理 60d Prechilling for 60days

### 3 讨论

综上所述(1)未进行低温处理的白花泡桐种子适宜发芽温度范围在 20~30℃;(2)5℃的低温处理可以促进不同种源白花泡桐种子的发芽,尤其在 15℃的发芽温度条件下促进效果更加明显,不仅提高了发芽率和发芽势,而且加快了发芽速度,低温处理后的白花泡桐种子适宜发芽温度范围扩大到 15~30℃;(3)40d 的 5℃低温处理效果最好,20、60d 的低温处理效果相对较差;(4)没有用低温处理的不同种源白花泡桐种子,除了在 25℃发芽温度下的发芽势差异不显著外,在不同发芽温度条件下的发芽率与发芽势都存在着显著差异,但在 20、25℃发芽温度下的平均发芽时间差异不显著。在 15℃发芽温度下,除了桂林种源以外,没有用低温处理的白花泡桐种子的发芽率与发芽势都随着种源纬度的增加而增加,而在 20~30℃的适宜发芽温度范围内随种源纬度的变化趋势不明显;(5)不同种源白花泡桐种子对低温处理反应差异明显。除了 20d 低温处理 25℃发芽温度与 40d 低温处理 20℃发芽温度下不同种源间发芽率和 20d 低温处理 20℃发芽温度与 60d 低温处理 1、25℃发芽温度下不同种源间发芽势差异不显著外,在其它低温处理和发芽温度条件下不同种源间的发芽率与发芽势存在着显著差异。总体趋势是,随着低温处理时间的增加,低纬度的南宁、桂林、株州 3 种源白花泡桐种子发芽率、发芽势增加较快,发芽率、发芽势也较大,而较高纬度的宜昌、广元、十堰 3 种源白花泡桐种子的发芽率、发芽势增加较慢,其值也较小。不同种源白花泡桐种子的平均发芽时间对低温处理的反应,除了 60d 低温处理 30℃发芽温度下差异不显著外,其它处理条件下平均发芽时间的差异达到显著水平。总体趋势是,低温处理后的中亚热带株州种源和北亚热带南部的宜昌种源白花泡桐种子的平均发芽时间最长,而随着纬度的降低或增加平均发芽时间都变短。

白花泡桐种子与毛泡桐种子发芽的温度特性既有相似性又有差别,表现为 15℃下难发芽,而在 20℃和 25℃连续光照条件下容易发芽的特点,不同的是白花泡桐种子在 20℃和 25℃下的发芽率比毛泡桐低,而在 30℃条件下的发芽率却比毛泡桐高<sup>[9,10]</sup>。说明了白花泡桐和毛泡桐种子在相对低温下难于发芽,都需要较高发芽温度的特点,保证了白花泡桐与毛泡桐种子不至于冬季发芽受到低温害,同时说明了白花泡桐种子比毛泡桐种子的适宜发芽温度范围向更高温度扩大而没有向低温方向扩大的特点。

白花泡桐种子与毛泡桐一样存在着适应冬季低温的冬休眠特性,泡桐种子秋季成熟散落后,适宜发芽温度范围较高,在相对较低的外界环境温度条件下难于发芽,在经历了冬季低温之后扩大了适宜发芽温度范围,在春季相对低温下也能开始发芽,从而保证幼苗免受寒冷的危害,并最大限度地利用自然光热资源,繁衍生息进行物种的系统维持<sup>[1,2,9]</sup>。同时,40d 的 5℃低温处理效果最好,60d 低温处理效果反而降低,20d 的低温处理对于亚热带种源也有明显效果的结论,说明了白花泡桐种子休眠深度较浅,只需要少量的低温量即可解除其休眠,低温量的继续增加反而抑制了部分种子的萌发,表现为发芽率、发芽势的降低和平均发芽时间的延长。

在没有低温处理条件下,随着种源的纬度变化,在 15℃发芽温度下的白花泡桐种子的发芽率、发芽势发生了规律性的变化,除了桂林种源外,发芽率、发芽势随纬度增加而增加。分析其原因,可能与随纬度增加温度降低、无霜期减少以及桂林降雨量明显高于其它种源地有关(见表 1)。南宁的亚热带气候特点表现为冬季最冷月 1 月均温为 12.8℃(表 1),其日最高气温平均可达 15~16℃,日最低气温可以降到 10℃以下,与其它种源产地气候比较起来,气候差异在于其它种源产地的 1 月均温都在 0~10℃范围内。上述气候的差异正好可以解释不同种源白花泡桐种子在休眠特性方面的相似性和差异性。南宁白花泡桐种子在 15℃条件下更难于发芽的特点是为了防止在气温接近 15℃的干旱冬季发芽的一种休眠生态适应。对于其它种源来说,冬季

温度较低,不存在 15℃条件下冬季发芽冻死的危险,随着纬度的增加这种可能性越来越低,在 15℃发芽温度下的发芽能力也随着纬度增加而增强。桂林降雨量高出别的种源地 600mm 以上,降低了种子秋季成熟后发芽的危险性,可能是其在 15℃发芽温度下发芽能力增高的原因。

分布于中亚热带种源株州以南的白花泡桐休眠种子发育好于北亚热带种源,经过低温解除休眠的种子所占比较高,使得其发芽率、发芽势都高于北亚热带种源。也说明中亚热带以南种源的白花泡桐种子休眠深度可能较北亚热带种源浅,只需少量的低温量即可解除其休眠。不同种源白花泡桐种子休眠的特点正好反映了泡桐与气候适应的结果。

同样分布于亚热带的山桐子种子与白花泡桐一样具有适应冬季低温的冬休眠特性,但分布在日本亚热带的山桐子主要利用 10~15℃的低温解除其休眠,5℃的低温效果不明显<sup>[1]</sup>,而分布于中国亚热带的白花泡桐种子休眠可以在 5℃的低温处理下得到解除,而不能在 15℃条件下得到解除。这说明了同样横跨亚热带与暖温带分布的两个落叶阔叶树种虽然都获得了适应冬季低温的冬休眠特性,但在利用冬季低温信号解除休眠进行季节适应方面采取了不同的休眠适应策略。这样一种差异应该是大陆性气候与海洋性气候差异导致生理生态适应的差异。实验用亚热带山桐子的产地在纬度为 26°46' 的日本冲绳县国头郡,白花泡桐的产地为北纬 22°52' 的中国南宁市,尽管南宁市纬度比国头郡还低,但南宁市具有日均温低于 10℃或霜降日在 15d 以上的低温日,而国头郡的 1 月均温为 15.2℃,平常年份几乎没有日均温 5℃的低温日,当地的山桐子不可能利用 5℃的低温日信号解除其休眠,而分布于中国南亚热带的南宁产白花泡桐种子的休眠却能被 5℃的低温解除<sup>[1]</sup>。

白花泡桐种子适宜发芽温度范围在 20~30℃,具有浅低温休眠特性,经过低温后,适宜发芽温度范围扩大到 15~30℃,其休眠特性既不同于分布于暖温带的毛泡桐种子,也不同于分布于日本亚热带的山桐子,即使是不同种源的白花泡桐种子休眠特性也有所差异,是对不同种源地气候的休眠生理生态适应的结果。

#### References:

- [1] Liu Z. Studies on the dormancy in *Idesia polycarpa* distributing in the subtropical zone. *Bulletin of Mie University Forest*, 2000, **24**: 107~161.
- [2] Nagata H, Nakashima A, Yurugi Y. Bud dormancy in woody plants. *Bulletin of Mie University Forest*, 1994, **18**: 17~42.
- [3] Nagata H. Bud dormancy in woody plants. *Chemical control of plant*, 1969, **4**(1): 33~39.
- [4] Villiers T A. *Dormancy and the survival of plants*. London: Edward Arnold, 1975. 1~67.
- [5] Vegis A. Dormancy in higher plants. *Annual Review Plant Physiology*, 1964, **15**: 185~224.
- [6] Roseann D and John Z. Seed dispersal and dormancy patterns in northern willows: ecological and evolutionary significance. *Canada Journal of Botany*, 1983, **61**: 3207~3216.
- [7] Nagata H, Yurugi Y. Studies on dormancy in woody plants IV. Relationship between ecotype and dormancy in *Machilus Thunbergii* SIEB. et ZUCC. *The Summary of bioresources, Mie University*, 1990, **4**: 147~156.
- [8] Chang Z X. Geography distribution and classifying of Paulownia. In: Jiang J P. *Paulownia cultivation*. Beijing: China Forestry Publishing House, 1990. 12~44.
- [9] Liu Z. Effect of prechilling on the germination of seeds of *Paulownia tomentosa*. *Acta Agriculturae Universitatis Henanensis*, 1999, **33**(3): 279~281.
- [10] Dragoljub G, Mirjana N, Radomir K. Changes in light sensitivity of *Paulownia tomentosa* and *P. fortunei* seeds. *Plant Science*, 1985, **39**: 13~16.

#### 参考文献:

- [8] 蒋哲新. 泡桐的地理分布和分类. 见: 蒋建平主编. 泡桐栽培学. 北京: 中国林业出版社, 1990. 12~44.
- [9] 刘震. 低温湿层处理对毛泡桐种子发芽率的影响. 河南农业大学学报, 1999, **33**(3): 279~281.