

# 不同贮藏与萌发方式下的亮叶桦种子萌发差异

赵春燕<sup>1</sup>, 谢永贵<sup>2</sup>, 沈有信<sup>1</sup>, 唐樱殷<sup>1</sup>

(1 中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部, 云南 昆明 650223;

2 贵州省毕节地区林科所, 贵州 毕节 551700)

**摘要:** 亮叶桦是我国特有的优良速生树种, 其种子贮藏特性备受关注。本研究设置了低温和常温两种处理, 通过不同贮藏时间的实验室萌发和土壤萌发试验, 探讨不同贮藏与萌发方式下亮叶桦种子的萌发差异。结果表明, 低温贮藏条件下, 亮叶桦种子活力在 1 年内未发生显著变化; 常温条件下, 种子成熟后贮藏 160 d 亮叶桦种子发芽能力发生显著改变, 但贮藏 1 年之后仍有 50.0% 的萌发率。贮藏后萌发条件的不同导致亮叶桦萌发率不同。在昆明自然光照和温度条件下, 贮藏时间增加会降低亮叶桦种子在土壤中的萌发率, 萌发温度的差异也会影响种子的萌发速度及整齐度, 但常温贮藏 370 d 后的种子在昆明自然状况下的萌发率仍有 34.8%, 表现出一定的耐贮性。

**关键词:** 亮叶桦; 贮藏; 萌发; 种子寿命

中图分类号: S 722.1<sup>+</sup> 7

文献标志码: A

文章编号: 1001-4705(2010)06-0017-05

## Germ ination Differences of *Betula luminifera* Seeds under Different Storage and Germ ination Condition

ZHAO Chun-yan<sup>1</sup>, XIE Yong-gui<sup>2</sup>, SHEN You-xin<sup>1</sup>, TANG Ying-yin<sup>1</sup>

(1 Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming Yunnan 650223, China

2 Forestry Science Institute of Bijie Prefecture, Guizhou Province, Bijie Guizhou 551700, China)

**Abstract** *Betula luminifera* is a unique excellent fast-growing tree species in China. However, its seed longevity is controversy. Germ ination capability of seed stored under low-temperature and natural-room environment were studied in both laboratory and natural soil condition to observe the seed longevity of *Betula luminifera* in Kunming. The result showed that seed vigor kept invariant after one year storage under low-temperature. Seed germ ination changed significantly after 160 days' storage under natural-room environment, but germ ination rate still kept at 50.0% stored for one year. Different germ ination conditions also made the difference in germ ination. Under the natural germ ination condition of Kunming, germ ination rate decreased with the storage time increasing, and the germ ination speed also affected by the soil temperature. However, the seed germ ination rate still kept 34.8% stored for 370 days, which showed that *Betula luminifera* seed had certain tolerance for storage.

**Key words** *Betula luminifera*; storage; germ ination; seed longevity

亮叶桦 (*Betula luminifera* H. Winkl.), 又名光皮桦, 系桦木科 (*Betulaceae*) 桦木属 (*Betula*) 落叶乔木, 在我国的甘肃、四川、贵州、云南、安徽、湖南、广西等 14 个省 (区) 均广泛分布<sup>[1]</sup>。亮叶桦生长速度快, 适应性强, 耐干旱贫瘠, 适生于石灰岩地区, 是各类荒山瘠地上的主要速生先锋树种之一<sup>[2]</sup>。亮叶桦有很大的经济利用价值, 是建筑、家具制作、造纸等方面的优质用

材, 也是提取香精、栽培食用菌的上好用料<sup>[3]</sup>。亮叶桦作为一种优良的速生阔叶树种, 对于发展山区经济, 调整林分结构, 改善生态环境都有十分重要的意义, 应用前景十分广阔<sup>[4, 5]</sup>。其种子在春末夏初成熟, 种子细小, 结实量大<sup>[4]</sup>。

种子活力除受到遗传特性与个体发育时的生理状态等内在因素影响外, 贮藏环境和萌发条件也是影响种子萌发的重要外界因素<sup>[6]</sup>。种子在适宜条件下, 可保存寿命达数年, 甚至数千年<sup>[7]</sup>。有关亮叶桦种子的贮藏寿命存在较大争议, 祝小科等<sup>[8]</sup>的研究表明, 亮叶桦种子在自然条件下贮藏 30 d 后, 发芽率开始迅速下降, 150 d 时种子几乎完全丧失发芽能力。袁安全等<sup>[3]</sup>在 25℃ 室温下贮藏的 3 个不同家系亮叶桦种子

收稿日期: 2010-02-26

基金项目: 国家科技支撑计划课题“喀斯特山区水土保持关键技术集成研究与示范” (2007BAD53B02) 资助。

作者简介: 赵春燕 (1984-), 女, 硕士, 在读研究生; 研究方向: 恢复生态学; E-mail: zhaochunyan610@163.com

通讯作者: 沈有信 (1966-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事恢复生态学

的发芽率随着贮藏时间延长都表现出下降趋势,但有 2 个家系表现出较强的耐贮性,可达 11 个月左右。另外,萌发条件尤其是温度、光照及水分条件

等也是影响种子活力的重要因素,了解亮叶桦的萌发条件和要求具有重要意义<sup>[9]</sup>。本试验通过研究亮叶桦种子在昆明的贮藏及萌发,探讨不同贮藏与萌发方式对亮叶桦种子活力的影响,为亮叶桦种质资源的长期保存及其在生态恢复中的广泛应用提供理论基础和现实依据。

1 材料与方法

1.1 种子的采集与贮藏

2008 年 5 月下旬 (即亮叶桦种子成熟的高峰期),于贵州省毕节市阳山公园 (27°18'N, 105°14'E) 采集成熟的亮叶桦种子。该地属于亚热带湿润季风气候区,年均温 13.0℃,年降雨量 960 mm,平均相对湿度达 81.4%。采集的种子带回西双版纳热带植物园昆明分部 (24°58'39"N, 102°36'33"E),阴干、纯净后分成 2 份装入纸袋,一份置于实验室内常温常规贮藏,另一份放入 0~5℃ 的冰箱中低温贮藏。

1.2 萌发测定

在不同的贮藏时间段,取出种子分别于实验室控温条件和土壤条件下测定萌发率。前 70 d 内,每隔 10 d 测定 1 次,此后改为 1 月 1 次。每次每处理 5 个重复,每重复 50 粒种子。

实验室萌发:于高温消毒后的培养皿中放置 4% 的琼脂培养基,冷却后将种子置于培养基内,放入光照培养箱 (日间:12 h 光照 66%,温度 25℃;夜间:12 h 无光照,温度 15℃),每天观测记录,以胚根伸出为萌发标准,计算出苗率。

土壤萌发:将种子播于花盆中 105℃ 灭活 8 h 的土壤表面,覆盖薄土,置于光照均匀的温室中,每天用自来水浇灌并观测记录种子的出苗数量,同时记录萌发时间段内每天 14:00 的地表温度 (表 1)。

表 2 实验室萌发条件下亮叶桦种子的萌发率比较 (% , 平均值 ± 标准误差)

| 贮藏条件 | 贮藏时间 (d)    |              |             |              |              |              |             |             | F      |
|------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|
|      | 0           | 10           | 30          | 60           | 70           | 160          | 280         | 370         |        |
| 低温   | 66.8±6.42 a | 58.4±5.55 a  | 58.0±5.83 a | 59.6±6.39 a  | 63.6±10.33 a | 59.6±4.10 a  | 65.6±3.84 a | 63.2±8.07 a | 0.874  |
| 常温   | 66.8±6.42 a | 62.4±5.18 ab | 63.6±6.23 a | 58.4±7.13 ab | 59.2±5.22 ab | 51.2±4.15 bc | 46.4±6.54 c | 49.2±9.65 c | 6.577* |
| T 值  | 2.068       | -1.179       | -1.468      | 0.280        | 0.850        | 3.221†       | 5.657*      | 2.487*      | —      |

注:表中同一行的英文小写字母表示不同贮藏时间的萌发率差异显著;同一列的“\*”表示同时间段两种储藏方式的萌发率 T 检验差异显著 (p<0.05),“\*\*”表示差异极显著 (p<0.01)。下表同。

表 1 不同贮藏时间对应的土壤萌发温度

| 贮藏时间 (d) | 0  | 10 | 30 | 60 | 70 | 160 | 190 | 220 | 250 | 280 | 340 | 370 |
|----------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 萌发月份     | 6  | 6  | 7  | 8  | 8  | 11  | 12  | 1   | 2   | 3   | 5   | 6   |
| 土表温度 (℃) | 17 | 17 | 18 | 19 | 19 | 11  | 8   | 8   | 10  | 12  | 18  | 18  |

1.3 数据处理

根据记录的试验数据计算以下表征种子的生命力指标,用 Excel 进行数据的初步处理及作图。用 SPSS 对各处理不同萌发时间的萌发率进行单因素方差分析;对各时间相同萌发条件下 2 种不同贮藏处理间的种子萌发率及相同贮藏处理不同萌发条件下的种子萌发率进行双样本 T 检验分析,并通过相关分析比较各生命力指标与温室萌发温度之间的关系。

(1) 萌发率 (FG) =  $\sum G_t / N \times 100\%$

式中  $G_t$  为所有正常萌发的种子数量, N 为供试种子总数;

(2) 峰值 (PV) =  $G_{pt} / D_{pt}$

式中  $G_{pt}$  为达到高峰日时的发芽量,  $D_{pt}$  为达到高峰值的天数;

(3) 平均萌发时间 (MTG) =  $\sum (G_i \times D_i) / \sum G_i$

式中  $G_i$  为第 i 天萌发的种子数,  $D_i$  为萌发的天数。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏方法对亮叶桦种子萌发能力的影响  
实验室条件下,低温 (0~5℃) 冷藏 370 d 内,各贮藏期亮叶桦种子萌发率差异不显著 (p>0.05, 表 2)。峰值 (图 1) 和平均萌发时间 (图 2) 也未发生趋势性改变。而常温贮藏的亮叶桦种子萌发率在不同贮藏段的差异极显著 (p<0.01)。多重比较结果显示,贮藏 70 d 时,亮叶桦种子的萌发率未发生显著变化,贮藏 160 d 后的萌发率 (51.5%) 与初始萌发率 (66.8%) 间的差异达到显著水平,但 370 d 时萌发率仍有 50.0% 左右,与 160 d 时的萌发率无显著差异 (表 2)。

双样本 T 检验结果表明,实验室萌发条件下,低温与常温两种方法贮藏 70 d 的亮叶桦种子萌发率无

表 3 土壤萌发条件下亮叶桦种子的萌发率比较(%, 平均值 ±标准误差)

| 贮藏条件 | 贮藏时间 (d)    |              |               |              |               |               |             |             | F       |
|------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------|
|      | 0           | 10           | 30            | 60           | 70            | 160           | 280         | 370         |         |
| 低温   | 59.4±4.78 a | 63.6±8.88 a  | 52.0±14.35 ab | 49.2±12.7 ab | 51.6±6.54 ab  | 48.0±4.47 ab  | 40.4±7.13 b | 38.8±8.20 b | 4.292*  |
| 常温   | 59.4±4.78 a | 51.2±6.42 ab | 60.8±12.21 a  | 53.6±7.13 ab | 41.6±16.02 bc | 45.2±7.56 abc | 20.8±9.76 d | 34.8±2.68 c | 10.863* |
| T值   | 2.068       | 2.531        | -1.044        | -0.676       | 1.292         | 0.713         | 3.627*      | 1.037       | —       |

显著差异。70 d后, 常温贮藏的种子萌发率开始下降, 但直到 160 d时, 低温冷藏与常温自然贮藏的种子萌发率差异才达到显著水平(表 2)。

低温冷藏 30 d后亮叶桦种子在温室土壤内的萌发率已经开始下降, 但差异不显著, 直到 280 d 萌发率降低至 40.0%, 才与初始萌发率 60.0% 的差异达到极显著水平。不同时间段常温贮藏的亮叶桦种子萌发率差异极显著 ( $p < 0.01$ )。多重比较结果表明, 常温贮藏 60 d的种子萌发率无显著变化, 60 d后萌发率与初始萌发率差异达到显著水平, 但 60 d后各贮藏期之间的萌发率差异不显著, 370 d时萌发率仍达 34.8% (表 3)。各贮藏期低温冷藏与常温贮藏的亮叶桦种子萌发率差异均不显著。

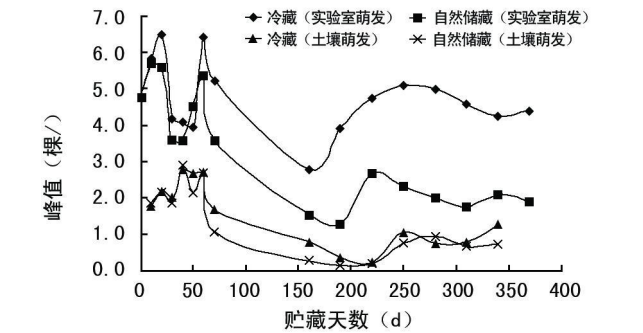


图 1 亮叶桦种子峰值的变化

2.2 不同萌发条件对亮叶桦种子萌发能力的影响

对比表 2、3可知, 2种贮藏条件下, 亮叶桦种子于土壤内的萌发率均低于实验室萌发, 但是, T 检验的结果表明, 二者在 160 d前差异均不显著(表 4)。土壤萌发较实验室萌发峰值低, 平均萌发时间长(图 1、2)。相关分析结果表明, 温室土壤萌发条件下, 萌发的峰值及平均萌发时间与温室地表温度极显著相关, 温度越高, 峰值越大, 平均萌发时间越短(表 5)。190 d (12月)时温室地表温度仅达 9℃, 所以峰值几乎降低为 0, 平均萌发时间增加至 33 d。250 d (2月)后温度开始回升, 峰值

也开始升高, 平均萌发时间逐渐减少至 10 d左右(图 1、2)。但是, 萌发率与温度之间的相关性不显著, 说明萌发温度对亮叶桦种子的萌发速度及萌发整齐度有显著影响, 但对萌发率的影响不大。

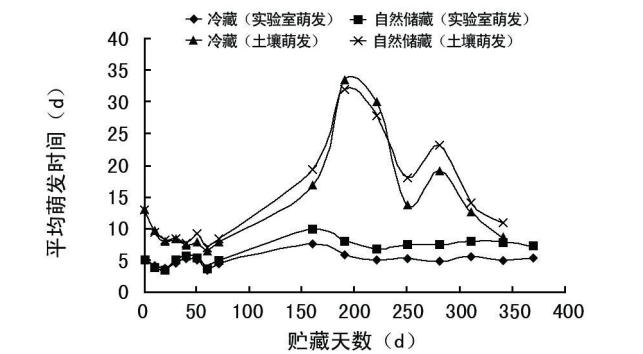


图 2 亮叶桦种子平均萌发时间的变化

3 讨论

种子寿命是指从种子完全成熟到丧失生活力为止所经历的时间<sup>[10]</sup>。实际上, 一批种子中的每粒种子都存在个体差异及生活力长短的差异, 因此, 一批种子的寿命系指整个种子群体的生命力已显著衰退, 其中半数已完全丧失发芽能力所经历的时间<sup>[7]</sup>。种子的实际寿命是由自身因素和贮藏环境条件共同决定的。前者由遗传物质以及成熟度、含水量状况等决定, 后者主要指温度和湿度<sup>[6]</sup>。0~5℃低温是贮藏大多数林木种子的最适温度, 可以有效地降低种子呼吸等代谢作用, 使种子内部的各种裂变活动降到最低水平<sup>[6, 11]</sup>。亮叶桦种子细小, 理论上应该具备一定的耐贮藏特性<sup>[12]</sup>。本研究结果也证明了亮叶桦种子的这种特性。

表 4 两种贮藏的亮叶桦种子在实验室和土壤内的萌发率差异 T值

| 贮藏条件 | 贮藏时间 (d) |        |       |       |       |       |        |
|------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
|      | 0        | 10     | 30    | 60    | 70    | 160   | 280    |
| 低温   | 2.068    | -1.111 | 0.866 | 1.636 | 2.194 | 4.276 | 6.957* |
| 常温   | 2.068    | 3.037  | 0.457 | 1.065 | 2.335 | 1.555 | 4.873* |

注: 表中的“\*”表示两种萌发方式的萌发率差异显著 ( $p < 0.05$ ), “\*\*”表示差异极显著 ( $p < 0.01$ )。

表 5 土壤萌发条件下亮叶桦种子各生命力指标与萌发时土表温度的相关性

| 生命力指标 | 萌发率 FG |       | 峰值 PV  |        | 平均萌发时间 MTG |         |
|-------|--------|-------|--------|--------|------------|---------|
|       | 常温     | 低温    | 常温     | 低温     | 常温         | 低温      |
| 土表温度  | 0.302  | 0.234 | 0.768* | 0.889* | -0.946*    | -0.895* |

注: “\*”表示相关系数在  $p < 0.01$  水平差异极显著; 正数表示正相关, 负数表示负相关。

在低温 ( $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ ) 下贮藏一年的亮叶桦种子, 其实验室内的萌发率、峰值、平均萌发时间无显著变化。而在常温下贮藏 160 d 后萌发率才与初始萌发率 (66.8%) 及低温贮藏种子的萌发率 (59.6%) 差异达显著水平, 但贮藏 370 d (一年后) 其种子萌发率 (50.0%) 才降低至初始萌发率的 75%。峰值和平均萌发时间趋于稳定。

一些研究表明, 亮叶桦种子在常温下的贮藏寿命只有 3 个月<sup>[5, 8, 13]</sup>。即使是低温贮藏 ( $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ ), 亮叶桦种子在 5 个月后萌发率也仅为 45.0%<sup>[5]</sup>, 而另一些结果则表明, 亮叶桦种子的某些家系有 11 个月左右的耐贮性<sup>[3]</sup>, 笔者得出的贮藏时间较后者还长。种子的产地差异和贮藏的自然条件差异可能是引起上述差异的因素。近年很多林木种源的研究表明, 不同种源种子的千粒重、含水率以及发芽能力有很大差异, 进而影响种子的贮藏寿命<sup>[3, 6, 11]</sup>。贮藏条件也是影响种子寿命的重要因素<sup>[11]</sup>, Harrington<sup>[14]</sup>对种子寿命的影响因素研究后得出结论, 种子的含水量每降低 1% 或环境温度每降低  $0.5^{\circ}\text{C}$ , 种子寿命都可能延长一倍。昆明全年气温在  $10\sim 22^{\circ}\text{C}$  之间的天数有 300 d, 年均温  $15^{\circ}\text{C}$ , 平均相对湿度最高月份只有 78% 左右, 室内的温度和相对湿度更低, 这可能是亮叶桦种子在自然储藏条件下表现出较强耐贮性的主要原因。曾杰等<sup>[15]</sup>也认为虽然西南桦的种子在广州贮藏寿命仅为 3 个月, 但在其他地方能贮藏多久, 就要视当地的气温而定。

本研究结果表明, 土壤萌发的亮叶桦种子萌发率均低于实验室萌发。相关分析的结果显示, 萌发的峰值及平均萌发时间与温室地表温度极显著相关 ( $p < 0.01$ ), 萌发温度会影响亮叶桦种子的萌发速率和萌发整齐度, 但萌发率与地表温度关系不显著 ( $p > 0.05$ ), 说明萌发温度对亮叶桦种子的活力影响不大, 萌发率的降低可能主要是受贮藏条件和贮藏时间长短影响。土壤萌发各贮藏期方差分析结果也表明, 低温冷藏, 280 d 后, 萌发率降低至 40.0% 左右, 才与初始萌发率 60.0% 达到极显著差异水平; 常温贮藏, 虽然 60 d 后萌发率已显著低于初始萌发率, 但 60 d 后各贮藏期之间差异不显著。这与陈国彪等<sup>[6]</sup>的研究结果相似, 他们的结果也表明温度对西南桦种子的发芽率影响不显著, 但对发芽速度、发芽始期等有显著影响<sup>[16]</sup>。虽然萌发温度与萌发率不相关, 但是由于土壤中平均萌发时间较长, 不能排除有些种子是在萌发过程中活力才降到可以出苗能力之下的。另外, 还有研究表明, 玉米在  $7\sim 8^{\circ}\text{C}$  发芽缓慢, 种子吸水时间长容易受有害微生物的感染而发生霉变, 甚至烂种、死苗<sup>[17]</sup>。“林木种子检验规程” (GB 2772-1999) 中桦

木属种子的萌发温度为  $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ , 而温室土壤的地表平均温度在  $20^{\circ}\text{C}$  以下, 这可能是造成土壤萌发率低于实验室萌发率的主要原因。

亮叶桦是一种在经济和生态恢复方面极具推广前景的优良速生用材树种, 国内研究学者对亮叶桦的育苗方法及造林技术开展了许多相关研究<sup>[2, 18]</sup>。此次采集的亮叶桦种子贮藏寿命可达 1 年。使得当年生产的种子可以在次年使用, 有利于协调育苗时间与造林季节, 提高种子的有效利用率和育苗成活率, 降低育苗成本。另外, 萌发温度会影响亮叶桦种子的萌发速率和萌发整齐度, 但种子在  $8\sim 19^{\circ}\text{C}$  的温度范围内均能萌发, 并且萌发率与贮藏 160 d 前实验室 ( $25^{\circ}\text{C}$ ) 的萌发率差异均不显著, 这一结果进一步地巩固了亮叶桦作为广布种的应用推广价值。

## 4 结 论

(1) 低温贮藏 1 年的亮叶桦种子的萌发率、峰值、平均萌发时间均无改变, 是长期保存亮叶桦种子资源的有效方法。

(2) 昆明常温下贮藏的亮叶桦种子发芽能力在 70 d 内无显著变化, 贮藏 1 年后萌发率从初始的 66.8% 下降至 50.0% 左右, 表现出一定的耐贮性, 原因可能是昆明的气温和湿度十分适合亮叶桦种子的贮藏, 但仍需进一步的探讨和研究。

(3) 萌发土温会影响亮叶桦的萌发速度和整齐度, 因此, 在实际的应用中, 为保证亮叶桦种子的发芽率和发芽速度, 要注意播种季节和育苗条件, 以便更好地发挥亮叶桦在生态恢复中的作用。

## 参考文献:

- [1] 陈伟, 施季森, 刘希华. 光皮桦研究现状及遗传改良策略 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30(1): 119-122
- [2] 谢云华, 杨成涛, 陈昊宇, 等. 富源县光皮桦天然实生苗造林试验 [J]. 林业调查规划, 2007, 32(1): 46-50
- [3] 袁安全, 程宏益, 狄香香. 不同家系光皮桦种子贮藏寿命差异及耐贮性研究 [J]. 林业科技开发, 2005, 19(6): 22-24
- [4] 胡晓媛, 李志真, 梁一池. 优良速生树种光皮桦研究进展 [J]. 福建林业科技, 2006, 33(2): 159-163
- [5] 曹健康, 陈黎, 方乐金. 光温因子对光皮桦种子贮藏和萌发的影响 [J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(5): 17-18
- [6] 陈勇胜, 谷凤坤. 林木种子与苗木活力 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1994
- [7] 董新红, 宋明. 种子寿命研究进展 [J]. 生物学杂志, 2001, 18(6): 7-9
- [8] 祝小科, 朱守谦. 光皮桦种子千粒重、寿命及生命力研究 [J]. 林业科学, 2003, 39(4): 168-172

# 沈糯 6 号的籽粒产量及相关生理指标研究

鲁俊田, 史振声, 王晓东

(沈阳农业大学特种玉米研究所, 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:**以郑单 958 为对照, 在 5 个密度下对沈糯 6 号进行籽粒产量、冠层结构和生理指标的比较研究。结果表明: 在 75 000 株 / $\text{hm}^2$  密度下沈糯 6 号的籽粒产量可达 7 122.5 kg / $\text{hm}^2$ , 与郑单 958 的最高产量差异不显著; 相同密度下沈糯 6 号的生物产量、叶面积指数较低, 但在较高密度下收获指数和灌浆后期最大叶面积指数持续时间大于郑单 958。叶绿素含量与郑单 958 没有明显差异; 5 个密度下光合速率均高于郑单 958, 并受密度压力的影响明显小于郑单 958。在 67 500 ~ 82 500 株 / $\text{hm}^2$  高密度下, 沈糯 6 号灌浆期穗位下部冠层透光率比郑单 958 要高, 良好的通透性可能是光合速率和叶面积指数优于郑单 958 的主要原因。

**关键词:** 糯玉米; 沈糯 6 号; 产量; 密度; 生理指标

**中图分类号:** S 513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-4705(2010)06-0021-04

## Studies on Grain Yield and Related Physiology Indexes of Waxy Corn Shennuo No. 6

LU Jun-tian, SHI Zhen-sheng, WANG Xiao-dong

(Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

**Abstract** With Zhengdan 958 as control to study the grain yield, canopy structure and physiology indexes of waxy corn Shennuo No. 6 under five planting densities. The results showed that the grain yield of Shennuo No. 6 could reach to 7 122.5 kg / $\text{hm}^2$  at 75 000 plants / $\text{hm}^2$ , and had insignificant differences in contrast to the highest yield of control. The biomass and the LAI of Shennuo No. 6 were lower than that of control in the same density, the harvest index was higher than that of control at the high densities, and duration of the maximum LAI was relatively longer than that of control at the high densities. There were no differences of the chlorophyll content compared with control. Waxy corn Shennuo No. 6 has higher photosynthetic rate and less influence of density under the five densities. The canopy transmittance below the ear was higher than that of control during grain-filling stage at 67 500 to 82 500 plants / $\text{hm}^2$ . Good permeability might be the main reason of photosynthetic rate and LAI higher than control.

**Key words** waxy corn; Shennuo No. 6; yield; density; physiology indexes

收稿日期: 2010-03-09

基金项目: 辽宁省农业攻关计划“玉米高产、优质、专用、多抗新品种选育”(2008201001)。

作者简介: 鲁俊田 (1985-), 男, 辽宁大连人; 在读硕士研究生, 主要从事玉米栽培技术研究; E-mail: lujuntian5211@126.com。

通讯作者: 史振声, E-mail: shizhensheng@163.com。

[9] 浙江农业大学种子教研组. 种子学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980.

[10] 汤学军, 傅家瑞, 黄上志. 决定种子寿命的生理机制研究进展 [J]. 种子, 1996, 15(6): 29-32.

[11] 刘强, 任敏, 刘翔君. 种子耐贮性研究进展 [J]. 内蒙古师范大学学报, 2003, 32(3): 248-255.

[12] 马信祥, 陈必强. 100 种热带植物种子及发芽研究 [J]. 热带植物研究, 1996(40): 18-34.

[13] 欧国腾. 光皮桦种子质量特征 [J]. 贵州林业科技, 2002, 30(3): 11-16.

[14] Harrington, J. P. Seed storage and longevity [A]. In Seed

Biology, I Kozlowski, Editor. Academic press, New York and London, 1972, 145-245.

[15] 曾杰, 翁启杰, 郑海水. 西南桦种子贮藏试验 [J]. 林业科学研究, 2001, 14(4): 430-434.

[16] 陈国彪, 曾杰, 翁启杰, 等. 温度对西南桦种子萌发的影响研究初报 [J]. 广东林业科技, 2005, 21(1): 19-21.

[17] 刘永学, 王鸿. 影响种子萌发出苗的几个因素 [J]. 种子科技, 2007, 25(4): 57-58.

[18] 冯建民, 何贵平, 骆文坚, 等. 光皮桦采种育苗技术 [J]. 浙江林业科技, 2006, 26(1): 59-61.