

白花树种子生物学特性

吴君^{1,2}, 李因刚², 罗修宝³, 柳新红², 石从广², 何云核¹

(1. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023; 3. 浙江省遂昌县林业技术推广总站, 浙江 遂昌 323300)

摘要: 白花树 *Styrax tonkinensis* 种子具有休眠性。对江西吉水种源的白花树种子形态结构特征、千粒质量、吸水性能、生活力及不同质量浓度赤霉素(GA₃)对种子萌发特性影响等方面进行了系统研究, 以期找到解除休眠的方法。吸水性能设置酸蚀、去种壳和完整等3种前处理, 生活力采用2,3,5-氯化三苯基四氮唑(TTC)染色法, 萌发特性设置250~1 500 mg·L⁻¹共8个不同质量浓度。结果表明: 种子由外种皮、内种皮、胚乳、胚根、胚芽、胚轴和子叶组成。2011年和2012年的种子平均长度和宽度为8.77, 6.81 mm和7.91, 5.20 mm, 种子千粒质量分别为136.70 g和95.68 g。对3种不同处理的种子吸水性能进行测定。结果表明, 去壳种子吸水性能优于酸蚀和完整的种子。种子生活力的TTC染色检测结果表明, 2011年产生的种子生活力为97.78%, 储藏1 a后的种子生活力仍高达94.44%。不同质量浓度GA₃对种子处理结果表明, 促进种子萌发及幼苗生长的最适质量浓度为1 500 mg·L⁻¹。图3表2参10

关键词: 植物学; 白花树; 种子; 生物学特性

中图分类号: Q945; S722 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2014)01-0009-05

Seed biological characteristics of *Styrax tonkinensis*

WU Jun^{1,2}, LI Yingang², LUO Xiubao³, LIU Xinhong², SHI Congguang², HE Yunhe¹

(1. School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, Zhejiang, China; 3. Forest Science Popularization Station of Suicang County, Suicang 323300, Zhejiang, China)

Abstract: The seeds of *Styrax tonkinensis* have dormancy. Seed biological characteristics of *Styrax tonkinensis* including morphological structural features, 1 000-grain weight, water absorption, viability, and the effect of seed germination with GA₃, from Jishui of Jiangxi Province were studied in 2011 and 2012. Seed water absorption was tested with 3 pretreatment treatments of etching, shelling, and untreated. Seed viability testing methods utilized TTC staining. Seed germination test with 7 different treatments of GA₃ from 250-1 500 mg·L⁻¹. Results showed that the seed consisted of exopleura, endotesta, endosperm, radical, germ, hypocotyls, and cotyledons. In 2011 the average for seeds collected was: length-8.77 mm, width-7.91 mm, and 1 000-grain weight-136.70 g; and in 2012 the average was length-6.08 mm, width-5.20 mm, and 1 000-grain weight-95.68 g. The seed water absorption ability tested by 3 different treatments showed that seeds without exopleura had the best water absorption. The viability of seed tested by the TTC staining method showed, seed viability with TTC staining for seeds collected in 2011 was 97.78%. After being stored for one year, viability was still 94.44%. Seeds treated with GA₃ showed improved seed germination and seedling growth with the best concentration being 1 500 mg·L⁻¹. [Ch, 3 fig. 2 tab. 10 ref.]

Key words: botany; *Styrax tonkinensis*; seed; biological characteristics

收稿日期: 2013-01-24, 修回日期: 2013-04-05

基金项目: 浙江省重大科技专项重点资助项目(2008C12019); 浙江省创新团队建设与人才培养资助项目(2010F20014); 浙江省省院合作林业科技资助项目(2010SY05)

作者简介: 吴君, 从事观赏植物资源研究。E-mail: wujun2456@126.com。通信作者: 何云核, 教授, 从事野生园林植物资源分类与应用研究。E-mail: yunhe@163.com

白花树 *Styrax tonkinensis* 又名越南安息香, 俗称东京野茉莉, 属安息香科 Styracaceae 安息香属 *Styrax* 落叶乔木, 热带、亚热带阳性树种。总状花序, 花白色成串, 清香; 果实近球形, 果序下垂, 花期4-6月, 果期8-10月^[1-3]。树脂称“安息香”, 是珍贵药材, 有开窍清神、行气活血、止痛的功效, 并可制造高级香料。材质轻软, 木纤维较长, 是理想的胶合板和纸浆用材。种仁含油率为56.00%~62.80%, 是发展生物柴油的优良树种; 不饱和脂肪酸达90.16%~91.45%, 可开发为木本食用油料^[4-5]。虽然有关白花树种子方面的研究在苗木繁育^[6]、栽培与生产^[7]中有提及, 但并未见对种子生物学特性进行深入系统的研究。本研究从种子形态结构特征、吸水性能、千粒质量、生活力以及不同质量浓度赤霉素(GA₃)对种子萌发特性影响等方面对白花树种子生物学特性进行了较为全面的研究, 以期找到简单可行的促进种子萌发的方法, 从而缩短苗木培育周期, 为其栽培利用和种质资源保护提供理论基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验用白花树种子采自浙江省遂昌县牛头山林场试验林。该林分于2005年春季造林, 种源地为江西吉水。分别于2011年和2012年的10月初采种。种子晾干后置于4℃种子低温保存库(型号: CZ-1600FC)密封保存。2011年春季, 对试验林进行扩穴施肥, 施国产复合肥[m(氮):m(磷):m(钾)]=15:15:15] 200 g·株⁻¹, 2012年未施肥。

1.2 方法

1.2.1 种子形态特征与结构 目测观察种子内外部形状、颜色及结构, 随机选取饱满种子100粒, 利用精确度0.01 mm的游标卡尺测量种子的长度和宽度。

1.2.2 种子千粒质量与壳仁比 采用百粒法^[8]测定种子千粒质量, 重复8次。仁壳比的测定设3次重复, 随机抽取种子100粒·次⁻¹, 人工分离种壳和种仁后用分析天平(型号: BSA224S)分别称量。

1.2.3 种子吸水性能 随机选取2012年饱满种子若干, 设完整、去壳和酸蚀2 h的种子(用体积分数为98%的浓硫酸酸蚀2 h, 再用流水冲洗24 h)等3种不同处理。先将未吸水的种子分别称量后, 分别投入加有100 mL蒸馏水的三角瓶中。定时称量(白天隔3 h测定1次, 夜晚隔12 h测定1次), 称量前先用吸水纸将种子表面的水吸干, 再用分析天平称量, 直至相邻2次的称量值恒定为止。以吸胀时间为横坐标, 吸水率为纵坐标作出种子的吸水曲线。试验在25℃条件下进行, 30粒·处理⁻¹, 3次重复。

1.2.4 种子生活力 采用TTC(2,3,5-氯化三苯基四氮唑)染色法测定2011年采集的以及采集后储藏1 a后的白花树种子生活力。选取饱满的种仁, 放入25℃条件下浸泡24 h后, 取出胚, 再以质量浓度为0.1% TTC溶液在35℃的恒温箱中于黑暗条件下染色24 h, 染色完毕后, 目测胚的染色情况。试验设3次重复, 种胚30粒·重复⁻¹, 对照胚用沸水煮20 min。

1.2.5 不同质量浓度赤霉素(GA₃)对种子萌发的影响 分别选取2011年(4℃条件下储藏1 a)和2012年整齐度一致的白花树种子, 清水洗净后用过氧化氢(H₂O₂)消毒40 min, 消毒完成后用流水冲洗数遍, 分别放入不同质量浓度的GA₃溶液(设置0, 250, 500, 750, 1 000, 1 500, 2 000, 3 000 mg·L⁻¹, 共8个处理)中浸泡(4℃条件)。30粒·处理⁻¹, 2次重复。浸泡完成后放入盛有细沙(150℃高温消毒1 h)的培养皿中, 最后放入光照培养箱(型号: PGX-1500B), (25±2)℃条件下进行发芽试验, 光照时间24 h。以胚根生长到种子长度的一半为发芽标准, 以连续3 d没有种子萌发为发芽结束。随机选取幼苗5株·处理⁻¹测定其苗高、主根长和侧根数。种子发芽期间每天上午观察并统计种子萌发数: 按照下列公式计算发芽率、发芽势和发芽指数: 发芽率(%)=(发芽种子数/供试种子数)×100; 发芽势(%)=(达到高峰期时发芽种子数/供试种子数)×100; 发芽指数(I_c)=∑(G_t/D_t), 其中: G_t指在时间t日内的发芽数, D_t为相应的发芽天数。试验结果用Excel 2007和SPSS 20软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 种子形态特征与结构

白花树果实为蒴果, 内含有1~2粒种子。种子卵形, 栗褐色, 密被小瘤状突起。共6条种脊, 种子顶端喙状, 有种脐(图1-A~C)。经测定(表1), 2011采集种子平均长度为8.77 mm, 平均宽度为6.08

mm; 2012 年种子平均长度为 7.91 mm, 平均宽度为 5.20 mm, 2 a 种子的长宽比值近相等。种子长度和宽度的变异系数较大, 而长宽比最为稳定。如图 1-D~F 所示, 种子由外种皮、内种皮、胚乳、胚根、胚芽、胚轴和子叶组成。外种皮坚硬木质化, 内种皮粗糙有毛, 难剥离。胚乳半透明状, 水吸胀后用解剖刀纵切开, 为乳白色, 富含油脂, 有利于在种子萌发过程中提供能量。中轴胚, 乳白色, 胚轴狭长圆柱状, 子叶扁平椭圆状。

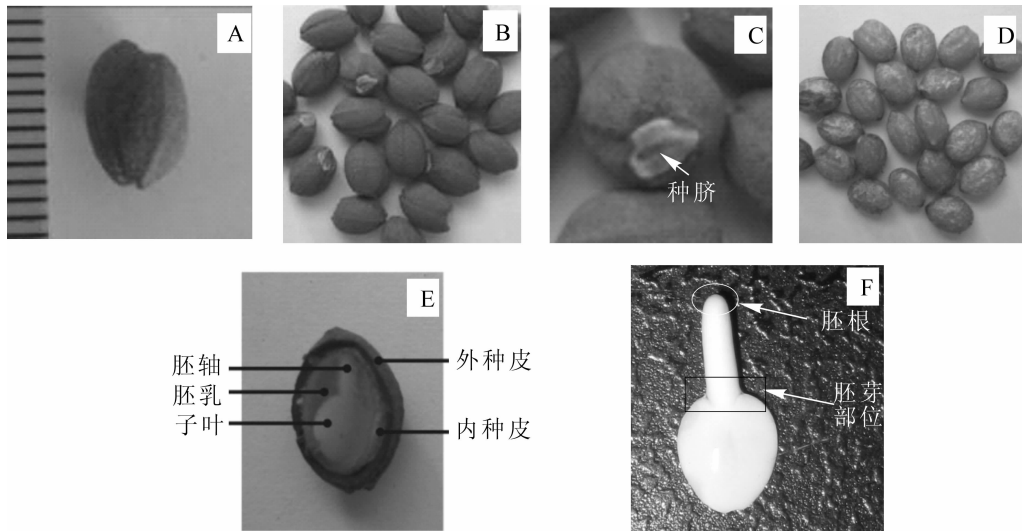


图 1 白花树种子(A~B), 种脐(C), 种仁(D), 种子结构(E)及种胚(F)

Figure 1 *Styrax tonkinensis* seed(A~B), hilum(C), seed kernel(D), seed structure(E) and seed embryo(F)

表 1 2011 与 2012 年越南安息种子形态特征

Table 1 Seed morphological structural features of *Styrax tonkinensis* collected in 2011 and 2012

年份	性状	均值/mm	极小值/mm	极大值/mm	变异系数
2011	长度	8.77 ± 0.045	8.20	9.60	0.036
	宽度	6.08 ± 0.030	5.76	6.60	0.035
	长宽比	1.44 ± 0.006	1.34	1.52	0.031
2012	长度	7.91 ± 0.088	6.61	9.44	0.080
	宽度	5.20 ± 0.053	5.31	5.57	0.073
	长宽比	1.52 ± 0.015	1.24	1.75	0.022

2.2 种子千粒质量和壳仁比

经测定, 2011 年与 2012 年白花树种子千粒质量分别为(136.71±1.940)g 与(95.68±1.700)g, 2012 年的千粒质量比 2011 年的下降了 42.87%。以 2011 白花树种子为对象, 种壳比的试验结果显示, 种仁、种壳平均分别占种子总质量的(49.07±0.234)%和(50.93±0.234)%。

2.3 种子吸水性能

在 0~3 h 之间, 酸蚀处理的白花树种子吸水速度最快, 吸水率为 17.0%(图 2), 比完整和去壳的分别提高了 50.8%和 41.4%。3 种处理种子在 24 h 后, 达到基本饱和状态。至此, 完整、去壳和酸蚀处理的吸水率分别为 22.0%, 35.1%和 29.0%, 分别达最终吸水率的 90.6%, 96.1%和 99.2%。吸水 51 h 后均达到完全饱和状态, 吸水率分别为 24.3%, 36.5%和 29.3%, 去壳种子比完整和酸蚀的分别提高了 33.4%和 24.7%。比较 3 种不同处理的种子吸水性能会发现, 0~6 h 时, 酸蚀种子在吸水速度上高于完整和去壳种子, 但 6 h 后去壳种子在吸水速度上显著高于其他 2 个处理。说明种子外种皮致密坚硬、透水性差, 阻碍了种仁对水分的吸收。

2.4 种子生活力

打破种子休眠就是用各种方法使种子潜在的发芽力及生命力充分表现出来, 因此有必要了解种子的生活力状况。结果表明, 对照胚均未被染色, 有生活力的被染成深红色(图 3), 2011 年种子生活力为

97.78%，储藏1 a后的种子生活力仍高达94.44%，两者无显著差异。试验表明，白花树种子的生活力水平极高，发芽潜力非常大。

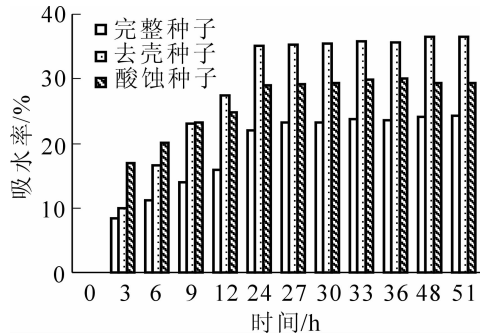


图2 3种不同处理条件下的白花树种子吸水性能

Figure 2 Seed of *Styrax tonkinensis* water absorption ability tested by 3 different treatments

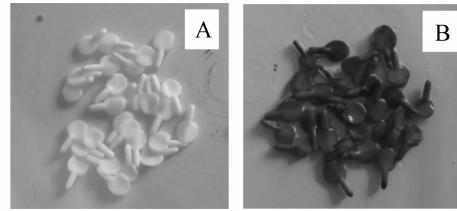


图3 对照胚(A)与有活力胚(B)

Figure 3 Control seed embryo(A) and viable seed embryo(B)

2.5 不同质量浓度 GA₃ 对种子萌发的影响

2.5.1 对种子萌发力的影响 由表2可知：GA₃各质量浓度下白花树种子的发芽率、发芽势、发芽指数都显著高于对照。2011年种子的发芽率、发芽势、发芽指数等指标分别比2012年的高22.4%，25.0%和9.71。2012年种子发芽指数在不同质量浓度间的差异显著，种子在250 mg·L⁻¹ GA₃条件下的发芽指数最低，为13.42；在1 500 mg·L⁻¹ GA₃条件下发芽指数最高，为26.34，比前者提高了49.1%。

2.5.2 对幼苗生长的影响 表2可见，在GA₃各质量浓度处理下的苗高、主根长、侧根数都显著高于对照。在试验质量浓度范围内，2011年和2012年的幼苗主根长、侧根数差异均不显著。2011年幼苗高平均值为5.32 cm；GA₃质量浓度1 500和2 000 mg·L⁻¹的苗高显著高于250和500 mg·L⁻¹的苗高。其中1 500 mg·L⁻¹时的苗高最高，达6.47 cm，比平均值高21.6%。2012年幼苗高度平均值为5.59 cm。1 500

表2 不同质量浓度 GA₃ 对种子萌发及幼苗生长的影响

Table 2 Effect of seed germination under the different concentration of GA₃

年份	GA ₃ /(mg·L ⁻¹)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	苗高/cm	主根长/cm	侧根数/根
2011	0	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a
	250	75.00 ± 1.667 b	66.67 ± 6.665 b	28.32 ± 1.702 b	4.20 ± 0.255 b	4.20 ± 0.276 b	12.17 ± 0.477 b
	500	78.33 ± 5.000 b	71.67 ± 3.335 b	34.86 ± 1.875 b	4.35 ± 0.188 b	4.52 ± 0.334 b	12.17 ± 1.276 b
	750	76.67 ± 0.000 b	71.67 ± 5.000 b	31.63 ± 2.305 b	5.05 ± 0.161 bc	3.93 ± 0.472 b	12.50 ± 0.847 b
	1 000	78.33 ± 5.000 b	70.00 ± 1.665 b	31.91 ± 2.965 b	5.60 ± 0.369 bc	4.27 ± 0.255 b	12.50 ± 0.954 b
	1 500	76.67 ± 3.333 b	73.33 ± 1.665 b	30.09 ± 4.153 b	6.47 ± 0.372 c	3.93 ± 0.359 b	11.33 ± 0.882 b
	2 000	75.00 ± 5.000 b	70.00 ± 5.000 b	29.06 ± 0.365 b	6.02 ± 0.287 c	3.78 ± 0.228 b	12.33 ± 0.255 b
	3 000	81.67 ± 5.000 b	75.00 ± 0.833 b	32.31 ± 5.147 b	5.53 ± 0.944 bc	4.03 ± 0.268 b	11.00 ± 0.730 b
	均值	77.38 ± 0.880	71.19 ± 1.010	31.17 ± 0.837	5.32 ± 0.316	4.09 ± 0.095	12.00 ± 0.224
2012	0	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a	0 ± 0.000 a
	250	46.67 ± 6.665 b	31.67 ± 1.667 b	13.42 ± 2.576 b	4.60 ± 0.246 bc	3.83 ± 0.212 b	10.50 ± 0.619 b
	500	50.00 ± 10.000 b	46.67 ± 8.333 b	18.66 ± 1.020 bc	4.83 ± 0.109 bc	4.01 ± 0.229 b	10.67 ± 0.494 b
	750	53.33 ± 5.000 b	48.33 ± 5.000 b	24.47 ± 3.002 c	5.97 ± 0.263 bc	3.92 ± 0.332 b	13.17 ± 1.195 b
	1 000	58.33 ± 1.665 b	48.33 ± 1.667 b	26.22 ± 1.076 c	6.61 ± 0.216 cd	2.90 ± 0.263 b	10.03 ± 0.706 b
	1 500	68.33 ± 1.665 b	51.67 ± 5.000 b	26.34 ± 1.169 c	7.00 ± 0.262 d	3.05 ± 0.228 b	9.67 ± 0.715 b
	2 000	53.33 ± 6.665 b	50.00 ± 3.333 b	19.66 ± 6.607 bc	6.08 ± 0.344 cd	3.09 ± 0.155 b	10.71 ± 1.184 b
	3 000	55.00 ± 1.667 b	46.67 ± 0.000 b	21.42 ± 1.756 bc	4.01 ± 0.322 b	2.91 ± 0.146 b	9.25 ± 1.503 b
	均值	55.00 ± 2.622	46.19 ± 2.512	21.46 ± 1.768	5.59 ± 0.422	3.39 ± 0.191	10.57 ± 0.479

说明：用 SPSS 20 软件进行数据分析，同一列不同字母表示在 5% 水平下差异显著。

mg·L⁻¹时的苗高最高, 达7.00 cm, 比平均值高20.1%。

3 结论

2011 采集种子平均长度和宽度为 8.77 mm 和 6.08 mm; 2012 年种子平均长度和宽度为 7.91 mm 和 5.20 mm; 且 2012 年的千粒质量比 2011 年的下降了 42.87%, 这反映了气候条件和土壤营养元素对种子产量性状的巨大影响。种子外种皮坚硬木质化, 胚乳富含油脂, 有利于在种子萌发过程中提供能量。种壳比试验得出, 白花树种壳质量占种子的一半以上, 且致密坚硬, 去壳种子在吸水速度和吸水率上均优于完整和酸蚀种子。可见, 白花树坚硬致密的种壳是造成其透气性和透水性较差的主要原因。另一方面白花树为油料树种, 种子的含油率较高, 从而也可导致其吸水性能差。

赤霉素(GA₃)能够代替低温层积处理打破休眠, 能够消除脱落酸(ABA)等化学抑制物质对种子萌发的抑制作用, 使种子细胞分裂而促进种子胚的发育和种子发芽^[9-10]。试验结果显示, 在不同质量浓度 GA₃ 条件下, 种子的发芽及幼苗生长指标都显著高于对照, 说明白花树种子具有休眠性。2011 年种子的发芽率、发芽势、发芽指数等指标均高于 2012 年。究其原因, 可能是 2011 年白花树种子的千粒质量和饱满度高于 2012 年, 种子内含物含量的不同导致了萌发和幼苗生长的差异; 另外 2011 年的种子经过 1 a 的低温储藏而使内部物质发生变化, 使其萌发能力相对提高。2011 年和 2012 年的幼苗主根长、侧根数在不同 GA₃ 质量浓度下的差异均不显著, 且在 2 000~3 000 mg·L⁻¹ 范围内, 对幼苗高度的生长有抑制作用。对于白花树种子萌发和幼苗生长最佳的 GA₃ 质量浓度为 1 500 mg·L⁻¹。

参考文献:

- [1] 中国树木志编委会. 中国树木志: 第2册[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994: 1602 - 1603.
- [2] KASHIO M, JOHNSON D V. *Monograph on Benzoin* [M]. Bangkok: RAP Publication, 2001.
- [3] 黄椰林. 不同地理与生态分布植物类群的系统发育[D]. 广州: 中山大学, 2004: 55 - 57.
HUANG Yelin. *Phylogenetics of the Plants with Different Geographical and Ecological Distributions* [D]. Guangzhou: Sun Yat-sen University, 2004: 55 - 57.
- [4] 顾雁蕾. 越南安息香种子成分分析及超声波提油研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011: 20 - 38.
GU Yanlei. *Analysis and Ultrasonic-Assisted Extraction of *Styrax tonkinensis* Seed Oil* [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011: 20 - 38.
- [5] 刘光斌, 黄长干, 刘苑秋, 等. 东京野茉莉油的提取及其制备生物柴油的初步研究[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(4): 685 - 689.
LIU Guangbin, HUANG Changgan, LIU Yuanqiu, et al. Extraction of fruit oil from *Styrax tonkinensis* and preparation of bio-diesel [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2007, 29(4): 685 - 689.
- [6] 谢建秋, 柳新红, 王军峰, 等. 东京野茉莉引种试验初报[J]. 浙江林业科技, 2006, 26(4): 33 - 35.
XIE Jianqiu, LIU Xinhong, WANG Junfeng, et al. Preliminary report on introduction of *Styrax tonkinensis* [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 2006, 26(4): 33 - 35.
- [7] 潘瑞道, 刘永正, 沈明裕, 等. 浙南木本植物引种驯化[J]. 浙江林学院学报, 1991, 8(4): 428 - 438.
PAN Ruidao, LIU Yongzheng, SHEN Mingyu, et al. Introduction and domestication of woody plants in southern Zhejiang [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1991, 8(4): 428 - 438.
- [8] 毕辛华, 戴心伟. 种子学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.
- [9] 张良英, 刘林, 牛歆雨. 不同处理对光核桃种子萌发的影响[J]. 种子, 2011, 30(12): 83 - 87.
ZHANG Liangyin, LIU Lin, NIU Xinyu. Effect of different treatments on seed germination of *Prunus mira* Koehne [J]. *Seed*, 2011, 30(12): 83 - 87.
- [10] 李畅, 苏家乐, 陈璐, 等. 赤霉素浸种对毛毡杜鹃种子萌发的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(6): 278 - 279.
LI Chang, SU Jiale, CHEN Lu, et al. Effect of GA₃ on seed germination characteristics of *Rhododendron confertissimum* [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2011, 39(6): 278 - 279.