

外源激素与温度对花楸树种子萌发的影响

杨玲, 崔晓涛, 沈海龙*

东北林业大学林学院, 林木遗传育种与生物技术教育部重点实验室, 哈尔滨 150040

摘要: 三种外源激素和萌发温度对花楸树种子萌发影响的研究结果表明, 25 °C (16 h光/8 h暗, 10 d)-5 °C (暗110 d)变温可极显著提高种子发芽率和种子发芽势, 但极显著延迟发芽初始时间。200 mg·L⁻¹ 6-BA溶液中吸胀2 d后经历25 °C-5 °C变温可使种子发芽初始时间最短(33 d), 发芽率(62.25%)和发芽势(57.88%)最高。GA₃或ABA与温度的结合处理对种子萌发的促进作用小于6-BA与温度的综合处理。

关键词: 花楸树; 种子萌发; 外源激素; 温度

Effects of Exogenous Plant Growth Substances and Temperature on Seed Germination of *Sorbus pohuashanensis* (Hance) Hedl

YANG Ling, CUI Xiao-Tao, SHEN Hai-Long*

Key Laboratory of Forest Tree Genetic Improvement and Biotechnology of Ministry of Education, School of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

Abstract: Effects of three exogenous plant growth substances and temperatures on the germination of mature *Sorbus pohuashanensis* seeds were investigated. When seeds were treated first with 25 °C (16 hours light/8 hours dark) for 10 days and then with 5 °C (24 hours dark) for 110 days (25 °C-5 °C temperature change), their germination percentage and germination energy increased significantly, but the initial time of seed germination was delayed significantly. When seeds were treated with 200 mg·L⁻¹ 6-BA for 2 d and then treated with the 25 °C-5 °C temperature change, the initial time of seed germination could be shortened to 33 days, and the highest germination percentage (62.25%) and germination energy (57.88%) were obtained. The effects of combined treatments of GA₃ or ABA with temperature on seed germination were less than that of combined treatment of 6-BA with temperature.

Key words: *Sorbus pohuashanensis*; seed germination; exogenous plant growth substances; temperature

花楸树是我国北方具有很高应用潜力的园林绿化和药用经济树种, 其种子具有休眠特性。种皮和胚中含有萌发抑制物质是引起花楸树种子休眠的主要原因(沈海龙等 2006)。冷层积是打破种子生理休眠的有效方法(李秉真等1998; 金飏等2005), 生产中常用冷层积方法解除花楸树种子休眠。但种子发芽时间长、发芽率低和出苗不齐等问题一直未得到解决。开发实用、快速、有效的种子催芽技术, 提高种子发芽率、缩短发芽时间、增加出苗整齐度, 对花楸树育苗生产具有重要意义。外源激素可通过影响内源激素的含量和平衡来调控植物种子休眠与萌发(Ali-Rachedi等2004; Feurtado等2007)。与层积相比, 外源激素可有效打破种子休眠, 节约催芽时间(张秋香等 2004)。本文研究了不同外源激素和发芽温度对花楸树种子萌发的影响, 旨在建立有效提高花楸树种子发芽率、增加发芽

整齐度并缩短催芽时间的种子处理方法, 指导生产实践。

材料与方法

花楸树[*Sorbus pohuashanensis* (Hance) Hedl]种子于2005年9月下旬采自黑龙江省伊春五营国家森林公园。种子调制和干燥参照沈海龙等(2006)的方法。干燥后种子平均含水量 8.45%±0.61%, 千粒重(2.422±0.837) g, 生活力 75.33%±1.53% [参照国际种子检验协会(ISTA 1996)规定的标准四唑染色法]。

收稿 2009-02-04 修定 2009-04-27

资助 国家“十一五”科技支撑项目子课题(2006BAD03-A0405)。

* 通讯作者(E-mail: shenhl-cf@nefu.edu.cn; Tel/Fax: 0451-82191044)。

植物生长物质浸泡处理: 配制 50、100、150、200 mg·L⁻¹ 的赤霉素(GA₃)、6- 卞基腺嘌呤(6-BA)和脱落酸(ABA)溶液分别浸泡种子 1 d、2 d 和 3 d, 后用水冲洗去残液, 再将种子在水中浸泡 4 d。对照为不经激素浸泡、直接在水中浸泡的种子。对应每个处理时间均设计了对照, 分别为水中浸泡 5 d(等同于激素浸泡 1 d 与水浸泡 4 d 的时间加和, 以此类推)、6 d 和 7 d。以上处理均在室温中进行。

发芽试验: 将经上述处理的种子用 70% 酒精浸泡 30 s 后, 用 3% NaClO 消毒 5 min, 无菌水冲洗干净后置于垫有一层脱脂棉和一层滤纸的培养皿中(保持发芽床湿润, 培养皿盖留有空隙, 以保持通气), 然后放在不同发芽温度中培养。发芽温度的设计: 以 5 °C 恒温(暗中)处理为萌发温度的对照, 分别进行以下 2 种变温处理: ① 5 °C-25 °C-5 °C 变温: 暗中 5 °C 下 10 d 后转移到 25 °C 下光照(光照 16 h/ 黑暗 8 h, 光照强度为 22~24 μmol·m⁻²·s⁻¹)中 10 d 再转回到 5 °C 暗中持续冷培养 100 d; ② 25 °C-5 °C 变温: 25 °C 光照(条件同前)下 10 d 后转移到 5 °C 暗中持续冷培养 110 d。以上各处理, 每处理 100 粒种子,

分别设置 3 个重复。发芽 120 d 时统计种子发芽初始时间、发芽率和发芽势。

计算方法: 发芽初始时间为发芽试验开始后首次发现有种子露白的天数; 种子发芽率为测试开始后 120 d 内累计发芽种子数占供试种子总数的百分比; 种子发芽势为测试开始后 90 d 内发芽种子数占供试种子总数的百分比。

利用 DPS (浙江大学唐启义开发) 数据处理系统对各测定指标进行多因素和单因素方差分析, 并进行 Duncan's 多重比较, 图表中数据均为 3 次重复的平均值, “±” 之后为数据的标准偏差。

结果与讨论

1 发芽温度对种子萌发的影响

1.1 发芽温度对种子发芽初始时间的影响 吸胀后的发芽温度对种子发芽初始时间的影响极显著($P < 0.01$), 吸胀时间及其与温度的交互作用的影响不显著($P > 0.05$)。吸胀 6 d 的种子在 25 °C-5 °C 变温条件下的发芽初始时间极显著长于 5 °C 恒低温条件($P < 0.01$)(表 1)。

1.2 发芽温度对种子发芽率的影响 吸胀后的发芽

表 1 发芽温度和吸胀时间对花椒树种子萌发的影响

Table 1 Effects of combined treatments of different temperature patterns and time by soaked in water on seed germination of *S. pahuashanensis*

种子处理		种子萌发指标		
发芽温度 / °C	发芽前吸胀时间 / d	发芽初始时间 / d	发芽率 / %	发芽势 / %
5 (恒温)	5	51.33±5.77 ^{Bb}	13.36±8.76 ^{Bb}	11.71±7.45 ^{Bc}
	6	53.00±0 ^{Bb}	28.48±9.53 ^{ABa}	14.95±9.31 ^{ABbc}
	7	53.00±0 ^{Bb}	24.15±4.07 ^{ABa}	16.87±2.20 ^{ABabc}
5-25-5 (变温)	5	63.33±13.80 ^{ABab}	30.22±3.64 ^{Aa}	20.81±6.10 ^{ABabc}
	6	62.00±11.53 ^{ABab}	29.42±11.40 ^{ABa}	22.14±9.97 ^{ABabc}
	7	58.00±0 ^{ABb}	27.56±4.44 ^{ABa}	27.56±4.44 ^{ABa}
25-5 (变温)	5	61.00±0 ^{ABab}	34.10±3.30^{Aa}	28.55±2.34^{Aa}
	6	71.67±6.40^{Aa}	26.37±6.59 ^{ABa}	24.54±5.09 ^{ABab}
	7	61.00±0 ^{ABab}	27.78±3.61 ^{ABa}	17.93±3.06 ^{ABabc}

同列数字旁不同大、小写字母分别表示不同处理间差异达到极显著($P < 0.01$)或显著($P < 0.05$)水平, 下表同此。

温度对种子发芽率的影响差异显著($P < 0.05$), 吸胀时间及其与温度的交互作用的影响差异不显著($P > 0.05$)。种子吸胀 5 d 后, 在 2 种变温条件下的发芽率差异不显著($P > 0.05$), 但与 5 °C 恒温相比差异极显著($P < 0.01$)。吸胀 5 d 后的种子在 25 °C-5 °C

变温下的发芽率最高(34.10%)。吸胀 6 d 和 7 d 的种子在不同温度条件下的发芽率差异均不显著($P > 0.05$) (表 1)。

1.3 发芽温度对种子发芽势的影响 发芽温度对种子发芽势影响极显著($P < 0.01$); 吸胀时间及其与发

芽温度交互作用的影响不显著($P>0.05$)。5 °C-25 °C-5 °C和25 °C-5 °C变温处理的种子的发芽势差异不显著($P>0.05$)。吸胀5 d后的种子在25 °C-5 °C变温下的发芽势最高(28.55%, 表1), 与5 °C恒温下的相比差异极显著($P<0.01$)。

综上分析: 5 °C低温之前的25 °C暖温条件(与5 °C恒温相比)可以显著提高花楸树种子发芽率, 极显著提高种子发芽势, 但种子发芽初始时间被极显著延迟。相同的研究结果在花楸属其他树种中曾有报道。Zentsch (1970)认为欧洲花楸(*S. aucuparia*)种子冷层积前的暖层积会延长整个发芽所需的时间。Lenartowicz (1988)的研究表明, 20 °C下6周后于3 °C层积可以显著增加欧洲花楸种子的总发芽

率, 但暖层积的应用延迟了冷层积阶段的萌发起始时间。

2 6-BA和温度互作处理对种子萌发的影响

2.1 6-BA和温度互作处理对种子发芽初始时间的影响

6-BA浓度及其与处理时间的交互作用、发芽温度及6-BA浓度、处理时间和温度三者的交互作用对种子发芽初始时间影响极显著($P<0.01$), 而处理时间、6-BA浓度与温度的交互作用、处理时间与温度的交互作用对种子发芽初始时间影响不显著($P>0.05$)。各处理中, 200 mg·L⁻¹ 6-BA处理1 d的种子在5 °C-25 °C-5 °C变温下、处理2 d和3 d的种子在25 °C-5 °C变温下的发芽初始时间均为33 d (表2)。

表2 200 mg·L⁻¹的6-BA与温度互作对花楸树种子萌发的影响

Table 2 Effects of combined treatments of 200 mg·L⁻¹ 6-BA with different temperature patterns on seed germination of *S. pohuashanensis*

种子处理		种子萌发指标		
发芽温度/°C	200 mg·L ⁻¹ 6-BA 处理时间/d	发芽初始时间/d	发芽率/%	发芽势/%
5 (恒温)	1	38.00±0 ^{Bb}	22.54±8.70 ^{BCcd}	18.35±6.81 ^{BCcd}
	2	38.00±0 ^{Bb}	13.61±9.88 ^{Cd}	12.07±8.30 ^{Cd}
	3	58.67±6.35 ^{Aa}	18.59±5.33 ^{Ccd}	12.42±2.57 ^{Cd}
5-25-5 (变温)	1	33.00±0^{Bb}	35.38±9.53 ^{ABCbc}	30.71±8.06 ^{ABCbc}
	2	58.67±6.35 ^{Aa}	52.35±14.80 ^{ABab}	44.65±12.36 ^{ABab}
	3	55.67±10.97 ^{Aa}	33.95±3.41 ^{ABCbc}	26.40±6.08 ^{BCbcd}
25-5 (变温)	1	39.67±5.77 ^{Bb}	38.37±7.17 ^{ABCbc}	30.97±0.90 ^{ABCbc}
	2	33.00±0^{Bb}	62.25±14.92^{Aa}	57.88±8.20^{Aa}
	3	33.00±0^{Bb}	28.92±17.63 ^{BCcd}	27.21±15.99 ^{BCbcd}

其他处理的数据经统计检验差异不显著, 故没有列出。

2.2 6-BA和温度互作处理对种子发芽率的影响

6-BA浓度、处理时间、发芽温度、时间和温度的交互作用及三者的交互作用对种子发芽率的影响均为极显著($P<0.01$), 而6-BA浓度与时间的交互作用以及6-BA浓度与温度的交互作用的影响差异不显著($P>0.05$)。各处理中, 200 mg·L⁻¹ 6-BA处理2 d的种子在25 °C-5 °C变温下的发芽率最高(62.25%), 其次是5 °C-25 °C-5 °C变温下(52.35%), 最后是5 °C恒温下(13.61%)。相同时间(2 d)和温度(25 °C-5 °C)下, 50~200 mg·L⁻¹范围内, 种子发芽率随6-BA浓度升高而增加(图1)。

2.3 6-BA和温度互作处理对种子发芽势的影响

6-BA浓度、处理时间、发芽温度、处理时间与

发芽温度的交互作用及三者的交互作用对种子发芽势的影响极显著($P<0.01$), 6-BA浓度与发芽温度及处理时间的交互作用对种子发芽势影响不显著($P>0.05$)。各处理中, 200 mg·L⁻¹ 6-BA处理2 d的种子在25 °C-5 °C变温条件下发芽势最高(57.88%, 表2)。

综上分析: 外源6-BA与温度互作处理可以显著促进花楸树种子的萌发。200 mg·L⁻¹ 6-BA溶液中吸胀2 d后经历25 °C-5 °C变温处理对种子萌发的促进效果最佳, 与对照相比, 可极显著缩短种子发芽初始时间, 极显著提高种子发芽率和种子发芽势。

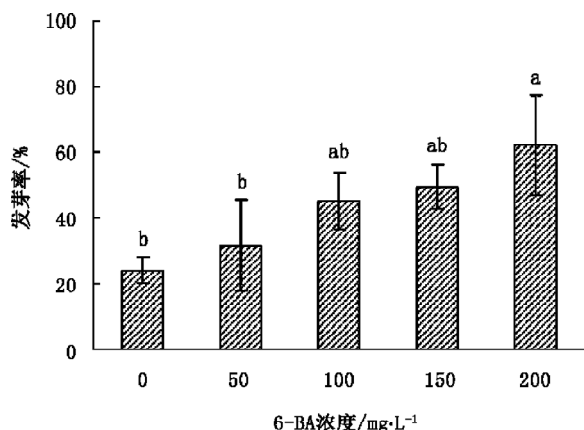


图1 不同浓度 6-BA 处理 2 d 对 25 °C-5 °C 变温条件下的花楸树种子发芽率的影响

Fig.1 Effects of 2 days treatments of 6-BA in different concentrations on seed germination percentage of *S. pohuashanensis* followed by 25 °C-5 °C temperature change treatment

不同小写字母表示不同处理浓度的发芽率在 0.05 水平上存在显著差异。

3 GA₃和温度互作处理对种子萌发的影响

3.1 GA₃和温度互作处理对种子发芽初始时间的影响 GA₃浓度和发芽温度的交互作用对种子发芽初始时间影响显著($P<0.01$), 而 GA₃浓度、处理时间及其与 GA₃浓度的交互作用、发芽温度及其与处理时间交互作用和三者之间交互作用对种子发芽初始时间影响不显著($P>0.05$)。各处理中, 100 mg·L⁻¹

GA₃处理 1 d 的种子在 5 °C 恒低温下发芽初始时间最短(41.33 d, 表 3)。

3.2 GA₃和温度互作处理对种子发芽率的影响 GA₃处理种子后, 只有发芽温度对种子发芽率影响极显著($P<0.01$), 而 GA₃浓度、处理时间、浓度与时间的交互作用、发芽温度与 GA₃浓度的交互作用、发芽温度与处理时间的交互作用及三者交互作用的影响均不显著($P>0.05$)。各处理中, 150 mg·L⁻¹ GA₃处理 1 d 的种子在 25 °C-5 °C 变温条件下发芽率最高(40.97%, 表 3)。

3.3 GA₃和温度互作处理对种子发芽势的影响 GA₃处理种子后, 只有发芽温度对种子发芽势影响极显著($P<0.01$), 而 GA₃浓度、处理时间、浓度与时间的交互作用、发芽温度与 GA₃浓度的交互作用、发芽温度与处理时间的交互作用及三者间交互作用的影响均不显著($P>0.05$)。各处理中, 100 mg·L⁻¹ GA₃处理 2 d 的种子在 25 °C-5 °C 变温条件下的发芽势最高(33.05%, 表 3)。

综上分析: 外源赤霉素与温度互作处理对花楸树种子萌发的促进效果没有 6-BA 显著, 较低浓度的赤霉素并不直接影响花楸树种子的萌发。这与 Ali-Rachedi 等(2004)的研究结果类似。Ali-Rachedi 等(2004)曾报道过 Cvi (cape verde islands) 生态型拟南芥种子的休眠可以被后熟、层积或硝酸盐解除, 但不能被 35 mg·L⁻¹ 赤霉素解除。吴超(2007)的研究表明, 较高浓度(1 500 mg·L⁻¹和 1 000 mg·L⁻¹) GA₃

表 3 GA₃与温度互作对花楸树种子萌发的影响

Table 3 Effects of combined treatments of GA₃ with temperature patterns on seed germination of *S. pohuashanensis*

种子处理			种子萌发指标		
GA ₃ 浓度 / mg·L ⁻¹	发芽温度 / °C	GA ₃ 处理时间 / d	发芽初始时间 / d	发芽率 / %	发芽势 / %
100	5 (恒温)	1	41.33±2.89 ^{Bd}	9.30±0.62 ^{CDde}	7.34±1.40 ^{Bcde}
		2	51.33±5.77 ^{ABbcd}	6.76±3.34 ^{CDde}	4.77±1.00 ^{Bde}
		3	43.00±0 ^{Bd}	17.38±11.60 ^{BCDcd}	14.84±11.58 ^{ABcd}
	25-5 (变温)	1	59.33±9.07 ^{ABabc}	23.10±10.52 ^{ABCbc}	17.58±6.82 ^{ABbc}
		2	48.00±0 ^{ABcd}	38.62±7.91 ^{ABab}	33.05±12.31 ^{Aa}
		3	58.00±0 ^{ABabc}	30.45±10.60 ^{ABabc}	29.34±10.58 ^{ABab}
150	5 (恒温)	1	65.33±12.70 ^{Aa}	5.25±3.94 ^{De}	3.95±2.61 ^{Be}
		2	61.67±6.35 ^{Aa}	6.40±0.58 ^{CDde}	4.73±1.34 ^{Bde}
		3	51.67±15.01 ^{ABbcd}	8.79±4.67 ^{CDde}	6.50±3.33 ^{Bcde}
	25-5 (变温)	1	48.00±0 ^{ABcd}	40.97±3.70 ^{Aa}	28.65±6.68 ^{ABab}
		2	51.33±5.77 ^{ABbcd}	18.92±13.92 ^{BCDcd}	14.54±9.84 ^{BCde}
		3	48.00±0 ^{ABcd}	33.39±4.62 ^{ABab}	28.99±3.00 ^{ABab}

其他处理的数据经统计检验差异不显著, 故没有列出。

对花楸树种子萌发的促进效果大于 $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ABA。分析是由于处理方法不同(外源赤霉素浓度、处理时间及发芽温度均不同)使得赤霉素对种子内源激素动态平衡的影响和(或)作用机制不同,并最终对种子休眠与萌发产生不同影响效果的原因。Feurtado等(2007)认为赤霉素对ABA内部平衡的短暂中断可以被ABA的生物合成和倾向于代谢产物运输的分解代谢间的比例所替换。因此推测,较低浓度的赤霉素处理不足以显著影响ABA的内部平衡可能是本研究中赤霉素不能显著促进花楸树种子萌发的原因。

4 ABA和温度互作处理对种子萌发的影响

4.1 ABA和温度互作处理对种子发芽初始时间的影响 ABA浓度、ABA浓度与处理时间的交互作用、ABA浓度与发芽温度的交互作用及发芽温度对发芽初始时间影响极显著($P<0.01$), 而处理时间、处理时间与温度的交互作用、ABA浓度与处理时间和温度三者的交互作用的影响均为显著($P<0.05$)。各处理中, $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ABA处理1 d的种子在 $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的发芽初始时间最短(约33 d, 短于对照的51 d), $150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ABA处理3 d的种子在 $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的发芽初始时间最长(88.00 d, 表4)。

表4 ABA和 $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温互作对花楸树种子萌发的影响

Table 4 Effects of combined treatments of ABA and $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ temperature on seed germination of *S. pohuashanensis*

种子处理		种子萌发指标		
ABA浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	ABA处理时间/d	发芽初始时间/d	发芽率/%	发芽势/%
50	1	32.67±2.89 ^{Ee}	16.14±6.33 ^{Aa}	15.77±5.70 ^{Aa}
	2	44.00±6.93 ^{CDEde}	12.84±7.10 ^{ABab}	11.30±5.53 ^{ABab}
	3	42.00±6.00 ^{DEde}	3.29±2.91 ^{BCd}	2.46±2.19 ^{BCc}
100	1	54.67±11.55 ^{BCDEbcd}	10.85±6.38 ^{ABabc}	9.33±3.78 ^{ABab}
	2	57.33±16.17 ^{BCDEbcd}	4.15±2.68 ^{ABCbcd}	3.67±1.85 ^{BCbc}
	3	63.00±4.58 ^{ABCDbc}	4.93±2.32 ^{ABCbcd}	4.57±1.69 ^{ABCbc}
150	1	66.67±18.04 ^{ABCDb}	7.00±3.76 ^{ABCabd}	6.09±3.65 ^{ABCbc}
	2	46.33±15.50 ^{BCDEde}	3.30±2.97 ^{BCd}	2.92±2.54 ^{BCc}
	3	88.00±4.00 ^{Aa}	2.94±1.71 ^{BCcd}	1.39±1.53 ^{Cc}
200	1	69.00±8.89 ^{ABCb}	6.97±2.77 ^{ABCabd}	5.48±2.50 ^{ABCbc}
	2	54.00±5.57 ^{BCDEbcd}	5.87±1.62 ^{ABCabd}	5.06±1.50 ^{ABCbc}
	3	71.00±9.00 ^{ABab}	1.41±1.53 ^{Cd}	1.41±1.53 ^{Cc}

其他处理的数据经统计检验差异不显著, 故没有列出。

4.2 ABA和温度互作处理对种子发芽率的影响 ABA处理时间、发芽温度及ABA浓度、处理时间和温度三者的交互作用对种子发芽率影响极显著($P<0.01$), 处理时间与ABA浓度的交互作用、处理时间与温度的交互作用对种子发芽率影响显著($P<0.05$), 而ABA浓度及其与温度的交互作用对种子发芽率影响不显著($P>0.05$)。各处理中, $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ABA处理3 d的种子在 $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的发芽率最低(1.41%, 表4), 极显著低于相同温度条件下的对照种子($P<0.01$)。

4.3 ABA和温度互作处理对种子发芽势的影响 ABA处理时间、发芽温度、ABA浓度与时间和发芽温度的交互作用对种子发芽势影响极显著($P<0.01$); ABA浓度、ABA浓度与时间的交互作用、ABA浓

度与发芽温度的交互作用对种子发芽势影响不显著($P>0.05$)。各处理中, $150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ABA处理3 d的种子在 $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的发芽势最低(1.39%, 表4), 极显著低于相同温度条件下的对照种子($P<0.01$)。

综上所述: 外源ABA浓度对花楸树种子发芽初始时间影响极显著, $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ABA缩短了种子发芽初始时间, 而较高浓度ABA则使种子发芽初始时间延长。较长时间(3 d)的ABA处理与 $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温互作处理极显著降低了种子的发芽率和发芽势, 抑制了花楸树种子的萌发。

外源植物生长物质浸泡种子可以打破种子内源激素的平衡, 使ABA含量显著增加或是减少, 从而影响种子的休眠和萌发(Ali-Rachedi等2004; Feurtado等2007)。虽然休眠种子中常具有较高的

ABA水平,解除休眠或非休眠种子中ABA水平相对较低,但在种子休眠解除过程中种皮和胚内的ABA含量并非一直呈降低趋势,而是经历降低-升高-再降低的变化过程,如斐东等(2002)对美国黑核桃种子、Ali-Rachedi等(2004)对拟南芥种子、杨玲等(2008)对花楸树种子的研究结果。因此推测,较低浓度的ABA短时间处理可能影响了ABA的内部平衡,抑制ABA的合成或阻止ABA及其代谢产物的分解和(或)运输,因而表现为花楸树种子发芽初始时间缩短、种子发芽率和发芽势有所增加。

综上所述,在50~200 mg·L⁻¹浓度范围内,外源6-BA与温度互作处理对花楸树种子萌发的促进作用大于GA₃,ABA与温度互作处理虽然可以缩短花楸树种子发芽初始时间,但对种子发芽率和发芽势无显著促进作用。各处理中,以200 mg·L⁻¹ 6-BA溶液中吸胀2 d后经历25 °C-5 °C变温处理对花楸树种子萌发的促进效果最佳,可以极显著缩短种子发芽初始时间、提高种子发芽率和发芽势,实现提高花楸树种子发芽率、缩短发芽时间、增加发芽整齐度的目的。本研究结果为建立精准有效的花楸树种子催芽处理方法,改善花楸树苗木繁殖现状奠定了基础。

参考文献

金飏,陈宇,王莉,丁玲,周武忠(2005). 影响琼花种子休眠的因素. 植物生理学通讯, 41 (5): 610~612

- 李秉真,乌云,田瑞华,索兰弟,李雄(1998). 山楂种子休眠与后熟期间内源激素的变化. 植物生理学通讯, 34 (4): 254~256
- 裴东,张俊佩,石永森,徐虎智(2002). 层积催芽对美国黑核桃种子发芽和苗木生长的影响. 林业科学, 38 (5): 73~77
- 沈海龙,杨玲,张建瑛,冯丹丹,范少辉(2006). 花楸种子休眠影响因素与萌发特性研究. 林业科学, 42 (10): 133~138
- 吴超(2007). 花楸树群体遗传结构及种子催芽技术研究[硕士学位论文]. 北京: 中国林业科学研究院
- 杨玲,沈海龙,梁立东,刘春莘(2008). 人工干燥和冷层积过程中的花楸树种子中内源激素含量变化. 植物生理学通讯, 44 (4): 682~687
- 张秋香,武绍波,杨荣萍,吴兴恩(2004). 果树种子休眠原因及解除休眠的方法. 山西果树, (1): 31~33
- Ali-Rachedi S, Bouinot D, Wagner MH, Bonnet M, Sotta B, Grappin P, Jullien M (2004). Changes in endogenous abscisic acid levels during dormancy release and maintenance of mature seeds: studies with the Cape Verde Islands ecotype, the dormant model of *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 219: 479~488
- Feurtado JA, Yang J, Ambrose SJ, Cutler AJ, Abrams SR, Kermode AR (2007). Disrupting abscisic acid homeostasis in western white pine (*Pinus monticola* Dougl. Ex D. Don) seeds induces dormancy termination and changes in abscisic acid catabolites. *J Plant Growth Regul*, 26: 46~54
- Lenartowicz A (1988). Warm-followed-by-cold stratification of mountain-ash (*Sorbus aucuparia* L.) seeds. *Acta Hort*, 226: 231~238
- Zentsch W (1970). Stratification of *Sorbus aucuparia* L. seeds. In: Bialobok S, Suszka B (eds). *Proceedings, International Symposium on Seed Physiology of Woody Plants*. Kornik, Poland: Institute of Dendrology and Kornik Arboretum, 127~132