

doi:10.11937/bfyy.20181994

不同激素对油用牡丹上胚轴萌发的影响

路 森¹, 康兴娇², 赵玉芬², 储博彦²

(1. 河北省花卉管理中心, 河北 石家庄 050081; 2. 河北省林业科学研究院, 河北 石家庄 050061)

摘 要:以‘凤丹白’胚根大于 3 cm 的种子为试验材料, 采用全因子试验方法, 研究了 GA₃、NAA 和 6-BA 3 种激素的不同浓度和时间对胚根种子的萌芽率、发芽指数和初萌期的影响, 以期为苗木生产提供依据。结果表明: GA₃ 500 mg · L⁻¹ 处理 16 h, 其萌芽率、发芽指数和初萌期分别为 98.89%、0.28 和 77.00 d, 发芽指数显著高于对照、初萌期显著比对照提早了 13.33 d; NAA 100 mg · L⁻¹ 和 6-BA 100 mg · L⁻¹ 对‘凤丹白’上胚轴萌发均没有明显的促进或抑制作用, 300 mg · L⁻¹ NAA 和 6-BA、500 mg · L⁻¹ NAA 和 6-BA 不论浸种时间长短均明显地抑制了‘凤丹白’种子的萌芽率和发芽指数; 同时, 500 mg · L⁻¹ NAA 显著地延长了‘凤丹白’种子的初萌期, 说明 500 mg · L⁻¹ NAA 严重抑制了‘凤丹白’种子的生长发育。

关键词:油用牡丹; 激素; 萌芽率; 发芽指数; 初萌期

中图分类号:S 567.1⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)02-0089-06

牡丹(*Paeonia suffruticosa*)属芍药科芍药属牡丹组植物, 中国是牡丹组植物起源和发展中心^[1]。牡丹作为中国独有的原生树种, 有着悠久的栽培历史, 是我国重要的药用植物和观赏植物。随着社会的进步和经济的发展, 人们发现牡丹籽中含有丰富的油料资源, 牡丹籽的出油率可高达 22%^[2-3]。2011 年 3 月, 国家卫生部发布了关于批准牡丹籽油作为新资源食品的公告, 油用牡丹列入国家积极倡导和重点支持的优势产业项目^[4]。油用牡丹结实能力强、能够用来生产种籽、加工食用牡丹籽油。油用牡丹是多年生木本植物, 一年栽多年收, 加之栽培技术简单、病虫害少, 省工省时, 经营成本较低^[5]。牡丹籽油含不饱和脂肪酸高达 92.26%, 特别是其中的 α-亚麻酸含

量高达 42.34%~49.00%, 多项指标超过了被称为“液体黄金”的橄榄油^[6]。

凤丹(*Paeonia ostii*)和紫斑牡丹(*Paeonia rockii*)种子从播种到获得牡丹实生苗长达 8 个月或更久^[7-9]。牡丹种子成熟当年秋季播种, 胚根发育成根后, 上胚轴不伸长, 必须经过一定的低温期和低温值后, 才能解除休眠而出土发芽^[10]。生产上错过了秋季最佳的播种时间, 就难以获得较高的成苗率甚至一棵苗也不出, 直到翌年春节才能出苗。前人在打破牡丹种子上胚轴休眠方面已做了不少研究, 但由于处理的环境条件不同, 研究结果不尽一致^[8, 11-12]。为此, 课题组以根长大于 3 cm 凤丹种子为试验材料, 利用赤霉素(GA₃)、萘乙酸(NAA)和 6-苄氨基嘌呤(6-BA)3 种激素不同浓度和不同时间, 采用塑料冷棚, 模拟近自然的环境条件, 系统地研究解除凤丹种子上胚轴萌发的激素种类和处理时间, 为油用牡丹种苗的生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试‘凤丹白’(*Paeonia ostii* ‘Feng Dan

第一作者简介:路森(1982-), 男, 硕士, 高级工程师, 现主要从事园林植物引进与栽培等研究工作。E-mail: hhzx518@163.com.

责任作者:赵玉芬(1974-), 女, 本科, 正高级工程师, 现主要从事园林植物的育种与栽培和组培快繁技术等研究工作。E-mail: hbzyf74@163.com.

基金项目:河北省林业科学技术研究资助项目(1501467)。

收稿日期:2018-08-13

Bai')种子采自河北省河间市华奕苗木专业种植专业合作社油用牡丹生产基地,2016年8月3—5日采收,将蒴果放于阴凉处阴干处理2周左右,待果荚开裂,将成熟种子取出,阴干,备用。试验开始时间为2016年9月27日。采用9 cm×9 cm的营养钵育苗,基质为园土:油葵秆:牛粪=6:2:1。

1.2 试验方法

清水浸种24 h后,取出饱满下沉的种子,用0.5%高锰酸钾溶液浸泡消毒2 h后将种子与河沙按1:3(V/V)混匀,进行沙藏。注意保持河沙湿润,定期观察生根情况,待根长大于3 cm时待用。将根长大于3 cm的凤丹种子分别用GA₃、NAA和6-BA 100、300、500 mg·L⁻¹的溶液浸泡8、12、16 h,然后播于营养钵中。每个营养钵播种3粒种子,每处理30粒种子,重复3次。对照组清水浸泡16 h。于2016年11月15日播种,然后置于塑料大棚(冷棚)中培养,并覆地膜保温。

1.3 项目测定

自第一棵幼苗出土开始,每3 d记录一次出苗数,连续2次没有新苗出土,视为发芽完全(2017年3月14日)。从播种到第一棵苗出土萌芽的天数,记录为初萌期,并计算各处理的萌芽率和发芽指数。萌芽率(%)=萌芽种子数/试验种子数×100;发芽指数=播种后一段时间内发芽数/相应的发芽天数^[13]。

1.4 数据分析

通过SPSS 17.0软件中的单因素方差分析(One-way ANOVA)、Duncan(D)多重比较法进行数据分析。

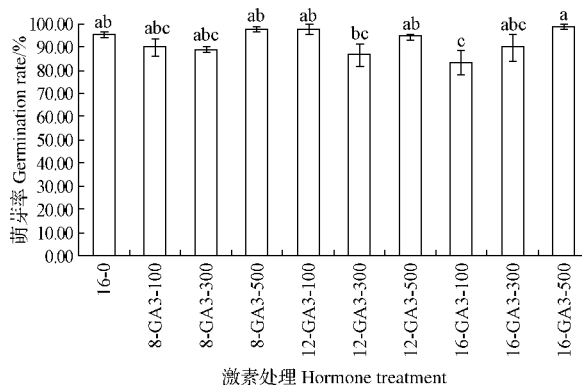
2 结果与分析

2.1 不同激素处理对‘凤丹白’种子萌芽率的影响

2.1.1 GA₃不同时间和浓度处理对‘凤丹白’种子萌芽率的影响

由图1可知,‘凤丹白’种子的萌芽率除GA₃ 100 mg·L⁻¹浸种16 h外,其余处理均与对照(95.56%)无显著差异,且GA₃ 500 mg·L⁻¹浸种16 h时的萌芽率最高,达98.89%。GA₃ 100 mg·L⁻¹处理,随浸种时间的延长,其萌芽率先升高后降

低;GA₃ 300 mg·L⁻¹和500 mg·L⁻¹处理,随浸种时间的延长,其萌芽率先降后升。当浸种时间为8 h和16 h时,其萌芽率随GA₃浓度的增加呈上升趋势;当浸种时间为12 h时,其萌芽率随GA₃浓度的增加先降低后升高,呈波动变化,但3个处理浓度之间不存在显著差异。因此,GA₃ 100、300 mg·L⁻¹不利于其萌芽率的提高,GA₃ 500 mg·L⁻¹处理8~16 h均可提高‘凤丹白’种子的萌芽率。



注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。

Note: Different lowercase letters in the figure indicate significant differences ($P < 0.05$). The same below.

图1 GA₃不同处理时间和浓度对‘凤丹白’种子萌芽率的影响

Fig 1 Effects of different treatment time and concentration of GA₃ on seed germination rate of ‘Feng Dan Bai’ seeds

2.1.2 NAA不同时间和浓度处理对‘凤丹白’种子萌芽率的影响

由图2可知,NAA 300 mg·L⁻¹浸种12 h和16 h及NAA 500 mg·L⁻¹浸种8、12、16 h时,‘凤丹白’种子上胚轴的萌芽率显著地低于对照。NAA 100 mg·L⁻¹浸种8、12 h及NAA 300 mg·L⁻¹浸种8 h时,‘凤丹白’种子的萌芽率虽低于对照,但均与对照无显著差异,仅NAA 100 mg·L⁻¹16 h与对照萌芽率相同,达到了95.56%。当浸种时间8 h时,其萌芽率随NAA浓度的增加先升后降,浸种12、16 h时,随NAA浓度的升高而下降;随着NAA浓度升高,其萌芽率随浸种时间的延长先降后升。综上所述,NAA 100 mg·L⁻¹对‘凤丹白’上胚轴萌发没有明显的促进或抑制作用,NAA 300、NAA 500 mg·L⁻¹

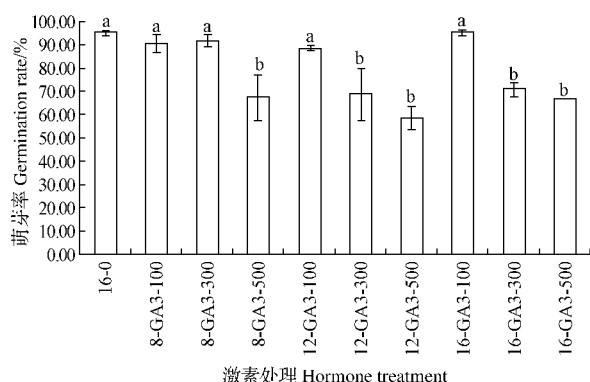


图2 NAA不同处理时间和浓度对‘凤丹白’种子萌芽率的影响

Fig. 2 Effects of different treatment time and concentration of NAA on seed germination rate of ‘Feng Dan Bai’ seeds

有明显的抑制作用。

2.1.3 6-BA不同时间和浓度处理对‘凤丹白’种子萌芽率的影响

由图3可知,用6-BA 100 mg · L⁻¹处理‘凤丹白’种子,其萌芽率与对照无显著差异,且6-BA 100 mg · L⁻¹浸种12 h萌芽率最高,达96.67%。6-BA 100、500 mg · L⁻¹处理,其萌芽率随浸种时间的延长先升后降;而6-BA 300 mg · L⁻¹随浸种时间的延长其萌芽率逐渐降低。当浸种时间一定时,‘凤丹白’种子的萌芽率随6-BA浓度的升高而下降,特别是6-BA 500 mg · L⁻¹处理16 h,其萌芽率急剧下降,仅为6.66%。由此可知,6-BA 100 mg · L⁻¹对‘凤丹白’上胚轴萌发没有明显的促进或抑制作用,6-BA 500 mg · L⁻¹长时间的处理将会严重抑制凤丹种子上胚轴的萌发。

2.2 不同激素处理对‘凤丹白’种子发芽指数的影响

2.2.1 GA₃不同浓度和时间处理对‘凤丹白’种子发芽指数的影响

由表1可知,GA₃ 500 mg · L⁻¹浸种16 h的发芽指数显著高于对照,其发芽指数为0.28;而其它处理的发芽指数均与对照无显著差异。浓度一定时,随着浸泡时间的延长,各处理间的发芽指数无显著性差异。当浸种时间为8、12 h时,各浓度处理的发芽指数没有显著性差异;当浸种时间为16 h时,GA₃ 500 mg · L⁻¹发芽指数与GA₃

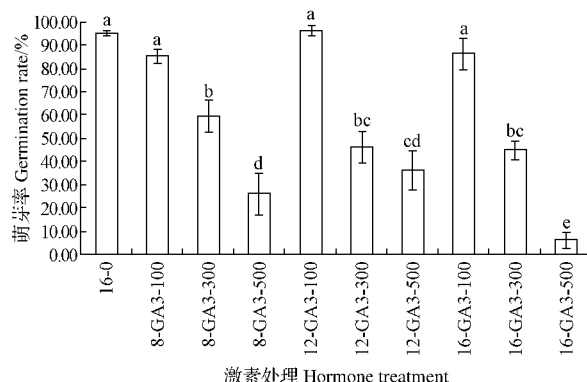


图3 6-BA不同处理时间和浓度对‘凤丹白’种子萌芽率的影响

Fig. 3 Effects of different treatment time and concentration of 6-BA on seed germination rate of ‘Feng Dan Bai’ seeds

300 mg · L⁻¹差异不显著,与GA₃ 100 mg · L⁻¹呈显著性差异。

2.2.2 NAA不同浓度和时间处理对‘凤丹白’种子发芽指数的影响

从表1可以看出,NAA 100 mg · L⁻¹浸种8、12、16 h及NAA 300 mg · L⁻¹浸种8 h时,‘凤丹白’种子的发芽指数均与对照无显著性差异,而其余处理的发芽指数均显著低于对照。说明NAA 100 mg · L⁻¹浸种8、12、16 h及NAA 300 mg · L⁻¹浸种8 h对‘凤丹白’种子的发芽指数没有明显的抑制作用,其它浓度和处理时间均产生了显著的抑制作用,NAA不适宜做‘凤丹白’种子萌发的处理剂。

2.2.3 6-BA不同浓度和时间处理对‘凤丹白’种子发芽指数的影响

由表1可知,6-BA 100 mg · L⁻¹处理8、12、16 h其发芽指数与对照无显著差异;而6-BA其它浓度和时间处理均显著低于对照。当6-BA浓度为300 mg · L⁻¹时,随浸种时间的延长发芽指数逐渐降低,12、16 h发芽指数相同。当6-BA浓度为500 mg · L⁻¹时,随浸种时间的延长发芽指数先小幅升高后急剧下降。当浸种时间一定时,随6-BA浓度的升高,‘凤丹白’种子的发芽指数急剧下降。因此,100 mg · L⁻¹ 6-BA处理,对‘凤丹白’的发芽指数没有明显的促进作用;而高浓度的6-BA不论浸种时间长短均明显地抑制了‘凤丹白’种子的发芽指数,且6-BA浓度越高、浸种

表 1 3 种激素不同处理时间和浓度对
‘凤丹白’种子发芽指数的影响

Table 1 Effects of different treatment time and concentration of
3 hormones on germination index of ‘Feng Dan Bai’ seeds

时间 Time /h	浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	发芽指数 Germination index		
		GA ₃	NAA	6-BA
8	对照	0.24±0.00b	0.24±0.00a	0.24±0.00a
	100	0.25±0.01ab	0.23±0.01a	0.24±0.01a
	300	0.24±0.01b	0.23±0.01a	0.17±0.02b
	500	0.25±0.01ab	0.17±0.03b	0.08±0.02d
12	100	0.27±0.01ab	0.24±0.01a	0.25±0.00a
	300	0.24±0.01b	0.18±0.03b	0.13±0.02bc
	500	0.26±0.00ab	0.15±0.01b	0.10±0.02cd
	100	0.24±0.01b	0.24±0.00a	0.24±0.02a
16	300	0.25±0.01ab	0.18±0.01b	0.13±0.01bc
	500	0.28±0.01a	0.17±0.00b	0.02±0.01e

注:数据为平均值±标准误,同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: The data refers to mean ± standard error, different lowercase letters indicate significant differences after the same column data significant differences ($P<0.05$). The same below.

时间越长,发芽指数越低。

2.3 不同激素处理对‘凤丹白’种子初萌期的影响

由表 2 可知,当 GA₃ 浓度一定时,随浸种时间的延长,‘凤丹白’种子的初萌期逐渐缩短;当浸种时间一定时,初萌期随 GA₃ 浓度的增加呈缩短的趋势;100 mg · L⁻¹ GA₃ 浸种 8 h 与对照无显著差异,而其余 GA₃ 处理均显著优于对照,且 500 mg · L⁻¹ GA₃ 浸种 16 h 的初萌期为 77.00 d,显著优于其它处理,较对照(90.33 d)提前了 13.33 d。当 NAA 和 6-BA 浓度一定时,随浸种时间的延长,其初萌期天数先延长后逐渐缩短,只有 100 mg · L⁻¹ NAA 的初萌天数随着时间的延长而缩短;但当浸种时间一定时,初萌期分别随着 NAA 和 6-BA 浓度的增加逐渐延长。NAA 500 mg · L⁻¹ 浸种 8、12 h 的初萌期显著高于对照,而其它浓度和时间的 NAA 处理与对照无显著差异;100 mg · L⁻¹ 和 300 mg · L⁻¹ 6-BA 浸种 16 h 时的初萌期均为 83.00 d,可提早萌芽 7.33 d,与对照有显著性差异;其它 6-BA 浓度和时间的处理与对照均无显著差异。因此,一定浓度的 GA₃ 有助于提早‘凤丹白’种子的初萌期,而高浓度的 NAA 和 6-BA 不利于提早‘凤丹白’种子的初萌期。

表 2 3 种激素不同处理时间和浓度对
‘凤丹白’种子初萌期的影响

Table 2 Effects of different treatment time and concentration of
3 hormones on the first sprouting day of ‘Feng Dan Bai’ seeds

时间 Time /h	浓度 Concentration /(mg · L ⁻¹)	初萌期 The first sprouting day/d		
		GA ₃	NAA	6-BA
8	对照	90.33±2.96d	90.33±2.96abc	90.33±2.96b
	100	87.33±1.67cd	89.00±0.00abc	84.00±1.00ab
	300	85.00±2.00bc	89.67±0.33abc	84.00±1.00ab
	500	85.00±1.00bc	97.33±2.91d	87.00±1.00ab
12	100	84.00±1.00bc	86.00±1.73a	87.33±2.19ab
	300	84.33±0.88bc	92.67±2.03bcd	89.67±3.76b
	500	80.33±1.33ab	97.67±0.88d	89.33±1.67ab
	100	83.00±0.00bc	87.00±1.00ab	83.00±0.00a
16	300	83.00±0.00bc	90.33±2.96abc	83.00±0.00a
	500	77.00±0.00a	94.33±2.19cd	87.00±2.00ab

3 结论与讨论

牡丹种子具有双休眠特性,而且上胚轴的休眠更为典型,种子萌发需要经历严格有序的后熟、长根和长芽阶段,某一阶段的条件不能满足或不按上述顺序进行,即不能萌发成苗^[7,14]。

姜方芳等^[15]的研究发现,GA₃ 溶液浸泡能打破黄牡丹种子上胚轴休眠,促进生根种子提前发芽,尤其是对根长>3 cm 的种子发芽更为有效。林松明等^[11]研究认为 300 mg · L⁻¹ GA₃ 处理 12 h 对打破根长>4 cm 的凤丹种子上胚轴休眠具有较好的作用,其发芽率最高达到 98%,初萌期为 31 d;6-BA 和 IBA 的效果较差,发芽率最高分别为 86%和 67%;张玉刚等^[12]报道的>4 cm 的凤丹种子上胚轴休眠可以被 100 mg · L⁻¹ GA₃ 处理 24 h 打破;范丙友等^[16]的研究认为,用 100 mg · L⁻¹ 或 200 mg · L⁻¹ 的 GA₃ 浸泡根长 5 cm 的牡丹种子 2 h,其发芽率分别达到 82.7%和 90.1%;而周仁超等^[8]以 100、200 mg · L⁻¹ GA₃ 浸泡根长>3 cm 紫斑种子 24 h,沙子层积法保持 15 °C 恒温 3 个月,其萌发情况与对照无明显效果。谭逸明等^[17]将根长大于 3 cm 的凤丹种子用 200 mg · L⁻¹ GA₃ 浸泡 24 h 后,20 d 后的胚芽发芽率可达 86%以上;同时其还认为 IAA 100 mg · L⁻¹、6-BA 100 mg · L⁻¹ 浸泡种子 24 h 对胚根的萌发与对照没有显著性影响,IAA 300 mg · L⁻¹、6-BA 500 mg · L⁻¹ 高浓度的处理对胚根的萌发产生了抑制作用,这与该研究 NAA 和 6-BA 各浓度处理凤丹种子上胚轴得出的结论完全一致。

钱仙云等^[18]研究表明根长 ≥ 4 cm 凤丹种子用 GA_3 $300\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浸泡 24 h, 其发芽率 78.7%、发芽指数 0.42、初萌期 45 d, 显著高于对照。钱仙云等^[18]的研究与该研究均在冬季没有加温设施的塑料大棚内进行, 与该研究相比, 其初萌期短、发芽指数高, 但其发芽率明显较低, 这可能是因为南京的冬季气温即满足了打破凤丹种子上胚轴休眠所需的低温量, 又满足了上胚轴生长伸长所需的最低温度。而石家庄地区的冬季低温较南京地区持续时间长, 回温晚, 在凤丹种子上胚轴休眠打破的条件下, 上胚轴萌发需要一定的热量积累, 因此与南京相比, 初萌期较长, 发芽指数较低。该试验 GA_3 处理的萌芽率 98.89% 与对照 95.56% 的萌芽率不存在显著差异, 分析原因可能与自然的低温时间较长有关, 不管是哪种处理均满足了打破上胚轴休眠的需冷量。

综上所述, 该试验于 9 月底对‘凤丹白’种子进行沙藏生根处理, 11 月中下旬播种, 较大田生产的播种时间推迟 2 个多月后, $500\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ GA_3 浸种 16 h 其萌芽率、发芽指数和初萌期均较好, 是用于解决生产上秋季暂时无空闲地延期播种的问题有效途径和方法。

参考文献

- [1] 李保印, 周秀梅, 蒋细旺, 等. 牡丹种及品种亲缘关系的分子生物学研究进展[J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(1): 121-126.
- [2] 陈慧玲, 杨彦伶, 张新叶, 等. 油用牡丹研究进展[J]. 湖北林

业科技, 2013, 42(5): 41-44.

- [3] 任鸿雁. 油用牡丹的种子萌发和容器育苗试验研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2016.
- [4] 周琳, 王雁. 我国油用牡丹开发利用现状及产业化发展对策[J]. 世界林业研究, 2014(1): 68-71.
- [5] 增秀丽. 西藏油用牡丹的生产和研究进展[J]. 西藏农业科技, 2016, 38(1): 9-11.
- [6] 李育才. 我的“中国梦”[N]. 中国绿色时报, 2013-11-5(A02).
- [7] 郑相穆, 周阮宝, 谷丽萍, 等. 凤丹种子的休眠和萌发特性[J]. 植物生理学通讯, 1995, 31(4): 260-262.
- [8] 周仁超, 姚崇怀, 潘俊, 等. 紫斑牡丹休眠和萌发特性初步研究[J]. 湖北农业科学, 2002(1): 59-60.
- [9] 郭丽萍. 种子休眠原因及休眠解除方法研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [10] 王莲英. 中国牡丹品种图志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [11] 林松明, 徐迎春, 蔡志仁, 等. 打破凤丹种子上胚轴休眠的研究[J]. 江苏农业科学, 2006(1): 84-86.
- [12] 张玉刚, 郭绍霞, 王莲英. 牡丹容器育苗的初步研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(1): 182-184.
- [13] 陶嘉陵, 郑光华. 种子活力[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [14] 成仿云, 李嘉钰. 中国牡丹的输出及其在国外的发展 I: 栽培牡丹[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 1998(1): 112-119.
- [15] 姜方芳, 赵林森, 李宗艳. 昆明西山野生黄牡丹种子休眠与萌发特性初步研究[J]. 西南林学院学报, 2007, 27(5): 34-37.
- [16] 范丙友, 高水平, 史国安, 等. 赤霉素和低温打破牡丹上胚轴休眠技术研究[J]. 种子, 2007, 26(3): 1-3.
- [17] 谭逸明, 黄雨清, 王千, 等. 不同处理对凤丹种子萌发的影响[J]. 中国种业, 2009(1): 38-40.
- [18] 钱仙云, 徐迎春, 柴翠翠, 等. 低温和 GA_3 处理对凤丹种子萌发及幼苗质量影响[J]. 林业科技开发, 2009, 23(6): 48-51.

Effect of Different Hormones on Epicotyl Germination of Oil-used Peony

LU Sen¹, KANG Xingjiao², ZHAO Yufen², CHU Boyan²

(1. Flower Management Center of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050081; 2. Hebei Academy of Forestry Science, Shijiazhuang, Hebei 050061)

Abstract: To improve the germination rate and germination regularity of *Paeonia ostii* ‘Feng Dan Bai’ and provide theoretical basis for seedling production, the effects of different densities and treated time of 3 hormones (GA_3 , NAA and 6-BA respectively) on germination rate, germination index and first sprouting day of seeds of *Paeonia ostii* ‘Feng Dan Bai’ with radicle length greater than 3 cm were studied using full factor test method. The results showed that germination rate, germination index and first sprouting day of the seeds treated for 16 hours in $500\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ GA_3 were 98.89%, 0.28 and 77.00 days respectively. The germination index was significantly higher than that of control experiment, and the first sprouting day arrived 13.33 days earlier than the control. However, there were no significant effects of NAA and 6-BA at low concentration $100\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ on the hypocotyl growth of *Paeonia ostii* ‘Feng Dan Bai’. The two treatments of $300\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA and 6-BA

doi:10.11937/bfyy.20182335

三种植物应用于野花组合中的竞争与共存

刘莹, 岳桦, 夏斌

(东北林业大学 园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:混播构建野花组合景观时,其不同植物种间竞争与共存问题是植物景观形态与质量可持续性营造的理论依据。现以赛菊芋(*Heliopsis helianthoides*)、宿根亚麻(*Linum perenne*)、蓝蓟(*Echium vulgare*)3种植物为例,采用露地直播的方法,设置3种植物单独播种和混合播种2种播种模式(3种材料单独播种CK_Y、CK_M、CK_J,T1处理宿根亚麻和赛菊芋1:1混播,T2处理宿根亚麻和蓝蓟1:1混播,T3处理赛菊芋和蓝蓟1:1混播,T4处理宿根亚麻、赛菊芋和蓝蓟1:1:1混播),对不同播种模式下3种植物的株高生长量、相对生物量(RY)、相对密度(RD)、竞争率(CR)和相对产量总值(RYT)进行分析,研究了3种供试植物在等比例混播中的竞争关系与共存问题,及构建野花组合植物景观过程中的竞争关系与共存机制。结果表明:3种植物混播中竞争力表现为蓝蓟>赛菊芋>宿根亚麻。其中与宿根亚麻的混播促进了赛菊芋的生长,与其它植物的混播均对宿根亚麻的生长产生了抑制作用而对蓝蓟无显著的影响。在等比例混播的条件下,T1、T2、T3、T4处理均不具备混播花卉植物群落的稳定性,将3种植物应用于混播植物景观时应适当降低蓝蓟的混播比例,而提高宿根亚麻的混播比例,从而保证第2年景观的可持续性并提高植物群落稳定性。

关键词:赛菊芋;宿根亚麻;蓝蓟;种间竞争;野花组合

中图分类号:S 681.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)02-0094-09

野花组合是20世纪70年代兴起于欧美国家的一种草本花卉造景形式,我国野花组合最早应

第一作者简介:刘莹(1994-),女,蒙古族,内蒙古赤峰人,硕士研究生,研究方向为植物景观。E-mail:2387707513@qq.com.

责任作者:岳桦(1962-),女,黑龙江哈尔滨人,硕士,教授,硕士生导师,现主要从事园林植物资源与应用等教学与科研工作。E-mail:yuehua0123@126.com.

基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(31600576)。

收稿日期:2018-09-20

用于牧草生产领域,如将紫花苜蓿与禾草混播,白三叶与不同禾草混播等^[1],这种植物景观形式是根据植物生物学和观赏等特性,将多种草本花卉种子混和、播种后创造出的类自然界野花草甸景观^[2]。国外学者对于野花组合的研究主要针对于种类选择、建植环境、管理养护方法等问题。其中,谢菲尔德大学 HITCHMOUGH 教授等^[3]自20世纪90年代开始致力于野花组合在城市景观中的自然构建,并从野花组合的建立形式、种类选择、用量配比、土壤类型、养护管理等方面对其进

treatment, 500 mg · L⁻¹ NAA and 6-BA treatment both had significantly inhibitory effects on the germination rate and germination index of *Paeonia ostii* 'Feng Dan Bai', regardless of the duration of seed soaking. Meanwhile, the 500 mg · L⁻¹ NAA treatment significantly extended the first sprouting day, suggesting that the growth of *Paeonia ostii* seeds were seriously restrained by 500 mg · L⁻¹ NAA treatment.

Keywords: oil tree peony; hormone; germination rate; germination index; the first sprouting day