

外源激素处理对远志种子萌发及幼苗生长的影响

黄涛, 安衍茹, 彭亮*, 赵婷, 孙涛, 刘阿萍, 胡本祥*
(陕西中医药大学药学院, 陕西 咸阳 712046)

[摘要] **目的:** 研究不同浓度吲哚乙酸 (IAA), 吲哚丁酸 (IBA), 6-苄氨基嘌呤 (6-BA) 和赤霉素 (GA_3) 4种外源激素对药用植物远志种子萌发和幼苗生长的影响。**方法:** 采用不同浓度的4种外源激素对远志种子进行适度浸泡处理, 以蒸馏水为对照, 测定其发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数, 发芽结束后测量株高、根长、鲜重及干重。**结果:** 不同浓度 GA_3 溶液处理与蒸馏水对照组相比对远志种子的萌发及幼苗生长均具有促进作用; 10, 20, 30 $mg \cdot L^{-1}$ IAA, 20, 30 $mg \cdot L^{-1}$ IBA 和 20, 30 $mg \cdot L^{-1}$ 6-BA 对远志种子的萌发有不同程度的促进作用; 当 IAA, IBA, 6-BA $\geq 40 mg \cdot L^{-1}$ 及 IBA, 6-BA $\leq 10 mg \cdot L^{-1}$ 时, 对远志种子的发芽率有不同程度的抑制作用; 对外源激素处理后的远志种子幼苗生长状况中, IAA, IBA 和 6-BA 表现出不同程度的抑制。总体效果为 $GA_3 > IAA > IBA > 6-BA$ 。其中以 150 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 处理效果最好, 发芽率、活力指数分别是对照组的 1.17 倍和 2.13 倍, 并对种子的幼苗根伸长、幼苗鲜重增加等早期生长有明显影响, 种子发芽整齐, 出苗一致。**结论:** 通过研究不同外源激素浸种对远志种子萌发及幼苗生长的影响, 筛选出对其有促进作用的外源激素, 可为远志的种苗培育、人工栽培提供一定的理论基础及数据参考。

[关键词] 远志; 外源激素; 发芽; 幼苗

[中图分类号] R282.5; R289; R22; R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)20-0050-06

[doi] 10.13422/j.cnki.sjfx.20181919

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.r.20180712.1050.014.html>

[网络出版时间] 2018-07-13 14:03

Effect of Exogenous Hormone Treatment on Germination and Seedling Growth of *Polygala tenuifolia*

HUANG Tao, AN Yan-ru, PENG Liang*, ZHAO Ting, SUN Tao, LIU A-ping, HU Ben-xiang*
(College of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, China)

[Abstract] **Objective:** To study the effect of different concentrations of IAA, IBA, 6-BA and GA_3 on the germination and seedling growth of medicinal plant *Polygala tenuiflora*. **Method:** *P. tenuifolia* seeds were treated with four exogenous hormones with different concentrations. The germination potential, germination rate, germination index and vigor index were measured with distilled water as control. After germination, the plant height, root length, fresh weight and dry weight were measured. **Result:** Compared with distilled water control group, different concentrations of GA_3 solution had an effect in promoting the germination and seedling growth of *P. tenuifolia*; 10, 20, 30 $mg \cdot L^{-1}$ IAA, 20, 30 $mg \cdot L^{-1}$ IBA and 20, 30 $mg \cdot L^{-1}$ 6-BA had different effects in promoting the germination of *P. tenuifolia*. Under the conditions of IAA, IBA, 6-BA $\geq 40 mg \cdot L^{-1}$ and IBA, 6-BA $\leq 10 mg \cdot L^{-1}$, the germination rate of *P. tenuifolia* seeds was inhibited to varying extent. IAA, IBA and 6-BA showed different degrees of inhibition on the seedling growth of *P. tenuifolia* after exogenous hormone

[收稿日期] 20180115(010)

[基金项目] 公益性行业(中医药)科研专项经费项目(201507002-1-08)

[第一作者] 黄涛, 硕士, 从事中药质量标准化控制技术研究, E-mail: 2455960223@qq.com

[通信作者] * 胡本祥, 教授, 硕士生导师, 从事中药质量控制标准及中药规范化栽培技术研究, E-mail: hbx800823@126.com;

* 彭亮, 博士, 从事中药资源与评价及中药材质量控制标准研究, E-mail: ppengliang@126.com

treatment. By the overall effect, the order was $GA_3 > IAA > IBA > 6-BA$. Among them, treatment with $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} GA_3$ had the best effect, the germination rate and vigor index were respectively 1.17 times and 2.13 times that of the control group, and had obvious effects on the early growth of seedlings, such as seedling root elongation and fresh weight increase. **Conclusion:** By studying the effects of different exogenous hormones soaking seeds on the seed germination and seedling growth of *P. tenuifolia*, the exogenous hormones with the promoting effect are screened out, in order to provide certain theoretical basis and data reference for the cultivation and artificial cultivation of *P. tenuifolia*.

[Key words] *Polygala tenuifolia*; exogenous hormones; germination; seedling

远志为常用中药材品种之一,2015 年版《中国药典》收录的远志为远志科植物远志或卵叶远志的干燥根,气微,味苦、微辛,嚼之有刺喉感。远志主要化学成分为皂苷类、寡糖酯类、吡啶类及生物碱等^[1-5],具有安神益智、交通心肾、祛痰、消肿等药理作用,临床上常用于治疗心肾不交引起的失眠多梦、健忘惊悸、神志恍惚,咳痰不爽,疮疡肿毒,乳房肿痛等^[6]。远志广泛分布于我国山西、陕西、辽宁、内蒙古、广东、云南、四川等省,商品远志主产于山西、陕西,以栽培品为主,产量大、质量优^[7]。随着远志药理作用研究的深入和药用价值的发掘,远志药材在国内外的应用不断扩大,用量急剧增加,为了解决市场货源紧缺问题,远志的人工栽培规模逐年扩大。目前,远志在生产栽培中存在出苗难、出苗率低且不整齐等问题,极大地限制了远志的人工栽培,也直接影响到远志产业的可持续发展和远志的药材品质。

外源激素也称植物生长调节剂,是一类具有高度生理活性的刺激物,能调节植物的各种生理功能,控制植物的生长发育等特性,在药用植物种子种苗处理中的应用取得了较好的效果。文献报道,温水处理和尿液处理可以提高远志种子的发芽率,但并不能很好地处理远志种子在生产栽培中遇到的问题。为了找出一种简便易行的促进远志种子萌发的方法,研究人员试图通过外源激素处理远志种子来提高其发芽率,文献报道用 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-苄氨基嘌呤(6-BA)溶液处理当年收远志种子,其萌发率较对照组高出 15%, $700 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 赤霉素(GA_3)处理后种子萌发率高于对照组 10%^[8-10];张福平等^[11]用 0.9% 6-BA 溶液处理远志种子的发芽率较对照组高 6.27%,且随 6-BA 浓度的升高呈现低浓度对种子萌发有一定的促进作用,高浓度对种子有明显抑制作用。

综上所述,利用外源激素处理能提高远志种子的发芽能力,但关于多种类外源激素对远志种子发芽的研究不够深入,尤其是外源激素对远志幼苗生

长的影响研究更少。基于此,本研究以陕西省淳化县远志规范化栽培基地的当年收远志种子为研究对象,利用不同浓度的吲哚乙酸(IAA),吲哚丁酸(IBA),6-BA 和 GA_3 四种外源激素处理远志种子,研究远志种子萌发及幼苗生长对外源激素的响应,以期为远志种苗培育、人工栽培提供一定的理论基础及数据参考。

1 材料

远志种子于 2017 年 9 月采集于陕西省淳化县远志规范化栽培基地,经陕西中医药大学药学院胡本祥教授鉴定为远志科远志 *Polygala tenuifolia* 的种子,所有材料均保存于陕西中医药大学中药鉴定实验室备用。

人工培养箱(上海跃进医疗器械有限公司),定性滤纸(杭州特种纸业有限公司),FA2104 型电子分析天平(上海民桥精密科学仪器有限公司)。外源激素 IAA,IBA,6-BA, GA_3 (上海蓝季生物有限公司,批号分别为 C10009-201605, C10010-201609, C10004-201703, C10008-201703),蒸馏水为自制。

2 方法

本实验设 IAA,IBA,6-BA 3 种外源激素分别为 10,20,30,40,50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 5 个质量浓度梯度,设 GA_3 为 50,100,150,200,250 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 5 个质量浓度梯度,以蒸馏水处理作为对照组(CK)。随机选取大小均一,饱满,无病虫害的优质远志种子,先用蒸馏水浸泡 12 h,再用 2% 的次氯酸钠消毒 15 min,远志种子多绒毛,消毒过程中将种子轻摇多次使种子沉没于次氯酸钠溶液中以提高消毒效果,然后用蒸馏水多次冲洗种子,直到无次氯酸钠味道为止。用各浓度梯度的 4 种外源激素溶液 50 mL 分别浸泡 12 h,浸泡后将种子取出用蒸馏水冲洗多次。以直径 9 cm 的玻璃培养皿经高压灭菌锅灭菌处理后垫入双层滤纸为发芽床,将种子均匀排布在发芽床上,每皿 30 粒,重复 3 次。置于 25 °C 光照周期为 12 h/12 h 的恒温培养箱中,每日定时定量补充蒸馏水并观察

统计种子萌发数,以第 5 日计算发芽势、第 9 日计算发芽率及发芽指数。发芽结束后,从每个培养皿随机选取 5 株已发芽的种子,用游标卡尺(精度 0.01 mm)测量根长、株高,结果取平均值,并分别测鲜重,干燥至恒重后,测干重。计算公式为:

$$\text{发芽率} = \frac{\text{发芽种子总数}}{\text{供试种子总数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽势} = \frac{\text{规定时间发芽种子总数}}{\text{供试种子总数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽指数} = \sum (Gt/Dt), \text{式中 } Gt \text{ 在不同时间的发芽数; } Dt \text{ 发芽日数; } \sum \text{ 为总和}$$

$$\text{活力指数}(VI) = S \times \sum Gt/Dt (S \text{ 为幼苗根长})$$

采用 Excel 2010 对数据进行绘图分析,利用 SPSS 20.0 统计分析软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA),同时采用 LSD 检验其显著性差异水平。每个指标均为 3 次重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 不同外源激素对远志种子萌发的影响 种子活力即种子的健壮度,是种子发芽和出苗率、幼苗生长的潜势、植株抗逆能力和生产潜力的总和,是种子品质的重要指标;种子发芽势高,表示种子生活力强,发芽整齐,出苗一致^[11]。由表 1 可知,远志种子经 IAA 处理后,种子的发芽率随处理质量浓度的增大而降低。与对照组相比,10~30 mg·L⁻¹ IAA 处理后的远志种子发芽率高于对照,但无显著性差异。当 IAA 质量浓度为 50 mg·L⁻¹ 时,远志种子的发芽率显著低于对照组,表明高质量浓度 IAA 溶液处理显著抑制远志种子的萌发率。当 IAA 质量浓度为 10, 20, 30, 40 mg·L⁻¹ 时,对远志种子发芽势和发芽指数的影响不显著,而 IAA 质量浓度为 50 mg·L⁻¹ 时,远志种子的发芽势和发芽指数显著小于对照。不同质量浓度的 IAA 溶液对远志种子活力指数与对照组相比差异显著,IAA 为 20 mg·L⁻¹ 时活力最高,为对照组的 1.79 倍。

植物生长调节剂 IBA 对远志种子的发芽率随其质量浓度的增大呈现先升高后降低的趋势。IBA 质量浓度为 20, 30 mg·L⁻¹ 时,发芽率和活力指数均高于对照,差异显著;质量浓度为 50 mg·L⁻¹ 时,发芽率显著低于对照组。IBA 在 0~50 mg·L⁻¹ 发芽势和发芽指数与对照相比无显著性差异。可知,高质量浓度的 IBA 溶液处理能抑制远志种子的萌发率。

6-BA 作为一种细胞分裂素,可促进细胞分裂,诱导芽的分化,也可促进种子发芽^[12]。本实验中远志种子的发芽率随 6-BA 质量浓度的增大呈先升高

后降低的趋势,20, 30 mg·L⁻¹ 6-BA 处理后远志种子的发芽势、发芽率及发芽指数显著高于对照,以 20 mg·L⁻¹ 处理的效果最好,发芽率为 61.11%, 比对照组高 16.11%; 而 10, 40 mg·L⁻¹ 的处理没有达到显著水平,其发芽势、发芽率和发芽指数与对照组相比有所降低;质量浓度为 50 mg·L⁻¹ 时,其发芽势、发芽率和发芽指数与对照组相比显著降低,且远志种子经不同浓度的 6-BA 溶液处理后,活力指数均显著小于对照组;6-BA 为 50 mg·L⁻¹ 时,活力指数仅有对照组的 0.09 倍。

赤霉素 GA₃ 能使种子细胞分裂和分化而促进种子胚的发育和种子发芽^[13]。与对照组相比,不同质量浓度 GA₃ 溶液处理后远志种子的发芽势、发芽率、发芽指数及活力指数均高于对照,150 mg·L⁻¹ GA₃ 的作用效果最为明显,各项指标均达最显著水平,发芽率、活力指数分别是对照组的 1.17 倍和 2.13 倍。见表 1。

2.2 不同外源激素对远志幼苗生长的影响

2.2.1 IAA 对远志幼苗生长的影响 幼苗生长势即幼苗生长的速度及整齐度,一般可用幼苗干重、鲜重等来表示。幼苗生长势反映种子活力的高低,高活力的种子其发芽率高^[14]。由表 2 可知,远志幼苗的鲜重随 IAA 质量浓度的增大呈现升高趋势,且 IAA ≥ 20 mg·L⁻¹ 时,远志幼苗的鲜重显著高于对照,且高于其他质量浓度,说明该浓度处理远志种子对幼苗早期生长发育有较好的促进作用。此外,IAA 能显著促进幼苗根长的伸长,远志幼苗根长随 IAA 质量浓度的增大而增长;远志幼苗株高则随 IAA 质量浓度的增大而减短,与对照组相比,IAA 处理对远志幼苗株高具有一定的抑制作用。

2.2.2 IBA 对远志幼苗生长的影响 IBA 具有不易传导,生根作用强的特点,由表 3 可知,远志幼苗的鲜重随 IBA 质量浓度的增大呈现降低趋势,在 IBA ≤ 30 mg·L⁻¹ 时,幼苗鲜重显著高于对照,幼苗早期生长良好。IBA 在 0~50 mg·L⁻¹ 对远志幼苗的干重无显著性影响。远志幼苗的根长随 IBA 质量浓度的增大呈现增长趋势,IBA 质量浓度 30 mg·L⁻¹ 时达到最大值 6.882 cm,是对照组的 1.56 倍。远志幼苗株高则随 IBA 质量浓度的增大而有所减短,但 IBA 各质量浓度处理的远志幼苗株高与对照组相比无显著性差异。

2.2.3 6-BA 对远志幼苗生长的影响 由表 4 可知,远志幼苗的鲜重、干重均随 6-BA 质量浓度的增大呈现降低趋势,当 6-BA ≤ 20 mg·L⁻¹ 时,鲜重显著

表 1 不同外源激素对远志种子萌发的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 4$)

Table 1 Effect of different exogenous hormones on germination of *Polygala tenuifolia* seeds ($\bar{x} \pm s, n = 4$)

外源激素	质量浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	第 5 日发芽势/%	第 9 日发芽率/%	发芽指数	活力指数
IAA	0	42.78 ± 1.09 ^{ab}	45.00 ± 2.67 ^{ab}	22.32 ± 1.81 ^{ab}	98.54 ± 2.38 ^c
	10	47.78 ± 1.71 ^a	53.67 ± 1.77 ^a	25.38 ± 1.21 ^a	171.92 ± 1.59 ^a
	20	45.56 ± 2.66 ^a	48.11 ± 1.09 ^{ab}	22.48 ± 0.94 ^b	176.81 ± 4.12 ^a
	30	46.67 ± 0.81 ^a	47.78 ± 2.69 ^{ab}	23.28 ± 1.84 ^{ab}	176.53 ± 3.66 ^a
	40	41.11 ± 1.87 ^{ab}	46.67 ± 3.52 ^{ab}	21.17 ± 1.95 ^{ab}	133.98 ± 1.98 ^{bc}
	50	36.67 ± 1.77 ^c	32.22 ± 3.18 ^c	18.45 ± 0.34 ^c	121.20 ± 1.28 ^{bc}
IBA	0	42.78 ± 1.09 ^{ab}	45.00 ± 2.67 ^b	22.32 ± 1.81 ^{ab}	98.54 ± 2.38 ^b
	10	32.22 ± 0.09 ^b	37.78 ± 1.00 ^c	16.15 ± 1.10 ^b	82.74 ± 2.16 ^{bc}
	20	36.67 ± 1.01 ^b	51.11 ± 3.01 ^a	23.42 ± 1.07 ^{ab}	130.68 ± 2.56 ^a
	30	37.22 ± 2.07 ^b	52.22 ± 3.47 ^a	23.16 ± 1.81 ^{ab}	159.38 ± 3.02 ^a
	40	34.44 ± 1.93 ^b	43.33 ± 3.18 ^b	20.19 ± 1.26 ^b	99.05 ± 1.54 ^b
	50	33.00 ± 1.01 ^b	35.00 ± 2.38 ^c	18.76 ± 1.65 ^b	87.55 ± 4.29 ^{bc}
6-BA	0	42.78 ± 1.09 ^{bc}	45.00 ± 2.67 ^{bc}	22.32 ± 1.81 ^b	98.54 ± 2.36 ^a
	10	36.67 ± 3.77 ^c	38.44 ± 2.69 ^d	16.28 ± 1.28 ^c	23.15 ± 0.49 ^c
	20	53.89 ± 2.93 ^a	61.11 ± 1.09 ^a	25.73 ± 0.34 ^a	53.54 ± 1.66 ^b
	30	52.22 ± 1.93 ^a	53.33 ± 1.77 ^a	24.10 ± 0.58 ^a	23.43 ± 1.59 ^c
	40	40.00 ± 0.71 ^{ab}	44.78 ± 0.92 ^{cd}	21.21 ± 1.05 ^{bc}	14.13 ± 0.77 ^c
	50	28.89 ± 1.77 ^d	36.22 ± 0.92 ^e	13.41 ± 0.91 ^c	8.43 ± 0.48 ^c
GA ₃	0	42.78 ± 1.09 ^{bc}	45.00 ± 2.67 ^b	22.32 ± 1.81 ^{bc}	98.54 ± 2.36 ^c
	50	46.67 ± 3.33 ^a	47.89 ± 1.09 ^b	26.88 ± 0.70 ^a	170.93 ± 5.99 ^a
	100	47.67 ± 1.03 ^a	51.11 ± 3.03 ^a	27.39 ± 3.09 ^a	172.94 ± 6.46 ^a
	150	47.78 ± 1.00 ^a	52.56 ± 2.69 ^a	27.59 ± 1.33 ^a	210.24 ± 5.73 ^a
	200	43.44 ± 3.93 ^{bc}	46.26 ± 2.38 ^b	23.33 ± 1.13 ^b	134.52 ± 4.15 ^b
	250	42.88 ± 1.09 ^{bc}	45.11 ± 1.93 ^b	22.79 ± 0.13 ^{bc}	135.17 ± 6.09 ^b

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$) (表 2 ~ 5 同)。

表 2 不同质量浓度 IAA 对远志幼苗鲜干重及根长、株高的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 4$)

Table 2 Effect of different concentrations of IAA on fresh dry weight and root length of *Polygala tenuifolia* seedlings ($\bar{x} \pm s, n = 4$)

质量浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	鲜重/ mg	干重/ mg	根长/ cm	株高/ cm
0	75.4 ± 3.3 ^c	9.1 ± 0.2 ^a	4.415 ± 0.09 ^b	0.485 ± 0.03 ^a
10	110.9 ± 3.3 ^{bc}	9.9 ± 0.2 ^a	6.774 ± 0.11 ^a	0.384 ± 0.01 ^b
20	102.6 ± 2.1 ^a	9.7 ± 0.3 ^a	7.865 ± 0.23 ^a	0.359 ± 0.02 ^b
30	101.6 ± 3.5 ^b	9.1 ± 0.2 ^a	7.583 ± 0.39 ^a	0.397 ± 0.01 ^b
40	94.5 ± 4.8 ^{ab}	8.5 ± 0.2 ^a	6.329 ± 0.12 ^a	0.393 ± 0.01 ^b
50	89.4 ± 3.7 ^{ab}	9.1 ± 0.3 ^a	6.569 ± 0.11 ^a	0.393 ± 0.02 ^b

高于对照;6-BA ≥ 40 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 干重显著低于对照。6-BA 显著抑制了远志幼苗的伸长,6-BA 为

表 3 不同质量浓度 IBA 对远志幼苗鲜干重及根长、株高的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 4$)

Table 3 Effect of different concentrations of IBA on fresh and dry weight, root length and plant height of *Polygala tenuifolia* seedlings ($\bar{x} \pm s, n = 4$)

质量浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	鲜重/ mg	干重/ mg	根长/ cm	株高/ cm
0	75.4 ± 3.3 ^b	9.1 ± 0.2 ^a	4.415 ± 0.09 ^c	0.485 ± 0.03 ^a
10	95.8 ± 2.6 ^a	8.2 ± 0.2 ^a	5.123 ± 0.28 ^{bc}	0.429 ± 0.02 ^a
20	98.2 ± 4.4 ^a	8.5 ± 0.3 ^a	5.580 ± 0.27 ^b	0.426 ± 0.02 ^a
30	98.2 ± 3.8 ^a	9.4 ± 0.3 ^a	6.882 ± 0.27 ^a	0.440 ± 0.01 ^a
40	73.3 ± 3.4 ^b	11.6 ± 0.3 ^a	4.906 ± 0.35 ^{bc}	0.402 ± 0.01 ^a
50	76.1 ± 3.3 ^b	9.1 ± 0.4 ^a	4.667 ± 0.22 ^c	0.410 ± 0.01 ^a

40 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时株高最短,与对照相比降低了 35.3%;与株高相比,6-BA 对根长的抑制作用更为明显,在

6-BA 为 50 mg·L⁻¹时根长仅为 0.629 cm,与对照相比降低了 85.8%。高质量浓度 6-BA 溶液处理后,远志种子发芽后的幼苗茎明显变粗,且抑制胚根的生长;说明 6-BA 溶液处理远志种子对幼苗早期生长不具有促进作用。

表 4 不同浓度 6-BA 对远志幼苗鲜干重及根长、株高的影响 ($\bar{x} \pm s$, n=4)

Table 4 Effect of different concentrations of 6-BA on fresh dry weight, root length and plant height of *Polygala tenuifolia* seedlings ($\bar{x} \pm s$, n=4)

质量浓度 /mg·L ⁻¹	鲜重 /mg	干重 /mg	根长 /cm	株高 /cm
0	75.4 ± 3.3 ^c	9.1 ± 0.2 ^a	4.415 ± 0.09 ^a	0.485 ± 0.03 ^a
10	92.7 ± 0.2 ^{ab}	9.1 ± 0.1 ^a	1.422 ± 0.27 ^b	0.377 ± 0.03 ^b
20	82.9 ± 0.4 ^{ab}	7.7 ± 0.2 ^{ab}	2.081 ± 0.22 ^b	0.318 ± 0.06 ^b
30	80.6 ± 0.2 ^{abc}	9.1 ± 0.2 ^a	0.972 ± 0.17 ^c	0.359 ± 0.03 ^b
40	73.4 ± 0.4 ^c	6.1 ± 0.3 ^b	0.666 ± 0.15 ^c	0.314 ± 0.01 ^b
50	66.7 ± 0.2 ^c	5.8 ± 0.3 ^b	0.629 ± 0.18 ^c	0.411 ± 0.01 ^b

2.2.4 GA₃ 对远志幼苗生长的影响 由表 5 可知,远志幼苗的鲜重、干重均随 GA₃ 质量浓度的增大,鲜重与对照相比均有显著性变化,干重则无显著变化。其株高随 GA₃ 质量浓度的增大呈现增高趋势,在 GA₃ 质量浓度为 250 mg·L⁻¹ 时,株高达 0.708 cm,是对照组的 1.46 倍。远志幼苗根长随质量浓度的增大呈先增长后降低趋势,在 GA₃ 质量浓度为 150 mg·L⁻¹ 时,根长达 7.62 cm,是对照组的 1.73 倍,幼苗鲜重也明显高于其他各质量浓度。说明 GA₃ 溶液处理种子对幼苗生长势有良好的促进作用。

表 5 不同质量浓度 GA₃ 对远志幼苗鲜重、干重的影响 ($\bar{x} \pm s$, n=4)

Table 5 Effect of different concentrations of GA₃ on fresh weight and dry weight of *Polygala tenuifolia* seedlings ($\bar{x} \pm s$, n=4)

质量浓度 /mg·L ⁻¹	鲜重 /mg	干重 /mg	根长 /cm	株高 /cm
0	75.4 ± 3.3 ^b	9.1 ± 0.2 ^a	4.415 ± 0.09 ^c	0.485 ± 0.03 ^c
50	89.3 ± 3.9 ^a	8.1 ± 0.1 ^a	6.359 ± 0.83 ^{bc}	0.487 ± 0.07 ^c
100	89.8 ± 1.1 ^a	8.8 ± 0.1 ^a	6.314 ± 0.94 ^{bc}	0.529 ± 0.09 ^{bc}
150	98.6 ± 2.7 ^a	9.4 ± 0.2 ^a	7.621 ± 0.31 ^a	0.545 ± 0.07 ^{bc}
200	87.5 ± 2.5 ^a	11.1 ± 0.3 ^a	5.766 ± 0.14 ^{bc}	0.573 ± 0.14 ^b
250	97.3 ± 1.1 ^a	9.8 ± 0.1 ^a	5.931 ± 0.18 ^{bc}	0.708 ± 0.07 ^a

3 讨论与结论

激素是植物体内的微量信号分子,其质量浓度

以及不同组织对激素的敏感性控制了植物的整个发育进程^[15]。而外源激素法已成为阐明种子萌发的激素调控机制、调节幼苗生长等方面研究的重要手段,在多个物种得到广泛应用^[16-19]。针对远志目前在生产栽培中存在出苗难、出苗率低且不整齐等问题,采用植物生长调节剂浸种,是提高远志种子发芽率、改善田间生产性能的一种简单易行的有效方法。GA₃, IAA, IBA, 6-BA 虽对种子有不同的作用特点,但均能促进多种植物种子的萌发,提高种子活力,诱导植物幼苗的生长。

发芽势强,预示着出苗快而整齐,活力指数高,则种子的健壮度大,是种子发芽和出苗率、幼苗生长的潜势、植株抗逆能力和生产潜力的总和,是种子品质的重要指标之一^[20-21]。在本研究中,就发芽势、发芽率及活力指数而言,不同质量浓度 GA₃ 处理后的远志种子三项指标均高于对照组,综合三项数据相比,也高于其他激素组。IAA, IBA, 6-BA 对远志种子发芽率的影响均表现为低质量浓度促进,高质量浓度抑制。10 ~ 30 mg·L⁻¹ IAA, 20 ~ 30 mg·L⁻¹ IBA 和 6-BA 均对远志种子的发芽率有不同程度的促进作用,以 20 mg·L⁻¹ 6-BA 处理的效果最好,发芽率达 61.11%, 比对照组高 16.11%, IAA 次之。当 IAA, IBA, 6-BA ≥ 40 mg·L⁻¹ 时,对远志种子的发芽率有不同程度的抑制作用,3 个激素组结合发芽势及活力指数相比,为 IAA > IBA > 6-BA。

外源激素对远志幼苗生长的影响则各有不同, IAA, IBA 处理对幼苗株高均有不同程度的抑制,对根长则是随质量浓度的增大表现增长的趋势; 6-BA 处理能抑制远志幼苗的生长; GA₃ 处理则对远志幼苗株高和根长的生长表现为促进作用。

综合 IAA, IBA, 6-BA, GA₃ 4 种外源激素对当年收远志种子萌发及幼苗生长的影响, 总体效果为 GA₃ > IAA > IBA > 6-BA。当中以 150 mg·L⁻¹ GA₃ 处理效果最好, 发芽率、活力指数分别是对照组的 1.17 倍和 2.13 倍, 并对幼苗根伸长和幼苗鲜重增加等早期生长有明显影响, 种子发芽整齐, 出苗一致。由于本研究只选取比较了 4 种外源激素, 处理时间均为 12 h, 观察其处理远志种子后的萌发及幼苗生长情况。缩短或延长处理时间及是否存在能更好的促进远志种子萌发和幼苗生长的其他外源激素, 有待进一步研究。

[参考文献]

[1] 孟艳, 吴鹏, 张学兰, 等. 高效液相色谱—飞行时间质

- 谱法快速鉴定远志生、制饮片的化学成分[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(20): 17-20.
- [2] 宋月林, 姜勇, 周思祥, 等. 卵叶远志地上部分酮类成分研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(5): 574-576.
- [3] 姜勇, 屠鹏飞. 远志研究进展[J]. 中草药, 2001, 32(8): 759-761.
- [4] 林敬开, 闫小平, 官仕杰, 等. 远志不同炮制品皂苷类成分含量的比较[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(11): 89-91.
- [5] 张陶珍, 荣巍巍, 李清, 等. 远志的研究进展[J]. 中草药, 2016, 47(13): 2381-2389.
- [6] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 156-157.
- [7] 张培轩, 段瑞, 黄鹏. 中国远志属药用植物资源及地理分布[J]. 基层中药杂志, 2002, 16(6): 42-43.
- [8] 田洪岭, 胡侃, 郭淑红, 等. 不同预处理对远志种子萌发的影响[J]. 中国现代中药, 2011, 13(1): 18-20.
- [9] 王晶, 祁晨煜, 王贝, 等. 不同药液处理对远志种子萌发影响的研究[J]. 中南药学, 2016, 14(6): 599-602.
- [10] 胡侃, 郝建平. 晋产远志种子萌发、组织培养及根显微结构研究[D]. 太原: 山西大学, 2008.
- [11] 张福平, 魏玲玲. IAA 等对紫罗勒种子发芽及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2007, 26(10): 94-96.
- [12] 韩德元. 植物生长调节剂-原理与应用[M]. 北京: 科学技术出版社, 1997.
- [13] 叶要妹, 邹芬, 王彩云. 赤霉素和硝酸钾对高羊茅四个品种发芽的影响[J]. 种子, 1999, 18(5): 28-30.
- [14] 寇权, 范小玲, 张鉴, 等. 植物生长调节剂云大-120 对作物种子活力的影响[J]. 甘肃农业科技, 2003(3): 45-47.
- [15] 布坎南 B B, 格鲁依森姆 W, 琼斯 R L. 植物生物化学与分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 690.
- [16] Kermode A R. Role of abscisic acid in seed dormancy [J]. J Plant Growth Regul, 2005, 24(4): 319-344.
- [17] Shani E, Yanai O, Ori N. The role of hormones in shoot apical meristem function [J]. Curr Opin Plant Biol, 2006, 9(5): 484-489.
- [18] 马红媛, 梁正伟, 黄立华, 等. 4 种外源激素处理对羊草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 69-73.
- [19] 万贵香, 马琳, 张坚. 不同浓度的外源激素对黄芩愈伤组织的生物量和黄芩苷含量的影响[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(24): 3799-3802.
- [20] 刘开业, 陆肇伦, 杨烈. 不同外源激素处理对狗牙根种子发芽的影响[J]. 草原与草坪, 2011, 31(5): 26-28.
- [21] 韦荣昌, 白隆华, 董青松, 等. 外源激素对药用植物黑草种子萌发的影响[J]. 种子, 2012, 31(1): 92-94.

[责任编辑 顾雪竹]