

# 赤霉素浸根对温室当归苗出苗及生长进程的影响

张立军<sup>1,2,3</sup>, 蔡子平<sup>1,2,3</sup>, 张廷红<sup>1,2,3</sup>, 米永伟<sup>1,2,3</sup>, 王国祥<sup>1,2,3</sup>

(1.甘肃省农业科学院中药材研究所, 甘肃 兰州 730070; 2.甘肃省中药材种质改良与质量控制工程实验室, 甘肃 兰州 730070; 3.甘肃省名贵中药材驯化与种苗繁育工程中心, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 以当归苗为材料, 设计单因素试验, 研究了赤霉素浸根对温室当归苗出苗及生长进程的影响。结果表明, 赤霉素能有效打破温室当归苗的休眠, 并显著促进其出苗进程, 对其生长进程有一定影响。当用 80 mg/L 赤霉素浸根时, 纯土苗和基质苗的出苗率分别达到 58.79% 和 43.76%, 当归产量分别达到 4 267.65 kg/hm<sup>2</sup> 和 4 116.60 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 赤霉素; 当归苗; 出苗动态; 形态指标; 产量

**中图分类号:** S567.23 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)08-0020-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.08.008

## Effects of Gibberellin Root-soaking on Emergence and Growth Progress of Greenhouse-cultivated *Angelica* Seedlings

ZHANG Lijun<sup>1,2,3</sup>, CAI Ziping<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Tinghong<sup>1,2,3</sup>, MI Yongwei<sup>1,2,3</sup>, WANG Guoxiang<sup>1,2,3</sup>

(1. Institute of Chinese Herbal Medicines, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Provincial Engineering Laboratory for Genetic Improvement and Quality Control of Chinese Herbal Medicine, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Gansu Provincial Engineering Center for Domestication and Seedling Propagation of Rare Chinese Herbal Medicine, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** With *Angelica* seedlings as materials, the effects of gibberellin root-soaking on the emergence and growth progress of *Angelica* seedlings were studied via single-factor test. The results indicated that gibberellin could break the dormancy of greenhouse-cultivated *Angelica* seedlings, promote its emergence significantly and have some influences on growth progress. When 80 mg/L gibberellin was used to soak root at transplanting time, the emergence rate of pure soil-cultivated seedling and matrix-cultivated seedling was 58.79% and 43.76%, respectively; the yield of *Angelica* was 4 267.65 kg/hm<sup>2</sup> and 4 116.60 kg/hm<sup>2</sup>, respectively.

**Key words:** Gibberellin; *Angelica* seedlings; Emergence dynamics; Morphology index; Yield

当归 [*Angelica sinensis* (oliv.) diels] 系伞形科当归属多年生草本植物, 以根入药, 有浓郁香气, 味甘、辛、微苦, 性温, 归肝、心、脾经; 含藁本内酯、 $\alpha$ -蒎烯等不饱和烃、醇、醚、醛、酮、

酚、酸、酯、磷脂、多糖和氨基酸等多种成分, 具有调血活血、调经止痛、润肠通便等功效, 用于血虚萎黄、眩晕心悸、月经不调、经闭痛经、虚寒腹痛、风湿痹痛、跌扑损伤、痈疽疮疡、肠

收稿日期: 2018-06-25

基金项目: 甘肃省农业科学院中药材重大科技创新专项 (2013GAAS03-02); 甘肃省农业科学院农业科技创新专项 (2017GAAS29)。

作者简介: 张立军(1968—), 男, 黑龙江伊春人, 助理农艺师, 主要从事经济作物栽培技术研究工作。联系电话: (0931)7671018。Email: zhanglijun@gsagr.ac.cn。

通信作者: 张廷红(1967—), 女, 甘肃靖远人, 副研究员, 主要从事药用植物栽培及科研管理工作。联系电话: (0931)7601645。Email: zhangtinghong@gsagr.ac.cn。

检验杂志, 2018, 28(6): 641-645; 649.

[14] 赵 琴, 许 静, 胡艺凡, 等. 腐殖酸磁固相萃取与高效液相色谱-荧光检测联用测定食用油中的苯并芘[J]. 分析科学学报, 2017, 33(6): 747-751.

[15] 刘 柱, 金绍强, 王展华, 等. 磁性修饰多壁碳纳米管固相萃取快速测定牛奶中 20 种激素残留[J]. 分析

试验室, 2017, 36(8): 904-909.

[16] 周阿蒙, 王哲君, 陈君良, 等. 基于聚苯乙烯纳米磁性材料的基质分散-固相萃取/液相色谱法测定白酒中的邻苯二甲酸酯[J]. 分析测试学报, 2014, 33(11): 1219-1223.

(本文责编: 陈 伟)

燥便秘等症<sup>[1-2]</sup>。

传统上,当归生产采用高海拔育苗、低海拔移栽的栽培方式。近年来,由于气候变暖和降水减少等因素,当归在原产区的生态适应性下降,早期抽薹现象越来越严重<sup>[3]</sup>。抽薹是受多基因控制、多途径调控和多因素影响的数量性状,是十字花科和伞形科植物的正常生理现象,春化是植物诱导成花抽薹的必要阶段<sup>[4-5]</sup>,避免春化是延迟或控制抽薹的有效方法。鉴于此,科研工作者进行了温室育苗技术的探索,一般在日光温室进行,于11月份播种,次年3月份起苗后于4月份移栽<sup>[6-8]</sup>。温室所育的当归苗没有经历冬季窖藏阶段,因此未经春化作用而处于休眠状态,出苗及生长过程缓慢是制约其应用的主要问题。

赤霉素(GA<sub>3</sub>)、吲哚乙酸(IAA)和脱落酸(A-BA)等是调节植物生长发育的重要激素,它们通过协同、拮抗效应等起作用<sup>[9-10]</sup>。赤霉素是芽萌发所必需的,在调节芽萌发时起“原初作用”,在打破人参、西洋参芽苞休眠而促进提早出苗方面具有明显效果<sup>[11]</sup>。

我们针对赤霉素在打破温室当归苗休眠及促进其出苗和生长进程方面的可能作用,于移栽时采用不同浓度梯度的赤霉素溶液对温室当归苗浸根,统计出苗动态、茎叶形态指标、根部形态指标和产量,以筛选最佳的浓度梯度,为打破温室当归苗休眠,促进其移栽后的出苗与生长进程提供可行方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

温室当归苗为甘肃省中药材种质改良与质量控制工程实验室于2015年10月所育。基质分两种,一种为草炭蛭石,一种为黄绵土。以草炭蛭石为基质所育种苗根部形态指标为:主根长(5.63 ± 0.99) cm,须根长(4.59 ± 1.61) cm,根粗(4.70 ± 0.85) mm,根重(0.53 ± 0.24) g。以黄绵土为基质所育种苗根部形态指标为:主根长(8.31 ± 1.96) cm,须根长(4.25 ± 2.17) cm,根粗(5.28 ± 0.97) mm,根重(0.84 ± 0.40) g。苗期每隔15 d浇营养液1次,营养液含NO<sub>3</sub>-N 60 mg/kg、NH<sub>4</sub>-N 40 mg/kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50 mg/kg、K<sub>2</sub>O 100 mg/kg。传统当归苗选购于岷县市场。GA<sub>3</sub>为化学纯。

### 1.2 方法

试验于2016年在甘肃省渭源县会川镇半阴坡

村(35.038 7° N, 104.055 6° E)进行,前茬作物为党参。试验区海拔2 250 m,气候高寒阴湿,昼夜温差大,年平均气温4.7 °C,年平均降水量650 mm,无霜期130 d。试验地土壤类型为黑垆土,含有机质37.1 g/kg、速效钾215 mg/kg、速效磷59.6 mg/kg,碱解氮250 mg/kg, pH 7.77。

设传统当归苗(CK<sub>1</sub>)和不浸根温室当归苗(CK<sub>2</sub>) 2个对照和20、40、60、80 mg/L共4个浓度梯度的赤霉素溶液浸根处理,浸根时间10 min,浸根温度25 °C。选用35 cm宽黑色地膜,于2016年4月30日采用膜侧移栽方式移栽。3次重复,小区面积4 m × 2 m = 8 m<sup>2</sup>,行距40 cm,株距7.5 cm。

自2016年6月5日起统计出苗率,每隔5 d进行1次,至2016年6月30日结束,共6次,在整个生长期统计不浸根温室当归苗的出苗率。2016年9月5日统计保苗率,2016年10月15日测量茎叶形态指标,统计抽薹率并拔出抽薹植株。2016年11月10日采挖后测量根部形态指标,按照鲜重统计产量。

### 1.3 数据分析

采用SPSS 17.0进行方差分析和相关分析,采用OriginPro 8.0进行回归分析。采用Excel 2003进行统计作图,图中每个水平相应的数值为边际均值,不同字母表示在0.05水平上的显著性差异,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 赤霉素浸根对当归出苗进程的影响

2.1.1 赤霉素浸根下的当归出苗动态 从图1—2可以看出,传统当归苗虽然出苗快,但在统计期间内(35~60 d)保苗率缓慢下降,这与传统当归苗感病死亡有关;不浸根温室当归苗在统计期间内因处于休眠状态而没有出苗。

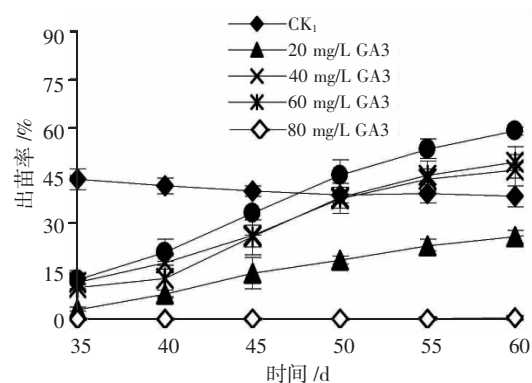


图1 纯土育温室当归苗的出苗动态

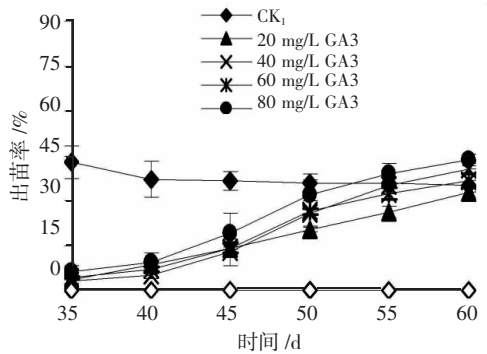


图 2 基质育温室当归苗的出苗动态

赤霉素浸根后，温室当归苗的出苗动态均呈现“慢—快—慢”的变化趋势，可以用 S 型生长曲线进行描述。设  $y$  为出苗率， $t$  为时间， $y_{initial}$  为起始出苗率， $y_{final}$  为终止出苗率， $t_{1/2}$  为出苗率达到起始出苗率与终止出苗率之和一半时对应的时间， $k$  为时间常数，选用 Boltzmann 函数(式1)对温室当归苗的出苗率和时间进行拟合，拟合参数见表 1。由表 1 可知， $R^2_{adj}$  均大于 99.00%，即用不同浓度梯度的赤霉素浸根时，Boltzmann 函数能够很好反映温室当归苗的出苗动态。纯土苗和基质苗的出苗动态拟合曲线分别见图 3 和图 4。

$$y = \frac{y_{initial} - y_{final}}{1 + e^{(t - t_{1/2})/k}} + y_{final} \quad (1)$$

表 1 温室当归苗出苗动态的 Boltzmann 函数拟合参数

当归苗	GA <sub>3</sub> / (mg/L)	y <sub>initial</sub> / %	y <sub>final</sub> / %	t <sub>1/2</sub> / d	K / d	R <sup>2</sup> <sub>adj</sub>
纯土苗	20	-8.45	30.22	42.57	8.64	0.995 4
	40	8.09	48.26	45.71	4.53	0.997 4
	60	7.29	49.08	46.27	3.72	0.992 0
	80	3.03	63.12	45.13	5.94	0.999 5
基质苗	20	-32.53	119.74	68.18	28.30	0.999 8
	40	1.88	42.30	48.80	3.81	0.997 9
	60	3.03	37.47	47.58	3.76	0.995 4
	80	3.97	44.79	47.08	4.00	0.996 6

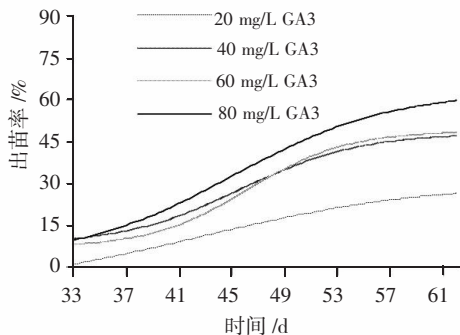


图 3 纯土育温室当归苗出苗动态的 Boltzmann 拟合曲线

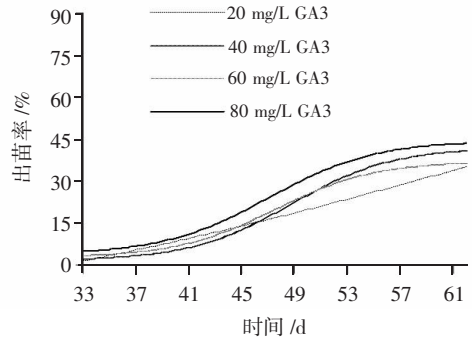


图 4 基质育温室当归苗出苗动态的 Boltzmann 拟合曲线

2.1.2 当归出苗率及保苗率随赤霉素浓度的变化趋势 图 5—6 表明，出苗率与赤霉素浓度间存在明显的量效关系，而保苗率与赤霉素浓度间不存在量效关系。不浸根温室当归苗在移栽后第 60 d 时开始出苗，第 100 d 时出苗率为 25.45%，第 125 d 时出苗率为 49.64%，且保苗率与赤霉素浸根的温室当归苗相比差异不显著( $P > 0.05$ )。方差分析表明，赤霉素浓度是影响温室当归苗出苗率的主效应( $P < 0.01$ )，但不是影响当归保苗率的主效应( $P < 0.05$ )。相关分析表明，出苗率与赤霉素浓度在 0.01 水平上显著相关，纯土苗对应的相关系数  $r = 0.940$  高于基质苗对应的相关系数  $r = 0.760$ 。

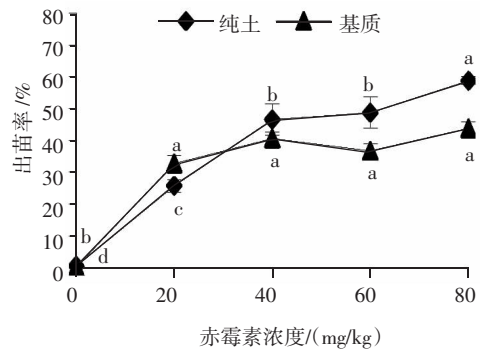


图 5 当归出苗率随赤霉素浓度的变化趋势

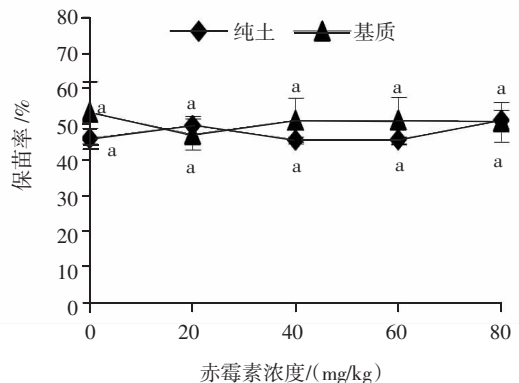


图 6 当归保苗率随赤霉素浓度的变化趋势

2.2 赤霉素浸根对当归生长进程的影响

2.2.1 当归茎叶形态指标随赤霉素浓度的变化趋势 图7—12为当归茎叶形态指标随赤霉素浓度的变化趋势。方差分析表明，赤霉素浓度是影响当归茎叶形态指标的主效应( $P < 0.01$ )。综合来看，不同浓度梯度的赤霉素对应的当归茎叶形态指标间差异不显著( $P > 0.05$ )，说明赤霉素浓度梯度引起的出苗率趋异效应在当归茎叶形态指标上表现为趋同效应。

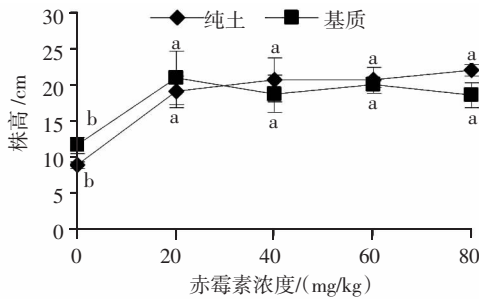


图7 当归株高随赤霉素浓度的变化趋势

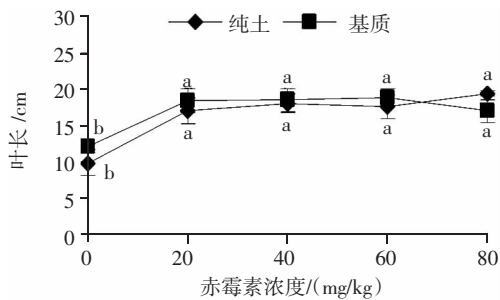


图8 当归叶长随赤霉素浓度的变化趋势

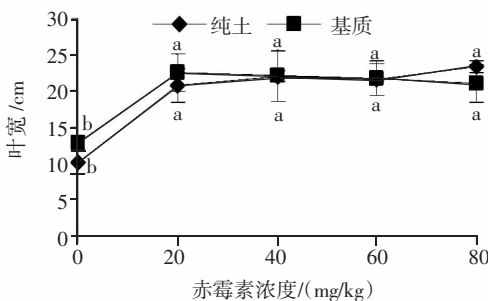


图9 当归叶宽随赤霉素浓度的变化趋势

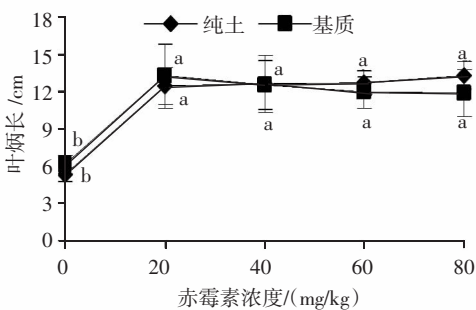


图10 当归叶柄长随赤霉素浓度的变化趋势

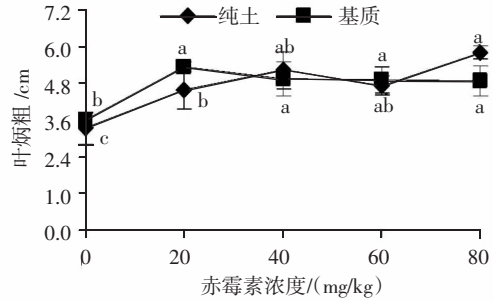


图11 当归叶柄粗随赤霉素浓度的变化趋势

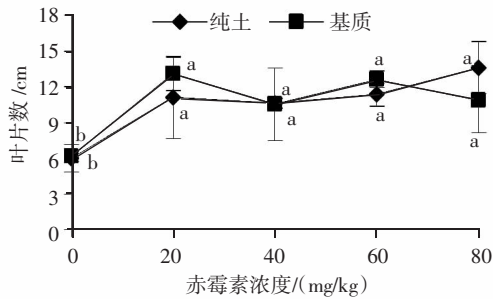


图12 当归叶片数随赤霉素浓度的变化趋势

2.2.2 当归根部形态指标随赤霉素浓度的变化趋势 图13—15为当归根部形态指标随赤霉素浓度的变化趋势。方差分析表明，赤霉素浓度是影响温室当归苗根部形态指标的主效应( $P < 0.01$ )。综合来看，不同浓度梯度的赤霉素对应的当归根部形态指标间差异不显著( $P > 0.05$ )，说明赤霉素浓度梯度引起的出苗率趋异效应在当归根部形态指标上也表现为趋同效应。

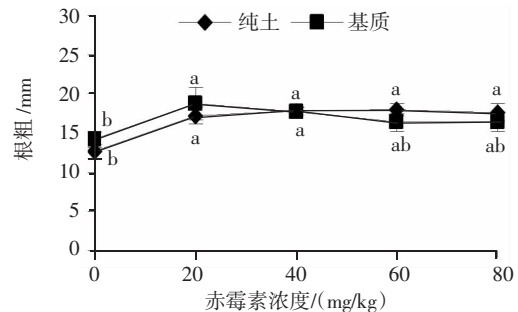


图13 当归根粗随赤霉素浓度的变化趋势

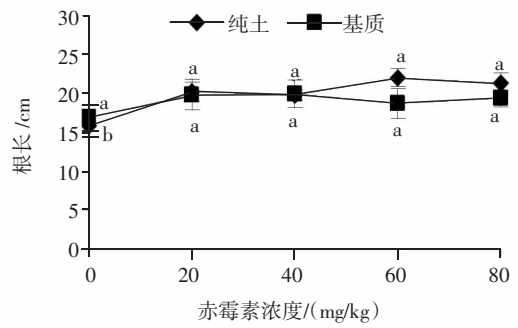


图14 当归根长随赤霉素浓度的变化趋势

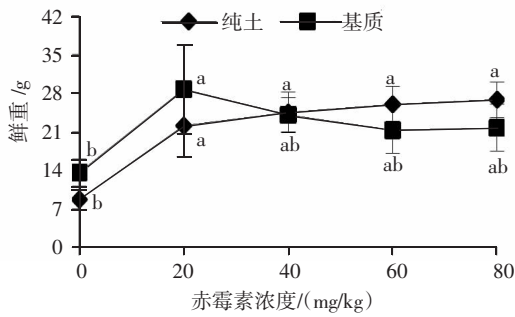


图 15 当归鲜重随赤霉素浓度的变化趋势

2.2.3 当归抽薹率及产量随赤霉素浓度的变化趋势 温室当归苗的抽薹率均在 2.50%以下,且各处理间无显著差异( $P>0.05$ ),传统当归苗的抽薹率为 11.95%。图 16 为当归产量随赤霉素浓度的变化趋势。方差分析表明,对于纯土苗,赤霉素浓度是影响当归产量的主效应( $P<0.01$ );对于基质苗,赤霉素浓度不是影响当归产量的主效应( $P>0.05$ )。综合来看,不同浓度梯度的赤霉素对应的当归产量间差异不显著( $P>0.05$ ),说明赤霉素浓度梯度引起的出苗率趋异效应在当归产量上也表现为趋同效应。相关分析表明,对于纯土苗,产量与赤霉素浓度在 0.01 水平上显著相关( $r=0.710$ );对于基质苗,产量与赤霉素浓度不相关( $r=0.117$ )。

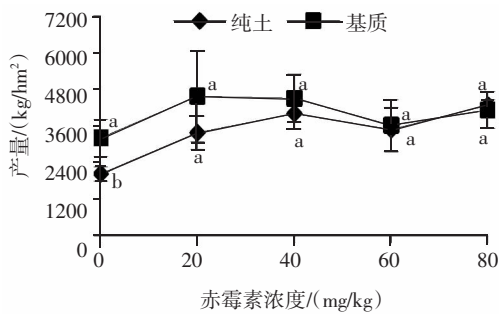


图 16 当归产量随赤霉素浓度的变化趋势

### 3 小结与讨论

试验结果表明,赤霉素能有效打破温室当归苗的休眠状态,并显著促进其出苗进程,对其生长进程有一定影响。用 80 mg/L 赤霉素浸根时,纯土苗和基质苗的出苗率分别达到 58.79%和 43.76%,当归产量分别达到 4 267.65 kg/hm<sup>2</sup>和 4 116.60 kg/hm<sup>2</sup>。

赤霉素属于植物激素,在浸根过程中渗透到根部细胞,改变了细胞的激素水平,直接与对应受体结合而诱导相关基因表达,进而促进毛根生成和顶芽萌发<sup>[12]</sup>。赤霉素浓度是影响温室当归苗出苗率、当归茎叶形态指标、根部形态指标及产

量的主效应。赤霉素浓度梯度引起的出苗率趋异效应在当归茎叶形态指标、根部形态指标及产量上均表现为趋同效应。出苗动态的 Boltzmann 函数拟合表明,赤霉素浓度越高,温室当归苗出苗时间越早,出苗进程越快。虽然温室当归苗的出苗率与赤霉素浓度间存在量效关系,但对后续的生长进程影响较弱,生长进程主要受光、热、水等因素控制,相同的光、热、水等条件可以拉平赤霉素浓度梯度所引起的出苗率差异对生长进程的效应。

综上所述,赤霉素浸根是移栽时打破温室当归苗休眠的有效方法,且能显著促进当归的出苗进程,对生长进程也有一定影响,在生产上具有较好的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 赵汝能,张承忠,李文惠,等.甘肃中草药资源志:上册[M].兰州:甘肃科学技术出版社,2007:911-913.
- [2] 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,2015:133-134.
- [3] 刘学周,康天兰.当归栽培新技术研究综述[J].甘肃农业科技,2016,54(11):62-66.
- [4] 张万萍,李晓慧,马超,等.萝卜抽薹机制及耐抽薹种质资源选育的研究进展[J].北方园艺,2017(7):192-199.
- [5] 赵东岳,郝庆秀,康利平,等.伞形科药用植物早期抽薹研究进展[J].中国中药杂志,2016,41(1):20-23.
- [6] 王国祥,蔡子平,王宏霞.不同育苗方式对当归生长发育及产量的影响[J].江苏农业科学,2013,41(2):198-200.
- [7] 蔡子平,王国祥,王宏霞.不同播种期对当归温室育苗的影响[J].浙江农业科学,2013,54(12):1586-1589.
- [8] 武延安,郭增祥,曹占凤,等.当归日光温室冬季育苗技术[J].中国现代中药,2014,16(5):359-361.
- [9] 李保珠,赵翔,安国勇.赤霉素的研究进展[J].中国农学通报,2011,27(1):1-5.
- [10] 倪德祥,邓志龙.植物激素对基因表达的调控[J].植物生理学通讯,1992,28(6):461-466.
- [11] 陈晓东.植物激素及生长调节剂在中药材栽培上的应用[J].中药材,1992,15(10):42-44.
- [12] 武伟国,蔡子平,王国祥,等.生长调节剂浸根对当归温室苗出苗及生长进程的影响[J].中国现代中药,2017,19(11):1589-1594.

(本文责编:陈珩)