

## 大叶芹种子催芽技术的研究

陈姗姗<sup>1</sup>, 韩玉珠<sup>1</sup>, 乔宏宇<sup>1</sup>, 张淑芬<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>吉林农业大学园艺学院, 长春 130118; <sup>2</sup>吉林省松原市乾安县余字乡农业技术推广站, 吉林松原 138000)

**摘要:**以大叶芹(*Spuriopimpinella brachyara*)种子为材料,通过采用化学药剂、植物生长调节剂、层积处理及综合试验处理,寻找打破大叶芹种子休眠的方法。研究表明:低温层积处理和越冬层积具有破除大叶芹种子休眠的作用,低温层积(4±1)℃的条件较其他层积条件下种子发芽率高,是最佳的层积处理方法。采用不同浓度的赤霉素(GA<sub>3</sub>)、生长素(IAA)、6-苄基腺嘌呤(6-BA)预处理后结合低温层积处理,结果表明:250 mg/L GA<sub>3</sub>浸种24 h后低温层积100天可使种子发芽率达60%左右,发芽势较高,且腐烂率低,基本上解除了大叶芹种子休眠现象。

**关键词:**大叶芹;种子处理;发芽;低温层积;植物生长调节剂

中图分类号:S6

文献标志码:A

论文编号:2011-0632

### Study on Germination Technology of *Spuriopimpinella brachyara* Seeds

Chen Shanshan<sup>1</sup>, Han Yuzhu<sup>1</sup>, Qiao Hongyu<sup>1</sup>, Zhang Shufen<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Horticulture College of Jilin Agriculture University, Changchun 130118;

<sup>2</sup>Jilin Songyuan Agricultural Technology Extension Station, Songyuan Jilin 138000)

**Abstract:** In this text, the *Spuriopimpinella brachyara* seeds were selected as the trial material, and through the experiments such as chemicals treatments, PGR treatments, stratification treatments and comprehensive test treatments in order to find out the method that could break the dormancy of seeds. The results showed that cold temperature stratification and stratifying outdoor under low temperature had broken the dormancy of seeds, the cold temperature stratification (4 ± 1)℃ was the best treatment that had higher germination percentage than other stratification treatments. With the experiments of adopting different concentrations of GA<sub>3</sub>, IAA, 6-BA pretreatment combine stratification resulted: soaking the seeds in GA<sub>3</sub> for 24 hours, and then stratifying seeds under low temperature (4±1)℃ for 100 days was the best technique to break the dormancy of seeds, and the germination percentage could achieve 60%, which had high germination capacity and low rotten percentage, relieved the dormancy of the seeds of *Spuriopimpinella brachyara* on the whole.

**Key words:** *Spuriopimpinella brachyara*; seed treatments; germination; cold stratification; PGR

### 0 引言

大叶芹(*Spuriopimpinella brachyara*)又名山芹菜、假回芹等,属伞形科大叶芹属<sup>[1]</sup>,喜阴凉,生长在林木茂盛的山上,属于多年生草本植物。大叶芹株高50~100 cm,根状茎短而粗大,密生暗褐色细根,地上茎直立单一,花期7—8月,果期8—9月<sup>[2]</sup>。大叶芹翠绿多叶,香味浓郁,是长白山区特产山珍,一般收获其嫩苗为食用产品器官,味道鲜美,富含多种营养成分,在出

口山野菜品种中一直占据重要地位。但近年来由于过度开发,使大叶芹的野生资源受到破坏,资源量已经接近枯竭状态,不能满足生产加工需要。为了保护植物多样性和大叶芹引种栽培的需要,一些学者、专家对大叶芹引种和仿生栽培进行了研究。调查结果表明野生大叶芹种子成熟后落地,第2年春天才可发芽<sup>[3]</sup>,说明种子有休眠现象,生产上还存在种子发芽难、出苗难的问题,直接影响其大面积人工栽培。

基金项目:吉林农业大学青年启动基金“大叶芹种子萌发与幼苗生长发育过程的研究”(2009036)。

第一作者简介:陈姗姗,女,1983年出生,吉林长春人,实验师,在读博士,主要从事蔬菜栽培生理和遗传育种等方面的工作。通信地址:130118 吉林农业大学园艺学院蔬菜教研室, Tel: 0431-89629789, E-mail: chenshanshan0919@126.com。

收稿日期:2011-03-14,修回日期:2011-04-25。

大叶芹种子的休眠类型属于生理性休眠,主要由种胚形态和生理后熟以及种子内所含发芽抑制物质所导致,因此休眠的解除应当从缩短种胚后熟的进程、提高内含物中萌发促进剂的含量和降低抑制剂的含量考虑,达到提早解除休眠的目的。本研究采用不同层积方法、不同药剂处理及不同浓度水平植物生长调节剂预处理结合低温层积处理的方法,观察不同催芽方法对大叶芹种子萌发情况的影响,以便探究出大叶芹种子最适催芽方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验时间、地点

研究田间试验于2006年在吉林农业大学园艺学院蔬菜教学基地进行,室内试验在吉林农业大学园艺学院进行。

### 1.2 试验材料

大叶芹种子为自然野生种子,采集于吉林省长白山区(临江市)海拔1000 m左右山上荫湿处,种子用20目筛子进行选种,取筛上饱满种子为试验材料。

### 1.3 试验方法

1.3.1 化学药剂处理 将刚采收的种子分别用浓度为0.1%、0.5%、1%、1.5%、2%和3%的双氧水( $H_2O_2$ )溶液浸种24 h,0.1%、0.5%、1%、1.5%和2%的硝酸钾( $KNO_3$ )溶液浸种24 h,5%、10%、15%和20%的硫酸( $H_2SO_4$ )溶液浸种2 h,将各处理种子用无菌水冲洗干净后进行发芽试验,观察不同处理的种子发芽情况,每种处理100粒种子,3次重复。

1.3.2 层积处理 将大叶芹种子按表1方法进行层积处理,供试种子用0.3%  $KMnO_4$ 消毒15 min,砂子洗净后用0.1%  $KMnO_4$ 消毒1 h后,将种子与湿润洁净细砂按1:3的比例均匀混拌,保持细砂相对含水量60%~70%,层积期间,每隔半月要对冰箱内的种子进行清洗,定期搅拌翻动种子及测定萌发率,层积期间和催芽期间及时挑出发芽的种子并做好记载。每种处理500粒,3次重复。

1.3.3 植物生长调节剂处理 将刚采收的大叶芹种子分别用50、100、200、250、300、500 mg/L的 $GA_3$ 溶液、IAA溶液和6-BA溶液各浸种12、24、48 h,将各处理种子用

表1 层积处理萌发试验设计

处理	层积温度	层积时间/d	层积地点
低温层积	(4±1)°C	120	冰箱
越冬层积	自然温度	200	室外
室温层积	(20±1)°C	120	室内
变温层积	(20±1)°C/(4±1)°C	60/60	室内

无菌水冲洗干净后进行发芽试验,以无菌水浸泡24 h的种子作为对照,每种处理100粒种子,3次重复。

1.3.4 植物生长调节剂和低温层积组合处理 将大叶芹种子按1.3.3所列植物生长调节剂的种类和浓度分别浸泡24 h后进行低温层积处理,处理后60、75、90、105天时,取样进行发芽试验,以无菌水浸泡24 h的种子进行低温层积试验作为对照,观察不同组合层积处理的种子发芽情况,每种处理100粒种子,3次重复。

1.3.5 发芽试验数据的统计 大叶芹种子发芽以胚根突破种皮为标准,以连续3天每天的发芽率不超过供试种子总数的1%为结束发芽日期。发芽开始后,每天记录萌发的正常幼苗数直至无萌发种子出现为止,根据情况加水,保持湿润;再将不正常幼苗和死种子拣出并记录,试验过程中出现的严重霉烂的种子随时拣出并加以记录。

$$\text{发芽率} = (n/N) \times 100\%$$

$$\text{发芽势} = (n_b/N) \times 100\%$$

$$\text{发芽指数} = \sum \frac{Gt}{Dt}$$

式中, $n$ 为最终达到的正常发芽粒数, $N$ 为供试种子数; $n_b$ 为种子发芽达到高峰日时的发芽数; $Gt$ 为时间 $t$ 日的发芽数, $Dt$ 为相应的发芽日数。

1.3.6 统计分析 采用Excel软件和DPS软件对不同处理条件下的大叶芹种子的发芽率、发芽势、发芽指数和发芽天数进行方差分析和Duncan多重对比。

## 2 结果与分析

### 2.1 化学药剂处理的种子发芽率

不同浓度、不同浸种时间、不同种类化学药剂处理大叶芹种子,发芽试验结果表明:0.1%~2%硝酸钾、0.1%~3%双氧水、5%~20%硫酸浸种对打破大叶芹种子休眠效果不明显,处理后的种子发芽率极低,不足10%,对照种子不发芽。

### 2.2 不同层积处理的种子萌发情况

如图1所示,层积110天时,低温层积和越冬层积的发芽率和发芽势较高,显著高于室温层积和变温层积,单纯的室温层积处理不能破除种子休眠,变温层积处理虽能部分破除大叶芹种子的休眠,但发芽率不高,且有相当一部分种子已经腐烂。

### 2.3 植物生长调节剂处理的种子发芽率

2.3.1  $GA_3$ 处理的大叶芹种子萌发情况 从处理时间分析(表2),浸种12 h和48 h种子发芽率较低,发芽整齐度不好,3种不同处理时间中以处理24 h发芽效果最好。在各处理浓度中,低浓度 $GA_3$ 溶液对大叶芹种子的萌发不起作用,其中250 mg/L  $GA_3$ 溶液浸种24 h后

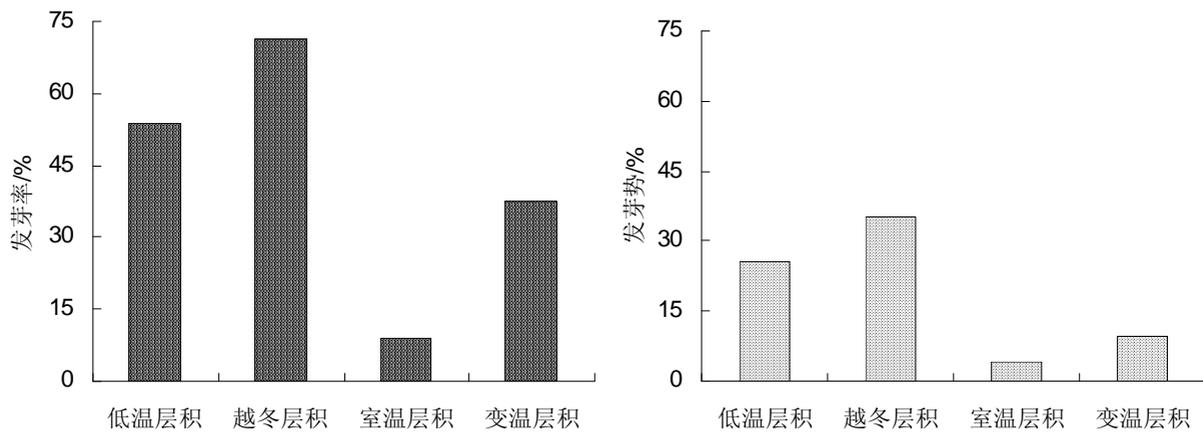


图1 不同层积条件对种子萌发效果的影响

表2 GA<sub>3</sub>浸种对大叶芹种子萌发状况的影响

浓度/(mg/L)	12 h			24 h			48 h		
	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数
0	0Gg	0Gg	0Ff	0Hh	0Ff	0Hh	0Hh	0Ff	0Ff
50	1.33Ff	0.67Ef	0.10Ee	3.33Gg	2.33Ef	0.10Gg	2.33Gg	0.33Ee	0.10Ee
100	2.67Ee	1.33Ee	0.20Dd	5.67Ff	5.00Dd	0.40Ff	4.33Ee	2.00Dd	0.40Cc
200	6.33Cc	3.33Cc	0.40Cc	11.33Cc	10.33Bb	1.10Cc	7.67Cc	4.33Bb	0.50Bb
250	8.67Aa	5.00Aa	0.80Aa	16.00Aa	14.00Aa	1.40Aa	11.00Aa	4.67Aa	0.80Aa
300	7.33Bb	4.67Bb	0.50Bb	14.33Bb	10.67Bb	1.20Bb	8.67Bb	4.33Bb	0.50Bb
500	6.00Cc	3.33Cc	0.20Dd	9.67Dd	7.33Cc	0.70Dd	6.67Dd	3.67Cc	0.30Dd

注: 同列数字后不同小写字母表示差异显著( $\alpha=0.05$ ), 不同的大写字母表示差异显著( $\alpha=0.01$ ), 下同。

种子最终发芽率为 16.00%, 发芽指数也高于其他处理, 高于或低于此浓度都会引起种子发芽率和发芽势明显降低。

**2.3.2 IAA 处理的大叶芹种子萌发情况** 由表 3 可知, 经 IAA 溶液浸种后对大叶芹种子萌发有一定的影响, 但效果不明显。从处理时间上看, 3 种不同处理时间中以处理 24 h 发芽效果优于其他 2 种处理, 经 500 mg/L IAA 溶液浸种 48 h 后, 种子发芽率为 0。从处理浓度

上看, 随着浓度的增加, 发芽率逐渐下降, 其中 100 mg/L 的 IAA 溶液浸种 24 h 后发芽率达到 14.00%, 但种子腐烂率较高, 虽可促进一部分大叶芹种子萌发, 但不能有效解除种子休眠现象。

**2.3.3 6-BA 处理的大叶芹种子萌发情况** 由表 4 的数据可以看出, 在各处理时间和浓度中, 低浓度 6-BA 溶液浸种后可促进大叶芹种子萌发。其中 100 mg/L 的 6-BA 溶液浸种 24 h 后种子的萌发效果好于其他处理,

表3 IAA 浸种对大叶芹种子萌发状况的影响

浓度/(mg/L)	12 h			24 h			48 h		
	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数
0	0Dd	0Ee	0Dd	0De	0Df	0Ff	0Dd	0Dd	0Cc
50	1.33Cc	0.67Cc	0.10Cc	4.67Cc	3.67Cc	0.40Cc	0.67Cc	0.33Cc	0Cc
100	6.67Aa	4.33Aa	0.40Aa	14.00Aa	11.67Aa	1.20Aa	2.67Aa	1.67Aa	0.20Aa
200	3.67Bb	2.67Bb	0.20Bb	8.33Bb	6.00Bb	0.60Bb	1.67Bb	1.33Bb	0.10Bb
250	3.67Bb	0.67Cc	0.10Cc	4.67Cc	2.33Cd	0.60Bb	1.67Bb	1.33Bb	0.10Bb
300	1.33Cc	0.33Dd	0.10Cc	3.67Cc	2.33Cd	0.20Dd	0.67Cc	0.33Cc	0.10Bb
500	0Dd	0Ee	0Dd	1.67Dd	2.00Dd	0.10Ee	0Dd	0Dd	0Cc

表4 6-BA浸种对大叶芹种子萌发状况的影响

浓度/(mg/L)	12 h			24 h			48 h		
	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数
0	0Ff	0Ee	0Ff	0Ff	0Ef	0Ee	0Dd	0Ee	0Dd
50	6.67Bb	3.67Bb	0.40Bb	9.67Cc	7.00Cc	0.50Bb	3.33Bb	1.33Cc	0.10Cc
100	15.33Aa	8.33Aa	1.00Aa	20.33Aa	17.33Aa	0.90Aa	8.00Aa	3.33Aa	0.40Aa
200	6.33Bb	3.67Bb	0.30Cc	12.33Bb	9.67Bb	0.50Bb	3.67Bb	1.33Cc	0.20Bb
250	4.67Cc	2.33Cc	0.20Dd	8.67 Dd	6.00Cd	0.40Cc	3.33Bb	1.67Bb	0.20Bb
300	2.33Dd	1.33Dd	0.10Ee	6.00Ee	3.67Dd	0.30Dd	0.67Cc	0.33Dd	0.10Cc
500	1.67Ee	1.00Dd	0Ff	5.33Ee	2.00De	0.20Dd	0Dd	0Ee	0Dd

发芽率达到20.33%，发芽指数也较高。各处理随着溶液浓度的增加，种子的最终发芽率下降，高浓度6-BA溶液极易产生药害，种子褐化，几天后坏死。

#### 2.4 植物生长调节剂和低温层积组合处理的大叶芹种子萌发情况

2.4.1 GA<sub>3</sub>预处理后低温层积对种子发芽的影响 如图2所示，低温层积60天时500 mg/L GA<sub>3</sub>溶液浸种的大叶芹种子发芽率最高，达到21.33%，比对照种子发芽率高10.00%，其余各处理间差异不显著；低温层积75天时，250 mg/L GA<sub>3</sub>溶液浸种大叶芹种子发芽率达到41.00%；层积90天时，亦以250 mg/L GA<sub>3</sub>溶液浸种的大叶芹种子发芽率最高，达到53.67%，与对照种子低温层积105天时种子发芽率相接近；层积105天时，250 mg/L GA<sub>3</sub>溶液浸种的种子发芽率继续增加至59.67%，种子发芽势最高，发芽效果最好，高于或低于此浓度的处理发芽率均降低，降低种子发芽整齐度。

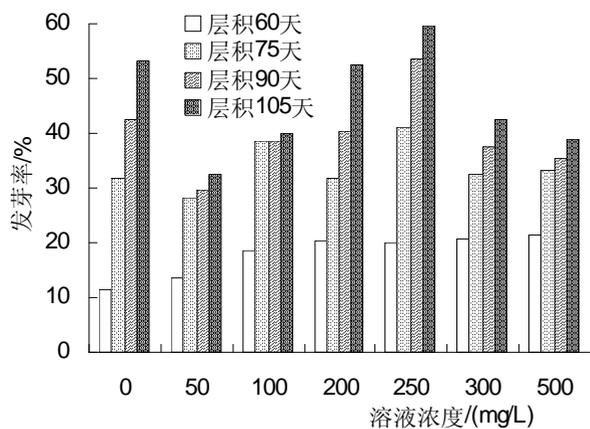


图2 不同浓度GA<sub>3</sub>预处理对低温层积过程中发芽的影响

2.4.2 IAA 预处理后低温层积对种子发芽的影响 如图3所示，低温层积60天时，各处理中以100 mg/L IAA溶液浸种大叶芹种子发芽率最高，仅为12.00%，与对照种子差异不显著；低温层积75天时，各处理发芽率

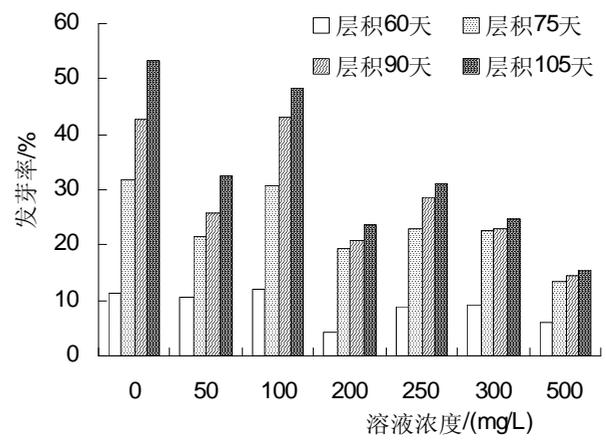


图3 不同浓度IAA预处理对低温层积过程中发芽的影响

增长幅度均高于10%以上，但发芽率均低于对照处理；低温层积90天和105天时，只有100 mg/L IAA溶液预处理浸种大叶芹种子发芽率与对照处理接近，其余各浓度处理的种子发芽率均明显低于对照处理，各处理发芽势增加幅度不大，不能有效的解除大叶芹种子休眠。

2.4.3 6-BA 预处理后低温层积对种子发芽的影响 如图4所示，低温层积60天时，各处理中以50 mg/L 6-BA

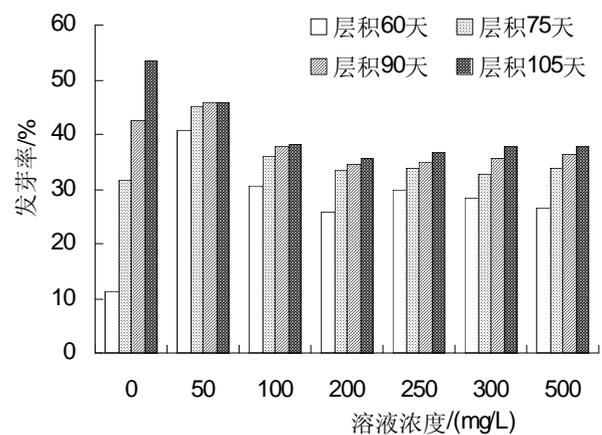


图4 不同浓度6-BA预处理对低温层积过程中发芽的影响

溶液浸种大叶芹种子发芽率最高,达到40.67%,与其他各处理差异极显著,但种子腐烂程度较高;随后的低温层积过程中,50 mg/L 6-BA 溶液浸种的发芽率增加幅度不大,至层积105天时,已明显低于对照处理。

### 3 结论

(1)化学药剂处理对打破大叶芹种子休眠效果不明显,处理后的种子发芽率不足10%。

(2)低温层积处理和越冬层积处理可有效的打破大叶芹种子的休眠,种子最终发芽率均达到50%以上,萌发效果显著优于室温层积和变温层积处理。

(3)从植物生长调节剂的种类和浓度来看,最佳组合为250 mg/L GA<sub>3</sub>溶液浸种的种子,发芽率达到16.00%,萌发效果好于其他处理,可在一定程度上解除大叶芹种子休眠现象。

(4)本试验结果显示综合处理极大地改善了大叶芹种子的发芽状况,其中250 mg/L GA<sub>3</sub>浸种24 h的种子在层积75天时有将近一半的种子解除休眠现象;继续层积到105天时,种子的发芽率可达到60%左右,是目前所见报道的关于解除大叶芹种子休眠现象的最优途径,建议生产上采用。

### 4 讨论

层积处理是生产实践中常用的打破休眠的方法。本试验结果表明低温层积处理和越冬层积处理可有效的打破大叶芹种子的休眠,种子最终发芽率均达到50%以上,说明低温层积处理有利于种胚的发育、种子生活力的保存和发芽能力的提高<sup>[4]</sup>,尤其是对一些生理休眠种子的效果更加明显。大量研究表明许多生理休眠种子只有在低温条件下,才能完成生理成熟的一系列转化,使得内源抑制物质含量或活性水平降低<sup>[5-6]</sup>,或提高萌发促进物质与内源抑制物质比值<sup>[7]</sup>,如南方红豆杉、银杏<sup>[8]</sup>、椴树、白蜡等许多形态-生理性休眠的都是在低温层积过程中完成胚胎的发育及种子萌发过程,与本试验所得的结论相一致。

笔者进行的其他试验发现大叶芹种皮及胚乳中均含有一定程度的发芽抑制物质,因此可以考虑应用外源植物生长调节剂来打破大叶芹种子的休眠现象。本试验结果表明,从植物生长调节剂的种类和浓度来看,最佳组合为250 mg/L GA<sub>3</sub>溶液浸种的种子,发芽率达到16.00%,萌发效果好于其他处理,可在一定程度上解除大叶芹种子休眠现象,表明大叶芹种子的休眠还与种子中缺乏萌发促进物质有关,GA<sub>3</sub>可以抵消种子内部ABA的效应,提高后熟速率,缩短后熟期<sup>[9-10]</sup>,打破种子内原有激素平衡,促进种子提早发芽<sup>[11]</sup>,与张义用GA<sub>3</sub>溶液处理山樱种子所得的试验结果相一致<sup>[12]</sup>。

另有研究发现如果用浓度在50~1200 mg/L的GA<sub>3</sub>溶液内处理碱蓬种子,都有一定的催芽效果<sup>[13]</sup>。

大叶芹种子属于形态-生理复合休眠,这一类型休眠的种子常常需要足够长时间(1~3个月)冷层积才可萌发<sup>[14]</sup>,结合植物生长调节剂处理可以促进提早发芽。国内外许多学者已报道GA<sub>3</sub>可以有效解除许多植物种子的休眠<sup>[15-16]</sup>,大多利用GA<sub>3</sub>浸种的方法来打破种子休眠。有研究认为,GA<sub>3</sub>透过完整种子比较困难,而且速度缓慢,若与其他方法相结合效果会更好一些<sup>[17]</sup>。本试验结果可以明显看出,综合处理极大地改善了大叶芹种子的发芽状况,所需层积时间较短,其中250 mg/L GA<sub>3</sub>浸种24 h的种子在层积到105天时,种子的发芽率可达到60%左右,说明综合处理的效果主要表现在缩短种子萌发时间及提高萌发的整齐度上,这一点与张义<sup>[18]</sup>在桂花种子所做的发芽试验结果相似。在大叶芹种子休眠解除的过程中,GA<sub>3</sub>起着加速解除休眠的作用,而低温层积处理是起最根本作用的,说明低温层积是大叶芹种子萌发的先决条件。一般认为,GA<sub>3</sub>对于存在胚休眠(如人参<sup>[19]</sup>、西洋参<sup>[20]</sup>、野燕麦等)的种子均有促进作用,可较快的解除种子休眠。如西洋参休眠种子必须先用GA<sub>3</sub>处理完成形态后熟,然后再经(4±1)℃的低温处理,完成生理后熟,才能有效的解除种子休眠,与本试验中大叶芹种子的萌发过程相似,说明层积前用一定浓度GA<sub>3</sub>浸泡来促进种子萌发是有明显作用的,但必须与低温层积相结合,其作用效果才明显。至于大叶芹种子在层积过程中发生的生理生化变化,还有待于进一步的研究,以便更准确了解种子整个萌发过程。

### 参考文献

- [1] 刘慎愕.东北植物检索表[M].北京:中国科学出版社,1995:343-345.
- [2] 周繇.长白山区珍稀濒危植物的现状与保护[J].浙江林学院学报,2004,21(3):263-268.
- [3] 杨慧洁,高箭.山芹菜生物学特性的调查研究[J].人参研究,2000,12(2):19-20.
- [4] 韩承伟,梁凤山.刺五加种子催芽处理方法的研究[J].中国林副特产,1994(1):1-2.
- [5] 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.
- [6] 赵敏,王炎,张伟.北五味子种子内源抑制物质特性的初步研究[J].东北林业大学学报,1999,27(5):62-64.
- [7] 郑光华,史忠礼.实用种子生理学[M].北京:农业出版社,1993:310.
- [8] 曹帮华,蔡春菊.银杏种子生理研究进展[J].山东农业科学,2001(1):40-42.
- [9] Macchia M, Angelini L G, Ceccarini L. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC[J]. Scientia Horticulture,

- 2001,89(4):317-324.
- [10] Puppala N Fowler J L. *Lesquerella* seed pretreatment to improve germination[J]. *Industrial Crops and Products*.2003,17(1):61-69.
- [11] 增田芳雄,胜见允行.植物激素[M].北京:科学出版社,1978L169-204.
- [12] 张义,王剑峰.赤霉素浸泡与层积时间对山樱种子萌发的影响[J].长江大学学报,2005,2(8):26-27.
- [13] 王茂文,周春霖,洪立洲.碱蓬种子解除休眠及促进萌发研究[J].江苏农业科学,2005(2):99-100.
- [14] Andreas Blöchl, Ghislaine Grenier-de March. Induction of raffinose oligosaccharide biosynthesis by abscisic acid in somatic embryos of alfalfa (*Medicago sativa* L.) [J]. *PlantScience*,2005,168(4): 1075-1082.
- [15] (日)中山包,马云彬.发芽生理学[M].北京:农业出版社,1988:258.
- [16] 刘永庆,罗泽民.赤霉素和脱落酸对番茄种子发芽的生理调控——文献综述[J].园艺学报,1995(3).
- [17] 孙昌高,潘晓飙,方坚,等.药用植物种子生理的研究(IV)——山茱萸种子休眠机制的初步研究[J].种子,1988(1):30-32.
- [18] 张义,宋春燕.赤霉素浸种与低温层积对桂花种子发芽的影响[J].中国林副特产,2005(6):9-10.
- [19] 张鹏,张羽,沈海龙,等.东北刺人参研究进展[J].东北林业大学学报,2004,32(1):78-80.
- [20] 林仲凡.西洋参种子休眠与发芽生理[J].种子,1983(4):73-74.