

表 2 不同月份各品种桑叶中主要单体酚类物质的量

Table 2 Contents of main phenol compounds in mulberry leaves in different months		质量分数/ %							
化合物	桑叶品种	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	
绿原酸	育 2	1.72	1.79	1.79	1.51	1.12	2.03	1.00	
	紫白 4	1.95	3.08	2.34	2.00	2.31	2.23	2.41	
	大 10	0.97	1.27	2.52	1.33	1.99	1.05	1.28	
	湘 7920	1.65	2.15	2.12	2.08	2.14	2.33	1.68	
	抗青 10 号	2.65	2.84	2.62	1.75	1.21	1.91	2.21	
	粤桑 11 号	2.43	2.61	1.65	1.44	1.33	2.22	2.93	
芦丁	育 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.44	
	紫白 4	0.44	0.33	0.56	0.13	0.25	0.37	0.50	
	大 10	0.00	0.33	0.61	0.34	1.05	0.32	0.45	
	湘 7920	0.00	0.14	0.08	0.43	0.22	0.27	0.12	
	抗青 10 号	0.96	1.03	0.76	0.86	1.45	1.51	1.85	
	粤桑 11 号	0.69	0.84	0.75	0.30	0.45	0.83	0.76	
安息香酸	育 2	0.62	0.79	0.46	0.39	0.54	0.56	0.39	
	紫白 4	0.30	0.69	0.85	0.38	0.49	0.41	0.28	
	大 10	0.00	0.09	0.24	0.24	0.22	0.04	0.09	
	湘 7920	0.24	0.72	0.56	0.61	0.54	0.44	0.19	
	抗青 10 号	0.18	0.04	0.03	0.21	0.33	0.47	0.55	
	粤桑 11 号	0.93	1.00	0.81	0.54	0.61	0.94	0.97	
黄芪苷	育 2	0.37	0.51	0.29	0.41	0.56	0.84	0.51	
	紫白 4	0.16	0.40	0.46	0.50	0.55	0.67	0.88	
	大 10	0.00	0.26	0.22	0.30	0.57	0.19	0.29	
	湘 7920	0.12	0.35	0.25	0.52	0.44	0.41	0.17	
	抗青 10 号	0.17	0.28	0.15	0.45	0.47	0.36	0.51	
	粤桑 11 号	0.43	0.53	0.49	0.40	0.66	0.74	0.88	

律:不同品种桑叶的酚类单体成分的组成及其变化规律具有品种特异性。6 个品种桑叶中 13 种酚类物质在 4~ 10 月 7 个月份中的变化比较复杂,同一品种桑叶中不同的酚类物质变化不一样,不同品种桑叶中相同的酚类物质变化也不一样。表明在相同栽培条件

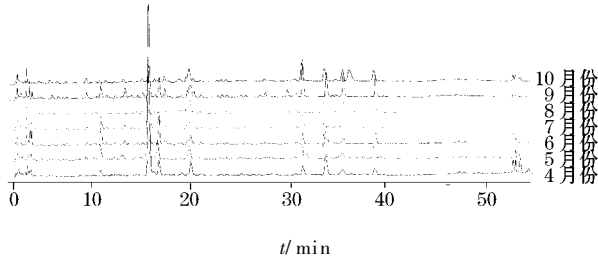


图 2 育 2 品种在不同月份酚类物质色谱图

Fig 2 Chromatogram of variety Yu 2 of phenol compounds in different months

及气候条件下,桑叶中酚类物质的量在不同品种之间有差异。但在所有品种中多酚的量均以绿原酸最高,其次为芦丁,再次为安息香酸和黄芪苷。

本实验所测定的 13 种酚类物质中,有两种成分的加样回收率大于 100%,可能是方法的本身误差、处理样品时的误差或样品中的杂质引起的正误差。有 7 种成分的加样回收率低于 95%,可能是多酚物质在常温下容易发生化学变化造成的。

参考文献:

[1] 原爱红,黄哲,马骏等.桑叶黄酮的提取及其降糖作用的研究[J].中草药,2004,35(11):1242-1243
[2] 孙莲,孟强,阎超等.桑叶的降血糖活性成分和药理作用[J].中草药,2002,33(5):471-473
[3] 孙达旺.植物单宁化学[M].北京:中国林业出版社,1992
[4] 杨贤强,曹明富,沈生荣等.茶多酚生物学活性的研究[J].茶叶科学,1993,13(1):51-59
[5] 安徽农学院.茶叶生物化学[M].北京:农业出版社,1980
[6] 张鞍灵,马琼,高锦明等.绿原酸及其类似物与生物活性[J].中草药,2001,32(2):173
[7] Julkunen-Tiitto R. Phenolics constituents in leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics[J]. J Agric Food Chem, 1985, 33: 213-217.

温度及种根大小对附子萌发及苗期性状的影响

罗意¹,陈兴福^{1*},杨文钰¹,舒光明²,刘莎¹,夏燕莉²

(1 四川农业大学,四川雅安 625014; 2 四川省中医药科学院,四川成都 610041)

摘要:目的 阐明不同温度及种根大小对附子萌发及苗期性状的影响。方法 用光照培养箱控制附子的发芽温度,观察不同温度下不同大小附子种根的发芽情况。结果 变温处理较恒温处理的附子种根发芽时间短,发芽率、发芽势和发芽指数均较高,小种根的发芽率、发芽势、发芽指数均高于大、中种根,苗期性状表现也较好。结论 种根在 10 g 左右发芽的综合性能优良,早春应加强水分管理提高种根发芽率。

关键词:附子; 温度; 种根; 发芽

中图分类号:R282.2 文献标识码:A 文章编号:0253-2670(2010)11-1892-04

①收稿日期:2010-01-03
基金项目:科技部“十一五”支撑计划项目(2006BAI06A12-01);四川省育种攻关项目(2006yzzgg12-21)
作者简介:罗意(1986-),女,重庆人,在读硕士研究生,从事药用植物生理、栽培等研究。
Tel: (0835)2882612 E-mail: kb1fily@163.com
* 通讯作者 陈兴福 Tel: (0835)2882612 E-mail: chenxf64@sohu.com

附子为毛茛科植物乌头 *Aconitum carmichaeli* Debx. 的子根加工品^[1], 是著名的川产地道药材, 具有回阳救逆, 温补脾肾, 散寒止痛之功效^[2]。关于附子的药理作用及化学成分方面研究较多, 而栽培上主要集中于附子的生产布局及主要栽培措施的记载^[3], 对附子发芽生理的研究尚未见报道。

目前年份之间温差较大, 四川盆地秋季、冬季和全年平均气温在 20 世纪 90 年代后期趋于上升, 有明显的变暖气候突变^[4], 而温度是植物种子发芽和出苗的基本条件之一。对独活、秦艽、益母草、柴胡等中药材的发芽特性研究结果表明, 温度过高或过低均会影响种子活力, 导致发芽或出苗不良^[5-9]。附子在 11 月下旬栽种, 翌年 2 月出苗, 是乌药休眠特性还是外界温度影响, 未见研究报道。附子生产上缺苗现象严重, 补栽既造成劳动力投入加大, 又对附子产量造成影响, 乌药大小对出苗的影响未见研究报道。

本实验根据附子出苗时当地的气候条件, 设置不同的温度处理, 考察温度对附子出苗情况的影响, 以期得出附子出苗的最适宜温度, 为制定适宜的附子栽种期提供理论依据; 选用不同大小的乌药为材料, 探索不同大小乌药的出苗情况及幼苗性状, 为选用大小适宜的乌药提供依据, 寻求既节约种源投入又能够获得优质高产的选种方法。

1 材料与方法

1.1 材料: 供试材料为毛茛科植物乌头的栽培品种, 经四川省中医药科学院舒光明研究员鉴定为毛茛科植物乌头 *Aconitum carmichaeli* Debx.。

1.2 方法: 本试验采用两因素随机区组试验设计, 重复 3 次。A 因素为发芽温度, 设置 5 个不同的温度处理, 分别为 10、15、20 ℃ 3 个恒温处理和 5~ 10 ℃、5~ 15 ℃ 两个昼夜变温处理; B 因素为乌药种根大小, 设置大、中、小 3 个水平, 单个种根平均质量分别约为 22、14、8 g, 共 15 个处理, 每个处理种植 4 盆, 其中大号种根每盆种植 4 粒, 中号种根每盆种植 6 粒, 小号种根每盆种植 8 粒。试验采用沙培法, 将各处理分别置于 5 个光照培养箱中, 光照强度均为 5 600 lx, 湿度为 70%。

以芽长 0.5 cm 为发芽标准^[10], 种植后第 4 天开始, 每天 16: 00 时统计发芽情况, 至发芽结束时停止统计; 发芽结束后, 随机取 10 株, 用直尺测定其苗高、须根长和新根数, 数据处理采用 EXCEL、SPSS 等软件。

发芽率= 发芽终期全部发芽的种子数/ 供试种子数 ×

100%

发芽势= 18 d 发芽的种子数/ 供试种子数 × 100%

发芽指数 (GI) = $\sum$ 当天发芽数 (G_t) / 天数 (D_t)

2 结果与分析

2.1 温度及种根大小对附子萌发的影响

2.1.1 温度及种根大小对附子发芽时间和持续天数的影响: 发芽时间是衡量种子发芽快慢的重要指标, 对不同温度与不同种根大小的附子萌发时间进行观察, 结果见表 1。两变温处理的附子发芽最快, 发芽时间早于恒温处理, 而恒温处理中, 各种根的发芽时间均随发芽温度的升高而缩短; 同一温度处理下, 小种根的发芽时间最迟, 中种根次之, 大种根的发芽时间最早, 说明变温及大种根能有效地促进附子提前萌发。

对比各处理发芽的持续天数, 20 ℃ 高温处理的附子发芽持续天数均最短, 5~ 15 ℃ 处理的持续天数最长, 说明高温利于加快附子发芽进程, 缩短发芽周期; 同一温度处理下, 大种根的持续天数均最长, 小种根的发芽持续天数均短于大、中种根, 说明小种根发芽快, 发芽整齐。

表 1 温度及种根大小对附子萌发时间的影响

Table 1 Effects of different temperatures and sizes of root tuber on germination time of *Aconiti Lateralis Radix Preparata*

温度/ ℃	大种根		中种根		小种根	
	发芽时 间/ d	持续天 数/ d	发芽时 间/ d	持续天 数/ d	发芽时 间/ d	持续天 数/ d
10	5	24	7	21	11	21
15	5	30	7	25	7	26
20	4	23	6	21	7	20
5~ 10	4	25	5	23	6	21
5~ 15	4	32	5	27	6	27

2.1.2 温度对附子发芽率的影响: 开始发芽后, 每天统计附子的发芽数, 以 5 d 为一时间间隔, 分析附子发芽率随发芽时间的变化情况, 结果见表 2。

不同温度处理对附子发芽率产生了较大影响, 在种植后 4~ 8 d、14~ 18 d 和 24~ 28 d, 温度对附子发芽率的影响均达到了极显著水平。其中 5~ 15 ℃ 变温处理的附子发芽早且发芽快, 种植后 5 d 内便出现发芽高峰, 发芽率达 29.3%, 在 1% 水平上显著高于 10、15、5~ 10 ℃ 3 个处理; 其余温度处理的附子发芽高峰均出现于种植后 14~ 18 d, 此时 5~ 10 ℃ 处理的附子发芽率最高, 达到 53.0%, 极显著高于 20 ℃ 和 5~ 15 ℃ 两处理的发芽率; 24~ 28 d 时, 5~ 15 ℃ 变温处理的发芽率极显著高于 20 ℃ 恒温处理的发芽率; 各处理均在种植 33 d 后停止发芽。

表 2 温度对附子各时期发芽率的影响

Table 2 Effects of temperature on germination ratio of *Aconiti Lateralis Radix Preparata*

温度/℃	发芽率/%						
	4~ 8 d	9~ 13 d	14~ 18 d	19~ 23 d	24~ 28 d	29~ 33 d	终期
10	12 0 BCb	18 9 Aa	40 7 ABab	21 6 Aa	1 4 ABbc	0 0 Aa	99 6 Aa
15	7 0 Cb	12 6 Aa	41 7 ABa	26 3 Aa	4 1 ABab	2 8 Aa	94 5 Aa
20	21 7 ABa	19 8 Aa	30 2 Bb	23 4 Aa	0 0 Bc	0 0 Aa	95 1 Aa
5~ 10	4 7 Cb	19 1 Aa	53 0 Aa	20 4 Aa	1 4 ABbc	0 0 Aa	98 6 Aa
5~ 15	29 3 Aa	19 0 Aa	19 4 Cb	21 7 Aa	6 9 Aa	2 8 Aa	99 1 Aa

表中平均值后小写字母表示 5% 差异显著性, 大写字母表示 1% 差异显著性(下同)
Values followed by a different small and capital letters within a column are significantly different at 5% or 1% probability levels, following tables are same

从发芽结束时的总发芽率及其分析可以看出: 温度对发芽率影响未达到显著差异, 对比各温度处理, 5~ 15℃变温处理的附子发芽率均值最高, 达到 99.07%, 而 10℃低温处理的发芽率最低, 为 94.44%。因此, 5~ 15℃昼夜变温处理利于提高附子的发芽率。

2.1.3 种根大小对附子发芽率的影响: 对不同时间、不同种根大小附子的发芽率进行统计, 并将 SPSS 软件分析的结果整理为种根大小对附子各时期发芽率的影响, 见表 3。发芽后 4~ 8 d 内, 大种根

发芽迅速, 发芽率为 22.7%, 与中、小种根间存在极显著差异; 而发芽后 19~ 23 d, 中、小种根的发芽率高于大种根, 差异达到极显著; 其余各时间段内, 种根处理间的发芽率差异均不显著。从各处理的终期发芽率的统计与分析可以看出: 种根大小对附子发芽率的影响达到了显著差异, 进一步多重比较发现, 小种根发芽率显著高于大、中种根的发芽率, 而大、中种根处理间的发芽率差异不显著。因此, 选择小种根作为种源能获得较高的发芽率。

2.1.4 温度对附子发芽势和发芽指数的影响: 对不

表 3 种根大小对附子各时期发芽率的影响

Table 3 Effects of different sizes of root tuber on germination ratio of *Aconiti Lateralis Radix Preparata*

处理	发芽率/%						
	4~ 8 d	9~ 13 d	14~ 18 d	19~ 23 d	24~ 28 d	29~ 33 d	终期
大种根	22 7 Aa	18 7 Aa	35 3 Aa	12 7 Bb	4 3 Aa	1 3 Aa	95 0 Ab
中种根	10 5 Bb	19 0 Aa	36 5 Aa	26 2 Aa	2 2 Aa	0 0 Aa	94 4 Ab
小种根	11 6 Bb	16 3 Aa	42 3 Aa	27 2 Aa	1 6 Aa	0 6 Aa	99 6 Aa

同温度处理下附子的发芽势和发芽指数进行考察, 结果见表 4。温度对附子发芽势的影响存在极显著差异或显著差异。温度对附子发芽势的影响主要在变温处理与不变温处理间, 变温处理的附子发芽势显著高于不变温处理; 不变温处理的各温度对附子发芽势的影响差异不显著; 5~ 10℃变温处理的附子发芽势显著高于 5~ 15℃的发芽势。

温度对附子发芽指数的影响存在显著差异, 5~ 15℃变温处理的附子发芽指数显著高于 15℃下的附子的发芽指数, 其余温度处理间的发芽指数差异不显著。

表 4 温度对附子的平均发芽势和发芽指数的影响
Table 4 Effects of temperatures on germination potential and germination index of *Aconiti Lateralis Radix Preparata*

温度/℃	发芽势/%	发芽指数
10	66 11 Bb	1 17 Aab
15	64 46 Bb	0 87 Ab
20	66 18 Bb	1 39 Aab
5~ 10	76 84 Aa	1 16 Aab
5~ 15	67 82 ABb	1 52 Aa

2.1.5 种根大小对附子发芽势和发芽指数的影响: 对不同种根大小处理下附子的发芽势和发芽指数进行观察, 结果见表 5。种根大小对附子发芽势的影响存在极显著差异。小种根的发芽势极显著高于中种根的发芽势, 显著高于大种根的发芽势; 大种根的发芽势又高于中种根的发芽势, 达显著差异。

表 5 种根大小对附子平均发芽势和发芽指数的影响
Table 5 Effects of different sizes of root tuber on germination potential and germination index of *Aconiti Lateralis Radix Preparata*

种根	发芽势/%	发芽指数
大	68.20 ABb	1.01 Ab
中	61.47 Bc	1.18 Aab
小	75.18 Aa	1.49 Aa

种根大小对附子发芽指数的影响存在显著差异。小种根的附子发芽指数显著高于大种根的发芽指数, 其余种根处理间的发芽指数差异不显著。

2.2 温度及种根大小对附子苗期性状的影响

2.2.1 温度对附子苗期性状的影响: 考察不同温度处理下附子幼苗的新根数、须根长、苗高等性状, 结果见

表 6. 温度对附子新根数的影响差异不显著。通过均值比较, 变温处理的平均新根数多于恒温处理, 其中 5~ 10 ℃变温处理的新根数最多, 为 8 89 根/ 株。

温度对附子须根长的影响存在极显著差异或显著差异。5~ 15 ℃变温处理的附子须根长极显著高于 10、15、5~ 10 ℃3 个处理的须根长, 显著高于 20 ℃恒温处理的须根长; 20 ℃恒温处理的附子须根长显著高于 5~ 10 ℃变温处理的须根长, 其余温度处理间差异不显著。

温度对附子幼苗苗高的影响存在极显著差异。20 ℃恒温处理的附子幼苗最高, 极显著高于其余 4 个处理; 15 ℃处理的附子苗高极显著高于 10、5~ 10、5~ 15 ℃3 个处理, 其余温度处理间差异不显著。

表 6 温度对附子苗期性状的影响

Table 6 Effects of temperatures on characters of seedling stage of *Aconiti Lateralis Radix Preparata*

温度/ ℃	新根数/ (根·株 ⁻¹)	须根长/ cm	苗高/ cm
10	6 72 Aa	4 21 Bc	1. 67 Cc
15	7 83 Aa	4 68 Bb c	3 33 Bb
20	8 44 Aa	5 36 A Bb	5 44 Aa
5~ 10	8 89 Aa	4 21 Bc	1. 64 Cc
5~ 15	8 72 Aa	6 84 Aa	1. 82 Cc

2 2 2 种根对附子苗期性状的影响: 同温度处理, 将 SPSS 软件分析的结果整理为种根对附子苗期性状的影响, 结果见表 7。种根对附子新根数和须根长的影响均不存在显著差异, 对附子苗高的影响存在显著差异。大、小种根的苗高均显著高于中种根, 而大、小种根间的苗高差异不显著。

表 7 种根大小对附子苗期性状的影响

Table 7 Effects of different sizes of root tuber on characters of seedling stage of *Aconiti Lateralis Radix Preparata*

种根	新根数/ (根·株 ⁻¹)	须根长/ cm	苗高/ cm
大	6 62 Aa	4 75 Aa	3 51 Aa
中	8 83 Aa	5 26 Aa	2. 71 Ab
小	9 37 Aa	5 15 Aa	2 57 Aa

3 讨论

发芽率是衡量种子质量好坏的一项重要依据, 发芽势反映了种子在一定时间内发芽能力的强弱, 而发芽指数是种子发芽速度快慢的指标, 一般三者均高, 种子不但出苗多, 而且出苗快, 幼苗健壮, 能有效地防御发芽过程中不良因素的影响^[11]。

本实验结果显示高温及变温处理的附子发芽早, 发芽时间短, 说明高温及变温处理促进了附子提前发芽, 且能有效缩短发芽时间, 利于早苗、全苗。

各温度处理中, 5~ 10 ℃变温处理的附子发芽势最高, 且新根发生的速度最快, 数目最多; 5~ 15 ℃变温处理的附子在发芽率、发芽指数和须根长等方面均表现出明显的优势; 而 20 ℃为植物生长的最适温度, 所以该处理的附子苗高最高。因此, 5~ 10、5~ 15 ℃的昼夜变温为附子的较适宜发芽温度, 20 ℃则为附子苗期生长的较适宜温度。四川产区早春昼夜温差在 5~ 10 ℃左右, 能满足发芽需要, 在生产上应加强这一时期的水分管理, 以满足附子种根发芽需要, 但出苗后, 附子的产量和品质情况还有待进一步研究。同时, 本实验结果还表明, 附子产区冬季栽种后气温较低, 是栽种后不能立即萌发的主要原因, 要等到第 2 年气温上升后才能发芽。产区能不能采取早春栽种有待进一步研究。

本研究采用不同大小的乌药作为种根进行发芽试验, 通过对比发现种根大小对附子发芽有一定影响, 其中大种根发芽时间较早, 但其发芽持续时间较长, 不利于齐苗, 而小种根虽然出芽稍晚, 但其能在较短的时间内获得较高的发芽率, 出苗整齐, 另外, 植株根的数量、根的长度是衡量苗期生长优劣的重要指标。小种根在发芽势、发芽指数、新根数目、须根长等指标上均明显优于大、中种根。从发芽及苗期生长角度考查, 可选择 10 g 左右的种根为种源, 不仅能节约用种量, 也能够有效解决乌药发芽的持续时间长, 春季气温变化大对出苗率的影响等问题, 一定程度上改善缺窝问题。

参考文献:

[1] 中国药典[S]. 一部. 2005
[2] 雷载权, 陈松育, 高学敏, 等. 中药学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005
[3] 侯大斌, 任正隆. 川乌(附子)块根质量与摘心留叶数对附子产量的影响[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(7): 594
[4] 潘建华. 四川盆地气温的时空分布变化分析[J]. 四川气象, 2006, 2: 21
[5] 潘瑞炽, 王 小, 李娘辉, 等. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006
[6] 王康才, 陈 喧, 唐晓清, 等. 独活种子发芽特性研究[J]. 中草药, 2005, 36(4): 59 79
[7] 刘丽莎, 姬可平. 秦艽种子发芽特性的研究[J]. 中草药, 2002, 33(3): 269 271
[8] 陈 叶, 罗光宏, 张永虎, 等. 细叶益母草种子发芽特性的研究[J]. 中草药, 2005, 36(9): 140 F 1402
[9] 杨成民, 曹海禄, 魏建和, 等. 发芽温度及种质对柴胡种子萌发的影响[J]. 中草药, 2007, 38(3): 426 429
[10] 陈 彬, 姚新灵, 乔雅林, 等. 赤霉素诱导下热激对打破马铃薯块茎休眠及发芽率的影响[J]. 农业科学研究, 2006, 27(3): 35
[11] 孙 群, 王建华, 孙宝启. 种子活力的生理和遗传机理研究进展[J]. 中国农业科学, 2007, 40(1): 48