

# 超声波处理对当归种子萌发及活力的影响

李刚<sup>1</sup>, 王乃亮<sup>1</sup>, 罗娘娇<sup>2</sup>, 马瑞君<sup>1\*</sup>

(1. 西北师范大学 生命科学学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 韩山师范学院 生物系, 广东 潮州 521041)

**摘要:** 当归 (*Angelica sineasi*( Oliv. )Diels) 种子经适当的超声波处理, 提高了萌发率和萌发指数. 结合正交实验探讨了超声时间、温度、功率的最佳组合. 实验表明, 当归种子在 40 ℃, 15 min, 40 kHz, 200 ~ 300 W 超声条件下, 种子活力增加最大. 超声时间、温度、功率 3 种因素中, 温度为最敏感因素. 在超声处理时, 温度不能超过 50 ℃.

**关键词:** 当归; 种子; 超声波; 萌发率; 萌发指数

中图分类号: Q 945. 34; Q 947. 8

文献标识码: A

文章编号: 1001-988 X( 2007) 03-0075-03

## The effect of ultrasonic wave on *Angelica sineasi*( Oliv. ) Diels seeds vitality and germination

LI Gang<sup>1</sup>, WANG Nai-liang<sup>1</sup>, LUO Niang-jiao<sup>2</sup>, MA Rui-jun<sup>1</sup>

(1. College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China;

2. Department of Biology, Hanshan Teachers College, Chaozhou 521041, Guangdong, China)

**Abstract:** *Angelica sineasi*( Oliv. ) Diels seeds are treated by ultrasonic wave, the result shows that the seeds germination rate and germination index are both raised. Orthogonal test shows that conditions with 40 ℃, 15 min, 40 kHz, 200 ~ 300 W are the best proper factors to increasing of seed vitality. Temperature is the most sensitive factor in those 3 terms. When the ultrasonic wave handle, temperature can't be over 50 ℃.

**Key words:** *Angelica sineasi*( Oliv. )Diels; seed; ultrasonic wave; germination rate; germination index

超声波是一种频率超过 20 kHz 的弹性机械波, 其生物学效应十分复杂. 自 20 世纪 30 年代, 人们开始研究超声波对农作物种子的作用, 取得了一系列成果<sup>[1]</sup>. 近年来, 超声波在提高转基因效率、诱导微生物变异、促进植物种子萌发等领域得到广泛应用和发展<sup>[2-5]</sup>. 实验证明, 在播种前用超声波对种子进行处理, 能够促进种子发芽, 加速幼苗生长, 提早成熟, 增加产量<sup>[6,7]</sup>.

当归 (*Angelica sineasi*( Oliv. ) Diels) 是 3 年生药用植物, 在中国的栽培历史悠久, 是甘肃特产药材. 而甘肃岷县的当归品质最好, 占全国年产量的 90% 以上<sup>[8,9]</sup>. 但实际种植中, 常常面临当归种子难以储存、萌发率低、幼苗生长缓慢等不利因

素<sup>[9]</sup>. 针对生产中的实际问题, 笔者用常温下储存 8 个月的当归种子为材料, 探讨了超声波处理对当归种子萌发的生物学效应.

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

当归种子( 常温储存 8 个月), 购于甘肃漳县石川乡.

#### 1.2 方法

1.2.1 超声波处理及种子萌发测定 干燥当归种子, 常温浸泡 24 h( 水温 20 ~ 30 ℃), 放入 KQ-500DV 型超声波清洗器( 昆山超声研究所生产, 工作频率 40 kHz, 最大功率 500 W) 中超声处理, 处

收稿日期: 2006-10-16; 修改稿收到日期: 2006-10-30

作者简介: 李刚( 1972—), 男, 甘肃甘谷人, 在读硕士研究生. 主要研究方向为植物生理和生态.

\* 通讯联系人, E-mail: ruijunma2003@yahoo. com. cn

理时温度波动控制在 5 ℃ 之内。处理好的种子每 50 粒 1 组放在 12 cm 培养皿中萌发, 二层滤纸为苗床, 添加蒸馏水保持苗床湿润。种子放在光照培养箱中暗培养, 萌发温度 25 ℃, 24 h 后开始记录萌发数, 每 12 h 记录一次。以超声波功率 0 W 处理为对照组。每组 3 个重复。

1.2.2 正交实验设计 为了探索最佳的超声效果, 用不同超声时间(10, 20, 30, 40 min), 不同温度(40, 50, 60, 70 ℃), 不同超声功率(200, 300, 400, 500 W)的组合设计  $L_{16}(4^3)$  正交实验(表 1)。

表 1 正交因素及水平实验

Tab 1 The level and factors of the orthogonal test

水平 Level	因素( Factor )		
	时间 Time/min	温度 Temperature/℃	强度 Strength/W
1	10	40	200
2	20	50	300
3	30	60	400
4	40	70	500

1.2.3 数据统计分析 萌发率 = 萌发数/种子总数(50)。萌发指数 =  $2X(5XA_1 + 4XA_2 + 3XA_3 + 2XA_4 + A_5)$ , 其中  $A_1$  为 24 h 时的发芽数,  $A_2$  为 48 h 时的发芽数, 依次类推<sup>[10]</sup>。数据用 SPSS 11.0 软件进行 t 检验和方差分析。

## 2 结果分析

### 2.1 超声波处理对当归种子萌发的影响

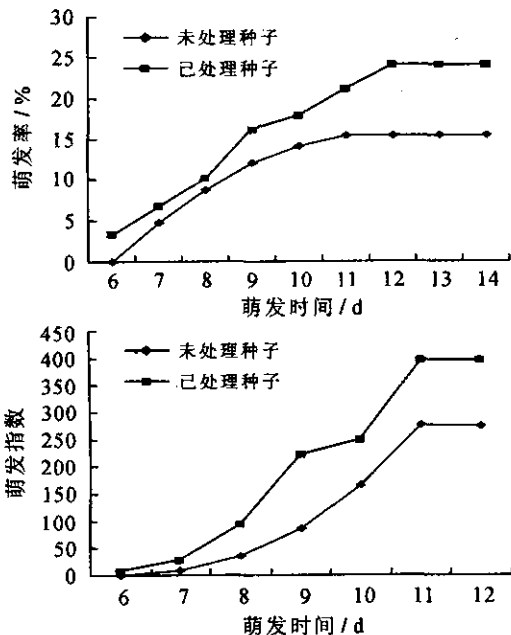


图 1 超声波处理对种子萌发的影响

Fig 1 Effect of ultrasonic wave on seeds germination

适当的超声波处理明显促进了当归种子的萌发, 处理后的种子表现为萌发率增高, 萌发指数增大。数据经独立样本 t 检验, 达到显著性差异水平。由图 1 可知, 未经超声处理的当归种子, 平均萌发率仅为 14.7%, 而超声波处理(15 min, 300 W)后, 种子的萌发率提高到 26%, 增幅达 82%, 萌发指数也随之增加, 由处理前的 676.6 增加到 946。萌发率升高表明种子萌发数目增多, 种子的利用率随之提高; 萌发指数增加表明种子萌发速度提高, 萌发时间缩短, 两者对作物生长都非常有利。本实验结果与文献 [11]~[13] 一致。

### 2.2 最佳处理工艺选择

由表 2、表 3 可知, 当归种子对不同温度、超声时间、超声频率的组合反应不同, 尤以对温度反应最为敏感。在 16 种处理组合中, 当温度为 60 ℃ 或 70 ℃ 时, 处理后种子均不萌发。因此对当归种子进行超声波处理时, 50 ℃ 为温度上限。极差显示, 无论是对萌发率还是萌发指数, 温度均为最敏感因素, 其次为超声时间、功率。

表 2 对萌发率的  $L_{16}(4^3)$  正交实验结果Tab 2 The result of the  $L_{16}(4^3)$  orthogonal experiment with multiple factors to the germination rate

实验号 No.	因素( Factor )			萌发率 Germination rate /%
	时间 Time /min	温度 Temperature /℃	强度 Strength /W	
T <sub>1</sub>	1	1	1	53.33**
T <sub>2</sub>	1	2	2	30.67*
T <sub>3</sub>	1	3	3	0
T <sub>4</sub>	1	4	4	0
T <sub>5</sub>	2	1	2	28.00*
T <sub>6</sub>	2	2	3	20.00
T <sub>7</sub>	2	3	4	0
T <sub>8</sub>	2	4	1	0
T <sub>9</sub>	3	1	3	16.00
T <sub>10</sub>	3	2	4	10.67
T <sub>11</sub>	3	3	1	0
T <sub>12</sub>	3	4	2	0
T <sub>13</sub>	4	1	4	25.33*
T <sub>14</sub>	4	2	1	33.33*
T <sub>15</sub>	4	3	2	0
T <sub>16</sub>	4	4	3	0
K <sub>1</sub>	21	30.67	21.67	
K <sub>2</sub>	12	23.67	14.67	
K <sub>3</sub>	6.67	0	9	
K <sub>4</sub>	14.67	0	9	
R	14.33	30.67	12.67	
(极差)				

表 3 对萌发指数的  $L_{16}(4^3)$  正交实验结果

Tab 3 The result of the  $L_{16}(4^3)$  orthogonal experiment with multiple factors to the germination index

实验号 No.	因素( Factor )			萌发指数 Germination-index
	时间 Time /min	温度 Temperature /°C	强度 Strength /W	
T <sub>1</sub>	1	1	1	892.00**
T <sub>2</sub>	1	2	2	759.33**
T <sub>3</sub>	1	3	3	0.0000
T <sub>4</sub>	1	4	4	0.0000
T <sub>5</sub>	2	1	2	717.33**
T <sub>6</sub>	2	2	3	340.00*
T <sub>7</sub>	2	3	4	0
T <sub>8</sub>	2	4	1	0
T <sub>9</sub>	3	1	3	258.67*
T <sub>10</sub>	3	2	4	81.33
T <sub>11</sub>	3	3	1	0
T <sub>12</sub>	3	4	2	0
T <sub>13</sub>	4	1	4	524.00**
T <sub>14</sub>	4	2	1	670.67*
T <sub>15</sub>	4	3	2	0
T <sub>16</sub>	4	4	3	0
K <sub>1</sub>	412.83	598	390.67	
K <sub>2</sub>	264.33	462.83	369.17	
K <sub>3</sub>	85	0	149.67	
K <sub>4</sub>	298.67	0	151.33	
R (极差)	327.83	598	241	

注：表 2、表 3 中，\* 表示  $t$  检验在  $P=0.05$  水平上有显著性差异；\*\*表示在  $P=0.01$  水平上有显著性差异。

正交实验显示，并非超声功率越强、处理时间越长就可以得到最满意的萌发效果。超声波是一种机械波，超声波产生的空化现象对质膜结构会产生影响。如果频率过高，对质膜破坏超过了种子的自我修复能力，将会造成种子永久性损伤，反而会降低种子活力，萌发率随之下降。综合正交实验，对当归种子超声波处理的最佳组合为：时间 10 ~ 15 min，温度 40 °C，超声频率 40 ~ 60 W，该组合处理后的种子萌发率为各组最高，萌发指数也有明显提高。

### 3 讨论

超声波能促进许多植物种子萌发<sup>[7,14,15]</sup>。肖宜安等<sup>[16]</sup>对苏铁、刘小艳等<sup>[17]</sup>对酵母的超声处理研究证明，超声波处理能改变质膜通透性，促进细胞内外的物质交换。超声波的生物学效应主要是由空化作用引起。当超声波在液体中传播时，将引起媒

质分子以其平衡位置为中心的震动，在超声波压缩相内，分子间的距离缩小；而在稀疏相内，分子间距离将增大。如果声强足够大，液体受到的相应的负压也足够大，分子间的平衡距离将增大，以至超过相限距离，从而破坏液体结构的完整性。该作用可能导致空泡周围的细胞壁和质膜的击穿或可逆的质膜透性改变。另外，高强度的超声波可导致细胞破碎和酶失活，而当超声波强度适宜时，这种改变是可逆的。细胞自身能修复壁和膜的破损。因而这种可修复的损伤可改变细胞质膜的通透性，促进细胞内外物质的交换，从而促进种子的萌发<sup>[16,17]</sup>。任兴安等<sup>[18]</sup>对水稻种子萌发的研究表明，超声波可提供能量，使某些酶的活性增强而破除对种子的休眠作用。近年研究表明，种子经射线、超声波、电场处理后，可以打破休眠，促进种子的萌发，提高种子活力<sup>[19,20]</sup>。电场或射线处理后，种子得到物理能量，引发一系列反应，使有些关键酶的活性增强，而破除了种子的休眠。

从当归种子的萌发情况来看，200 W 超声波处理 10 min 即可明显增加种子活力，但萌发率提高是由于质膜通透性改变还是酶活力的增加，萌发后幼苗是否更具优势，尚待进一步研究。

### 参考文献：

- [1] 克罗托娃 O A. 超声波处理萝卜、莴苣的增产效应 [J]. 苏联农业科学, 1958(9): 550.
- [2] 丁志华, 沃兴华. 超声波的生物学效应及其在转基因技术中的应用 [J]. 生命科学, 1997, 9(4): 187-189.
- [3] 张宏, 王国英, 谢支菊, 等. 超声波介导法转化玉米愈伤组织及可育转基因植株的获得 [J]. 中国科学 (C 辑), 1997, 27(2): 162-167.
- [4] 董云洲. 超声波对烟草花粉的生物学效应及其诱导外援基因向烟草花粉的转移 [J]. 应用基础与工程科学学报, 1999, 7(24): 393-399.
- [5] 赵东丽, 陈红波, 聂党苑, 等. 超声波辅助技术对发根农杆菌介导的苦豆子遗传转化的影响 [J]. 西北植物学报, 2003, 23(3): 468-472.
- [6] 陶嘉龄. 种子活力 [M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [7] 张成全, 王秀芳, 王辰东. 超声波对菠菜种子萌发及过氧化氢酶的影响 [J]. 河北农业大学学报, 1990, 13(3): 22-26.
- [8] 杨宁, 马瑞君, 赵庆芳, 等. 当归愈伤组织的增殖与分化培养 [J]. 中草药, 2005, 36(11): 1716-1719.

- [ 9 ] 佟金权. 中国沙棘种群种子性状稳定性研究初报 [ J ]. 沙棘, 1996, 9( 3 ): 12-14.
- [ 10 ] 李 斌, 顾万春, 卢宝明. 白皮松天然群体种实性状表型多样性研究 [ J ]. 生物多样性, 2002, 10( 2 ): 181-188.
- [ 11 ] 廉永善, 陈学林, 王 峰. 沙棘的种下类型研究 [ J ]. 西北师范大学学报: 自然科学版, 1997, 33( 1 ): 36-46.
- [ 12 ] 黄 铨. 中国沙棘的性状变异与演化趋势 [ J ]. 国际沙棘研究与开发, 2003, 1( 2 ): 6-16.
- [ 13 ] 田方玉, 黄 铨, 吴永麟, 等. 陕西省黄龙县中国沙棘的性状变异与表型结构 [ J ]. 西北林学院学报, 1993, 8( 3 ): 8-12.
- [ 14 ] 田春杰. 中国沙棘云南沙棘和江孜沙棘居群的化学成分与遗传多样性分析 [ D ]. 上海: 复旦大学, 2003.
- [ 15 ] 孙 坤, 陈 纹, 马瑞君, 等. 子午岭中国沙棘亚居群的遗传多样性研究 [ J ]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2004, 40( 3 ): 72-75.
- [ 16 ] 王德莲, 李忠超, 葛学军. 云南穗花杉的遗传多样性研究 [ J ]. 热带亚热带植物学报, 2005, 13( 2 ): 143-148.
- [ 17 ] 鲁先文, 孙 坤, 马瑞君, 等. 鸟类取食中国沙棘果实的方式及其对种子的传播作用 [ J ]. 生态学杂志, 2005, 24( 6 ): 635-638.
- [ 18 ] 冯敬义, 马志本, 苏化龙, 等. 沙棘与若干鸟兽的相互关系 [ J ]. 生态学杂志, 1986, 5( 4 ): 30-32.

( 责任编辑 孙晓玲 )

( 上接第 77 页 )

- [ 9 ] 赵庆芳, 马世容, 马瑞君, 等. 当归熟地育苗实验研究 [ J ]. 中草药, 2005, 36( 5 ): 759-761.
- [ 10 ] LEATHER G R, EINHELING F A. Bioassay in the study of allelopathy [ C ]. Putnam A R. *The Science of Allelopathy*. New York: John Willey & Sons, 1986: 133-145.
- [ 11 ] 董汇泽, 杨丽君. 超声波对野生柴胡种子萌发及活力的影响 [ J ]. 中国种业, 2005( 12 ): 46-47.
- [ 12 ] 郭孝武. 超声波技术在药用植物种植栽培中的应用 [ J ]. 世界科学技术, 2002( 2 ): 24-26.
- [ 13 ] 郭孝武. 超声对白术幼苗生长的影响 [ J ]. 植物生理学通讯, 1990, 2( 3 ): 34-35.
- [ 14 ] 庄南生, 王 英, 唐燕琼, 等. 超声波处理桂花草种子的生物学效应研究 [ J ]. 草业科学, 2006, 28( 3 ): 80-82.
- [ 15 ] 郭孝武. 超声波对烤烟种子发芽和幼苗生长的影响 [ J ]. 植物生理学通讯, 1994( 5 ): 352.
- [ 16 ] 肖宜安, 李化茂. 超声波对苏铁种子萌发的影响 [ J ]. 植物生理学通讯, 1999, 35( 4 ): 293.
- [ 17 ] 刘小艳, 丘泰球, 黄卓烈, 等. 不同方法对酵母细胞膜通透性的影响 [ J ]. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 25( 1 ): 74-76.
- [ 18 ] 任兴安, 王益善, 杨 波, 等. 超声对水稻生长发育和增产效果的实验研究 [ J ]. 应用声学, 1993, 12( 1 ): 31-33.
- [ 19 ] 鱼小军. 破除种子休眠的方法研究 [ J ]. 种子, 2005, 24( 7 ): 46-49.
- [ 20 ] 袁宛兰, 张祝成, 郭孝武. 小功率高频超声波辐射小麦育种后代效应的研究 [ J ]. 声学进展, 1982( 2 ): 21-25.

( 责任编辑 陈广仁 )