

文章编号: 1001-3776 (2016) 03-0024-04

## 进口美国山核桃种子性状及其发芽调控的研究

徐翠霞<sup>1</sup>, 谭鹏鹏<sup>2\*</sup>, 充攀<sup>2</sup>, 彭方仁<sup>2</sup>, 陈文静<sup>2</sup>, 李健<sup>3</sup>

(1. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023; 2. 南京林业大学林学院, 江苏 南京 210037;  
3. 浙江农林大学 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 临安 311300)

**摘要:**以野生美国山核桃 (*Carya illinoensis*) 引进种子为试材, 对其种子特性进行研究, 并采用  $L_9(3^4)$  正交试验方法进行催芽试验。结果表明, 该种批果实较小, 单果重平均值为 2.68 g, 纵径和横径分别为 2.7、1.4 cm, 出仁率 42.8%; 该种批含水率在 13% 左右, 净度和优良度分别为 99.9% 和 96%, 但该种批发芽率仅 41.3%。催芽试验结果表明, 不同催芽处理对发芽率和发芽势的影响均存在显著性差异 ( $p < 0.05$ ), 在已知组合中,  $A_2B_1C_2$  (100 mg/L 的  $GA_3$  处理 3 d) 的发芽率和发芽势最好, 分别达 86.00% 和 79.86%。极差分析优化可知, 用 200 mg/L 的  $GA_3$  浸种 3 d 催芽的发芽率效果最好。用于砧木的进口野生美国山核桃种源, 在前一年秋季就应准备好种子, 冬季进行低温沙藏层积, 春季在播种前用 200 mg/L 的  $GA_3$  进行浸种 3 d 催芽, 可以获得高出芽率, 并生长迅速。

**关键词:** 美国山核桃; 种子催芽; 激素; 苗木生长; 种子性状

中图分类号: S722.5

文献标识码: A

## Traits and Germination Test of Imported *Carya illinoensis* Seed

XU Cui-xia<sup>1</sup>, TAN Peng-peng<sup>2\*</sup>, YAN Pan<sup>2</sup>, PENG Fang-ren<sup>2</sup>, CHEN Wen-jing<sup>2</sup>, LI Jian<sup>3</sup>

(1. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, China; 2. College of Forestry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;  
3. State Key Laboratory Cultivation Base of Subtropical Silviculture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, China)

**Abstract:** Traits of imported wild *Carya illinoensis* seeds were determined and germination experiments were conducted with  $L_9(3^4)$  orthogonal design. The results demonstrate that mean single nut weight was 2.68g, vertical and transverse diameter was 2.7 and 1.4cm with 42.8% kernel. Water content of seeds was about 13% with 99.9% of purity and 96% of quality seed percentage, but open field germination rate had only 41.3%. The experiment showed that different treatments had significant effect on germination rate and force. Treatment  $A_2B_1C_2$  (3 days treatment with 100mg/L of  $GA_3$ ) topped to 86.00% and 79.86% of germination rate and force. Range analysis indicated that treatment of 3 days with 200 mg/L of  $GA_3$  would have the best effect of germination rate.

**Key words:** *Carya illinoensis*; seed germination; hormone; seedling growth

美国山核桃 (*Carya illinoensis*), 胡桃科 (Juglandaceae) 山核桃属 (*Carya*), 是果材兼用的优良树种, 其主产区在美国南部, 我国引入美国山核桃已有 110 多年历史<sup>[1~4]</sup>。近几年美国山核桃作为一种优良的木本油料植物正在大力发展, 但是仍然没有形成规模化的栽培, 这其中一个重要的原因就是缺乏优良品种资源。而对这些优良品种资源进行推广就需要大量的优质砧木做材料, 国内的种质资源数量少, 且质量良莠不齐, 难以满足砧木资源需求等问题, 因此中国每年都要从国外引进大量的优质美国山核桃种子, 作为砧木种子资源。提高种子发芽率, 使其出苗整齐健壮是获得优质砧木的前提, 使用植物生长调节物质是打破种子休眠、提高发芽率常

收稿日期: 2016-01-15; 修回日期: 2016-03-30

作者简介: 徐翠霞 (1982-), 女, 浙江江山人, 助理工程师, 从事经济林栽培研究; \*通讯作者。

用的方法<sup>[5]</sup>。本试验研究了引进的美国山核桃的种子特性, 并通过催芽试验研究了激素对其发芽率、发芽势和幼苗质量的影响, 旨在寻找有应用潜力的激素处理, 探寻其应用方法。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

2015 年 2 月, 从中国林木种子子公司购进美国山核桃野生种子 50 kg, 该批种子于 2014 年 11 月采自美国路易斯安那州密西西比河冲积平原地区的实生美国山核桃种群。选择种仁饱满, 无霉变、虫蛀和损坏的种子, 研究其性状和发芽调控技术。

1.2 试验设计与参数测定

1.2.1 种子性状分析

1.2.1.1 种子形态指标测定 从该批种子中随机抽取 50 粒种子, 测定坚果的纵径、横径、壳厚、单果重、出仁率、果型指数 6 个指标。将测定结果与参考文献[6~8]中的波尼、马汉和威斯顿 3 个优良品种的数据进行比较。

1.2.1.2 种子播种品质检验 种子质量检验参照《林木种苗标准汇编》, 其中发芽率测定的方法是: 从种批中随机抽取 50 粒种子, 重复 3 次。将种子用清水浸泡 2 d, 埋入装有湿润沙子的发芽盒里, 置于恒温培养箱中, 保持温度为 25℃, 空气相对湿度为 75%~90%。20 d 后, 每 2 d 观察一次发芽数, 并将发芽种子移入装有基质的容器内, 基质配方为草炭土:蛭石:珍珠岩(体积比)=5:3:2, 容器规格为上下口径 12 cm, 高 20 cm, 发芽结束后, 统计发芽率。

1.2.1.3 种子分级 把种批根据大小粗略分为大、中、小 3 个等级, 并从各等级种子中随机抽取 30 粒种子, 测定长(横径)和宽(纵径), 得到各等级种子的大致区分范围。

1.2.2 种子发芽调控和苗期生长测定 催芽试验采用 3 因素 3 水平  $L_9(3^4)$  正交试验设计, 因素和水平分别为: A 激素种类 (IAA、GA<sub>3</sub> 和 6-BA)、B 激素浓度 (100 mg/L、200 mg/L 和 300 mg/L)、C 处理时间 (1 d、3 d、5 d), 共 9 个处理, 每个处理重复 3 次, 每个重复 50 粒种子, 本次催芽试验采用分级后的中粒种子。GA<sub>3</sub> 和 IAA 用少量的乙醇助溶, 6-BA 用少量的盐酸助溶, 然后分别用蒸馏水配制成浓度为 100、200 和 300 mg/L 的溶液。见表 1。

试验始于 2015 年 3 月, 方法同发芽率测定, 60 d 后统计发芽率和发芽势, 70 d 后统计苗高、地径, 每个处理调查 20 株, 3 次重复。

1.3 数据处理方法

试验数据采用 Excel 2007 和 DPS 数据处理软件进行分析处理。

表 1  $L_9(3^4)$  正交试验参数配置表  
Table 1 The design of  $L_9(3^4)$  experiment

试验号	A (激素种类)	B (激素浓度)	C (处理时间)	组合
1	1	1	1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
2	1	2	2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
3	1	3	3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>
4	2	1	2	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
5	2	2	3	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>
6	2	3	1	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>
7	3	1	3	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>
8	3	2	1	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
9	3	3	2	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>

2 结果与分析

2.1 种子性状分析

2.1.1 种子形态指标测定结果 由表 2 可知, 该批种子纵径和横径分别为马汉的 50.9%和 56.0%, 单果重平均值为 2.68 g, 仅为马汉的 23.0%; 出仁率也较低, 为 42.8%。

2.1.2 种子品质检验 检验表明, 该批种子的净度和优良度均较好, 净度为 99.9%, 千

表 2 种子形态指标  
Table 2 Seed morphological traits

种源		纵径/cm	横径/cm	壳厚/mm	单果重/g	出仁率/%
野生种源	最大	3.3	1.9	1.5	5.3	49.7
	最小	2.1	1.1	0.7	1.7	34.0
	极差	3.6	12.4	8.0	0.8	1.7
	平均	2.7	1.4	1.1	2.68	42.8
波尼		4.0	2.2	0.7	6.6	55.1
威斯顿		4.5	2.3	1.2	7.9	58.0
马汉		5.3	2.5	1.0	12.4	54.7

粒重为 2 788 g, 含水率在 13% 左右, 生活力为 89.4%, 但发芽率较低, 仅为 41.3%, 发芽势为 39.3%, 优良度为 96%。

2.1.3 种子分级 对该批种子进行分级, 为的是控制误差, 减小种子大小对发芽率及初期苗木生长的影响<sup>[9]</sup>。分级之后, 大、中、小种子的纵径分别为 3.7 cm、2.8 cm、2.3 cm。本次催芽试验采用中粒种子。

## 2.2 种子发芽调控

表 3 表明, 不同催芽处理对发芽率和发芽势的影响均存在显著性差异 ( $p < 0.05$ )。9 个处理中, 以处理 4 ( $A_3B_2C_1$ ) 和处理 8 ( $A_2B_1C_2$ ) 的催芽效果最好, 发芽率和发芽势分别达到 86% 和 78% 以上。

进一步极差分析可知 (表 4), 对发芽率影响的主次顺序为  $B > A > C$ , 即激素浓度 > 激素种类 > 处理时间。当激素浓度为 200 mg/L 时, 平均发芽率最高, 达到 84.37%。3 种激素中, 以  $GA_3$  的催芽效果最佳,  $GA_3$  处理美国山核桃种子的平均发芽率为 81.6%, 明显高于 IAA (77.9%) 和 6-BA (73.4%)。处理时间对发芽率影响较小, 以处理 3 d 效果最佳。

极差分析结果表明, 提高种子发芽率的最佳组合为  $A_2B_2C_2$ , 未出现在试验处理中, 即用激素  $GA_3$  (200 mg/L) 浸泡种子 3 d。

表 3 不同处理下野生进口美国山核桃种子发芽及生长情况比较

Table 3 Comparison of germination of seed under different treatments

处理组合	发芽率/%	发芽势/%	苗高/cm	地径/mm
$A_1B_1C_1$	69.15±3.8c	59.28±2.5cd	13.25±1.4a	2.25±0.2a
$A_1B_2C_2$	83.48±8.3ab	76.26±5.3ab	12.76±1.0ab	2.08±0.2ab
$A_1B_3C_3$	81.72±5.1ab	68.72±2.3bc	11.25±0.6d	2.25±0.2a
$A_2B_1C_2$	86.00±3.1a	79.86±2.6a	12.89±1.2a	2.29±0.2a
$A_2B_2C_3$	83.71±3.7ab	77.42±1.6a	11.02±1.1d	2.02±0.2ab
$A_2B_3C_1$	75.69±4.8abc	66.22±1.4cd	12.62±1.1ab	2.27±0.2a
$A_3B_1C_3$	62.09±5.0c	57.04±4.1d	11.81±1.1cd	1.93±0.1b
$A_3B_2C_1$	86.25±2.2a	78.82±3.9a	10.91±0.9d	2.10±0.2ab
$A_3B_3C_2$	72.08±2.6bc	58.17±2.1d	13.23±1.0a	2.21±0.1ab

注: 小写字母表示在 0.05 水平下差异性, 下同。

## 2.3 幼苗生长观测

表 3 表明, 不同催芽处理对苗高、地径的影响均存在显著性差异 ( $p < 0.05$ )。 $A_1B_1C_1$  处理的苗高最高, 达到 13.25 cm, 但与  $A_2B_1C_2$ 、 $A_2B_3C_1$ 、 $A_3B_3C_2$  处理间的苗高并无显著差异,  $A_2B_1C_2$  的苗高是表现最好的一类。地径只有  $A_3B_1C_3$  显著低于其他处理, 其他处理间差异并不显著。因此, 在已有的组合里以 100 mg/L 的  $GA_3$  处理 3d 优先组合。

进一步极差分析可知 (表 5), 3 种因素对苗高的影响仅以处理时间极差最大, 激素种类和浓度影响的极差仅有 1 左右, 各因素对苗高影响的主次顺序为  $C > B > A$ , 即处理时间 > 激素浓度 > 激素种类。处理时间, 以 3 d 处理表现最优。其他因素虽然有高低差别, 但极差均较小, 因素水平选择时可以综合考虑其它参数。浸泡时间也是以浸泡 3 d 处理苗高生长最好。

综合发芽率和幼苗苗高生长, 最佳处理组合为:  $GA_3$  (200mg/L) 浸泡种子 3 d (即  $A_2B_2C_2$ )。

## 3 结论和讨论

(1) 本实验所用野生进口美国山核桃属于小果型, 其种子净度和优良度均较好, 含水率适中, 但发芽率较低。新鲜种子一般含水率在 25%~30%, 在自然通风的室内晾干, 当种子含水率达 10%~15% 时进行湿沙贮藏或

表 4 不同处理下种子发芽率的极差分析

Table 4 Main factor analysis of accelerating germination

水平	A (激素种类)	B (激素浓度)	C (处理时间)
1	77.93	72.30	76.90
2	81.63	84.37	80.43
3	73.40	76.30	75.63
极差 R	8.23	12.07	4.80
因素主次	BAC		
最优水平	$A_2B_2C_2$		

表 5 不同处理下幼苗苗高的极差分析

Table 5 Main factor analysis of height growth

水平	A (激素种类)	B (激素浓度)	C (处理时间)
1	12.41	12.64	12.25
2	12.18	11.56	12.97
3	11.99	12.37	11.36
极差 R	0.42	1.07	1.61
因素主次	CBA		
最优水平	$A_1B_1C_2$		

在 3~5℃冷库中保存<sup>[9]</sup>, 该种批种子含水率为 13%左右, 适合贮藏, 但该批种子到货较晚, 未经湿沙贮藏。经发芽试验测定的该种批的发芽率较低, 而李淑芳的田间发芽率高达 91%<sup>[5]</sup>, 但测得该种批的生活力却较高, 说明该种批具有发芽的潜力, 发芽率不高的原因, 可能与该种批到货较晚未经低温层积有关。

(2) 适当浓度的 GA<sub>3</sub> 要优于 IAA 和 6-BA, 可促进美国山核桃种子的发芽和幼苗主根生长。有研究认为用高浓度的 GA<sub>3</sub> 浸泡美国山核桃种子 1~5 d, 对种子萌发有明显的促进作用<sup>[11]</sup>, 也有研究认为在播种前, 用 100 mg/L 的 GA<sub>3</sub> 浸泡 7~9 d, 即可显著提高种子发芽率<sup>[9]</sup>。本研究发现用 200 mg/L 的 GA<sub>3</sub> 处理能显著提高发芽率, 由未处理的 40%左右提高到 80%以上。

(3) 用于砧木的进口野生美国山核桃种子, 建议在前一年秋季就准备好种子, 冬季进行低温沙藏层积, 春季在播种前用 200 mg/L 或 300 mg/L 的 GA<sub>3</sub> 进行浸种 3~5 d 催芽。

总之, 在引种过程中, 要考虑种子品质及生物学特性、外界环境条件的变化和人为处理措施等因素, 尽量降低不利影响。在实际生产中, 为提高种子的发芽率, 可采用激素进行催芽处理。

#### 参考文献:

- [1] 王曼, 李贤忠, 宁德鲁, 等. 薄壳山核桃研究概况及发展趋势[J]. 林业调查规划, 2009, 34(6): 93-95.
- [2] 张日清, 李江, 吕芳德, 等. 我国引种美国山核桃历程及资源现状研究[J]. 经济林研究, 2003, 21(4): 107-109.
- [3] 张日清, 吕芳德. 薄壳山核桃在原产地分布、引种栽培区划及主要栽培品种分类研究概述[J]. 经济林研究, 2002, 20(3): 53-55.
- [4] 李永荣, 吴文龙, 刘永芝. 薄壳山核桃种质资源的开发利用[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(27): 13 306-13 308.
- [5] 李淑芳, 杨建华, 范志远, 等. 不同处理对薄壳山核桃种子发芽的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(3): 444-449.
- [6] 邹伟烈, 习学良, 范志远. 3 个优良薄壳山核桃品种在云南中南亚热带的引种表现[J]. 林业调查规划, 2010, 35(6): 130-133.
- [7] 周蓓蓓, 臧旭, 朱海军, 等. 薄壳山核桃良种试验初报[J]. 江西农业学报, 2010, 22(10): 47-48.
- [8] 夏根清, 翁春余, 王开良, 等. 薄壳山核桃嫁接技术试验[J]. 经济林研究, 2007, 25(4): 109-112.
- [9] 习学良, 范志远, 张雨, 等. 薄壳山核桃砧苗快速培育技术[J]. 中国南方果树, 2005, 34(5): 47-49.
- [10] 沈海龙. 苗木培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [11] Laiche A J. Growth evaluation studies of one year pecan seedlings of selected varieties, seed treatments and growing methods[J]. Proc Annu Convent SE Pecan Grow Assoc., 1976. 382.