

顶坛花椒花粉活力及其对 Zn 的响应研究

贺红早, 陈训*, 李苇浩

(1. 贵州师范大学地理与生物科学学院, 贵州贵阳 550001; 2. 贵州科学院, 贵州贵阳 55000; 贵州省喀斯特资源环境与发展研究中心, 贵州贵阳 550001)

摘要 用 TTC 法测定了顶坛花椒花粉的活力和寿命, 用拟合二次方程 (Quadratic)、分析建立曲线估计模块 (Curve estimation) 的方法分析了顶坛花椒花粉活力和寿命对微量元素 Zn 的响应。研究表明: 在 3~8 年和生长在海拔 600 m 左右的顶坛花椒花粉具有较强活力, 散粉后花粉的最长寿命为 6 d。当 $ZnSO_4$ 浓度为 0.08% 时, 各年龄级的顶坛花椒花粉活力达到最大值; $ZnSO_4$ 浓度为 0.06% 时, Zn 可以促进不同海拔的顶坛花椒花粉活力达到最大值; 当 $ZnSO_4$ 浓度为 0.09% 时, 顶坛花椒花粉寿命可以从散粉后 6 d 延长到 7 d。因此, 当 $ZnSO_4$ 浓度为 0.06%~0.09% 时, 顶坛花椒花粉活力和花粉寿命均能大幅度提高。

关键词 顶坛花椒; 花粉活力; 花粉寿命; Zn

中图分类号 Q944.42 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)27-08432-03

Study on the Pollen Viability of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensis* and its Response to Zinc

HE Hong-zao et al (College of Geography & Biology Science, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001)

Abstract In this paper the pollen viability and life-span of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensis* were evaluated with TTC (2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride) test, and the response of Zinc to pollen viability and life-span was analyzed with the method of quadratic and then estimated curve. The results showed that the pollen of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensis* at age of 3~8 a and altitude of 600 m had obvious viability more than others, the pollen life-span after blooming were six days. When the density of $ZnSO_4$ was 0.08% the pollen viability at each age can reach its maximum. Zinc can spur pollen viability of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensis* at different altitude when the density of $ZnSO_4$ was 0.06%, and the pollen life-span can be prolonged from six days to seven days when the density of $ZnSO_4$ was 0.09%. As a result, when the density of $ZnSO_4$ was between 0.06% and 0.09%, both pollen viability and life-span of *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensis* can be boosted greatly.

Key words *Zanthoxylum planispinum* var. *dingtanensis*; Pollen viability; Pollen life-span; Zinc

作为花江喀斯特地区的主打经济植物, 顶坛花椒在当地脆弱的喀斯特生态环境重建和农业内部结构调整中发挥了重要作用。近年来, 越来越多的学者对花椒, 尤其是顶坛花椒进行了深入的研究, 主要集中在化学成分的组成^[1-3]、营养成分及微量元素测试^[4-5]、花椒林地杂草^[6]研究等领域, 但是关于顶坛花椒花粉活力及其与微量元素 Zn 的关系却鲜有报道。花粉活力是目前传粉生态所必须研究的内容, 近年来引起了不少学者的重视^[7-8]。Zn 作为植物的必需微量元素, 在植物的新陈代谢中起着非常重要的作用, 尤其在植物对不良环境的抵抗中作用较为显著^[9]。笔者通过研究顶坛花椒花粉活力及其对微量元素 Zn 的响应, 可为寻找顶坛花椒生长的关键因子及探索顶坛花椒的传粉机理提供理论依据, 为植物的 Zn 营养提供新的参考资料。

1 研究地概况

研究地位于贵州省西南部的喀斯特中心地带——花江大峡谷, 该地区位于 E 105°36'30"~105°46'30", N 25°39'13"~25°41'00"。境内地表起伏大, 相对高差悬殊, 海拔 370~1355 m。地形复杂, 石漠化严重, 属于典型的喀斯特岩溶石山区。山高坡陡, 土壤贫瘠, 保水能力差。受大峡谷的影响, 该地区有两种不同的气候类型, 即低热河谷丘陵地带的中亚热带季风湿润性气候和暖温带气候。光热资源丰富, 年均温 18 左右, 年总积温达 6542.9, 年日照时数 2500 h 以上, 全年降雨量 1070 mm, 全年下雨的天数为 150~225 d (日降雨量 0.6 mm 称为一个雨天^[10]), 季节分配极为不均, 冬春旱及伏旱严重, 在最干旱的季节, 月降雨量仅为 30 mm, 即使在雨季, 月均降雨量也仅为 180 mm。全年无霜期在 337 d 以上,

河谷地带终年无霜。

2 材料与方法

2.1 试验设计与材料 顶坛花椒均为已开花挂果的植株。按 Zn 肥浓度设置 6 个处理, 即: 0、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、0.20%, 并根据海拔对不同水平处理进行 5 次重复, 共 30 个样方, 各样方面积为 15 m×15 m, 各样方均按同种方式进行田间管理。土壤施 Zn 肥时, 其残效一般可维持 3~5 年, Zn 肥施用量越高, 其残效也越长。连续对土壤施 Zn 肥时, 土壤中可能有较多的 Zn 积累。叶面喷施仅能供植物当年需要, 而且当年就要求反复喷施, 因而没有残效。故该试验采用叶面喷施的方法, 在早春萌芽前, 对顶坛花椒进行 3 次喷施, 每次间隔 7 d。花粉散粉后取样。

2.2 方法

2.2.1 顶坛花椒年龄的测定。用生长锥在树干基部钻取顶坛花椒的年轮, 根据年轮确定其年龄, 同时测量其基径, 进而建立年龄 (Y) 和基径 (X) 的回归方程^[11]:

$$Y = 1.4011X + 6.1475$$

$$(r = 0.9469, P < 0.01)$$

2.2.2 花粉活力检测。用 TTC (2,3,5-氯化三苯基四氮唑) 测定花粉的活力和寿命^[12]。具体方法是: 采集散粉后的顶坛花椒花粉, 取少许放在干净的载玻片上, 加 1~2 滴 0.5% TTC 溶液, 搅匀后盖上盖玻片, 置 35 恒温箱中, 10~15 min 后镜检, 凡被染为红色的花粉活力强, 淡红次之, 无色者为没有活力或不育花粉。观察 2~3 张片子, 每片取 5 个视野, 统计花粉的染色率, 以染色率表示花粉的活力百分率。花粉活力按以下公式计算:

$$\text{花粉活力} = \frac{\text{红色花粉粒数}}{\text{花粉粒总数}}$$

2.2.3 数据分析。采用拟合二次方程 (Quadratic) 分析、建立曲线估计模块 (Curve estimation) 的方法分析顶坛花椒花粉活力对 Zn 的最佳需求量。

基金项目 国家“十一”五科技支撑计划项目 (2006BAC01A09-4-1)。

作者简介 贺红早 (1981-), 男, 湖南绥宁人, 硕士研究生, 研究方向: 资源植物学。* 通讯作者, 博士生导师, 研究员, E-mail: chenxunke1956@163.com。

收稿日期 2007-05-11

3 结果与分析

3.1 不同年龄顶坛花椒花粉活力及其对Zn的响应

顶坛花椒年龄不同,其花粉活力有所不同。从表1可见,3~8年

顶坛花椒花粉活力较强,9年以后,植株开始衰老,其花粉活力也随之降低。

表1 Zn对不同年龄顶坛花椒花粉活力的影响 %

ZnSO ₄ %	生殖年龄 a									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	92.23	91.51	92.33	91.60	90.51	87.64	85.66	76.48	72.55	65.33
0.01	94.41	93.52	93.84	94.33	93.01	90.12	87.26	77.24	75.16	70.61
0.05	96.63	96.11	96.54	97.15	97.53	95.57	92.34	80.52	80.53	81.58
0.10	97.81	96.56	97.24	97.38	96.66	94.34	92.92	82.46	82.37	83.87
0.15	94.31	95.20	94.14	92.64	93.46	91.27	90.13	76.71	74.53	73.24
0.20	93.13	92.41	91.85	91.93	92.14	89.26	86.21	74.36	73.27	65.76

Levere 方差齐性检验 $F = 1.724$, $P = 0.200 (> 0.05)$, 可以认为 ZnSO₄ 处理前后方差相等。进行方差齐性检验时, $t = 2.371$, $P = 0.025 (< 0.05)$, 可以认为 ZnSO₄ 处理前与处理后的顶坛花椒花粉活力是有统计意义的。处理前样本的均数为 84.58%, 标准差为 0.0968, 处理后样本的均数为 91.81%, 标准差为 0.068, 两者均数之差为 0.0722, 均数之差的标准误差为 0.0346 以及 95% 水平的可信区间为 -0.1346 ~ 0.0013。因此, Zn 对各年龄级的顶坛花椒花粉活力均有一定的促进作用, Zn 作为植物所必需的一种微量营养元素, 植物体对其需要量不大, 当 ZnSO₄ 浓度大于 0.15% 时, 对顶坛花椒花粉活力影响开始下降, 这是因为过量施 Zn 对植物光合作用中电子传递与光合磷酸化有抑制作用^[13]。

不同浓度的 Zn 对不同年龄级的顶坛花椒花粉活力具有不同的影响, 建立拟合二次方程和曲线估计模块分析不同年龄级顶坛花椒花粉活力对 Zn 的最佳需求量, 其结果可用下式表示:

$$Y = 85.2815 + 178.0223X - 1092.2812X^2$$

$$(R^2 = 0.8642)$$

式中, X 代表 ZnSO₄ 浓度, Y 代表各年龄级的花粉活力。当 X = 0.08% 时, Y 达到最大值。所以当 ZnSO₄ 浓度为 0.08% 时, 顶坛花椒的花粉活力达到最大值。

3.2 不同海拔顶坛花椒花粉活力及其对Zn的响应

海拔高度的变化对顶坛花椒花粉活力有明显的影响, 试验结果(表2)表明, 顶坛花椒的花粉活力随着海拔的增高先是逐渐增大, 然后又逐渐下降。在峡谷底部, 空气湿度较大而且比较热, 虽然能为顶坛花椒的生长提供充足的水分, 但由于环境的温度过高, 不能作为顶坛花椒的最佳生长环境, 当海拔达到 600 m 左右时, 环境的温度比峡谷底部低, 而其水分比海拔高的地方充足, 故而在此地段顶坛花椒能达到最大的生殖力。随着海拔的升高, 在高海拔地区由于环境相对恶劣, 水分供应不足, 因而花粉活力逐渐下降。

表2 Zn对不同海拔顶坛花椒花粉活力的影响 %

ZnSO ₄ %	海拔 m				
	400	500	600	700	800
0	80.31	83.47	85.61	82.63	79.26
0.01	83.55	85.61	88.24	85.43	83.11
0.05	87.82	91.16	80.39	89.97	88.31
0.10	89.24	90.30	92.19	88.85	89.14
0.15	83.54	86.50	88.37	86.18	84.25
0.20	82.17	86.72	86.34	83.16	80.32

Zn 对不同海拔的顶坛花椒花粉活力均有一定的影响, 一定浓度的 ZnSO₄ 对不同海拔顶坛花椒花粉活力均有不同程度的促进作用。不同海拔顶坛花椒花粉活力对 Zn 的最佳需求浓度可用下式表示:

$$Y = 83.5331 + 175.8852X - 1118.8889X^2$$

$$(R^2 = 0.8153)$$

式中, X 代表 ZnSO₄ 浓度, Y 代表不同海拔的顶坛花椒花粉活力。当 X = 0.06% 时, Y 达到最大值。所以当 ZnSO₄ 浓度为 0.06% 时, 顶坛花椒的花粉活力达到最大值。

3.3 顶坛花椒花粉寿命及其对Zn的响应

顶坛花椒花粉活力在散粉之初较高, 72 h 后迅速下降, 120 h 后仍有一部分具有活力, 其花粉寿命约 5 d(表3), 第 6 天时仅有少量花粉具有活力。气温是维系花粉寿命长短的一个重要因素^[14], 花江峡谷气温偏高, 因此顶坛花椒花粉寿命相对其他物种较短。ZnSO₄ 对顶坛花椒花粉寿命具有一定的维持作用, 随着时间的推移, 喷施过 Zn 肥的花粉比没喷施的活力下降要缓慢, 直到第 7 天仍有一部分花粉具有活力。

各浓度 Zn 对顶坛花椒花粉寿命的维系效果各不相同, 其结果可用下式表示:

$$Y = 59.3146 + 31.3433X - 1080.5556X^2 (R^2 = 0.8321)$$

式中, X 代表 ZnSO₄ 浓度, Y 代表各年龄级的花粉活力。当 X = 0.09% 时, Y 达到最大值。因此当 ZnSO₄ 浓度为 0.09% 时, 顶坛花椒具有最长花粉寿命。

表3 Zn对顶坛花椒花粉寿命的影响 %

ZnSO ₄ %	散粉后时间 h							
	1	24	48	72	96	120	144	168
0	93.16	90.23	85.64	73.22	62.53	30.56	2.35	0
0.01	95.11	92.18	86.66	76.51	67.24	38.27	15.36	2.68
0.05	97.82	93.56	89.17	83.33	70.27	45.25	30.54	10.35
0.10	98.73	95.24	90.21	82.35	73.55	49.39	35.68	9.54
0.15	95.69	92.97	88.22	77.62	68.32	39.59	21.25	3.25
0.20	93.83	91.55	87.39	76.29	67.62	35.15	9.52	1.23

4 讨论

通过上述测定和分析可知,顶坛花椒花粉活力在3~8年较强,生长在海拔600 m左右的顶坛花椒花粉活力比低海拔和高海拔的强,散粉后花粉的最长寿命为6 d。所有的生物体都必须经历生长、发育、成熟、衰亡这一过程,顶坛花椒也不例外。3~8年的顶坛花椒处于发育和成熟期,因此,这一时期的顶坛花椒花粉活力也较强。环境对花粉活力也具有一定的影响,海拔600 m左右是顶坛花椒生长的最佳环境,顶坛花椒花粉在此环境也具有较大的活力。顶坛花椒作为长期适宜喀斯特干旱环境的产物,散粉后花粉寿命能维持一段时间,但是由于恶劣的环境,其寿命也不长,仅为6 d左右。

作为植物需求量极少的必需元素,Zn在植物代谢过程中起着重要的作用,适量的Zn对不同年龄、不同海拔的顶坛花椒花粉活力及花粉寿命均有较大的促进作用。当ZnSO₄浓度为0.08%时,各年龄级的顶坛花椒花粉活力达到最大值。对生长于不同海拔的顶坛花椒来说,ZnSO₄浓度为0.06%时,Zn可以促使顶坛花椒花粉活力达到最大值。当ZnSO₄浓度为0.09%时,顶坛花椒花粉寿命可以从散粉后6 d延长到7 d,而且各个时段的花粉活力均比没经ZnSO₄处理的强。因此,当ZnSO₄浓度为0.06%~0.09%,顶坛花椒花粉活力和花粉寿命均能大幅度地提高。

花粉活力是植物生殖力的重要维系。顶坛花椒生殖力的大小,关系到顶坛花椒的产量。顶坛花椒作为花江地区一

种重要的经济作物,近年来由于物种的单一造成其在一定程度上退化。Zn在很大程度上能促进顶坛花椒生殖力的提高。因此,在顶坛花椒的栽培与种植过程中,可施用浓度为0.06%~0.09%的Zn肥,以增强其花粉活力,提升顶坛花椒的生殖力,促进花江喀斯特地区生态经济的可持续发展。

参考文献

- [1] 崔天义,朱卫,李贞,等.巴山花椒根的化学成分研究[J].武汉植物研究,1994,12(4):371-374.
- [2] 朱卫,崔天义,郑庆安,等.波叶花椒化学成分研究[J].武汉植物研究,1998,16(2):191-192.
- [3] 张灿奎,郑庆安,糜留西,等.刺壳椒化学成分研究[J].武汉植物研究,2000,18(5):441-442.
- [4] 向瑛,郑庆安,张灿奎,等.刺异叶花椒中的生物碱和香豆素类成分[J].武汉植物研究,2000,18(2):143-145.
- [5] 屠玉麟.顶坛花椒营养成分及微量元素测试研究[J].贵州师范大学学报:自然科学版,2000,18(4):31-36.
- [6] 龙成昌,陈训,罗娅.贵州花江峡谷地区花椒林地杂草研究[J].贵州科学,2004,22(4):77-83.
- [7] 刘林德,张洪军,祝宁,等.刺五加花粉活力和柱头可授性的研究[J].植物研究,2001,21(3):375-380.
- [8] 郭友好,黄双全.茨藻目植物柱头特征与传粉系统的演化[J].植物分类学报,1999,37(2):131-136.
- [9] 刘铮.微量元素的农业化学[M].北京:农业出版社,1991:111-122.
- [10] MARCEL P. The botanical diversity in the Ayawasi area, Irian Jaya, Indonesia [J]. Biodiversity and Conservation, 2000, 23(9): 1345-1375.
- [11] 王孝安,王志高,肖娅萍.太白红杉生殖年龄及其影响因素分析[J].西北植物学报,2004,24(5):855-858.
- [12] DAFN A. Pollination ecology [M]. New York: Oxford Univ Press, 1992: 59-89.
- [13] 陆景陵.植物营养学[M].北京:中国农业大学出版社,2003:95-99.
- [14] 胡适宜.被子植物胚胎学[M].北京:人民教育出版社,1982:51-58.