

麻核桃及普通核桃花粉生理特性研究

陈梦华¹, 靳丽鑫¹, 赵丹¹, 李保国^{1,2}, 张雪梅^{1,2}

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省核桃工程技术研究中心, 河北 邢台 054000)

摘 要:以涞水县郭各庄村 4 个麻核桃品种和 2 个普通核桃品种的新鲜花粉为试材, 测定花粉的生活力、可溶性蛋白质含量以及保护酶活性和丙二醛(MDA)含量。结果表明:麻核桃花粉的生活力极低, 平均为 25.37%, 普通核桃平均为 97.58%, 麻核桃极显著低于普通核桃;可溶性蛋白质含量麻核桃平均为 0.67%, 普通核桃平均为 2.55%, 麻核桃显著低于普通核桃;超氧化物歧化酶(SOD)活性麻核桃平均为 29.12 U/g FW, 普通核桃平均为 16.05 U/g FW, 麻核桃显著高于普通核桃;过氧化物酶(POD)活性麻核桃平均为 8.6 U/g FW, 普通核桃平均为 12.13 U/g FW, 麻核桃极显著低于普通核桃;过氧化氢酶(CAT)活性麻核桃平均为 5.93 U/g FW, 普通核桃平均为 4.26 U/g FW;MDA 含量麻核桃平均为 4.22 $\mu\text{mol/g}$ FW, 普通核桃平均为 0.91 $\mu\text{mol/g}$ FW, 麻核桃显著高于普通核桃。

关键词:麻核桃;普通核桃;花粉;生活力;蛋白质;酶活性

中图分类号:S 664.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)23-0042-03

麻核桃(*Juglans hopeiensis* Hu)属胡桃科胡桃属植物,是核桃与核桃楸的天然杂种,主要分布在河北、天津、山西和北京的部分山区^[1]。因麻核桃内果皮质地坚硬,花纹多样,多被用于把玩,所以又名文玩核桃^[2]。麻核桃在自然状态下坐果率极低,仅为普通核桃的 5%左右^[3]。花粉质量的好坏直接影响其能否进行正常受精,从而影响麻核桃的坐果。花粉能否在柱头上正常萌发、伸长生长是保证正常受精的关键因素,关于麻核桃花粉与普通核桃花粉生理特性差异的研究尚鲜见报道,因此,以 4 个麻核桃品种和 2 个普通核桃品种(授粉品种)的新鲜花粉为试材,研究了花粉生活力,并测定可溶性蛋白质含量、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性和丙二醛(MDA)含量,以期为提高麻核桃坐果率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于河北省保定市涞水县郭各庄村,地处北纬 39°33'55", 东经 115°38'52", 海拔 123~130 m, 属暖温带半干旱区大陆性气候,年平均气温 12℃,无霜期约

194 d,年降水量 550 mm。土壤为砂壤土。

1.2 试验材料

供试材料为涞水县郭各庄村不同麻核桃品种(“百花山”、“麦穗虎头”、“鸡心”、“白狮子头”)和普通核桃品种(“上宋 6 号”、“中林 1 号”)的新鲜花粉。

1.3 试验方法

于盛花期(2014 年 4—5 月)在涞水县郭各庄村从生长健壮的树上采集将要散粉(花序由绿变黄)或刚刚散粉的雄花序,在室内阴干后将花粉收集于洁净的小玻璃瓶内,置于-80℃的冰箱中保存备用,用于指标测定,各指标测定重复 3 次。

1.4 项目测定

花粉生活力的测定采用 TTC 染色法^[4],花粉可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[5],SOD 活性测定采用 NBT(氮蓝四唑)光化还原法^[6];POD 活性测定愈创木酚法^[6];CAT 活性测定参照 KMnO_4 滴定法^[7];MDA 含量测定采用 TBA(硫代巴比妥酸)法^[8]。

1.5 数据分析

采用邓肯新复极差法进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 麻核桃和普通核桃的花粉生活力

由表 1 可知,麻核桃的花粉生活力极低,平均仅为 25.37%,其中“百花山”的花粉生活力最高为 28.52%,“麦穗虎头”的花粉生活力最低为 23.25%,而普通核桃花粉的平均生活力为 97.58%。麻核桃品种间以及普通核

第一作者简介:陈梦华(1990-),女,硕士研究生,研究方向为经济林栽培生理。E-mail:839290035@qq.com.

责任作者:张雪梅(1980-),女,博士,副研究员,硕士生导师,现主要从事经济林栽培生理等研究工作。E-mail:zhangxuemei888@163.com.

基金项目:国家“十二五”科技支撑资助项目(2013BAD14B0103)。

收稿日期:2015-06-26

表 1 麻核桃和普通核桃的花粉生活力 %

类别	品种	生活力	平均生活力	比值(麻核桃/普通核桃)
普通核桃	“上宋 6 号”	98.61±1.21aA	97.58±1.19aA	26.00
	“中林 1 号”	96.55±3.45aA		
	“百花山”	28.52±1.62bB		
麻核桃	“麦穗虎头”	23.25±1.21cB	25.37±2.38bB	
	“鸡心”	25.87±1.50bcB		
	“白狮子头”	23.83±1.75cB		

注:同列数字后不同大写和小写字母分别表示 0.05 和 0.01 的显著水平。下同。

Note: Different capital and lowercase letters with the same column show significant difference on the levels of 0.01 and 0.05. The same below.

桃品种间均无显著差异,但不同麻核桃品种的花粉生活力极显著低于普通核桃,平均仅为普通核桃的 26.00%。

2.2 麻核桃和普通核桃花粉的可溶性蛋白质含量

由表 2 可知,麻核桃花粉的可溶性蛋白质含量较低,平均仅为 0.67%,其中“白狮子头”花粉的可溶性蛋白质含量最高为 1.03%。“百花山”花粉的可溶性蛋白质含量最低为 0.41%。不同麻核桃品种之间,“百花山”与“麦穗虎头”极显著低于“鸡心”与“白狮子头”;普通核桃花粉的可溶性蛋白质含量平均为 2.55%。“上宋 6 号”花粉的可溶性蛋白质含量极显著高于“中林 1 号”。麻核桃花粉的可溶性蛋白质含量极显著低于普通核桃,平均仅为普通核桃的 26.27%。

表 2 麻核桃和普通核桃花粉可溶性蛋白质含量 %

类别	品种	可溶性蛋白质含量	平均含量	比值(麻核桃/普通核桃)
普通核桃	“上宋 6 号”	2.99±0.10aA	2.55±0.51aA	26.27
	“中林 1 号”	2.11±0.16bB		
	“百花山”	0.41±0.02dD		
麻核桃	“麦穗虎头”	0.43±0.06dD	0.67±0.30bA	
	“鸡心”	0.82±0.02cC		
	“白狮子头”	1.03±0.10cC		

2.3 麻核桃和普通核桃花粉的保护酶活性及 MDA 含量

2.3.1 花粉 SOD 活性 由表 3 可知,麻核桃花粉的 SOD 活性较强,平均为 29.12 U/g FW,其中“百花山”花粉的 SOD 活性最强为 32.18 U/g FW,“麦穗虎头”花粉的 SOD 活性最弱为 26.18 U/g FW。不同麻核桃品种之间,除“百花山”极显著高于“麦穗虎头”、显著高于“白狮子头”,“鸡心”显著高于“麦穗虎头”外,其它麻核桃品种间无显著差异;普通核桃花粉的 SOD 活性平均为 16.05 U/g FW,“上宋 6 号”花粉的 SOD 活性极显著高于“中林 1 号”。麻核桃花粉的 SOD 活性显著高于普通核桃,平均为普通核桃的 1.81 倍。

表 3 麻核桃和普通核桃的花粉 SOD 活性 U/g FW

类别	品种	SOD 活性	SOD 平均活性	比值(麻核桃/普通核桃)
普通核桃	“上宋 6 号”	21.11±1.7dC	16.05±5.84bA	181.43
	“中林 1 号”	10.99±3.63eD		
	“百花山”	32.18±0.13aA		
麻核桃	“麦穗虎头”	26.18±0.14cBC	29.12±2.92aA	
	“鸡心”	31.00±0.28abAB		
	“白狮子头”	27.11±0.21bcAB		

2.3.2 花粉 POD 活性 由表 4 可知,麻核桃花粉的 POD 活性较弱,平均为 8.60 U/g FW,其中“鸡心”花粉的 POD 活性最强为 9.84 U/g FW,“白狮子头”花粉的 POD 活性最弱为 7.15 U/g FW。不同麻核桃品种之间,“百花山”与“鸡心”无显著差异,且均极显著高于“白狮子头”、显著高于“麦穗虎头”;普通核桃花粉的 POD 活性平均为 12.13 U/g FW,不同普通核桃品种之间无显著差异。麻核桃花粉的 POD 活性极显著低于普通核桃,平均为普通核桃的 70.89 U/g FW。

表 4 麻核桃和普通核桃的花粉 POD 活性 U/g FW

类别	品种	POD 活性	POD 平均活性	比值(麻核桃/普通核桃)
普通核桃	“上宋 6 号”	12.33±1.19aA	12.13±0.23aA	70.89
	“中林 1 号”	11.92±1.11aAB		
	“百花山”	9.64±0.33bBC		
麻核桃	“麦穗虎头”	7.79±0.40cCD	8.60±1.34bB	
	“鸡心”	9.84±0.26bBC		
	“白狮子头”	7.15±0.42cD		

2.3.3 花粉 CAT 活性 由表 5 可知,麻核桃花粉的 CAT 活性平均为 5.93 U/g FW,不同麻核桃品种之间,除“百花山”极显著高于“白狮子头”外,其它麻核桃品种间无显著差异;普通核桃花粉的 CAT 活性平均为 4.26 U/g FW,不同普通核桃品种之间无显著差异。麻核桃花粉的 CAT 平均活性与普通核桃无显著差异,但其平均活性为普通核桃的 1.39 倍。

表 5 麻核桃和普通核桃的花粉 CAT 活性 U/g FW

类别	品种	CAT 活性	CAT 平均活性	比值(麻核桃/普通核桃)
普通核桃	“上宋 6 号”	4.54±0.45bcB	4.26±0.33aA	139.20
	“中林 1 号”	3.97±0.32cB		
	“百花山”	7.50±1.33aA		
麻核桃	“麦穗虎头”	5.53±0.51abcAB	5.93±1.35aA	
	“鸡心”	6.37±0.88abAB		
	“白狮子头”	4.30±0.22bcB		

2.3.4 花粉 MDA 含量 由表 6 可知,麻核桃花粉的 MDA 含量较高,平均为 4.22 μmol/g FW,其中“白狮子头”花粉的 MDA 含量最高为 7.16 μmol/g FW,“鸡心”花粉的 MDA 含量最低为 2.49 μmol/g FW。不同麻核桃品种之间,除“百花山”与“麦穗虎头”无显著差异外,与其它麻核桃品种间均有显著差异;普通核桃花粉的 MDA 含量平均为 0.91 μmol/g FW,不同普通核桃品种之间无显著差异。麻核桃花粉的 MDA 含量显著高于普通核桃,平均为普通核桃的 4.64 倍。

表 6 麻核桃和普通核桃的花粉 MDA 含量

类别	品种	MDA 含量	MDA 平均含量	比值(麻核桃/普通核桃)
普通核桃	“上宋 6 号”	0.91±0.08dD	0.91±0.01bA	464.00
	“中林 1 号”	0.90±0.16dD		
	“百花山”	3.40±0.12bBC		
麻核桃	“麦穗虎头”	3.81±0.22bB	4.22±2.04aA	
	“鸡心”	2.49±0.15cC		
	“白狮子头”	7.16±0.64aA		

3 结论与讨论

花粉是遗传信息的载体,是自然条件下种子植物遗传信息交流的工具,其生活力直接影响植物授粉受精乃至坐果^[9-10]。花粉生活力是评估花粉细胞活性的依据之一,是检验花粉质量的重要指标^[11]。徐颖等^[12]的研究表明,普通核桃花粉的生活力在 80% 以上,自然授粉坐果率在 65%~78%,而麻核桃的坐果率极低,仅为普通核桃的 5% 左右。该研究表明麻核桃花粉生活力平均为 25.37%,普通核桃平均为 97.58%,麻核桃极显著低于普通核桃,说明麻核桃的坐果受花粉生活力影响很大。

可溶性蛋白质大多是参与各种代谢的酶类,包括蛋白激酶、受体激酶相互作用蛋白、GDP 解聚抑制因子等,主要参与信号转导、细胞壁代谢、胁迫防御和糖代谢过程。戴绍军^[13]的研究表明钙网蛋白和含有 C2 结构域的蛋白可能参与了花粉-柱头的信号识别过程,而富含半胱氨酸蛋白是花粉体外水合、萌发和体内花粉管生长所必备的,它在体内与 *LePRK2* 相互作用,这暗示着 *LAT52* 和 *LePRK* 可能参与调节和保持花粉管的生长。该研究结果表明,麻核桃花粉的可溶性蛋白质含量显著低于普通核桃,这可能导致作用于花粉-柱头的信号识别与花粉管生长的蛋白量不足,从而影响麻核桃的受精,导致麻核桃坐果率极低。但具体分子机制尚不明确,还有待于进一步研究。

SOD 是一种生物内源性自由基清除剂,属于酸性蛋白酶,活性中心均含金属离子^[14],通过催化反应把有害的超氧自由基转化为过氧化氢,POD 和 CAT 立即将过氧化氢分解为水,3 种酶组成完整的抗氧化链条。该研究表明,麻核桃花粉 SOD 活性较强,而 POD 活性较弱,使花粉中的超氧自由基被分解为过氧化氢后不能立

即分解为完全无害的水;麻核桃花粉中 MDA 含量高于普通核桃,可能是因为过氧化氢无法立即分解为水,致使细胞膜质过氧化程度高,也可能是麻核桃花粉的生活力低,衰老速度很快,使 MDA 在体内积累所致。

参考文献

- [1] 张宇. 文玩核桃土肥水管理[J]. 河北林业科技, 2012(4): 90-91.
- [2] 和凌云. 麻核桃春季栽培技术要点[J]. 河北林业, 2011(2): 27.
- [3] 努斯来克孜·哈利克, 阿衣古力·阿不都瓦依提, 阿布来克·尼牙孜. 化学药剂组合处理对核桃坐果率的影响[J]. 北方园艺, 2012(20): 20-22.
- [4] 冯莎莎, 姚太梅, 刘畅. 冀西北地区日光温室条件下甜樱桃花粉生活力和花粉行为的研究[J]. 北方园艺, 2014(3): 44-47.
- [5] 杨素苗. 灌溉方式对红富士苹果根系水分生理特性影响的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2011.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] DESIKAN R, CHEUNG M K, BRIGHT J, et al. ABA, hydrogen peroxide and nitric oxide signaling in stomatal guard cells[J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55: 205-212.
- [8] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [9] 陈在新, 李金秋, 潘娟, 等. 板栗新品系花粉生活力的研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(8): 3219-3220.
- [10] 王钦雨, 卢龙斗, 吴小琴, 等. 花粉的保存及其生活力测定[J]. 植物学通报, 2002, 19(3): 365-373.
- [11] 尹佳蕾, 赵惠恩. 花粉生活力影响因素及花粉贮藏概述[J]. 中国农学通报(农业基础科学), 2005, 21(4): 110-113.
- [12] 徐颖, 张美勇, 李秀新. 不同核桃品种花粉发芽率及对坐果率的影响[J]. 山东农业科学, 2005(3): 34-35.
- [13] 戴绍军. 花粉蛋白质组学研究进展[J]. 植物学通报, 2007, 24(3): 319-329.
- [14] 翁蔚. 茶(*Camellia sinensis*)花主要生物活性成分研究及应用展望[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.

Study on Pollen Physiological Characteristics in *Juglans hopeiensis* Hu and *Juglans regia*

CHEN Menghua¹, JIN Lixin¹, ZHAO Dan¹, LI Baoguo^{1,2}, ZHANG Xuemei^{1,2}

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Research Center for Walnut Engineering and Technology of Hebei, Xingtai, Hebei 054000)

Abstract: The fresh pollen of four cultivars of *J. hopeiensis* Hu and two cultivars of *J. regia* were used as materials. The pollen viability, soluble protein content, the activities of SOD, POD, CAT and MDA content were analyzed. The results showed that, the pollen viability of *J. hopeiensis* Hu was extremely low, and the average value was 25.37%, however, the average value of *J. regia* was 97.58%, *J. hopeiensis* Hu was very significantly lower than *J. regia*; the average value of the soluble protein content in *J. hopeiensis* Hu pollen was 0.67%, the average value in *J. regia* pollen was 2.55%, *J. hopeiensis* Hu was significantly lower than *J. regia*; the average value of the SOD activity in *J. hopeiensis* Hu pollen was 29.12%, the average value in *J. regia* pollen was 16.05%, *J. hopeiensis* Hu was significantly higher than *J. regia*; the average value of the POD activity in *J. hopeiensis* Hu pollen was 8.6%, the average value in *J. regia* pollen was 12.13%, *J. hopeiensis* Hu was very significantly lower than *J. regia*; the average value of the CAT activity in *J. hopeiensis* Hu pollen was 5.93%, the average value in *J. regia* pollen was 4.26%; the average value of the MDA content in *J. hopeiensis* Hu pollen was 4.22%, the average value in *J. regia* pollen was 0.91%, *J. hopeiensis* Hu was significantly higher than *J. regia*.

Keywords: *Juglans hopeiensis* Hu; *Juglans regia*; pollen; viability; protein; enzyme activity