

麻核桃及普通核桃花粉营养成分含量对花粉生活力的影响

陈梦华<sup>1</sup>, 韩飞腾<sup>1</sup>, 邓明净<sup>2</sup>, 李保国<sup>1,3</sup>, 张雪梅<sup>1,3\*</sup>

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 保定职业技术学院, 河北 保定 071000;  
3. 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验材料,测定了其花粉的生活力以及花粉中游离氨基酸、可溶性蛋白、可溶性糖和淀粉的含量。结果表明:麻核桃花粉的生活力极低,平均仅为 25.37%,普通核桃花粉生活力平均为 97.58%,麻核桃花粉生活力极显著低于普通核桃。在花粉营养成分方面,麻核桃花粉游离氨基酸含量平均为 0.63%,普通核桃花粉游离氨基酸含量平均为 0.38%,麻核桃花粉游离氨基酸含量显著高于普通核桃;麻核桃花粉可溶性蛋白、可溶性糖含量分别为 0.67%和 5.65%,普通核桃花粉可溶性蛋白、可溶性糖含量分别为 2.55%和 12.4%,麻核桃花粉可溶性蛋白、可溶性糖含量均极显著低于普通核桃;麻核桃花粉淀粉含量平均为 3.96%,普通核桃花粉淀粉含量平均为 3.85%,二者之间淀粉含量无显著差异。

**关键词:**麻核桃;普通核桃;花粉;生活力;营养成分

中图分类号:S722.34      文献标志码:A      文章编号:1001-7461(2015)06-0095-04

Influence of Nutrient Contents on the Pollen Viability of Two Walnut Species  
(*Juglans hopeiensis* and *Juglans regia*)

CHEN Meng-hua<sup>1</sup>, HAN Fei-teng<sup>1</sup>, DENG Ming-jing<sup>2</sup>, LI Bao-guo<sup>1,3</sup>, ZHANG Xue-mei<sup>1,3\*</sup>

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Baoding Vocational and Technical College, Baoding, Hebei 071000, China; 3. Research Center for Walnut Engineering and Technology of Hebei, Xingtai, Hebei 054000, China)

**Abstract:** The fresh pollens of four cultivars of *Juglans hopeiensis* and two cultivars of *J. regia* were used as materials to analyze the pollen viability, the contents of free amino acid, soluble protein, soluble sugar and starch. The results showed that the pollen viability of *J. hopeiensis* was extremely low, with an average value of 25.37%, however, it was 97.58% for *J. regia*. The content of free amino acid content for *J. hopeiensis* was 0.63%, 0.38% for *J. regia*. The content of soluble protein was 0.67% for *J. hopeiensis*, and 2.55% for *J. regia*. The soluble sugar content was 5.65% for *J. hopeiensis*, and 12.4% for *J. regia*. The starch content was 3.96% for *J. hopeiensis*, and 3.85% for *J. regia*, no significant difference.

**Key words:** *Juglans hopeiensis*; *J. regia*; pollen; viability; nutrient content

麻核桃(*Juglans hopeiensis*)为胡桃科胡桃属植物,是核桃与核桃楸的天然杂种,天然分布在河北、天津、山西和北京的部分山区<sup>[1]</sup>,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<sup>[2]</sup>。麻核桃在自然状态下坐果率极低,仅为普通核桃的 5%左右<sup>[3]</sup>。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。而花粉的碳、氮代谢及生长发育状况影响花粉质量,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,关于麻核桃与普通核桃花粉营养成分对花粉生活力的影响尚未见报道,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

收稿日期:2014-12-25    修回日期:2015-04-08  
基金项目:国家“十二五”科技支撑计划项目(2013BAD14B0103)。  
作者简介:陈梦华,女,在读硕士,研究方向:经济林栽培生理。E-mail:839290035@qq.com  
\* 通信作者:张雪梅,女,副研究员,博士,硕士生导师,研究方向:经济林栽培生理。E-mail:zhangxueimei888@163.com

粉为材料,研究了花粉中游离氨基酸、可溶性蛋白、可溶性糖和淀粉含量对花粉生活力的影响。

# 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(39°33′55″N、115°38′52″E),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 4 个麻核桃品种(‘百花山’、‘麦穗虎头’、‘鸡心’、‘白狮子头’)和 2 个普通核桃品种(‘上宋 6 号’、‘中林 1 号’),在盛花期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。

## 1.3 试验方法

花粉生活力的测定采用 TTC 染色法<sup>[4]</sup>;花粉游离氨基酸含量的测定采用茚三酮比色法<sup>[5]</sup>;可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 法<sup>[6]</sup>;可溶性糖和淀粉含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[7]</sup>。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’花粉的生活力最高为 28.52%,‘麦穗虎头’的花粉生活力最低为 23.25%;而普通核桃花粉的生活力平均为 97.58%,‘上宋 6 号’花粉的生活力高于‘中林 1 号’。麻核桃花粉的生活力极显著低于普通核桃,平均仅为普通核桃的 26%。

表 1 麻核桃和普通核桃的花粉生活力  
Table 1 The pollen viability in *J. hopeiensis* and *J. regia*

类别	品种	生活力/%	平均生活力/%
麻核桃 ( <i>J. hopeiensis</i> )	百花山	28.52±1.62bB	25.37±2.38bB
	麦穗虎头	23.25±1.21cB	
	鸡心	25.87±1.5bcB	
	白狮子头	23.83±1.75cB	
普通核桃 ( <i>J. regia</i> )	上宋 6 号	98.61±1.21aA	97.58±1.19aA
	中林 1 号	96.55±3.45aA	

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

## 2.2 麻核桃和普通核桃花粉的游离氨基酸含量

由表 2 可知:麻核桃花粉的游离氨基酸含量平均为 0.63%,其中‘鸡心’花粉的含量最高为 0.76%,‘白狮子头’花粉的含量最低为 0.55%;普通核桃花粉的

游离氨基酸含量平均为 0.38%,‘上宋 6 号’花粉的含量低于‘中林 1 号’。麻核桃花粉游离氨基酸的含量显著高于普通核桃,平均为普通核桃的 1.66 倍。

表 2 麻核桃和普通核桃花粉的游离氨基酸含量  
Table 2 The free amino acid content in *J. hopeiensis* and *J. regia* pollen

类别	品种	游离氨基酸 含量/%	平均含量 /%
麻核桃 ( <i>J. hopeiensis</i> )	百花山	0.64±0.06bAB	0.63±aA
	麦穗虎头	0.56±0.03bBC	
	鸡心	0.76±0.02aA	
	白狮子头	0.55±0.01bBC	
普通核桃 ( <i>J. regia</i> )	上宋 6 号	0.31±0.03dD	0.38±bA
	中林 1 号	0.44±0.04cC	

## 2.3 麻核桃和普通核桃花粉的可溶性蛋白含量

由表 3 可知:麻核桃花粉的可溶性蛋白含量平均为 0.67%,其中‘白狮子头’花粉的含量最高为 1.03%,‘百花山’花粉的含量最低为 0.41%;普通核桃花粉的可溶性蛋白含量平均为 2.55%,‘上宋 6 号’花粉的含量高于‘中林 1 号’。麻核桃花粉可溶性蛋白的含量极显著低于普通核桃,平均仅为普通核桃的 26.27%。

表 3 麻核桃和普通核桃的花粉可溶性蛋白含量  
Table 3 The soluble protein content in *J. hopeiensis* and *J. regia* pollen

类别	品种	可溶性蛋白 含量/%	平均含量 /%
麻核桃 ( <i>J. hopeiensis</i> )	百花山	0.41±0.02dD	0.67±0.3bB
	麦穗虎头	0.43±0.06dD	
	鸡心	0.82±0.02cC	
	白狮子头	1.03±0.1cC	
普通核桃 ( <i>J. regia</i> )	上宋 6 号	2.99±0.1aA	2.55±0.63aA
	中林 1 号	2.10±0.16bB	

## 2.4 麻核桃和普通核桃花粉的可溶性糖含量

由表 4 可知:麻核桃花粉的可溶性糖含量平均为 5.65%,其中‘鸡心’花粉含量最高为 6.38%,‘麦穗虎头’花粉的含量最低为 4.62%;普通核桃花粉的可溶性糖含量平均为 12.4%,‘上宋 6 号’花粉的含量低于‘中林 1 号’。但麻核桃花粉可溶性糖的平均含量极显著低于普通核桃,为普通核桃的 45.56%。

表 4 麻核桃和普通核桃花粉的可溶性糖含量  
Table 4 The soluble sugar content in *J. hopeiensis* and *J. regia* pollen

类别	品种	可溶性糖 含量/%	平均含量 /%
麻核桃 ( <i>J. hopeiensis</i> )	百花山	6.00±0.32cB	5.65±0.76bB
	麦穗虎头	4.62±0.61cB	
	鸡心	6.38±0.27bB	
	白狮子头	5.60±0.43cB	
普通核桃 ( <i>J. regia</i> )	上宋 6 号	12.25±0.78aA	12.4±0.21aA
	中林 1 号	12.55±0.94aA	

2.5 麻核桃和普通核桃花粉的淀粉含量

由表 5 可知:麻核桃花粉的淀粉含量平均为 3.96%,其中‘百花山’花粉的含量最高为 4.54%,‘白狮子头’花粉的含量最低为 3.24%;普通核桃花粉的淀粉含量平均为 3.85%,‘上宋 6 号’花粉的含量和低于‘中林 1 号’。麻核桃和普通核桃花粉淀粉的平均含量无显著差异,但麻核桃花粉的平均含量较高,为普通核桃的 1.03 倍。

表 5 麻核桃和普通核桃花粉的淀粉含量			
Table 5 The starch content in <i>J. hopeiensis</i> and <i>J. regia</i> pollen			
类别	品种	淀粉含量/%	平均含量/%
麻核桃 ( <i>J. hopeiensis</i> )	百花山	4.54±0.14a	3.96±0.66
	麦穗虎头	3.54±0.24ab	
	鸡心	4.50±0.96a	
	白狮子头	3.24±0.16b	
普通核桃 ( <i>J. regia</i> )	上宋 6 号	3.50±0.21ab	3.85±0.48
	中林 1 号	4.19±0.43ab	

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<sup>[8-9]</sup>。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<sup>[10]</sup>。徐颖<sup>[11]</sup>等的研究表明,普通核桃花粉的生活力在 80%以上,自然授粉坐果率在 65%~78%之间,而麻核桃的坐果率极低,仅为普通核桃的 5%左右。本研究表明普通核桃花粉生活力平均 97.58%,麻核桃平均 25.37%,其花粉生活力仅为普通核桃的 26%,说明花粉生活力低是导致麻核桃坐果低的主要因素,这与王森<sup>[12]</sup>等研究的花粉败育导致扁桃开花结实率低或不结实以及杨恒<sup>[13]</sup>等研究的核果类果树增产技术结果相似。

游离氨基酸参与合成蛋白且为花粉萌发和花粉管伸长提供能源、同化力及碳骨架等,对植物的生长发育有很大影响<sup>[14-16]</sup>。本研究结果表明,育性较低的麻核桃花粉游离氨基酸含量显著高于普通核桃,与 S. Izhra<sup>[17]</sup>等研究的细胞质雄性不育和隐性核不育的矮牵牛中,在小孢子败育之前,不育花药内游离氨基酸的含量一直高于可育花药一致,但与罗来水<sup>[18]</sup>和霍光华<sup>[19]</sup>等研究的桃树不同育性品种花器官中游离氨基酸含量可育品种比高度败育品种略高结果不同。这可能与植物种类有关,关于麻核桃花粉内游离氨基酸含量与花粉育性的关系有待进一步研究。

可溶性蛋白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<sup>[20]</sup>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一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。麻核桃花粉的可溶性蛋白含量显著低于普通核桃,这可能导致作用于花粉一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,导致其坐果率极低。

可溶性糖在植物体内的含量和种类极其丰富,调节了植物生长、发育、抗性形成等多个生理过程,同时参与了胞内信号调节或转导<sup>[21]</sup>。可溶性糖能够以类似植物激素的方式作为一种信号分子存在,在植物的生长、发育、成熟和衰老等许多过程中发挥调控作用<sup>[22]</sup>,其中对植物花转变的调控具有多重效应且糖分子可能以不同的浓度水平同时参与多种代谢调节<sup>[23-25]</sup>。本研究结果表明麻核桃花粉的可溶性糖含量极显著低于普通核桃,这可能导致麻核桃花粉中的糖类营养物质无法达到花粉萌发的条件致使坐果率极低,也可能与其生长环境有关。

花粉个体发育过程中所需营养物质由绒毡层提供,淀粉粒是常见的营养贮存方式之一。李国平<sup>[26]</sup>等研究表明成熟花粉中含有大量淀粉粒,但在散粉前 1 天淀粉粒全部转变为脂肪,散出的成熟花粉中不具淀粉粒,但在花粉萌发过程中,淀粉粒重新在其花粉管中出现。常童洁<sup>[27]</sup>的研究表明,毛白杨不育雄株 BM-1 成熟花粉外壁和绒毡层内都含有淀粉粒,而无明显的脂类物质分布,导致花粉发育不完全而败育,这与本研究中花粉生活力很低的麻核桃花粉的淀粉含量高于普通核桃结论相同,这可能是麻核桃花粉发育不完全而败育,从而导致坐果降低的原因,但是麻核桃成熟花粉外壁的淀粉和脂类物质的分布特点、探寻改善麻核桃花粉质量的方法都有待于进一步研究。

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.  
ZHANG Y. Research on management of soil, fertilizer and water in *Juglans hopeiensis* Hu[J]. The Journal of Hebei Forestry Science and Technology,2012(4):90-91. (in Chinese)  
[2] 和凌云. 麻核桃春季栽培技术要点[J]. 河北林业,2011(2):38.  
[3] 努斯来克孜·哈力克,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.  
NUSILAIKEZI H, AYIGULI A, ABULAIKE N. Effect of chemical agent combined treatment on fruit setting rate of walnuts[J]. Northern Horticulture, 2012(20):20-22. (in Chinese)

[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.  
FENG S S, YAO T M, LIU C. Study on pollen viability and pollen performance of sweet cherry in solar greenhouse in the west northern part of Hebei[J]. Northern Horticulture, 2014 (3):44-47. (in Chinese)

[5] 黄松,吴月娜,刘梅,等. 茛三酮比色法测定青天葵中总游离氨基酸的含量[J]. 中国中医药信息杂志,2010,(12) :50-51.  
HUANG S, WU Y N, LIU M, *et al.* Quantitative determination of total free-amino acid in *Nervilia fordii* (Hance) Schl-tr. by ninhydrin colorimetric method[J]. Chinese Journal of Information on TCM, 2010(12) :50-51. (in Chinese)

[6] 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.

[7] 邹青松,陈山,王晓,等. 瑶山甜茶可溶性糖的测定[J]. 食品工业科技,2011(1) :296-299.  
ZOU Q S, CHEN S, WANG X, *et al.* Determination of the soluble suger in *Rubus suavissimus* S. Lee [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011(1) :296-299. (in Chinese)

[8] 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.  
CHEN Z X, LI J Q, PAN J, *et al.* Research on pollen viability of new Chinese chestnut lines[J]. Journal of Anhui Agri. Sci. , 2008,36(8):3219-3220. (in Chinese)

[9] 王钦丽,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.  
WANG Q L, LU L D, WU X Q, *et al.* Pollen preservation and its viability test[J]. Chinese Bulletin of Botany, 2002,19 (3):365- 373. (in Chinese)

[10] 尹佳蕾. 花粉生活力影响因素及花粉贮藏概述[J]. 中国农学通报,2005,21,(4):110-113.  
YIN J L. Summary of influencial factors on pollen viability and its preservation methods[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 21(4):110-113. (in Chinese)

[11] 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.

[12] 王森,杜红岩,杨绍彬,等. 扁桃生殖生理研究进展[J]. 西北林学院学报,2005,20(4):85-89.  
WANG S, ZHANG M Y, LI X X. Progress and suggestions in the research of *Amygdalus communi* biological characteristic[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005,20 (4):85-89. (in Chinese)

[13] 杨恒,魏安智,杨途熙,等. 核果类果树设施栽培的主要增产技术途径分析[J]. 西北林学院学报,2004,19(4): 61-64.  
YANG H, WEI A Z, YANG T X, *et al.* An analysis on main technical approaches of increasing production of drupe fruit tree cultivation[J]. Journal of Northwest Forestry University,2004,19(4): 61-64. (in Chinese)

[14] 周青. 植物中氨基酸的生理作用[J]. 生物学通报,1986(8): 7-9.

[15] 朱广廉,曹宗巽. 花粉中的游离脯氨酸及其生理功能[J]. 植物生理学通讯,1985(4):7-12.

[16] 于绍夫,姜中武. 四个葡萄品种花粉中氨基酸及矿质元素的含量[J]. 中国果树,1988(2):37-39.

[17] IZHAR S, FRANKEL R. Mechanism of male sterility in *Pe-tunia*; II. Free amino acids in male fertile and male sterile anthers during microsporogenesis[J]. Theor. Appl. Genet. , 1973,43:13-17

[18] 罗来水,霍光华,刘勇,等. 桃雄性育性与花器官内游离氨基酸含量的关系[J]. 果树科学,2000,(4):255-260.  
LUO L S, HUO G H, LIU Y, *et al.* The relation between male fertility and free amino acid content of flower organ in peach[J]. Journal of Fruit Science, 2000,(4):255-260. (in Chinese)

[19] 霍光华,罗来水,肖德兴,等. 桃花器官发育中蛋白氨基酸变化与花粉育性的关系[J]. 江西农业大学学报,1999,21(4): 469-475.  
HUO G H, LUO L S, XIAO D X, *et al.* The relationship between pollen fertility and change of protein amino acids during the development of peach flower organs[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 1999, 21(4):469-475. (in Chinese)

[20] 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.  
DAI S J. Research advances on pollen proteomics[J]. Chinese Bulletin of Botany, 2007,24(3):319-329. (in Chinese)

[21] 赵江涛,李晓峰,李航,等. 可溶性糖在高等植物代谢调节中的生理作用[J]. 安徽农业科学,2006(24):6423-6426.  
ZHAO J T, LI X F, LI H, *et al.* Research on the role of the soluble sugar in the regulation of physiological metabolism in higher plant[J]. Journal of Anhui Agri. Sci. 2006(24): 6423-6426. (in Chinese)

[22] KOCH K E, YING Z, WU Y, *et al.* Multiple paths of sugar-sensing and a sugar/oxygen overlap for genes of sucrose and ethanol metabolism[J]. J. Exp. Bot. , 2000,51 (Supp. 1): 417-427.

[23] CORBSIER L, LEJEUNE P, BERNIER G. the role of carbohydrates in the induction of flowering in arabidopsis thaliana; comparison between the wild type and a starchless mutant [J]. Planta, 1998,206 (1) : 131-137.

[24] ZHOU L, JANG J C, JONES T L, *et al.* Glucose and ethylene signal transduction crosstalk revealed by an Arabidopsis glucose-insensitive mutant[J]. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1998,95 (17): 10294-10299.

[25] OHTO M, ONAI K, FURUKAWA Y, *et al.* Effects of sugar on vegetative development and floral transition in *Arabidopsisthaliana*[J]. Plant Physiol. , 2001,127(1): 252-261.

[26] 李国平,黄群策,秦广雍. 油杉花粉个体发育中淀粉粒消长变化研究[J]. 林业科学研究,2005,18(4):416-420.  
LI G P, HUANG Q C, QIN G Y. Studies on regularity of accumulation and disappearance of starch grains in microsporogenesis and malegametogenesis of *Keteleeria fortunei* [J]. Forest Research, 2005,18(4):416-420. (in Chinese)

[27] 常童洁,曹媛,张文超,等. 毛白杨花粉败育过程中淀粉和脂类的异常分布变化[J]. 东北林业大学学报,2014,42(6):15-19.  
CHANG T J, CAO Y, ZHANG W C, *et al.* Abnormal changes of polysaccharides and lipids distribution during pollen abortion in *Populus tomentosa* Carr[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2014,42(6):15-19. (in Chinese)