

# 榛子花粉生活力和柱头可授性与结实特征研究

刘剑锋<sup>1</sup> 颜堃<sup>1</sup> 程云清<sup>1</sup> 王占武<sup>1</sup> 邹振峰<sup>2</sup>

(1 吉林师范大学生命科学学院 2 吉林省四平市林业科学研究院)

**摘要:**以平榛与平欧杂交榛品种达维为材料,对柱头长度变化、花粉在柱头的附着、萌发特征、柱头可授性随时间的变化和人工授粉后结实特征进行了研究。结果表明:1)平榛与达维经4℃低温保存50 d的花粉在各自柱头上的萌发率分别为47.2%和74.3%。2)自然授粉条件下2个品种的柱头长度均以花后第5天时最长,此后迅速枯萎变短;套袋雌花柱头在花后30 d内长度可保持最长伸长状态。3)达维柱头对花粉粒的附着能力远大于平榛。自然授粉条件下,平榛与达维在花后4 d柱头附着的花粉粒数量最多,分别为40.6和84.6粒,此后迅速减少;套袋后平榛与达维在花后30 d时花粉粒数量分别为58.1和78.5粒。4)平榛与达维花粉在柱头24 h即可延伸至柱头的基部。5)套袋后平榛与达维在花后30 d时可授性柱头分别达87.3%和92.1%。6)平榛不可食用果实比例达50%以上,空果是造成果实不可食用的主要原因;达维不可食用果实比例少于15%;异花授粉可降低平榛与达维的落花落率,但不能降低不可食用果实的比例。

**关键词:**榛子;花粉生活力;柱头;可授性;结实

中图分类号: S722.3<sup>+</sup>7; Q943.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-1522(2012)03-0058-06

LIU Jian-feng<sup>1</sup>; YAN Kun<sup>1</sup>; CHENG Yun-qing<sup>1</sup>; WANG Zhan-wu<sup>1</sup>; ZOU Zhen-feng<sup>2</sup>. **Pollen viability, stigma receptivity and fruiting characteristics of hazelnut.** *Journal of Beijing Forestry University* (2012) 34(3) 58-63 [Ch, 20 ref.]

1 College of Life Sciences, Jilin Normal University, Siping, 136000, P. R. China;

2 Siping Research Institute of Forestry Science, Jilin, 136000, P. R. China.

Changes of stigma length, pollen attachment to stigma, pollen germination characteristics on stigma and stigma receptivity after artificial pollination were studied using *Corylus heterophylla* and hybrid hazelnut (*C. heterophylla* × *C. avellana*) Dawei as the materials. The results showed that: 1) pollen germination ratios of *C. heterophylla* and Dawei were 47.2% and 74.3% respectively on their own stigmas after the pollen was air-dried and stored at 4℃ for 50 days. 2) The length of stigma attained peak value on the 5th day after anthesis under natural pollination conditions, then the stigma withered and shortened rapidly. Bagged stigma maintained the longest length within 30 days after anthesis. 3) Pollen attachment capability of Dawei stigma was stronger than that of *C. heterophylla*. Pollen grains attached on stigma reached the maximum on 4th day after anthesis under natural pollination conditions, and the pollen amounts of pollen grains of *C. heterophylla* and Dawei were 40.6 and 84.6 respectively, after that the amount of pollen grains reduced sharply; and after being bagged, the amounts were 58.1 and 78.5 on 30th day after anthesis. 4) Pollen tubes of *C. heterophylla* and Dawei could stretch to the end of stigma within 24 hours. 5) Receptive stigma percentages of *C. heterophylla* and Dawei were 87.3% and 92.1% respectively after stigma being bagged for 30 days. 6) Non-edible nut part of *C. heterophylla* was more than 50%, and blank nut was the major reason leading to non-edible nut. Non-edible nut part of Dawei was less than 15%. Flower drop ratio of the two hazelnut cultivars decreased by cross-pollination, while cross-pollination had no effects on non-edible nut ratio.

**Key words** hazelnut; pollen viability; stigma; receptivity; fruiting

榛子(*Corylus* spp.)为榛科(*Corylaceae*)榛属植物,是木本粮食和木本油料树种,是世界4大干果

收稿日期: 2011-05-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(31070610)、“十二五”吉林省教育厅科学技术研究项目(吉教科合字2011第166号)。

第一作者: 刘剑锋, 博士, 副教授。主要研究方向: 植物学。电话: 0434-3292019 Email: jianfengliu1976@163.com 地址: 136000 吉林省四平市海丰大街1301号吉林师范大学生命科学学院。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

(扁桃、核桃、榛子、腰果)之一,综合利用价值很高,用途十分广泛,栽培榛子良种或利用其野生资源,对于发展山区多种经济、增加农民收入具有重要意义<sup>[1-2]</sup>。目前,我国榛子面积约100万hm<sup>2</sup>,居世界第1位,但年产量仅为1万t左右,是主要的榛子进口国之一。1996年,土耳其的榛子栽培面积为40.5万hm<sup>2</sup>,产量达到44.6万t<sup>[3]</sup>。由此可见,虽然我国生产规模相当大,但是榛子的单产水平十分低下,应有的生产潜力没有充分发挥出来。因低产导致的低收益问题相当普遍,且日益突出,严重阻碍了东北榛子产业的可持续发展。目前国内榛子的理论研究较为薄弱,现有的研究多集中于榛子育种、栽培及苗木繁育等方面<sup>[4-6]</sup>。在榛子生产大国土耳其,欧榛(*Corylus avellana*)的成花生物学方面的研究已经较为深入细致<sup>[7-10]</sup>。平榛(*Corylus heterophylla*)是我国榛属中分布最广、资源最丰富、产量最多的一种,平欧杂交榛(*Corylus heterophylla* × *Corylus avellana*)系列品种由于良好的抗寒性与丰产性栽培面积近年来迅速扩大,其成花结实方面的研究还相当匮乏。为此,本研究通过对比研究平榛、平欧杂交榛达维花粉生活力、柱头可授性与结实特征,以期对榛子的高产栽培提供理论资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以吉林省四平市山门镇头道沟平榛(43°09′20″N、124°30′16″E)和平欧杂交榛达维(43°07′06″N、124°28′39″E)为试材。

### 1.2 花粉采集、保存与活力检测

于2009和2010年的2月15日—4月15日,分数次剪取平榛与平欧杂交榛品种达维30~50cm花枝各50余枝,花枝底端分别浸泡于清水中,置于温度25℃、光照强度为3000lx、光周期为16h(光照)/8h(黑暗)的GXZ-160型智能光照培养箱(北京北方科仪)中进行催花培养。雄花序培养4d后收集其花粉于硫酸纸上,室内自然干燥后置4℃冰箱保存1~50d,采用I<sub>2</sub>-KI染色法检测花粉活力<sup>[11]</sup>。在田间每品种挂牌标记并套袋雌花序100个(每个雌花序含柱头约10~16个)左右,取保存不同时间的花粉授粉于各自品种的柱头上,用荧光显微镜观测花粉在柱头上的萌发率。

### 1.3 雌花柱头生长动态的观察

观察平榛与达维在自然授粉、套袋情况下柱头的生长动态,解剖分离雌花序柱头,置Motic B5系列数码显微镜下用目镜显微标尺测量其长度变化。

### 1.4 花粉在柱头附着、萌发生长特征和柱头可授性检测

在雌花开放后1~7d,用荧光显微镜检测自然授粉条件下平榛与达维花粉粒在柱头附着数量;在雌花套袋后的1~50d,用毛笔充分蘸取保存的花粉,均匀点授于套袋雌花柱头上。在授粉后24h,采集雌花序并用FAA固定液进行固定,用荧光显微镜检测花粉在柱头附着数量。在人工授粉后4、8、24h,检测花粉管伸长情况,计算花粉在柱头萌发所需要的时间。采用荧光显微镜鉴定柱头的可授性<sup>[12]</sup>,可授性柱头百分率=可授性柱头数量×100%/检测柱头总数。

### 1.5 荧光观测样品的制备

FAA固定的柱头经蒸馏水冲洗5~6次,用8mol/L NaOH软化12h,45%的醋酸中和NaOH至中性,蒸馏水冲洗5~6次。软化的柱头转移到0.1%脱色苯胺蓝溶液(pH值为8.2的磷酸缓冲液配制)中染色4h,并转置在载玻片上,用镊子和解剖针将柱头分解出来,滴加一滴苯胺蓝液进行压片。使用DM AE31EF-4NV-5000C倒置荧光数码显微图像分析系统进行观察,紫外光模块提供光源,激发滤光片为BG12、阻断滤光片为475,激发光为黄绿色荧光。活花粉粒和花粉管发出黄绿色荧光。

### 1.6 雌花脱落率、落果率、空果率及不可食用果实比例等指标的测定

田间挂牌套袋标记平榛与达维雌花序各200个左右,采用平榛与达维花粉进行自花或异花人工授粉;在4月15日—5月20日,调查雌花脱落率;在5月21日—8月10日,调查落果率;8月15日采收标记花序全部果实,逐一敲开果壳统计虫果、空果、果仁单重等指标。果仁晾干后,统计瘪果率和不可食用果实比例。在本研究中,将单仁质量小于0.1g的果实定义为瘪果。

### 1.7 数据统计分析

以上试验重复3次以上,每次重复检测个体数量不少于30个。用SAS 8.01的GLM过程进行方差分析,用邓肯氏新复极差法(LSD)进行显著性检验,可靠性为0.05水平,百分率经反正弦转换后进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 榛子花粉生活力的测定

对经自然风干和4℃低温保存的花粉进行I<sub>2</sub>-KI染色和柱头萌发率分析,以明确榛子花粉的活力,结果如表1所示。I<sub>2</sub>-KI染色的结果表明,平榛与达维的花粉活力随着保存时间的延长逐渐下降,

表1 花粉低温干燥保存时间对花粉活力的影响

Tab.1 Effects of preservation duration on pollen viability after low temperature drying

保存时间/d	平榛花粉活力/%	平榛花粉在柱头上的萌发率/%	达维花粉活力/%	达维花粉在柱头上的萌发率/%
1	92.5 a	82.4 a	94.4 a	92.9 a
5	91.2 ab	80.4 ab	93.3 a	92.3 a
10	90.9 ab	78.2 b	89.6 b	91.4 a
15	89.8 abc	73.4 c	87.5 bc	90.4 a
20	88.6 cd	67.7 d	84.2 cd	82.5 b
25	87.1 cd	62.3 e	83.9 cd	81.3 bc
30	84.3 d	60.3 e	82.3 cd	76.7 cd
40	79.1 e	50.4 f	80.4 de	75.4 d
50	72.9 f	47.2 f	77.4 e	74.3 d

注: 同列内相同字母表示邓肯氏新复极差法(LSD)检验在0.05水平上差异不显著。表2同。

保存50 d时其活力仍在70%以上。分析花粉在柱头上的萌发率,结果表明,随着花粉保存时间的延长,花粉萌发率逐渐下降。平榛与达维保存50 d的花粉在各自柱头萌发率分别为47.2%和74.3%。相关性分析表明, $I_2$ -KI染色与柱头萌发测得的花粉活力密切相关,平榛花粉 $I_2$ -KI染色与柱头萌发获得的花粉活力相关系数为0.947,回归方程为: $y = 1.87x - 94.55$ (式中: $x$ 为 $I_2$ -KI染色测得的花粉活力; $y$ 为柱头萌发测得的花粉活力);达维花粉 $I_2$ -KI染色与柱头萌发获得的百分率相关系数为0.931,回归方程为: $y = 1.27x - 25.30$ (式中: $x$ 为 $I_2$ -KI染色测得的花粉活力; $y$ 为柱头萌发测得的花粉活力)相关均达到显著水平( $P < 0.05$ )。 $I_2$ -KI染色计算得到花粉活力,平榛与达维花粉活力较为接近。花粉在柱头上的萌发率相比,达维花粉萌发率明显高于平榛;随着花粉保存时间的延长,达维与平榛花粉萌发率差异越来越大。

## 2.2 榛子花后柱头的生长动态

榛子为雌雄异花植物,在东北的四平地区,近3年来,雄花与雌花在4月上中旬同时开放。榛子雌花与雄花开放前情况比较如图1所示。在自然授粉条件下,粉红色、或白色柱头从雌花序露出后,柱头伸长生长数天后迅速枯萎变黑(图1a、b)。雄花为柔荑花序,花粉呈黄色且量大(图1c、d)。榛子柱头呈圆柱状,其生长与授粉关系十分密切。自然授粉条件下,对榛子柱头的长度检测结果如图2所示。在花后5 d内,随着时间的推迟,雌花序柱头长度迅速增加,两个品种的柱头长度均以花后5 d时最长,此后,迅速枯萎变短。雌花序套袋后,柱头的长度在花后30 d均无明显的变化,在花后40~50 d时,柱头长度才逐渐下降(图3)。在雌花开放后的前面5 d,如果对套袋雌花柱头进行授粉,柱头的生长立

即受到抑制;因此,榛子柱头的生长与授粉关系密切,授粉可明显抑制柱头的生长。

## 2.3 花后不同天数柱头附着花粉能力的变化

采用荧光显微镜观察了花粉在榛子柱头的附着情况,结果如图4~5所示。可以看出:自然授粉条件下,雌花开放后3~4 d时,柱头上花粉粒附着数量达到最大;此后,随着时间的推移,可观察到的花粉粒附着数量迅速减少。平榛与达维对花粉粒的附着能力存在差异,花后相同时间相比较,平榛柱头附着的花粉粒数量极显著低于达维( $P < 0.01$ )。在套袋情况下,柱头对花粉粒的附着能力在花后呈缓慢下降趋势,在花后50 d时仍然对花粉保持了较高的附着能力。这在其他的物种中是十分罕见的。

## 2.4 榛子花粉在柱头的萌发生长特征与可授性柱头百分率随时间的变化

榛子花粉在柱头的萌发生长特征结果如图6所示。达维在授粉后4 h时花粉萌发较少(图6a),在授粉后8 h,有部分花粉在柱头萌发(图6b),在授粉后24 h时有大量花粉萌发并伴随花粉管向柱头基部延伸(图6c)。平榛在授粉后4 h可观察到个别花粉粒萌发(图6d),在授粉后8 h,可观察到5~8个花粉粒在柱头表面萌发(图6e),在授粉后24 h可观察到大量花粉粒在柱头萌发(图6f),并伴随有花粉管进入柱头基部;因此,2个榛子品种在授粉后24 h内,花粉即可萌发并抵达柱头的基部。平榛与达维相比较,达维柱头黏附的花粉粒数量更多,花粉萌发量更大。

统计确定了套袋榛子雌花可授性柱头的百分率,结果如图7所示。2个榛子品种柱头可授性的规律大致相同,在花后30 d以前,榛子可授性柱头百分率可超过90%,且可授性柱头百分率无明显的变化。平榛与达维相比较,平榛可授性柱头百分率低于达维。花后40~50 d时,平榛与达维可授性柱头百分率有所下降,但两者可授性柱头百分率仍然超过70%。

## 2.5 授粉后榛子雌花脱落率、落果率、空果率及不可食用果实比例等指标的比较

对自花授粉、异花授粉的平榛、平欧杂交榛的落花、落果等指标进行了调查统计,结果如表2所示。可以看出:异花授粉可显著降低平榛与达维的落花率和总脱落率( $P < 0.05$ );平榛的虫果率显著高于达维( $P < 0.05$ );平榛的空果率高于35%,而达维的空果率低于10%;自花授粉与异花授粉处理的达维空果率无显著差异( $P > 0.05$ );平榛在自花和异花授粉的情况下瘪果率分别为3.09%和5.39%,



a. 雌花序开放, 仅可见顶端露出10余个柱头, 箭头示雌花柱头; b. 雌花受粉后, 柱头迅速枯萎, 如箭头所示;  
c. 箭头示未开放的雄花花序; d. 箭头示开放中的雄花花序

图1 榛子雌花与雄花开放前情况比较

Fig. 1 Comparison of female and male flowers before and after anthesis of hazelnut

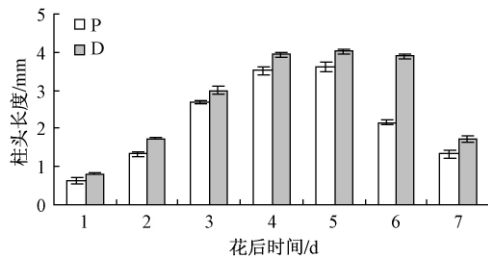


图2 自然授粉条件下榛子柱头长度随时间的变化

Fig. 2 Changes of stigma length according to days after anthesis in hazelnut under natural pollination conditions

注: P 表示平榛, D 表示达维。下图 3~7, 表 2 同此。

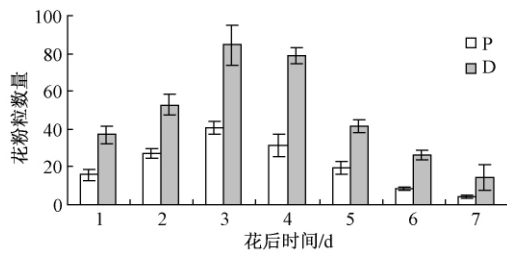


图4 自然授粉条件下花粉粒在柱头附着数量

Fig. 4 Amounts of pollen attached on stigma under natural pollination conditions

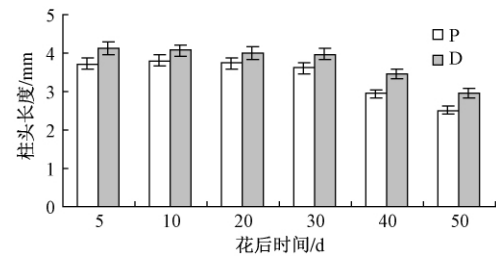


图3 套袋榛子雌花柱头长度随时间的变化

Fig. 3 Changes of stigma length according to days after anthesis in hazelnut under flowers bagged conditions

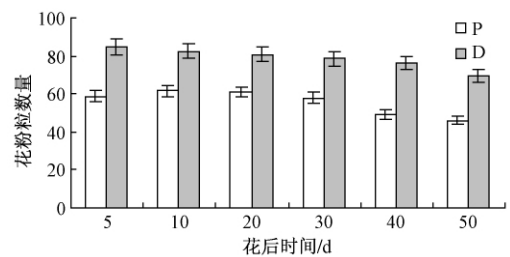


图5 花粉粒在套袋柱头上附着数量

Fig. 5 Amounts of hazelnut pollen attached on stigma under flower bagged conditions

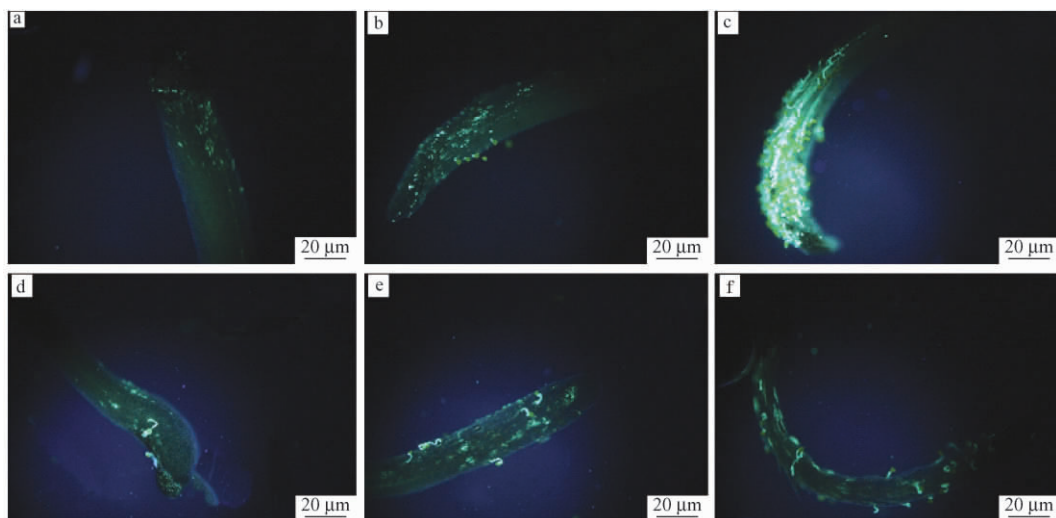


图6 榛子花粉在柱头的萌发特征

Fig. 6 Pollen germination characteristics on the stigma of hazelnut

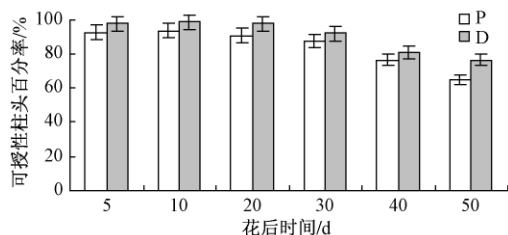


图7 可授性柱头百分率

Fig.7 Percentage of receptive stigmas

表2 榛子雌花脱落率、落果率、空果率及不可食用果实比例等指标的比较

Tab.2 Comparison of pistillate flower cluster drop ratio, fruit drop ratio, blank fruit ratio and non-edible fruit ratio of hazelnut

品种	授粉方式	落花率/%	落果率/%	总脱落率/%	虫果率/%	空果率/%	瘿果率/%	果仁平均质量/g	不可食用果实比例/%
P	自花授粉	39.43 a	25.45 a	64.88 a	12.64 b	39.21 a	3.09 b	0.26 c	54.94 a
	异花授粉	35.36 b	23.87 a	59.23 b	13.25 a	37.97 b	5.39 a	0.29 c	56.61 a
D	自花授粉	32.56 b	18.67 b	56.23 b	2.27 c	8.92 c	1.94 d	1.43 b	13.13 b
	异花授粉	27.59 c	16.78 b	44.37 c	2.97 c	7.84 c	2.56 c	1.54 a	13.37 b

### 3 结论与讨论

花粉粒在柱头的附着、萌发、完成受精作用是榛子果实形成的必备条件,因此,进行花粉活力、花粉粒在柱头萌发情况以及柱头可授性等方面的研究对于制订榛子合理栽培措施提高产量有重要的意义。本研究的结果显示,榛子花粉在离体条件下容易保存,室内自然干燥结合4℃低温保存50d的花粉在柱头的萌发率在47%以上,此程序可用于榛子花粉的短期保存。柱头的生长与受粉密切相关,花粉附着在柱头以后,柱头数天内即发生枯萎,而如果对雌花进行套袋,柱头在花后50d时,柱头长度还可保持在2mm以上,花粉粒在柱头上的附着数量可以超过50粒,可授性柱头的百分率可超过65%。有研究表明,欧榛如柱头未授粉,可保持可授性长达3个月<sup>[13]</sup>。本研究的结果与其较为一致。与苹果(*Malus pumila*)、梨(*Pyrus spp.*)这些柱头可授性仅可维持数天的果树种类相比较<sup>[14-15]</sup>,榛子雌花柱头保持可授性的时间相当长。从受粉的角度来看,这意味着在榛子雌花开放后30d甚至更长时间内,对柱头进行授粉均可以改善其受粉情况。榛子花粉粒附着在柱头后24h,即可以观察到花粉在柱头萌发,花粉管延伸至柱头的基部,因此,其花粉管生长速度还是较为迅速的。从花粉在柱头萌发特征来看,达维柱头对花粉粒的附着能力远大于平榛,且萌发的花粉数量相当大。有研究表明,欧榛具有孢子体自交不亲和的生物学习性<sup>[16-18]</sup>,然而也有些榛子品种被鉴定为部分自交亲和或自交亲和<sup>[19-20]</sup>。自交不亲和有一个重要的特征,表现为同

而达维的瘿果率低于3%,平榛瘿果率显著高于达维( $P < 0.05$ );达维果仁单重显著高于平榛( $P < 0.05$ ),其质量为后者的5.5倍,异花授粉对果仁平均质量影响不太大;平榛不可食用果实比例远高于达维,超过50%,而达维不可食用果实比例小于15%。按重要程度的不同,对于平榛而言,瘿果、虫果、空果是造成其果实不可食用的主要原因;对于达维而言,空果、瘿果、虫果是造成其果实不可食用的主要原因。异花授粉对平榛、达维的不可食用果实比例均无显著影响( $P > 0.05$ )。

一品种的花粉给雌蕊授粉时不结实或不产生种子,即通常所说的自花不实。在本研究中,达维与平榛自花授粉后均可观测到其花粉在柱头的萌发,虽然存在不同程度的空果现象,但均能结实形成产量;因此,本研究结果可排除平榛与达维存在自交不亲和障碍的可能性。从授粉后榛子雌花脱落率、落果率、空果率及不可食用果实比例等指标来看,相对自花授粉而言,异花授粉可显著降低雌花脱落率( $P < 0.05$ )。平榛不可食用果实比例达55%,而达维不可食用果实比例不足15%,造成平榛果实不可食用的主要原因是由于空果比例高;然而,异花授粉并没有显著降低空果的比例,平榛空果比例高的原因还有待进一步的研究。

### 参 考 文 献

- [1] 程云清,刘剑锋,陈智文. 平榛组织培养与快速繁殖[J]. 林业科学 2008, 44(12): 57-61.
- [2] 刘剑锋,程云清,陈智文,等. 平欧杂交榛组织培养与快速繁殖技术研究[J]. 园艺学报 2009, 36(3): 409-414.
- [3] 梁维坚. 大果榛子育种与栽培[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 35.
- [4] 陈刚,杨静荣,王科. 杂交大果榛子嫩枝扦插试验[J]. 北方园艺 2010, 34(21): 37-39.
- [5] 宋锋惠,史彦江,卡得尔. 大果杂交榛子引种及优良品种的选育[J]. 东北林业大学学报 2007, 35(5): 87-89.
- [6] 李秀霞,王波,翟登攀,等. 榛树种子的休眠和萌发[J]. 植物生理学通讯 2003, 39(2): 137-138.
- [7] BEYHAN N. An investigation of the relationship between reproductive growth and yield loss in hazelnut [J]. *Scientia Horticulturae*, 2007, 113: 208-215.
- [8] EDRDOGAN V, SHAWN A M, LHAMI K A, et al. Incompatibility alleles expressed in pollen of Turkish hazelnut

- cultivars[J]. *Turkish Journal of Biology*, 2005, 29: 111–116.
- [9] BORGES O M P, CARVALHO J L R S, SILVA A P, *et al.* Effects of foliar boron spray on yield and nut quality of ‘segorbe’ and ‘fertile de coutard’ hazelnuts[J]. *Acta Horticulturae*, 2001, 556: 299–302.
- [10] HAMPSON C R, AZARENKO A N, SOELDNER A. Pollen-stigma interactions following compatible and incompatible pollinations in hazelnut [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1993, 118: 814–819.
- [11] TORY C, KOICHIRO A, KENJI A, *et al.* Gibberellin regulates pollen viability and pollen tube growth in rice[J]. *The Plant Cell*, 2007, 19: 3876–3888.
- [12] MALGORZATA S. Stigma receptivity during the life span of platanthera chlorantha custer ( rchb. ) flowers[J]. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 2003, 45( 1 ): 37–41.
- [13] GERMAIN E. The reproduction of hazelnut ( *Corylus avellana* L. ): A review[J]. *Acta Horticulturae*, 1994, 351: 195–210.
- [14] WANG L, TAN D Y. Floral syndrome and secondary pollen presentation in *Codonopsis clematidea* ( Campanulaceae ) [J]. *Biodiversity Science*, 2011, 19( 1 ): 24–33.
- [15] WANG Y J, NAIR R M, MU C S, *et al.* Floral morphology and pollination system in the native Australian perennial pasture legume *Cullen australasicum* ( syn. *Psoralea australasica* ) [J]. *Crop and Pasture Science*, 2010, 61: 1001–1008.
- [16] ALIREZA G, ME G, TALAIE A, *et al.* Studies on self-incompatibility alleles in some progenies of hazelnut ( *Corylus avellana* L. ) using fluorescence microscope [J]. *International Journal of Agriculture & Biology*, 2004, 6( 1 ): 113–115.
- [17] EDRDOGAN V, SHAWN A M. Interspecific hybridization in hazelnut ( *corylus* ) [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2000, 125( 4 ): 489–497.
- [18] ERDOGAN V, MEHLENBACHER S A. Incompatibility in wild *corylus* species[J]. *Acta Horticulturae*, 2001, 556: 163–170.
- [19] SHAWN A M, DAVID C S. Self-compatible seedlings of the cutleaf hazelnut[J]. *HortScience*, 2006, 41( 2 ): 482–483.
- [20] SHAWN A M, DAVID C S. Partial self-compatibility in ‘Tombul’ and ‘Montebello’ hazelnuts[J]. *Euphytica*, 1991, 56( 3 ): 231–236.

(责任编辑 赵 勃)

## 欢迎订阅《中国林学》(英文版)

《中国林学》(英文版) 始创于 1992 年,是一份由北京林业大学主办的全英文刊物,季刊。主要发表经同行评议的研究论文、简报、综述。内容包括森林生态学、森林培育学、森林经理学、林木遗传与育种、林木生理学、森林病虫害防治、森林资源信息管理、林业经济学、以及林业相关学科如水土保持科学、木材科学与技术、林产品加工等,面向国内外征稿和发行。

《中国林学》(英文版) 致力于促进国内外林业领域科研人员的学术交流,缩短中国与其他国家在相关领域的差距。本刊自 2007 年开始与全球著名的学术出版机构——德国 Springer 出版社正式合作出版,全文链接于 SpringerLink 数据库,并委托其代理本刊在中国大陆以外地区的发行权,进一步加快了本刊的国际化步伐。2010 年本刊选择了世界先进的 ScholarOne Manuscripts 用于杂志的在线投稿和同行评审活动,使得期刊的编辑流程完全国际化。

《中国林学》(英文版) 为中国科学技术信息所核心刊物、中国期刊网全文数据库、万方数据库刊源期刊,目前收录、检索本刊的国外著名检索机构、数据库有 Chemical Abstracts Service(美国化学文摘)、JA(俄罗斯文摘杂志)、CAB International(国际农业与生物科学中心)、Academic OneFile、CAB Abstracts、CSA/Proquest、Gale、Global Health、Google Scholar、Inspec、OCLC、SCOPUS、Summon by Serial Solutions 等。

投稿地址: <http://mc03.manuscriptcentral.com/fsc>

期刊网址: <http://www.springer.com/11632>, <http://journal.bjfu.edu.cn>

地 址: 100083 北京市清华东路 35 号北京林业大学 148 信箱《中国林学》(英文版) 编辑部

电 话: 86-10-62337915 Email: [lihui@bjfu.edu.cn](mailto:lihui@bjfu.edu.cn)