

DOI:10.11937/bfyy.201607002

# 南北板栗品种授粉组合对结实特性的影响

梁 雪, 陈佳佳, 杨 柳, 赵志珩, 石卓功

(西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650024)

**摘 要:**连续3年以北方板栗品种“燕山红栗”和“燕龙”为父本,以南方板栗品种“云富”、“云良”、“云早”、“永丰1号”为母本进行授粉,测定了不同授粉组合板栗的结苞率、空苞率、出籽率、球苞直径和坚果重量等指标,以期改善板栗坚果品质和提高产量提供参考。结果表明:不同授粉组合对板栗结苞率、空苞率的影响较小;球苞的大小与母本的自身特性以及球苞内坚果个数相关;利用坚果大的品种花粉授粉比利用坚果小的品种花粉授粉所结的坚果要大,且坚果的大小也与球苞内坚果的个数相关。

**关键词:**板栗;授粉组合;结实特性

**中图分类号:**S 664.205<sup>+</sup>.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)07-0004-05

板栗(*Castanea mollissima* BL)属壳斗科栗属坚果类植物,种质资源丰富,栽培分布广泛,果实营养丰富,经济价值高,是我国最早驯化栽培的果树之一,也是我国重要的特色经济林干果树种<sup>[1]</sup>。单位面积产量低是我国板栗当前的主要问题。关键因素在于管理粗放,授粉树配置不合理<sup>[2]</sup>。板栗在花芽分化的过程中会形成两

性花序,即雌花序和雄花序。因此,板栗既可以自花授粉也可以异花授粉。自花授粉比异花授粉的结实率低<sup>[3-5]</sup>。但即使是异花授粉,不同的授粉组合亦或是同一授粉组合的正反交对板栗的结实特性都有较大影响<sup>[6-7]</sup>。因此,了解不同授粉组合板栗的结实特性,合理配置授粉树,可以有效提高板栗的产量和品质。

我国南北方板栗品种差异较大。该试验以4个云南本地品种和2个北方品种为父母本对不同授粉组合的结实特性进行研究。“云富”、“云良”、“云早”和“永丰1号”是云南省实生选育品种,其中“云良”2008年通过国家林业局品种审定;“燕龙”是1996年通过实生选种选育而成,2005年河北省科技厅组织的专家鉴定,2009年通

**第一作者简介:**梁雪(1991-),女,硕士研究生,研究方向为果树生殖生物学。E-mail:lx1239633936@163.com.

**责任作者:**石卓功(1957-),男,博士,教授,研究方向为经济林培育。E-mail:zgongshi@sina.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(30860231)。

**收稿日期:**2015-12-18

## Analysis of the Composition of Apple Phenolics by High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

CAO Hui<sup>1</sup>, XU Wenjuan<sup>1</sup>, CHEN Zhizhang<sup>1</sup>, WANG Zhiling<sup>1</sup>, ZOU Yanmei<sup>2</sup>, SHU Huairui<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Biochemistry &amp; Molecular Biology in Universities of Shandong/Weifang University, Weifang, Shandong 261061;

2. National Research Center for Apple Engineering and Technology, Tai'an, Shandong 271018)

**Abstract:** ‘Fuji’ apple was used as test material, which was examined by high performance liquid chromatography (HPLC). The changes of the composition and content of phenolics during the process of fruit growth and development were studied, under the condition of root restriction and water-saving. The results showed that effect of water-saving and root-limiting treatment on apple polyphenols changed with different time period, 175 days after full bloom, pericarp total polyphenols was higher than the control and the condition of treatment was obviously different from control. In immaturity time, chlorogenic acid content of the pulp and peel was significantly increased at the condition of root restriction. In maturity time, water-saving treatment increased catechin and tables catechin content of the pulp and peel were significantly different compared with the control.

**Keywords:** water-saving; apple; photosynthesist; HPLC

过河北省品种审定;“燕山红栗”是 1975 年由北京市昌平区通过实生选育。通过北方板栗品种对南方板栗品种的授粉试验,以期了解同一母本不同父本和相同父本不同母本结实特性,为提高板栗单位面积产量和改善云南板栗品质提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料来自云南板栗品种“云富”、“云良”、“云早”和“永丰 1 号”,北方优良板栗品种“燕山红栗”和“燕龙”6 个板栗品种,均已进入结果期。

### 1.2 试验方法

1.2.1 授粉试验 试验于 2009—2011 年和 2015 年重复在云南省峨山县、永仁县和河北省迁西县试验基地进行。选择 4 个南方品种“云富”、“云早”、“云良”、“永丰 1 号”和 2 个北方品种“燕山红栗”和“燕龙”,每个品种选择生长发育基本一致、进入盛果期样株 6~9 株进行人工授粉。采用随机区组试验设计,以单株为试验小区,3 次重复,采用正、反交授粉组合,即:8 个正交组合(“云富♀×燕山红栗♂”、“云早♀×燕山红栗♂”、“云良♀×燕山红栗♂”、“永丰 1 号♀×燕山红栗♂”、“云富♀×燕龙♂”、“云早♀×燕龙♂”、“云良♀×燕龙♂”、“永丰 1 号♀×燕龙♂”),3 个反交组合(“燕龙♀×云富♂”、“燕龙♀×云早♂”、“燕龙♀×云良♂”)和 5 个自交组合(“云富♀×云富♂”、“云早♀×云早♂”、“燕龙♀×燕龙♂”、“云良♀×云良♂”、“永丰 1 号♀×永丰 1 号♂”)。选择各授粉组合的数条样枝(两性花序枝)每个处理(授粉组合)套袋 200 个左右,采用“点授法”进行授粉。在雌花萌发前期进行套袋,根据上述授粉组合,分别挂牌标记。

1.2.2 采样 待 2 个试验地的板栗成熟前,分批进行果实采收,并对其进行考种。测定其重量、结苞数、空苞率、球苞纵、横径、高、苞内坚果数和坚果重等性状数据并进行分析。

### 1.3 项目测定

在每个授粉组合中随机选取 15 个具有坚果的球苞,分别测量球苞重、球苞直径、球苞内坚果个数、球苞内坚果总重以及各坚果的单粒重。

果实重量测量:将每个球苞以及球苞中的坚果用天平称取重量,后取其平均值,分别得出坚果平均重量;球苞纵、横径测定:在球苞十字裂口处,以最大直径为横径,最小直径为纵径,用游标卡尺直接度量,读取纵、横径数值;球高:直接用游标卡尺卡住球苞的基部和球苞尖处,读取数值;球苞直径计算:球苞纵径、横径和球高的平均值。

### 1.4 数据分析

试验数据用 Excel 2003 统计并借助 SPSS 软件进行

方差分析,采用 Duncan 进行多重比较,并用 Origin 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同授粉组合对坐果的影响

2009—2011 年南北板栗品种各授粉组合的坐果情况见表 1。试验结果表明,在 2009 年的 5 个授粉组合中,“云早(♀)×燕龙(♂)”的结苞率最低(58.20%),“燕龙”自花授粉出籽率和球苞内坚果数最低,分别为 29.95%和 1.25 个;“云富(♀)×燕龙(♂)”的结苞率、出籽率和球苞内坚果数均为最高,分别为 78.70%、44.69%和 2.10 个,但空苞率高;“云富”自花授粉组合空苞率高达 76.30%;以“燕龙”为母本的各授粉组合中,出籽率和球苞内坚果数没有明显的差异。

由于“云早”树体高大,2010 年另选“云良”和“永丰 1 号”进行授粉试验。2010 年的试验结果显示,以“云富”为母本的各授粉组合的结苞率在 50.00%~60.00%,空苞率在 47.00%~53.00%,出籽率在 37.00%~40.00%,球苞内坚果数在 1.30~1.90 个,除空苞率外均以“云富(♀)×燕龙(♂)”授粉组合最高;以“永丰 1 号”为母本的授粉组合,结苞率在 85.00%~90.00%,空苞率在 24.00%~67.00%,出籽率在 34.00%~39.00%,球苞内坚果数在 1.40~2.00 个,其中“永丰 1 号(♀)×燕山红栗(♂)”空苞率最高(66.44%),球苞内坚果数最少(1.43 个),其它指标各授粉组合差异不明显;以“云良”为母本的授粉组合,结苞率在 56.00%~86.00%,空苞率在 72.00%~82.00%,出籽率在 30.00%~34.00%,球苞内坚果数在 1.10~1.30 个,其中“云良♀×燕龙♂”授粉组合空苞率较高,达 81.13%;以“燕龙”为母本的各授粉组合中,“燕龙(♀)×云富(♂)”的出籽率和球苞内坚果数最高,分别为 34.70%和 1.53 个。

2011 年的试验结果表明,以“云富”为母本的各授粉组合结苞率在 82.00%~91.00%,空苞率在 58.00%~64.00%,出籽率在 55.00%~70.00%,球苞内坚果数在 1.50~1.90 个,除空苞率外同样均以“云富(♀)×燕龙(♂)”授粉组合最高;以“永丰 1 号”为母本的授粉组合,结苞率在 88.00%~98.00%,空苞率在 13.00%~31.00%,出籽率在 43.00%~48.00%,球苞内坚果数在 1.60~1.70 个,其中“永丰 1 号”自花授粉组合结苞率最低(88.13%)、空苞率最高(30.62%),其它指标各授粉组合差异不明显;以“云良”为母本的授粉组合,结苞率在 85.00%~97.00%,空苞率在 30.00%~43.00%,出籽率在 42.00%~62.00%,球苞内坚果数在 1.90~2.10 个,其中“云良”自花授粉组合空苞率在 42.70%。

综上所述,以“云富”为母本的授粉组合中“云富(♀)×燕龙(♂)”的坐果最好,自花亲和性差;以“永丰 1 号”为母本的授粉组合中“永丰 1 号(♀)×燕龙(♂)”坐果情况

表 1

板栗不同授粉组合的坐果情况(2009—2011)

Table 1

Statistics of different pollination of Chinese chestnut(2009—2011)

品种组合 Breed combination ♀ × ♂	结苞率 Bur-setting rate/%			空苞率 Empty-bur rate/%			出籽率 Seed rate/%			球苞内坚果数 Number of nuts in cupula/个		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
A×A	72.00	50.90	82.14	76.30	52.87	58.85	34.73	37.80	55.08	1.53	1.43	1.57
A×C	77.50	58.10	90.07	49.70	48.86	63.47	42.35	37.09	63.83	1.96	1.30	1.77
A×D	78.70	59.20	90.11	48.20	47.62	60.34	44.69	39.14	69.79	2.10	1.83	1.90
B×B	72.50	—	—	68.20	—	—	34.40	—	—	1.53	—	—
B×C	76.80	—	—	28.80	—	—	34.23	—	—	1.53	—	—
B×D	58.20	—	—	53.50	—	—	33.24	—	—	1.43	—	—
E×E	—	85.09	88.13	—	24.09	30.62	—	38.68	43.09	—	2.00	1.70
E×C	—	89.76	96.27	—	66.44	13.82	—	34.63	47.52	—	1.43	1.69
E×D	—	87.35	97.53	—	33.10	19.69	—	37.77	46.35	—	1.80	1.60
F×F	—	58.60	85.19	—	72.93	42.70	—	33.87	42.47	—	1.23	1.87
F×C	—	56.20	96.76	—	72.72	30.17	—	30.57	43.22	—	1.20	1.90
F×D	—	85.80	95.34	—	81.13	36.13	—	32.11	61.37	—	1.17	2.10
D×D	—	—	—	—	—	—	29.95	30.15	—	1.25	1.50	1.90
D×A	—	—	—	—	—	—	30.52	34.70	—	1.31	1.53	1.65
D×B	—	—	—	—	—	—	30.67	—	—	1.25	—	—
D×F	—	86.32	—	—	61.95	—	—	33.89	—	—	1.33	1.79

注:A.“云富”;B.“云早”;C.“燕山红栗”;D.“燕龙”;E.“永丰1号”;F.“云良”。

Note:A. ‘Yunfu’;B. ‘Yunao’;C. ‘Yanshan Hongli’;D. ‘Yanlong’;E. ‘Yongfeng No. 1’;F. ‘Yunliang’.

稍好于其它授粉组合,具有一定的自花亲和力;以“云良”为母本的授粉组合中“云良(♀)×燕龙(♂)”的坐果最好,自花亲和性差。根据授粉试验结果(表1),云南引进品种“燕龙”,与云南品种具有较好的授粉亲和性。

## 2.2 不同授粉组合对板栗球苞大小的影响

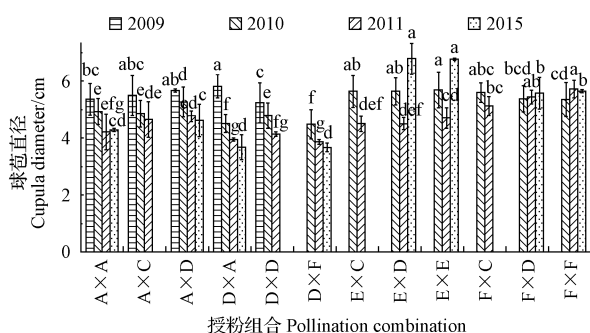
授粉试验结果如图1所示。在2009年南北品种授粉试验中,异花授粉组合的球苞直径大于自花授粉,其中“燕龙(♀)×云富(♂)”平均为5.81 cm,显著大于“燕龙”自花授粉组合。2010年的授粉试验增加了授粉组合,在各授粉组合中以“永丰1号”为母本的授粉组合球

苞直径最大(5.64~5.68 cm),以“燕龙”为母本授粉组合最小,“永丰1号”自花授粉组合显著大于“云良”自花授粉组合,后者又明显大于“燕龙”和“云富”自花授粉组合。2011年授粉试验结果基本与2010年相同,但以“云良”为母本各授粉组合的球苞直径最大(5.12~5.72 cm),“云良”自花授粉组合显著大于“永丰1号”自花授粉组合,后者又明显大于“燕龙”和“云富”自花授粉组合。2015年的授粉试验结果几乎与2010年的试验结果一致,“永丰1号”自花授粉组合的球苞直径高达6.78 cm,显著大于“云良”自花授粉组合(5.64 cm),后者又显著大于“云富”和“燕龙”各授粉组合。由此可知,球苞的大小受品种本身植物学特性的影响,即授粉母本品种球苞大,其所有的授粉组合的球苞就大;并且也与球苞内平均坚果数有关,坚果数多的授粉组合,其球苞的直径就大,反之亦然。

另外,相同授粉组合的球苞直径不同年份差异变化较大,其中以“云富”、“燕龙”为母本的各授粉组合的球苞直径呈下降趋势,而以“永丰1号”和“云良”的各授粉组合的球苞直径大小交替变化。

## 2.3 不同授粉组合对板栗坚果重量的影响

在授粉试验中的5个品种中,坚果平均重为“永丰1号”>“云良”>“云富”>“燕山红栗”和“燕龙”。由图2可知,同一年里不同授粉组合板栗坚果的平均重量存在极显著的差异。在2009年的授粉组合中,以“云富”为母本的自花授粉其坚果的平均重量(8.90 g)高于其与“燕山红栗”和“燕龙”的异花授粉组合(分别为7.95 g和7.58 g),但差异不显著;以“燕龙”为母本和“云富”为父本的授粉组合的坚果重高于其自花授粉组合,均表现出了较明显



注:A.“云富”;C.“燕山红栗”;D.“燕龙”;E.“永丰1号”;F.“云良”。

不同字母表示相同年份经 Duncan's 多重比较检验差异达到显著水平 ( $P=0.05$ )。下同。

Note:A. ‘Yunfu’;C. ‘Yanshan Hongli’;D. ‘Yanlong’;E. ‘Yongfeng No. 1’;F. ‘Yunliang’. The significant difference ( $P=0.05$ ) of the year is indicated with different lowercases by Duncan's multiple comparisons test. The same below.

图1 不同授粉组合对板栗球苞直径大小的影响

Fig. 1 Effect of the different pollination combination on size of cupula



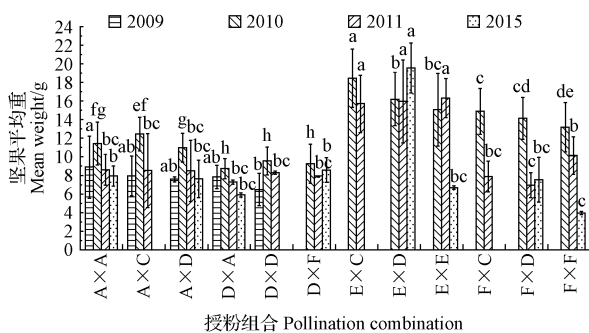


图2 不同授粉组合对板栗坚果性状的影响

Fig. 2 Effect of the different pollination combination on quality and size of nuts

的花粉直感效应。在2010年的授粉试验中,以“云富”为母本的各授粉组合坚果的平均重量差异显著,“云富(♀)×燕山红栗(♂)”坚果的平均重量最高(12.46 g),自花授粉坚果平均重量次之(11.43 g),“云富(♀)×燕龙(♂)”授粉组合坚果的平均重量最低(10.98 g);在“永丰1号”为母本的各授粉组合中,坚果重量以“永丰1号(♀)×燕山红栗(♂)”为父本的异花授粉组合最高(18.46 g),以“云丰1号(♀)×燕龙(♂)”为父本的异花授粉组合次之(16.21 g),自花授粉坚果重最小(15.06 g);在“云良”为母本的各授粉组合中,坚果的平均重量同样以“燕山红栗”为父本的异花授粉组合最高(14.89 g),以“燕龙”为父本的异花授粉组合次之(14.13 g),自花授粉的坚果最小(13.18 g);在“燕龙”为母本的各授粉组合中,坚果的平均重量以自花授粉最高(9.56 g),以“云良”为父本的次之(9.25 g),以“云富”为父本的最小(8.73 g)。2011年的授粉试验中,在“云富”为母本的各授粉组合的坚果平均重量与2010年试验结果相同,即以“燕龙”为父本的异花授粉组合坚果普遍低于“燕山红栗”为父本的异花授粉组合,但各组合间坚果的平均重量差异不显著;在“云良”为母本的各授粉组合中坚果的平均重量之间有显著的差异,自花授粉坚果重量大于异花授粉(10.13 g),以“燕山红栗”为父本的坚果重为7.88 g,以“燕龙”为父本的坚果重为6.96 g;以“永丰1号”为母本的各授粉组合其球苞内坚果的平均重量无显著的差异,但仍以自花授粉组合坚果重(16.31 g)大于其它授粉组合;在“燕龙”为母本的各授粉试验结果与2010年相同,但各授粉组合的坚果重整体上低于2010年。2015年再次对重点授粉组合进行了授粉试验,以“云富”为母本的自花授粉坚果重(7.93 g)大于“云富(♀)×燕龙(♂)”授粉组合(7.62 g),但以“云良”和“永丰1号”为母本的异花授粉组合坚果重均显著高于自花授粉组合;在以“燕龙”为母本的各授粉组合中,以“云良”为父本所结坚果的平均重量(8.58 g)显著大于以“云富”为父本所结坚果的重量(5.90 g)。

在2010、2011、2015年的授粉试验中,以北方板栗品种“燕山红栗”和“燕龙”为父本对云南当地品种进行授粉,当年所结果实普遍以“燕山红栗”为父本的大;对北方板栗品种“燕龙”进行授粉,以“云良”为父本的授粉组合所结的坚果大于以“云富”为父本所结的坚果。这说明南北品种间的授粉组合具有一定的花粉直感效应。

### 3 讨论

#### 3.1 不同授粉组合对板栗坐果率的影响

各授粉组合的父母本对板栗结苞率影响较小,一般都存在30%~50%的空苞。且自花授粉空苞率要比异花授粉高。板栗结苞率和空苞率与父母本的不同无明显差异。夏仁学等<sup>[8-9]</sup>观察了板栗开花结果习性,板栗“坐苞”不需经授粉,或者授粉不良板栗雌花一样可以“坐苞”。板栗总苞的生长与其内部坚果是否正常发育无明显关系。空苞率相对于其它品种板栗较高<sup>[10]</sup>,这可能是由于云南严重的干旱和病虫害致使空苞率偏高。出现空苞的原因可能在于板栗授粉不良,也可能与品种间亲和力和相关。根据连续几年试验发现,“燕龙”的适宜授粉品种为“云富”;板栗出籽率的高低与球苞内坚果数目呈一定的正相关关系。在授粉试验中出现了球苞内坚果数目多而出籽率较低的现象,坚果较小是导致这一现象出现的主要原因。

#### 3.2 不同授粉组合对板栗球苞大小的影响

不同品种授粉组合板栗的大小都有明显的差异,以“永丰1号”为母本的球苞直径明显大于其它几个授粉品种所结球苞的直径,且不同父本间球苞直径差异不显著或差异较小,说明板栗球苞直径的大小取决于自身的品种特性,授粉母本品种球苞大,其所有的授粉组合的球苞就大;并且也与球苞内平均坚果数有关,坚果数多的授粉组合,其球苞的直径就大。在试验过程中,发现相同授粉组合的球苞直径不同年份差异变化较大,球苞大小的变化与当年气候环境病虫害等有直接的关系,云南省连续干旱致使以“云富”、“燕龙”为母本的个授粉组合的球苞直径呈下降趋势,而以“永丰1号”和“云良”的各授粉组合的球苞直径大小交替变化。

#### 3.3 不同授粉组合对坚果大小的影响

近年来,许多学者研究了果树的花粉直感现象。如猕猴桃<sup>[11]</sup>、火龙果<sup>[12]</sup>、罗汉果<sup>[13]</sup>、梨<sup>[14]</sup>、西瓜<sup>[15]</sup>、苹果<sup>[16]</sup>等。其中板栗是花粉直感现象较明显的树种。花粉直感现象在板栗坚果的内外在品质上都有所表现。在内品质方面,尤以可溶性总糖含量表现出明显的花粉直感现象<sup>[17-19]</sup>。在板栗外在品质方面已有相关的研究报道。陈在新等<sup>[5]</sup>在对板栗新品种授粉结实特性研究的过程中,发现坚果的单粒重具有明显的花粉直感现象,用坚果大的品种给其它品种授粉,所结坚果的单粒重较

大。陆斌等<sup>[20]</sup>在对板栗新品种进行授粉试验的过程中也发现父本坚果大,授粉后当年母株所结坚果较大。根据该授粉试验结果,南北板栗品种间具有一定的花粉直感效应。尽管如此,各授粉组合的坚果重还会受到球苞内平均坚果数的影响,球苞内坚果数多,单个坚果平均重会变小,反之亦然。

此外,从2009—2011年南方板栗品种“云富”和“云良”所结坚果明显变小,以及供试板栗品种的自花授粉试验结果年与年之间坚果大小差异明显,主要是由于气候条件的变化和授粉亲和性。云南省各地到2011年已连续几年的干旱,树势衰弱,病虫害严重,严重影响了坚果的正常发育,致使其试验基地的球苞和坚果大小一年比一年小,尤其是“云富”和“云良”受干旱影响最为明显。2015年在栗果生长期又连续几个月的阴雨,在一定程度上影响了坚果的发育。

#### 参考文献

- [1] 邵则夏,杨卫明. 板栗良种选育与早实丰产栽培技术[M]. 昆明:云南大学出版社,2000:1-256.
- [2] 张宇和. 中国果树志·板栗·榛子卷[M]. 北京:中国林业出版社,2005.
- [3] 范邦文,罗舜炯. 板栗授粉品种组合侧交研究[J]. 江西农业大学学报,1993,15(4):371-375.
- [4] 谢治芳,曾曙才,谢正生,等. 农大1号板栗授粉品种的择优研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(5):94-96.
- [5] 陈在新,王宜雄,李金秋,等. 3个板栗新品系授粉结实特性研究[J]. 长江大学学报B(自然科学版),2006,3(2):119-122,129.
- [6] 周晶,郭素娟,李文泉,等. 授粉树与花粉活力对板栗结实率和坐果

率的影响[J]. 辽宁林业科技,2009(5):5-7,21.

- [7] 刘庆香,王广鹏,孔德军. 河北省主栽板栗品种(系)授粉结实特性研究[J]. 河北农业科学,2009,13(8):11-12,18.
- [8] 夏仁学,马梦亭. 罗田板栗主要品种开花结果习性观察[J]. 湖北林业科技,1990(2):17-21.
- [9] 夏仁学,马梦亭. 板栗空苞形成因子的研究[授粉受精对板栗空苞形成的影响[J]. 华中农业大学学报,1989,8(3):242-247.
- [10] 刘国彬,兰彦平,姚研武,等. 板栗结实特性研究[J]. 浙江农业学报,2011,23(2):288-291.
- [11] 齐秀娟,韩礼星,李明,等. 3个猕猴桃品种花粉直感效应研究[J]. 果树报,2007,24(6):774-777.
- [12] 胡子有,李立志,邓俭英,等. 花粉直感对火龙果果实品质的影响[J]. 广东农业科学,2011,38(18):38-40.
- [13] 莫长明,马小军,白隆华,等. 35个罗汉果授粉组合花粉直感现象研究[J]. 中草药,2008,39(1):123-125.
- [14] 沙海峰,朱元娣,高琪洁,等. 花粉直感对京白梨品质的影响[J]. 果树学报,2006,23(2):287-289.
- [15] 李红斌. 西瓜花粉直感效应对其果实的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(2):632-633.
- [16] 刘广勤,钱亚明,常有宏,等. 花粉直感对富士苹果品质的影响[J]. 中国南方果树,2000,29(1):35.
- [17] 赵志珩,杨柳,石卓功,等. 板栗花粉直感效应在坚果内在品质上的表现[J]. 经济林研究,2012,30(4):9-12,18.
- [18] 杨柳,赵志珩,石卓功,等. 板栗花粉直感效应对果实含糖量的影响[J]. 西北林学院学报,2012,27(6):75-77.
- [19] 陈佳佳. 板栗花粉直感现象对果实品质的影响[D]. 昆明:西南林业大学,2010.
- [20] 陆斌,邵则夏,杨卫民,等. 板栗新品系授粉试验[J]. 西北林学院学报,2002,17(2):41-44.

## Effect of Pollination Combination From Northern and Southern Chinese Chestnut on Fruiting Characteristics

LIANG Xue, CHEN Jiajia, YANG Liu, ZHAO Zhiheng, SHI Zhuogong  
(Academy of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650024)

**Abstract:** Taking chestnut varieties of ‘Yanlong’ and ‘Yanshan Hongli’ from northern China as male parents and ‘Yunfu’, ‘Yunliang’, ‘Yunzao’ and ‘Yongfeng No. 1’ from Yunnan as female parents, over a three-year-old period, an artificial pollination hybridization experiment was carried out, the major parameters such as bur-setting rate, empty-bur rate, seed rate, cupula diameter, the weight of nuts and so on were studied. The results showed that different pollination combination had no significance impact on bur-setting rate and empty-bur rate of Chinese chestnut. The size of cupula had business with female parent’s own characteristics and the number of nuts in cupula. The weight of the male nut and the number of nuts in cupula could effect the average weight of the fruits.

**Keywords:** Chinese chestnut; pollination combination; fruiting characteristics