

# 不同数学方法对板栗授粉组合的评价与筛选

郭素娟 吕文君 邹 锋 谢 鹏

(北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室)

**摘要:**以河北省迁西地区板栗主栽品种‘燕山早丰’和‘大板红’为材料,选用燕山地区8个优良品种(系)进行授粉试验,通过调查不同授粉组合产量和测定果实时品质等指标,并采用直接排序法和平均隶属度法进行评价,筛选最适授粉组合。结果表明:与对照比较,采用直接排序法对产量和品质进行综合评价,‘燕山早丰’授粉组合中只有‘燕山早丰’×‘迁西15号’和‘燕山早丰’×‘大板红’排在对照之前,而‘大板红’授粉组合中优于对照的有‘大板红’×‘迁西14号’‘大板红’×‘遵玉’‘大板红’×‘迁西15号’‘大板红’×‘燕龙’‘大板红’×‘燕山早丰’;采用平均隶属度法对产量和品质进行综合评价,‘燕山早丰’×‘迁西15号’‘燕山早丰’×‘大板红’和‘燕山早丰’×‘遵玉’排在对照之前,而‘大板红’授粉组合排名与直接排序法非常相近。综合分析认为:在迁西地区‘燕山早丰’的最适授粉亲本为‘迁西15号’和‘大板红’;‘大板红’的最适授粉亲本为‘迁西14号’‘遵玉’和‘迁西15号’。

**关键词:**板栗; 授粉组合; 综合评价; 直接排序法; 平均隶属度法

中图分类号:S664.2 文献标志码:A 文章编号:1000-1522(2013)06-0042-06

GUO Su-juan; LÜ Wen-jun; ZOU Feng; XIE Peng. **Comprehensive evaluation and screening of different pollination combinations of chestnut based on different evaluation methods.** *Journal of Beijing Forestry University* (2013) 35 (6) 42–47 [Ch, 22 ref.] Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

In order to improve the yield of chestnut in Qianxi County of Hebei Province and select the optimum pollination combinations, eight excellent chestnut varieties were selected as paternal pollinators, two main varieties in Qianxi County as maternal parent. Direct sorting method and subordinate function method were employed to evaluate different pollination combinations based on the investigation of yield and fruit quality. The results indicated that only ‘Yanshanzaofeng’ × ‘Qianxi15’ and ‘Yanshanzaofeng’ × ‘Dabanhong’ ranked higher than that of control among pollination combinations with ‘Yanshanzaofeng’ as female parent using direct sorting method. Five pollination combinations ranked higher than that of control among pollination combinations with ‘Dabanhong’ as female parent. The five pollination combinations were ‘Dabanhong’ × ‘Qianxi14’, ‘Dabanhong’ × ‘Zunyu’, ‘Dabanhong’ × ‘Qianxi15’, ‘Dabanhong’ × ‘Yanlong’ and ‘Dabanhong’ × ‘Yanshanzaofeng’, respectively. Using subordinate function method, ‘Yanshanzaofeng’ × ‘Qianxi15’, ‘Yanshanzaofeng’ × ‘Dabanhong’ and ‘Yanshanzaofeng’ × ‘Zunyu’ all ranked higher than that of control among pollination combinations with ‘Yanshanzaofeng’ as female parent. The ranking of pollination combinations with ‘Dabanhong’ as female parent was similar to that of using direct sorting method. Through comprehensive analysis, we can conclude that ‘Qianxi15’ and ‘Dabanhong’, are the best pollination varieties for ‘Yanshanzaofeng’. ‘Qianxi14’, ‘Zunyu’ and ‘Qianxi15’ are the optimum pollination varieties for ‘Dabanhong’.

**Key words** chestnut; pollination combination; comprehensive evaluation; direct sorting method; subordinate function method

板栗(*Castanea mollissima* Bl.)在我国分布范围很广,并且不与粮农作物争地,是我国三大木本粮食

收稿日期: 2013-02-20 修回日期: 2013-04-11

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201204401)、“十二五”国家科技支撑计划项目(2013BAD14B0402)。

第一作者: 郭素娟,教授,博士生导师。主要研究方向:经济林栽培。Email: gwangzs@263.net 地址:100083 北京市清华东路35号北京林业大学林学院。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

树种之一,其营养价值高,兼有经济效益与生态效益,具有重要的发展前景<sup>[1-4]</sup>。板栗是雌雄异花树种,许多研究<sup>[3-8]</sup>表明,板栗自花结实率较低,产量很低,严重制约了板栗产业的发展。而科学合理地配置授粉树,不仅能够有效提高产量,而且有利于改善品质。因此,生产中配置授粉树是亟待解决的问题。

目前,针对不同地区板栗主栽品种授粉树配置的研究报道较多<sup>[4-6]</sup>,但以往对不同授粉组合经济性状的评定大多凭借某一性状进行比较<sup>[4-6]</sup>,存在较大的主观性。综合评价法是运用多个指标对多个参评对象进行评价,能够全面、客观、定量地反映评价主体的综合特征。在综合评价方法中直接排序法与平均隶属度法应用较多<sup>[9-14]</sup>,而有关板栗不同授粉组合综合评价鲜有报道。

河北省唐山市迁西县作为“中国板栗之乡”,在我国燕山板栗产业发展中处于重要地位,但目前关于当地主栽品种授粉树配置的研究尚未见报道,在生产中板栗最适授粉组合还不明确,这极大地影响了当地板栗产业发展。本研究选用燕山地区7个优良品种(系)对河北省迁西县板栗主栽品种‘燕山早丰’(*C. mollissima* ‘Yanshanzaofeng’)和‘大板红’(*C. mollissima* ‘Dabanhong’)进行人工授粉,并采用直接排序与平均隶属度2种评价方法对不同授粉组合的主要经济性状进行评价,以期更加科学、客观地筛选出最适板栗授粉组合,为提高板栗产量提供理论依据。

## 1 试验地概况及材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2011年和2012年连续2年在河北省唐山市迁西县汉儿庄乡杨家峪村的燕山早丰板栗园和小龙湾村的大板红板栗园进行。试验区为山前平地,树龄均为12年,株行距为3 m×4 m,常规管理。该地位于118°12'17"E,40°21'57"N,属于东部季风暖温带半湿润地区。年平均气温10.9℃,最冷月平均气温-6.5℃,最热月平均气温25.4℃。年平均降水量744.7 mm,其中5—10月降雨量657.6 mm,占全年降水量的88%。年平均相对湿度59%,年平均无霜期176 d,全年日照2 581.5 h,占可照时数的58%。

### 1.2 试验材料

试验以当地板栗主栽品种‘燕山早丰’和‘大板红’为母本,7个板栗优良品种(系)为父本进行授

粉。其中‘迁西14号’‘迁西15号’均是迁西地区实生选育出来的新品系,上述供试材料均由河北迁西县板栗产业研究发展中心提供。试验中所有品种均用大写字母表示,详见表1。选取树体管理良好、树势中庸、长势相近的板栗树作为试验树。

表1 供试板栗品种

Tab. 1 Chestnut varieties used in the study

品 种	代号
‘燕山早丰’ <i>C. mollissima</i> ‘Yanshanzaofeng’	A
‘大板红’ <i>C. mollissima</i> ‘Dabanhong’	B
‘燕山短枝’ <i>C. mollissima</i> ‘Yanshanduanzhi’	C
‘燕龙’ <i>C. mollissima</i> ‘Yanlong’	D
‘遵玉’ <i>C. mollissima</i> ‘Zunyu’	E
‘迁西14号’ <i>C. mollissima</i> ‘Qianxi14’	F
‘迁西15号’ <i>C. mollissima</i> ‘Qianxi15’	G

### 1.3 试验方法

试验采用完全随机设计。选择树势均一、生长良好的‘燕山早丰’‘大板红’各63株作为母本,每3株为一个小区,重复3次。盛花期进行授粉,具体授粉方法参照文献[4-6]。试验以各主栽品种自花授粉及自然授粉为对照,‘燕山早丰’自花授粉用YCK1表示,‘燕山早丰’自然授粉用YCK2表示,‘大板红’自花授粉用HCK1表示,‘大板红’自然授粉用HCK2表示。授粉组合设计见表2。

表2 授粉品种配置设计

Tab. 2 Configuration design for pollination varieties

母本	父本						自然授粉
	A	B	C	D	E	F	
A	YCK1	A×B	A×C	A×D	A×E	A×F	A×G YCK2
B	B×A	HCK1	B×C	B×D	B×E	B×F	B×G HCK2

### 1.4 测定分析方法

7月初,雄花落尽时去袋。9月初果实成熟时统计结实率、出实率和每苞坚果数,计算公式<sup>[15]</sup>如下:

$$\text{结实率} = \frac{\text{结实苞数}}{\text{授粉雌花簇数}}$$

$$\text{出实率} = \frac{\text{坚果质量}}{\text{总苞质量}}$$

统计结实率、出实率、每苞坚果数后的坚果,随机抽取20粒,进行品质测定,3次重复。可溶性糖测定采用蒽酮比色法<sup>[4,16]</sup>,支链淀粉与直链淀粉测定采用双波长法<sup>[17]</sup>,总淀粉的含量为支链淀粉和直链淀粉的含量之和,脂肪测定采用索氏抽提法<sup>[4]</sup>,蛋白质测定采用凯氏定氮法<sup>[18]</sup>。

### 1.5 综合评价方法

参照前人方法<sup>[4-6,19-22]</sup>测定和分析各个授粉组

合经济性状原始数据，并确定产量、果实品质为一级评价指标，其中产量的二级指标为结实率、出实率和每苞坚果数，果实品质的二级指标为可溶性糖、支链淀粉占总淀粉的百分比、脂肪、蛋白质。分别采用直接排序法和平均隶属度法对不同授粉组合进行评价。

### 1.5.1 直接排序法

直接排序法的具体计算过程参照文献[12-13]。

### 1.5.2 平均隶属度法

#### 1.5.2.1 平均隶属度法评价指标权重确定

参照前人研究<sup>[4-6,19-22]</sup>，并结合各个因素对板栗经济性状影响的重要程度，本研究将产量、果实品质的权重分别确定为0.60、0.40。产量指标中结实率、出实率、每苞坚果数的权重分别为0.20、0.20、0.20；果实品质指标中可溶性糖、支链淀粉占总淀粉的百分比、脂肪、蛋白质的权重分别为0.19、0.12、0.04、0.05。

#### 1.5.2.2 平均隶属度法评价指标隶属函数确定

根据各个评价指标的特点，结实率、出实率、每苞坚果数、可溶性糖、支链淀粉占总淀粉的百分比、脂肪、蛋白质等指标越大越优，故采用升半梯形分布的隶属函数（详见式（1））进行评价。

升半梯形分布的隶属函数为：

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \geq b_1 \\ (x - a_1)/(b_1 - a_1) & a_1 < x < b_1 \\ 0 & x \leq a_1 \end{cases} \quad (1)$$

式中： $\mu(x)$  为评价指标的隶属函数； $x$  为评价因素的指标值； $a_1, b_1$  分别为评价因素的临界值。

### 1.5.2.3 综合评分及排名

依据各评价因素的实测值、临界值和相对应的隶属函数计算各指标的隶属度，进而算出各个授粉组合的综合评分及排名。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同授粉组合直接排序法评价

#### 2.1.1 不同授粉组合产量指标的直接排序法评价

由表3可知：以‘燕山早丰’（A）为母本的不同授粉组合产量排名依次为A×G>A×B>A×D>YCK1>A×E>A×C>YCK2、A×F；以‘大板红’（B）为母本的不同授粉组合的综合评价结果为B×F>B×E>B×D>B×G>B×A>HCK2>B×C>HCK1，除了授粉组合B×C之外，其余授粉组合产量排名均在HCK1、HCK2之前。

表3 不同授粉组合产量直接排序法评价

Tab. 3 Evaluation on the yield of different pollination combinations using direct sorting method

授粉组合♀ × ♂	结实率	出实率	每苞坚果数	总评分	排序	授粉组合♀ × ♂	结实率	出实率	每苞坚果数	总评分	排序
A×B	2	3	1	6	2	B×A	4	6	5	15	5
A×C	3	6	7	16	6	B×C	8	7	3	18	7
A×D	4	4	1	9	3	B×D	6	1	2	9	3
A×E	5	5	4	14	5	B×E	2	4	1	7	2
A×F	8	7	5	20	7	B×F	1	2	3	6	1
A×G	1	1	2	4	1	B×G	3	3	4	10	4
YCK1	7	2	3	12	4	HCK1	7	8	7	22	8
YCK2	6	8	6	20	7	HCK2	5	5	6	16	6

#### 2.1.2 不同授粉组合果实品质的直接排序法评价

如表4所示：根据得分的高低，以‘燕山早丰’（A）为母本的不同授粉组合果实品质评价结果为YCK1、YCK2>A×B、A×F>A×G>A×D>A×E>A×C；以‘大板红’（B）为母本的不同授粉组合的综合评价排名为B×E>B×G>B×F>HCK1>B×A>B×D、HCK2>B×C，其中排在HCK1之前的有B×E、B×G、B×F。

#### 2.1.3 不同授粉组合产量和品质综合直接排序法评价

‘早丰’（A）为母本的不同授粉组合综合排名为A×G>A×B>YCK1>A×D>YCK2>A×F>A×E>A×C，其中A×G、A×B综合排在对照YCK1之前，其余授粉组合均排在YCK1之后；以‘大板红’（B）为母本的不同授粉组合综合评价结果为B×E>B×F>B×G>B×D>B×A>HCK2>HCK1、B×C，除了B×C之外，其余授粉组合的综合排名均在HCK2、HCK1之前。

## 2.2 不同授粉组合平均隶属度法评价

#### 2.2.1 不同授粉组合产量平均隶属度法评价

不同授粉组合产量的综合评分及排名如表6所

从表5可知：综合评价产量和果实品质，以‘燕山

示:以‘燕山早丰’(A)为母本的不同授粉组合产量的排名为  $A \times G > A \times B > A \times E > A \times D > YCK1 > A \times C > YCK2 > A \times F$ ;以‘大板红’(B)为母本的不同授粉

组合产量的排名为  $B \times F > B \times E > B \times A > B \times G > HCK2 > B \times D > HCK1 > B \times C$ 。

表4 不同授粉组合果实品质直接排序法评价

Tab. 4 Evaluation on fruit quality of different pollination combinations using direct sorting method

授粉组合 $\varphi \times \delta$	可溶性糖	支链淀粉/ 总淀粉	脂肪	蛋白质	总评分	排序	授粉组合 $\varphi \times \delta$	可溶性糖	支链淀粉/ 总淀粉	脂肪	蛋白质	总评分	排序
$A \times B$	5	4	3	4	16	2	$B \times A$	4	6	4	5	19	5
$A \times C$	8	6	8	3	25	6	$B \times C$	7	2	8	4	21	7
$A \times D$	6	4	7	4	21	4	$B \times D$	6	5	1	8	20	6
$A \times E$	7	1	9	6	23	5	$B \times E$	3	3	5	1	12	1
$A \times F$	3	5	1	7	16	2	$B \times F$	2	1	7	6	16	3
$A \times G$	2	7	6	2	17	3	$B \times G$	1	4	3	7	15	2
YCK1	4	2	4	1	11	1	HCK1	7	5	2	3	17	4
YCK2	1	3	2	5	11	1	HCK2	5	7	6	2	20	6

表5 不同授粉组合直接排序法评价的总评分与排序

Tab. 5 General grade and order of evaluation on different pollination combinations using direct sorting method

授粉组合 $\varphi \times \delta$	产量评分	品质评分	总评分	排序	授粉组合 $\varphi \times \delta$	产量评分	品质评分	总评分	排序
$A \times B$	6	16	22	2	$B \times A$	15	19	34	5
$A \times C$	16	25	41	8	$B \times C$	18	21	39	7
$A \times D$	9	21	30	4	$B \times D$	9	20	29	4
$A \times E$	14	23	37	7	$B \times E$	7	12	19	1
$A \times F$	20	16	36	6	$B \times F$	6	16	22	2
$A \times G$	4	17	21	1	$B \times G$	10	15	25	3
YCK1	12	11	23	3	HCK1	22	17	39	7
YCK2	20	11	31	5	HCK2	16	20	36	6

表6 不同授粉组合产量平均隶属度法综合评价值及排名

Tab. 6 Colligation score and ranking based on the yield of each pollination combination evaluated by subordinate function method

授粉组合 $\varphi \times \delta$	总评分	排序	授粉组合 $\varphi \times \delta$	总评分	排序
$A \times B$	0.743	2	$B \times A$	0.797	3
$A \times C$	0.166	6	$B \times C$	0.004	8
$A \times D$	0.395	4	$B \times D$	0.734	6
$A \times E$	0.521	3	$B \times E$	0.811	2
$A \times F$	0.086	8	$B \times F$	0.898	1
$A \times G$	1.000	1	$B \times G$	0.772	4
YCK1	0.389	5	HCK1	0.243	7
YCK2	0.122	7	HCK2	0.750	5

## 2.2.2 不同授粉组合果实品质平均隶属度法评价

由表7可知:以‘燕山早丰’(A)为母本的不同授粉组合果实品质排名为  $YCK2 > YCK1 > A \times C > A \times G > A \times F > A \times E > A \times B > A \times D$ ,其中对照

YCK2、YCK1 分别排名第一、第二;以‘大板红’(B)为母本的不同授粉组合果实品质排名依次为  $B \times F > B \times G > B \times E > B \times A > B \times C > B \times D > HCK1 > HCK2$ ,其中对照 HCK1、HCK2 排在最后。

表7 不同授粉组合果实品质平均隶属度法综合评价值及排名

Tab. 7 Colligation score and ranking of fruit quality for each pollination combination evaluated by subordinate function method

授粉组合 $\varphi \times \delta$	总评分	排序	授粉组合 $\varphi \times \delta$	总评分	排序
$A \times B$	0.311	7	$B \times A$	0.287	4
$A \times C$	0.407	3	$B \times C$	0.281	5
$A \times D$	0.257	8	$B \times D$	0.268	6
$A \times E$	0.365	6	$B \times E$	0.471	3
$A \times F$	0.389	5	$B \times F$	0.776	1
$A \times G$	0.397	4	$B \times G$	0.690	2
YCK1	0.618	2	HCK1	0.207	7
YCK2	0.865	1	HCK2	0.190	8

### 2.2.3 不同授粉组合产量和品质综合平均隶属度法评价

从表8可知:综合评价产量、果实品质,以‘燕山早丰’(A)为母本的不同授粉组合综合排名为 $A \times G > A \times B > YCK1 > A \times D > A \times E > YCK2 > A \times C > A \times F$ ;以大板红(B)为母本的不同授粉组合综合评价结果为 $B \times F > B \times G > B \times E > B \times D > B \times A > HCK2 > B \times C > HCK1$ 。

表8 不同授粉组合平均隶属度法评价的总评分及排名

Tab. 8 Colligation score and ranking of each pollination combination evaluated by subordinate function method

授粉组合♀ × ♂	总评分	排序	授粉组合♀ × ♂	总评分	排序
$A \times B$	0.629	2	$B \times A$	0.501	5
$A \times C$	0.262	7	$B \times C$	0.281	7
$A \times D$	0.466	4	$B \times D$	0.631	4
$A \times E$	0.409	5	$B \times E$	0.712	3
$A \times F$	0.244	8	$B \times F$	0.816	1
$A \times G$	0.756	1	$B \times G$	0.740	2
YCK1	0.574	3	HCK1	0.107	8
YCK2	0.362	6	HCK2	0.442	6

## 3 结论与讨论

通常在筛选授粉组合时,只侧重某一方面的特性<sup>[4-6]</sup>。但根据某一指标进行评价,很难科学判断授粉组合的综合性状,而多指标综合评价更能全面客观地评价不同授粉组合的优劣<sup>[10]</sup>。目前,常用的评价方法有直接排序法与平均隶属度法<sup>[10-13]</sup>;而评价结果是否合理,关键在于评价指标体系的确立。本研究采用产量与品质作为授粉树选择的主要依据:产量指标主要包括结实率、出实率、每苞坚果数;品质指标主要包括淀粉、可溶性总糖、蛋白质、脂肪4个指标<sup>[19-20]</sup>。因糯性主要由支链淀粉占总淀粉的百分比决定<sup>[16,22]</sup>,故将淀粉由支链淀粉占总淀粉的百分比表示。这些评价指标的确定,有助于选择综合性状优良的授粉组合。

本研究采用2种评价方法对不同授粉组合的产量进行评价,2种方法的评价结果较为相似:以‘燕山早丰’为母本的授粉组合中 $A \times G$ 、 $A \times B$ 、 $A \times D$ 均依次排名前5,YCK1排名第4,YCK2排名第7;以‘大板红’为母本的不同授粉组合中 $B \times F$ 、 $B \times E$ 、 $B \times D$ 、 $B \times G$ 、 $B \times A$ 均排在前5名,其中授粉组合 $B \times F$ 产量最高。采用2种评价方法对不同授粉组合果实品质的评价结果却存在差异。采用直接排序法,以‘燕山早丰’为母本的不同授粉组合果实品质评价

结果为 $YCK1$ 、 $YCK2 > A \times B$ 、 $A \times F > A \times G > A \times D > A \times E > A \times C$ ,以‘大板红’为母本的不同授粉组合果实品质评价结果为 $B \times E > B \times G > B \times F > HCK1 > B \times A > B \times D$ 、 $HCK2 > B \times C$ 。采用平均隶属度法,以‘燕山早丰’为母本的不同授粉组合果实品质评价结果为 $YCK2 > YCK1 > A \times C > A \times G > A \times F > A \times E > A \times B > A \times D$ ,以大板红为母本的不同授粉组合果实品质评价结果为 $B \times F > B \times G > B \times E > B \times A > B \times C > B \times D > HCK1 > HCK2$ 。这些差异可能是由于2种评价方法本身的特点造成的,直接评价法各指标在评价时所占的权重相同,因此会降低可溶性糖、淀粉这些重要指标对果实品质的贡献率;而平均隶属度法在评价时根据各指标的重要程度赋予权重,更加符合生产实际。从上述评价结果可以看出: $YCK1$ 和 $YCK2$ 的果实品质较好,但是其产量较低;而 $HCK1$ 和 $HCK2$ 的产量和果实品质均较差,因此配置授粉树十分必要。

文献[4-6]显示,筛选最适宜授粉树多以产量的高低来判断,因此本研究在采用平均隶属度法评价时,将产量的权重确定为0.60,果实品质的权重确定为0.40。采用直接排序法和平均隶属度法评价时,以‘燕山早丰’为母本的不同授粉组合产量和品质的综合排名分别为: $A \times G > A \times B > YCK1 > A \times D > YCK2 > A \times F > A \times E > A \times C$ 和 $A \times G > A \times B > YCK1 > A \times D > A \times E > YCK2 > A \times C > A \times F$ ,其中 $A \times G$ 、 $A \times B$ 均排在前2名。以‘大板红’为母本的不同授粉组合产量和品质的综合排名分别为: $B \times E > B \times F > B \times G > B \times D > B \times A > HCK2 > HCK1$ 、 $B \times C$ 和 $B \times F > B \times G > B \times E > B \times D > B \times A > HCK2 > B \times C > HCK1$ ,其中授粉组合 $B \times F$ 、 $B \times E$ 、 $B \times G$ 、 $B \times A$ 、 $B \times D$ 均排名前5。由此可以看出:‘迁西15号’和‘大板红’均可作为‘燕山早丰’的授粉品种;‘迁西14号’‘遵玉’‘迁西15号’‘燕龙’‘燕山早丰’均可作为‘大板红’的授粉品种。但综合分析认为,‘燕山早丰’板栗最适授粉亲本为‘迁西15号’和‘大板红’,‘大板红’板栗最适授粉亲本为‘迁西14号’‘遵玉’和‘迁西15号’。

随着板栗产业化发展进程的加快,根据市场和产品加工的需要,从多种角度选择板栗授粉组合是大势所趋。本研究表明,直接排序法与评价隶属度法相结合,对板栗授粉组合进行筛选,更为客观科学。

## 参 考 文 献

- [1] 张宇和,柳鎏,梁维坚,等.中国果树志:板栗榛子卷[M].北京:中国林业出版社,2005:11-13.
- [2] 黄武刚.中国板栗生产的现状、问题与对策[J].中国林业,

- 2003 (4):8-9.
- [3] 许慧玲,曹慧娟,李天庆. 板栗的胚胎学研究(1):胚珠、胚囊发育、受精和胚发生 [J]. 北京林业大学学报,1988, 10(1):10-17.
- [4] 周晶. 花粉直感与土壤理化性质对板栗果实品质的影响 [D]. 北京:北京林业大学, 2009.
- [5] 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.
- [6] 王倩. 品种配置对燕山板栗结实情况及果实品质影响研究 [D]. 北京:北京林业大学, 2012.
- [7] KLINAC D J, LELIEVELD J F, KNOWLES R D. Time of flowering and pollination in some New Zealand chestnut selections and introduced cultivars [J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1995, 23(3): 330-340.
- [8] ROBERTO B, GRAZIA V, GIOVANNI M, et al. Floral biology and embryo development in chestnut (*Castanea sativa* Mill.) [J]. HortScience, 1995, 30(6):1283-1286.
- [9] 沈建生,滕元文,陈一帆,等. 金华大白桃花粉直感研究及授粉组合模糊综合评价 [J]. 果树学报,2011,28(5):755-762.
- [10] 张铁强. 马铃薯品种大西洋杂交后代评价 [D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2007.
- [11] 程勇敢,张恩慧,许忠民,等. 印度南瓜与中国南瓜种间有性杂交 [J]. 西北农林科技大学学报,2002, 30(6): 97-100.
- [12] 苏淑钗,林莉,邓钰薪,等. 华北品种群板栗品质的综合评价 [J]. 经济林研究,2009, 27(2):20-27.
- [13] 马玉敏. 泰山板栗良种选育及高效栽培技术研究 [D]. 泰安:山东农业大学, 2004.
- [14] 孙海伟. 板栗新品种综合评价研究 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2004.
- [15] 刘庆忠. 板栗种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京:中国农业出版社, 2005: 242-282.
- [16] 张建辉,张春莲,肖永贤,等. 番茄不同品种的品质分析 [J]. 西北农林科技大学学报,2005,33(4):43-46.
- [17] 王广鹏,刘庆香,孔德,等. 板栗支链淀粉含量的双波长测定方法 [J]. 河北农业科学,2008, 12(1):53-56.
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 242-282.
- [19] 郑诚乐,吴少华,余文琴,等. 锥栗果实营养成分分析与品质的模糊综合评判 [J]. 福建林学院学报,2003, 23(4):293-296.
- [20] 陈在新,雷泽湘,刘会宁,等. 板栗营养成分分析及其品质的模糊综合评判 [J]. 果树科学,2000,17(4):286-289.
- [21] 郭爱民,弓成林,汪小伟,等. 葡萄经济性状模糊综合评判 [J]. 四川农业大学学报,2002,20(2):100-102.
- [22] 王广鹏,孔德军,刘庆香. 板栗支链淀粉含量与坚果糯性的定量关系研究 [J]. 河北果树,2008(4):6-7.

(责任编辑 董晓燕)

## 本刊 2014 年第 1 期要目预告

郑唐春等:白桦 *BpMADS3* 基因的功能分析

代剑峰等:油松×云南松人工杂种与亲本种在高山松生境下的苗期指标对比分析

陈丽君等:苦楝种源果核及种子性状地理变异的研究

郝敬梅等:原始阔叶红松林、次生林土壤矿质氮特征及树种吸收反应

郭红艳等:岩溶峡谷区石漠化对土壤碳排放的影响研究

张 鑫等:鄱阳湖湖滨湿地土壤酶活性及影响因素

范瑞英等:黑土区水土保持林对表层土壤微生物群落碳代谢多样性的影响

李金航等:华北4产地黄栌幼苗根系形态对干旱胁迫的短期响应

鲁 肃等:水分胁迫下油蒿光合光响应过程及其模拟

郭庆启等:落叶松松塔多酚含量、抗氧化能力与生长坡向的相关性

赵玉红等:响应面法优化樟子松树皮松多酚纯化工艺研究

王恒恒等:福建典型人工林两栖动物生态位分析