

蚕豆  $F_1$  代果荚农艺性状与产量相关性分析

杨新<sup>1</sup>, 杨峰<sup>1</sup>, 吕梅媛<sup>1</sup>, 于海天<sup>1</sup>, 胡朝芹<sup>1</sup>, 郑爱清<sup>1</sup>, 王玉宝<sup>1</sup>, 代正明<sup>1</sup>, 王丽萍<sup>1</sup>, 唐永生<sup>2</sup>, 代快<sup>3</sup>, 华青青<sup>4</sup>, 何贵兴<sup>4</sup>, 何玉华<sup>1\*</sup> (1. 云南省农业科学院粮食作物研究所, 云南昆明 650205; 2. 曲靖市农业科学院, 云南曲靖 655000; 3. 云南省烟草公司玉溪市公司/烟草行业病虫害生物防治工程研究中心, 云南玉溪 653100; 4. 云南农业大学农学与生物技术学院, 云南昆明 650201)

**摘要** [目的]通过对蚕豆  $F_1$  代果荚性状关联规律的考察, 提高蚕豆优良性状选择效率, 为蚕豆优质新品种选育提供基础材料。[方法]利用云豆绿心 2 号和云豆 1183 杂交获得  $F_1$  代, 利用 SPSS 17.0 软件进行数据处理和分析, 研究籽粒长、籽粒宽、籽粒厚、荚长、荚宽 5 个主要农艺性状之间的关系。[结果]荚长、荚宽、籽粒长、籽粒宽和籽粒厚与单株产量之间的相关系数分别为 0.333、0.004、0.005、0.010 和 0.006, 除荚长与单株产量存在显著正相关外, 其余果荚性状与单株产量均无显著相关关系。籽粒长与籽粒宽、籽粒长和荚宽、籽粒宽和籽粒厚、籽粒宽和荚宽、籽粒厚与荚宽 5 对主要农艺性状之间存在极显著正相关关系, 相关系数依次为 0.871、0.363、0.367、0.420、0.251; 籽粒长与籽粒厚呈显著正相关, 相关系数为 0.214; 籽粒长、籽粒宽、籽粒厚、荚长和荚宽 5 个农艺性状符合正态分布, 其中荚宽变异系数最大 (10.56%), 其次为荚长 (7.77%), 粒长最小 (4.81%), 5 个农艺性状稳定性均较好。聚类分析发现籽粒厚、籽粒宽、籽粒长、荚长主要受母本的影响, 荚宽主要受父本的影响。[结论]蚕豆  $F_1$  代果荚性状具有紧密的相互关联性且对父母本的遗传力优势指示性强, 对更高代次的育种选择有重要的参考价值。

**关键词** 蚕豆;  $F_1$  代; 相关分析; 正态分布; 变异系数; 聚类分析

中图分类号 S643.6 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)10-0033-07

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.10.008



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Correlation Analysis between Main Agronomic Characters and Yield of *Vicia faba*  $F_1$  Fruit Pods

YANG Xin, YANG Feng, LÜ Mei-yuan et al (Institute of Food Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205)

**Abstract** [Objective] Through the investigation of the correlation law of  $F_1$  generation fruit pod characters of *Vicia faba*, the selection efficiency of good characters of *Vicia faba* was improved, and the basic materials for the breeding of high quality new varieties of *Vicia faba* were provided. [Method] In this paper,  $F_1$  generation was obtained by crossing Yundou Lvxin 2 with Yundou 1183. Data processing and analysis were carried out by SPSS 17.0 software to study the relationship between five main agronomic traits, namely, grain length, grain width, grain thickness, pod length and pod width. [Result] The result showed that there was significant positive correlation between pod length and yield per plant, however, there was no significant correlation was found among other pods characteristics such as pod width, grain length, grain width and grain thickness, which got the correlation coefficients 0.004, 0.005, 0.010 and 0.006, respectively. There were significant positive correlations between grain length and grain width, grain length and pod width, grain width and thickness, grain width and pod width, grain thickness and pod width. The correlation coefficients were 0.871, 0.363, 0.367, 0.420 and 0.251, respectively. There was a significant positive correlation between grain length and grain thickness, and the correlation was 0.214, the five agronomic traits of grain length, grain width, grain thickness, pod length and pod width were in accordance with normal distribution. The coefficient of variation of pod width was the largest (10.56%), followed by pod length (7.77%), and the grain length was the smallest (4.81%). Cluster analysis showed that seed thickness, seed width, seed length and pod length were mainly affected by female parent, while pod width was mainly affected by male parent. [Conclusion] The pod traits of *Vicia faba*  $F_1$  generation were closely correlated with each other and strongly indicated the genetic superiority of the parents, which made it have important reference value for breeding selection of higher generations.

**Key words** *Vicia faba*;  $F_1$  generation; Correlation analysis; Normal distribution; Variable coefficient; Clustering analysis

云南省是我国蚕豆主要生产省区, 蚕豆的种植面积居全国首位。蚕豆富含蛋白质(25%~28%)和碳水化合物(52%~57%)<sup>[1]</sup>。云南省蚕豆资源地方品种数量巨大<sup>[2]</sup>, 开发丰富的地方蚕豆优异种质资源, 发现并优选综合性状优于母本的单株, 选育出优质高产的蚕豆新品种是惠民生、促三农的一项重要科技措施<sup>[3]</sup>。蚕豆的传统用途较广, 可收获干籽粒进行加工或粮用, 干秸秆可作饲料, 又能收获鲜荚以作菜用, 植株亦可作绿肥或青储饲料<sup>[4]</sup>。粒型性状是蚕豆产量的构成要素之一, 在优良品种选育中是很重要的参考指标, 优良品种选育是农作物产业发展的基本条件, 开展早熟鲜食蚕豆主要农艺性状与产量相关性的研究, 将为其育种研究提供良好的理论基础<sup>[5]</sup>。因此, 对蚕豆粒型性状遗传规律的研究可有效提高蚕豆的育种效

率<sup>[6]</sup>。康智明等<sup>[7]</sup>对蚕豆农艺和品质性状研究表明, 总粒数的变异系数最大, 生育期的变异系数最小, 在相关性方面, 蛋白质含量与百粒重, 总粒数与总荚数、分枝数, 总荚数与分枝数达极显著正相关, 而支链淀粉与蛋白质含量达极显著负相关。赵娜等<sup>[8]</sup>研究表明, 蚕豆产量相关农艺性状的杂种优势明显, 蚕豆育种应将单株荚数和单株粒数作为重点目标, 在育种过程中应重点关注分枝数、株高、百粒重、每荚粒数等农艺性状。何玉华等<sup>[2]</sup>研究表明, 在繁殖过程中, 蚕豆的各性状均存在不同程度上的变异, 其中株高的变异系数最大, 同时也发现株高的多样性指数最大。于海天等<sup>[9]</sup>研究发现异交率低的品种可大幅度地保持蚕豆的农艺性状, 提高抗逆性和原种的使用年限, 为蚕豆育种提供了优良的材料。缪亚梅等<sup>[10]</sup>研究表明, 由于各农艺性状间也存在一定程度的正相关和负相关, 随着株高的增加, 单株荚数、节数和出籽率有增加趋势, 同时影响鲜荚大小和鲜籽百粒重, 因此, 在选育高产优质蚕豆品种时, 应注意选育株高、单株荚数适中, 鲜籽百粒重和鲜荚均大的品种。目前, 我国

**基金项目** 国家重点研发计划(2019YFD1001300, 2019YFD1001303)。

**作者简介** 杨新(1990—), 男, 云南大理人, 助理研究员, 硕士, 从事食用豆类遗传育种及栽培技术研究。\*通信作者, 研究员, 硕士, 从事食用豆类遗传育种及创新应用研究。

**收稿日期** 2022-05-07

对蚕豆的研究主要集中在资源收集及评价利用、品种选育、栽培技术、病虫害防控等方面,研究者对与蚕豆干籽粒产量相关的主要农艺性状进行了研究,然而有关蚕豆果荚性状之间关联规律及其与产量的相关性研究则鲜有报道。笔者以云豆绿心2号和云豆1183杂交第一代蚕豆材料为研究对象,通过对杂交后代的5个主要农艺性状的相关性分析、变异系数分析、聚类分析,探究蚕豆 $F_1$ 代果荚性状的相互关联性及其对父母本的遗传力,为蚕豆品种选育过程中相关优良性状的选择提供理论依据,为研究蚕豆的粒型遗传提供更加全面、更加多样化的基础材料。

## 1 材料与方法

**1.1 试验时间、地点** 田间试验于2018—2020年在云南省农业科学院的嵩明试验基地小街进行。试验地海拔为2 031 m,气候类型属于北亚热带季风气候,年平均气温为14.1℃,年平均降雨量为996 mm,年日照约为2 073 h,无霜期200~220 d。

**1.2 试验材料** 试验材料为云豆绿心2号为母本和云豆1183为父本杂交的 $F_1$ 代包括138个单株。云豆绿心2号属中熟型品种,播种后约90 d开花,全生育期190 d左右。矮秆株型,株高90.0 cm,花器结构特殊为稀有的闭花受精类型,子叶呈绿色。该材料的分枝能力较强,单株的分枝平均数为4.1,单株结荚10.3,荚长为7.12 cm,荚宽为1.99 cm,百粒重127.0 g,干籽粒产量为200~250 kg/m<sup>2</sup>,由于子叶绿色的优异特性,可作为特色食品加工和鲜荚生产。

云豆1183是早熟、小荚小粒型,属优质小粒品种。该品种生育进程较快,现蕾开花较早,播种后37 d现蕾,54 d开花,全生育期为180 d。植株类型是中矮秆株型,株高仅为76.8 cm;分枝能力表现中等,茎枝数3.2,有效枝3.0,茎秆细,叶片小。荚长8.24 cm,荚宽1.47 cm,粒型较小且圆厚,百粒重仅59.0 g;种皮白色,种脐黑色,子叶黄白色,中抗锈病,主要利用价值是产鲜籽粒加工外销菜用、干籽粒食品加工。

**1.3 种子处理** 播种前将不好的种子去除,如瘪小、破碎、发芽、感病、虫蛀、霉变以及种皮破损的种子。种子播种前采用1% (W/V)水溶性钼肥:2% (W/V)戊唑醇:蚕豆种子为0.1:1:100进行种子拌种处理。

**1.4 试验方法** 2018年10月至2019年2月,以云豆绿心2号为母本和云豆1183为父本,在云南省农业科学院嵩明试验基地(海拔2 031 m)开展杂交组配工作,收获 $F_1$ 代种子,共计138份;2019年10月至2020年5月,对138株 $F_1$ 代植株果荚农艺性状和单株产量数据采集整理。试验材料按群体种植于嵩明试验基地网室内,试验田墒宽2.5 m,行距33.3 cm,株距13 cm,种植密度为23.1万株/hm<sup>2</sup>。

**1.5 播种及田间管理** 翻地前,按农家肥1.5万kg/hm<sup>2</sup>、普钙225 kg/hm<sup>2</sup>施底肥,播种深度约为5 cm。播种后,用滴灌的方法充分进行1次灌溉;开花期、结荚期又各充分灌溉2次;苗期要增加固体肥料的施用量,施用一般按照硫酸钾75 kg/hm<sup>2</sup>、尿素75 kg/hm<sup>2</sup>、普钙75 kg/hm<sup>2</sup>的配比进行;苗期及开花期再各除草1次。

**1.6 性状调查** 按照《蚕豆种质资源描述规范和数据标

准》<sup>[11]</sup>进行室内考种,测量138个单株材料的籽粒长、籽粒宽、籽粒厚、荚长、荚宽5个主要农艺性状。测量标准:籽粒长取较长边的长度,籽粒宽以籽粒较窄边的宽度为测量标准,测量籽粒中间部分的厚为籽粒的厚,以荚柄和荚尖之间的长度作为荚长的测量标准,荚宽以荚最宽的部分进行测量。其中籽粒长、籽粒宽、籽粒厚每个单株测量20粒,荚长、荚宽测量3个荚。

**1.7 数据分析** 利用Microsoft Excel进行数据分析和采集,同时用SPSS 17.0和SigmaPlot 12.5软件对5个果荚农艺性状的相关性、变异系数和聚类进行分析和作图。

## 2 结果与分析

**2.1 果荚主要性状间的相关性** 对138个 $F_1$ 代单株的5个果荚农艺性状进行的相关性分析结果表明,蚕豆的籽粒长与其籽粒厚之间存在显著的正相关性,相关系数为0.214;籽粒宽与籽粒长相关系数达0.871,表明籽粒长与籽粒宽存在极显著正相关性;而籽粒长与荚长则无显著相关性;相关性第二强的是籽粒宽与荚宽,相关系数为0.420,它们之间存在极显著正相关性;籽粒长与荚宽,籽粒宽与籽粒厚之间存在极显著正相关性,相关系数分别为0.363和0.367;而荚长与籽粒宽和籽粒厚间的相关性则未达显著水平;蚕豆的籽粒厚和荚宽之间存在极显著正相关性,相关系数为0.251;而荚长与荚宽无显著相关性(表1)。通过对5个果荚农艺性状的相关性分析可得出,籽粒宽与籽粒长的相关性最强,在选择时应更加重视它们之间的相关性,且协调好各主要性状间的相关性,使每个优良性状尽可能地表现出来,提高育种效率。对荚长、荚宽、粒长、粒宽和粒厚与单株产量之间的相关分析结果表明,荚长与单株产量之间存在显著正相关关系,相关系数为0.333,然而,荚宽、粒长、粒宽和粒厚与单株产量之间则无显著相关性(图1)。

表1  $F_1$ 代材料果荚性状相关性分析

Table 1 Correlation analysis of pod characters in  $F_1$  generation materials

性状 Character	籽粒宽 Grain width	籽粒厚 Grain thickness	荚长 Pod length	荚宽 Pod width
籽粒长 Grain length	0.871**	0.214*	0.103	0.363**
籽粒宽 Grain width		0.367**	0.122	0.420**
籽粒厚 Grain thickness			0.048	0.251**
荚长 Pod length				0.139
荚宽 Pod width				

注: \*\*表示在0.01水平显著相关; \*表示在0.05水平显著相关。

Note: \*\* is significantly correlated at 0.01 level; \* is significantly correlated at 0.05 level.

**2.2 主要性状的正态分布** 对 $F_1$ 代材料果荚性状的正态Q-Q图分析结果表明,籽粒宽、籽粒长和籽粒厚的实际分布与期望分布相符合,各点分布于直线附近,基本服从正态分布特征。其中,籽粒宽和籽粒长的趋降正态Q-Q图均先降后升,偏差分别为±0.3和±0.2 mm,而籽粒厚的趋势正态Q-Q图则表现为先降后升,偏差在-0.1~0.2 mm(图2~4)。

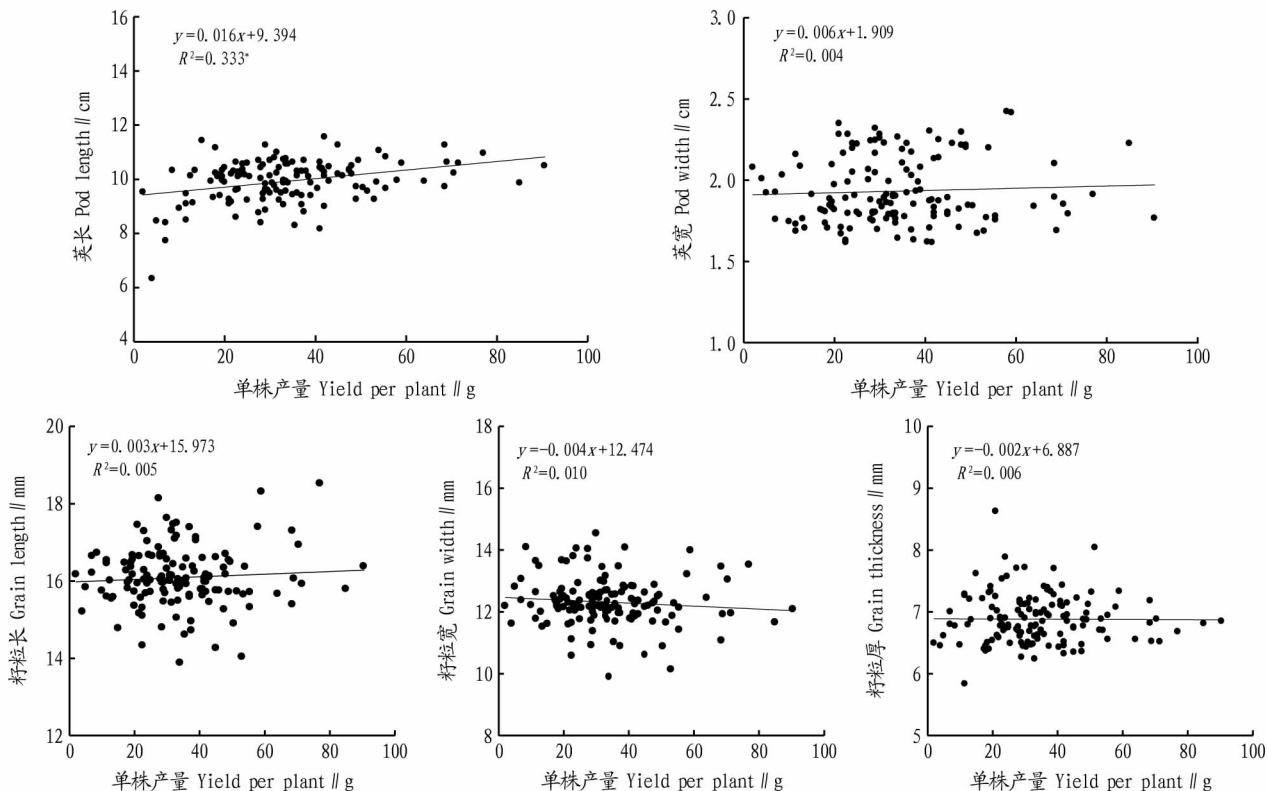
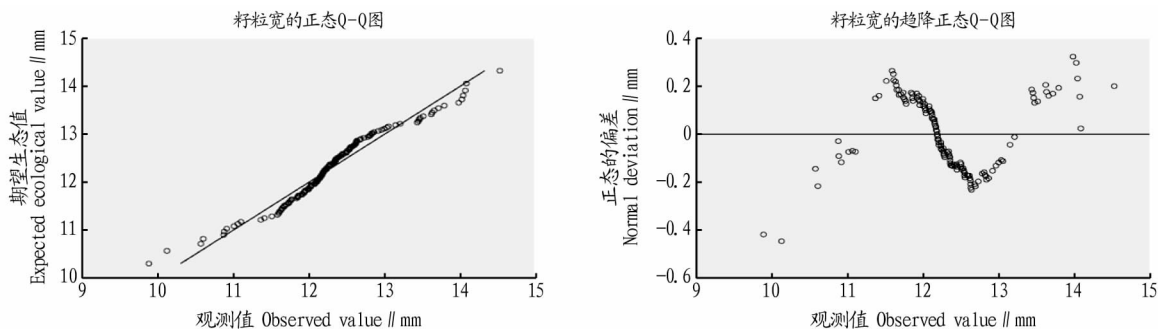
图1 F<sub>1</sub> 代材料果荚性状与产量相关性分析Fig.1 Correlation analysis of pod characters and yield in F<sub>1</sub> generation materials

图2 籽粒宽的正态分布

Fig.2 Normal distribution of grain width

对参试材料荚长和荚宽的正态 Q-Q 图分析表明,荚长的实际分布与期望基本相符,服从正态分布特征,趋势正态 Q-Q 图偏差为 $\pm 0.2$  cm,然而荚宽的实际分布与期望分布不相符合,说明该性状的表现不整齐,荚宽的趋降正态 Q-Q 图偏差先降后升再下降,偏差为 0.07~0.10 cm(图 5、6)。

**2.3 主要农艺性状的变异系数分析** 由表 2 可知,各农艺性状存在变异,单株产量的变异系数最大,达 47.79%,荚宽的变异系数是 10.56%;而荚长、籽粒长、籽粒宽和籽粒厚的变异系数均低于 10%,分别为 7.77%、4.81%、6.25%和 5.82%,各果荚性状的变异系数表现为荚宽>荚长>籽粒宽>籽粒厚>籽粒长。

从图 7、8 可以看出,籽粒长在 15.5~16.5 mm,籽粒宽在 11.5~12.5 mm,籽粒厚在 6.5~7.0 mm,荚长在 10.0~11.0 cm,荚宽在 1.75~2.0 cm,5 个农艺性状的变异系数均较小,表明

其稳定性都较好。该试验中各农艺性状的稳定性为荚宽<荚长<籽粒宽<籽粒厚<籽粒长。

**2.4 荚长和荚宽聚类分析** 通过 SPSS 17.0 对 138 个单株的荚长和荚宽进行系统的聚类分析,聚类结果见图 9、10。由图 9 可知,138 份材料在欧式距离为 25 时被分为 2 个群,在欧式距离为 10 时被分为 4 个亚群<sup>[12]</sup>。其中荚宽性状在聚类分析中有 93 份材料和父本在同一个群,18 份材料和母本在同一个群,说明荚宽的遗传力更倾向于父本,在遗传中一般后代对母本的遗传力更强,而在该试验中是父本的遗传力更强,对荚宽的遗传育种具有重要的指导意义。由图 10 可知,荚长在欧式距离为 25 时分为 2 个群,在欧式距离为 10 时分为 4 个亚群<sup>[12]</sup>。其中和父本母本在同一个群的材料有 11 份,说明荚长在 F<sub>1</sub> 代中的遗传不明显。

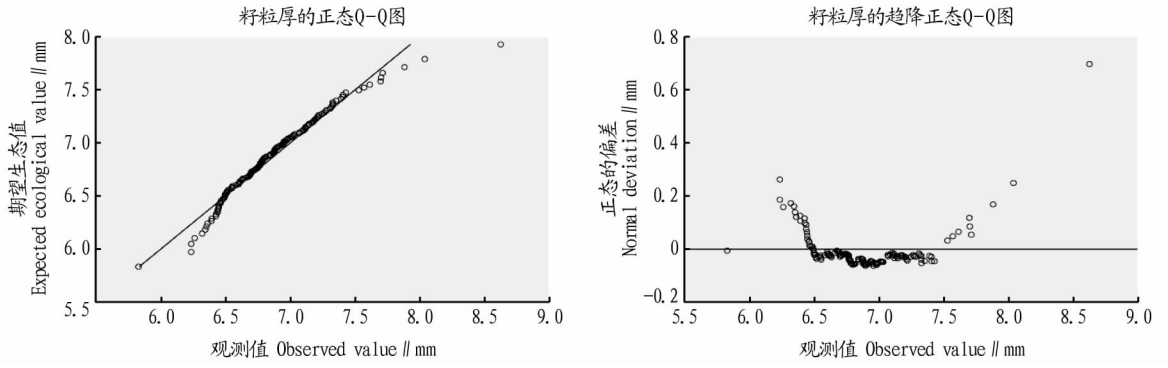


图3 籽粒厚的正态分布

Fig.3 Normal distribution of grain thickness

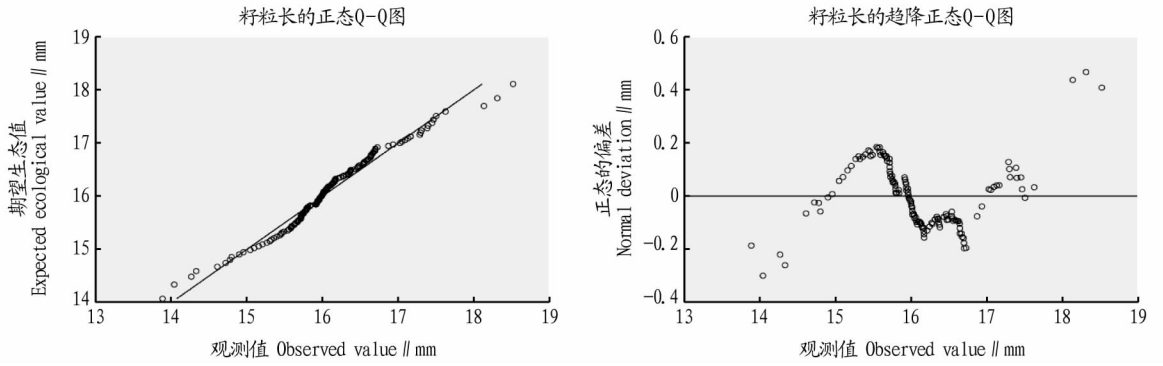


图4 籽粒长的正态分布

Fig.4 Normal distribution of grain length

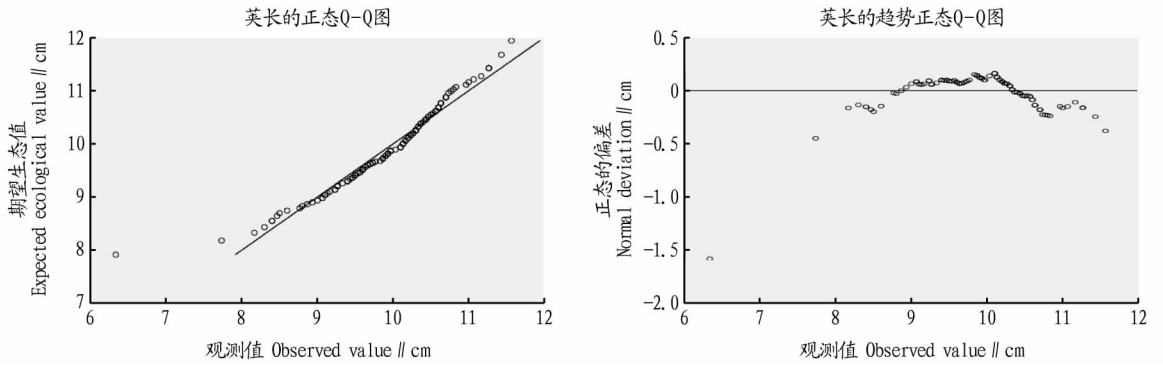


图5 荚长的正态分布

Fig.5 Normal distribution of pod length

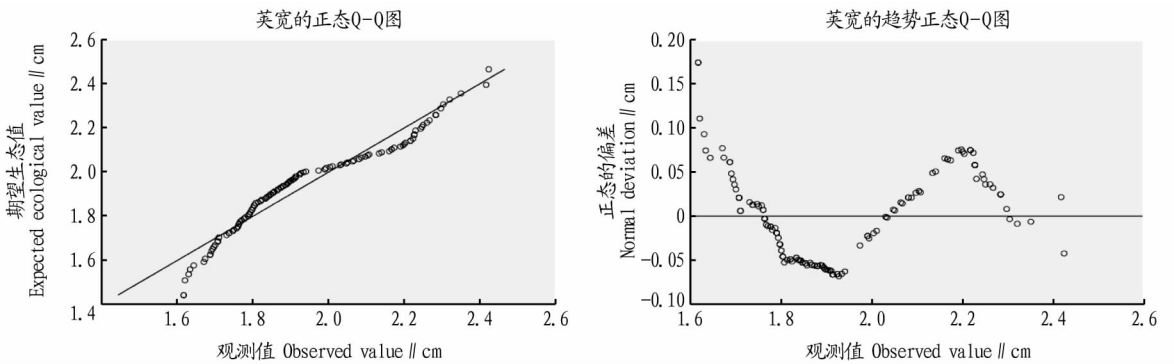


图6 荚宽的正态分布

Fig.6 Normal distribution of pod width

表2 蚕豆杂交后代 F<sub>1</sub> 籽粒性状变异系数

Table 2 Coefficient of variation of F<sub>1</sub> grain characters of faba bean hybrids

项目 Item	籽粒长 Grain length mm	籽粒宽 Grain width mm	籽粒厚 Grain thickness mm	荚长 Clip length cm	荚宽 Clip width cm	单株产量 Yield//g
标准差 Standard deviation	0.774	0.770	0.401	0.772	0.204	16.189
平均数 Average	16.080	12.310	6.881	9.929	1.932	30.877
变异系数 Coefficient of variation // %	4.81	6.25	5.82	7.77	10.56	47.79

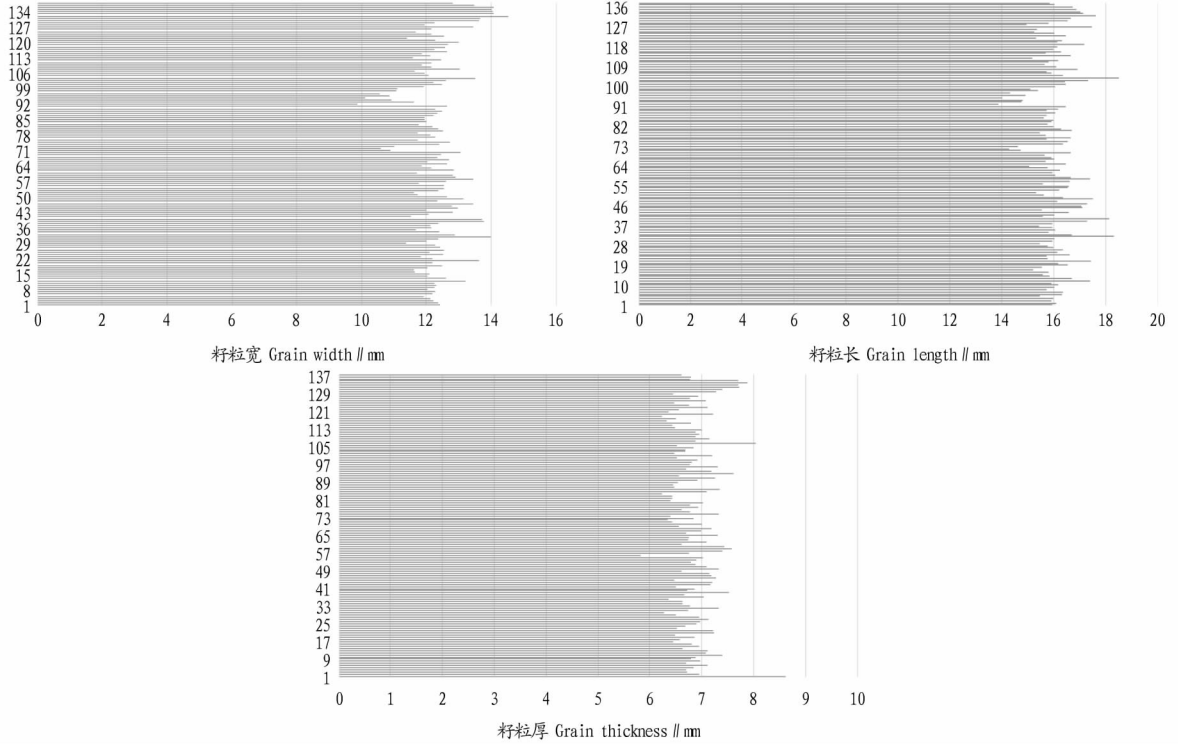


图7 籽粒性状分布

Fig.7 Distribution of grain characters

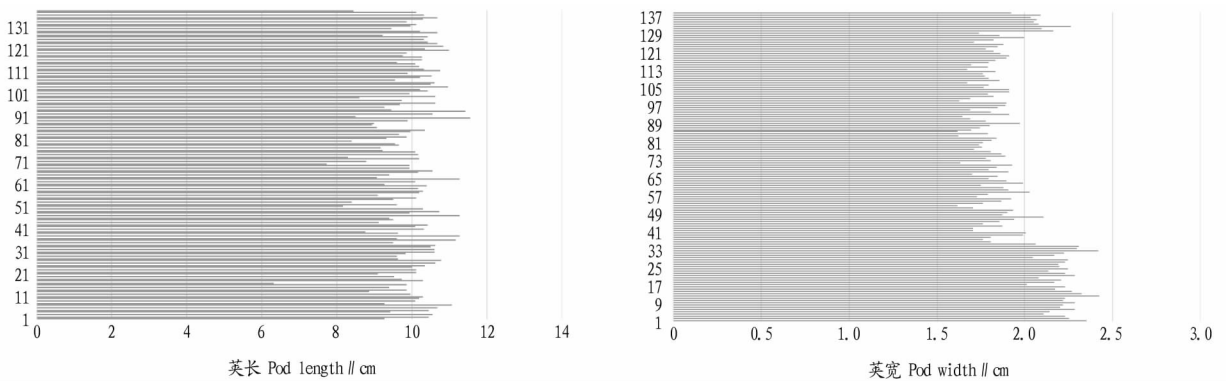


图8 果荚性状分布

Fig.8 Distribution of pod characters

### 3 讨论

蚕豆籽粒长、籽粒宽、籽粒厚、荚宽、荚长等性状在优良品种的选育过程中非常重要,是品种选育中十分重要的参考指标。该研究对后代材料各性状之间关联性进行分析,了解性状间的相关性和遗传规律具有重要意义,同时又可以指导杂交后代优良性状新品种的选育<sup>[13-15]</sup>。为了在育种工作中得到更加准确可靠的试验结果,该研究针对 138 个蚕豆单株主要农艺性状进行了相关性分析,试验材料相对较多,减

少了数据的误差。该试验以云南地区广泛种植的蚕豆新品种云豆绿心 2 号和云豆 1183 为亲本进行杂交,对其杂交后代的主要农艺性状进行相关性分析、变异分析和聚类分析,以期为优良品种的选育提供理论依据。有关蚕豆果荚性状的研究较少且基本上仅限于荚长和荚宽的研究,而鲜有对籽粒长、籽粒宽和籽粒厚的研究,笔者通过正态 Q-Q 图来检验数据是否服从正态分布,通过相关性、变异系数、聚类分析等方法对蚕豆主要农艺性状之间的关系进行分析,与前人研究

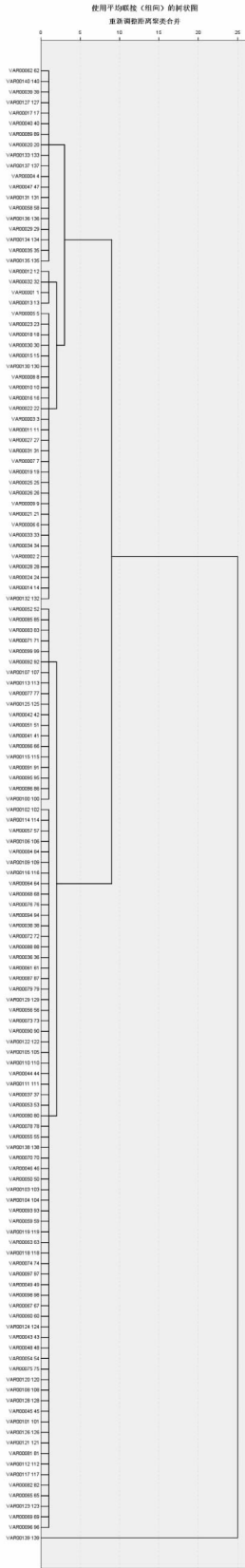


图9 荚宽聚类树状图

Fig.9 Clustering tree of pod width

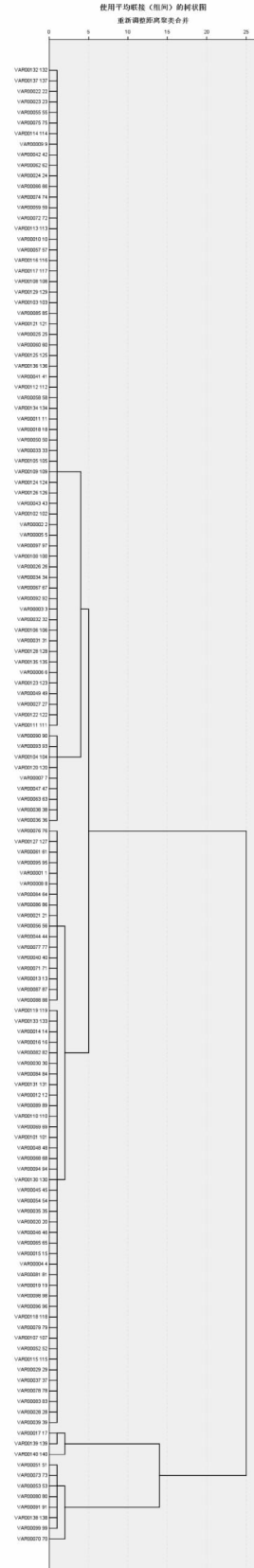


图10 荚长聚类树状图

Fig.10 Clustering tree of pod length

方法有共同之处且增加了对籽粒长、籽粒宽和籽粒厚的考察<sup>[12]</sup>。研究显示蚕豆各性状的变异系数因品种而有较大差异,许多研究显示荚宽的变异系数大于荚长<sup>[12,16]</sup>,但也有少

数研究表明荚长的变异系数大于荚宽<sup>[17]</sup>,然而,该试验中的蚕豆果荚各性状的变异系数表现为荚宽>荚长>籽粒宽>籽粒厚>籽粒长,这可能与蚕豆基因型差异和各性状遗传力的

不同有关。另外,有关蚕豆籽粒长、籽粒宽和籽粒厚的研究相对匮乏,于海天等<sup>[6]</sup>对蚕豆鲜籽粒长、宽和厚的研究表明变异系数表现为籽粒宽>籽粒长>籽粒厚,与该试验结果存在一定差异,造成这种差异的原因可能与考察的蚕豆基因型和籽粒类型有关。

该研究对荚长、荚宽、籽粒长、籽粒宽和籽粒厚与单株产量之间的相关分析结果表明,荚长与单株产量之间存在显著正相关关系( $R^2=0.333$ ),这与顾文祥等<sup>[18]</sup>的研究结果一致。与荚长不同的是蚕豆荚宽、粒长、粒宽和粒厚与单株产量之间则无显著相关性,然而,易卫平等<sup>[17]</sup>研究表明蚕豆荚宽与单株产量之间存在显著负相关关系,另外,少量有关籽粒长、籽粒宽和籽粒厚的研究则表明籽粒长、籽粒宽和籽粒厚均与产量呈显著负相关<sup>[6]</sup>。因此,有关蚕豆果荚性状与其产量之间的相互关系及其与蚕豆基因型和籽粒类型之间的相互关联规律还有待进一步研究。通过对果荚各性状的研究显示,荚长与荚宽之间呈极显著正相关,这与张炯等<sup>[19]</sup>的研究结果不一致,可能为蚕豆基因型差异所致。在品种选育过程中,目标性状指标的优劣及其稳定性需要重点考虑,如长荚品种的选育可以选择荚长较长且变异系数较小,表现稳定的材料,大粒品种的选育则需兼顾籽粒较长,籽粒较宽,荚宽较宽且变幅小稳定性佳的群体材料,而籽粒厚度在品种选育中可以作为饱满度的重要参考依据<sup>[20-21]</sup>。该研究通过对 138 份蚕豆  $F_1$  代材料的果荚性状进行考察,根据不同性状的变异及稳定性在所有种植的材料中优选每个性状表现较好的单株,综合考察亲本组合对后代材料各性状表现的指向性影响,为后代的品种选育提供基础。

#### 4 结论

(1)该研究表明蚕豆  $F_1$  代 5 个果荚农艺性状中粒长与粒宽、粒长与荚宽、粒宽与粒厚、粒宽与荚宽、粒厚与荚宽存在极显著的正相关关系,相关系数依次为 0.871、0.363、0.367、0.420、0.251。粒长与粒厚存在显著正相关关系,相关系数为 0.214。荚长、荚宽、粒长、粒宽和粒厚与单株产量之间的相关系数分别为 0.333、0.004、0.005、0.010 和 0.006,除荚长与单株产量存在显著正相关外,其余果荚性状与单株产量均无显著相关性。

(2)5 个果荚农艺性状的变异幅度最小的是粒长,为 4.81%,最大的是荚宽,为 10.56%,其次是荚长,为 7.77%,其

余 2 个性状中,粒宽为 6.25%,粒厚为 5.82%。该试验结果表明蚕豆 5 个主要农艺性状的变异系数都相对较小,稳定性表现均较好,可供后代选择的范围也较小。通过正态检验发现 5 个果荚农艺性状均服从正态分布。

(3)通过聚类分析发现籽粒长、籽粒宽、籽粒厚、荚长主要是受母本的影响,而荚宽主要受父本的影响,对后代的育种有重要的参考价值,为蚕豆下一步育种工作中优良后代的选择提供参考。

#### 参考文献

- [1] 严清彪,刘玉皎.不同蚕豆品种的品质分析[J].安徽农业科学,2012,40(31):15153-15154,15161.
- [2] 何玉华,杨峰,王丽萍,等.云南省地方蚕豆种质资源形态学遗传多样性分析[J].西南农业学报,2014,27(2):512-517.
- [3] 孙永海,善从锐,张中平,等.优质高抗锈病蚕豆新品种彝豆 1 号的选育及栽培技术研究[J].种子科技,2017,35(11):32-34.
- [4] 何海琼.蚕豆高产种植技术及管理[J].南方农机,2017,48(10):128.
- [5] 崔世友,吴春芳,缪亚梅.特大粒菜用蚕豆育种目标初探[J].作物杂志,2002(6):26-27.
- [6] 于海天,王丽萍,吕梅媛,等.早熟鲜食蚕豆主要农艺性状与鲜食产量相关及通径分析[J].西南农业学报,2020,33(4):711-717.
- [7] 康智明,郑开斌,徐晓俞,等.不同蚕豆品种农艺及品质性状的遗传多样性分析[J].福建农业学报,2015,30(3):249-252.
- [8] 赵娜,缪亚梅,薛冬,等.蚕豆 6×6 双列杂交子代主要性状的遗传效应分析[J].核农学报,2020,34(1):45-54.
- [9] 于海天,王丽萍,杨峰,等.低异交率短翼瓣型蚕豆材料的发掘及利用[J].植物遗传资源学报,2019,20(5):1334-1339,1348.
- [10] 缪亚梅,王学军,陈满峰,等.鲜食蚕豆主要农艺性状的遗传变异相关性和主成分分析[J].河北农业科学,2010,14(10):95-97.
- [11] 宗绪晓,包世英,关建平.蚕豆种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [12] 李华英,黄文涛,李富全,等.蚕豆数量性状遗传变异及其遗传相关的研究[J].青海农林科技,1983(3):8-13.
- [13] 陈扣梅,田莹莹,滕长才,等.蚕豆重要数量性状的遗传模型分析[J].青海大学学报,2020,38(2):8-14.
- [14] 韩雪梅,侯万伟.28 份蚕豆淀粉含量遗传多样性分析[J].青海大学学报,2021,39(2):27-33.
- [15] LI X, YANG Y P. A novel perspective on seed yield of broad bean (*Vicia faba* L.): Differences resulting from pod characteristics[J].Scientific reports, 2014, 4: 1-6.
- [16] 欧阳裕元,余东梅,杨梅.蚕豆主要农艺性状与单株产量的相关及通径分析[J].江苏农业学报,2016,32(4):763-768.
- [17] 易卫平,万贤国.蚕豆主要性状遗传力、遗传相关及选择响应的初步研究[J].作物研究,1992,6(3):40-42.
- [18] 顾文祥,冯福锦,陈德鑫.几个与蚕豆(*Vicia faba* L.)产量有关的性状的遗传相关和通径分析[J].上海农学院学报,1986,4(4):273-277.
- [19] 张炯,严斌,高营,等.蚕豆种质资源主要农艺性状遗传多样性分析[J].浙江农业科学,2020,61(6):1109-1114,1118.
- [20] 吕春雨,廖芳丽,陈宏伟,等.41 份非洲地区和我国湖北蚕豆种质资源产量性状的鉴定与评价[J].南方农业学报,2018,49(12):2356-2363.
- [21] 李欢,陈惠查,阮仁超,等.贵州特色蚕豆种质资源主要农艺性状分析与综合评价[J].农技服务,2020,37(8):74-76,78.