

李艳花,陈红,王萍,等.蚕豆高代材料单株产量与农艺性状的相关和通径分析[J].江苏农业科学,2018,46(20):79-81.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.20.020

蚕豆高代材料单株产量与农艺性状的相关和通径分析

李艳花,陈红,王萍,杜成章,张继君

(重庆市农业科学院特色作物研究所,重庆402160)

摘要:为揭示蚕豆主要农艺性状对单株产量影响的相对重要性,为蚕豆育种工作提供理论参考,采用相关和通径分析方法,对2014—2015年385份蚕豆高代纯合品系的单株产量及其主要农艺性状进行统计分析。结果表明,5个农艺性状与单株产量的相关程度为单株粒数>有效荚数>有效分枝数>株高>百粒质量;偏相关分析表明,5个农艺性状与单株产量均极显著相关;各农艺性状对产量都有直接的正效应,对单株产量的贡献大小顺序为单株粒数>百粒质量>有效分枝数>有效荚数>株高;关联度分析表明,单株粒数对单株产量贡献最大,其次是有效荚数。在重庆地区蚕豆高产育种和高产栽培中,应以选育和选用多粒型品种为主,同时兼顾百粒质量、有效分枝数、有效荚数和株高等性状。

关键词:蚕豆;单株产量;相关分析;偏相关分析;通径分析

中图分类号:S643.603 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)20-0079-03

蚕豆(*Vicia faba*)属豆科蝶形花亚科(Papilionoideae)野豌豆组(Vicieae)巢菜属(*Vicia*)^[1-2],是重庆地区重要的食用豆类^[3-4],为常异花授粉作物,自然异交率高,杂交选育时一般在网室内自交6代左右,即可得到蚕豆纯合品系^[5]。蚕豆后代群体材料是蚕豆育种的重要中间材料,目前大多数学者较集中地研究了不同蚕豆品种的产量构成因素^[6-9],而对蚕豆育种中间材料——杂交群体高代材料的研究甚少。蚕豆杂交群体材料农艺性状及产量性状的表现比亲本材料更加多样化,这对育种工作十分有利。但如何更好地利用这些性状表现丰富的材料,不仅需要育种家丰富的育种经验,也需要综合分析产量构成因素间的关系,较准确地保留具有利用价值的材料,为育成蚕豆新品种打下基础。蚕豆单株粒质量是构成蚕豆产量的基础,是蚕豆选种工作中重要的筛选指标。据报道,株高、有效分枝数、有效荚数、单株粒数、百粒质量等农艺性状与单株产量显著相关^[10]。由于各地生态条件不同,蚕豆育种目标和品种类型差异较大,前人对与蚕豆产量相关的农艺性状研究结果不一^[11-12]。本研究针对近几年得到的多个杂交组合的后代材料进行蚕豆单株籽粒产量及主要农艺性状间的研究分析,期望通过大样本比较系统地筛选出与蚕豆单株产量密切相关的农艺性状,同时综合优选有利用价值的材料,为重庆地区蚕豆选种工作提供理论指导。

收稿日期:2017-05-16

基金项目:国家现代农业产业技术体系项目(编号:CARS-09);公益性行业(农业)科研专项(编号:201303129);农业部物种资源保护项目(编号:1120162130135252039.2017);重庆市农业科技成果转化资金(编号:este2015jesf-nycgzhA80016);重庆市基本科研业务费项目(编号:2013cste-jbky-00558);重庆市农业科学院农发资金(编号:NKY-2016AB009)。

作者简介:李艳花(1986—),女,甘肃舟曲人,硕士,助理研究员,主要从事作物遗传育种研究。E-mail:2643564261@qq.com。

通信作者:张继君,研究员,主要从事豆类杂粮作物遗传育种。E-mail:294143881@qq.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2014—2015年在重庆永川地区进行,土壤肥力中等。以蚕豆育种圃中成胡系列蚕豆与通蚕鲜系列蚕豆杂交选育的385份F₆~F₇代纯合品系为试验对象,进行研究分析。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,3次重复,2014年10月25日播种,前茬高粱,人工开穴点播,底施复合肥450 kg/hm²,密度13.33万株/hm²,行距50 cm,穴距30 cm,每穴留苗2株,行长3 m,每份材料种植4行。田间管理按照当地高产栽培要求统一进行。

1.3 测定项目

成熟前每份材料种植区随机取中间行10株测定株高、有效分枝数、有效荚数、单株粒数,小区收获后脱粒晒干实测单株粒质量和百粒质量。

1.4 数据分析

用Microsoft Excel 2010整理数据和制表,用DPS 15.10进行试验数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 蚕豆单株粒质量与主要农艺性状间的简单相关

对性状进行原始数据统计分析(表1),所得各性状均符合正态分布,其中单株粒数变异系数最高,其次是有效荚数,株高变异系数最小。说明单株粒数变异丰富,可以通过育种手段改良的潜力较大,而株高改良潜力较小。有效分枝数的标准差最小,各材料表现比较稳定。从表2可知,单株粒质量(y)与5个农艺性状均正相关,且都极显著,相关性大小为 x_4 (单株粒数)> x_3 (有效荚数)> x_2 (有效分枝数)> x_1 (株高)> x_5 (百粒质量),这说明单株粒数和有效荚数是获得蚕豆较高单株产量的基础,单株产量的提高主要靠提高粒数和荚数、有效分枝数来获得,且从目前蚕豆产量结构改良的育种难易程度上来看,粒数的提高较粒质量的提高更容易一些。

表1 蚕豆农艺性状表现

项目	株高 (cm)	有效分 枝数(个)	有效荚 数(个)	单株 粒数	百粒质 量(g)	单株质 量(g)
最小值	62.00	2.00	3.00	9.00	30.97	8.00
最大值	156.00	11.00	88.00	168.00	279.44	150.80
均值	98.77	4.37	18.58	42.06	97.15	38.87
标准差	13.78	1.33	8.08	19.15	25.59	15.95
标准误	0.43	0.04	0.25	0.59	0.79	0.49
变异系数	0.14	0.30	0.43	0.46	0.26	0.41

表2 蚕豆单株粒质量与主要农艺性状间的相关分析

农艺 性状	相关系数				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1.000 0				
x_2	-0.082 2**	1.000 0			
x_3	0.082 1**	0.509 7**	1.000 0		
x_4	0.069 5*	0.483 2**	0.785 7**	1.000 0	
x_5	0.211 1**	-0.061 6*	-0.243 5**	-0.406 9**	1.000 0
y	0.201 7**	0.518 2**	0.711 2**	0.812 8**	0.107 2**

注:“*”“**”分别表示相关性显著($P < 0.05$)、极显著($P < 0.01$)。 x_1 :株高; x_2 :有效分枝数; x_3 :有效荚数; x_4 :单株粒数; x_5 :百粒质量; y :单株粒质量。下表同。

5个农艺性状间除 x_5 (百粒质量)与 x_2 (有效分枝)呈显著负相关,与 x_3 (有效荚数)、 x_4 (单株粒数)呈极显著负相关, x_1 (株高)与 x_2 (有效分枝)间呈极显著负相关外,其余各性状间均正相关。说明在选育大型型蚕豆品种时其单株粒数(相关系数为-0.406 9)、有效荚数(相关系数为-0.243 5)及有效分枝数(相关系数为-0.061 6)是决定单株产量的主要因素;同一植株上要想获得高秆和多分枝的协调比较困难,高产株系的选择上应同时注重株高适中、分枝较多的株系的选择,通过栽培途径增加蚕豆有效分枝数、适当控制株高也可作为蚕豆产量突破的主要途径。

2.2 蚕豆单株粒质量与主要农艺性状的回归方程

偏相关分析又称净相关分析,是排除其他自变量影响后,某一自变量与因变量的相关^[13-15]。本研究中,株高、有效分枝数、有效荚数、单株粒数、百粒质量与单株粒质量的偏相关结果(表3)均达极显著水平,据此得到相应的回归方程为: $y = -33.63 + 0.04x_1 + 0.84x_2 + 0.13x_3 + 0.77x_4 + 0.31x_5$ ($r = 0.947 1, F = 1 806.296 5$)。

式中: y 为单株粒质量; x_1 为株高; x_2 为有效分枝数; x_3 为有效荚数; x_4 为单株粒数; x_5 为百粒质量。相关系数为0.947 1, F 测验表明回归系数极显著,说明方程中单株粒质量的94.71%变异是由株高、有效分枝、有效荚数、单株粒数和百粒质量共同影响的结果。表示在其他因素相对固定的前提下,株高每增加1 cm,单株粒质量增加0.04 g;每增加1个有效分枝,单株粒质量增加0.84 g;每增加1个有效荚数,单株粒质量增加0.13 g;单株粒数每增加1粒,单株粒质量增加0.77 g;百粒质量每增加1 g,单株粒质量增加0.31 g。

2.3 主要农艺性状对蚕豆单株粒质量的通径分析

虽然相关系数与偏相关系数在一定程度上反映了各因素间的相关程度,但要弄清楚其对产量的作用大小,还必须作进一步的通径分析。通径分析可将相关系数分解为直接作用和

表3 蚕豆单株粒质量与主要农艺性状间的偏相关分析

农艺性状	蚕豆单株粒质量与主要农艺性状的偏相关分析		
	偏相关系数	t 值	P 值
x_1	0.096 6	3.123 5	<0.01
x_2	0.178 0	5.820 6	<0.01
x_3	0.118 1	3.829 3	<0.01
x_4	0.851 3	52.221 1	<0.01
x_5	0.799 8	42.893 3	<0.01

间接作用,从而清楚地显示各因素的相关关系大小和相对重要性^[14,16]。直接作用揭示了各产量因素对产量作用的事实。由表4可以看出,5个农艺性状对产量的直接通径系数都为正值,说明各农艺性状对产量都有直接的正效应,如果控制其他性状不变,提高5个性状中的任何1个,均对产量起到积极作用。其中,以增加单株粒数的作用最大($P_{y_i} = 0.929 0$),提高百粒质量的作用次之($P_{y_j} = 0.498 2$),增加株高的作用最小($P_{y_k} = 0.033 0$)。这与偏相关分析的结果是一致的。说明只有在一定的单株粒数基础上,才能获得较理想的单株产量。

表4 主要农艺性状与单株粒质量的通径系数

变量	直接通 径系数	间接通径系数				
		通过 x_1	通过 x_2	通过 x_3	通过 x_4	通过 x_5
x_1	0.033 0		-0.006 2	0.005 3	0.064 5	0.105 1
x_2	0.070 4	-0.002 9		0.032 6	0.448 9	-0.030 7
x_3	0.064 0	0.002 7	0.035 9		0.729 9	-0.121 3
x_4	0.929 0	0.002 3	0.034 0	0.050 3		-0.202 7
x_5	0.498 2	0.007 0	-0.004 3	-0.015 6	-0.378 0	

从间接通径系数看, P_3 (单株荚数) $\rightarrow P_4$ (单株粒数) $\rightarrow y$ (单株粒质量)、 P_2 (有效分枝) $\rightarrow P_4 \rightarrow y$ 、 P_1 (株高) $\rightarrow P_5$ (百粒质量) $\rightarrow y$ 的间接通径系数为正且位列前3,分别为0.729 9、0.448 9、0.105 1,其余作用较小,说明单株荚数和有效分枝的增加可通过影响单株粒数提高单株粒质量,株高的增加可通过导致百粒质量增加影响单株粒质量; $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow y$ 、 $P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow y$ 、 $P_2 \rightarrow P_5 \rightarrow y$ 、 $P_5 \rightarrow P_2 \rightarrow y$ 、 $P_3 \rightarrow P_5 \rightarrow y$ 、 $P_5 \rightarrow P_3 \rightarrow y$ 、 $P_4 \rightarrow P_5 \rightarrow y$ 、 $P_5 \rightarrow P_4 \rightarrow y$ 的间接通径系数为负,说明株高与有效分枝之间,百粒质量分别与有效分枝、有效荚数、单株粒数之间不能通过彼此的增加提高单株粒质量;百粒质量不能通过有效分枝、有效荚数、单株粒数的增加提高单株粒质量,但可通过增加株高来提高单株粒质量($P_5 \rightarrow P_1 \rightarrow y$ 的间接通径系数为0.007 0)。说明若蚕豆籽粒过大,会影响有效分枝、有效荚数、单株粒数的增加,从而影响产量的提高,因此在高产株系选择中,要兼顾5个因素的协调发展。

2.4 主要农艺性状的灰色关联度分析

从表5可知,单株粒质量与和各性状的关联度大小顺序依次为单株粒数>有效荚数>有效分枝数>株高>百粒质量,依照关联度分析原则,关联度系数大,则发展过程中相对变化基本一致,反之,两者关联度就小^[17-18]。结果表明,对蚕豆单株粒质量贡献最大的是单株粒数,其次是有效荚数,再次是有效分枝数,这与相关分析的结果吻合。

表5 主要农艺性状灰色关联度分析

项目	关联系数				
	株高	有效分枝数	有效荚数	单株粒数	百粒质量
单株质量	0.564 4	0.627 6	0.700 5	0.739 5	0.569 6

2.5 蚕豆高产株系的筛选

根据前述研究结果,用调查所得性状数据对蚕豆高代材料的单株粒质量作 TOPSIS 综合评价分析^[19],采用株高、有效分枝数、有效荚数、单株粒数、百粒质量等4个与单株产量直接或间接相关的指标对各株系进行分析, TOPSIS 综合指标得分高者具有较高的产量优势,以综合指标值为依据对各株系进行排序,得到单株产量优势名次。株系综合指标的统计量得分越高代表其株产量表现越好,在具体的育种实践中可将该数据作为参考。表6只列举出排名前10位的株系。

表6 应用 TOPSIS 评价法对蚕豆高代材料单株产量性状的综合比较

株系	株高 (cm)	有效 分枝数 (个)	有效 荚数 (个)	单株 粒数	百粒质量 (g)	单株粒 质量(g)	统计量 CI	名次
365	89.0	10.0	70.0	130.0	116.0	150.8	0.734	1
359	118.0	8.0	69.0	168.0	87.9	147.7	0.718	2
18	107.0	6.0	43.0	90.0	126.1	113.5	0.523	3
145	106.0	7.0	54.0	90.0	88.9	80.0	0.506	4
240	127.0	6.0	43.0	89.0	118.9	105.8	0.504	5
148	90.0	8.0	41.0	105.0	80.3	84.3	0.491	6
107	104.0	3.0	48.0	141.0	47.3	66.7	0.486	7
146	103.0	8.0	45.0	104.0	72.2	75.1	0.485	8
278	99.0	8.0	47.0	114.0	51.2	58.4	0.474	9
116	83.0	8.0	39.0	102.0	74.4	75.9	0.466	10

3 结论与讨论

相关分析表明,蚕豆单株粒质量与5个农艺性状均极显著正相关,相关性大小顺序为单株粒数>有效荚数>有效分枝数>株高>百粒质量。偏回归分析发现,单株粒质量的94.71%变异是由株高、有效分枝、有效荚数、单株粒数和百粒质量共同影响的结果;建立的蚕豆单株产量与5个农艺性状的多元回归方程极显著,偏回归系数亦极显著,表明产量与其之间具有极显著的线性回归关系,可用建立的最优回归方程预测产量。通径分析结果表明,各农艺性状对产量都有直接的正效应,对单株产量的贡献大小顺序为单株粒数>百粒质量>有效分枝数>有效荚数>株高,与偏相关分析结果一致;百粒质量分别与有效分枝数、有效荚数、单株粒数彼此之间,及株高与有效分枝数彼此之间对单株产量有间接负效应,其余间接效应为正。灰色关联度分析表明,对蚕豆单株粒质量贡献最大的是单株粒数,其次是有效荚数,再次是有效分枝数。

综上所述,蚕豆单株产量与株高、有效分枝数、有效荚数、单株粒数及百粒质量之间存在复杂的相关关系,各因素之间的关系亦复杂,不同的分析结果均表明单株粒数是影响蚕豆产量的最主要因素。因此,在重庆市高产蚕豆选育中,首先应注重单株粒数的选择,百粒质量过大会影响有效分枝、有效荚数、单株粒数的增加,从而影响产量的提高,因此在高产株系选择中,要兼顾5个因素的协调发展。

产量育种是蚕豆育种的主要目标,因为优质、多抗等性状只有在一定的产量基础上才具有实际意义。与产量相关的农艺性状已成为探讨产量形成的主要手段,因此,育种者必须对相关农艺性状进行有效选择,并使之协调发展。前人研究发现,对蚕豆产量贡献较大的农艺性状有单株粒数、百粒质量、荚果长^[7,20]等,也有人研究发现有效分枝数、单株荚数^[10,12]与

蚕豆产量相关性较大。本研究发现,重庆地区对蚕豆单株产量贡献最大的因子为单株粒数,它与单株产量的关系最密切,其次是百粒质量,这与刘玉皎等的研究结果^[21]相似。造成这些差异的原因可能是蚕豆基因型差异、生态环境差异及蚕豆产量因素在不同地区、不同条件下的相对重要性及其改善潜力不一,产量的提高取决于产量因素的协调发展,这有待进一步进行深入比较研究。

参考文献:

- [1]王海飞,宗绪晓. 蚕豆种质资源、抗病育种和QTL定位及抗逆性研究进展[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(2):259-270.
- [2]Zong X,Liu X,Guan J,et al. Molecular variation among Chinese and global winter faba bean germplasm[J]. Theoretical and Applied Genetics,2009,118(5):971-978.
- [3]李艳花,杜成章,陈红,等. 肥料和密度对蚕豆产量及生长量的影响[J]. 西南农业学报,2014(4):1556-1561.
- [4]杜成章,陈红,李艳花,等. 蚕豆马铃薯间作种植对蚕豆赤斑病的防控效果[J]. 植物保护,2013,39(2):180-183.
- [5]郭兴莲,刘玉皎. 蚕豆育种研究进展及展望[J]. 北方园艺,2008(11):61-63.
- [6]余莉,张时龙,李清超,等. 蚕豆产量及主要农艺性状的相关及灰色关联度分析[J]. 湖北农业科学,2017(1):18-20.
- [7]杨勇,周斌,欧阳裕元,等. 秋播蚕豆产量构成因子的初步分析[J]. 中国农学通报,2015(27):104-107.
- [8]董开居,陈国琛,陈爱娜,等. 应用灰色关联分析法评价蚕豆区试品种[J]. 种子,2015,31(3):95-97.
- [9]陈国琛. 蚕豆品种“凤豆六号”高产稳产性及产量构成因素的分析[J]. 西南农业学报,2004(增刊1):252-254.
- [10]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.
- [11]余莉,张时龙,王昭礼,等. 秋播蚕豆品种主要农艺性状相关性和通径分析[J]. 湖南农业科学,2014(22):4-6.
- [12]黄卫华. 不同基因型蚕豆籽粒产量及其构成因素分析[J]. 湖南农业科学,2015(8):14-16.
- [13]田纪春,邓志英,胡瑞波,等. 不同类型超级小麦产量构成因素及籽粒产量的通径分析[J]. 作物学报,2006,32(11):1699-1705.
- [14]杨程,李向东,张德奇,等. 小麦产量三要素与产量的通径和灰色关联度分析[J]. 河南农业科学,2016(10):19-23.
- [15]粟学俊. 杂交水稻主要经济性状的相关、通径及配合力、遗传率分析[D]. 南宁:广西大学,2002.
- [16]赵倩,姜鸿明,孙美芝,等. 山东省区试小麦产量与产量构成因素的相关和通径分析[J]. 中国农学通报,2011(7):42-45.
- [17]王士强,胡银岗,余奎军,等. 小麦抗旱相关农艺性状和生理生化性状的灰色关联度分析[J]. 中国农业科学,2007,40(11):2452-2459.
- [18]何志华,夏燕,李清超,等. 大豆产量及主要农艺性状的相关性及灰色关联度分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):99-103.
- [19]李艳花,唐道彬,张晓春,等. 甘薯杂交F₁群体材料的遗传多样性研究[J]. 植物遗传资源学报,2015(2):282-287.
- [20]李劲松. 蚕豆地方品种部分数量性状与产量相关遗传力的通径分析[J]. 湖南农业科学,1994(5):18-20.
- [21]刘玉皎,袁名宜,熊国富,等. 青海9号蚕豆单株产量组成因子的相关及通径分析[J]. 青海农林科技,1998(3):44-46.