

春播区绿豆产量与主要农艺性状相关性分析

郝曦煜^{1,2}, 李 雪¹, 武晨清¹, 张仲鹃¹, 冷友斌¹, 陈 博^{1*}

(1. 黑龙江飞鹤乳业有限公司, 北京 100015; 2. 吉林省白城市农业科学院, 吉林 白城 137000)

摘 要:采用变异分析、偏相关分析、相关分析和通径分析等方法,对25份绿豆品种在春播条件下各主要性状与产量间的关系进行了分析。结果表明,品种间单株荚数的变异系数最大,为29.7%,单荚粒数变异系数最小,为6.9%;生育天数、株高、主茎节数、主茎分枝数、单株荚数、单荚粒数和百粒重共同影响了公顷产量93.4%的变异,产量与主茎节数和单株荚数表现出极显著相关,偏相关系数分别为-0.452 6和0.485 6,与单荚粒数和百粒重表现出显著相关,偏相关系数分别为0.371 8和0.423 2;单株荚数与产量呈极显著正相关,相关系数0.681 6,单荚粒数和百粒重与产量呈显著正相关,相关系数分别为0.416 0和0.398 3;株高、主茎分枝数、单株荚数、单荚粒数、百粒重对产量有正直接效应,生育天数和主茎节数对产量有负直接效应。结合性状间的相互关系,在田间筛选和品种选育时,应首先考虑单株荚数、单荚粒数和百粒重,辅以株高和荚长。本研究为春播区高产绿豆品种的选育提供了参考依据。

关键词:绿豆;产量;农艺性状;相关性分析

中图分类号:S522

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)04-0020-04

Correlation Analysis between Yield and Main Agronomic Traits of Mung Bean Varieties in Spring Sowing Area

HAO Xiyu^{1,2}, LI Xue¹, WU Chenqing¹, ZHANG Zhongjuan¹, LENG Youbin¹, CHEN Bo^{1*}

(1. Heilongjiang Feihe Dairy Co., Ltd., Beijing 100015; 2. Baicheng Academy of Agricultural Sciences, Baicheng 137000, China)

Abstract: The relationship between main characters and yield of 25 mung bean varieties under spring sowing condition was analyzed by means of variance analysis, partial correlation analysis, correlation analysis and path analysis. Pods per plant had the maximum CV (29.7%), and seeds per pod had the minimum CV (6.9%). 7 agronomic traits affected 93.4% variation of yield, the correlation between yield and node number on main stem, pods per plant were extremely significantly positive. The partial correlation coefficients were -0.4526 and 0.4856, respectively. The correlation between yield and seeds per pod, 100-seed weight were extremely significantly positive, the partial correlation coefficients were 0.3718 and 0.4232. There was a highly significant positive correlation between pods per plant and yield (0.6816); the correlation between branch number, 100-seed weight and yield was significantly positive (0.4160, 0.3983). In combination with the relationship between the characters, the number of pods per plant, the number of seeds per pod and the weight of 100 seeds should be considered first in the field screening and variety selection, supplemented by plant height and pod length.

Key words: Mung bean; Yield; Agronomic traits; Correlation analysis

绿豆原产于亚洲东南部,中国也在起源中心之内,已有2 000多年的栽培历史^[1],品种资源遍布全国各地,数量多、类型丰富^[2]。绿豆营养丰富,

蛋白质含量高,脂肪含量低,且药食同源,是较为理想的营养保健食品^[3-4]。随着人们对于绿豆营养保健价值认识的提高,绿豆的需求量也逐步增加^[5]。我国绿豆的主要产区在黄河、淮河流域和东北地区,尤其内蒙古、吉林、黑龙江等春播绿豆栽培区域为绿豆重要产区^[6],且具备自主培育绿豆品种的能力^[7-9]。以高产为选育目标的育种工作中,探索绿豆的各个农艺性状对产量的影响以挖掘种质资源的潜力尤为必要。国内外相关研究

收稿日期:2019-12-02

基金项目:国家食用豆产业技术体系小豆育种岗位(CARS-08-G4);白城市科技发展计划项目(202104)

作者简介:郝曦煜(1990-),男,助理研究员,硕士,主要从事绿豆、小豆等食用豆育种与栽培技术研究。

通讯作者:陈 博,男,博士,高级工程师,E-mail: chenbo2@feihe.com

中, Das A 等^[10]对 6 个农艺性状与产量的关系进行分析, 结果表明单荚粒数对产量贡献最大; Singh S K 等^[11]对不同绿豆品种的数量性状进行评价, 提供了可选择为亲本用于杂交育种的宝贵资源; 杨春玲等^[12]认为在选择高产品种时, 应把单株荚数作为首要优良性状, 单荚粒数为次; 杨勇等^[13]研究表明夏播绿豆应优先选择单株荚数多的材料, 综合考虑百粒重大小适中、矮秆、早熟等性状。前人的成果为绿豆产量与农艺性状的关系研究提供了一定基础, 但不同区域, 尤其是春播区与夏播区播期的变化会导致品种性状发生改变, 目前对春

播区绿豆的产量和农艺性状关系的研究较少。本研究通过采用变异分析、偏相关分析、相关分析和通径分析的方法, 对 25 份春播绿豆不同品种产量与 8 个主要农艺性状关系进行分析, 以探索春播绿豆各主要性状与产量及各主要性状间的关系, 为春播区绿豆的品种选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用来自全国各绿豆产区的品种共 25 个(表 1)。

表 1 春播绿豆试验品种及来源

品种名称	品种来源	品种名称	品种来源
品绿 2011-06	中国农业科学院作物科学研究所	保绿 200810-1	河北省保定市农业科学研究所
品绿 2011-12	中国农业科学院作物科学研究所	保绿 201012-7	河北省保定市农业科学研究所
中绿 5 号	中国农业科学院作物科学研究所	科绿 2 号	内蒙古自治区农牧业科学院植保研究所
冀绿 0816	河北省农林科学院粮油作物研究所	142-139	黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院
冀绿 HNZ0810	河北省农林科学院粮油作物研究所	122-225	黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院
苏绿 16-10	江苏省农业科学院蔬菜研究所	潍绿 11	山东省青岛市农业科学研究院
苏绿 15-11	江苏省农业科学院蔬菜研究所	潍绿 12	山东省青岛市农业科学研究院
鄂绿 5 号	湖北省农业科学院粮食作物研究所	宛绿 2 号	河南省南阳市农业科学研究所
1009-2-5	山西省农业科学院作物遗传研究所	JLPX01	吉林省农业科学院作物资源研究所
白绿 9 号	吉林省白城市农业科学院	JLPX02	吉林省农业科学院作物资源研究所
白绿 10 号	吉林省白城市农业科学院	渝黑绿 3 号	重庆市农业科学院
同 1188326	山西省农业科学院高寒区作物研究所	渝绿 2 号	重庆市农业科学院
辽绿 10L708-5	辽宁省农业科学院作物研究所		

1.2 试验方法

试验于 2016~2017 年进行, 地点设在吉林省白城市农业科学院试验地, 土质为淡黑钙土, 地势平坦, 肥力中等, 翻地深度 30 cm, 整地质量好。试验采取随机排列, 3 次重复, 小区面积 12 m², 4 行区, 行距 60 cm, 株距 15 cm, 每小区留苗 133 株, 每行留苗 33 株, 折合公顷留苗 11.1 万株。播前施入底肥磷酸二铵 100 kg/hm², 磷酸二氢钾 50 kg/hm², 尿素 30 kg/hm², 中耕、除草 3 次, 其他管理措施同大田^[7-8]。成熟期调查生育天数、株高、主茎节数、主茎分枝数、单株荚数、荚长、单荚粒数、百粒重、产量。调查、考种方法参照《绿豆种质资源描述规范和数据标准》^[14]。

1.3 数据分析

采用 DPS 9.5 软件进行偏相关分析、相关分析及通径分析, 利用 Microsoft Excel 2016 进行基本统计数据的处理。

2 结果与分析

2.1 两年产量与主要农艺性状的变异分析

由表 2 可知, 单株荚数的变异系数最大, 为 29.73%, 平均值为 50.26 个, 变异幅度 28.20~91.10 个; 株高的变异系数次之, 为 21.15%, 平均值为 59.67 cm, 变异幅度为 39.20~99.60 cm; 主茎分枝数变异系数为 18.95%, 平均值为 3.83 个, 变异幅度 2.30~5.00 个。公顷产量、主茎节数、百粒重、荚长变异程度中等, 生育天数变异程度较小。单荚粒数变异系数最小, 为 6.87%, 平均值 12.15 个, 变异幅度 10.70~13.70 个。

2.2 两年产量与主要农艺性状的偏相关分析

将春播绿豆材料产量和主要农艺性状进行逐步回归分析, 得到回归方程: $Y=626.292-11.158X_1+0.960X_2-107.721X_3+49.512X_4+10.232X_5+115.787X_7+172.966X_8$ ($r=0.934$, $P=0.014$)。复相关系数为 0.934, F 检验显著, 表明以上 7 个农艺性状共同影

表2 2016~2017年春播绿豆材料产量与主要农艺性状的变异分析

性状	平均值	标准差	变异幅度	变异系数(%)
生育天数(d)	81.35	7.09	71.00~100.00	8.72
株高(cm)	59.67	12.62	39.20~99.60	21.15
主茎节数	11.02	1.27	8.80~15.60	11.56
主茎分枝数	3.83	0.73	2.30~5.00	18.95
单株荚数	50.26	14.94	28.20~91.10	29.73
荚长(cm)	10.62	1.10	9.10~14.10	10.38
单荚粒数	12.15	0.83	10.70~13.70	6.87
百粒重(g)	5.83	0.64	4.82~6.99	11.00
公顷产量(kg/hm ²)	1 707.50	225.21	1 083.90~2 038.90	13.19

响了春播绿豆材料产量93.4%的变异。偏相关分析表明(表3),春播绿豆产量与主茎节数和单株荚数表现出极显著相关,偏相关系数分别为-0.452 6和0.485 6,与单荚粒数和百粒重表现出显著相关,偏相关系数分别为0.371 8和0.423 2。

2.3 两年产量与主要农艺性状的相关分析

由表4可以看出,春播绿豆材料的单株荚数与

表3 2016~2017年春播绿豆材料产量与主要农艺性状的偏相关分析

	偏相关系数	t值	P值
r(Y,X ₁)	-0.226 0	1.312 7	0.198 6
r(Y,X ₂)	0.039 5	0.223 5	0.824 6
r(Y,X ₃)	-0.452 6**	2.871 6	0.007 2
r(Y,X ₄)	0.143 9	0.822 8	0.416 7
r(Y,X ₅)	0.485 6**	3.142 7	0.003 6
r(Y,X ₇)	0.371 8*	2.265 9	0.030 4
r(Y,X ₈)	0.423 2*	2.642 3	0.012 6

注:“*”和“**”表示在0.05和0.01水平上差异显著,Y表示产量,X₁表示生育天数,X₂表示株高,X₃表示主茎节数,X₄表示主茎分枝数,X₅表示单株荚数,X₆表示荚长,X₇表示单荚粒数,X₈表示百粒重,下同

产量呈极显著正相关,相关系数0.681 6;单荚粒数和百粒重与产量呈显著正相关,相关系数分别为0.416 0和0.398 3,表明应以单株荚数为主,单荚粒数和百粒重为辅进行田间选择高产春播绿豆品种。

生育天数与株高、主茎节数、主茎分枝数、单株荚数、主茎分枝数、单荚粒数和百粒重分别呈

表4 2016~2017年春播绿豆材料产量与主要农艺性状的相关分析

相关系数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
X ₂	0.453 9**							
X ₃	0.423 4**	0.682 5**						
X ₄	-0.652 7**	0.206 5	-0.078 4					
X ₅	0.535 2**	0.020 7	0.275 9	0.374 9*				
X ₆	0.242 0	0.419 6**	0.178 2	0.247 4	0.308 4			
X ₇	0.407 8**	0.640 6**	0.360 7*	0.284 4	0.068 5	0.571 4**		
X ₈	0.490 9**	0.304 3	0.223 7	0.387 8*	0.107 1	0.653 3**	0.308 9	
Y	-0.290 9	0.216 1	-0.282 3	0.142 0	0.681 6**	0.148 5	0.416 0*	0.398 3*

极显著相关;株高与主茎节数、荚长和单荚粒数呈极显著正相关;主茎节数和单荚粒数呈显著正相关;主茎分枝数与单株荚数和百粒重呈显著正相关;荚长与单荚粒数和百粒重呈极显著正相关。春播绿豆产量和主要农艺性状相关性顺序为单株荚数(r=0.681 6)>单荚粒数(r=0.416 0)>百粒重(r=0.398 3)>株高(r=0.216 1)>荚长(r=0.148 5)>主茎分枝数(r=0.142 0)>主茎节数(r=-0.282 3)>生育天数(r=-0.290 9)。

2.4 两年产量与主要农艺性状的通径分析

由表5可以看出,株高、主茎分枝数、单株荚数、单荚粒数、百粒重对产量有正直接效应,生育天数和主茎节数对产量有负直接效应。各主要农艺性状对产量的重要程度大小为X₅(单株荚数)>

X₇(单荚粒数)>X₈(百粒重)>X₄(主茎分枝数)>X₂(株高)>X₃(主茎节数)>X₁(生育天数)。单株荚数对产量的直接作用最大,尽管生育天数、单荚粒数和百粒重对产量的间接作用削弱了单株荚数对产量的影响,但通过株高、主茎节数和主茎分枝数对产量的间接正效应,导致综合间接效应仍为正向作用。育种工作中可将单株荚数较多的材料列为重点材料。

3 讨论与结论

通过对产量和主要农艺性状进行偏相关分析,可以初步判定产量构成因素中的主要变量^[5],通径分析显示单株荚数对产量起到了最大直接效应(0.679 0)。在偏相关分析和相关分析中,单株

表 5 2016 年~2017 年春播绿豆材料产量与主要农艺性状的通径分析

性状	直接效应	间接效应						
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₇	X ₈
X ₁	-0.351 5		0.024 4	-0.258 3	-0.104 2	0.363 4	0.175 0	0.242 1
X ₂	0.053 8	-0.159 6		-0.416 4	-0.033 0	0.014 0	0.275 0	0.150 0
X ₃	-0.610 1	-0.148 8	0.036 7		-0.012 5	0.187 3	0.154 8	0.110 3
X ₄	0.159 7	0.229 4	-0.011 1	0.047 8		-0.254 6	-0.122 1	-0.191 2
X ₅	0.679 0	-0.188 1	0.001 1	0.168 3	0.059 9		-0.029 4	-0.052 8
X ₇	0.529 2	-0.143 3	0.034 4	-0.220 1	-0.045 4	-0.046 5		0.152 3
X ₈	0.493 0	-0.172 6	0.016 4	-0.136 5	-0.061 9	-0.072 7	0.132 6	

荚数都表现出极显著正相关(0.485 6,0.681 6),因此在选育高产春播绿豆品种时,单株荚数可作为最主要的目标性状。单荚粒数的变异系数最小,且与产量呈极显著相关(0.416 0),经通径分析显示其对产量也有较高的正直接效应(0.529 2);百粒重的正直接效应较高(0.493 0),且在偏相关分析和相关分析中均表现出显著正相关(0.423 2,0.398 3)。因此,单株荚数可作为主要目标性状,辅助单荚粒数筛选春播绿豆品种。

主茎分枝数在通径分析中表现出较高的正直接效应,但在偏相关分析和相关分析中均表现不显著正相关,这可能是因为单株荚数相关系数较高,掩盖了主茎分枝数的效应。偏相关分析和相关分析一定程度上起到消除环境因素对产量的影响,通径分析可以阐释性状间的直接效应,并估算性状对产量直接作用的大小^[13]。因此,主茎分枝数也可作为筛选高产春播绿豆品种的指标之一。

研究显示,产量与单株荚数、单荚粒数和百粒重呈正相关^[16],单株荚数和单荚粒数的提升对于提高产量有重要意义^[17],单株荚数、单荚粒数和百粒重与产量关系最为密切^[18];通径分析显示,单株荚数、单荚粒数和百粒重对产量具有重要影响,其余性状对产量的影响也较大^[12]。上述研究与本研究的结果相符。因此,在品种筛选和选育时,除了要注重对产量产生直接效应的相关性状之外,还应将性状间的相互影响考虑在内。

单株荚数除与产量呈极显著正相关外,与生育天数表现出极显著正相关,与主茎分枝数呈显著正相关;单荚粒数与生育天数、株高和荚长呈极显著正相关,与主茎节数呈显著正相关;百粒重与生育天数和荚长呈极显著正相关,与主茎分枝数呈显著正相关。生育天数与产量相关性为负,造成负直接效应。因此,在田间筛选和选育高产、优质春播绿豆品种时,应首先考虑单株荚数较多,单荚粒数较多,百粒重较大,辅以参考株

高较高,荚长较长的绿豆材料。

参考文献:

[1] 林汝法,柴 岩,廖 琴.中国小杂粮[M].北京:中国农业科技出版社,2002:192-209.

[2] 郑卓杰.中国食用豆类学[M].北京:中国农业出版社,1997:141-166.

[3] 张海均,贾冬英,姚 开.绿豆的营养与保健功能研究进展[J].食品与发酵科技,2012,48(1):7-10.

[4] 郇美丽,沈 群,程须珍.不同品种绿豆物理和营养品质分析[J].食品科学,2008,29(7):58-61.

[5] 龚倩云.绿豆在食品工业中应用的研究进展[J].农产品加工,2009(3):57-58.

[6] 柴 岩.中国小杂粮产业发展报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007:43.

[7] 郝曦煜,尹凤祥,梁 杰,等.绿豆新品种白绿 14 号[J].中国种业,2015(8):88-89.

[8] 郝曦煜,尹凤祥,梁 杰,等.绿豆新品种白绿 15 号及栽培技术[J].中国种业,2016(6):72-73.

[9] 郝曦煜,梁 杰,郭文云,等.白城市特色食用豆产业发展优势分析[J].东北农业科学,2019,44(1):87-90.

[10] Das A, Biswas M, Dastidar K G. Genetic divergence in green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek)[J]. Journal of Agronomy, 2010, 9(3): 126-130.

[11] Singh S K, Singh B, Singh O. Genetic divergence in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek)[J]. Legume Research, 2009, 32: 98-102.

[12] 杨春玲,王 阔,关 立,等.绿豆主要农艺性状间的相关及通径分析[J].杂粮作物,2005,25(5):314-315.

[13] 杨 勇,周 斌,杨超华,等.夏播绿豆不同品种产量与主要农艺性状的相关分析[J].作物杂志,2015(4):65-68.

[14] 程须珍,王素华,王丽侠,等.绿豆种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006:48-58.

[15] 张凤昌,李 伟.绿豆产量及其构成因素的育种分析[J].吉林农业科学,1994(3):11-13.

[16] 许海涛,许 波,王友华.夏大豆产量与主要农艺性状相关性分析研究[J].种子,2006,25(12):80-81.

[17] 史 宏.不同生态类型大豆农艺性状与产量关系的研究[J].华北农学报,2018,33(1):150-159.

[18] 申忠宝,王建丽,潘多锋,等.大豆单株产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].中国农学通报,2012,28(33):75-77.

(责任编辑:刘洪霞)