

从产量构成要素探索绿豆新株型

徐 宁, 王明海, 窦金光, 邓昆鹏, 王桂芳, 包淑英, 兰天娇, 刘洪霞, 檀 辉,
郭中校*

(吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100)

摘 要:从产量构成要素方面分析了直立型和半蔓生型绿豆品种的典型特征, 结果表明两者的表现正好相反, 产量构成要素的差异达到极显著水平, 直立型品种荚多、荚短、粒小, 半蔓生型品种荚少、荚长、粒大, 单株荚数与产量呈显著正相关。提出了利用荚长、粒大、品质优良的半蔓生型品种改良现有直立型绿豆品种, 创制单株荚数多、荚长、粒大的直立型绿豆新株型的育种方法, 并指导育种实践, 育成了新株型品种吉绿 14。根据其品种特点分析了应用垄上双行栽培模式对产量等的影响, 应用垄上双行栽培模式, 吉绿 14 较常规栽培模式增产 11.6%。

关键词:绿豆; 产量构成要素; 新株型; 群体结构

中图分类号: S522

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2022)05-0021-04

Exploring New Plant Type of Mung Bean by Analyzing Yield Components

XU Ning, WANG Minghai, DOU Jinguang, DENG Kunpeng, WANG Guifang, BAO Shuying, LAN Tianjiao,
LIU Hongxia, TAN Hui, GUO Zhongxiao*

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100)

Abstract: The typical characteristics of erect and semi-erect mung bean varieties were studied by analyzing the yield components. The results showed that the performance of yield components between erect and semi-erect mung bean varieties was opposite and reached extremely significant differences. The erect varieties had the traits with more number of pods per plant, shorter pods, and smaller seeds, however, the semi-erect varieties had the traits with less number of pods per plant, longer pods, and larger seeds. There was a significantly positive relationship between number of pods per plant and yield. In summary, we presented a breeding method of creating new erect plant type with more number of pods per plant, longer pods and larger seeds by utilizing the semi-erect varieties. The new plant type variety Jilv 14 was bred by this method. Moreover, we analyzed the effects on yield of Jilv 14 applying cultivation mode of double rows on one ridge, the results showed that the yield of Jilv 14 was increased by 11.6 % compared with that of the conventional cultivation mode.

Key words: Mung bean; Yield components; New plant type; Population structure

绿豆是我国重要的食用豆类作物之一, 在促进农业种植业结构调整和经济欠发达地区农业生产中发挥着重要作用^[1]。绿豆富含蛋白质、维生素、矿质元素等营养物质, 且具有药用价值, 是广受欢迎的医食两用作物^[2]。东北地区是我国绿豆主产区, 吉林省是绿豆重要生产省份, 种植面积、

产量约占全国的五分之一^[3]。一段时间内吉林省绿豆生产上推广应用的主要是具有地方品种“大鹦哥绿”血缘的半蔓生品种^[4], 缺乏适宜机械化收获的直立型品种。吉林省农业科学院食用豆研究团队针对生产实际, 通过直立型种质搜集、创新, 育成了高产直立型绿豆品种吉绿 10 号、吉绿 13 号^[3,5], 并在生产上大面积应用。但是吉林省生产的绿豆主要用于出口, 与半蔓生品种相比, 吉绿 10 号、吉绿 13 号籽粒较小, 色泽也不够明亮, 不能满足出口的需要。

从株型上绿豆分为直立型、半蔓生型和蔓生型^[6], 生产上常见的主要是直立型和半蔓生型。目前吉林省绿豆育种目标主要是开展直立型高产

收稿日期: 2021-11-04

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFD1000805-01); 吉林省科技发展计划重点研发项目(20220202007NC); 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-08-Z8)

作者简介: 徐 宁(1981-), 男, 副研究员, 在读博士, 主要从事杂粮豆类品种资源研究。

通讯作者: 郭中校, 男, 博士, 研究员, E-mail: guozhx@cjaas.com

优质绿豆品种的选育,从产量构成要素方面应选育单株荚数多、荚长、粒大的品种,以满足出口的需要,同时应兼顾高蛋白、高淀粉等品质性状。本文从产量构成要素方面分析了直立型和半蔓生型绿豆品种的典型特征,提出了选育单株荚数多、荚长、粒大、品质优良的直立型绿豆品种的方法,并指导育种实践选育出优质高产直立型新品种吉绿 14,同时根据其品种特点研究了群体大小、结构对产量等的影响,以期吉绿 14 的应用

推广奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

用于不同株型品种产量构成要素典型特征分析的试验材料为国家食用豆产业技术体系育成的部分绿豆品种,其中直立型品种 9 个、半蔓生型品种 7 个,见表 1。新品种吉绿 14 用于分析群体大小、结构对产量等的影响。

表 1 供试品种及来源

序号	品种名称	供种单位	株型
1	保 942-34	保定市农业科学院	直立型
2	保 942	保定市农业科学院	直立型
3	晋绿豆 3 号	山西省农业科学院小杂粮研究中心	直立型
4	潍绿 7 号	潍坊市农业科学院	直立型
5	潍绿 8 号	潍坊市农业科学院	直立型
6	中绿 11 号	中国农业科学院作物科学研究所	直立型
7	冀绿 7 号	河北省农林科学院粮油作物研究所	直立型
8	冀绿 9 号	河北省农林科学院粮油作物研究所	直立型
9	苏绿 2 号	江苏省农业科学院蔬菜研究所	直立型
10	内蒙古绿豆	内蒙古自治区农牧业科学院植物保护研究所	半蔓生型
11	辽绿 8 号	辽宁省农业科学院作物研究所	半蔓生型
12	绿丰 3 号	黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院	半蔓生型
13	吉绿 3 号	吉林省农业科学院作物育种研究所	半蔓生型
14	吉绿 7 号	吉林省农业科学院作物育种研究所	半蔓生型
15	白绿 6 号	白城市农业科学院	半蔓生型
16	白绿 8 号	白城市农业科学院	半蔓生型

1.2 试验设计与方法

1.2.1 不同株型品种产量构成要素典型特征分析

试验于 2011 年在吉林省农业科学院公主岭试验田进行,试验点位于东经 124°48′、北纬 43°31′,土壤类型为淋溶性黑土,肥力中等。试验按完全随机区组设计,每个品种 3 次重复,每次重复种植 4 行,行长 5 m,行距 0.6 m。每次重复收获中间 2 行测产,行长 3.33 m,测定小区产量并折合成公顷产量。按照《绿豆种质资源描述规范和数据标准》^[6]调查单株荚数、单荚粒数、荚长、百粒重等性状。田间管理同大田。

1.2.2 群体大小、结构对吉绿 14 产量等的影响

应用垄上双行栽培模式和常规垄栽培模式(CK),垄距和株距均分别为 63 cm 和 15 cm,垄上双行行距为 18 cm。机械播种,每种栽培模式面积为 3 333 m²,收获时每种栽培模式随机取 5 点(2 垄,垄长 3 m),每点面积 3.78 m²,测定小区产量并

折合成公顷产量。调查小区内收获株数及单株荚数等产量构成要素。试验于 2021 年在通榆县瞻榆镇良井子进行。田间管理同大田。

1.3 数据统计分析

利用 Microsoft Excel 2007 软件分析基本统计量,利用 DPS 14.10 软件^[7]对各个性状均值差异进行 t 检验、相关性分析、方差分析,利用 Fisher 线性判别分析各个性状在鉴别株型方面的能力。

2 结果与分析

2.1 不同株型品种产量构成要素典型特征分析

2.1.1 不同株型品种各个性状均值比较

由表 2 可以看出,直立型和半蔓生型绿豆品种的单株荚数、荚长、单荚粒数和百粒重均达到了极显著差异水平,单株荚数分别为 23.3 个、18.4 个,荚长分别为 9.50 cm、11.03 cm,单荚粒数分别为 11.1 个、12.0 个,百粒重分别为 5.64 g、6.31 g。

表2 不同株型品种各个性状均值比较

品种名称	株型	单株荚数	荚长(cm)	单荚粒数	百粒重(g)	产量(kg/hm ²)
保942-34	直立型	25.6	9.62	11.1	5.56	1433.3
保942		24.2	9.38	10.7	5.63	1373.9
晋绿豆3号		20.9	9.80	11.7	5.89	1022.4
潍绿7号		20.5	9.17	11.4	5.42	1277.2
潍绿8号		23.4	9.14	10.7	5.02	1182.9
中绿11号		24.8	9.85	11.5	5.42	1300.5
冀绿7号		22.4	9.96	11.0	6.46	1552.5
冀绿9号		24.3	9.21	11.0	5.47	1277.6
苏绿2号		23.9	9.37	11.1	5.91	1379.9
平均值		23.3A	9.50A	11.1A	5.64A	1311.1a
内蒙古绿豆	半蔓生型	17.3	11.04	11.9	6.32	1321.2
辽绿8号		18.2	11.17	12.3	6.33	1236.3
绿丰3号		17.6	10.17	11.3	6.24	1141.3
吉绿3号		19.6	11.15	12.2	6.17	1214.5
吉绿7号		17.2	11.26	12.1	6.56	1145.4
白绿6号		19.8	11.07	12.3	6.19	1193.1
白绿8号		18.8	11.37	11.8	6.37	1274.4
平均值		18.4B	11.03B	12.0B	6.31B	1218.0a

注:同列大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$),小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),下同

直立型品种的产量为1 311.1 kg/hm²,高于半蔓生型品种的产量1 218.0 kg/hm²,但差异不显著。因此,直立型品种荚多、荚短、粒小,半蔓生型品种荚少、荚长、粒大。

2.1.2 各个性状的相关性分析

在直立型和半蔓生型绿豆品种的混合群体中,单荚粒数、荚长和百粒重与产量均呈正相关(表3),

只有单株荚数与产量呈显著正相关,相关系数为0.533,单荚粒数与产量呈负相关,相关系数-0.036。单株荚数与荚长和百粒重均呈负相关,与单荚粒数呈显著负相关,相关系数为-0.460。单荚粒数与荚长、百粒重分别达到了极显著和显著正相关,相关系数分别为0.856、0.527。百粒重与荚长呈极显著正相关,相关系数为0.787。

表3 各个性状的相关系数

性状	单株荚数	荚长	单荚粒数	百粒重	产量
单株荚数	1.000				
荚长	-0.394	1.000			
单荚粒数	-0.460*	0.856**	1.000		
百粒重	-0.429	0.787**	0.527*	1.000	
产量	0.533*	0.278	-0.036	0.326	1.000

注:“*”和“**”分别表示在0.05和0.01水平上差异显著

2.1.3 Fisher线性判别分析

Fisher线性判别分析能够考察研究的指标是否具有鉴别相关分类的能力,本研究应用此分析来考察5个性状在鉴别株型分类方面的能力,得到1个特征根为11.477,对应的典型相关系数为0.959。Fisher判别准则下的特征向量为 $u^{(1)}(x)=0.534X_1-3.806X_2+1.497X_3+1.453X_4+0.001X_5$,每个性状的判别能力 $d_i^2=(F_i/x_i)^2$ 。由表4可以看出,荚长和单株荚数的 d^2 最大,即在鉴别株型方面要优先

考虑荚长和单株荚数。

表4 Fisher判别准则下的特征向量和标准化系数

变量	特征向量		标准化系数
	F_1	F_1	d^2
单株荚数(X_1)	0.534	0.795	0.632
荚长(X_2)	-3.806	-1.340	1.797
单荚粒数(X_3)	1.497	0.512	0.263
百粒重(X_4)	1.453	0.464	0.216
产量(X_5)	0.001	0.149	0.022

2.1.4 绿豆新株型的育种实践

通过上述结果分析,直立型绿豆品种的典型特征是单株荚数较多、荚较短、粒较小,而半蔓生型绿豆品种的典型特征是单株荚数较少、荚较长、粒较大,不同株型品种能够从荚长和单株荚数两个性状上加以明显区分,而且单株荚数与产量呈显著正相关。

针对上述绿豆两种株型的特征,结合目前育种目标,提出了应选育单株荚数多、荚长、粒大的直立型绿豆新株型的育种目标,在育种亲本选择方面,应改变传统的双亲均为直立型基因型的方法,充分利用现有荚长、粒大、品质优良的半蔓生型品种。据此,2012年以半蔓生型品种吉绿3号为母本,直立型品种冀绿7号为父本,经有性杂交、选择,育成了新株型绿豆品种吉绿14,于2021年5月通过吉林省农作物品种审定委员会认定。吉绿14株型直立,株高48.8 cm,单株荚数23.4个,荚长11.4 cm,单荚粒数11.3个,百粒重6.63 g,符

合新株型育种目标,且区域试验平均公顷产量为1 642.5 kg,比对照品种增产9.19%,生产试验平均公顷产量为1 662.0 kg,比对照品种吉绿9号增产10.57%。品质优良,籽粒粗蛋白质含量24.84%,粗淀粉含量52.35%,均超过国家行业标准中的二级标准。田间自然发病,抗病毒病、叶斑病,抗蚜虫。生育期72 d左右。

2.2 群体大小、结构对吉绿14产量等的影响

由表5可以看出,应用垄上双行栽培技术吉绿14公顷保苗数达到了192 593株,比常规栽培模式极显著增加了1倍。产量构成要素方面,吉绿14应用垄上双行栽培技术的单株荚数、单荚粒数、百粒重分别为16.6个、11.5个、6.60 g,单株荚数极显著小于常规栽培模式下的单株荚数,但两种栽培模式下的单荚粒数和百粒重无显著差异。应用垄上双行栽培技术极显著提高了吉绿14的产量,达到了每公顷1 543.1 kg,比常规栽培模式增产11.6%。

表5 群体大小、结构对吉绿14产量性状的影响

栽培模式	区内株数	公顷株数	单株荚数	单荚粒数	百粒重g	产量(kg/hm ²)
垄上双行	73A	192 593A	16.6B	11.5a	6.60a	1 543.1A
常规栽培(CK)	36B	94 709B	26.3A	12.2a	6.36a	1 382.3B

3 讨论与结论

增加单位面积产量是作物育种和栽培的永恒主题,而株型在作物产量形成中具有重要的作用。Donald^[8]于20世纪60年代最早提出理想株型的概念后,主要农作物的理想株型研究成为研究热点。然而,有关绿豆株型的研究较少,徐宁等^[11,9]对绿豆的株高、分枝数、主茎节数、分枝角度等性状的遗传进行了研究,陈剑等^[10-12]分析了种植密度、施肥对不同株型绿豆品种的生长发育、叶片生理生化特性及产量等的影响。本研究通过对直立型、半蔓生型绿豆品种产量构成要素的分析表明,两者的表现正好相反,且产量构成要素的差异达到极显著水平,直立型品种荚多、荚短、粒小,半蔓生型品种荚少、荚长、粒大。相关分析表明,单株荚数与单荚粒数呈显著负相关,与百粒重呈负相关但差异不显著,这正是单株荚数、单荚粒数和百粒重三个产量构成要素相互矛盾的主要表现,也使得直立型品种和半蔓生型品种各自表现出了典型特征,但是单株荚数与产量呈显著正相关,这与刘长友等^[13]的研究结果相同,因此单株荚数是绿豆高产的最关键要素,目前直立型

品种的单株荚数普遍较多,要重点解决荚长、粒大的问题。直立型品种和半蔓生型品种的产量差异不显著,两种株型的品种都有获得高产的潜力,这与实际相符。通过判别分析表明,可以重点选择荚长和单株荚数两个性状对株型加以鉴别,具体在株型育种实践中就应重点改良荚长和单株荚数这两个性状,对于直立型品种来说关键解决荚长的问题,对于半蔓生型品种来说关键解决荚多的问题。传统直立型绿豆品种选育在亲本选择上,两个亲本往往均选择直立型的材料,未充分利用半蔓生型品种所携带的荚长、粒大、品质优良等优异基因。综上,本研究提出了利用荚长、粒大、品质优良的半蔓生型品种改良现有直立型绿豆品种,创制单株荚数多、荚长、粒大的直立型绿豆新株型的育种方法,并指导育种实践,育成了新株型高产优质绿豆品种吉绿14。

吉绿14株高48.8 cm,生育期72 d左右,属于矮秆早熟品种。东北地区绿豆生产上垄距为60~65 cm,播种时株距一般在12~15 cm,对于矮秆早熟的直立型品种来说不能保证足够的群体量,即使播种时株距为8~10 cm,由于垄距过大不能封垄,造成土地、光能等资源浪费,(下转第87页)

参考文献:

- [1] 丁丽萍,马力,占玉芳,等.基于主成分分析的不同激素处理下宁夏枸杞扦插生根效果的综合评价[J].经济林研究,2017,35(2):110-115.
- [2] 刘王锁,张波,石建宁,等.不同生长调节剂对小叶黄果枸杞硬枝扦插成苗的影响[J].贵州农业科学,2014,42(5):82-85.
- [3] 万庆安.黑果枸杞嫩枝扦插育苗技术试验初探[J].现代农村科技,2018(7):68-69.
- [4] 张生兰.不同生长调节剂对黑果枸杞嫩枝扦插效果的影响[J].防护林科技,2018(12):23-24,79.
- [5] 丁丽萍,田晓萍,陈斌.不同处理对枸杞扦插生根质量的影响研究[J].林业科技通讯,2017(2):57-59.
- [6] 许志诚.黑果枸杞特色产品开发现状与前景展望[J].农业与技术,2017,37(12):244.
- [7] 王占林,徐生旺,樊光辉,等.青海省枸杞产业技术研究进展[J].青海科技,2017,24(1):39-44.
- [8] 赵晶忠,王立,孔东升,等.黑果枸杞温室穴盘育苗定植及嫩枝扦插技术研究[J].甘肃农业大学学报,2017,52(2):86-91.
- [9] 王存桂,陈芝兰.ABT生根粉对枸杞嫩枝扦插生根的影响[J].青海农林科技,2017(1):76-77.
- [10] 王晶,李毅,樊辉,等.不同浓度生根粉对黑果枸杞扦插苗生长的影响[J].草原与草坪,2017,37(5):75-79.
- [11] 杨宏伟,郭永盛,刘博,等.黑果枸杞硬枝扦插繁育技术研究[J].内蒙古林业科技,2016,42(4):33-35.
- [12] 刘克彪,李爱德,李发明,等.四种生长调节剂对黑果枸杞嫩枝扦插成苗的影响[J].经济林研究,2014,32(3):99-103.
- [13] 谢婷,马瑞,沙小燕,等.基质、处理剂及其浓度对黑果枸杞硬枝扦插育苗的影响[J].水土保持通报,2018,38(2):318-322.
- [14] 甄伟玲,占玉芳,鲁艳芳,等.不同生长调节剂对枸杞硬枝扦插效果的影响[J].甘肃林业科技,2015,40(4):28-31.
- [15] 孙军.野生黑果枸杞硬枝扦插育苗影响因素试验[J].中国果菜,2018,38(6):18-20.
- [16] 宋学云,俞建中,孔祥,等.影响枸杞嫩枝扦插育苗成活及成苗的关键技术研究[J].宁夏农林科技,2017,58(2):28-30.
- [17] 郑新华.黑果枸杞全光雾嫩枝扦插育苗技术研究[J].防护林科技,2017(S1):32-33.
- [18] 王英,何语涵,许晓敏,等.外源赤霉素对大豆矮秆品系F03生长发育的影响[J].东北农业科学,2019,44(3):1-4.
- [19] 李莉,韩瑜霞,苏文娟,等.不同预处理方法对连翘种子萌发的影响[J].东北农业科学,2019,44(3):33-36.

(责任编辑:刘洪霞)

(上接第24页)降低产量。在作物生育期缩短(早熟)的前提下,提高或维持较高作物产量最可能的技术途径是增加种植的密度^[4]。本研究在干旱盐碱地区的通榆县瞻榆镇应用垄上双行栽培模式种植矮秆早熟绿豆品种吉绿14,垄宽63 cm,垄上双行行距18 cm,不仅增加了种植密度,而且优化了群体结构,能够充分利用光能、土地等资源,吉绿14较常规栽培模式增产11.6%。

参考文献:

- [1] 徐宁,曲祥春,王明海,等.绿豆主要株型性状的遗传[J].中国农业大学学报,2019,24(4):24-35.
- [2] 邓昆鹏,郭中校,王明海,等.施肥量及密度对直立型绿豆品种产量效应的影响[J].东北农业科学,2020,45(6):32-36.
- [3] 徐宁,王明海,包淑英,等.直立型绿豆种质资源搜集、评价与种质创新[J].东北农业科学,2016,41(6):50-55.
- [4] 徐宁,王明海,包淑英,等.吉林省近年来绿豆品种遗传改良过程中主要农艺性状的变化[J].作物杂志,2013(4):43-47.
- [5] 王明海,徐宁,包淑英,等.直立型绿豆品种吉绿10号的选育及配套栽培技术[J].现代农业科技,2016(8):55,60.
- [6] 程须珍,王素华,王丽侠.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,2006:56-58.
- [7] 唐启义.DPS数据处理系统:实验设计、统计分析及数据挖掘(第2版)[M].北京:科学出版社,2010:747-752.
- [8] Donald C M. The breeding of crop ideotypes[J]. Euphytica, 1968, 17(3): 385-403.
- [9] 徐宁,曲祥春,王明海,等.绿豆分枝角度遗传研究[J].东北农业科学,2018,43(5):1-5.
- [10] 陈剑,葛维德.高密度种植对不同绿豆株型品种农艺性状及产量的影响[J].作物杂志,2013(6):104-109.
- [11] 陈剑,谢甫绶,陈振武,等.施肥对不同株型绿豆品种生长发育及产量的影响[J].华北农学报,2008,23(S2):298-301.
- [12] 陈剑,杨振中,谢甫绶,等.施磷酸二铵对不同株型绿豆品种叶片生理生化特性的影响[J].作物杂志,2012(5):76-81.
- [13] 刘长友,范保杰,曹志敏,等.利用混合线性模型分析绿豆主要农艺性状的遗传及相关性[J].作物学报,2012,38(4):624-631.
- [14] 邹应斌,黄敏.转型期作物生产发展的机遇与挑战[J].作物学报,2018,44(6):791-795.

(责任编辑:刘洪霞)