

河北省不同时期育成大豆品种产量构成因子分析

王凤敏, 赵双进, 王静华, 谷峰, 赵青松, 杨春燕, 张孟臣, 秦君

(河北省农林科学院 粮油作物研究所/国家大豆改良中心石家庄分中心, 河北 石家庄 050035)

摘要:通过对河北省1983~2011年育成审定的46个大豆品种进行了3年产量试验,分析了不同育种阶段品种产量与构成因子的关系。结果表明:不同品种间产量存在明显差异,1983~1985年育成品种产量在2 000~2 500 kg·hm⁻²,1989~2004年育成品种产量在3 000~3 500 kg·hm⁻²,2004~2011年育成品种产量在3 500~4 500 kg·hm⁻²,2004~2011年育成品种的单株粒重和百粒重显著高于1983~1985年育成品种,增长率分别为44.34%和14.70%;相关分析表明,主茎节数、单株粒重与产量呈极显著正相关,植株形态性状、荚粒性状、品质性状间都存在密切的相关关系;主成分分析结果表明株高是决定产量最重要的因子,其次是主茎节数、有效荚数、单株粒数和单株粒重;在育种进程中,产量、株高、单株粒重和单株粒数的改良潜力较大,而蛋白含量的改良潜力较小,株高(93.58%)、主茎节数(89.68%)和百粒重(86.49%)的广义遗传力很高(85%以上),其余性状的遗传力在65%以下,建议选育过程中对株高、主茎节数和百粒重进行早代选择。因此,适当增加植株高度,提高粒重是河北省育种方向之一;但在主抓影响产量的主要性状因子同时,应协调与主要因子相关的性状。

关键词:河北省;不同年份;大豆;育成品种;产量构成因子

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2014.06.0830

Analysis on the Yield Components of Soybean Cultivars Released in Different Stages of Hebei Province

WANG Feng-min, ZHAO Shuang-jin, WANG Jing-hua, GU Feng, ZHAO Qing-song, YANG Chun-yan, ZHANG Meng-chen, QIN Jun

(National Soybean Improvement Center Shijiazhuang Sub-Center/North China Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Soybean Ministry of Agriculture, Cereal & Oil Crop Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050035, China)

Abstract: The purpose of this study was to analyze the relationship between yield and other traits of 46 bred soybean cultivars in different stages for three years test. The results showed that the yield of those cultivars had significant difference. The yield in 1983-1985 was 2 000-2 500 kg·ha⁻¹, in 1989-2004 was 3 000-3 500 kg·ha⁻¹, in 2004-2011 was 3 500-4 500 kg·ha⁻¹. Seed weight per plant and 100-seed weight of cultivars bred in 2004-2011 were significantly higher than those of cultivars bred in 1983-1985, the growth rate were 44.34% and 14.70% respectively. Correlation analysis showed that yield with number of nodes on main stem and seed weight per plant had very significant positive correlation. There were closely related among plant morphological traits, grain shape traits and quality traits. Principal component analysis showed that the most important factor was plant height, the more contribution factors were number of nodes on main stem, effective pods, seed number per plant, seed weight per plant. In the breeding process, yield, plant height, seed weight per plant and seeds number per plant had higher improved potential, protein content had lower potential, broad sense heritability of plant height, number of nodes on main stem and 100-seed weight were higher than 85%, those traits were suggested selecting in the early generation. Therefore, the breeding direction in Hebei province were suitably increasing plant height and grain weight. But the main factors related with yield should coordinate with other traits at the same time.

Key words: Hebei province; Different years; Soybean; Released cultivars; Yield component factors

河北省位于黄淮海夏大豆产区和北方春大豆产区的交界地带,大豆常年播种面积在20万hm²左右^[1]。提高大豆单产一直是育种的重要目标之一,也是研究的难点所在^[2]。分析品种的育种进程,以及各品种产量的构成因素对产量的贡献^[3],对于指导河北省大豆育种,提高大豆单产具有重要意义。

为进一步了解各个农艺性状对产量的影响,前

人对产量相关性状进行了一些研究。徐泽茹等^[4]用灰色关联分析法对18个大豆品种的产量及农艺性状进行分析,得出与大豆产量相关的6个农艺性状的关联顺序是百粒重>粒数>有效荚数>生育日期>株高>主茎节数。徐淑霞^[5]应用灰色关联分析对河南省的12份区试材料的主要性状对产量

收稿日期:2014-02-13

基金项目:国家自然科学基金(31100880);河北省自然科学基金(C2012301020);河北省高层次人才创新工程(F12E03002);优秀留学回国人员一类重点资助(C2011006001)。

第一作者简介:王凤敏(1981-),女,硕士,助理研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:wangfm89@163.com。

通讯作者:秦君(1972-),女,博士,研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:hbnyydd@163.com。

的影响,得出对大豆产量影响最大的是单株粒数,其次是株高、百粒重、单株粒重和单株荚数。于凤瑶等^[6]对黑龙江 1980~2008 年主栽大豆品种农艺性状的研究认为,单株粒重、单株荚数、主茎节数改良潜力较大,而株高、百粒重、蛋白质、脂肪的改良潜力较小。金剑等^[7]研究认为,高产大豆应具有株高适宜、节数相对较多、产量形成的空间较大等特性;王宗标等^[8]对黄淮地区 36 个品种进行通径分析认为,黄淮夏大豆高产特性是主茎型,节数多,荚垂直均匀分布,多荚多粒。

本研究选取 46 份河北省不同年份的育成品种,

对其产量与农艺性状、品质性状的关系进行分析,了解育种进程中构成产量的主要因子以及育种进程中变化较大的性状,旨在为河北省高产大豆品种的选育方向提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2011~2013 年在石家庄进行,以河北省 1983~2011 年以来审定的 46 个品种为材料(表 1)。采用完全随机区组设计,3 次重复,3 m 行长,3 行区,行距 50 cm,株距 10 cm,常规田间管理。

表 1 供试品种的名称及来源

Table 1 Name and source of soybean cultivars in Hebei province

品种名称 Cultivar name	育成单位 Breeding institutes	审定年份 Approved year	品种名称 Cultivar name	育成单位 Breeding institutes	审定年份 Approved year
冀豆 3 号 Jidou 3	河北省农林科学院 HAAFS	1983	五星 4 号 Wuxing 4	河北省农林科学院 HAAFS	2009
冀豆 4 号 Jidou 4	河北省农林科学院 HAAFS	1984	石豆 1 号 Shidou 1	石家庄市农业科学院 SAAFS	2007
冀豆 5 号 Jidou 5	河北省农林科学院 HAAFS	1984	石豆 2 号 Shidou 2	石家庄市农业科学院 SAAFS	2008
冀豆 6 号 Jidou 6	河北省农林科学院 HAAFS	1985	石豆 3 号 Shidou 3	石家庄市农业科学院 SAAFS	2009
冀豆 7 号 Jidou 7	河北省农林科学院 HAAFS	1992	石豆 4 号 Shidou 4	石家庄市农业科学院 SAAFS	2009
冀豆 8 号 Jidou 8	中国科学院 CAS	1992	石豆 5 号 Shidou 5	石家庄市农业科学院 SAAFS	2009
冀豆 9 号 Jidou 9	邯郸市农业科学院 HAAS	1994	石豆 6 号 Shidou 6	石家庄市农业科学院 SAAFS	2011
冀豆 10 号 Jidou 10	河北省农林科学院 HAAFS	1996	沧豆 4 号 Cangdou 4	沧州市农林科学院 CAAFS	2000
冀豆 11 Jidou 11	沧州市农林科学院 CAAFS	1996	沧豆 5 号 Cangdou 5	沧州市农林科学院 CAAFS	2003
冀豆 12 Jidou 12	河北省农林科学院 HAAFS	1996, 2001	沧豆 6 号 Cangdou 6	沧州市农林科学院 CAAFS	2008
冀黄 13 Jihuang 13	河北省农林科学院 HAAFS	2004	沧豆 7 号 Cangdou 7	沧州市农林科学院 CAAFS	2007
冀豆 15 Jidou 15	河北省农林科学院 HAAFS	2004	邯豆 3 号 Handou 3	邯郸市农业科学院 HAAS	1999
冀豆 16 Jidou 16	河北省农林科学院 HAAFS	2005	邯豆 4 号 Handou 4	邯郸市农业科学院 HAAS	2003
冀豆 17 Jidou 17	河北省农林科学院 HAAFS	2006	邯豆 5 号 Handou 5	邯郸市农业科学院 HAAS	2004, 2005
冀豆 18 Jidou 18	河北省农林科学院 HAAFS	2007	邯豆 7 号 Handou 7	邯郸市农业科学院 HAAS	2007

续表 1

品种名称 Cultivar name	育成单位 Breeding institutes	审定年份 Approved year	品种名称 Cultivar name	育成单位 Breeding institutes	审定年份 Approved year
冀豆 19 Jidou 19	河北省农林科学院 HAAFS	2008	科丰 6 号 Kefeng 6	中国科学院 CAS	1989
冀豆 20 Jidou 20	河北省农林科学院 HAAFS	2008	化诱 542 Huayou 542	中国科学院 CAS	1999
冀豆 21 Jidou 21	河北省农林科学院 HAAFS	2010	化诱 4120 Huayou 4120	中国科学院 CAS	2003
冀 n37 Ji nf 37	河北省农林科学院 HAAFS	2004	化诱 5 号 Huayou 5	中国科学院 CAS	2005
冀 n58 Ji nf 58	河北省农林科学院 HAAFS	2005	科选 93 Kexuan 93	唐山市农业科学院 TAAS	2002
五星 1 号 Wuxing 1	河北省农林科学院 HAAFS	2001, 2003	中黄 13 Zhonghuang 13	中国农业科学院 CAAS	2001
五星 2 号 Wuxing 2	河北省农林科学院 HAAFS	2004	中黄 15 Zhonghuang 15	中国农业科学院 CAAS	2001
五星 3 号 Wuxing 3	河北省农林科学院 HAAFS	2005	青选 1 号 Qingxuan 1	国营青县原种场 SQBF	2006

HAAFS: Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences; SAAFS: Shijiazhuang Academy of Agricultural and Forestry Sciences; CAAFS: Cangzhou Academy of Agricultural and Forestry Sciences; HAAS: Handanshi Agriculture Academy of Sciences; CAS: Chinese Academy of Sciences; CAAS: Chinese Academy of Agriculture Sciences; TAAS: Tangshan Academy of Agriculture Sciences; SQBF: State-Qingxian Breeding Farm.

1.2 测定项目与方法

产量相关农艺性状数据调查,包括株高、底荚高、分枝数、主茎节数、有效荚、单株粒重、百粒重、单株粒数、一粒荚、二粒荚、三粒荚和四粒荚。收获后小区中间随机选取 10 株进行室内考种,籽粒计入小区产量。采用德国 Bruker 公司的 Matrix2I 傅立叶近红外光谱分析仪测定蛋白质和脂肪含量。

1.3 数据分析

利用改良潜力分析各农艺性状及品质性状,其改良潜力公式为^[9]:

$$\text{改良潜力} = (\text{最高值} - \text{平均值}) / \text{平均值} \times 100$$

对各性状进行方差分析,采用单个自由度分析法比较各性状的差异,并利用方差分析估算遗传力,公式^[10]:

$$V_G = (M_1 - M_2) / r; V_E = M_2; h_B^2 = V_G / (V_G + V_E) \times 100$$

其中 M_1 为总方差, M_2 为环境方差, r 为试验重复, V_G 为遗传方差, V_E 为环境方差, h_B^2 是广义遗传力。

利用 SAS 6.12、SPSS 17.0 软件分别对数据进

行方差分析、主成分分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同育种阶段品种产量及性状变化

2.1.1 产量 对 46 个育成品种连续 3 年的产量(表 2)进行方差分析,不同年度($P=0.0001$)、不同品种($P=0.0001$)产量差异极显著,品种 \times 年份($P=0.1999$)产量差异显著。从产量结果看出,随着年份的变化产量呈现逐年增加的趋势(图 1),表明河北省大豆育种的效率是明显的,根据育成年份和产量水平,分别以 3 000 和 3 500 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 为划分界限,将 46 个育成品种分为 3 个阶段。1983 ~ 1985 年期间审定的品种 4 个,产量在 2 000 ~ 2 500 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,产量水平较低;1989 ~ 2004 年审定品种 21 个,产量在 3 000 ~ 3 500 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均产量比前期阶段增产 664.17 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;2004 ~ 2011 年审定 21 个品种,产量在 3 500 ~ 4 500 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均产量比前一阶段增加 248.85 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

表 2 不同年份、不同重复间品种产量的方差分析表

Table 2 Variance analysis of varieties in different years and different repeats

来源 Source	自由度 df	平方和 Type III SS	均方 Mean square	F 值 F	概率 P
年份 Year	2	82182815.8	41091407.9	93.36	0.0001
品种 Variety	45	100355138.2	2230114.2	5.07	0.0001
重复 Repeat	2	487316.1	243658.1	0.55	0.5759
年份×重复 Year×Repeat	4	15096266.1	3774066.5	8.57	0.0001
年份×品种 Year×Variety	90	45985089.2	510945.4	1.16	0.1999
品种×重复 Variety×Repeat	90	35126529.4	390294.8	0.89	0.7364



图 1 品种育成年份与产量的趋势图

Fig.1 Trend chart between yield and year of breeding varieties

2.1.2 不同育种阶段育成品种农艺性状的变化

由表 3 可知,对植株形态性状进行分析结果表明:株高随着育种年份的推移先降低后增高;底荚高随着育种年份的推移不断增高;分枝数和主茎节数随着育种年份的推移不断增多。但这些性状在 3 个育种阶段间差异不显著,从而说明大豆各个植株性状的协调变化促使群体结构发生了一定的变化。荚粒性状结果表明,单株粒重增长幅度最大,1989 年以后育成品种的单株粒重都显著高于 1983~1985 年的单株粒重,1989 年以后两个育种阶段的增长率分别为 34.37% 和 44.34%;其次是百粒重增长幅度也较大,2004~2011 年育种阶段的百粒重显著高于 2004 年以前育成品种的百粒重,百粒重从 1983~1985 年的 14.75 g 增长到 19.97 g,2004~2011 年育种阶段增长率达到 14.70%。品质性状上,3 个育种阶段蛋白质和脂肪含量变幅不大。

2.2 不同育种阶段大豆品种农艺性状的相关分析及主成分分析

2.2.1 相关分析

由表 4 可知,主茎节数、单株粒重与产量呈极显著正相关;底荚高度、单株粒数、三粒荚和百粒重与产量呈显著正相关。株高、底荚高和主茎节数两两间都呈极显著正相关,而分枝数与株高、主茎节数呈极显著负相关。荚粒性状的相关分析可知,单株粒数与三粒荚、有效荚呈显著正相关;有效荚数与一粒荚、二粒荚呈极显著正相关,与

表 3 各育种阶段性状差异显著性分析

Table 3 Traits difference analysis among different breeding stages

性状 Traits	1983 ~ 1985	1989 ~ 2004	2004 ~ 2011
株高 PH	89.42 a	82.54 a	89.51 a
底荚高 PHB	13.01 a	14.26 a	15.43 a
分枝数 EBN	2.25 a	2.27 a	2.41 a
主茎节数 NNMS	17.81 a	18.61 a	19.30 a
有效荚 EP	43.72 a	46.90 a	47.34 a
单株粒重 SWPP	14.75 a	19.82 b	21.29 b
百粒重 100SW	17.41 a	19.04 a	19.97 b
单株粒数 SNPP	101.68 a	110.90 a	112.00 a
一粒荚 OSP	7.32 a	6.24 a	6.28 a
二粒荚 TSP	17.15 a	18.92 a	18.96 a
三粒荚 THSP	16.97 a	19.33 a	20.09 a
四粒荚 FSP	2.06 a	2.25 a	1.94 a
蛋白 P	43.26 a	43.19 a	42.38 a
脂肪 O	19.63 a	19.46 a	19.94 a
产量 Y	2607.02 a	3271.19 b	3520.04 b

同行数值后不同小写字母间差异显著。

The values in the same row followed by different lowercase letters are significantly different.

PH: Plant height; BPH: Bottom pod height; EBN: Effective branch number; NNMS: Number of nodes on main stem; EP: Effective pod number; SWPP: Seed weight per plant; 100SW: 100-seed weight; SNPP: Seed number per plant; OSP: One-seed pods; TSP: Two-seed pods; THSP: Three-seed pods; FSP: Four-seed pods; P: Crude protein content; O: Oil content; Y: Yield. The same below.

四粒荚呈极显著负相关;一粒荚与二粒荚呈极显著正相关,而一、二粒荚与三、四粒荚呈极显著负相关。由品质性状相关分析得到,蛋白质含量和脂肪含量呈极显著负相关,且二者与产量相关系数较低,分别为 -0.172 和 0.107。综上所述,产量和植株形态性状、荚粒性状之间都存在着密切的关系。

表4 农艺性状的相关分析

Table 4 Correlation analysis of agronomy traits

性状 Traits	株高 PH	底荚高 PHB	分枝数 EBN	主茎 节数 NNMS	有效荚 数 EP	单株 粒重 SWPP	百粒重 100SW	单株 粒数 SNPP	一粒荚 OSP	二粒荚 TSP	三粒荚 TSP	四粒荚 FSP	蛋白 P	脂肪 O
株高 PH														
底荚高 PHB	0.406**													
分枝数 EBN	-0.453**	-0.122												
主茎节数 NNMS	0.862**	0.426**	-0.388**											
有效荚数 EP	-0.107	0.022	0.409**	0.037										
单株粒重 SWPP	0.191	0.190	0.201	0.331**	0.349*									
百粒重 100SW	-0.012	0.038	-0.175	-0.004	-0.310*	0.515**								
单株粒数 SNPP	0.357*	0.212	0.139	0.436**	0.767*	0.458**	-0.355*							
一粒荚 OSP	-0.388**	-0.167	0.277	-0.310*	0.483**	-0.090	0.036	-0.058						
二粒荚 TSP	-0.602**	-0.144	0.529**	-0.448**	0.725**	0.104	-0.152	0.173	0.600**					
三粒荚 TSP	0.657**	0.155	-0.128	0.614**	0.219	0.312*	-0.230	0.700**	-0.486**	-0.419**				
四粒荚 FSP	0.464**	0.333**	-0.434**	0.410**	-0.390**	0.078	0.073	0.124	-0.446**	-0.669**	0.169			
蛋白 P	-0.372**	-0.072	0.190	-0.276	-0.054	-0.042	0.126	-0.277	0.214	0.247	-0.471**	-0.075		
脂肪 O	0.442**	0.173	-0.280	0.341**	-0.017	-0.070	-0.213	0.261	-0.263	-0.334*	0.478**	0.175	-0.884**	
产量 Y	0.248	0.360*	-0.018	0.411**	0.172	0.608**	0.338*	0.300*	-0.207	-0.009	0.323*	0.022	-0.172	0.107

2.2.2 主成分分析 通过对各个育种阶段育成品种的 14 个性状进行主成分分析,得到各育种阶段对产量影响最重要的性状。由表 5 可知,1983~1985 年育种阶段两个主成分对产量的累计贡献率达到了 80.20%,分别为 46.90% 和 33.30%,主成分 1 的主要载荷因子为底荚高(0.97)、主茎节数(0.92)、株高(0.86),主成分 2 的主要载荷因子为有效荚(0.84)、三粒荚数(0.94);1989~2004 年育种阶段,4 个主成分对产量的累计贡献率为 76.09%,主成分 1 的主要载荷因子为株高(0.86)、主茎节数

(0.77),主成分 2 的主要载荷因子为有效荚(0.81)、单株粒数(0.77),主成分 3 的主要载荷因子为单株粒重(0.84);2004~2011 年育种阶段,3 个主成分对产量的累计贡献为 75.04%,主成分 1 的主要载荷因子为株高(0.92)、主茎节数(0.83),主成分 2 的主要载荷因子为有效荚(0.92)、单株粒数(0.87),主成分 3 的主要载荷因子为单株粒重(0.85)。综合 3 个育种阶段可知,株高是决定产量最重要的因子,其次是主茎节数、有效荚、单株粒数和单株粒重。

表5 大豆农艺性状的主成分分析

Table 5 Analysis of principal components of agronomic traits of soybean

性状 Traits	1983~1985		1989~2004				2004~2011		
	主成分 1	主成分 2	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 1	主成分 2	主成分 3
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3
株高 PH	0.86	0.45	0.86	-0.09	0.19	-0.06	0.92	0.07	-0.01
底荚高 PHB	0.97	0.03	0.35	-0.26	0.44	0.30	0.32	0.31	-0.33
分枝数 EBN	-0.93	-0.04	-0.55	0.10	0.21	-0.02	-0.41	0.66	0.25
主茎节数 NNMS	0.92	0.28	0.77	-0.02	0.24	0.25	0.83	0.12	0.11
有效荚数 EP	-0.33	0.84	-0.40	0.81	0.31	0.20	-0.22	0.92	-0.07
单株粒重 SWPP	0.53	-0.33	0.21	0.31	0.84	-0.28	0.16	0.31	0.85
百粒重 100SW	0.19	-0.93	0.22	-0.27	0.64	-0.63	-0.25	-0.82	0.24
单株粒数 SNPP	0.04	0.83	0.37	0.77	0.25	0.34	0.39	0.87	0.15
一粒荚数 OSP	-0.92	0.27	-0.60	0.13	0.42	0.06	-0.60	0.22	-0.37
二粒荚数 TSP	-0.73	0.66	-0.88	0.38	0.13	0.07	-0.78	0.53	-0.15
三粒荚数 THSP	0.34	0.94	0.75	0.40	-0.13	-0.18	0.80	0.44	0.25

续表 5

性状 Traits	1983 ~ 1985		1989 ~ 2004				2004 ~ 2011		
	主成分 1	主成分 2	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 1	主成分 2	主成分 3
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3
四粒荚数 FSP	0.60	-0.34	0.70	-0.19	0.18	0.49	0.65	-0.44	0.16
蛋白含量 P	-0.53	-0.70	-0.39	-0.63	0.28	0.33	-0.71	-0.06	0.38
脂肪含量 O	0.79	0.17	0.49	0.57	-0.44	-0.17	0.75	0.09	-0.53
特征值 E	6.50	4.60	4.73	2.59	2.12	1.22	5.18	3.66	1.66
贡献率 CR/%	46.90	33.30	33.76	18.48	15.17	8.68	37.00	26.17	11.87
累计贡献率 CCR/%	46.90	80.20	33.76	52.23	67.41	76.09	37.00	63.17	75.04

CR: Contribution rate; CCR; Cumulative contribution rate.

2.3 育成品种主要性状的变异特征、改良潜力及遗传参数

通过分析 46 份育成品种性状的变异特征、改良潜力和遗传参数可知(表 6),大豆育成品种主要农艺及品质性状变异幅度不大,株高的变异幅度最大,为 54.48 ~ 105.37 cm,变异系数达到 18.08%,而变异幅度最小的是蛋白含量,为 40.09% ~ 46.96%,变异系数仅为 4.30%。其余性状的变异系数在 6.28% ~ 13.89%。说明大豆在育种进程中,自然环境对育成品种的影响较小,育成品种的稳定性较好。改良潜力也能在一定程度上反映改良效

果,产量(25.56)、株高(25.07)、单株粒重(25.89)、单株粒数(27.51)改良潜力较大,蛋白含量改良潜力较小,与变异系数的结果基本一致。

遗传力是作物育种中重要的遗传参数,它是遗传方差与表型方法的比值,表达了遗传效应和环境效应的相对重要性^[11]。株高(93.58%)、主茎节数(89.68%)和百粒重(86.49%)的广义遗传力很高,在 85% 以上,其余性状的遗传力在 65% 以下,因此在品种选育过程中对株高、主茎节数和百粒重宜进行早代选择。

表 6 大豆性状变异特征、改良潜力和遗传参数

Table 6 Variation characteristics, improved potential and genetic parameter of soybean traits

性状 Traits	最小值 Min. value	最大值 Max. value	变异系数 CV/%	改良潜力 Improved potential	遗传方差 Genetic variance	环境方差 Environmental variance	遗传力 Heritability/%
产量 Y	2215.07	4131.87	13.11	25.56	133531.54	84216.59	61.32
株高 PH	54.48	105.37	18.08	25.07	230.04	15.78	93.58
主茎节数 NNMS	12.67	22.07	13.78	19.20	5.34	0.61	89.68
有效荚 EP	35.17	58.38	12.20	24.46	53.36	71.16	42.85
单株粒重 SWPP	13.24	25.04	13.89	25.89	11.69	16.32	41.73
百粒重 100SW	15.36	23.18	8.32	19.85	4.85	0.76	86.49
单株粒数 SNPP	83.82	139.93	11.61	27.51	300.23	409.80	42.28
蛋白 P	40.09	46.94	4.30	9.05	1.79	5.54	24.42
脂肪 O	17.12	22.30	6.28	14.07	1.08	0.67	62.76

3 结论与讨论

3.1 河北省育种进程及方向

通过农艺性状分析表明,在育种进程中从 1983 ~ 1985 年到 1989 ~ 2011 年育种阶段植株形态、荚粒形态发生了一定的变化,从少分枝到多分枝,从籽粒小到籽粒大,2004 ~ 2011 年育种阶段单株粒重和百粒重明显增重,植株形态和荚粒形态的变化实质是源库的协调变化,而籽粒是大豆最重要的库^[12],库的容积和接纳营养物质的能力决定着大豆品种的产量^[13],说明单株粒重和百粒重增重对产量有很大的影响。因此,选择库源比例协调的大豆品种,扩源增库获得理

想的株型是实现高产的有效方法^[14]

3.2 产量与构成因子的关系

在相关分析中,主茎节数、单株粒数与产量正相关,与张建新^[15]的结果相一致。主成分分析得出株高是决定产量最重要的因子,其次是主茎节数、有效荚、单株粒数和单株粒重。同时产量、株高、单株粒重、单株粒数改良潜力较大。在 1989 ~ 2004 年育种阶段,育成指标的相对宽泛,育成了高蛋白冀豆 12^[16-17]、高油品种冀黄 13^[18] 和脂肪氧化酶缺失及抗 SMV 的五星 2 号^[19]。在 2004 ~ 2011 年育种阶段育成了高产品种石豆 6 号和冀豆 17。

综合河北省育种进程及产量构成因子的关系,在协调好库源关系的基础上,河北省今后育种的方

向建议选择植株比较高、单株粒数较多、单株粒重较高的品种,建议在品种选育过程中对株高、主茎节数和百粒重进行早代选择。同时育种选择也受环境和栽培因素影响^[20],而高产栽培应结合当地生态、生产条件和品种类型,选择适宜的高产栽培模式^[21],发挥主要农艺性状的特性,也可明显提高大豆产量。

参考文献

- [1] 卢思慧,胡铁欢,曹金锋,等.河北省近年大豆生产形势分析及发展对策[J].中国农学通报,2010,26(23):360-364. (Lu S H, Hu T H, Cao J F, et al. Soybean production in Hebei province situation analysis and development strategies in recent years[J]. 2010,26(23):360-364.)
- [2] 赵团结,盖钧镒,李海旺,等.超高产大豆育种研究的进展与讨论[J].中国农业科学,2006,39(1):29-37. (Zhao T J, Gai J Y, Li H W, et al. Advances in breeding for super high-yielding soybean cultivars [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 39 (1): 29-37.)
- [3] 王茹芳,卢思慧,曹金锋,等.河北省夏大豆育成品种农艺性状及品质分析[J].河北农业科学,2008,12(11):4-6. (Wang R F, Lu S H, Cao J F, et al. Analysis of agronomic characters qualities of summer soybean varieties in Hebei province[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2008, 12(11):4-6.)
- [4] 徐泽茹,曹金峰,王茹芳,等.大豆产量与主要农艺性状的灰色关联分析[J].河北农业科学,2010,14(2):1-2,4. (Xu Z R, Cao J F, Wang R F, et al. Grey relational grade analysis on yield and main agronomic characters of soybean [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2010, 14(2):1-2,4.)
- [5] 徐淑霞,李振贵,张光.大豆区试产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].大豆科技,2012(1):28-30. (Xu S X, Li Z G, Zhang G. Grey relations analysis of yield and agricultural characters for soybean plot trial [J]. Soybean Science and Technology, 2012 (1):28-30.)
- [6] 于凤瑶,辛秀君,张代军,等.黑龙江东部垦区1980~2008年主栽大豆品种农艺性状演化趋势[J].大豆科学,2009,28(4):628-631. (Yu F Y, Xin X J, Zhang D J, et al. Evolution tendency for agronomic characters of major soybean cultivars in east Heilongjiang reclamation area from 1980-2008 [J]. Soybean Science, 2009, 28(4):628-631.)
- [7] 金剑,刘晓冰,王光华,等.不同熟期及产量类型的大豆生殖生长期生理特性的比较研究[J].作物学报,2004,30(12):1225-1231. (Jin J, Liu X B, Wang G H, et al. A comparative study on physiological characteristics during reproductive growth stage in different yielding types and maturities of soybean [J]. Acta Agronomica Sinica, 2004, 30(12):1225-1231.)
- [8] 王宗标,忻世卿,李强.黄淮夏大豆高产品种特征特性分析[J].中国油料作物学报,1996,18(2):11-14. (Wang Z B, Xin S Q, Li Q. Preliminary analysis on the characteristics high yielding soybean varieties in Huanghuai area [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1996, 18(2):11-14.)
- [9] 杨丽英,陈进,葛再伟.云南花生种质丰产性和品质性状的改良潜力[J].花生学报,2002,31(1):33-36. (Yang L Y, Chen J, Ge Z W. Improving potential of productivity and quality in Groundnut in Yunnan province [J]. Journal of Peanut Science, 2002, 31 (1):33-36.)
- [10] 高元仁.数量遗传学[M].成都:四川大学出版社,1986:453-479. (Gao Y R. Quantitative genetics [M]. Chengdu: Sichuan University Press, 1986:453-479.)
- [11] 孔繁玲.植物数量遗传学[M].北京:中国农业大学出版社,2006:160-166. (Kong F L. Quantitative genetics in plants [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2006:160-166.)
- [12] 王保业,徐亚军,赵龙飞.大豆库源关系的研究[J].商丘师范学院学报,2005,21(5):131-134. (Wang B Y, Xu Y J, Zhao L F. The study on source-sink relationship of soybean [J]. Journal of Shangqiu Teachers College, 2005, 21(5):131-134.)
- [13] Board J E, Harville B G. Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress [J]. Crop Science, 1998, 38(3):763-771.
- [14] 赵红梅,郑洪兵.改变源库关系对大豆产量生理的影响[J].大豆科学,2009,28(4):736-738. (Zhao H M, Zheng H B. Research advance on physiological changes respond to alteration of source-sink relationship in soybean [J]. Soybean Science, 2009, 28(4):736-738.)
- [15] 张建新,胡根海.春大豆主要农艺性状的相关分析[J].新疆农业科学,2003,40(1):16-19. (Zhang J X, Hu G H. Correlation analysis of the main agronomic in spring soybean [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2003, 40(1):16-19.)
- [16] 杨春燕,张孟臣,赵双进,等.高产高蛋白大豆冀豆12号育种研究[J].河北农业大学学报,2004,27(4):8-11. (Yang C Y, Zhang M C, Zhao S J, et al. Study on breeding methods of a new soybean variety-Jidou 12 with high protein and high yield [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2004, 27(4):8-11.)
- [17] 闫龙,冯燕,杨春燕,等.冀豆12遗传背景导入系蛋白、脂肪含量分部特征[J].华北农学报,2012,27(1):87-92. (Yan L, Feng Y, Yang C Y, et al. The character of protein and oil content distribution among introgression lines using Jidou 12 as recipient parent [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2012, 27(1):87-92.)
- [18] 杨春燕,张孟臣,赵双进,等.高油大豆冀黄13号的选育与特征特性[J].河北农业科学,2003,7(2):36-38. (Yang C Y, Zhang M C, Zhao S J, et al. The breeding and characteristics of high oil soybean variety Jihuang 13 [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2003, 7(2):36-38.)
- [19] 王月明,侯春燕,张孟臣,等.河北省推广大豆品种对六个SMV株系的抗性鉴定[J].华北农学报,2006,21(11S):183-186. (Wang Y M, Hou C Y, Zhang M C, et al. Soybean cultivars resistance identification to six strains of SMV major planted in Hebei province [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2006, 21(11S):183-186.)
- [20] 马小娟,李贵全,马宏飞,等.大豆亲本及其杂交后代农艺性状与产量关系分析[J].大豆科学,2012,31(1):38-41. (Ma X J, Li G Q, Ma H F, et al. Analysis on agronomic traits associated with yield of soybean parents and filial generations [J]. Soybean Science, 2012, 31(1):38-41.)
- [21] 赵双进.大豆超高产产量性状与栽培途径模拟寻优[J].作物杂志,2000(3):13. (Zhao S J. Super yield simulation and individual selection in soybean [J]. Crops, 2000(3):13.)