

大豆农艺及产量性状的主成分分析

韩秉进, 潘相文, 金 剑, 王光华, 刘长江, 刘晓冰

(中国科学院东北地理与农业生态研究所, 黑土生态重点实验室, 黑龙江哈尔滨 150081)

摘 要:在大豆高产试验示范与配套技术研究的基础上, 分析大豆诸多形态性状与产量的关系, 找出对产量影响较大的性状因子, 为高产育种、高产栽培提供理论依据。利用生产上运用的3个主栽大豆品种、4种施肥模式与用量、正常生产田密度条件下产生的形态指标及产量差异, 分析了大豆植株形态性状指标的主成分, 结合产量相关性分析, 从中找出产量的主导因子。结果表明, 在大豆植株18个农艺和产量性状中, 4粒荚数和分枝数变异系数最大, 分别为70.15%和68.71%。认为通过更换品种、改善施肥等栽培措施, 这些性状具有较大的改进余地, 也可以作为育种选择的性状; 而百粒重、主茎节数、每荚粒数和经济系数变异较小, 其系数仅在3.82%~7.36%之间, 改进余地较小; 株高、结荚部位、有效荚数等其它性状变异中等, 变异系数在11.54%~24.69%之间, 也有一定的改进余地。产量与单株粒数、地上干重、有效荚数、3粒荚数、4粒荚数、每荚粒数、百粒重、经济系数都呈极显著的正相关。将大豆植株18个性状指标通过SAS统计软件进行主成分分析, 结果表明, 这些性状可归纳为产量性状因子、株高性状因子、荚数性状因子和主茎节数性状因子等4个综合指标。这4个主成分累积贡献率达到86.85%, 基本可以反映大豆在正常密度条件下, 植株的生长和产量状况。育种上需加强生物量大、3粒荚和4粒荚数多、结荚节位低的性状选择; 栽培上需注重采取相应的促进生物量增长、降低结荚节位的促控措施。

关键词:大豆; 植株形态性状; 相关性分析; 主成分分析

Principal Component Analysis of Agronomic and Yield-related Traits in Soybean

HAN Bing-jin, PAN Xiang-wen, JIN Jian, WANG Guang-hua, LIU Chang-jiang, and LIU Xiao-bing

(Key Laboratory of Black Soil Ecology, Northeast Institute of Geography and Agro-ecology, Chinese Academy of Sciences, Harbin 150081, Heilongjiang, China)

Abstract: This paper aimed at determining relations of morphological traits and yield, finding out the critical traits in answer to yield under the background of high-yield experiment and demonstration and accessional technologies in soybean, and supplied with the theoretic basis for high-yield breeding and cultivation. Three broadly used soybean varieties, 4 fertilization modes and dosages were involved in this study. Principal component analysis of morphological traits along with correlation analysis of these traits and yield were carried out to determine the leading factors influencing yield according to the variations of morphological traits and yield grown in routine planting density. The results showed that there existed the largest variations for number of four-seed pod and branch number among all traits measured, whose variation coefficient (CV) was 70.15% and 68.71% respectively, implying that they were affected considerably by such measures as variety replacing and fertilization reforming etc. and exhibited good betterment potential, and also acted as an important trait to select in breeding. As compared, the CV of 100-seed weight, node number of main stem, grain number per pod and economical coefficient were very low (3.82% to 7.36%), and provided with less betterment potential. For the other traits, plant height, height of lowest pod, numbers of effective pod and so on, possessed moderate betterment potential with the variation coefficients fluctuating from 11.54% to 24.69%. The results of correlation analysis also indicated that yield correlated significantly positively with grain number per plant, shoot dry weight, effective pod number, three-seed pod number, four-seed pod number, seed number per pod, 100-seed weight and economical coefficient. The results of principal component analysis of 18 traits suggested that these traits might be reduced into 4 comprehensive indexes (yield factor, plant height factor, pod number factor and node number factor of main stem), whose cumulative contribution rate accounted for 86.85%, reflecting basically the growth and yield status of soybean grown in the routine density. It is concluded that selection of traits with high biomass, more three-

收稿日期 (Received): 2007-06-22; 接受日期 (Accepted): 2007-11-12

基金项目: 黑龙江省重点科技攻关课题“大豆超高产试验示范与配套技术研究”(GA06B101-3)

作者简介: 韩秉进(1957-), 男, 研究员, 博士, 主要从事作物高产栽培理论与技术研究。

seed pod, four-seed pod and low node site of podding should be emphasized in breeding, and corresponding regulation measures to enhance biomass and reduce node site of podding should also be adopted in cultivation.

Key words: Soybean; Morphological traits; Correlation analysis; Principal component analysis

主成分分析法是把多个指标化为少数几个综合指标的一种统计分析方法。在多指标(变量)的研究中,往往由于变量个数太多,彼此之间存在着一定的相关性,使得所观测的数据有信息的重叠,研究样本的分布规律比较麻烦。主成分分析采取一种降维的方法,找出几个综合因子来代表原来众多的变量,使这些综合因子尽可能地反映原来变量的信息量,而且彼此之间互不相关,从而达到简化目的(岳朝龙等,2003)。多指标的主成分分析常被用来寻找判断某种事物或现象的综合指标,并给综合指标所蕴藏的信息以恰当解释,以便更深刻地揭示事物内在的规律(胡良平,2002)。随着计算机在各个领域的普及,主成分分析不仅应用于现代经济分析和环境评价,还应用于医学诊断、农作物的产量性状分析(孔德伟等,2005;季彪俊,2005;庄萍萍等,2006)和品质性状分析(宁海龙等,2003;孙宪印等,2006)领域。

大豆是我国的主要油料作物,围绕大豆高产主题,育种学家和栽培学家进行了大量的研究(刘忠堂,2002;宋启建等,1995;Bowers et al.,2000;韩秉进等,2005)。由于作物产量是众多性状综合的表达,这些性状无论是在育种目标性状的选择,还是栽培措施的调控都难以准确把握。为了明确大豆诸多性状与产量的关系,采用3个当地主栽品种、4种不同施肥模式与用量的试验群体,测量了18个生长与产量指标性状并进行主成分分析,以期发现对产量影响较大的性状及其对产量的作用关系。同时,分析不同条件(施肥、品种)对大豆植株性状的影响,找出主要因子,为高产栽培、高产育种提供主攻方向和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

选用当地主栽3个大豆品种、4种施肥模式与用量,正常生产田密度。每个品种设“良方”施肥与对照施肥,3个品种共6个处理,3次重复共18个小区。另外对应6个处理又分别设立了6个肥量减少30%的少肥处理。设计包含有品种、施肥上的差异,使包括产量在内的植株性状指标充分表达。

具体处理包括:

良方施肥+龙选1号(简称HIF+L);对照施肥+龙选1号(简称HRF+L);少肥良方+龙选1号(简称LIF+L);少肥对照+龙选1号(简称LRF+L)。

良方施肥+绥农14(简称HIF+S);对照施肥+绥农14(简称HRF+S);少肥良方+绥农14(简称LIF+S);少肥对照+绥农14(简称LRF+S)。

良方施肥+合丰25(简称HIF+H);对照施肥+合丰25(简称HRF+H);少肥良方+合丰25(简称LIF+H);少肥对照+合丰25(简称LRF+H)。

良方施肥:金丰KCS复合肥 300 kg hm^{-2} 、尿素 30 kg hm^{-2} 、硫酸钾 60 kg hm^{-2} 、生石灰 75 kg hm^{-2} 。对照施肥:磷酸二铵 98 kg hm^{-2} 、尿素 70 kg hm^{-2} 、硫酸钾 60 kg hm^{-2} 。10行区,行长15 m,行距67 cm,小区面积 100.5 m^2 。垄上双行,株距12 cm,保苗25万株 hm^{-2} 。

1.2 样品采集与调查项目

收获前在田间对每个小区进行随机取样,取样方法是在每个小区的中间6垄中连续抽取15株大豆植株,进行室内考种。考种项目包括:株高、结荚部位、主茎节数、结荚节位、分枝数、地上干重、根干重、空瘪荚、1粒荚数、2粒荚数、3粒荚数、4粒荚数、有效荚数、每荚粒数、百粒重、经济系数、单株粒数、单株粒重。

1.3 数据处理

利用Microsoft Office Excel 2003软件进行大豆植株性状变异的标准差及变异系数等统计分析;利用SAS9.0统计软件,进行大豆植株性状间的相关矩阵、主成分分析;为了评价各处理优劣及影响因素,还输出了每个处理标准化后的主成分得分,并且按分值大小进行了排序。

2 结果与分析

2.1 大豆植株性状变异

由表1可以看出,4粒荚数、分枝数变异系数最大,分别为70.15%和68.71%,通过更换或改良品种、改善施肥等栽培措施,这两个性状具有较大的改进余地,也可以作为育种选择的性状;而百粒重、主茎节数、每荚粒数和经济系数变异较小,为3.82%~

7.36%。这些性状多属品种特性,改进余地较小(杨守臻等,2006);株高、结节部位、有效荚数等其他性状中等变异,在 11.54%~24.69%,也有一定的改进余地。

表 1 大豆植株性状变异
Table 1 Variation of plant traits in soybean

| 性状 Traits | 性状代号 Code | 最大值 Maximum | 最小值 Minimum | 极差 Range | 平均数 Average | 标准差 SD | 变异系数 CV/% |
|--------------------------------|--------------|----------------|----------------|-------------|----------------|-----------|--------------|
| 株高 Plant height/cm | x1 | 91.00 | 63.00 | 28.00 | 74.92 | 8.65 | 11.54 |
| 结荚部位 Height of lowest pod/cm | x2 | 31.80 | 16.20 | 15.60 | 22.48 | 4.07 | 18.12 |
| 主茎节数 Nodes number of main stem | x3 | 19.87 | 16.20 | 3.67 | 17.24 | 0.89 | 5.18 |
| 结荚节位 Node site of podding | x4 | 9.20 | 5.07 | 4.13 | 6.76 | 1.00 | 14.76 |
| 分枝数 Branch number | x5 | 0.47 | 0.00 | 0.47 | 0.20 | 0.14 | 68.71 |
| 地上干重 Shoot dry weight/g | x6 | 24.33 | 15.10 | 9.23 | 18.78 | 2.77 | 14.75 |
| 根干重 Root dry weight/g | x7 | 2.80 | 1.21 | 1.59 | 1.86 | 0.46 | 24.69 |
| 空瘪荚数 Nil-seed pod number | x8 | 5.93 | 2.73 | 3.20 | 4.03 | 0.80 | 19.79 |
| 1 粒荚数 One-seed pod number | x9 | 8.53 | 4.47 | 4.06 | 6.02 | 0.92 | 15.23 |
| 2 粒荚数 Two-seed pod number | x10 | 16.20 | 8.67 | 7.53 | 11.53 | 1.99 | 17.28 |
| 3 粒荚数 Three-seed pod number | x11 | 14.87 | 6.00 | 8.87 | 10.34 | 2.41 | 23.33 |
| 4 粒荚数 Four-seed pod number | x12 | 5.87 | 0.33 | 5.54 | 1.93 | 1.35 | 70.15 |
| 有效荚数 Effective pod number | x13 | 38.47 | 24.67 | 13.80 | 29.82 | 3.85 | 12.91 |
| 每荚粒数 Seed number per plant | x14 | 2.60 | 1.94 | 0.66 | 2.27 | 0.15 | 6.51 |
| 百粒重 100-seed weight/g | x15 | 15.50 | 13.30 | 2.20 | 14.57 | 0.56 | 3.82 |
| 经济系数 Economical coefficient | x16 | 0.52 | 0.39 | 0.13 | 0.47 | 0.03 | 7.36 |
| 单株粒数 Grain number per plant | x17 | 92.87 | 53.73 | 39.14 | 67.98 | 11.68 | 17.18 |
| 单株粒重 Grain weight per plant/g | x18 | 12.07 | 6.53 | 5.54 | 8.92 | 1.65 | 18.47 |

2.2 植株性状间的相关性

由表 2 可以看出,单株产量 x18 与单株粒数 x17、有效荚数 x13、地上干重 x6、3 粒荚数 x11、每荚粒数 x14、4 粒荚数 x12、经济系数 x16、百粒重 x15、结荚节位 x4 都呈极显著的正相关,与分枝数 x5 显著相关。说明要获得较高的产量,首先要考虑增加单株粒数、增加百粒重、提高经济系数;通过增加有效荚数、增加 3 粒荚、4 粒荚数,从而增加每荚粒数,达到增加单株粒数。表 2 还可以看出,大豆的百粒重与分枝数、地上干重、3 粒荚数、有效荚数、经济系数成显著的正相关,与结荚部位、结荚节位成显著负相关。欲提高百粒重,栽培上需考虑增加 3 粒荚数、增加地上干重、降低结荚部位性状的措施,育种上则要注意相关性状的选择。经济系数与 3 粒荚数、有效荚数成显著正相关,而与株高、结荚部位、主茎节数、结荚节位成显著负相关。欲提高品种的经济系数,在育种性状选择上要考虑增加 3 粒荚数和降低株高、降低结荚部位性状的选择。

2.3 主成分分析

大豆诸多性状主成分分析表明(表 3),在所有

的主成分构成中,信息主要集中在前 4 个主成分,其累积贡献率为 86.85%。其中第一主成分贡献率 42.24% 为最大,第 2、3、4 主成分的贡献率分别为 22.21%、13.81%、8.60%。

从表 4 可知,在第一主成分的特征向量中,特征向量值较高且为正的性状有单株粒数、3 粒荚数、单株产量、地上干重、有效荚数、每荚粒数、4 粒荚数。特征向量值较高且为负的性状有结荚节位。说明第一主成分大的处理(品种或施肥),单株粒数、单株产量表现高,植株的结荚节位表现低。因此选择结荚节位低的品种,有利于提高单株产量。育种上需考虑生物量大、3 粒荚和 4 粒荚数多、节荚节位低的性状选择;栽培上需考虑采取相应的促进生物量生长、降低结荚节位的促控措施。第一主成分主要包含产量性状,是产量性状因子。此结果与众多学者在大豆产量主成分分析的结果相类似(张玉先和张瑞朋,2004;战勇等,2000)

第二主成分的特征向量中,特征向量值较高且为正的性状有株高、结荚部位、根重。第二主成分主要生长性状是株高性状因子。

表 2 植株性状间的相关矩阵

Table 2 Correlation matrix of plant traits

| | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 | x6 | x7 | x8 | x9 | x10 | x11 | x12 | x13 | x14 | x15 | x16 | x17 | x18 |
|-----|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| x1 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x2 | 0.8877** | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x3 | 0.4557* | 0.4485* | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| x4 | 0.2486 | 0.4392* | 0.8031** | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | |
| x5 | -0.0299 | -0.1589 | -0.2583 | -0.3785 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | |
| x6 | 0.4367* | 0.0887 | -0.009 | -0.3606 | 0.3847 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | |
| x7 | 0.7166** | 0.5468** | -0.0014 | -0.3289 | 0.3309 | 0.5424** | 1.0000 | | | | | | | | | | | |
| x8 | -0.0204 | -0.0079 | -0.0619 | -0.116 | 0.4095 | 0.0211 | 0.1727 | 1.0000 | | | | | | | | | | |
| x9 | -0.2936 | -0.2535 | 0.1553 | 0.2751 | 0.0432 | -0.1248 | -0.5467** | 0.0378 | 1.0000 | | | | | | | | | |
| x10 | -0.1034 | -0.1865 | 0.1249 | 0.1152 | 0.2356 | 0.1674 | -0.2371 | 0.5938** | 0.5194** | 1.0000 | | | | | | | | |
| x11 | 0.2178 | -0.1153 | -0.2681 | -0.5977** | 0.5148* | 0.8879** | 0.5240** | 0.0138 | -0.3144 | 0.0065 | 1.0000 | | | | | | | |
| x12 | 0.2791 | 0.0682 | -0.151 | -0.4331* | 0.2011 | 0.7432** | 0.5990** | -0.2738 | -0.3456 | -0.3806 | 0.7212** | 1.0000 | | | | | | |
| x13 | 0.1109 | -0.2051 | -0.119 | -0.4009 | 0.5253** | 0.8741** | 0.2853 | 0.229 | 0.1888 | 0.5120* | 0.8080** | 0.5234** | 1.0000 | | | | | |
| x14 | 0.2866 | 0.0399 | -0.2549 | -0.5533** | 0.2937 | 0.7512** | 0.6481** | -0.1788 | -0.5988** | -0.4117* | 0.8616** | 0.8987** | 0.4994* | 1.0000 | | | | |
| x15 | -0.3733 | -0.5890** | -0.3175 | -0.4142* | 0.5164** | 0.4084* | -0.1344 | 0.1018 | 0.0112 | 0.2507 | 0.5492** | 0.2601 | 0.5679** | 0.3492 | 1.0000 | | | |
| x16 | -0.5146* | -0.6480** | -0.5260** | -0.5634** | 0.373 | 0.3214 | -0.2028 | -0.0238 | 0.2924 | 0.2067 | 0.4966* | 0.3006 | 0.5931** | 0.2783 | 0.7198** | 1.0000 | | |
| x17 | 0.2032 | -0.1296 | -0.1848 | -0.5150* | 0.5055* | 0.9463** | 0.4797* | 0.0981 | -0.0964 | 0.216 | 0.9368** | 0.7512** | 0.9394** | 0.7644** | 0.5526** | 0.5434** | 1.0000 | |
| x18 | 0.1338 | -0.2053 | -0.216 | -0.5176** | 0.4616* | 0.9213** | 0.3433 | 0.0089 | 0.0181 | 0.2243 | 0.9082** | 0.6972** | 0.9341** | 0.7005** | 0.6262** | 0.6598** | 0.9687** | 1.0000 |

*表示在 5% 水平显著; **表示在 1% 水平显著。x1:株高;x2:结荚部位;x3:主茎节数;x4:结荚节位;x5:分枝数;x6:地上干重;x7:根干重;x8:空荚数;x9:1 粒荚数;x10:2 粒荚数;x11:3 粒荚数;x12:4 粒荚数;x13:有效荚数;x14:每荚粒数;x15:百粒重;x16:经济系数;x17:单株粒数;x18:单株粒重。

* means significantly at the level of 0.05; ** means significantly at the level of 0.01. x1:Plant height;x2:Height of lowest pod;x3:Nodes number of main stem;x4:Node site of podding;x5:Branch number;x6:Shoot dry weight;x7:Root dry weight;x8:Nil-seed pod number;x9:One-seed pod number;x10:Two-seed pod number;x11:Three-seed pod number;x12:Four-seed pod number;x13:Effective pod number;x14:Seed number per plant;x15:100-grain weight;x16:Economical coefficient;x17:Grain number per plant;x18:Grain weight per plant.

表 3 相关矩阵的特征值

表 4 主要主成分的特征向量

| Table 3 Eigenvalues of the Correlation matrix | | | | Table 4 Eigenvectors of leading principal components | | | | |
|---|-------------------|--|--|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 主成分 Principal component | 特征值 Eigenvalue | 贡献率 Proportion contribution rate | 累计贡献率 Cumulative contribution rate | 性状代号 Symbol of traits | 主成分 1 Prin1 | 主成分 2 Prin2 | 主成分 3 Prin3 | 主成分 4 Prin4 |
| 1 | 7.6025 | 0.4224 | 0.4224 | x1 | 0.0440 | 0.4374 | 0.2369 | -0.0041 |
| 2 | 3.9971 | 0.2221 | 0.6444 | x2 | -0.0735 | 0.4266 | 0.1887 | -0.0632 |
| 3 | 2.4854 | 0.1381 | 0.7825 | x3 | -0.1289 | 0.2052 | 0.3602 | 0.3210 |
| 4 | 1.5478 | 0.0860 | 0.8685 | x4 | -0.2421 | 0.1157 | 0.2930 | 0.3003 |
| | | | | x5 | 0.2059 | -0.0996 | 0.1435 | -0.3498 |
| | | | | x6 | 0.3218 | 0.1273 | 0.1759 | 0.1488 |
| | | | | x7 | 0.1812 | 0.3635 | 0.0223 | -0.3001 |
| | | | | x8 | 0.0265 | -0.0970 | 0.3198 | -0.6062 |
| | | | | x9 | -0.0730 | -0.2811 | 0.3168 | 0.2854 |
| | | | | x10 | 0.0291 | -0.2385 | 0.5057 | -0.1121 |
| | | | | x11 | 0.3482 | 0.0599 | -0.0082 | 0.0154 |
| | | | | x12 | 0.2792 | 0.1927 | -0.1610 | 0.2007 |
| | | | | x13 | 0.3138 | -0.0852 | 0.2757 | 0.0902 |
| | | | | x14 | 0.3003 | 0.2003 | -0.2160 | 0.0363 |
| | | | | x15 | 0.2283 | -0.2644 | -0.0154 | 0.0411 |
| | | | | x16 | 0.2221 | -0.3284 | -0.0859 | 0.1387 |
| | | | | x17 | 0.3513 | 0.0202 | 0.1209 | 0.0806 |
| | | | | x18 | 0.3450 | -0.0367 | 0.1069 | 0.1714 |

第三主成分的特征向量中,特征向量值较高的性状有 2 粒荚、主茎节数、空瘪荚、1 粒荚。特征向量值较高且为负的性状是每荚粒数。说明主茎节数多、空瘪荚、1 粒、荚 2 粒荚多、结荚部位高,每荚粒数表现少。第三主成分是反映荚数性状因子。

第四主成分的特征向量中,特征向量值较大的农艺性状有主茎节数、结荚节位。特征向量值较高且为负的性状是空瘪荚、分枝数、根重。说明主茎节数多、结荚节位高,空瘪荚表现减少、分枝数和根重也表现减少。第四主成分是主茎节数性状因子。

表 5 各处理标准化的主成分得分与排序

Table 5 Standardized scores and sorting of principal components for all traits

| 处 理 Treatments | 主成分 1 Prin1 | 处 理 Treatments | 主成分 2 Prin2 | 处 理 Treatments | 主成分 3 Prin3 |
|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| 良方龙选Ⅲ HIF + L | 2.1338 | 良方龙选Ⅱ HIF + L | 2.2397 | 对照绥农Ⅰ HRF + S | 2.0676 |
| 良方龙选Ⅰ HIF + L | 1.4406 | 对照龙选Ⅱ HRF + L | 1.5963 | 对照绥农Ⅱ HRF + S | 1.6925 |
| 对照绥农Ⅱ HRF + S | 1.3313 | 少肥良方龙选 LIF + L | 1.3929 | 良方绥农Ⅲ HIF + S | 1.4787 |
| 良方绥农Ⅱ HIF + S | 1.2640 | 良方龙选Ⅰ HIF + L | 1.3693 | 对照龙选Ⅰ HRF + L | 1.4500 |
| 良方龙选Ⅱ HIF + L | 0.8541 | 少肥对照龙选 LRF + L | 1.1245 | 对照绥农Ⅲ HRF + S | 0.8139 |
| 良方合丰Ⅰ HIF + H | 0.8049 | 良方龙选Ⅲ HIF + L | 0.9115 | 对照龙选Ⅱ HRF + L | 0.7037 |
| 良方合丰Ⅱ HIF + H | 0.6208 | 对照龙选Ⅰ HRF + L | 0.9009 | 良方绥农Ⅱ HIF + S | 0.5534 |
| 良方绥农Ⅲ HIF + S | 0.5330 | 对照龙选Ⅲ HRF + L | 0.7838 | 良方绥农Ⅰ HIF + S | 0.4991 |
| 良方合丰Ⅲ HIF + H | 0.5099 | 少肥对照绥农 LRF + S | -0.0624 | 良方龙选Ⅰ HIF + L | 0.4887 |
| 良方绥农Ⅰ HIF + S | 0.4554 | 少肥对照合丰 LRF + H | -0.3287 | 良方龙选Ⅱ HIF + L | 0.1020 |
| 对照合丰Ⅲ HRF + H | 0.2335 | 少肥良方绥农 LIF + S | -0.3371 | 对照合丰Ⅱ HRF + H | -0.1336 |
| 对照龙选Ⅲ HRF + L | 0.0250 | 良方绥农Ⅱ HIF + S | -0.4081 | 少肥对照绥农 LRF + S | -0.1659 |
| 对照龙选Ⅰ HRF + L | -0.0575 | 对照合丰Ⅰ HRF + H | -0.4720 | 少肥良方龙选 LIF + L | -0.2654 |
| 对照合丰Ⅱ HRF + H | -0.3919 | 对照绥农Ⅲ HRF + S | -0.5253 | 少肥对照龙选 LRF + L | -0.2777 |
| 少肥良方龙选 LIF + L | -0.6523 | 良方合丰Ⅰ HIF + H | -0.6204 | 少肥良方绥农 LIF + S | -0.3683 |
| 少肥对照绥农 LRF + S | -0.7076 | 对照合丰Ⅱ HRF + H | -0.6298 | 对照龙选Ⅲ HRF + L | -0.4192 |
| 对照合丰Ⅰ HRF + H | -0.7254 | 对照合丰Ⅲ HRF + H | -0.6892 | 良方龙选Ⅲ HIF + L | -0.5369 |
| 少肥良方绥农 LIF + S | -0.7947 | 少肥良方合丰 LIF + H | -0.7204 | 少肥良方合丰 LIF + H | -0.8215 |
| 对照绥农Ⅲ HRF + S | -0.9191 | 良方合丰Ⅰ HIF + H | -0.7259 | 良方合丰Ⅲ HIF + H | -0.8968 |
| 少肥良方合丰 LIF + H | -0.9824 | 良方绥农Ⅰ HIF + S | -0.7302 | 对照合丰Ⅲ HRF + H | -0.9927 |
| 少肥对照合丰 LRF + H | -1.0400 | 良方合丰Ⅲ HIF + H | -0.7414 | 对照合丰Ⅰ HRF + H | -1.0402 |
| 少肥对照龙选 LRF + L | -1.0469 | 对照绥农Ⅰ HRF + S | -0.8541 | 良方合丰Ⅱ HIF + H | -1.1422 |
| 对照绥农Ⅰ HRF + S | -1.3186 | 良方绥农Ⅲ HIF + S | -1.1079 | 少肥对照合丰 LRF + H | -1.2005 |
| 对照龙选Ⅱ HRF + L | -1.5701 | 对照绥农Ⅱ HRF + S | -1.3661 | 良方合丰Ⅰ HIF + H | -1.5888 |

HIF + L 代表良方龙选 1 号;HRF + L 代表对照龙选 1 号;LIF + L 代表少肥良方龙选 1 号;LRF + L 代表少肥对照龙选 1 号;
HIF + S 代表良方绥农 14;HRF + S 代表对照绥农 14;LIF + S 代表少肥良方绥农 14;LRF + S 代表少肥对照绥农 14;
HIF + H 代表良方合丰 25;HRF + H 代表对照合丰 25;LIF + H 代表少肥良方合丰 25;LRF + H 代表少肥对照合丰 25。
HIF + L stands for High improved fertilization + Longxuan 1;HRF + L stands for High routine fertilization + Longxuan 1;LIF + L stands for Low im-
proved fertilization + Longxuan 1;LRF + L stands for Low routine fertilization + Longxuan 1;
HIF + S stands for High improved fertilization + Suinong 14;HRF + S stands for High routine fertilization + Suinong 14;LIF + S stands for Low im-
proved fertilization + Suinong 14;LRF + S stands for Low routine fertilization + Suinong 14;
HIF + H stands for High improved fertilization + Hefeng 25;HRF + H stands for High routine fertilization + Hefeng 25;LIF + H stands for Low im-
proved fertilization + Hefeng 25;LRF + H stands for Low routine fertilization + Hefeng 25.

表 5 是标准化的主成分得分和各处理的所处的位置。从第一主成分得分排序看,基本是良方施肥处理得分最多,全排在最前;而少肥处理得分最少,几乎全排在最后;对照施肥处理居中。表明肥料在第一主成分起主导作用,是影响产量性状因子的重要因素。从第二主成分得分排序看,龙选 1 号品种得分最多,无一例外全排在最前。表明品种在第二主成分起主导作用,是影响株高性状因子的重要因素。从第三主成分得分排序看,几乎是绥农 14 在最前、其次是龙选 1 号、最后是合丰 25,而少肥处理又基本是有排在每个品种全肥的后面的趋势。说明品种、施肥在第三主成分中都起作用,并且品种是第一位的,是影响荚数性状因子的重要因素。

3 讨论

从大豆植株性状的变异系数来看,除了百粒重、主茎节数、每荚粒数和经济系数变异较小、改进余地较小外,其他性状都有一定的改进余地(杨守臻等,2006)。从植株性状相关性分析,单株产量与单株粒数、有效荚数、地上干重、3 粒荚数、每荚粒数、4 粒荚数、经济系数、百粒重、结荚节位、分枝数都显著的正相关,其中单株粒数和地上干重可为高产育种目标的性状选择、高产栽培措施的确定提供重要的参考。

大豆植株性状信息主要集中在前 4 个主成分,即:第一主成分—产量性状因子,贡献率为 42.24%;第 2 主成分—株高性状因子,贡献率为 22.21%;第 3 主成分—荚数性状因子,贡献率为 13.81%;第 4 主成分—主茎节数性状因子,贡献率为 8.60%。前 4 个主成分累积贡献率为 86.85%,基本能反映原来诸多变量的信息量。

肥料是影响产量性状因子的重要因素,在第一主成分起主导作用,通过科学施肥,提高大豆产量有较大的潜力;而株高主要是品种因素决定,栽培措施对其影响相对较小。在一般情况下(不是过度密植),同一品种中产量是与株高成正相关的,因为株高反映了植株的营养和发育状况,植株营养状况好,生长繁茂,必然产量高。而在本项有不同品种参与的试验中,株高尽管与产量也有一定程度的正相关,但更多表达的是品种特性。

在第一主成分中如果去掉综合作用性状单株产量、单株粒数、地上干重,那么 3 粒荚数、4 粒荚数、有效荚数、每荚粒数、结荚节位等 5 个性状就成为大

豆产量性状的主导因子。在育种性状选择上,除了正常选择优良性状外,尤其要加强结荚节位低、3 粒荚多的性状选择,这样有利于获得高产的品系或品种。因为这两个性状不仅在重要的第一主成分产量性状因子中,而且与产量呈极显著的相关关系,又与实测高产数据相对应。栽培上需注重采取相应的促进生物量生长、降低结荚节位的促控措施,以便获得更高的大豆产量。

4 结论

大豆植株性状可归纳为产量性状因子、株高性状因子、荚数性状因子和主茎节数性状因子等 4 个综合指标。这 4 个主成分累积贡献率达到 86.85%,基本可以反映大豆在正常密度条件下,植株的生长和产量状况。育种上需加强生物量大、3 粒荚和 4 粒荚数多、结荚节位低的性状选择;栽培上需注重采取相应的促进生物量增长、降低结荚节位的促控措施。

References

- Han B J, Jin J, and Nakashima H. 2005. Study on effective nutrient area of 'Heinong 35' soybean. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 13(4): 77-81 (韩秉进, 金剑, 中嶋博. 2005. 黑农 35 大豆有效营养面积的研究. *中国生态农业学报*, 13(4): 77-81)
- Hu L P, ed. 2002. *Modern statistics and SAS application*. Martial Medicine Science Press. China, Beijing, pp. 316-323 (胡良平, 著. 2002. 现代统计学与 SAS 应用. 军事医学科学出版社, 中国, 北京, pp. 316-323)
- Ji B J. 2005. An Analysis of the influencing factors for grain yield in rice. *Journal of Southwest Agricultural University*, 27(5): 579-583 (季彪俊. 2005. 影响水稻产量因子的研究. *西南农业大学学报*, 27(5): 579-583)
- Kong D W, Chen D Q, Zhou L Q, Wang Y P, and Li S G. 2005. The principle components analysis of several agronomic and yield traits of rice. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 21(8): 117-119 (孔德伟, 陈德全, 周良强, 王玉平, 李仕贵. 2005. 杂交水稻几个重要农艺及产量性状的主成分分析. *中国农学通报*, 21(8): 117-119)
- Liu Z T. 2002. Study on technology for high yield of solid-seeded soybean. *Soybean Science*, 21(2): 117-122 (刘忠堂. 2002. 大豆窄行密植高产栽培技术的研究. *大豆科学*, 21(2): 117-122)
- Ning H L, Li W X, Wang J A, Chen Q S, Kong F J, and Zhang S Z. 2003. Composition analysis of protein and oil and amino acids of the soybean varieties in Heilongjiang Province of China. *Acta Agronomica Sinica*, 29(4): 551-556 (宁海龙, 李文霞, 王继安, 陈庆山, 孔凡江, 张淑珍. 2003. 黑龙江省大豆蛋白质油分及蛋白质组分类. *作物学报*, 29(4): 551-556)
- Song Q J, Wu T X, Qiu J X, and Gai J Y. 1995. Effect of soybean popula-

- tion and space on yield and other agronomic traits of different types of variety. *Soybean Science*, 14 (1):40-46 (宋启建, 吴天侠, 邱家驹, 盖钧镒. 1995. 夏大豆群体结构对不同类型品种产量及农艺性状的影响. *大豆科学*, 14(1):40-46)
- Sun X Y, Wu K, Qian Z G, Cong X J, Wang C, Mi Y, and Li S S. 2006. Principal component analysis and cluster analysis of primary qualitative traits for wheat varieties (lines) in the experiment of northern water-terra group of Huang-Huai winter wheat area. *Shandong Agricultural Science*, (1):24-26 (孙宪印, 吴科, 钱兆国, 丛新军, 王超, 米勇, 李斯深. 2006. 黄淮冬麦区北片水地组供试小麦品种(系)主要品质性状的主成分分析和聚类分析. *山东农业科学*. 2006, (1):24-26)
- Yang S Z, Chen H Z, Li C Y, and Sun Z D. 2006. Genetic variation, correlation and principal component analyses on major agronomic characters of Cassav. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 22(7):232-234 (杨守臻, 陈怀珠, 李初英, 孙祖东. 2006. 木薯主要农艺性状的遗传变异、相关性和主成分分析. *中国农学通报*, 22(7):232-234)
- Yue C L, Huang Y X, and Yan Z, eds. 2003. *SAS system and economic statistical analysis*. Chinese scientific and technological university press, China, Hefei, pp. 339-356 (岳朝龙, 黄永兴, 严忠, 著. 2003. *SAS 系统与经济统计分析*. 中国科学技术大学出版社, 中国, 合肥, pp. 339-356)
- Zhan Y, Luo G T, Liu S L, and Kong X. 2000. Multi-genetic and applied analyses of spring soybean characters. *Xinjiang Agricultural Science*, 2:55-59 (战勇, 罗赓彤, 刘胜利, 孔新. 2000. 春大豆性状的多元遗传分析及应用分析. *新疆农业科学*, 2:55-59)
- Zhang Y X, and Zhang R P. 2004. Application of the principal components analysis of production and relative characters of soybean. *Hei-bei Agricultural Science*, 8(3):107-109 (张玉先, 张瑞朋. 2004. 主成分分析在大豆产量与相关性状中的应用. *河北农业科学*, 8(3):107-109)
- Zhuang P P, Li W, Wei Y M, Yan Z H, and Zheng Y L. 2006. Correlation and principle component analysis in agronomic traits of *Triticum carthlicum* Nevski. *Journal of Triticeae Crops*, 26(4):11-14 (庄萍萍, 李伟, 魏育明, 颜泽洪, 郑有良. 2006. 波斯小麦农艺性状相关性主成分分析. *麦类作物学报*, 26(4):11-14)
-

欢迎订阅 2008 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农科院主办的学术性期刊。《大豆科学》是中国自然科学核心期刊, 中国科学引文数据库来源期刊及国内外多家权威数据库收入期刊源。主要刊登有关大豆的遗传育种, 品种资源, 生理生态, 耕作栽培, 病、虫、杂草防治, 营养施肥, 生物技术、食品加工、药理研究和工业用途等方面的科研报告, 学术论文, 国内、外研究进展评述, 研究简报, 学术活动简讯、新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者, 大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

国内外公开发行, 双月刊, 大 16 开本, 每期 180 页。国内每期订价: 10.00 元, 全年 60.00 元, 邮发代号: 14-95。国外每期订价: 10.00 美元(包括邮资), 全年 60 美元。国外由中国国际图书贸易总公司发行, 北京 399 信箱。国外代号: Q5587。

本刊热忱欢迎广大科研及有关企事业单位刊登广告, 广告经营许可证号: 2301004010071。

地 址: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《大豆科学》编辑部

邮 编: 150086

电 话: 0451-86668735

E-mail: dadoukx@sina.com ddkexue@126.com