

不同大豆品种田间结瘤固氮 有效性的评价*

李新民 窦新田 李晓鸣

(黑龙江省农科院土壤肥料研究所)

摘 要

利用相关和通径分析对田间种植的40份大豆品种(系)的结瘤固氮性状(结瘤分级、有效瘤数、有效瘤干重、有效结瘤指数、植株干重和植株全氮含量)的研究表明:有效瘤数、有效瘤重和有效结瘤指数可以有效地作为对大豆固氮种质的评价指标,其相对重要性为有效瘤重>有效瘤数>有效结瘤指数。在此基础上并结合籽粒产量因子筛选出2份结瘤固氮及产量较高的种质。研究同时也获得了七份在有效瘤重与有效瘤数或有效瘤重与有效结瘤指数上表现出较高值的材料。

关键词 大豆;结瘤固氮;有效性;相关与通径分析

前 言

大豆与根瘤菌的共生固氮作用所固定的氮素约占大豆一生对氮素需求的50—60%^[1]。寄主的特性及土壤环境因子限制着固氮性能的表达^[6]。有关对共生体中寄主本身的固氮能力的差异^[4,5]及利用遗传育种方法提高豆科植物固氮潜力^[2,3]的研究工作是近几年才起步的。我国是大豆的起源中心,具有丰富的大豆遗传资源,对于研究大豆共生固氮特别是利用遗传改良的手段来提高大豆的产量与品质有着无可比拟的条件。本研究是对田间种植的大豆品种(系)的结瘤固氮性状的分析,为高固氮大豆育种基础材料的筛选提供科学依据。

材料与方法

40份大豆品种(系)材料种植于田间,随机区组,三次重复,每区三垄行长三米。

* 国家自然科学基金资助项目。
本文于1992年9月8日收到。

This paper was received on Sep. 8, 1992.

R₃—R₄ 生育阶段,连续挖取 10 株大豆植株,观察记载结瘤分级、有效瘤数和有效瘤干重(有效瘤标准为瘤切剖面呈粉红色)、植株干重,计算有效结瘤指数(单位植株干重的有效瘤干重)并分析植株全氮含量,成熟后小区计产。

结果与讨论

1. 对不同大豆品种(系)6 个结瘤固氮性状及籽粒产量的方差分析表明,除结瘤分级和植株干重外其余都达到显著或极显著差异水准(表 1)。田间结瘤分级与我们在盆栽条件下的研究结果(待发表)相似,而与他人^[8]研究其它豆科作物的结论不同,这可能是研究的作物种类不同所致。另外,结瘤分级受主观因素所制约且分级的标准较为粗略(关于结瘤分级详见 Peoples 等人^[9]一文)。品种间植株干物质重无差异,说明了所研究的品种在田间自然生长状态下所固定的氮素还远远不能满足营养生长所需。

表 1 40 份大豆品种有关性状变异的均方分析

Table 1 Mean squares analysis of variation for related parameters of 40 soybean cultivars

| 变异源 Source of variation | 自由度 d. f. | 结瘤分级 Nodule score | 有效瘤数 No. effective nodules | 有效瘤重 Effective nod. d. wt. | 有效结瘤指数 Nodulation indeice | 植株干重 Plant d. wt. | 植株含氮量 Total N in plant | 籽粒产量 Yield |
|----------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------|
| 区组 Block | 2 | 4.46 | 914.06 | 19802.72 | 2.67 | 549.36 | 0.82 | 13392.11 |
| 品种 Cultivar | 39 | 0.82 | 181.07* | 3742.67** | 5.5** | 20.98 | 0.4* | 3504.68* |
| 误差 Error | 78 | 0.56 | 106.5 | 1519.19 | 2.65 | 26.55 | 0.23 | 1941.88 |

$$F_{0.05}(39, 78) = 1.54 \quad F_{0.01}(39, 78) = 1.8$$

2. 从对品种间差异显著的性状相关分析(表 2)中可以看出,各性状间及与籽粒产量间存在着显著的正相关关系。表明各性状间关系密切,相互影响和制约,也进而说明了提高大豆的结瘤固氮能力可以达到提高产量的目的。

表 2 性状间简单相关系数

Table 2 Simple correlation coefficients among traits

| | 有效瘤重 Effective nod. d. wt | 有效结瘤指数 Nodulation index | 植株全氮 Total N in plant | 籽粒产量 Grain yield |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|
| 有效瘤数 No. effective nodules | 0.8588** | 0.8032** | 0.4171** | 0.7849** |
| 有效瘤重 Effective nod. d. wt | | 0.9429** | 0.4573** | 0.8964** |
| 有效结瘤指数 Nodulation index | | | 0.4438** | 0.8496** |
| 植株全氮 Total N in plant | | | | 0.3324** |

$$r_{0.05}(n-2=38) = 0.314 \quad r_{0.01}(n-2=38) = 0.406$$

鉴于具有多个变量时简单相关只反映一种复合关系,故需进一步进行途径分析,结果

列于表3。从表中可看出,有效瘤重对产量的直接效应最大(0.8267),而有效瘤数和有效结瘤指数的直接效应值远远低于它们与籽粒产量的简单相关系数,这种夸大的相关是由它们通过有效瘤重对产量较大的间接效应所引起的。植株全氮对籽粒产量的直接效应与其简单相关系数截然不同,为较小的负值(-0.0971),其原因同样是有效瘤重较大的正间接作用遮盖了小的负直接效应结果所致。

表3 结瘤固氮性状与籽粒产量直接与间接效应成分

Table 3 Direct and indirect effect component between related traits and grain yield

| 效应成分 Effect component | 有效瘤数与产量 No. effective nod. and grain yield | 有效瘤重与产量 Effective nod. d. wt. and yield | 有效结瘤指数与产量 Nodulation index and grain yield | 植株全氮与产量 Total N in plant and yield |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| | $r_{1,5}=0.7849$ | $r_{2,5}=0.8964$ | $r_{3,5}=0.8496$ | $r_{4,5}=0.3324$ |
| 直接效应 Direct effect | $p_{1,5}=0.0692$ | $p_{2,5}=0.8267$ | $p_{3,5}=0.0577$ | $p_{4,5}=-0.0971$ |
| 间接效应 Indirect effect | $r_{1,2}p_{2,5}=0.71$ $r_{1,3}p_{3,5}=0.0461$ $r_{1,4}p_{4,5}=-0.0405$ | $r_{1,5}p_{1,5}=0.0593$ $r_{2,3}p_{3,5}=0.0544$ $r_{2,4}p_{4,5}=-0.0441$ | $r_{1,3}p_{1,5}=0.0556$ $r_{2,3}p_{2,5}=0.7795$ $r_{3,4}p_{4,5}=-0.0431$ | $r_{1,4}p_{1,4}=0.0288$ $r_{2,4}p_{2,4}=0.3751$ $r_{3,4}p_{3,4}=0.0256$ |

注:①表中1、2、3、4、5分别表示有效瘤数、有效瘤重、有效结瘤指数、植株全氮和籽粒产量。

1、2、3、4、5 stand for No. effective nodules, effective nod. d. wt. nodulation index. total N in plant and grain yield, respectively.

②r和p分别表示相关系数和通径系数

r and p stand for correlation coefficient and path coefficient, respectively.

表4 结瘤固氮相对有效和相对高产品种(系)

Table 4 Soybean cultivars (lines) with relative effectiveness of nodulation and N_2 -fixing and relative high-yield

| 品种序号 Cultivar No. | 有效瘤数 No. effective nod. | 有效瘤重 mg/p Effective ond. d. wt. | 有效结瘤指数 mg/g Nodulation index | 籽粒产量 g/m ³ Grain yield |
|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 7 | | 146.7 ^b | | |
| 9 | | 163.7 ^b | 6 ^b | |
| 18 | 39.7 ^a | 175 ^b | 6.1 ^d | 342 ^a |
| 19 | 50.6 ^a | 157 ^b | | |
| 20 | | 165.3 ^b | 5.9 ^d | 335 ^a |
| 25 | 52.8 ^a | 231.3 ^b | 8.2 ^d | 352 ^a |
| 26 | | 169 ^b | | |
| 29 | 46.5 ^a | 146.7 ^b | | |
| 30 | | 162 ^b | 6.4 ^d | 324.7 ^a |
| 34 | | | 6.8 ^d | |
| 35 | 41.6 ^a | 151.7 ^b | | |
| 界值 $\bar{x}+s$ Critical value | 39.4 | 146 | 5.8 | 317.2 |

表中相同字母表示同一性状邓肯氏多重比较测验5%水平不显著。

Values in column followed by the same letter in each trait are not different at $p=5\%$ by the Duncan's multiple range test.

3. 依据通径分析各性状的相对重要性,以有效瘤重、有效瘤数和有效瘤指数三个性状为指标,将所研究的40个大豆品种(系)划分为结瘤固氮相对高效和相对低效。划分标准为,相对高效其性状观察值均数大于所有品种(系)观察值均数的平均值加上标准误($\bar{x}+s$),若性状观察值均数低于该值则为相对低效。同理,依此标准将籽粒产量也划分为相对高产和相对低产。略去低产和低效的品种(系),结果汇于表4。从表中可以看出,以有效瘤数、有效瘤重及有效结瘤指数为基础得到的结瘤固氮相对高效的品种(系)个数分别为5、10、5个。依有效瘤重对籽粒产量贡献最大来看,出现在有效瘤重和有效瘤数以及有效瘤重与有效结瘤指数的品种(系)为7个,在三者中都出现的品种(系)的个数2个而它们也都恰好出现在产量这个重要的性状之中。

豆科植物的固氮作用是寄主与根瘤菌共同作用的结果。因此,本研究所获得的材料还需依共生体共生固氮特性做进一步研究评价。

参 考 文 献

- [1] 窦新田主编:1988,大豆根瘤菌剂的研究与应用,黑龙江省科技出版社
- [2] Buriat, N. et al., 1990. *Agronomy Journal* 82(6):1031-1034
- [3] Buttery, B. R. et al., 1990, *Can. J. Plant Sci.* 72 323-349
- [4] Danso, S. K. A et al., 1987, *Plant and Soil* 99 163-174
- [5] Hardarson, G. et al., 1984, *Plant and Soil* 82 397-405
- [6] Gibson, A. et al. 1960, *Ann Bot. N. S.* 24 420-423
- [7] Peoples, M. B. et al., (Eds) 1989, *Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legume in the field*, ACIAR, Canberra
- [8] Park, S. J. et al., 1989, *Plant and Soil* 119 231-234

EVALUATION OF NODULATION AND N_2 -FIXATION ABILITIES OF SOYBEAN CULTIVARS GROWN IN THE FIELD

Li Xinmin Dou Xintian Li Xiaoming

(Soil & Fertilizer Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural sciences)

Abstract

Using correlation and path analysis, the characters of nodulation and N_2 -fixation of 40 soybean cultivars (lines) grown in the field were evaluated. The results indicated that No. of effective nodules, effective nodule dry weight and effective nodulation index could be served as the parameters to evaluate nodulation and nitrogen fixation abilities of soybean. The relative importance of the three items in proper order was as follows: effective nodule dry weight > No. of effective nodules > effective nodulation index. In accordance with the above view and yield factor, two soybean germplasm have been

screened for high ability of nodulation and nitrogen fixation and high yield. Meanwhile, we had got seven materials with effective nodule dry weight and No. of effective nodules or effective nodule dry weight and effective nodulation index, all of them exhibited higher values.

Key words Soybean; Nodulation and N_2 -fixation; Effectiveness; Correlation and path analysis

高蛋白大豆新品种通农 10 号简介

通农 10 号是吉林省通化市农科所 1978 年以通农 5 号为母本,以凤交 76-638 为父本进行有性杂交育成。1992 年 1 月通过省级审定。

该品种是高蛋白大豆品种,蛋白质含量为 46.22%,脂肪含量为 18.41%,是吉林省中晚熟大豆蛋白质含量最高的品种。在 1990、1991 两年生产试验平均亩产量 161.4kg,比对照长农 4 号增产 7.6%。在高肥水地块,每亩可达 200kg 以上。有限结荚习性,株高约 90cm,披针形叶,株色深绿,白花,灰毛,分枝多,株形收敛,荚深褐色,籽粒圆形,黄种皮,脐无色,有光泽,百粒重 18g 左右。籽粒外观品质优良,抗病毒病,籽粒褐斑粒率轻。生育日数 131 天,与长农 4 号熟期相近,在吉林省属中晚熟品种。

适应区域及栽培技术要点:适应吉林省中东部及辽宁省东北部无霜期在 130 天以上的地方种植。该品种为多分枝喜肥水品种,种植密度宜稀,中等肥力地块适宜密度为 1.1 万株/亩,高肥力地块适宜密度为 9 千株/亩,每公顷施农家肥 2-3 万公斤作基肥,二铵 150-300 公斤作口肥。

李光发 王荣昌 黄文

(吉林省通化市农科所,135007)