

# 大豆产量空间分布特性的初步研究\*

游明安 盖钧镒 吴晓春\*\*  
邱家驹 马育华 贺观钦

(南京农业大学大豆研究所)

## 提 要

南方地区现有品种(系)间产量空间分布存在显著差异。产量在群体冠层中主要分布于上层、中层和主茎,但品种(系)间有相当大的变异。根据上、中层和主茎产量百分率可把品种(系)的产量空间分布在垂直方向上分为上层型、均匀型和中层型,在水平方向上分为主茎型、并重型和分枝型,共组合成9种空间分布类型。垂直分布的均匀型和水平分布的主茎型和并重型是高产的空间分布类型。

**关键词** 产量空间分布;理想型;大豆

以往的研究表明,大豆产量(荚粒)及其在植株上的分布与生育过程中叶面积及其空间分布有密切的关系。因此,探讨产量(荚粒)在植株或群体空间合理的分布在大豆理想设计及寻求产量突破途径的研究中是不可忽视的一方面。Wiebold等(1981)<sup>[1]</sup>对11个有限性品种、Johnston等(1968)<sup>[6]</sup>对一个无限性品种、孙卓韬和董钻(1986)<sup>[3]</sup>对北方地区76份大豆品种的荚数和产量在植株上的分布作过一些研究。但过去的工作均未深究产量分布类型与单位面积产量的关系。本研究对中国南方地区的大豆地方品种、长江下游的一些推广品种及育成品种的产量空间分布特点和类型进行了定量研究,并对产量空间分布与高产的关系进行了探讨。

## 材 料 和 方 法

### 一、试验与供试材料

本研究从1986~1988年在南京进行了3年4次试验。

试验1(1986):选用61个不同产量水平的中国南方大豆地方品种和13个长江下游地区推广品种为材料,密度1.33万株/亩,三次重复的随机区组设计。

\* 国家自然科学基金资助项目。 \*\* 现在江苏省南通市农工部工作。

本文于1991年8月19收到。 This paper was received on Aug. 19, 1991.

试验 2(1986):选用 59 个高产品系为材料,密度 1 万株/亩,三次重复的随机区组设计。

试验 3(1987):选用 102 个不同产量水平的品种(系)为材料,密度 1.33 万株/亩,三次重复的随机区组设计。

试验 4(1988):选用 27 个不同产量水平品种(系)为材料,采用 1.25 万株和 2 万株/亩两种密度,二因素裂区设计,主区为密度,副区为品种,三次重复。

四次试验均在中等肥力水平下的试验地进行,田间管理与大田生产相同。

## 二、产量空间分布的解析

大豆群体产量的空间分布从垂直分布和水平分布两方面来解析。在试验 1~4 中,成熟时从每一试验小区中间行中收获行长 2~2.6 米的植株,其中一半植株根据其株高按自然状态等分成三层,即上、中、下层。分别测定各层的籽粒产量、荚数、粒数和百粒重等。这样划分的三层以代表大田群体水平的垂直层次。另一半植株按主茎和分枝分别分成两部分,分别测定各部分上述性状。这样划分的两部分以代表水平分布。每小区收获中间 3~5 行植株估计小区产量。

根据试验结果,产量主要分布于上层和中层,故采用上层和中层产量占全冠层产量的百分率描述产量的垂直分布,同时采用主茎产量百分率描述产量水平分布。为了进一步定量分析产量空间分布特性,还定义两个描述产量分布的数量指标:

产量垂直分布指数  $I_v = \text{上层产量}\% - \text{中层产量}\%$  ( $-100\% < I_v < 100\%$ )

产量水平分布指数  $I_h = \text{主茎产量}\%$  ( $I_h \leq 100\%$ )

## 结果与分析

### 一、产量及其构成因素的空间分布特点

对试验 1 和 2 的 74 个品种和 69 个育种品系的方差分析结果表明(表 1):产量及其构成因素在空间的分布有显著的品种间差异。单位面积产量、荚数和粒数在垂直方向上主要集中在上层和中层,上、中、下各层产量分布平均分别为 56.9%,41.3%,1.8%。多数品种下层没有荚,最多的品种也仅占全冠层的 18.8%;在水平分布上,表现为主茎 > 分枝,但分枝的产量百分率平均达到了 39%。品种间的变异在垂直分布和水平分布上都相当大,不同品种表现为不同的分布特点。

平均而论,百粒重、每荚粒数和表观收获指数从下层至上层逐渐增加。但主茎与分枝间每荚粒数差异不显著,表观收获指数分枝大于主茎,而百粒重主茎大于分枝(表 1)。

### 二、产量空间分布类型

根据对供试品种和品系的分析结果,产量的垂直分布可分为三种类型,即上层型、均匀型和中层型,水平分布也可分为三种类型,即主茎型、并重型和分枝型,并组合成 9 种空间分布类型。图 1 表示产量分布类型的划分标准及 133 个品种(系)(试验 1 和 2)的分类结果。结果表明,现有品种和育种品系主要为上层—主茎型(20.3%),上层—并重型(16.5%),均匀—主茎型(22.6%)和均匀—并重型(27.1%),仅少量品种(系)属中层型(7.5%)和分枝型(6.8%)。孙卓韬和董钻(1986)<sup>[3]</sup>曾报道大豆荚粒分布类型,本研究同样

把垂直分布类型划分为三类,但水平分布也分成三种类型,包括主茎型与分枝型的中间型,即并重型;同时,在分类的标准上采用了固定的标准,以避免样本对分类结果的影响,有利于不同样本间的比较。

表1 133个品种(系)产量性状在空间的垂直分布和水平分布(试验1和2)

Table 1 The vertical and horizontal distribution of yield traits of 133 varieties and lines in Experiment 1 and 2

性 状 Trait	垂 直 分 布 Distribution at vertical direction				水 平 分 布 Distribution at horizontal direction		
	上 层 Top layer	中 层 Middle layer	下 层 Bottom layer	方差分析显著性 Significance of ANOV	主 茎 Main stem	分 枝 Branch	方差分析显著性 Significance of ANOV
	平均 Ave—	平均 Ave—	平均 Ave—	V L V×L	平均 Ave—	平均 Ave—	V MN V×MN
	CV rage	CV rage	CV rage		CV rage	CV rage	
产量/m <sup>2</sup> (%) Seed yield/m <sup>2</sup> (%)	56.9 26.6	41.3 38.3	1.8 162.4	* * * * *	61.0 23.0	39.0 1.49	* * * * *
粒数/m <sup>2</sup> (%) No. of seeds/m <sup>2</sup> (%)	55.3 29.5	42.8 47.0	2.0 155.2	* * * * *	59.0 24.2	41.0 55.6	* * * * *
荚数/m <sup>2</sup> (%) No. of pods/m <sup>2</sup> (%)	53.6 29.7	43.9 42.0	2.5 149.7	* * * * *	58.6 21.3	41.4 52.9	* * * * *
百粒重(g) 100—seed weight (g)	17.5 22.7	16.6 20.7	13.1 58.1	* * * * *	17.1 19.1	16.9 21.8	* * * NS
每荚粒数 No. of seeds per pod	2.0 17.8	1.8 15.3	1.5 58.8	* * * * *	1.9 12.5	1.9 17.3	* * NS NS
表观收获指数(%) Apparent harvest index(%)	62.5 15.3	50.4 28.1	5.9 148.4	* * * * *	47.1 21.0	58.2 21.3	* * * * *

V—品种间, L—层次间, V×L—品种×层次, MN—主茎与分枝间, V×MN—品种×主茎与分枝, CV—变异系数。

\* 和 \* \* 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平, NS 表示不显著。

V, varieties; L, layers; V×L, varieties×layers, MN, between main stem and branch;

CV, variation coefficient. \* and \* \*, significant at 0.05 and 0.01 level; NS, not significant.

### 三、产量空间分布与单位面积产量的关系

由于各个试验的试验条件和产量水平不同,故对每一试验的供试品种(系)的产量根据与对照品种相比和用 Scott 和 Knott 平均数聚类分析法,分成高产、中产和低产三组。相对高产品种在各产量空间分布类型中的分布列于表2。在试验1和2中有36个相对高产品种,其中垂直分布的均匀型以及水平分布的主茎型和并重型的高产品种频率高于其他类型(分别为61.1%,52.8%和38.9%)。在试验3中,高产品种主要分布于垂直分布的均匀型以及水平分布的并重型,分别占96.2%和73.1%。在试验4,1.25万株/亩密度下,高产品种全为均匀—并重型,2万株/亩密度下,高产品种为均匀—主茎型和均匀—并重型(各占50%)。上述结果表明,均匀—主茎型和均匀—并重型是高产的空间分布类型,育种中选择这些类型获得高产品种的概率较大。

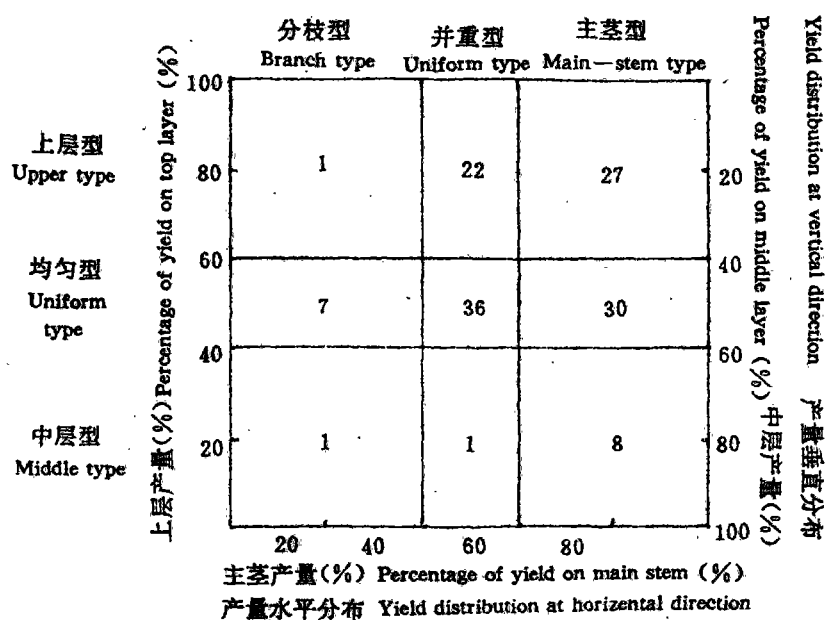


图1 大豆产量空间分布类型及133个品种(系)的归类(试验1、2)

Fig. 1 The types of yield distribution in space classification  
of 133 varieties and lines in Exp. 1 and 2

表2 供试品种(系)中相对高产品种(系)在各产量空间分布类型中的分布

Table 2 Distribution of relative high-yielding varieties and  
lines in various types of yield distribution in space

试 验 Exper- iment	供试品种 (系)数 No. of Varieties and lines	相对高产 品种(系)数 No. of relative high-yielding varieties and lines	垂直分布类型 Distribution type at vertical direction			水平分布类型 Distribution type at horizontal direction		
			上层型 Upper type	均匀型 Uniform type	中层型 Middle type	主茎型 Main-stem type	并重型 Uniform type	分枝型 Branch type
试 1.2 Exp. 1.2	133	36	11	22	3	19	14	3
试 3 Exp. 3	102	26	0	25	1	6	19	1
试 4 Exp. 4	27	5(1.25万株/亩)	0	5	0	0	5	0
		6(2万株/亩)	0	6	0	3	3	0

产量分布指数与单位面积产量的相关结果(表3),在试验2和4产量水平较高情况下,产量垂直分布指数(Iv)与产量均呈负相关,表明单位面积产量随着产量在冠层中向下分布而增加,即产量在垂直水平上均匀分布于全冠层,有利于产量的提高;而水平分布指数(Ih)与产量也呈负相关趋势,即随着分枝产量增高,单产愈高,但此关系未达显著水平。

表 3 产量空间分布指数与单位面积产量的关系  
Table 3 Relation of index for yield distribution in space to  
seed yield per unit area

试 验 Experiment	品种(系)或密度 Variety and line or planting density	垂直分布指数(Iv) Index for the vertical distribution	水平分布指数(Ih) Index for the horizontal distribution
试验 2 Exp. 2	早熟组(n=45) Early mature group	-0.35*	-0.09
	中熟组(n=14) Middle mature group	-0.70**	-0.11
	全部品系(n=59) All lines	-0.34**	-0.14
试验 1 Exp. 4	低密度(12.5 万株/亩) Low density 12500 plants/mu	-0.42*	0.01
	高密度(2 万株/亩)(n=10) High density 20000 plants/mu	-0.38*	-0.21

\* 和 \*\* 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平。 \* and \*\*, significant at 0.05 and 0.01 level.

邱家驹等(1990)<sup>[2]</sup>指出高产与分枝生产力有关,高产品种均为分枝型。但在他们的研究中,随着密度的增加(到 1.6 万株/亩),分枝产量与单产的相关程度降低( $r=0.59$ ,不显著),因此在高肥高密度条件下,以主茎与分枝并重类型可能较高产。

## 讨 论

本研究结果表明,垂直分布的均匀型和水平分布的主茎型或并重型具有较高的高产品种频率和单产。从垂直分布看,均匀型品种的显著特点是结荚高度低,株高较高,结荚节数多,即这类品种具有较大的产量形成空间和库容量,因而提供了高产的可能性和潜力。另一方面,由于源库之间在空间上存在有对应关系(叶—荚对应关系)<sup>[1,3,4]</sup>,均匀的产量分布一般是由于在营养生长和产量形成过程中有均匀的叶片空间分布<sup>[1]</sup>,这有利于光能的截获和光能在全冠层的合理利用。因此,均匀型是比较理想的产量分布类型。目前选育出的新品种一般具有结荚多、密且下部结荚节位较低的特点。因此,在南方地区适当降低结荚高度,选育具有亚有限结荚习性、多荚、密荚型品种,或利用顶生和腋生长花序等特异株型性状来扩大产量形成空间,可能是高产育种的重要途径。

产量水平分布与品种特性和栽培条件有关。国分牧卫(1988)<sup>[5]</sup>认为在高肥高密度条件下的高产理想型为主茎型。在本研究的一般肥力条件和中、高密度下,结果认为主茎型和主茎分枝并重型产量较高,但对某一特定品种,在较高肥力水平和稀植条件下,可能分枝型品种的高产潜力更大。邱家驹(1990)<sup>[2]</sup>在南京地区较高肥力水平条件下的结果认为高产与分枝生产力有关,在东北地区,王金陵(1990)也提出稀植高产的设想。因此,分枝的意义在不同的品种和不同的栽培条件下是不同的,利用水平分布的各种类型可能是在不同条件下探索高产的途径。

## 参 考 文 献

- [1] 游明安;1989,大豆产量在冠层中的分布和生理特性与产量的关系及其在理想型概念中的应用,博士学位论文,南京农业大学图书馆
- [2] 邱家驹、盖钧镒、贺观钦、张国正、毛永健;1990.不同群体密度条件下大豆产量在冠层的分布,大豆育种应用基础和技术研究进展(盖钧镒主编) PP.13~18,江苏科技出版社
- [3] 孙卓韬、董钻;1986,大豆株型、群体结构与产量关系的研究,第二报.大豆群体冠层的英粒分布,大豆科学 5:91~101
- [4] 王韬、孙淑燕、陈存来;1983,大豆叶-荚关系与产量研究初报,大豆科学 2:67~74
- [5] 国分牧卫;1988,大豆のIdeotypeの设计与検証.东北农业试验场研究报告,第77号:77~142
- [6] Johnston, T. J. and J. W. Pendleton; 1968. Contribution of leaves production of upright and lodged soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Sci.* 8: 291~292
- [7] Wiebold, W. J., P. A. Ashly and H. R. Boerma; 1981. Reproductive abscission levels and patterns for eleven determinate soybean cultivars. *Agron. J.* 73(1):43~46

## PRELIMINARY STUDY ON SOYBEAN YIELD DISTRIBUTION IN SPACE

You Mingan Cai Junyi Wu Xiaochun Qiu Jiaxun Ma Yuhua He Guanqin

(*Soybean Research Institute, Nanjing Agricultural University*)

### Abstract

It was shown that there existed the significant differences in the yield distribution in space among varieties or lines in South Region of China. Seed yield was mainly concentrated on the top two-thirds of the canopy (based on plant height) and on main stem of plants, with certain amount of variation among varieties or lines. Based the percentages of yields on top and middle layer in canopy and on main stem in a plant, the yield distribution at vertical direction could divided into three types, i. e., upper type, uniform type and middle type, the yield distribution at horizontal direction also into three types, i. e., main-stem type, uniform type and branch type and thus 9 distribution types were obtained from combination of distribution types at vertical and horizontal direction. Uniform type at vertical direction and mainstem type at horizontal direction could be the high-yielding distribution types.

**Key words** Yield distribution in space; Ideotype; Soybean