

# 有限和无限结荚习性大豆叶片解剖及 光合特性的比较研究\*

许守民 苗以农 朱长甫 刘学军  
俞东威 拓 亚 但力伟

(东北师范大学生物系, 长春 130024)

## 摘 要

利用浮力法测定了大豆主茎不同节位叶片体积、厚度、密度、叶内空间体积及叶片和叶肉密度, 结合叶片光合速率、可溶性蛋白及叶绿素含量的测试, 分析了各性状在大豆植株上的立体表现, 比较了叶形相似的有限和无限结荚习性两个大豆品种主茎叶片结构及光合性状的差异。结果如下:

叶片在初生叶, 7—8 和 13—16 节复叶较厚, 以单位叶面积表示的光合速率, 可溶性蛋白含量, 叶绿素含量也在初生叶, 7—8 和 13—16 节复叶出现峰值。上述峰值的位置与叶片体积、叶肉体积、叶内空间体积、叶片密度、叶肉密度的峰值位置相似, 这表明叶片的光合活性等特性与叶片的解剖结构有密切的关系。

虽然上述性状在以单位叶面积表示时两品种间差异较小, 但以整叶表示时差异较大, 尤其在中上部节位的叶片上表现更明显, 这是因为有限结荚习性的早丰 1 号中上部节位的叶片较无限型的长农 4 号同节位的叶片面积大, 因而上述性状在早丰 1 号植株上的分布近似倒塔形, 而在长农 4 号则近似纺锤形。

**关键词** 大豆; 结荚习性; 叶片结构; 光合速率

大豆不同节位叶片形态结构和生理功能的比较研究在大豆生理生态的研究中具有重要意义。许多作者对大豆不同节位叶片的光合速率进行了离体或活体的测定<sup>[7, 8, 9, 12, 13]</sup>, 证明不同节位叶片的光合速率存在很大差异。除了生态因素外, 为阐明这些差异的结构基础, 不少作者还从植株各节位叶片的比叶重<sup>[4]</sup>、叶片厚度<sup>[8, 13]</sup>、单位面积细胞数<sup>[8, 15]</sup>、叶绿素及

\* 本文于 1992 年 7 月 12 日收到。

This paper was received on July 12, 1992.

含N量<sup>[5,6,10]</sup>等各方面进行分析。本文则应用浮力法对两个大豆品种(有限和无限结荚习性)主茎各节位叶片的叶体积、厚度、密度及叶内空间体积进行了系统测定,结合叶面积、光合速率、可溶性蛋白及叶绿素含量的测试,进一步分析了两个不同结荚习性大豆主茎叶片结构及光合在植株上的分布状态、结构与功能的关系。目前,这类研究报道甚少。

## 材 料 和 方 法

**一、供试材料及栽培条件** 大豆(*Glycine max* (L.) Merr.)品种长农4号(无限型、圆叶)、早丰1号(有限型、圆叶)种植于校内实验田,行距60cm,株距10cm,土壤肥力中等,田间管理同一般农田。整个生长季节控制了虫害及杂草,植株生长正常。

### 二、测定内容及方法

1、叶片光合速率用北分厂QGD—07型红外线CO<sub>2</sub>分析仪与上海大华厂生产的记录仪及稳压电源、数学万用表等组装成测定系统,于田间活体状态下以闭路系统测定。每次测定重复3—5次,取平均值。

2、叶片可溶性蛋白含量取一定面积的叶片,按前法<sup>[3]</sup>提取叶片中的可溶性蛋白,用考马斯亮兰法<sup>[1]</sup>测定蛋白含量。

3、叶绿素含量以80%丙酮提取,按Arnon法测定。

4、叶面积用英国产△T—叶面积测定系统测定。

5、叶片结构按Woodward根据阿基米德原理设计的方法<sup>[16]</sup>及改进方法<sup>[2]</sup>测定叶片厚度、体积、叶片内部自由空间体积及叶片和叶肉细胞组织(非自由空间)的密度。

## 结 果 与 分 析

### 一、叶片厚度、面积及品种间差异

叶面积从下至上随节位的升高增大,在9—15复叶达最大值,再往上节位又趋变小。长农4号除初生叶较早丰1号稍大外,其它各节位均较小,而且越往上部节位差异越大。两品种最大叶面积分布的节位也不同(图1)。这表明有限型的早丰1号整株叶面积的立体分布呈倒塔形,而无限型长农4号则呈纺锤形。这种特性与各自荚果的分布是相适应的。

从图1也可看出叶厚的变化:初生叶、7—8复叶和15复叶的叶片较厚,两品种间各节位叶厚的差异较小。

### 二、主茎叶片光合速率

以单位叶面积表示的光合速率,初生叶高于第一复叶,以后随节位上升而急剧升高,在第7—8复叶达峰值,但早丰1号在更上层的复叶逐渐下降,13复叶以后降低更快;长农4号则在9—11复叶出现低谷,15复叶又出现一高峰,随后就急剧下降(见图2)。两品种光合速率的差异在9复叶以上较大。

以整叶为单位表示的光合速率在初生叶和第一复叶较低,两品种差异较小,以后急剧

上升,差异也增长(图 2)。整株各节位叶片的光合速率都是早丰 1 号的高于长农 4 号,主

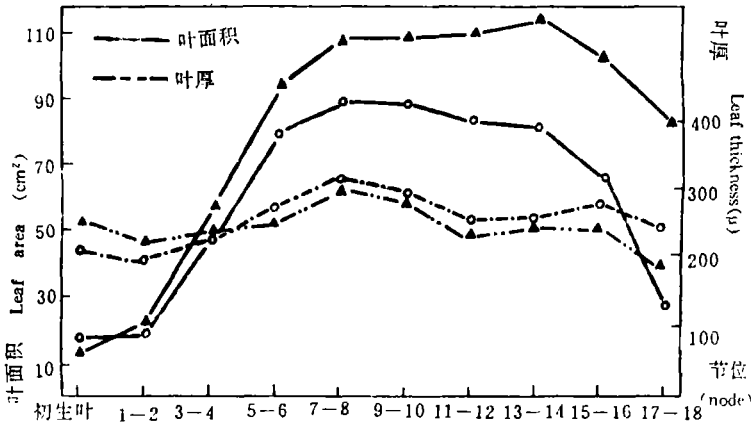


图 1 长农 4 号(— · —)和早丰 1 号(—▲—)不同节位叶面积(1;cm<sup>2</sup>)和叶厚(2;u)的变化.

Fig. 1 Changes of leaf area (1;cm<sup>2</sup>) and thickness (2;u) at different nodes of Chang Nong 4 (- · -) and Zao Feng 1(-▲-)

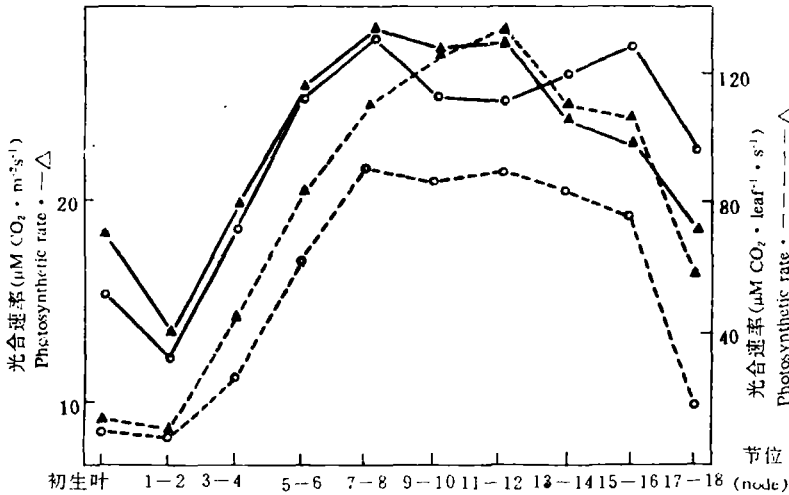


图 2 长农 4 号(— · —)和早丰 1 号(—▲—)各节位叶片的光合速率

Fig. 2 Photosynthetic rates in leaves at different nodes of Chang Nong 4 (- · -)and Zao Feng 1(-▲)

要差异表现在中上部节位,这些差异主要归因于叶面积的差异。

### 三、叶片可溶性蛋白及叶绿素含量

以单位叶面积表示的可溶性蛋白含量,在不同节位中以初生叶、5—6 复叶和 15—16 复叶较高。两品种间差异虽小,但多数节位以长农 4 号的较高(图 3)。以整叶为单位表示的蛋白含量,从初生叶起随节位上升而增高,并在 15—16 节位达到最高值,以后则下降。中上部节位的蛋白含量早丰 1 号的明显高于长农 4 号(图 3)

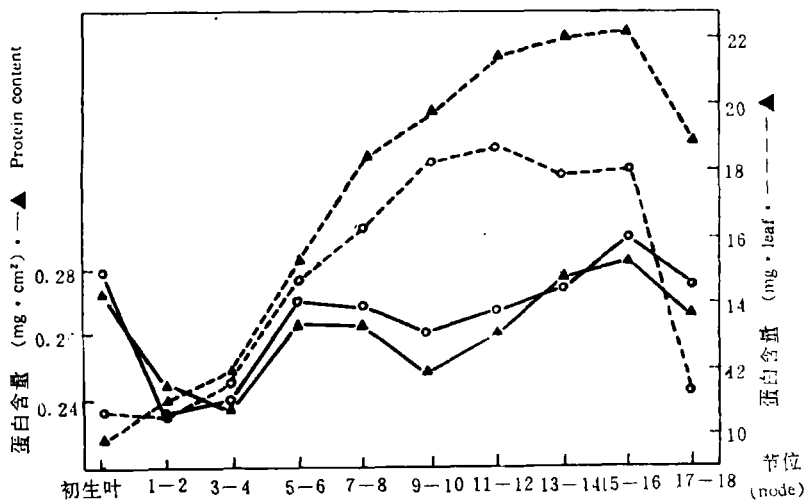


图3 长农4号(—○—)和早丰1号(—▲—)不同节位叶片蛋白含量

Fig. 3 Soluble protein contents of the leaves at different nodes of Chang Nong 4 (—○—) and Zao Feng 1 (—▲—)

与上相似,叶片叶绿素含量的变化以单位面积表示时也在5—6节位、15—16节位有峰值,中上部节位以长农4号的稍高,但差异很小(图4)

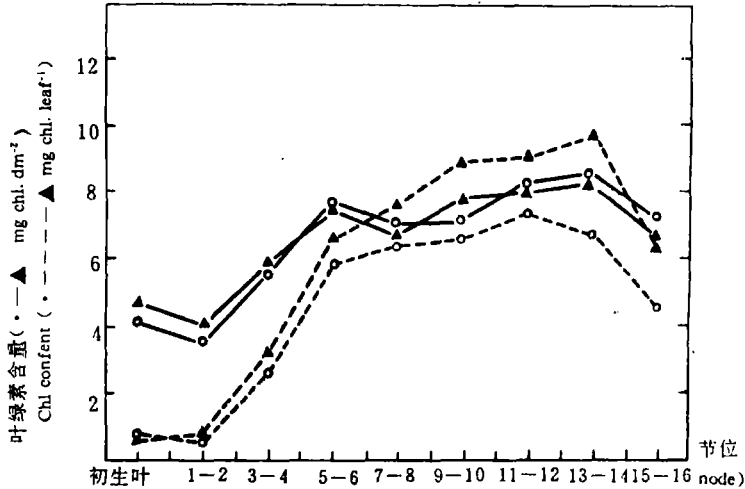


图4 长农4号(—○—)和早丰1号(—▲—)各节位叶片叶绿素含量

Fig. 4 Chlorophyll contents in the leaves at different nodes of Chang Nong 4 (—○—) and Zao Feng 1 (—▲—)

四、叶片结构及两品种间的差异

叶片体积和叶肉体积的变化基本上是一致的,而叶片内部空间体积的变化虽在趋势上与上两项一致,但变化不甚明显(图5)。

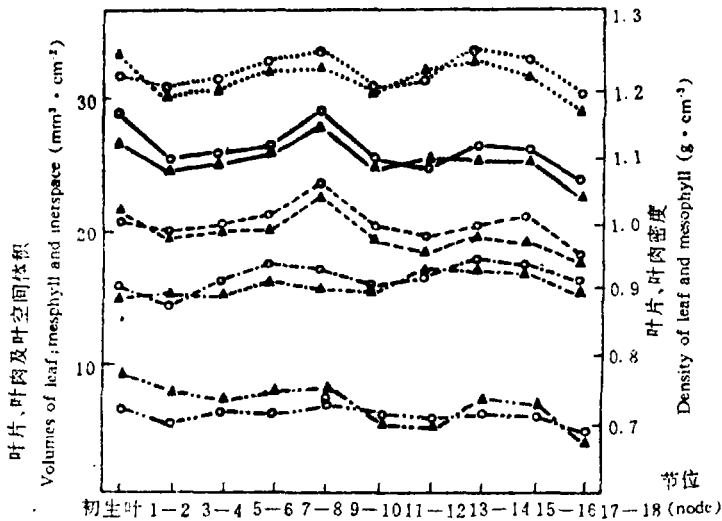


图 5 长农 4 号(—○—)和早丰 1 号(—▲—)不同节位叶片的体积(—). 叶肉体积(---), 叶内空间体积(· · · · ·), 叶片密度(- · - · -)及叶肉密度(·····).

Fig 5 Volumes of leaf (—), mesophyll (---), inerspace (· · · · ·), and destiy of leaf (- · - · -), mesophyll (·····) at different nodes of Chang Nong 4 (- · -) and Zao Feng 1 (-▲-)

从图中可看出,三者都以初生叶的数值较高,7—8、13—14 复叶也具较高的数值。两品种间差异较小。

叶片密度、叶肉密度的变化也在初生叶、7—8、13—14 复叶的值较大,但初生叶的叶片密度较小,这与其叶片内部空间体积较大有关。

讨 论

有限和无限型两品种大豆叶面积及由整叶表示的光合速率等性状的差异主要表现在中上部节位的叶片上,这主要是由两者在这些节位上叶面积的差异造成的。

在叶片结构的节位间变化中,叶厚、叶片体积、叶肉体积、叶片内部空间体积及叶肉密度等的变化趋势基本相似,都在初生叶、5—8 和 13—16 复叶的数值较高。其中叶肉体积的变化与叶厚、叶体积的变化关系最为密切。所以,叶肉对决定叶片的结构状态起主要作用。另外,叶肉体积、密度也影响着叶片中内含物的量。从图 3—5 可看出,以单位叶面积表示的可溶性蛋白、叶绿素含量在节位间的变化趋势与叶肉体积和密度的变化趋势是相近的。

值得注意的是,以单位叶面积表示的色素、蛋白含量、叶片结构及光合速率等都在中部节位的叶片出现低谷(图 1—5),这种现象可能与中部叶片发育时大豆正处于激烈的营养和生殖竞争有关。从图 2 还可看出:长农 4 号在鼓粒期上部节位叶片(15—16 复叶)光合速率出现一个高峰,但有限型的早丰 1 号就无此峰值,看来这种差异可以用有限型大豆顶端具有较多的面积大而薄的叶子来解释<sup>[11,14,15]</sup>。虽然有人<sup>[15]</sup>认为大豆叶片的光合速率

可被增加的库容所刺激,从生殖生长期光合速率增高也可证明这一点。但库容如果超出一定范围,一方面影响当时正在发育着的叶片结构建成,进而使长成后叶片的光合潜力受影响。另一方面,过大的库容量使叶片的光合成量满足不了库需要量,从而导致库器官发育不正常,大豆高比率的落花落荚可部分说明这一点。所以,保持源库关系的协调对大豆生长及产量形成具有重要意义,更有待深入研究。

## 参 考 文 献

- [1] 李琳、焦新之,1980,应用蛋白染色剂考马斯亮兰 G—250 测定蛋白质的方法,植物生理学通讯,6,52—55
- [2] 许守民、闫秀峰等,1989,应用浮力法测定叶片厚度、体积、密度及内部空间体积,植物生理学通讯,5,58—61.
- [3] 许守民、闫秀峰等,1989,大豆叶片可溶性蛋白提取方法的探讨,中国油料,3,55—56.
- [4] 苗以农等,1982,大豆比叶重的变异性,大豆科学,1(1):61—67.
- [5] 苗以农等,1987,大豆光合生理生态的研究,第7报:大豆不同节位叶片叶绿素含量的变异性,大豆科学,6(1),21—26.
- [6] 苗以农等,1988,大豆光合生理生态的研究,第9报:大豆不同节位叶片全氮含量的变异性,大豆科学,7(2),113—118.
- [7] 杜维广等,1982,大豆品种(系)间光合活性的差异及其与产量的关系,作物学报,8(2):131—135.
- [8] 徐克章、苗以农,1983,大豆光合生理生态的研究,第3报:大豆叶形态解剖特征与光合作用速率,大豆科学,2(3):169—173.
- [9] 邹冬生、郑丕尧,1991,大豆植株光合性能与干物质及荚粒形成关系的研究,大豆科学,10(2):217—231.
- [10] Buzzell, R. I. and B. R. Buttery, 1984, World Soybean Research Conference II Proceedings, 446—451.
- [11] Chanprasert, W et al, 1989, Journal of Applied Seed Production, 7, 19—31.
- [12] Dornhoff, G. M. , et al, 1970, Varietal Difference in Net Photosynthesis of Soybean Leaves, Crop Sci. 10, 42—45.
- [13] Dornhoff, G—M, et al, 1976 Leaf Morphology and Anatomy in Relation to CO<sub>2</sub> Exchange of Soybean Leaves, Crop Sci. 16, 377—381.
- [14] Pate, J. S, et al, 1977, Nutrition of a Developing Legume Fruit, Plant Physiol. 59, 506—510.
- [15] Richard, S, et al, 1989, World Soybean Research Conference IV Proceedings, 40—47.
- [16] Woodward, F. I. , 1979, New Phytol. 82, 397—405.

## COMPARATIVE STUDY ON THE PHOTOSYNTHETIC TRAITS AND LEAF ANATOMY BETWEEN DETERMINATE AND INDETERMINATE SOYBEAN CULTIVARS

Xu Shoumin      Miao Yinong      Zu Changfu  
Liu Xuejun      Yu Dongwei      Tuo Ya      Dan Liwei

(Biology Department of Northeast Normal University, ChangChun 130024)

### Abstract

Using the buoyancy method, the leaf volume, thickness, density, volume of inerspace,

mesophyll density at different nodes were measured. Combined with the investigation on leaf photosynthetic rates, soluble protein and chlorophyll contents, the vertical states of above traits were analyzed. The difference was compared in structure and photosynthetic rates of the leaves on main stems between determinate and indeterminate soybean cultivars with similar leaf morphology. The results are as follows:

Thicker leaves were found at primary leaf, trifoliolates leaves on 7—8 and 13—16 node, and higher values were also found at these nodes on photosynthetic rates, soluble protein contents, chlorophyll contents based on per unit leaf area. The peak values of leaf volume, mesophyll volume, inerspace volume in leaf, leaf density and mesophyll density were persisted with the leaves at the similar nodes as above ones. These results indicate that there were close relations between leaf photosynthetic traits (such as photosynthetic rate) and leaf anatomical structure.

Although the difference of above traits was not great between two cultivars based on per leaf area, it was relatively great between the two if based on per leaf, especially in the leaves Zao Feng 1 (determinate cultivar) was larger than that of Chang Nong 4 (indeterminate one) at middle and top nodes.

So the distribution form of above photosynthetic and anatomical traits on Zao Feng 1 plant approximated to a inverted tower, while that on Chang Nong 4 plant approximated to a spindle form.

**Key words** Soybean; Pod bearing habit; Leaf structure; Photosynthetic rate