

# 大豆群体的光合速率

## ——测定方法及其与产量的关系

张贤泽 马占峰

(东北农学院 大豆研究室)

### 提 要

在自然条件下,根据光合过程中气体交换原理,设计了大型同化箱大豆群体光合测定装置,并连续二年进行了测定和分析研究。经过不断改进,1983年达到了预期效果。本文就该装置的设计和测定中的有关问题以及测定结果与子实产量的关系进行探讨。

早就有人开始探索大豆光合速率的遗传差异,发现大豆光合速率有明显的品种差异<sup>[1]</sup>。但不同大豆基因型光合速率与产量的相关性不大,尚未寻找出一个提高产量的光合作用选择指标<sup>[2][3][4]</sup>。

作者曾以改良干重法(1977—1978)和QGD—07型、FQ型、SH型等红外线CO<sub>2</sub>分析仪(1979—1983),研究不同大豆基因型光合速率与产量的关系;发现大豆的单叶片光合速率有明显的品种差异,这种差异的原因不仅与叶片大小、叶片厚薄、叶柄着生角度、叶位等生态学特征以及叶片含氮率的高低有关,而且与大豆生长环境也有关系<sup>[5][6]</sup>。因此,依靠大豆单叶片光合速率作为产量改良程序的选择指标,遇到一些复杂的情况。大豆的叶柄长,叶片较大,茎秆矮,易倒,所构成的群体受光状况不良,影响到光能利用率和最终产量<sup>[7][8]</sup>。我们从1982年开始探索了群体光合速率测定方法及其应用效果。

### 一、大豆群体光合速率的测定方法

(一)测定所用仪器:FQ型红外线CO<sub>2</sub>分析仪、KW型快速自动平衡记录仪、KSE 2—6 D车用空气调节器、QDF型热球式微风速计、ZD—1型照度计、7151型半导体点温度计以及湿度计和气压计等。

(二)测定装置由同化箱、环境控制系统、管道气路系统和测定系统组成(见图1)。

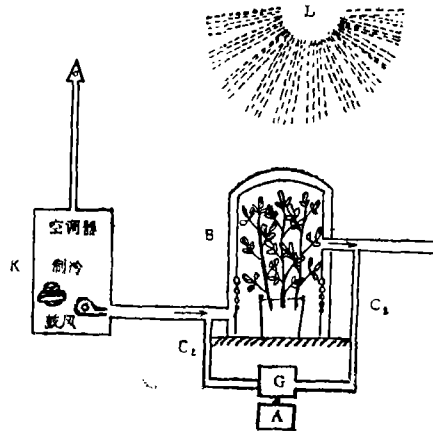


图1 测定装置示意图

L: 光源; C<sub>1</sub>: 入气口的空气 CO<sub>2</sub> 浓度; C<sub>2</sub>: 出气口的空气 CO<sub>2</sub> 浓度; G: 红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪; A: 快速自动平衡记录仪; K: 环境控制系统; B: 同化箱。

在自然条件下，用大型同化箱测定大豆群体的光合速率遇到的主要问题是：同化箱内的温度常因日照而升高，还由于同化箱内大豆植株的蒸腾和土壤水分的蒸发，增加了箱内的湿度。因此要注意降温、降湿、透光，使箱内外环境保持平衡，同时还要满足箱内大豆进行光合所需的 CO<sub>2</sub> 供应。

1. 同化箱：测定盆栽大豆群体光合速率使用的同化箱箱体为圆筒形，内径1.2米，高1.2米的双层（两层距离5厘米）透明的聚脂膜圆筒（箱体大小和形状视群体而定）。外层下部有进气口，在内层中下部穿有多个孔，以使进入同化箱的空气均匀分布。同化箱上部内层开有多个出气口，联并后连接着红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪及记录仪。

2. 环境控制系统：同化箱内的小气候环境由经过气路管道联接的空调器控制。由空调器制冷后的空气经过鼓风机送入同化箱，使同化箱内温度与环境的气温相近。

3. 管道气路系统：采自3米高处成分较稳定的空气。由进气管入空调器，再由送气管送进同化箱。由于空调器送风的压力一定，送风量便取决于管道的内径大小。在送气管上设测风小孔，用微风速仪测出进气风速，然后根据送风管的直径，计算进入同化箱的气流量。在同化箱内经过光合作用后的空气由同化箱出气口排出箱外，形成开放式气路。在空调器的送气管和同化箱的出气口，分别用直径1厘米的塑料管吸取样气，引入红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪。

（三）测定和计算：

在哈尔滨8月中下旬晴天上午8—11点钟进行测定。结果表明，这段时间内净光合速率较高又变化不大。

在上述条件下的自然饱和光下，同化箱内外温差控制在±2—3℃，相对湿度差不超过±10%，照度不低于箱外90%，箱内空气流速较均匀，空气流量控制在2—2.5米<sup>3</sup>/分（换气次数为每分钟2.5）。

群体光合速率是根据输入同化箱的空气流量和进入同化箱空气 CO<sub>2</sub> 浓度与排出同

化箱外空气 CO<sub>2</sub> 浓度差来计算的，同时用当时测量的同化箱里的土壤呼吸速率校正。群体光合速率和同化箱内土壤呼吸速率均以当时测量的温度、气压与标准状态下的浓度进行校正，以算出当时环境下的大豆群体净光合速率。

计算公式：
$$P = \frac{(C_1 - C_2) \cdot F \cdot K}{A} \cdot \frac{P}{P_0}$$

式中 P 为光合速率 (gCO<sub>2</sub> · m<sup>-2</sup> · h<sup>-1</sup>)；C<sub>1</sub> 为空气 CO<sub>2</sub> 浓度 (ppm)；C<sub>2</sub> 为同化箱排出的光合后空气中 CO<sub>2</sub> 浓度 (ppm)；F 为进入同化箱的空气流量 (m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>)；K 为温度校正后的 CO<sub>2</sub> 每升体积的重量 (g)，即  $\frac{44}{22.4} \times \frac{273}{273+t}$ ，t 为同化箱内的测定时温度；A 为同化箱内被群体全复盖的土地面积 (m<sup>2</sup>)；P 为实测大气压汞柱毫米数，P<sub>0</sub> 为标准大气压 760 毫米汞柱。

二、大豆群体光合速率的测定结果及分析

(一) 试验设置

1. 供试品种为在哈尔滨市地区中熟和中早熟、代表三个生态类型的五个品种：适应较低肥水条件的满仓金和丰收 12 号；适应中等肥水条件的黑农 26 号；适应较高肥水条件的绥农 4 号，以及生育期与黑农 26 号相同而繁茂性较黑农 26 号为强的新育品系东农 78—2。

2. 试验在哈尔滨市东北农学院院内以盆栽方式进行。每盆黑土 10 公斤，加熟厩肥 0.5 公斤、尿素 1 克、三料磷肥 2 克、硫酸钾 2 克。随机排列。5 月 18 日播种，5 月 26 日出苗，每盆保苗 5 株。生育期间及时灌水与松土管理。成熟后随时收获考种、测产。

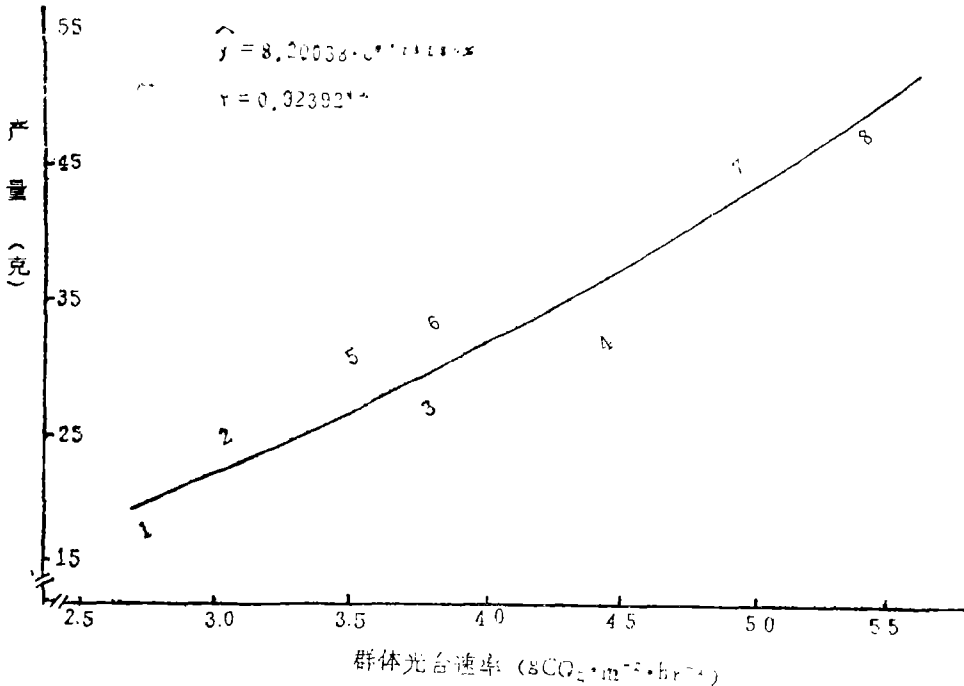
(二) 测定结果

大豆鼓粒期 (8 月中、下旬) 所测定的各基因型群体光合速率有显著差异，其强度变化在 3—5g CO<sub>2</sub> · m<sup>-2</sup> · h<sup>-1</sup> 范围 (见表 1)。

大豆鼓粒期群体光合速率与子实产量之间表现出很高的相关性。

表 1                      大豆不同基因型群体光合速率与产量关系  
(哈尔滨,1983.8)

品 种	盆 号	群 体 光 合 速 率 (g·CO <sub>2</sub> ·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )	群 体 产 量 (g/盆)
满 仓 金	07	2.7061	17.95
丰 收 12 号	70	3.8403	26.50
黑农 26 号 (1)	10	3.0614	23.62
黑农 26 号 (2)	22	3.4793	30.38
黑农 26 号 (3)	63	3.8268	33.00
绥 农 4 号	24	4.5013	30.28
东农 78—2 (1)	84	4.8793	45.50
东农 78—2 (2)	26	5.3576	48.10



- ① 满仓金; ② 黑农 26 号(1); ③ 丰收 12 号; ④ 绥农 4 号; ⑤ 黑农 26 号(2);  
⑥ 黑农 26 号(3); ⑦ 东农 78-2(1); ⑧ 东农 78-2(2)。

图 2 大豆不同基因型群体光合速率——产量关系图

### (三) 分 析

1. 所测定大豆品种的群体光合速率与产量之间有很高的相关性;

- (1) 不同品种之间, 随群体光合速率的提高, 产量相应增高的趋势明显;  
(2) 品种内, 不同条件(灌水量不同)之间的这种相关性也很明显。

2. 在所测定的具体条件下, 群体光合速率与品种产量之间关系可用回归方程,

$$\hat{y} = 8.20038e^{0.33189x} \text{ 进行较好的描述, 其相关系数 } r = 0.92392^{**}.$$

3. 上式中  $x$  所处的指数位, 决定了随着群体光合速率的增加, 产量相应增加的幅度有不断扩大的趋势。这显然是由于测定是在对籽粒生产具有关键意义的 8 月中、下旬进行的缘故。同时如果认为由上式所描述的具体关系形式可能有其局限性, 也是同样可以理解的。

4. 根据单叶片光合速率和群体大小来判断, 供试品种的群体光合速率有明显的差异。如东农 78-2 品系的单叶光合速率较高<sup>[9]</sup>, 这个材料具有叶片薄而色淡, 茎秆弹性好, 抗倒伏性强, 株型较繁茂等较好的生态特征。

大豆鼓粒期(8 月中、下旬)所测定的各品种的群体光合速率有明显的差异, 其强度在 3—5 g CO<sub>2</sub> · m<sup>-2</sup> · hr<sup>-1</sup> 范围。大豆鼓粒期群体光合速率与子实产量之间的相关性高达  $r = 0.92392^{**}$ , 可作为一个产量性状的光合作用选择指标。

本研究进行的时间和涉及材料有一定的局限性, 因而还有做进一步的、大面积大田试验研究的必要。

### 参 考 文 献

- [1] 小岛睦男: 1975, 大豆における光合能力の遗传。农业技术, 30(10), 443—447.
- [2] Wells R., L. L. Schulze., D. A. Ashley., H. R. Boerma and R. H. Brown: 1982, Cultivar differences in canopy apparent photosynthesis and their relationship to seed yield in soybeans. Crop Sci: 22, 886—890.
- [3] Mahon, J.D: 1982, Field evaluation of growth and nitrogen fixation in peas selected for high low photosynthetic CO<sub>2</sub> exchange. Can. J. Plant Sci. 62: 5—7.
- [4] Wiebold, W. J., Richard shibles., D. E. Green: 1981, Crop Sci. 21(6), 969—973.
- [5] 郝乃斌、谭克辉、杜维广等: 1983, 高光效大豆品系“哈79—9440”的光合作用特性研究、中国农业科学(1), 42—47.
- [6] Secor, J., D. R. McCarty., R. Shibles and D. E. Green: 1982, Variability and Selection for Leaf photosynthesis in Advanced Generations of Soybeans. Crop Sci 22(2) 225—230.
- [7] 广田修等: 1982, 数种作物の太陽光能利用率に関する研究。日本作物学会紀事, 51(2) 151—158.
- [8] 国分牧衡、渡边和之: 1982, 大豆の群落構造と収量成立過程の解析。日本作物学会紀事, 51(1), 51—54.

## THE PHOTOSYNTHETIC RATE OF SOYBEAN POPULATION

### ——Measuring method and its relationship to yield

Zhang Xianze      Ma Zanfeng

(Soybean Laboratory, Northeast Agricultural College)

#### Abstract

This paper deals with the apparatus measuring the photosynthetic rate of soybean population, the problems in its measuring, and the relationship between the measured result and grain yield.

Under natural condition, the following problems must be solved when big assimilated boxes are used to measure the photosynthetic rate of soybean population: 1), reduce the temperature and remove the moisture within the box; 2), maintain the relative balance of light, temperature, and humidity inside and outside the box; 3), keep normal supply of carbon dioxide in the box to meet the need of photosynthesis of soybean population.

There were significant differences in photosynthetic rates among various genotype populations measured at grain-filling. It ranged from 3 to 5 gCO<sub>2</sub>·m<sup>-2</sup>·hr<sup>-1</sup>. The coefficient between the photosynthetic rate of soybean population at grain-filling and grain yield was  $r=0.92392^{**}$  and it can be used as one of the photosynthetic criteria for the selection of yield characteristics.