

大豆叶片蒸腾速率和气孔阻力初步研究

苗以农 许守民 刘学军 姜艳秋 阎秀峰

(东北师范大学生物系)

李云荫 万善霞 史兰波

(河北师范大学生物系)

提 要

1986—1987年间,用LI-1600 稳态气孔计测定大豆7个品种叶片蒸腾速率表明:大豆开花期叶片蒸腾速率高于结荚期。植株中上部节位叶片蒸腾速率较大。一日中蒸腾速率高峰值在14时,日进程呈单峰曲线。供试品种间蒸腾速率存在差异,尤其高产品种中午叶片蒸腾速率明显高于老品种。蒸腾速率与气孔阻力呈负相关,与光量子流密度、叶温呈正相关。

关键词 大豆;蒸腾速率;气孔阻力

大豆一生需大量水分。据统计每形成1g干物质需消耗600—1000g水分,比小麦、玉米、高粱、谷子、甘薯等作物都高^[1]。大豆所需水分绝大部分以蒸腾作用方式散失于大气中。

本试验是研究大豆叶片的蒸腾速率和气孔阻力的变化规律及品种间的差异。

材 料 与 方 法

供试栽培大豆(*Glycine max*(L.) Merr.)有大白眉、小金黄、早丰1号等3个老品种;阿姆索、铁丰18号、吉林20号、长农4号等4个高产品种。于1986年和1987年,在田间栽培条件下,使用LI-1600 稳态气孔计连体测定了大豆开花期(1986年7月6日—8日,1987年7月16日—19日)和结荚期(8月11日—17日)植株中上部节位叶片背面(从顶数第4、5、6节位叶片)的蒸腾速率和气孔阻力。于1987年8月12日和14日分别测定了植株不同节位叶片背腹两面的蒸腾速率和一日中大豆中上部叶片背腹两面的蒸腾速率日变化。每次都同时测定了田间的主要气象因子,并分析了他们的变化与蒸腾作用之间的相关性。

结果与分析

1. 大豆不同生育时期的蒸腾速率

从表 1 和表 2 可以看出,大豆开花期叶片平均蒸腾速率为 $13.59\mu\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (1986和1987年 6 个品种 6 次测定的平均值), 高于结荚期的平均值 $12.24\mu\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。开花期蒸腾速率的变异系数为5.34%低于结荚期的6.22%。与此相反,开花期的平均气孔阻力为 0.8scm^{-1} , 略低于结荚期的 0.89scm^{-1} , 变异系数两者差异不大, 分别为 9.16%和 9.74%。这一结果与大豆各生育期耗水量和日耗水量均以开花期最大^[5]是一致的。说明大豆开花期水分代谢旺盛。1986年大豆开花和结荚期叶片蒸腾速率平均为 $9.81\mu\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 低于1987年的 $16.01\mu\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。这是由于两年间降水量与平均气温的差异造成的。1986年8月总计降水量为94.5mm, 平均气温为 20.2°C , 而1987年8月则分别为169.20mm和 21.6°C , 1987年降水量比1986年增加了80%, 温度提高了 1°C 左右。

供试 6 个品种叶片蒸腾速率平均值存在差异。例如高产品种铁丰18号和阿姆索略高于老品种小金黄和早丰 1 号。而农家品种大白眉叶片1987年结荚期的蒸腾速率明显高于其它品种 (表 1)。

表 1 大豆叶片蒸腾速率 (单位: $\mu\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Table 1 Transpiration rate of soybean leaves(Unit: $\mu\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)

| 生育期 Growing stages | | 大白眉 Dabai- mei | 小金黄 Xiaojin- huang | 早丰 1 号 Zaofeng 1 | 阿姆索 Amsoy | 铁丰18 Tiefeng 18 | 吉林20号 Jilin 20 | 平 均 Mean | 变异系数 C.V% |
|---------------------------|---------|----------------------|--------------------------|------------------------|--------------|-----------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 年度 Year | | | | | | | | | |
| 品种 Varieties | | | | | | | | | |
| 开花期 Stage of flowering | 1986 | 10.59 | 11.21 | 11.22 | 11.03 | 11.19 | 9.86 | 10.92 ± 0.53 | 4.83 |
| | 1987 | 13.94 | 16.61 | 16.61 | 16.87 | 17.47 | 15.97 | 16.25 ± 1.23 | 7.53 |
| | 平均 Mean | 12.46 | 13.91 | 13.92 | 13.97 | 14.33 | 12.92 | 13.59 ± 0.73 | 5.34 |
| 结荚期 Stage of podding | 1986 | 9.61 | 8.39 | 7.86 | 8.65 | 9.22 | 8.46 | 8.70 ± 0.63 | 7.20 |
| | 1987 | 17.64 | 14.55 | 15.61 | 15.39 | 15.71 | 15.73 | 15.77 ± 1.02 | 6.44 |
| | 平均 Mean | 13.63 | 11.47 | 11.74 | 12.02 | 12.47 | 12.10 | 12.24 ± 0.76 | 6.22 |
| 平 均 Mean | 1986 | 10.29 | 9.8 | 9.54 | 9.86 | 10.21 | 9.16 | 9.81 ± 0.42 | 4.30 |
| | 1987 | 15.79 | 15.58 | 16.11 | 16.13 | 16.59 | 15.95 | 16.01 ± 0.33 | 2.20 |
| | 平均 Mean | 13.05 | 12.69 | 12.83 | 13.00 | 13.40 | 12.51 | 12.91 ± 0.31 | 2.41 |

大豆开花和结荚时期叶片气孔阻力与蒸腾速率呈显著负相关 (表 2、3)。说明气孔阻力是调节叶片蒸腾速率的主要内部因素之一。

2. 大豆叶片蒸腾速率的日变化

于大豆结荚期 (1987年 8 月14日) 测定老品种小金黄 1 号和高产品种阿姆索叶片的蒸腾速率、气孔阻力以及叶温、光量子流密度和湿度的日变化表明:大豆叶片一日中蒸腾速率夜间低,从早晨 6 时到14时随着太阳光照强度特别是叶片温度的增大而逐渐升高,而后下降,高峰值在14时,日进程呈单峰曲线。这与我们过去的研究结果是一致的^[2,3]。

表 2 大豆叶片气孔阻力 (单位: scm⁻¹)
Table 2 Stomatal resistance of soybean leaves(Unit: scm⁻¹)

| 生育时期 Growing stages | | 大白眉 Dabai-me | 小金黄 Xiaojin-huang | 早丰 1 号 Zaofeng 1 | 阿姆索 Amsoy | 铁丰 18 号 Tiefeng 18 | 吉林 20 号 Jilin 20 | 平 均 Mean | C.V % |
|---------------------------|---------|-----------------|----------------------|---------------------|--------------|-----------------------|---------------------|-------------|-------|
| 年度 Year | | | | | | | | | |
| 品种 Varieties | | | | | | | | | |
| 开花期 Stage of flowering | 1986 | 0.99 | 1.02 | 0.98 | 0.96 | 0.98 | 1.26 | 1.03±0.11 | 11.01 |
| | 1987 | 0.64 | 0.53 | 0.52 | 0.52 | 0.50 | 0.61 | 0.55±0.06 | 10.33 |
| | 平均 Mean | 0.82 | 0.78 | 0.75 | 0.74 | 0.74 | 0.94 | 0.80±0.08 | 9.74 |
| 结荚期 Stage of podding | 1986 | 1.10 | 1.53 | 1.47 | 1.29 | 1.15 | 1.26 | 1.27±0.13 | 10.43 |
| | 1987 | 0.42 | 0.54 | 0.53 | 0.51 | 0.54 | 0.51 | 0.51±0.05 | 8.92 |
| | 平均 Mean | 0.76 | 0.94 | 1.00 | 0.9 | 0.85 | 0.89 | 0.89±0.08 | 9.16 |
| 平 均 Mean | 1986 | 1.05 | 1.18 | 1.23 | 1.13 | 1.07 | 1.26 | 1.15±0.09 | 7.57 |
| | 1987 | 0.53 | 0.54 | 0.53 | 0.52 | 0.52 | 0.56 | 0.53±0.02 | 2.82 |
| | 平均 Mean | 0.79 | 0.86 | 0.88 | 0.82 | 0.80 | 0.92 | 0.85±0.05 | 5.98 |

表 3 大豆叶片气孔阻力与蒸腾速率的相关性
Table 3 Correlation between stomatal resistance to air diffusion and transpiration rate

| 生育时期 Growing stages | | 开花期 Stage of flowering | | 结荚期 Stage of podding | | 平 均 |
|----------------------------------|--|------------------------|-----------|----------------------|----------|----------|
| 年度 Year | | | | | | |
| 项目 Items | | 1986 | 1987 | 1986 | 1987 | Mean |
| 相关系数 Correlation coefficients | | -0.9596** | -0.9177** | -0.9724** | -0.9111* | -0.8632* |

*** 分别达5%及1%显著水准
* Significant at 5% level; ** Significant at 1% level

与此相反，气孔阻力以14时为最小，18时或20时为最大。高产品种阿姆索叶片一日中10—14时的蒸腾速率明显高于老品种小金黄1号（图1和图2）。在晴朗天气水分适宜条件下，一日中午10—14时大豆叶片蒸腾速率能代表该品种的基因型特征。

3. 不同节位叶片蒸腾速率

于大豆结荚期（1987年8月14日）在田间测定农家品种大白眉和高产品种长农4号植株不同节位叶片蒸腾速率和气孔阻力表明：植株下层（从下向上数第6—8节位复叶）叶片蒸腾速率较低，第12—16节位叶片较高，上部第18节位叶片又低，叶片气孔阻力与此相应地呈负相关趋势变化（图3）。这与Stevenson的株冠上层叶的阻力显著比中层叶为低的结果〔6〕略有不同。第12—14节位叶片不仅蒸腾速率高，其叶片栅栏细胞层数和数目较多，叶片厚，光合速率较大，是结荚鼓粒期的功能叶片，在产量形成过程中起重要作用〔5、6〕。从这两个品种不同节位叶片蒸腾速率来看，高产品种长农4号高于蒸腾速率较大的低产品种大白眉（图3、表1）。

大豆不同品种叶片蒸腾速率是有差异的，如能结合光合作用速率的测定更进一步研

究大豆品种间水分利用效率及品种间对水分胁迫的抗性差异, 将能为选育水分利用效率高的高产品种提供有益的资料。

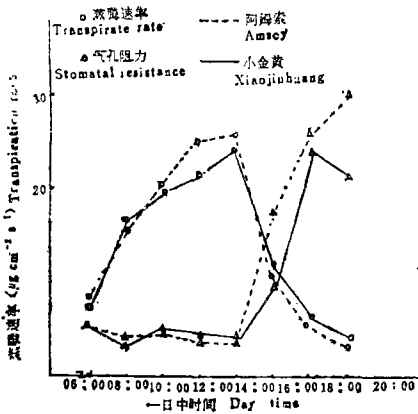


图 1 大豆叶片蒸腾速率及气孔阻力的日变化

Fig. 1 The diurnal changes of transpiration rate and stomatal resistance to air diffusion of soybean leaves

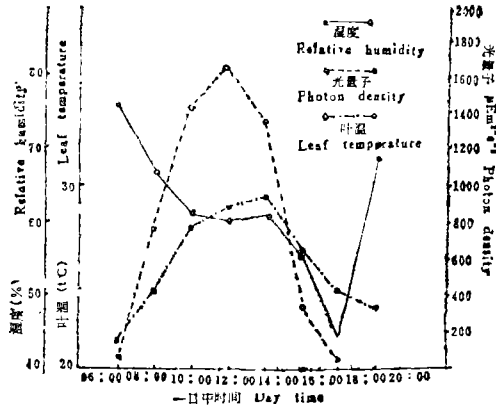


图 2 一日中太阳光照、大气湿度和大豆叶片温度变化

Fig. 2 The diurnal changes of photon density, relative humidity and leaf temperature

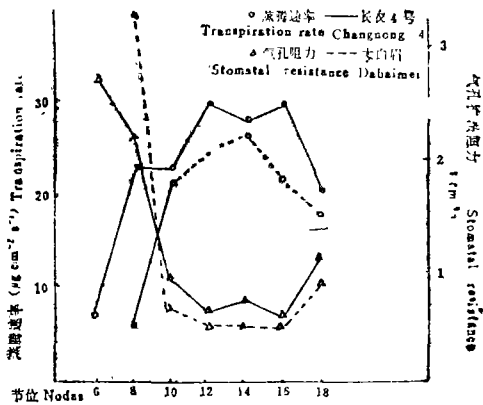


图 3 大豆不同节位叶片蒸腾速率和气孔扩散阻力的变化

Fig. 3 The changes of transpiration rate and stomatal resistance to air diffusion of soybean leaves at different nodes

参 考 文 献

- [1] 吉林省农业科学院主编, 1937, 中国大豆育种与栽培、农业出版社
- [2] 苗以农、韩玉茂、1963, 吉林师大学报(自然科学)第1期119—123
- [3] 潘瑞炽、苗以农、徐淑敏、韩玉茂, 1964, 植物生理学通讯 2, 39—42
- [4] Dotnhoff, G. M. and Shibles, R. M. 1970 Crop Sci. 19, 42—45
- [5] 丁希泉、路琴华、李华青、肖俊芬, 1982, 中国油料 第4期31—35
- [6] Stevenson, K. R. and Shaw, R. H. 1971 Agron, J. 63, 327—329
- [7] 徐克章、苗以农, 1984, 大豆科学(3)1: 15—19
- [8] 苗以农、徐克章, 1986, 大豆科学(5)3: 219—222

STUDY ON SOYBEAN LEAF TRASPIRATION RATE AND STOMATAL RESISTANCE

Miao Yinong Xu Shoumin Liu Xuejun Jiang Yanqiu Yan Xiufeng

(Biology Department of Northeast Normal University)

Li Yunyin Wan Shanxia Shi Lanbo

(Biology Department of Hebei Normal University)

The leaf transpiration and stomatal resistance to air diffusion of 7 soybean (*Glycine max.* (L.) Merr.) cultivars were determined with Li-1600 Steady State Porometer during blooming and podding stages. The transpiration rate in flowering stage was higher than that in podding stage, and it was higher in upper node leaves than that in other node leaves. The diurnal changes of leaf transpiration rate showed a single peak curve and the highest value appeared at 14: 00 O'clock. The difference of transpiration rates exists between different cultivars. The noon transpiration rate was higher in high yeilding cultivars than that in Farmer's varieties. There is negative correlation between transpiration rate and stomatal resistance to air diffusion and positive correlation between transpiration rate and density of photo flow or leaf temperature.

Key words: Soybean Transpiration rate Stomatal resistance