

# 三种抗蒸腾剂对蚕豆生理效应的研究<sup>1)</sup>

丁钟荣 贺东祥<sup>2)</sup>

(基础课部)

## 摘 要

黄腐酸、 $\text{NaHSO}_3$ 及 $\text{CaCl}_2$ 抗蒸腾剂对蚕豆的生理效应测定结果表明,它们都具有抑制气孔开张、降低蒸腾的作用。200ppm的黄腐酸和 $1 \times 10^{-2}\text{M}$ 的 $\text{NaHSO}_3$ 及 $\text{CaCl}_2$ 可抑制气孔开张度的60%,降低蒸腾30%~40%。抗蒸腾剂降低蒸腾的主要时间是11~18时,这7个h的节水量约占一日内节水量的80%以上。抗蒸腾剂的药效能维持7d左右。黄腐酸和 $\text{NaHSO}_3$ 在水分轻度胁迫时有明显促进光合的效应。

**关键词:** 抗蒸腾剂;蚕豆;气孔开张度;蒸腾强度;气孔扩散阻力;光合速率

近年来,国内外已发现百余种化学物质(抗蒸腾剂)有降低植物蒸腾的作用<sup>[1]</sup>。这些药剂中有的直接抑制气孔开张,增大对水分的扩散阻力<sup>[1-3]</sup>;有的在叶面形成薄膜阻止水分散失;有的增强反光能力,降低叶温,减少水分丢失<sup>[1]</sup>。在降雨稀少的西北地区,如能在遇旱时喷施抗蒸腾剂,就可减少水分消耗,提高作物对水分的利用效率。为此,我们在过去工作的基础上<sup>[2]</sup>,选用了气孔抑制强、价钱便宜、不污染环境的黄腐酸(FA)、 $\text{CaCl}_2$ 和 $\text{NaHSO}_3$ 作试剂,以蚕豆为材料,进一步研究了它们的生理效应,以期在生产应用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

试验分盆栽和大田两种。测定气孔开张度和光合速率( $\text{CO}_2$ 红外分析仪)用盆栽蚕豆;测定蒸腾速率、气孔扩散阻力和光合强度(半叶法)用大田蚕豆。盆栽装表层肥土,保持最大持水量的70%左右,每盆留苗5株。待苗高长至一尺左右停止灌水,而后喷药,喷后第2d作生理测定。

### 1.2 方法

药剂处理以自来水作对照,于上午8时喷至叶片完全湿润为限。气孔开张度的测定与我们过去的工作相同<sup>[2]</sup>;蒸腾强度和气孔扩散阻力用LI-700型稳态气孔计<sup>[4]</sup>;光合速率用红外 $\text{CO}_2$ 分析仪或改良半叶法<sup>[4]</sup>。

本文于1988年8月27日收到。

1) 本课题为国家自然科学基金资助项目。

2) 现为中国科学院上海植物生理研究所研究生。

## 2 试验结果

### 2.1 抗蒸腾剂对蚕豆气孔开张度的影响

表1 抗蒸腾剂对蚕豆气孔开张度的影响

| 处理               | 药剂浓度                         | 气孔孔径 ( $\mu\text{m}$ ) * | 气孔开度占对照 (%) |
|------------------|------------------------------|--------------------------|-------------|
| CK(水)            | —                            | $9.84 \pm 0.87$          | —           |
| FA               | 200ppm                       | $3.60 \pm 0.74$          | 36.6        |
| $\text{CaCl}_2$  | $1.0 \times 10^{-2}\text{M}$ | $3.58 \pm 0.78$          | 36.4        |
| $\text{NaHSO}_3$ | $1.0 \times 10^{-2}\text{M}$ | $3.95 \pm 0.68$          | 40.1        |

\* 30个气孔平均值。

气孔开张与蒸腾有密切关系<sup>[1-3,5]</sup>。喷药后第2d测定田间蚕豆叶片的蒸腾强度和气孔阻力表明(表2),喷药植株的蒸腾强度比对照下降30%~40%,气孔阻力增高60%~70%。其中黄腐酸的作用最强, $\text{CaCl}_2$ 和 $\text{NaHSO}_3$ 的效果相近。这些进一步说明抗蒸剂引起的气孔关闭,可导致气孔阻力增加,蒸腾下降。

表2 抗蒸腾剂对蚕豆叶片蒸腾强度和气孔阻力的影响

| 处理               | 蒸腾强度<br>( $\mu\text{gcm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ) | 占对照<br>(%) | 蒸腾降低<br>(%) | 气孔阻力<br>( $\text{scm}^{-1}$ ) | 占对照<br>(%) | 阻力增加<br>(%) |
|------------------|---|------------|-------------|-------------------------------|------------|-------------|
| CK(水)            | 7.940   | 100        | —           | 2.037                         | 100        | —           |
| FA               | 4.664   | 58.74      | 41.26       | 3.666                         | 179.97     | 79.97       |
| $\text{CaCl}_2$  | 5.165   | 65.65      | 34.35       | 3.385                         | 166.17     | 66.17       |
| $\text{NaHSO}_3$ | 5.185   | 65.30      | 34.70       | 3.315                         | 162.73     | 62.73       |

### 2.3 施用抗蒸腾剂后蚕豆蒸腾强度和气孔阻力的日变化

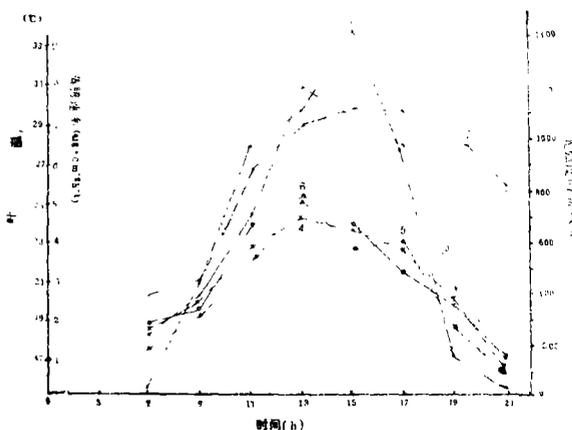


图1 抗蒸腾剂对蚕豆蒸腾强度日进程的影响

1—光照强度; 2—叶温; 3—CK; 4—FA; 5— $\text{CaCl}_2$ ;  
6— $\text{NaHSO}_3$

所选用三种药剂均为气孔抑制剂。由表1可见,三种抗蒸腾剂对气孔开张均有明显效果,其气孔开度比对照减小近60%。这与我们过去的工作结果基本一致<sup>[2]</sup>。

### 2.2 抗蒸腾剂对蚕豆蒸腾强度和气孔扩散阻力的影响

为了了解抗蒸腾剂在一日内不同时间的作用效果,测定了喷药后第2d蚕豆叶片的蒸腾强度和气孔阻力的日变化。结果表明(图1),无论对照或处理,其蒸腾速率一日内随光照和温度的升高而增强,13时前后达到高峰。尽管光照最强出现在15时,但蒸腾速率13时以后便逐渐下降,这可能是此时蒸腾过强,使失水大于吸水所致。由图1还可以看到,抗蒸腾剂处理的植株,蒸腾速率明显下降,其降低最明显的时间是11~18时,这7个h的节水量,约占一日内总节水量的

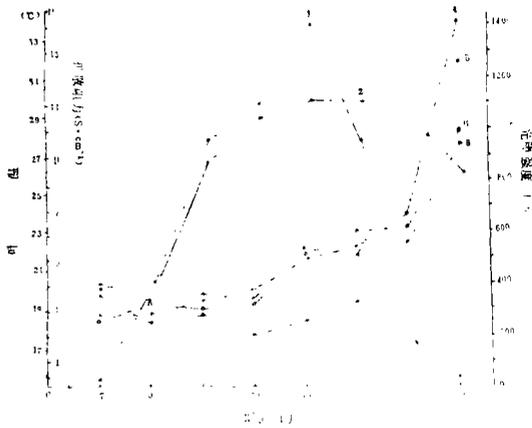


图2 抗蒸腾剂对蚕豆气孔扩散阻力日进程的影响

1—光照强度；2—叶温；3—CK；4—FA；  
5—CaCl<sub>2</sub>；6—NaHSO<sub>3</sub>

80%以上。

测得的气孔阻力(图2)表明：从8时起，处理植株的气孔阻力高出对照，以后随光照和温度的增高，差距逐渐拉大，以15~17时的差值最大。这一阻力差一直保持到日落后的21时以后。说明气孔抑制剂不仅抑制气孔在光下的开放，而且可加强气孔在暗中的关闭。

2.4 抗蒸腾剂的作用时效

了解抗蒸腾剂的作用时效，对喷药间隔时间有重要意义。试验表明(表3)，在蚕豆上的药效可维持7d左右，以喷后第2d的作用最强(黄腐酸有些特殊)，其后逐渐减弱，至第8d(5月20日)时作用很小。

表3 抗蒸腾剂在蚕豆上的作用时效(9~11时测定)

| 测定日期<br>(月·日) | 对 照  |                | FA (200ppm) |                 | CaCl <sub>2</sub> (1.0×10 <sup>-2</sup> M) |                 | NaHSO <sub>3</sub> (1.0×10 <sup>-2</sup> M) |                 |
|---------------|------|----------------|-------------|-----------------|--|-----------------|---|-----------------|
|               | 扩散阻力 | 蒸腾强度           | 扩散阻力        | 蒸腾强度            | 扩散阻力                                       | 蒸腾强度            | 扩散阻力  | 蒸腾强度            |
| 5·13          | 2.76 | 5.137<br>(100) | 5.33        | 2.955<br>(57.5) | 5.28                                       | 3.371<br>(65.5) | 4.36  | 3.297<br>(64.2) |
| 5·14          | 4.27 | 2.486<br>(100) | 11.28       | 1.157<br>(46.5) | 20.18                                      | 0.659<br>(26.5) | 5.23  | 2.324<br>(92.2) |
| 5·15          | 3.35 | 3.169<br>(100) | 6.10        | 1.651<br>(52.1) | 6.02                                       | 1.863<br>(58.8) | 3.36  | 3.108<br>(98.0) |
| 5·16          | 3.50 | 4.521<br>(100) | 5.15        | 3.03<br>(67.2)  | 5.79                                       | 2.76<br>(61.0)  | 3.58  | 4.116<br>(92.1) |
| 5·18          | 3.90 | 3.783<br>(100) | 5.90        | 2.270<br>(60.7) | 7.34                                       | 2.00<br>(53.5)  | 6.14  | 2.067<br>(53.3) |
| 5·19          | 3.33 | 4.036<br>(100) | 5.09        | 2.636<br>(65.3) | 4.09                                       | 2.864<br>(70.9) | 4.40  | 2.350<br>(58.2) |
| 5·20          | 3.49 | 3.043<br>(100) | 4.19        | 2.928<br>(96.2) | 3.97                                       | 2.730<br>(90.1) | 4.41  | 2.387<br>(78.4) |

注：扩散阻力单位：s cm<sup>-1</sup>；蒸腾强度单位：μg cm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>。

括弧内数字：占对照的百分率。

2.5 抗蒸腾剂对蚕豆光合作用的影响

抗蒸腾剂引起的气孔开张度缩小，在多大程度上会影响植物对CO<sub>2</sub>的吸收和光合作

**表4 轻度水分胁迫下抗蒸腾剂对蚕豆净光合速率的影响**

| 处 理   | 红外CO <sub>2</sub> 分析仪 (盆栽)                            | 改良半叶法 (大田)                             |
|---|---|--|
|   | (CO <sub>2</sub> mgdm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ) | (干重gdm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ) |
| 对 照 (水)                                     | 7.85 (100)  | 6.53 (100)                             |
| FA (200ppm)                                 | 18.52 (236)   | 10.56 (161)                            |
| NaHSO <sub>3</sub> (1.0×10 <sup>-2</sup> M) | 11.25 (143)   | 10.52 (161)                            |
| CaCl <sub>2</sub> (1.0×10 <sup>-2</sup> M)  | 9.25 (117)  | 8.78 (134)                             |

注: 盆栽于最大持水量50%时测定, 未测定大田土壤含水量。括弧内数字为占对照百分数。

用的降低, 这是使用抗蒸腾剂时必须搞清的问题, 也是评价抗蒸腾剂使用价值的关键所在。测定轻度缺水条件下的盆栽和大田蚕豆的光合速率结果表明(表4), 所有药剂处理的植株光合速率都比对照增高。其中以黄腐酸和NaHSO<sub>3</sub>作用最强, 黄腐酸比对照提高61%~136%, NaHSO<sub>3</sub>提高43%~61%。CaCl<sub>2</sub>作用较小, 光合速率也提高17%~34%。

### 3 讨 论

#### 3.1 几种抗蒸腾剂的生理效应问题

用化学药剂提高植物抗旱能力的研究工作, 已有数十年的历史, 试验过的药剂不下百余种<sup>[1, 5, 3-10]</sup>。我国从50年代开始有零星工作<sup>[1]</sup>, 70年代研究工作全面展开, 且部分药剂已用于小麦干热风的防治<sup>[2, 5]</sup>。但到目前为止, 对这些化学药剂的作用机理研究尚少, 对一些有毒的化学物质仍在试验和应用<sup>[1, 6]</sup>。我们选用了对人畜无毒和不污染环境的黄腐酸、NaHSO<sub>3</sub>和CaCl<sub>2</sub>进行生理效应测定。结果表明, 三种化合物确有抑制气孔开张、降低蒸腾速率、改善植株水分状况的功效。200ppm的黄腐酸和1.0×10<sup>-2</sup>M的CaCl<sub>2</sub>及NaHSO<sub>3</sub>可抑制气孔开张60%左右, 降低蒸腾30%~40%, 既可降低蒸腾, 又不因气孔过度关闭而影响光合作用。试验还表明, 抗蒸腾剂起作用的主要时间是11~18时, 此时节水量约占一日内节水量的80%以上; 抗蒸腾剂的药效可维持7d左右, 这对生产应用提供了参考。

#### 3.2 抗蒸腾剂对植物光合的影响问题

国外许多报道认为, 抗蒸腾剂最大缺陷使气孔关闭后的光合下降<sup>[1, 3]</sup>。本试验中所用黄腐酸、NaHSO<sub>3</sub>和CaCl<sub>2</sub>都促进了蚕豆的光合速率, 尤以黄腐酸和NaHSO<sub>3</sub>的作用较强, 比对照高出50%以上。

产生上述现象的原因可能是: 其一, 本试验用药浓度较为适中, 在抑制气孔开张约60%的情况下, 尚未影响到叶片对CO<sub>2</sub>的吸收。其二, 处理植株因失水减少, 在水分胁迫条件下相对地改善了体内水分状况, 可能有利于光合作用的进行。这一点我们在玉米上的水势测定结果(表5)可作为间接的佐证。特别有趣的是,

**表5 抗蒸腾剂对玉米叶水势(巴)的影响**

| 测定日期      | CK (水) | NaHSO <sub>3</sub> | FA     |
|-----------|--------|--------------------|--------|
| 6月6日 (喷前) | -7.89  | -7.89              | -7.89  |
| 6月7日      | -8.12  | -6.78              | -6.75  |
| 6月8日      | -9.53  | -8.80              | -8.92  |
| 6月9日      | -10.65 | -9.43              | -9.13  |
| 6月10日     | -11.72 | -11.28             | -10.46 |
| 喷后4天平均    | -10.01 | -9.12              | -8.86  |

注: 喷药浓度: NaHSO<sub>3</sub>为0.5×10<sup>-2</sup>M; 黄腐酸为100ppm。

14-15时测定。

喷药第二天的玉米叶水势比未喷前的水势还要高。其三，黄腐酸和 $\text{NaHSO}_3$ 促进光合可能与它们的化学性质有关。黄腐酸是一种植物生长刺激剂，证明它对叶片有保绿作用，可能对光合有利<sup>[3]</sup>。 $\text{NaHSO}_3$ 是有效的光呼吸抑制剂<sup>[6,7]</sup>，对属于 $\text{C}_3$ 植物的蚕豆可能抑制了光呼吸，提高了表观光合。

### 3.3 对所用药剂的评价

我们选用的三种药剂来源较广，价钱低廉，不污染环境，因而是比较适用的抗蒸腾剂。亚硫酸氢钠作为光呼吸抑制剂，已在我国东北的大豆生产中广泛应用<sup>[7]</sup>。每亩喷5~6g，可增产10%~15%。一般光呼吸随温度升高而增强，而干旱则常伴随着高温，故干旱时施用 $\text{NaHSO}_3$ ，既可降低失水又可提高光合。黄腐酸抑制蒸腾失水的能力较强<sup>[2]</sup>（表2），且有促进植物生长和干旱时叶片保绿作用，已在河南省大面积用于小麦干热风的防治<sup>[5]</sup>，它是三种药剂中最有希望的一种。 $\text{CaCl}_2$ 使气孔关闭时间长（表3），在轻度水分胁迫下能使作物维持一定的光合速率（表4），干旱时喷用，对作物经济用水有一定作用。

### 参 考 文 献

- 1 许旭旦. 植物生理学通讯, 1983 (6) : 13—19
- 2 丁钟荣. 西北农学院学报, 1985 (2) : 76—82
- 3 滕文元, 许明宪. 西北农业大学学报, 1988 (2) : 13—17
- 4 西北农业大学植物生理生化教研组编. 植物生理学实验指导. 陕西科学技术出版社, 1987 : 4, 18—19, 48, 58
- 5 许旭旦等. 植物生理学报, 1983 (4) : 347—368
- 6 高煜珠等. 江苏农学院学报, 1984 (1) : 17—21
- 7 黑龙江省农业推广站. 黑龙江农业科学, 1981 (5) : 38—40
- 8 Gale J, Hagen R M. *Ann. Rev. Plant Physiol* 1966; 17 : 269—282
- 9 Raschke K. *Ann. Rev. Plant Physiol* 1975; 26 : 304—340
- 10 N K. Asare—Boamah et al. *Plant and cell Physiol* 1986; 27 (3) : 383—390

STUDIES ON THE EFFECTS OF THREE KINDS  
OF ANTI-TRANSPIRANTS UPON BROAD  
BEAN PHYSIOLOGY

Ding Zhongrong He Dongxiang

(Northwestern Agricultural University)

Abstract

The effects of the anti-transpirants—fulvic acid,  $\text{NaHSO}_3$  and  $\text{CaCl}_2$  upon broad bean physiology were determined. The results show that all the reagents have the functions to inhibit stomatal aperture, and decrease transpiration. The concentration of 200 ppm for fulvic acid and  $1 \times 10^{-2}$  M for both  $\text{NaHSO}_3$  and  $\text{CaCl}_2$  can inhibit 60% of the stomatal aperture, and decrease the transpiration by 30-40%. The effect time for the anti-transpirants to decrease transpiration is from 11 a.m to 18 p.m., during which period the saved water accounts for 80% of total water saved for a whole day. The effects of the reagents on transpiration could maintain for 7 days. The fulvic acid and  $\text{NaHSO}_3$  could promote photosynthesis when water stress is less serious.

**Key words:** antitranspirants; broad beans; stomatal aperture; transpiration density; photosynthetic rate; resistance of stomatal expansion