

几种抗蒸腾剂对植物气孔开张度和蒸腾失水的影响*

丁 钟 荣

(西北农学院植物生理生化组)

摘 要

本试验就我国目前用于抗小麦干热风的几种化学药剂对蚕豆气孔开张度和小麦蒸腾失水的影响作了测定。结果表明,亚硫酸氢钠、石油助长剂、腐质酸、二氯化钙、水杨酸、8-羟基喹啉等,对蚕豆气孔的开张有不同程度的抑制作用,使小麦叶片的蒸腾强度和相对失水率明显下降。磷酸二氢钾有促进气孔开张的作用,使蒸腾强度和相对失水率相应增大。浓度试验表明, $0.5 \times 10^{-2} \text{M}$ 的亚硫酸氢钠和二氯化钙, 200ppm 的腐质酸,可使蒸腾降低50%以上,气孔开张度缩小60%左右。考虑到上述三种药剂对人畜无毒,且价格便宜,值得进一步作大田应用试验。

* * *

维持体内水分平衡是保证作物健壮生长和获得高产的重要条件。植物体内水分平衡常被过度失水所破坏。一般成年叶片的失水中,以气孔蒸腾失水为主。因此,控制气孔蒸腾是减少植物失水的重要途径。50年代开始,国际上就展开用化学物质抑制气孔开张的研究^[4, 11, 12, 13](称这类化学药剂为抗蒸腾剂或气孔抑制剂)。到目前为止,曾用过的化学药剂不下一百种^[4],有些药物对气孔开张有很强的抑制作用,已开始用于农林生产^[4, 12, 13, 17]。我国对抗蒸腾剂的研究起步较晚,60年代方有零星报导^[4]。近年来不但理论上有了较多研究^[1, 2, 3, 6, 9],而且大面积施用化药剂防止干热风为害的工作取得了一定成效^[8, 7, 10]。如我国北方各省区叶面喷施石油助长剂、磷酸二氢钾、水杨酸等,作为提高小麦抗干热风的措施。但是,目前对上述药剂的生理效应研究尚少,使用中存在一定盲目性。本试验的目的在于测定几种用于生产的抗蒸腾剂对植物气孔开张和蒸腾的影响,以了解其使用价值,为农林生产应用提供理论依据。

一、使用药剂和测定方法

试验选用了我国北方地区常用于提高小麦抗干热风的化学药剂—石油助长剂(环烷酸钠, Natrium naphthenate)、腐质酸(Humic acid)、磷酸二氢钾(KH_2PO_4)、

*本刊编辑室收到此稿时间:1984年8月27日。

水杨酸 (Salicylic acid) 等, 以证明对气孔开张有抑制作用的二氯化钙 (CaCl_2)、亚硫酸氢钠 (NaHSO_3)、8-羟基喹啉 (8-Hydroxyquinoline) 等^[7,9,10]。

用蚕豆叶园片法测定了气孔开张度^[11], 用卢敏华等的方法^[2]测定了小麦叶片的蒸腾强度和相对失水率。具体方法如下:

(一) 气孔开张度的测定: 将生长健壮苗高一尺左右的蚕豆植株, 于处理前一天从基部剪下, 插入蒸馏水中, 置暗室中过夜, 供次日上午取样用。测定时选叶层相同的功能叶片, 用直径一厘米的钻孔器, 在叶片中脉两侧钻取园片, 立即投入装有25毫升抗蒸腾剂的50毫升的烧杯中, 每杯装5个叶园片, 背面朝上浮于溶液上。用蒸馏水作对照, 并分光对照和暗对照。光对照与其它处理一起放入水浴中照光; 暗对照立即放入暗室中。每处理重复三次。最后将装好叶园片的烧杯置于30℃水浴中, 用5000米烛光的荧光灯照光三小时, 使气孔开张稳定后, 迅速撕取下表皮, 立即投入100%的酒精中固定。在高倍显微镜下用测微尺量出气孔孔径, 按下式计算气孔开张度:

$$\text{气孔开张度 (\%)} = \frac{(C - A)}{(A - B)} \times 100$$

A——光对照气孔孔径;

B——暗对照气孔孔径;

C——药剂处理气孔孔径。

(二) 蒸腾强度和相对失水率测定: 选用本院试验地刚抽穗的丰产3号小麦旗叶作材料, 于清晨采回, 洗去污物, 轻轻擦干。从叶片尖端量取15厘米长的叶段5片, 插入装有50毫升抗蒸腾剂溶液的100毫升烧杯中。以蒸馏水作对照。重复三次。将装好叶片的烧杯置30℃水浴中, 用5000米烛光荧光灯照光24小时。倒掉溶液, 用蒸馏水冲洗三次。再将所有处理插入装有50毫升蒸馏水的100毫升烧杯中, 置30℃水浴中照光24小时。量出每杯失水量, 用面积仪求出叶面积, 计算出蒸腾强度。以对照失水量为基数, 计算出各处理的相对失水率。

试 验 结 果

(一) 不同化学药剂对蚕豆气孔开张度的影响

由蚕豆叶园片测得的气孔开张度看到(表1), 各药剂对气孔开张度的影响不同。亚硫酸氢钠、腐质酸、水杨酸、二氯化钙、8-羟基喹啉等, 对蚕豆气孔的开张有抑制作用。其中亚硫酸氢钠的抑制效应特别强, 抑制气孔开张达84.81%, 其次为腐质酸, 抑制59.96%; 而水杨酸和二氯化钙的抑制作用达50%左右。石油助长剂和8-羟基喹啉效果较差, 分别抑制39.83%和21.66%。

由表1还可看到, KH_2PO_4 不仅对气孔的开张没有抑制效应, 反而促进了气孔的开张, 使开张度比对照增大43.64%。这可能是钾离子进入保卫细胞而促使气孔开张所致^[1]。

(二) NaHSO_3 和 CaCl_2 不同浓度对蚕豆气孔开张度的影响

考虑到实际应用的可能, 我们选择了对气孔抑制效应较强、价格较便宜的 NaHSO_3 ,

表1 几种化学药剂对蚕豆气孔开张度的影响

处 理	溶液浓度	气孔孔径 (μ) *	气孔开张度 (%)
光对照	—	9.76 ± 0.88	—
暗对照	—	2.76 ± 0.85	—
NaHSO ₃	$1.0 \times 10^{-2}M$	3.85 ± 0.85	-84.81
腐质酸	200ppm	5.63 ± 0.81	-59.96
水杨酸	$1.0 \times 10^{-2}M$	5.95 ± 0.69	-54.52
CaCl ₂	$1.0 \times 10^{-2}M$	6.14 ± 0.92	-51.16
8-羟基喹啉	$1.0 \times 10^{-2}M$	6.97 ± 0.59	-39.83
石油助长剂	200ppm	7.95 ± 1.25	-21.66
KH ₂ PO ₄	$1.0 \times 10^{-2}M$	12.78 ± 0.63	+43.64

*为60个气孔平均值。

和CaCl₂作了不同浓度试验(结果见表2)。表2 不同浓度NaHSO₃和CaCl₂对蚕豆气孔开张度的影响

处 理	气孔孔径 (μ) *	气孔开张度 (%)
光对照	8.51 ± 0.68	—
暗对照	2.48 ± 0.68	—
NaHSO ₃ $0.125 \times 10^{-2}M$	6.95 ± 0.54	-25.79
" $0.25 \times 10^{-2}M$	5.49 ± 0.57	-50.03
" $0.5 \times 10^{-2}M$	4.57 ± 0.66	-65.25
" $1.0 \times 10^{-2}M$	3.22 ± 0.46	-87.78
CaCl ₂ $0.125 \times 10^{-2}M$	7.21 ± 0.73	-21.52
" $0.25 \times 10^{-2}M$	5.68 ± 0.62	-46.85
" $0.5 \times 10^{-2}M$	4.97 ± 0.42	-58.62
" $1.0 \times 10^{-2}M$	2.91 ± 0.64	92.68

*60个气孔平均值。

由表2看到,不同浓度的NaHSO₃和CaCl₂对蚕豆气孔的开张均有抑制作用,且浓度愈大,抑制效果愈强。当浓度达到 $0.5 \times 10^{-2}M$ 时,使气孔开张度缩小60%左右。

(三) 不同化学药剂对冬小麦叶片蒸腾失水的影响

植物的叶面蒸腾是由气孔蒸腾和角质蒸腾两个方面决定的,但气孔蒸腾在成年叶片上占优势。因此,气孔开张程度是左右叶面蒸腾的主导因素。为了查明气孔开张度与叶面蒸腾之间的关系,将小麦叶片浸入不同的抗蒸腾剂中(浓度同表1),测定了叶片的蒸腾强度和相对失水率(结果见图1)。

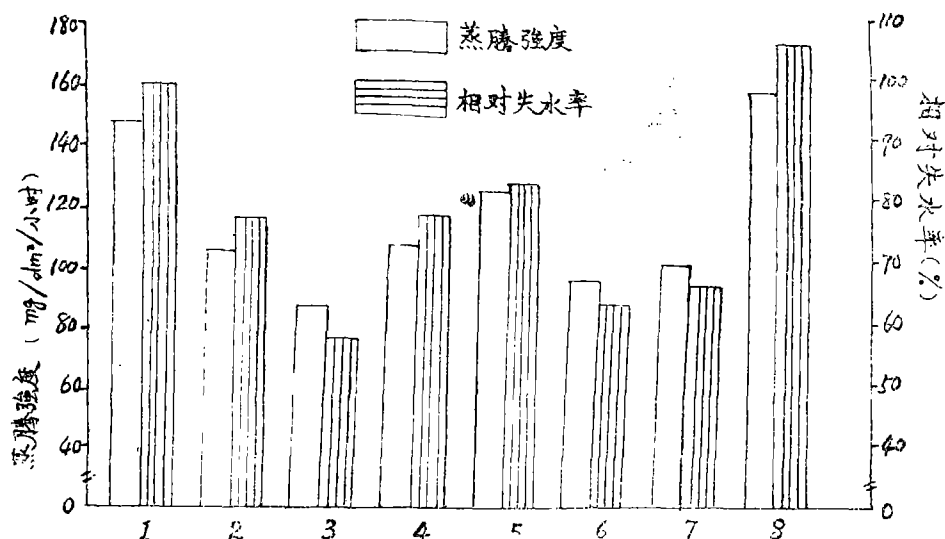


图1 不同化学药剂对小麦叶片蒸腾强度和相对失水率的影响

1—对照(水); 2— NaHSO_3 ; 3—腐质酸; 4— CaCl_2 ; 5—石油助长剂; 6—水杨酸;
7—8-羟基喹啉; 8— KH_2PO_4 。

由图1看到, 腐质酸、水杨酸、二氯化钙、亚硫酸氢钠、8-羟基喹啉等, 均有降低蒸腾和减少失水的作用。其中腐质酸抑制蒸腾失水最为明显, 其次为水杨酸、8-羟基喹啉、亚硫酸氢钠和二氯化钙。石油助长剂抑制作用较小, 而磷酸二氢钾促进了蒸腾失水。试验表明, 蒸腾失水与气孔开张度有密切关系: 凡抑制气孔开张的药剂, 也抑制了蒸腾失水; 促进气孔开张的磷酸二氢钾, 同样促进了蒸腾失水。计算它们之间的相关系数, 气孔开张度与蒸腾强度之间为 $r=0.880$; 气孔开张度与相对失水率之间是 $r=0.876$ 。说明气孔开张度与蒸腾失水有显著相关性。

(四) 不同浓度抗蒸腾剂对小麦叶片蒸腾强度和相对失水率的影响

对 NaHSO_3 、 CaCl_2 和腐质酸不同浓度的试验表明(图2), 随着浓度增加, 对蒸腾失水的抑制也加强。 NaHSO_3 和 CaCl_2 浓度在 $0.5 \times 10^{-2}\text{M}$ 、腐质酸在200ppm时, 蒸腾强度和失水率均比对照降低50%以上。浓度再降低时, 各药剂的抑制效果出现明显差异; NaHSO_3 和 CaCl_2 浓度成倍降低时, 对蒸腾失水的抑制也成比例下降; 而腐质酸浓度降低, 抑制效果迅速递减, 浓度由200ppm降到100ppm, 抑制失水由60%降到30%。看来, NaHSO_3 和 CaCl_2 的适宜抑制浓度以 $0.5 \times 10^{-2}\text{M}$ 、腐质酸以200ppm为佳。这一结果与抑制蚕豆气孔开张度的数据(表2)是一致的。

三、讨 论

(一) 通过试验, 对我国北方地区目前用于提高小麦抗干热风的化学药剂的生理效

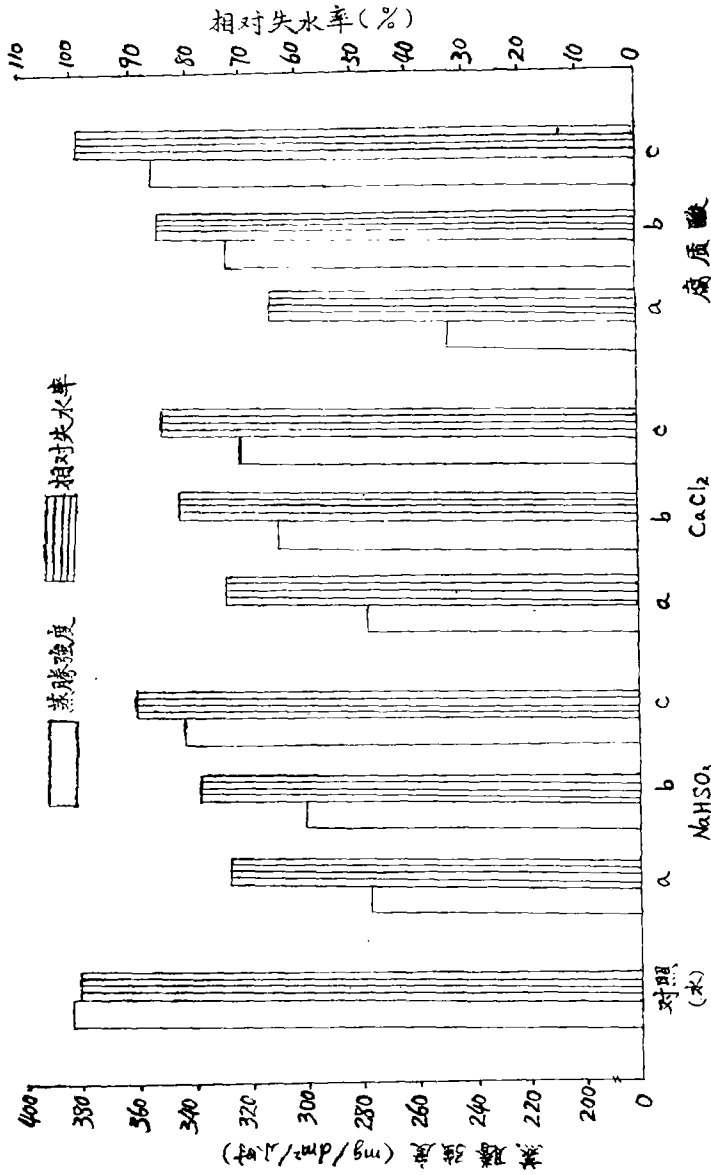


图2 不同浓度抗蒸腾剂对小麦叶片蒸腾强度和相对失水率的影响

a—NaHSO₃和CaCl₂为 0.5×10^{-2} M, 腐质酸为200ppm; b—NaHSO₃和CaCl₂为 0.25×10^{-2} M, 腐质酸为100ppm; c—NaHSO₃和CaCl₂为 0.125×10^{-2} M, 腐质酸为50ppm。

应作了一些了解。腐质酸和石油助长剂有抑制气孔开张及降低蒸腾失水的作用。无疑,当水分出现逆境时,喷施上述药剂对改善作物水分状况,提高作物抗旱能力有一定意义。同时腐质酸和石油助长剂对植物生长有一定刺激作用^[7],即使在水分适宜的情况下,对作物的生长发育也会起有益的作用。因而是两个值得研究和可能推广的抗蒸腾剂兼生长刺激剂。

试验证明, KH_2PO_4 不仅对气孔开张没有抑制效应,而且促进了气孔在光下的开张程度,致其蒸腾强度和相对失水率均高于对照。说明,该药品在作物遭到水分亏缺的胁迫时,无改善水分代谢的效应。

(二) 亚硫酸氢钠对光呼吸有一定抑制作用,可使 C_3 植物的光呼吸降低 $1/5-1/3$ ^[6],使光合强度增高 $10-25\%$ ^[7,8]。我国东北等地广泛用于大豆的叶面喷洒^[8]。我们的试验证明,亚硫酸氢钠有抑制气孔开张的作用, $1.0 \times 10^{-2}\text{M}$ 的浓度,使气孔开张度比对照缩小 84.81% (表1),抑制气孔的作用超过了腐质酸、8-羟基喹啉、二氯化钙等抗蒸腾剂。这说明,亚硫酸氢钠不仅是个有效的光呼吸抑制剂,也是个较强的气孔抑制剂。若用于干旱条件下的 C_3 植物,可能对改善作物水分状况有一定效果。

(三) 在我们试验的药剂中,除 KH_2PO_4 无抑制气孔的作用外,亚硫酸氢钠、二氯化钙、水杨酸、石油助长剂、8-羟基喹啉等,都有抑制气孔开张和降低蒸腾的效应。考虑到用于生产实际的可能,我们选择了对气孔开张抑制较强,对人畜无毒而又价钱便宜的亚硫酸氢钠、二氯化钙和腐质酸作了浓度试验。结果表明(表2、图2), $0.5 \times 10^{-2}\text{M}$ 的亚硫酸氢钠和二氯化钙,200ppm的腐质酸,均可使蒸腾降低50%以上,气孔开张度缩小60%左右。

本试验仅为室内测定结果,要真正用于生产,有待进行田间试验和药效持续时间的测定。

参 考 文 献

1. 梅慧生、杨建军:“腐质酸钠调节气孔开启度与植物激素作用比较的观察”,《植物生理学报》,1983,9(2):143—149。
2. 卢敏华等:“叶片衰老和气孔关闭”,《植物生理学报》,1983,9(1):61—67。
3. 许旭旦等:“叶面喷施黄腐酸对小麦临界期干旱的生理调节作用的初步研究”,《植物生理学报》,1983,9(4):368—374。
4. 许旭旦等:“植物水分消耗的化学控制”,《植物生理学通讯》,1983,6(6):13—19。
5. 高煜珠等:“关于光呼吸的化学抑制的研究”,《江苏农学院学报》,1984,1:17—21。
6. 王文明:“磷酸氢二钾乐果混合液喷雾防止小麦瘦秕效果显著”,《甘肃农业科技》,1983,4:32。
7. 进元:“叶面喷肥”,《陕西农业》,1981,5:14。

8. 黑龙江省农业技术推广站: “大豆喷施光呼吸抑制剂亚硫酸氢钠总结”, 《黑龙江农业科学》, 1981, 5: 38—40.
9. 陈长庚: “茶树抗蒸腾剂的研究”, 《植物生理学通讯》, 1980, 3 (6): 28—29.
10. 陈昌毓等: “阿斯匹林溶液处理春小麦防御干热风的效果”, 《甘肃农业科技》, 1983, 1: 11—12.
11. 高煜珠: “关于气孔关闭的化学调节”, 《植物生理学通讯》, 1964, (5): 49—50.
12. Zelich, I., Reduction of transpiration of leaves through stomatal closure induced by alkenylsuccinic acid. 1964, *Science*, 143: 3607.
13. Waggoner, P.E., Monteith, J.L., Decreasing transpiration of field plants by chemical closure of Stomata. 1964, *Nature*, 201: 97—98.
14. Mittelneusr, C.J., Van Steveninck, R.F.M., Stomatal closure and inhibition of transpiration induced by (RS) —abscisic acid. 1969, *Nature*, 221: 281—282.
15. Raschke, K., Stomatal action. 1975, *Ann. Rev. plant physiol*, 26: 309—340.
16. Walton, D.C., Biochemistry and physiology of ABA. 1980, *Ann. Rev. plant physiol.*, 31: 453—489.
17. Gae, J., & Hagan, R.M., Plant antitranspirants. 1966, *Ann. Rev. plant physiol.*, 17: 269—282.

Effects of Several Anti-Evapotranspiration Agents Upon the Opening of Stomates of Plants and Water Loss

by Evaptranspiration

Ding Zhongrong

(The Northwestern College of Agriculture)

Abstract

Effects of several chemical agents currently used in China against the dry and hot wind over wheat upon the opening of stomates of broad beans and water loss of wheat by evapotranspiration were determined in this test. Results obtained from it indicated that sodium hydrogensulfite, petroleum auxon, humic acid, calcium chloride, salicylic acid, 8-hydroxyquinoline have some inhibiting effects upon the opening of stomates of broad beans to some extent so as to reduce evapotranspiration intensity and relative water loss rate of wheat leaves obviously. Potassium dihydrogen phosphate promoted the opening of stomates so as to increase evapotranspiration intensity and relative water loss rate. Tests in concentration demonstrated that $0.5 \times 10^{-2}M$ of sodium hydrogensulfite and calcium chloride as well as 200 ppm of humic acid can reduce over 50 per cent of evapotranspiration with a contraction of 60 per cent or so of the opening of stomates. As a result, the aboved mentioned three chemicals which have no poisonous effects upon human beings and animals, with low cost, are worth using in the field tests.