

三种测定植物叶水势方法的比较*

荆家海 王玉国 孙 群 文 蓉

(基础课部)

摘 要

染色法测定玉米叶水势, 样品在溶液中不需浸泡 30 min。压力室和热电偶测定小麦、玉米叶水势值基本一致, 但测定棉花、杨树叶水势差异较大。染色法测定玉米叶水势, 在高水势时其值比热电偶低, 低水势下比热电偶高。虽然三种方法测定值不完全相同, 但均随叶片脱水而变化。因此可用它们测定不同条件下叶片水势值的相对变化。

关键词: 叶水势; 染色法; 压力室法; 热电偶湿度计

测定植物水势方法很多。目前我国流行的主要有染色法(又称小液流法)、压力室、热电偶湿度计。染色法不需精密仪器而最早被采用, 但常因取样、操作和样品对试液污染而造成测定误差^[1]; 压力室简便迅速, 但因植物种类不同误差各异^[2]; 热电偶湿度计测定结果比较准确, 但也有其局限性^[3]。本文利用几种常见植物, 比较了三种方法测定误差, 以了解它们测定水势的可靠性及适用范围。

1 材料和方法

1.1 材 料

采用小麦(*Triticum aestivum* L.)、玉米(*Zea may* L.)、茄子(*Solanum melongene*)、杨树(*populus*)、棉花(*Gossypium hirsutum* L.)等植物功能叶片作为试材。先从高水势叶片开始测定, 随叶片脱水, 连续测定。

1.2 方 法

染色法: 将叶片切成小方块, 装入小试管中, 加蔗糖溶液(约 5 滴左右, 以淹没样品为限), 放入一小粒甲烯兰, 混匀, 马上滴试着色液密度变化^[4]。

压力室: 用湿纱布包裹叶片(防止水分丧失), 放入压力室, 以 0.2~0.5 bar/s 速度加压(氮气), 待切口出现汁液, 减压 1.5~2.0 bar, 再加压至切口出现汁液, 读数^[5]。

热电偶湿度计: 采用自制仪器测定^[6]。用直径 12 mm 打孔器, 取叶片圆片, 放入热电偶测定杯底部, 再切取宽 10 mm, 长 40 mm 叶片, 放于测定杯杯壁周围。在 29℃ 条件下测定。

2 实验结果

2.1 染色法的探讨

在一些实验指导书上要求染色法所测试样在蔗糖溶液中浸泡 30 min, 样品试管加蔗糖溶

本文于 1988 年 9 月 26 日收到。

* 系国家自然科学基金资助项目一部分。

液 1 ml^[4]。此法是依据试液密度变化与否确定样品等势点的。实际上,当试液和样品混合后,只要二者有水势差,即会发生水分移动,试液密度就会变化。因此样品在试液中不需浸泡30min,只要二者混匀即可测试密度变化。用玉米幼苗叶片测定结果(表1)表明,不论是良好供水植株还是萎蔫植株,不管是叶片生长部位还是成熟部位,不同长度样品,在10,20,30,60min叶水势差异不大。因此不必延长样品浸泡时间。在测定中,为了显著地观察到着色溶液的移动,可增加每个试管的样品量,或减少蔗糖溶液量(所加溶液以淹没样品为限)。

表1 染色法测定玉米叶水势值 (-bar)

在试液中浸泡时间 (min)		生长部位 (cm)				成熟部位 (cm)			
		1.0	0.5	0.25	平均	1.0	0.5	0.25	平均
供水良好植株	10	5.8	5.3	6.0	5.7	5.1	5.1	5.7	5.2
	20	5.7	5.5	5.5	5.4	4.9	5.0	5.1	5.0
	30	5.7	5.1	5.7	5.5	5.0	5.2	5.2	5.1
	60	5.5	5.3	5.7	5.5	5.0	4.5	4.8	4.8
	平均	5.7	5.3	5.8	5.5	5.0	5.0	5.2	5.0
萎蔫植株	10	10.4	10.7	10.5	10.5	10.9	10.8	10.7	10.8
	20	10.5	10.6	10.5	10.5	10.8	10.7	10.7	10.7
	30	10.6	10.4	10.3	10.4	10.9	10.7	10.8	10.8
	60	10.7	10.5	10.4	10.5	10.8	10.8	10.5	10.7
	平均	10.6	10.6	10.3	10.5	10.9	10.8	10.7	10.8

2.2 染色法和压力室法比较

图1表明,两种方法测定结果差值因植物种类不同而异。小麦叶水势为-7bar以上,染色法偏低,压力室偏高;-7~-20bar,两种方法基本一致;-20bar以下,染色法偏高,压力室偏低。茄子叶水势-5bar以上,染色法偏低,压力室偏高;-5bar以下,染色法偏高,压力室偏低。玉米叶水势-10bar以上,二者基本一致;-10bar以下,染色法偏高,压力室偏低。棉花叶水势-15bar以上,染色法偏低,压力室偏高;-15~-30bar二者基本一致。棉花和玉米叶水势为-28bar以下,压力室测定值不断降低,而染色法变化很少,呈现明显误差。从以上四种植物测定值看,随着叶水势下降,压力室测定值逐渐偏低。

2.3 压力室法和热电偶湿度计比较

前述两种方法比较,因无标准,很难说那种方法可靠。多数人认为热电偶湿度计测定结果比较准确。用压力室测定值减去热电偶湿度计测定值 $[\Delta\Psi = \Psi(\text{压力室}) - \Psi(\text{热电偶湿度计})]$ 表示压力室测定误差大小。图2表明,压力室测定叶水势偏离热电偶湿度计大小因植物而异。两种方法测定小麦、玉米结果有较好一致性;-12bar以上,压力室值偏高,约2bar;-12bar以下压力室偏低,约3bar。两种方法测定棉花、杨树结果很不一致:高水势下,压力室偏高,约2bar;低水势下,压力室偏低;水势愈低;压力室测定值愈低,两种方法最大差值达6bar左右。

2.4 染色法和热电偶湿度计比较

据报道^[1],茼蒿、黄杨、白栎、蕃茄在-5bar以上,两种方法基本一致;中等水势范围内,染色

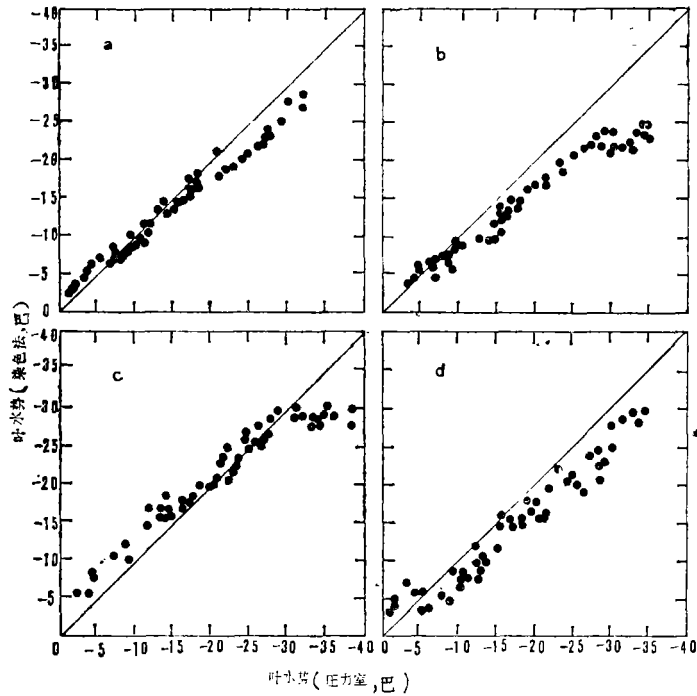


图 1 染色法和压力室法测定叶水势的比较 (对角线示等势线法)
a. 小麦; b. 玉米; c. 棉花; d. 茄子

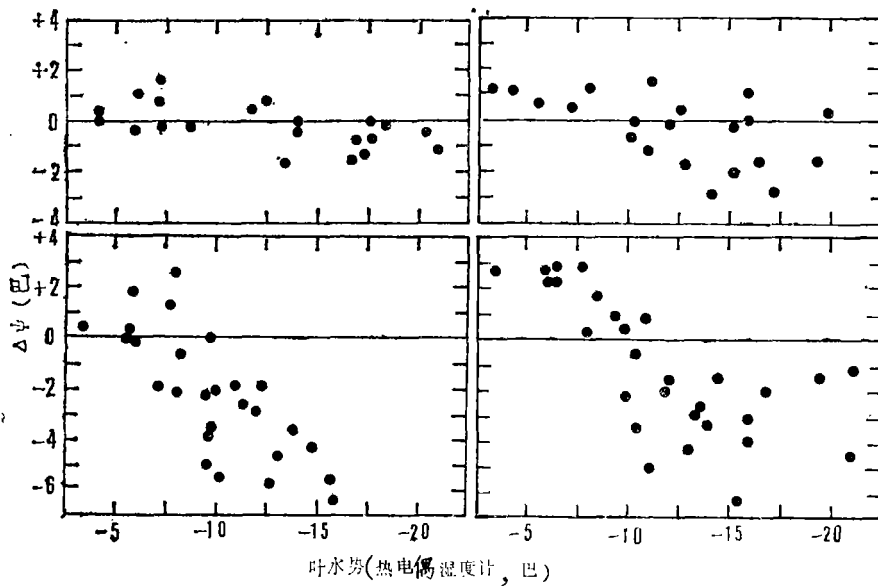


图 2 压力室和热电偶湿度计测定叶水势的比较
1. 小麦; 2. 玉米; 3. 棉花; 4. 杨树

法偏高;低水势下染色法偏低^[1]。本文用玉米实验结果(图3)表明,在-8bar左右两种方法基本一致,-6bar以上染色法偏低,约2bar左右,-10bar以下,染色法偏高,最大差值可达4bar左右。

3 讨 论

热电偶湿度计测定水势较为精确^[3]。它不仅可以测定植物水势、渗透势,还可测定溶液和土壤水势或渗透势^[6]。但由于该仪器所需的微(或纳)伏计比较昂贵,测定过程中温度控制比较严格,实际应用受到限制。另外,在测定过程中质外体水分对细胞水势,特别是渗透势有影响;同时气孔关闭,水分运动阻力增大,延长测定时间,易造成测定误差^[7]。

压力室测定迅速,携带方便,可用于室内外测定。压力室测定某些植物叶水势与热电偶湿度计基本一致,如小麦、玉米(图2),向日葵^[7]、苜蓿、大豆^[8]。但对某些植物如棉花(图2)两种方法测定值差异较大。而且叶水势愈低,压力室测定值愈偏低。Boyer在测定石楠叶水势中也发现同样现象^[7]。压力室测定误差大小,其一,与叶片木质部细胞间隙多少和大小有关,细胞间隙愈大,需要充满的压力愈大,易造成测定值偏低^[7];其二,与木质部汁液渗透势有关。因此,用压力室测定叶水势对某些植物有一定局限性。为了精确测定必须采用热电偶湿度计校正。

染色法虽然不够精确,但它不需精密仪器,在无其它设备条件时,仍可以采用。本试验表明,样品和试液混合后马上可滴试溶液密度变化,不需浸泡30min。

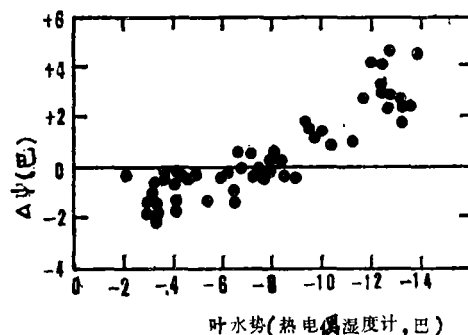


图3 染色法和热电偶湿度计测定玉米叶水势比较

参 考 文 献

- 1 Knippling E B, Kramer p J. Plant Physiol, 1967; 42: 1315—1320
- 2 Bennet J W, Tanner C B. Crop Science, 1976; 16: 181—184
- 3 Boyer J S. Science, 1966; 154: 1459—1460
- 4 西北农业大学植物生理生化组, 植物生理学实验指导, 陕西科技出版社, 1977: 3—10, 150
- 5 Brown P W, Tanner C B. Crop Science, 1981; 21: 240—244
- 6 荆家海, 肖庆德, 植物生理学通讯, 1986; 51—53
- 7 Boyer J S. Plant Physiol, 1967; 42: 133—137
- 8 Bennet J M, Cortes P M, Iorens G F. Agronomy J, 1986; 78: 239—244

COMPARISONS OF THREE METHODS FOR DETERMING WATER POTENTIAL IN PLANT LEAVES

Jing Jiahai Wang Yuguo Sun Qun Wen Rong

(Northwestern Agricultural Universtty)

Abstract

When the dye method is used to determine water potential of corn leaves, it is not necessary to immerse corn leaf samples into the test solution for 30 min. When the pressure chamber and the thermocouple psychrometer are used to determine water potential of wheat and corn leaves, the values of water potential are basically in agreement, but when they are used to determine water potential of cotton and popular leaves, the values of wheat potential are greatly different. when the dye method is used to determine water potential of corn leaves, its values are lower in the case of high water potential and higher in the case of low water potential than those determined by the thermocouple psychrometer. Although the values determined by three methods are not entirely the same, they vary with the leaf dehydration. Therefore, these methods can be used to determine the relative variations of values of leaf water potential under different conditions.

Key Words: leaf water poential; dye methed; pressure chamber; thermocouple psychrometer