

几种作物叶片水势的初步研究

邓向前

(农学系)

摘要 水稻、玉米和花生3种作物的叶片水势的日变化,都以黎明最高,上午较剧降低,午后13~14时最低,傍晚和晚上逐渐回升,黎明又出现最高值。水稻叶片水势日变化与温度日变化,呈极显著负相关。不同叶位的叶片水势,以最顶部展开叶最高,随着急剧下降,展开叶下一叶及下位叶的水势较低,变化与叶位次序无关。同一种作物,不同植株之间的叶片水势差异甚大。用水势仪(HR—33T DEW POINT MICROVOLT METER)法和小液流法对5种植物叶片水势进行测定比较,结果基本一致。

关键词 叶片水势; 日变化; 叶位

水在植物生命活动中具有十分重要的意义,是影响植物代谢生理、生长发育和产量的重要因素。而植物叶子则是水分吸收和向上运输动力的主要来源。孙谷畴研究了叶片水势对荔枝光合作用的影响,认为叶片水势降低时,叶片光合速率对空气相对湿度变化的反应灵敏^[6]。许多研究者还对叶片水势与外界环境因子的关系进行了研究。Novero 等试验线形喷灌条件下陆稻的叶片水势,结果表明,叶片水势与太阳辐射通量密度呈密切相关,并随着施用的灌溉水减少而减少;水汽压力差,冠层温度和叶片水势的最大差值发生于太阳辐射峰值的时候^[9]。许大全等在中午对小麦进行喷雾处理,结果增加叶片相对含水量11%~15%,提高叶片水势0.2 MPa,提高叶片光合速率31.3%~58.3%,减轻小麦光合作用的“午睡”(中午降低)现象,1984年小麦增产17.6%^[3]。本试验以华南地区几种主要作物:水稻、玉米、甘蔗和花生为材料,探讨光、温、湿等外界因素,综合反映到时间的日变化,与作物本身水分状况的叶片水势的关系。这对提高作物栽培技术有着重要的实际意义。此外,本试验还对小液流法和新型的水势仪2种测定叶片水势的方法进行了比较。

1 材料和方法

供试水稻(晚华1号)由我系水稻研究室提供。玉米、甘蔗、花生和甘薯均为我系作物种子园材料,按常规栽培管理。其他材料则是采于校园植物的叶片。本研究于1986年10~12月进行。

应用美国 WESCOR 公司生产的 HR—33T 型露点微伏计水势仪测定叶片水势。在田间使用该仪器的 L—52 样品室(共10个),采用露点法不离体同时测定每种作物叶片5~10片的水势,取其平均值。

叶片水势日变化测定的叶片是:水稻(扬花期)的剑叶;玉米和甘蔗的最顶部展

1990年7月14日收稿

开叶的下1叶;花生主茎最顶部展开叶的下1~5分枝顶叶的下1叶。不同叶位叶片水势的测定的叶片是:玉米和甘蔗最顶部展开叶的下1~8叶;花生主茎最顶部展开叶的下1~5分枝顶叶的下1叶。

小液流法与水势仪法测定叶片水势的比较,在室内同时进行。水势仪采用该仪器的L-51样品室,用露点法离体测定。小液流法依 Chardakov 的常规方法进行测定^[1]。

2 结果和分析

2.1 叶片水势的日变化

每天从黎明或早上开始,每隔1h 分别对水稻、玉米和花生叶片的水势进行测定。3种作物叶片水势的日变化,如图1、2、3所示。

结果表明,3种作物叶片水势都是以黎明最高(负值最小),早上较高,上午较剧降低,中午缓慢下降,下午13~14时降至最低,随后在傍晚逐渐回升至晚上、黎明和早上又出现最高值。

水稻、玉米和花生的回归方程分别是:

$$\hat{y} = -116.7 + 27.74x - 1.566x^2 + 0.0253x^3 \quad (\text{如图1})$$

$$F = 19.99^{**}$$

$$F_{0.01}(3, 12) = 5.95$$

$$\hat{y} = 87.80 - 21.87x + 1.832x^2 - 0.04901x^3 \quad (\text{如图2})$$

$$F = 8.46^*$$

$$F_{0.01}(3, 5) = 5.41$$

$$\hat{y} = -28.84 + 5.67x - 0.2149x^2 \quad (\text{如图3})$$

$$F = 16.02^{**}$$

$$F_{0.01}(2, 6) = 10.92$$

式中: x —日进程时间(时); y —叶片水势 (-10^5Pa)

测定的结果还表明,水稻叶片水势日变化与温度日变化,呈极显著负相关。方程式是:

$$\hat{y} = 45.53 - 2.337x \quad (\text{如图4})$$

$$r = -0.9856^{**}$$

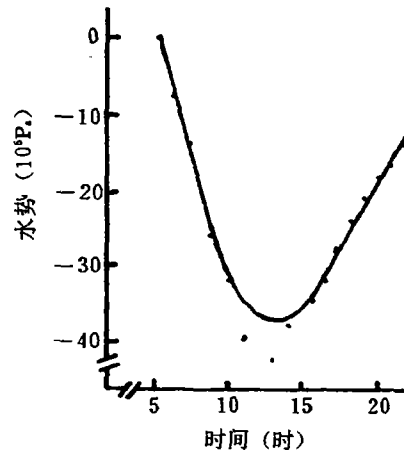


图1 水稻叶片水势的日变化

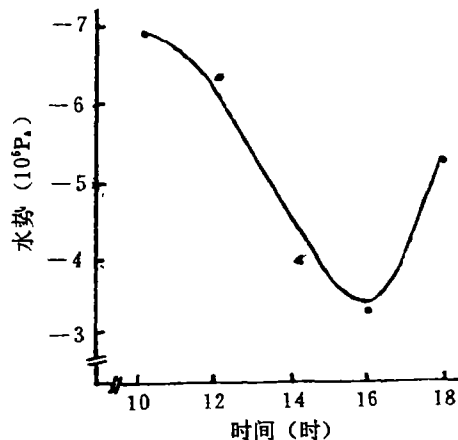


图2 玉米叶片水势的日变化

式中: x —温度 ($^{\circ}\text{C}$);

y —叶片水势 (-10^5Pa)

关于叶片水势的日变化, 孙谷畴研究表明, 在夏天日出后荔枝叶片水势迅速降低, 在上午9~10时达到 -1.5 MPa 。而中午可达到 -2.0 MPa ^[6]。王世绩等测定的结果, 杨树苗木叶片水势, 在1 d内的变化趋势是清晨最高, 中午降到最低点, 傍晚又复回升^[2]。刘董等, 将由“SMWBW”模型模拟得到的冠层平均叶片水势日变化与实测的冠层上部叶片水势相比较, 水势日变化趋势相似, 最低在下午出现^[4]。Acevedo等研究玉米和高粱的叶片水势与时间关系, 发现照光叶片水势与时间进程呈一条正弦曲线, 中午水势降至最低^[7]。本研究几种作物叶片水势日变化, 与上述报道的结果是一致的。

叶片水势与温度的关系, 本研究表明, 水稻叶片水势日变化与温度日变化呈显著的负相关。

叶片水势的日变化与外界环境条件, 如温度, 空气相对湿度, 光照, 风速及土壤湿度等关系十分密切, 它们综合影响到植物本身的水分生理活动, 其中主要的是叶片蒸腾作用。因为蒸腾作用是水分吸收和向上运输的主要动力。植物通过蒸腾作用, 叶细胞失水, 压力势和渗透势都减小, 水势亦随之减小。凡有利于增强蒸腾作用的外界因素都能降低水势。上午日出后, 温度迅速增加, 由蒸腾作用引起的叶片失水也急剧增加, 于是叶片水势就急剧降低。中午和午后(12~14时), 温度上升至最高值, 叶片水势随着降低至最低值。但水势的降低速度明显地变得缓慢了, 这可能与叶片出现气孔关闭现象, 蒸腾速率减弱有关。下午温度逐渐降低, 叶片蒸腾作用减弱, 于是叶片水势开始回升。晚上温度继续下降, 到达黎明时候, 温度降至最低, 空气相对湿度最大, 叶片表面出现露水, 此时蒸腾作用最弱, 叶片水势也就最大。

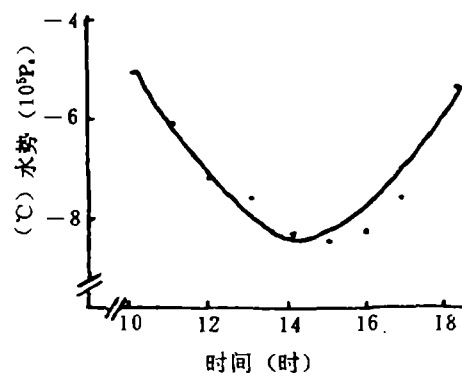


图3 花生叶片水势的日变化

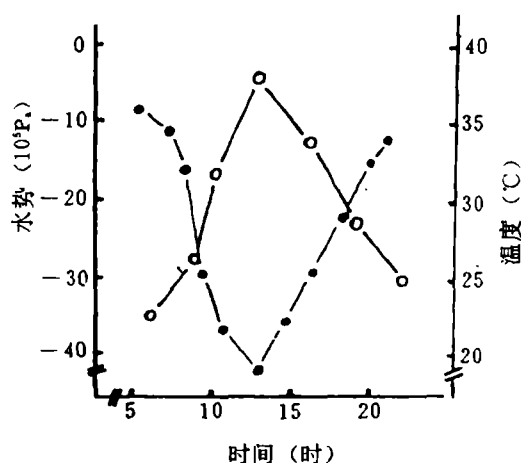


图4 水稻叶片水势与温度日变化比较
(—·—·水势 o—o 温度)

2.2 不同叶位叶片水势的情况

在上午8~10时分别测定玉米、甘蔗和花生同一时间、同一植株不同叶位的叶片水势情况，如图5所示。结果表明，玉米第1叶位的叶片水势较大，随后迅速减小，第2至第8叶位的水势较小，相互差异亦小。甘蔗第1叶位的叶片水势也是最大，第2叶位的叶片水势仍然较高，第3至第8叶位的叶片水势亦迅速减小，相互之间变化也小。花生不同叶位的叶片水势，高低变化的规律不明显。

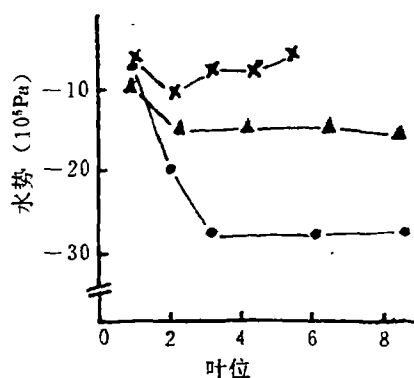


图5 不同叶位叶片水势的情况

(·—·甘蔗；▲—▲玉米；*—*花生)

2.3 同一种作物同一叶位不同植株叶片水势的变化

在1 d中，同一时间测定同一种作物同一叶位不同植株叶片水势的变化，如表1所列。

表1 同一种作物同一叶位不同植株叶片水势的变化

单位： -10^5Pa

作物	株次	测定时间 (时)								
		9	10	11	12	13	14	15	16	17
水稻	1	15.3	33.3	45.3	48.0	50.7	48.0	46.0	40.0	36.0
	2	8.0	20.0	26.7	26.7	24.0	21.3	25.3	22.8	18.7
	3	13.3	25.3	36.0	38.7	38.7	37.3	35.3	28.7	24.7
	4	5.3	12.0	17.3	16.0	19.3	16.0	13.3	15.3	12.0
玉米	1	2.6	2.6	2.6	3.3	4.0	5.3	6.7	5.3	4.0
	2	2.0	2.0	3.3	3.3	6.7	5.3	5.3	4.0	4.0
	3	2.7	2.7	4.0	3.3	6.7	8.0	6.7	4.0	4.0
	4	6.0	5.3	4.7	4.0	8.0	6.7	8.0	6.7	4.0
花生	1	5.0	5.5	7.0	6.5	6.5	7.5	6.0	4.5	5.0
	2	4.5	5.5	6.5	5.0	6.0	6.0	5.0	4.0	3.0
	3	3.0	4.0	3.0	2.5	7.0	9.0	6.0	8.0	1.5
	4	7.0	8.0	10.5	7.0	7.5	8.0	7.0	7.0	5.5

结果表明，水稻、玉米和花生3种作物，同一种作物植株之间的叶片水势都有较大的变化。水稻4个株间最低水势相差 -3.05MPa ；最高水势相差 -1.00MPa 。玉米4个株间最低水势相差 -0.13MPa ；最高水势相差 -0.20MPa 。花生4个株间最低水势相差 -0.25MPa ；最高水势相差 -0.40MPa 。

同种作物植株之间的叶片水势虽然存在上述较大的差异，但仔细分析表1的测定结

果,同时还存在下面2种情况:一是,按测定时间顺序,某植株叶片水势开始测定时的数值是小的,其后全日各时间测出的数值也较小;反之亦然。二是,无论上述第一种情况测得的数值如何其叶片水势的日变化都符合图1、2、3所示的早晚高,午后低的趋势。鉴于上述2种情况,植株之间叶片水势的差异,可能是由于各植株本身的水分生理活动,例如叶片气孔关闭与否,以及蒸腾强弱所造成的。

2.4 小液流法和水势仪法测定叶片水势的比较

用小液流法和水势仪法同时测定了芥兰、菠菜、番薯、橙和白玉兰的叶片水势。结果如图6所示。试验结果表明,2种方法的测定数值基本一致,二者最大差值仅为 -0.33 MPa ,一般来说,使用水势仪测定叶片水势,操作简便迅速,可提高工效2~3倍。但水势仪价格昂贵,推广应用尚有困难。

3 讨论

在3种作物中,玉米和花生叶片水势较高,日变化较小。水稻叶片水势很低,日变化很大。水稻叶片水势一般低于玉米的5~6倍,低于花生的3~4倍。玉米和花生属于旱地作物,当时种植地土壤水势为 -0.06 MPa 至 -0.40 MPa ,而水稻属水田作物,当时种植地土壤水势为 -0.06 MPa 至接近 0 MPa 。为什么水稻的水势反而比玉米和花生低许多?有的研者认为土壤含水量与叶片水势密切相关。国际水稻研究所1980年应用管道喷灌机,对陆稻IR₃₆给以6种喷灌水平,在土壤含水量为陆稻吸收水分总量的95%时,正午的叶片水势为 -0.9 MPa ,不结实率为20%。在最低的土壤含水量(28.6%)时,叶片水势为 -2.5 MPa ,不结实率为73%。稻穗的伸出对叶片水势的变化敏感,水势中等的结实率为30%,并与稻穗伸出不良有关^[4]。无疑,土壤水分与叶片水势的关系如何,尚待进一步的探讨。

关于植物叶片水势中午前后降低而影响光合作用的研究,过去曾有过报道^[5,6]。许大全等的研究表明,由于中午前后颇低的空气相对湿度和较高的温度引起的大气饱和差的增加,从而导致田间小麦叶片光合作用的“午睡”现象。本研究表明,中午前后,叶片水势降低的速度明显地缓慢了。出现这种情况,可能是因为蒸腾速率降低。而产生蒸腾速率降低,则可能是由于温度高,空气相对湿度低,作物为了防止自身水分的消耗,叶片气孔关闭所造成的。显然,气孔关闭就会阻碍叶片对 CO_2 的吸收和 O_2 的放出,最后导致光合作用减弱。本研究的结果还表明,温度与叶片水势呈显著的负相关。过去我们曾在 $30\text{ }^\circ\text{C}$, $35\text{ }^\circ\text{C}$, $40\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下,研究温度对水稻光合作用的影响。结果表明,不同品种的水稻光合作用对温度的敏感性是不同的^[3]。在中午较高的温度和较低的叶片水势条件下,光合作用必然会受到影响。综上所述,水稻以及其他2种作物是否也存在光合作用的“午睡”现象,值得研究。

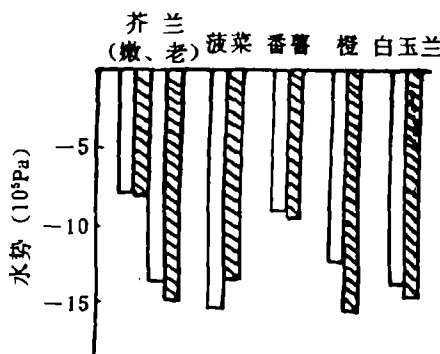


图6 叶片水势测定方法的比较
(□小液流法 ▨水势仪法)

致谢 本文承蒙李明启教授审阅，骆世明副教授、黎祖强讲师指导统计，谨此致谢！农学专业83级学生黄创胜和邓国忠参加了部分工作。

参 考 文 献

- 1 邹立基. 植物生理学. 成都：科学技术出版社，1987. 97~109
- 2 王也绩等. 杨树苗木的生长节律和水分状况的昼夜变化. 植物生理通讯，1983 (3)：39~41
- 3 邓向前等. 不同光照强度和温度对水稻光合作用和光呼吸的影响. 华南农学院学报，1984，5 (1)：32~38
- 4 刘 董等. 田间小麦叶片气孔对环境因子响应的模拟模型及叶片水分平衡的计算. 植物生理学报，1988，14 (2)：136~144
- 5 许大全等. 田间小麦叶片光合作用“午睡”现象的研究. 植物生理学报，1984，10 (3)：269~275
- 6 孙谷畴. 叶片水势降低对荔枝光合作用的影响. 植物学报，1988 (1)：99~102
- 7 Acevedo, E. et al, Diurnal Growth Trends, Water potential, and Osmotic Adjustment of Maize and Sorghum Leaves in the Field, 1979, plant physiol. 64(3): 476~480
- 8 Cruz, R. T. et al, Dryland Rice Response to an Irrigation Gradient at Flowering Stage, 1984, Agronomy Journal. 76(2): 178~183
- 9 Novero, R. P. et al, Leaf Water potential, Crop Growth Response, and Microclimate of Dryland Rice Under Line Source Sprinkler Irrigation, 1985, Agricultural and Forest Meteorology, 35: 71~82

A PRELIMINARY STUDY ON THE LEAF WATER POTENTIAL CHANGES IN SOME CROPS

Deng Xiangqian

(Department of Agronomy)

Abstract The daily changes of water potential in three crops, rice, corn and peanut, were studied. Water potential was highest at dawn, dropping dramatically in the morning, and the lowest at 13~14 P. M; it rose gradually at dusk and in the evening, and reached the highest again at next dawn. The daily changes in rice leaf water potential showed significant negative correlation with the daily changes of temperature. The leaf water potential varied with the leaf position, being highest in the topmost fully expanded leaves and then falling dramatically sequentially. The leaf water potentials were lower in the second from the fully expanded leaf and in the leaves further down, but there was no regular pattern between the leaf water potential and the leaf sequence. The leaf water potentials varied greatly among individual plants of a crop. The leaf water potentials of the five plant species were measured with a HR—33T DEW POINT MICROVOLTMETER and the method of V. S. Chardakov (1953) and the results compared.

Key words Leaf water potential; Daily change; Leaf position