

按照叶片吸水力确定棉花灌水日期

水利部北京水利科学研究院译印

(56) 技字第3号

按照叶片吸水力确定棉花灌水日期

农业科学副博士 M. H. 普宁波夫著

在实践中棉花的灌溉是按植株外部的缺水标志和按容根层土壤水分来决定灌溉方案。根据这种灌溉方案决定灌水常常不能满足植物的需要，有时发生干旱，有时却又过分湿润，造成皮棉产量降低。植物外部的缺水标志并不总是客观的，而且并没有充分的科学根据。棉花栽培的实践，需要在每一具体情况中去确定和修正灌溉方案中所规定的定期灌水的日期。关于这方面，乌克兰共和国 SKHIL—HOBCKOPO 区斯维尔德罗夫集体农庄工作队作了有趣的断定棉花灌水日期的试验（见“植棉叶”杂志，1953年第4期）在那里是按叶片吸水力情况而决定定期灌溉。由于这个方法能够消除棉花过干和灌水过多，因此提高了棉花的产量。

由 M. H. 普宁波夫建议和组织这个农庄的调配处。

棉花叶子的吸水力随土壤干燥程度而增加，吸水力增加到一定程度便预告需要定期灌水。测定叶子的吸水力是很简单的。用拔塞钻那样的打孔器从植株上层叶子钻下小圆片的叶子，放入蔗糖溶液中，溶液的渗透压预先测定，并以大气压表示。经30—40分钟后测定叶子的吸水力，测定的结果立即记于灌水区的图上。该图挂在集体农庄管理处，显眼的地方。为了明显起见，吸水力的程度不用数字表示而用各种颜色的小旗表示。

从我们的试验中断定叶子的吸水力是棉花供水的可靠指标。

1951和1952年的整个生长季在别力列夫斯卡科学试验站试验地上进行棉花叶子吸水力的研究。地段的土壤为暗栗钙土，少腐殖质，轻度盐渍化，中粘壤容根层土壤的田间持水量为绝对干土重18—19%。

在1951年生长期间的条件下，灌溉的棉花良好地生长与发育

。試驗地澆水 4—5 次。由於熱的乾燥的夏天，乾燥的秋天以及良好的農業技術獲得了很高的皮棉產量（每公頃 24—26 公担，其中每公頃有 21—24 公担是在霜前收穫）。相反的，1952 年生長期間低溫多雨第一次播種的幼苗大量死亡以後，重新播種已經很晚（六月二日）棉花的發育大大地推遲。由於雨量豐富，沒有進行澆灌。儘管農業技術很好，但皮棉產量每公頃只有 8—9 公担，其中只有極小部份是在霜前收穫。但是這些植株，仍然是研究生理的很好對象，只不過是用雨水代替了澆灌吧了。

葉子吸水力用沙爾達柯夫 (B. C. Шapдaкoв) 的田間法測定。此法很簡單，適於田間研究。滲透壓和蔗糖濃度間的關係，按照奧斯特咸羅特 (Oствaлдa) 公式計算：

$$P = CRT + Kc^2$$

P—滲透壓力（大氣壓）；

C—溶液濃度（分子濃度）；

R—常數，等於 0.082；

T—溶液的絕對溫度（°C）；

K—依溶液溫度為轉移的係數：溫度 10—15°C 時 $K=9.4$ ；
15—20°C 時 $K=10.8$ ；25—30°C 時 $K=7.3$ ；30—40°C 時 $K=6.4$

用稀釋 1 克分子溶液的方法，製備梯度為 0.05 的若干個濃度等級的蔗糖溶液。這樣測定的準確度其變化是低濃度的 ± 0.6 大氣壓到高濃度的 ± 1.2 大氣壓。制各 1 克分子濃度的蔗糖溶液。可用我們下面所確定的試驗式加以簡化。

$$B = 2.3 A$$

A—糖的重量（克）

B—水量（毫升）

可以用消費用的方糖來代替蔗糖。

选取从生长点起第一片已形成的，能够代表試驗区的典型植株的叶子以供测定。用鑽孔器从叶子中部打下直径0.7厘米的样品，把这些样品放入蔗糖溶液經30—40分钟后测定吸水力。此时，蔗糖溶液的浓度在叶子組織的影响下起变化。假如叶細胞的吸水力大于蔗糖溶液的渗透压，则叶子从溶液中吸收水分，溶液的浓度比重增加。如果叶細胞的吸水力比蔗糖溶液的渗透压小，则溶液向叶子吸收水分，蔗糖溶液的浓度和比重降低。如果叶細胞的吸收力和蔗糖溶液的渗透压相同，则后者的浓度和比重不变。测定时记录蔗糖溶液比重的变化。

此测定吸水力的方法对蔗糖很少的变化也非常灵敏，溶液的浓度不仅能在叶子組織的影响下变化，而且器皿洗涤和烘干得不够精細，或工作不精密时也会发生变化。因此，精确的工作是取得可靠結果的必不可少的条件，制备糖溶液和洗器皿时要用蒸馏水。1951年我們测定吸水力92次，1952年作了356次。

土壤湿度由別力列夫斯基站工作人員每10天测定一次，测定1公尺深。六次重复，始花前土壤計标层是70公分，以后阶段为100公分。計标层的深度达到在相应的棉花发育时期中，发生相当干燥的土层的深度。

在测定吸水力时，用放置在試驗地的干湿球溫度計来测空气的湿度和相对湿度。溫度計裝置在植株高度的 $\frac{2}{3}$ 处。

試驗地内棉花植株典型的叶子吸水力测定的材料见表1

1951年棉花叶子吸水力与灌水之关系

日 期	第 三 小 区		第 四 小 区	
	灌水后日数	13—14时吸水力(大气压)	灌水后日数	13—14时吸水力(大气压)
7 月 30 日	13	19.2	—	—
8 月 6 日	4	12.0	—	—

8月8日	6	13.2	23	>17.5
8月11日	3小时后	>14.2	2	>14.2
8月13日	2	<14.2	4	<14.2
8月16日	5	<12.0	7	12.8
8月22日	—	—	13	16.5
8月27日	16	21.8	15	21.8
8月27日	—	—	18	21.8
9月6日	26	>24.6	28	>24.6
9月12日	34	>24.6	—	—

註：用>和<符号所表示之吸水力量当吸水力之大小超出該級蔗糖浓度之范围。

表1指出，棉花叶子吸水力是随灌水而改变。在灌水前达到最大。在灌水后第1第2天，叶子吸水力可能仍然是高的，灌水1—2日后急剧下降，然后又重新增长，距离灌水日期越远吸水力越大。

1952年观察了棉花品种0A-1和811-乙叶子吸水力之改变与灌水之关系，观察之地段于始花前灌水一次，在灌水前这两个品种叶子吸水力皆达19.2大气压，灌水后降至10—12大气压以后又重新增高，距上次灌水日期越远则越大，在开始萎蔫的叶子达到21—22个大气压。显然的，决定吸水力基本的因素是土壤湿度。

1952年在該試驗中之一个小区测定吸水力之结果用图1表示。这些吸水力的测定是在13—14时进行的，一定程度上清楚地反映了土壤湿度之变化，微雨后虽然在計畝的土壤层次内平均湿度几乎没有变化，但吸水力却大大地改变。由此可见叶子吸水力比土壤水分是棉花水分保证更敏感的指标。在13—14时之气候条件变化与叶子吸水力关系的程度极小。此时叶子的吸水力对空气的温度和相对湿度急剧变化并不感应。根据29次观察在13—14时叶子吸水力 S_1 与土壤湿度 W ，温度 t ，相对湿度 E 和空气的饱和

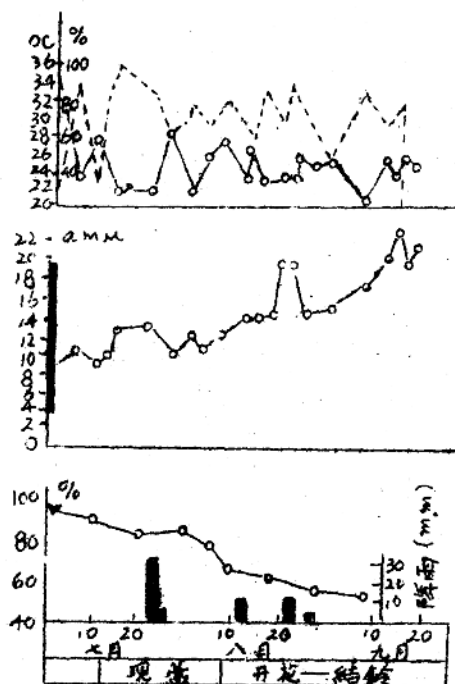


图 1. 13—14时叶子吸水力与土壤湿度和气候条件之关系(1952年资料)

- 1 — 空气的温度(t)
- 2 — 空气的相对湿度(E)
- 3 — 叶子吸水力
- 4 — 土壤湿度(田间持水量之百分数)

叶子吸水力与土壤湿度二者关系之曲线是双曲线(图2) 这曲线相当于降幂方程式

$$S = \left(\frac{1087}{W} - 1.45 \right) \pm 1.33 \text{ a T.M.}$$

其中: S — 13—14时叶片的吸水力(大气压)

W — 轻盐碱化之土壤湿度(田间持水量的%)

差 D 之间的相关系数如下:

$$V_{SW} = -0.864 \pm 0.047$$

$$V_{St} = -0.196 \pm 0.178$$

$$V_{SE} = +0.040 \pm 0.185$$

$$V_{SD} = 0.064 \pm 0.185$$

在13—14时, 叶片吸水力与土壤水分之间有很大之负相关系数, 而此时与湿度、空气湿度几乎完全没有相关。由此可以证明土壤湿度是确定棉花吸水力大小之基本因素

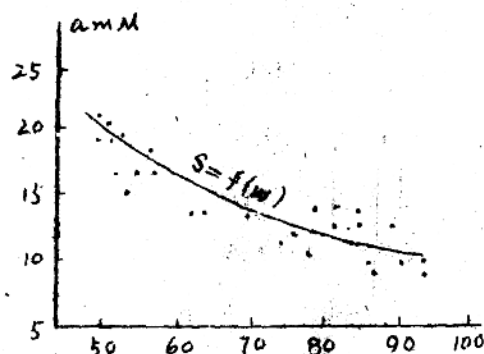


图 2. 土壤湿度(田间持水量%) 棉花在开花-成熟时期, 13—14时, 叶子吸水力与土壤湿度之关系

計标出来的 S 与实测数的均方差是 ± 2 大气压，但是相关係数 Y_{St} , Y_{SE} 和 Y_{SD} 很大的误差说明了在 13—14 小时，气象因素的紧张性可能对棉花叶子吸水力大小有一定的作用。这些作用表现在当气候条件急剧的变化时（例如干风，阵雨或者阴天）同样地也开始缺水。

在一天之内棉花吸水力有所不同，一天之中从早上 8—9 时至晚上 6—7 时棉花叶子吸水力之振幅平均为 3—4 大气压。在一天中若气候变化剧烈，则吸水力之振幅增大至 7—8 个大气压。特别是在早晨有雾或露水时。一天中吸水力的变化，一定程度上是随空气的湿度和温度而改变，特别是与空气湿度，湿度之不足紧密相关。一天中棉花吸水力之变化 ΔS 和相对湿度之变化 ΔE ，饱和差 ΔD 以及空气温度 Δt 之相关係数据 44 次测定是：

$$Y_{\Delta S \Delta E} = 0.549 \pm 0.119$$

$$Y_{\Delta S \Delta D} = +0.535 \pm 0.122$$

$$Y_{\Delta S \Delta t} = +0.338 \pm 0.122$$

一天中气候条件变化越大，则叶子吸水力变化也越大。把 Y_{SE} , Y_{SD} , Y_{St} 与 $Y_{\Delta S \Delta E}$, $Y_{\Delta S \Delta D}$, $Y_{\Delta S \Delta t}$ 相比较说明在一般的气候条件下，在 13—14 时棉花叶子吸水力之大小达到稳定。其大小决定于土壤湿度。因土壤湿度的不同，吸水力之改变从 8—9 个至 20—21 个大气压，或者更多些。

当土壤干旱时，棉花叶子吸水力稳定的是高的。以下的试验证实了这点。在前一天下午五时，用湿的，不透光的纸把四棵植株的每一片叶子遮住，预料这四棵植株将由于缺乏蒸腾作用和光合作用而降低叶子吸水力。把另外的四棵植株去掉叶子（约佔叶子总量的 $\frac{3}{4}$ ），其目的是改变水分进入植物以及用于蒸腾二者间之比例。在次日 14 时测定叶子吸水力。此时棉花已进入成熟

期並且水分非常缺乏。在处理之前2-3天午后棉株的叶子显出輕微的萎焉。測定的結果証明叶子吸水力在試驗处理以后并不改变，仍保持是高的。但在湿润的地段，棉花叶子之吸水力甚至在成熟前也是很小的。

表2

試 驗 方 案	地 段	
	不 灌 水	湿 润 的
对照植株 -----	25.1	10.5
把叶子遮住植株 -----	23.1	1.7
把大部份叶子去掉后之植株 -----	24.1	沒有測定

这試驗証明棉花的水分情况当土壤干旱时稳定地是不良的，即使是最好的气候条件也不能消除植株水分之亏缺。只有通过灌水才能消除植株水分之亏缺。

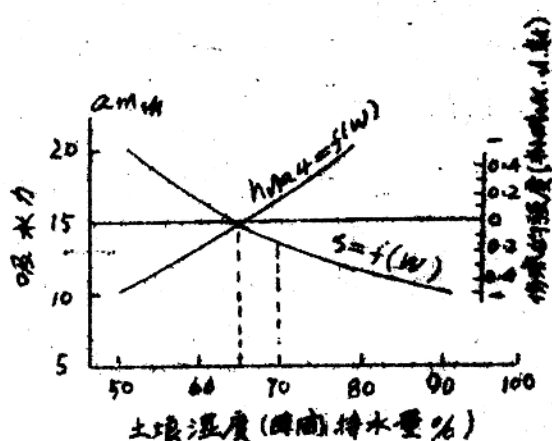
棉株供水的外部标志对水分情况之变化反应很敏感。棉株水分保証率标志之一是茎的上部生长情况。我們确定了叶子吸水力与外部标志之间有如下关系(表3)

叶子吸水力与外部标志间之关系

外 部 标 志	13-14 时叶子吸水力 (大气压)
茎的上部生长很好，叶子成光亮的正常的绿色，花並不从叶丛中露出 -----	14-15 以下
茎的上部生长缓慢，叶子的颜色变成暗绿色茎部分的衰腐，个别的花从叶丛中露出 -----	15-20
茎的上部没有生长，叶子的颜色成暗绿或发黑的暗绿整个茎一直到生长点都衰腐，大量的花露出在叶子之上 -----	20-22
叶子萎焉，茎的考色成黑褐色 -----	22 以上

在过去的工作中 (M. A. 普中坡夫 1954) 我们证实了棉花伤流为正伤流时是棉花供水充足之标志, 而负伤流是水分缺乏之标志。在本试验中同一个小区进行了伤流和叶子吸水力的研究。在图 3 中一方面表示出叶子吸水力与棉株伤流之关系, 另一方面也表示其与土壤湿度之关系。当轻柱状酸土和轻盐土壤湿度降至田间持水量 65% 时植株开始感到水分相当的缺乏。在这样的土壤水分情况下, 中午棉株从正伤流变为负伤流, 叶子吸水达 15 个大气压。由此可见, 当 13—14 时, 叶子吸水力增加至 15 个大气压, 即预告水分开始相当缺乏 (B 区) 需要马上灌水。当土壤湿度接近田间持水量 70% 时, 开始缺水, 表现为下午出现短时间的水分缺乏。当土壤湿度为田间持水量 70% 时叶子吸水力相应为 14 个大气压。当

13—14 时棉花叶子吸水力增加至 14 个大气压即预告开始水分缺乏, (B 区) 需要定期灌水。A 区表示有足够的供水保证率



用于诊断灌水日期之水分保证率指标之价值要有两个要求

13—14 时棉花叶子吸水力与伤流之关系

1) 供水指标应是客观的和可靠的

2) 断定之方法应当简单方便和有效。

伤流能最好地满足以上第一个要求但是没有完善的方法与仪器设备, 因而不容许把这个指标推荐到用于断定灌水日期。叶子吸水力作为棉花供水指标同样也是客观和有足够的安全性, 并且有简易可行的方法可以用于诊断灌水时期。重要的是, 早熟类型

的品种 (6116; C-3210; 1298; OA-1; OA-3; OA-4; OA-5; OA-6) 的叶子吸水力实际上是相同的, 在生产上施用不同种类不同数量之矿物肥料叶子吸水力几乎不变。

叶子吸水力是有条件的水分保证率的指标。在这工作中, 只用一片叶子来说明植物供水, 而不同层次的叶子吸水力相差达 5—6 个大气压。上层的叶子的吸水力几乎相同, 因此, 取从生长点数起第一片形成的叶子作分析的样品是最可靠的。

在这个方法中分析的样品, 采取叶片不同的部位其吸水力实际上是相同的。仅在精密的测定才发生差异。但是仍然推荐采取叶片中部作为分析样品。

不同的植株的吸水力同样地是不相同的。当地段之土壤湿度越不平均植株外部之水分保证率的标志差别越大, 叶子吸水力之差异性也越大。而在灌溉的地段上土壤湿度必然有差异, 因而叶子吸水力的差异也是难免的。为了克服这点, 选取 6—10 株分佈在诊断地段各部分的典型的植株作样本。把每张叶子取下来之样本放在一个试管内, 因此每次测定根据 6—10 重复。在每次测定需要 2—2.5 小时。

为了断定灌水地段对灌水之需要性有相当 12, 14 和 16 大气压, 浓度的蔗糖溶液, 一套三根试管便够了。当吸水力相当 12 个大气压时, 棉花并不需要灌水。日向 13—14 时叶子吸水力增加至 14 个大气压时, 预告需要定期灌水, 而越过 16 个大气压则需要立即灌水, 重要的是这方法是根据植物本身的需要进行灌水。

我们在开花——成熟时期测定灌水前吸水力的大小。研究证明在这时期吸水力与植物的生长几乎无关。无论在开花期抑或成熟期, 萎蔫的叶子吸水力都是同样的等于 21—23 大气压。M. M. 戈罗德可夫和 B. C. 夏尔达可夫在中亚条件下所推荐的灌水前叶子吸水力的大小与我们在乌克兰条件下所确定的接近。这说明了吸水力作为棉花的供水指标具有广阔的意义。

参 考 文 献

戈罗德可夫 И. И. 和夏尔达可夫 В. С. 棉花灌水日期的确定

“全苏科学院塔什干分院通报” 1948

黄守波夫 И. А. 棉花灌水时刻的生理学基础

“季米里亚席夫农学院通报” 卷 2 (6) 1954

本文译自 Л. Н. ФИАИПОВ: определение сроков
поливов хлопчатника
по сосущей силе листьев, Известия
Тимирязевской сельскохозяйственной
Академии, 1954. том. 3.

北京水利科学研究院洗鼎芳译