

烟草适度亏水效应与生理灌溉指标研究

刘玉青¹,邵孝侯¹,汪耀富²,刘国顺²

(1.河海大学现代农业工程系,江苏 南京 210098 ;2.河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地,河南 郑州 450002)

摘要 :为确定烟草的适度亏水效应及烟草水分生理灌溉指标,进行了烟草蒸渗仪试验,通过控制土壤水分下限研究烟草的适度亏水效应.试验结果表明:烟草光合作用受土壤水分影响较大,当旺长期土壤含水量控制下限为田间持水量的 75% 时,光合作用最强,细胞液浓度的变化受土壤含水量影响亦较大.

关键词 烟草;生理灌溉指标;亏水效应

中图分类号 S274 文献标识码 A 文章编号 1000-198X(2006)06-0664-03

烟草具有较强的抗旱能力,但水分亏缺超过一定限度时则对干旱反应十分敏感^[1].当土壤水分出现胁迫时,烟草的生理特性将发生变化,表现为气孔导度变小、气孔出现不同程度的关闭,导致光合作用和蒸腾作用减弱^[2].已有研究表明,烟草各生理指标不同程度地受到太阳辐射、温度、湿度、风速的影响,而土壤水分则是影响其各生理指标峰值和峰值出现时间的主要因素.本文通过控制土壤水分,研究烟草光合特性和细胞液浓度对土壤水分变化的响应,以及烟草的适度亏水效应和烟草水分生理灌溉指标.

1 试验设计

将烤烟的生育期分为 3 个生育阶段,即伸根期(还苗—团棵)、旺长期(团棵—现蕾)、成熟期(现蕾—采毕),以土壤含水量下限作为灌溉控制指标,设 6 个处理,如表 1 所示.每个蒸渗仪中栽烟 12 株,行距 1.2 m,株距 0.5 m.纯 N 施用量为 45 kg/hm², $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=1:2:3$,于移栽前作基肥一次性施入.N 肥用硝酸铵,磷肥用钙镁磷肥,钾肥用硝酸钾.

以 7 d 为周期,取土测定 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土层含水率,用糖量计测定中部叶细胞液浓度,定期测定光合数据.

表 1 蒸渗仪试验处理设计				
Table 1 Design for lysimeter experiment				
处理 序号	生育阶段土壤含水量下限控制指标 (占田间持水量的百分数)/%			
	还苗—团棵	团棵—现蕾	现蕾—采毕	
1(对照)	70	80	70	
2	60	80	70	
3	50	80	70	
4	60	70	60	
5	60	80	60	
6	60	70	50	

2 试验结果与分析

2.1 水分亏缺对烟草各光合指标的影响效应

2.1.1 气孔导度

试验分 4 个系列进行,系列 1、系列 2、系列 3、系列 4 中的数据分别代表移栽后 33 d、51 d、78 d、85 d 的测量数据.移栽后 33 d 和 51 d 均处于烟草的旺长期,移栽后 78 d 和 85 d 则处于烟草的成熟期.由图 1(a)可以看出:各处理烤烟旺长期的气孔导度显著高于成熟期的气孔导度,并且不同处理差异较大,而成熟期气孔导度普遍比较低,且各处理变化比较平缓,但是气孔导度的变化幅度没有土壤含水率变化幅度大.

2.1.2 胞间 CO₂ 浓度

由图 1(b)可知,胞间 CO₂ 浓度变化曲线与气孔导度变化曲线基本相吻合,但是也存在一定差异,即系列 2 中处理 1 与处理 5 的气孔导度低于系列 1,而其胞间 CO₂ 浓度却高于系列 1.这是由于气孔导度的降低虽然减少了进入气孔的 CO₂ 量,但是由于其光合速率低于系列 1,消耗的 CO₂ 量比系列 1 要少,导致胞间 CO₂ 浓度仍

然比较高,而系列 3 和系列 4 的胞间 CO_2 浓度变化曲线则与气孔导度变化曲线基本吻合,但变化幅度较大。

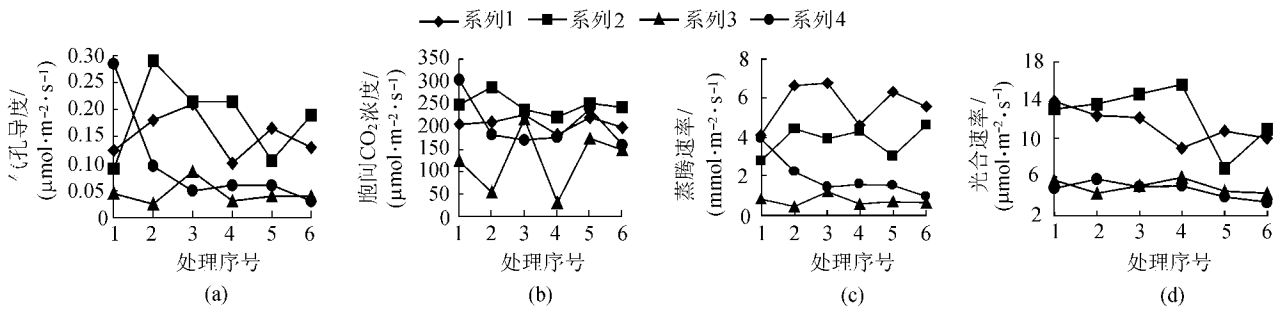


图 1 光合指标变化曲线
Fig.1 Curves for photosynthesis indexes

2.1.3 蒸腾速率

由蒸腾速率变化曲线看出(图 1(c)),旺长期烟叶的蒸腾速率远大于成熟期烟叶的蒸腾速率,旺长期蒸腾速率在 $3 \sim 7 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 之间,而成熟期蒸腾速率基本上在 $0 \sim 2 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 之间,差距明显,这也正是旺长期烤烟需水量大的主要原因。不同处理的蒸腾速率在两个时期差异也不相同,旺长期不同处理的蒸腾速率差异较大,最大达到 $4 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,而成熟期不同处理的蒸腾速率差异较小,基本上以 $1.18 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 为基准点,在 $0.7 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的范围内上下波动。

2.1.4 光合速率

观察光合速率变化曲线(图 1(d)),各处理旺长期光合速率显著高于成熟期。旺长期光合速率基本在 $10.0 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 以上,而成熟期则在 $6.0 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 以下。旺长期光合速率变化幅度也比较大。研究表明,水分胁迫或者土壤含水率过高,都会导致光合速率的降低,这是因为植物的光合作用受到气孔限制和非气孔限制两种因素的影响^[45]。在轻度和中度胁迫下气孔限制是主要原因,而在重度胁迫下非气孔限制是主要原因。

2.2 旺长期烟草光合速率和土壤含水量之间的关系

旺长期是烟草的需水临界期,从上面的结果可以看出,旺长期光合速率变化较为显著。由表 2 可以看出,旺长期烟叶光合速率随土壤含水率变化比较显著。对于 $0 \sim 20 \text{ cm}$ 土层,蒸发量比较大,使得该层含水率与光合关系不甚显著。 $20 \sim 40 \text{ cm}$ 土层含水率变化主要是由于烟草蒸腾消耗水量造成的,排除深层渗漏的影响,该层土壤含水率与烤烟光合作用关系最为密切,光合速率随含水率的增大整体上是逐步增大的。在含水率为 20.94% 即田间持水率的 75% (田间持水率为 28%)时,作物光合速率达到一个峰值 $15.5 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,之后光合速率呈下降趋势。由此可以认为,要使烟草有较好的光合作用,烟草旺长期适宜含水率应控制在田间持水率的 75% 。对于 $40 \sim 60 \text{ cm}$ 土层,土壤含水率比较稳定,在旺长期该层只有部分水分供应烟叶需水,与光合速率关系不是很显著。

2.3 水分亏缺对烟草细胞液浓度的影响效应

试验中对烟叶细胞液浓度的测定系列较长。表 3 为各个处理移栽 $19 \sim 108 \text{ d}$ 烟叶细胞液浓度的变化情况。移栽后 $19 \sim 33 \text{ d}$ 属于烟草的伸根期,处理 3 的叶片细胞液浓度明显高于其他处理,处理 2、4、5、6 之间相差不大,并且比处理 3 要小。移栽后 $33 \sim 70 \text{ d}$ 属于烟草的旺长期,细胞液浓度曲线总体上先升后降,以 55 d 为转折点。在 55 d 以后,烟草的蒸发蒸腾开始减弱,烟株体内的水分开始增加,致使细胞液浓度逐渐减小,在 70 d 时减小到最小值 4.25% 。处理 4、6 的细胞液浓度总体上高于其他 4 个处理。移栽后 $70 \sim 108 \text{ d}$ 属于烟草的成熟期,在这一时期水分控制下限降低,细胞液浓度逐渐升高。处理 6 总体上高于其他处理,处理 2、3 比其他

表 2 旺长期光合速率与不同土层土壤含水率关系

Table 2 Relationship between photosynthesis rate in vigorous growing period and water content of different soil layers

处理 序号	光合速率/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	土层含水率/%		
		0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm
1	9.7	19.5	19.8	25.6
	12.3	18.8	21.9	21.3
2	12.1	20.8	22.4	24.2
	9.0	16.7	21.4	23.8
3	10.7	18.8	20.9	24.1
	10.0	18.5	21	21.7
4	14.4	16.4	19.8	28.1
	13.5	19.1	18.6	25.2
5	14.5	18.8	22.2	25.4
	15.5	15.3	20.9	20.1
6	7.0	20.5	22.9	23.7
	10.9	14.6	22.4	18.8

处理要低. 以上所得分析结论与各个阶段各个处理的水分控制下限规律是吻合的, 即比较高的水分控制下限, 细胞液浓度较低, 反之较高.

表3 细胞液浓度随移栽后天数的变化
Table 3 Variation of cell liquid density after transplantation

处理 序号	细胞液浓度/%											
	19 d	26 d	33 d	38 d	55 d	61 d	70 d	76 d	83 d	90 d	99 d	108 d
1	8.20	8.70	9.80	10.10	11.75	8.50	5.10	8.30	9.80	9.00	13.80	12.85
2	11.25	7.35	10.30	9.25	11.10	7.65	5.00	6.00	8.60	8.25	12.40	12.25
3	12.00	9.20	10.30	10.10	11.20	12.25	4.25	5.45	10.15	8.85	11.20	13.70
4	10.70	7.50	9.30	9.30	12.20	10.25	7.10	7.85	9.40	11.40	12.65	10.65
5	10.55	6.95	10.10	8.25	14.60	9.25	5.90	5.45	9.45	10.90	9.65	12.20
6	10.50	6.50	9.90	9.80	12.30	10.75	4.65	7.10	10.50	10.70	12.80	13.35

3 结果与讨论

3.1 烟草的适度亏水效应

水分胁迫对烟草生理指标的影响十分剧烈. 轻微水分胁迫导致气孔导度减小, 并在一定程度上可以使光合作用得到加强. 中度水分胁迫和严重水分胁迫抑制烟草光合作用. 在烟草栽培中可以利用轻微水分胁迫加强烟草的光合作用, 尽量防止严重水分胁迫以避免烟草光合器官受到损伤. 旺长期土壤含水率为田间持水率的75%时, 光合速率达到最大值 $15.5 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

3.2 烟草的生理灌溉指标

烟草作为一种耗水量较大的大田经济作物, 有必要建立一系列切实可行的灌溉指标, 以指导烟田灌溉. 朱成立等^[8]确立了包括土壤含水量、根系湿润层深度、细胞液浓度、叶水势、蒸腾强度、气孔导度和叶片 N、P、K 浓度在内的冬小麦的节水灌溉指标体系, 而烟草由于其叶用作物的特殊性, 其指标体系有所不同. 本试验结果表明, 气孔导度、胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率、光合速率和细胞液浓度和烟草的水分亏缺存在着明显的对应关系, 可把烟草的光合指标系列和细胞液浓度作为烟草的生理灌溉指标.

参考文献:

[1] 韩锦峰, 汪耀富, 钱晓刚, 等. 烟草栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
[2] 韩锦峰, 汪耀富, 岳翠凌, 等. 干旱胁迫下烤烟光合特性和氮代谢研究[J]. 华北农学报, 1994, 9(2): 39-45.
[3] 卢从明. 水分胁迫对光合作用影响的研究进展[J]. 植物学通报, 1994, 11(增刊): 9-14.
[4] 陈建军. 水分胁迫下烟草光合作用的气孔与非气孔限制[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(6): 415-418.
[5] 孙国荣, 阎秀峰, 刘波, 等. 烤烟旺长期气孔和非气孔限制对水分胁迫的反应[J]. 植物研究, 2002, 22(2): 179-183.
[6] RENSBURG L. Comparative analysis of differential drought stress-induced suppression of and recovery in carbondioxide fixation: stomatal and non-stomatal limitation in *Nicotiana tabacum* [J]. Journal of Plant Physiology, 1993, 143(3): 296-306.
[7] 刘贞琦, 武贤进, 刘振业. 土壤水分对烟草光合生理特性影响的研究[J]. 中国烟草学报, 1995, 2(3): 44-49.
[8] 朱成立, 邵孝侯, 彭世彰, 等. 冬小麦水分胁迫效应及节水高效灌溉指标体系[J]. 中国农村水利水电, 2003(11): 22-24.

Study on moderate water deficit effect and
physiological irrigation index of tobacco

LIU Yu-qing¹, SHAO Xiao-hou¹, WANG Yao-fu², LIU Guo-shun²

(1. Department of Modern Agricultural Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. State Physiological and Biochemical Base of Tobacco Planting, Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract Experimental study was performed to determine the moderate water deficit effect and physiological irrigation index of tobacco with lysimeters by controlling the lower limit of soil water content. The result indicates that photosynthesis and the cell liquid density of tobacco are both seriously influenced by soil water content, and that photosynthesis is the most vigorous when the lower limit of soil water content is 75 % of water holding capacity of farmland during the vigorous growing period of tobacco.

Key words tobacco; physiological irrigation index; water deficit effect