

土壤水分张力对烟草生长的影响^{*}

谢锦辉 姚贤良

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文研究了土壤水分张力对烟草生长的影响。研究表明,在容重适中的土壤中(容重 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$),最适烟草生长的土壤水分张力为 $250-350\text{mbar}$;在容重较大的土壤中(容重 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$),最适烟草生长的土壤水分张力为 $100-200\text{mbar}$,土壤水分张力对烟叶的元素含量和烟碱含量有明显的影晌。

施肥及其养分配比对烟草的生长发育、产量和品质都有重要影响^[1, 2]。土壤物理条件对烟草生长发育也很重要,但报道较少。本文研究了在盆栽条件下,土壤水分张力对烟草生长,烟叶的元素含量和烟碱含量的影响。为用调节土壤水分张力的途径,达到控制烟草生长的目的提供科学依据。

一、材料和方法

(一)供试土壤及处理 供试土壤为河南封丘县的粉砂壤质黄绵土,其有机质含量 0.47% ;全N 0.042% ; pH 8.36 。烟草品种为NC-89。盆栽试验的容器为直径 15cm 、高 30cm 的塑料钵。每盆装入风干土 5.5kg ,分压实(容重为 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以下简称高容重)与未压实(容重为 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$ 以下简称低容重)两组处理。每组处理各设5个水分张力水平,分别为 30 、 150 、 300 、 500 和 700mbar ^{**}(下文分别称其为W₁、W₂、W₃、W₄及W₅)。水分张力由表头式张力计控制。1988年5月4日移栽^{***}每盆移植1株,4个重复。同年7月2日收获后,测定烟叶及烟株干重,分析烟叶中N、P、K、Ca、Mg及烟碱的含量。移栽前,每盆施 $2\text{g NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 和 7.7g KNO_3 (N: 1.2g ; P_2O_5 : 1g ; K_2O : 3.4g)。于5月26日追施 NH_4NO_3 $1.5\text{g}/\text{盆}$ (N: $0.5\text{g}/\text{盆}$)。

(二)植株元素分析方法 N用开氏法; P用钼锑抗显色法; K用火焰光度计法; Ca和Mg用EDTA容量法; 烟碱用NaCl-NaOH溶液蒸馏,以 $1.25\text{N H}_2\text{SO}_4$ 吸收,然后在紫外分光光度计上比色。

二、结果及讨论

(一)对烟草长势的影响

试验表明,对未压实的土壤(容重 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$)而言,烟草在W₃水分张力水平下生长最

* 试验得到我所农化室烟草组同志的帮助,谨表谢意。

** 实际分别控制在 $10-50$ 、 $100-200$ 、 $250-350$ 、 $400-600$ 及 $600-800\text{mbar}$ 范围内。此处为均值。

***由我所农化室烟草组凌云霄老师提供烟草苗,并在盆栽试验中给予指导。

好, 表现为植株高和叶片多; 对压实土壤(容重 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$)来说, 烟草以在W2水分张力水平下长势最佳。若土壤水分张力均处于适宜情况下, 则生长在未压实土壤中的烟草长势明显优于压实土壤, 表明土壤过干、过湿及紧实对烟草生长不利。

(二)对烟草干物重的影响

1. 水分张力对两种容重土壤上的烟草干物重影响。生长在未压实的低容重土壤中的烟草, 其烟叶及烟株干物重以在W3水分张力水平时为最大(表1)。若水分张力减小或继续增大, 则烟叶对烟株干物重下降。表1还表明, 对低容重土壤而言, 烟草适宜生长在水分张力较低的环境中。

生长在压实的高容重的土壤中的烟草, 其烟叶及烟株的最大物重量发生在 W2水分张力水平。低于或高于此水平, 烟草干物重下降(表1)。

表1 土壤水分张力及容重对烟草干物重的影响

水分 张力	低 容 重 土				高 容 重 土				低容重与高容重间差 异 显 著 性			
	烟 叶 干 重 (g/株)	差异 显著性 0.05	烟株 干重 (g/株)	差异 显著性 0.05	烟叶 干重 (g/株)	差异 显著性 0.05	烟株 干重 (g/株)	差异 显著性 0.05	烟 叶		烟 株	
									0.05	0.01	0.05	0.01
W1	44.2	a	68.1	b	32.4	b	51.7	b	a b	A B	a b	A B
W2	42.6	a	66.9	b	43.4	a	67.3	b	a a	A A	a a	A A
W3	45.0	a	78.6	a	39.9	a	58.8	a b	a a	A A	a b	A B
W4	38.7	a	60.7	b c	29.1	b c	40.3	c	a b	A B	a b	A B
W5	38.1	a	53.7	c	23.1	c	30.6	d	a b	A B	a b	A B

上述结果表明, 无论土壤容重高低或压实与否, 每一种土壤都存在一个适于烟草生长的水分张力值。

2. 各水分张力下, 土壤容重不同对烟草干物重的影响。从表1结果可看出, 在土壤水分张力水平相同时, 生长在容重低的土壤中的烟草, 除处于W2水分张力水平的烟株干重外, 其烟叶和烟株的干物重的明显高于生长在容重高的土壤中的烟草。其中尤以W1及W5两个水分张力水平最为明显。表1还表明, 土壤压实的影响在水分张力水平为W3时明显表现出来。从表2可看出, 当土壤水分张力达W3以上水平时, 土壤强度明显增大。据文献报道[3], 当土壤强度高于 $8.54\text{kg}/\text{cm}^2$ 时, 则不利于作物根系的发育。而土壤水分含量增加时, 土壤强度相应降低[4]。本试验中之所以出现生长在压实土壤中的烟草的最大干物重在W2水分张力水平, 而未压实土壤出现在W3水分张力水平可能与此有关。在水分较多的情况下(好W1水分张力水平), 压实土壤明显降低烟草干物重, 可能是水分及土壤致密导致通气不良之缘故。有的研究者认为, 在

表2 水分张力与土壤强度(kg/cm²)的关系

水分张力	低容重土	高容重土
W1	1.86	1.44
W2	2.83	5.17
W3	8.75	12.3
W4	8.40	13.8
W5	12.3	13.6

注: 土壤强度用SR—2型土壤阻力测定器测定。

土壤水分张力相同时, 压实土壤的含水量可能高于未压实土壤[5]。

(三)对烟叶中元素含量的影响

1. 氮 烟叶中的含氮量随着土壤水分张力的增加而增加, 至 W3 水分张力水平时为最高(表3)。但水分张力继续增加时, 则烟叶含氮量下降。根据显著性检验, 对低容重土壤而言, 水分张力在W1、W2及W3三

个等级间,烟叶含氮量的差异不显著,但它们的含氮量与W4的差异显著;对高容重的土壤而言,从水分张力W1到W4之间,烟叶的含氮量差异不显著,但他们与W5间的差异都达显著水平。以上结果表明,烟叶含氮量受缺水的影响大于受水分过多的影响。根据Fernando Garcia 等(1988)的试验结果,土壤压实后,作物对氮的吸收与其根的密度关系极大。土壤压实后作物根只能在压实层的上部生长,且多侧向分布 [5]。在本试验中,当土壤水分张力为W4时(在压实的土壤中),烟草对氮的吸收已受到水分不足的影响,但比受根密度的影响可能要小一些。

表3 土壤水分张力及容重对烟叶含氮量的影响

水分张力	低 容 重 土		高 容 重 土		低容重与高容重间 差异显著性	
	N (g/株)	差异显著性 0.05	N (g/株)	差异显著性 0.05	0.05	0.01
w1	2.12	a	1.74	a	a b	A B
w2	2.10	a	1.71	a	a b	A A
w3	2.05	a	1.45	a	a b	A A
w4	1.70	b	1.41	a	a b	A A
w5	—	—	1.07	b	—	—

其实,对高容重土壤来说,无论其水分张力大小,都能显著地影响烟草对氮的吸收。土壤水分张力小时,可能因通气不良而限制烟草对氮的吸收;水分张力适中且土壤强度不大时,也可能因土壤孔隙小而使根不能伸入其中,从而限制了烟草根从土壤中吸收氮的范围;土壤水分张力很大时,烟草则因水分不足和土壤强度过大而减少对氮的吸收。

2. 磷 烟叶中的含磷量随着土壤水分张力的增加而下降(表4)。根据显著性检验,未压实土壤在W1、W2及W3三个水分张力等级时,烟叶的含磷量差异不显著;但W1与W4、W5之间以及W2、W3与W5之间的差异显著。在压实土壤中,W1与W2之间的差异不显著;而W1与W3以及W2与W4之间的差异显著。说明在土壤水分张力低于W3时,水分并不是影响烟叶含磷量的决定性因素。但当土壤水分张力高于W3时,则水分不足是影响烟叶含磷量的主要因子。一般而言,烟草吸收磷对土壤通气条件不敏感,这和k. Lawton对玉米进行的试验的结果相一致[6]。根据J. shierlaw和A. M. Alston的意见,增加土壤含水量,可以增加磷的扩散量,从而为作物提供更多的可资吸收的有效磷[7]。可见,减少土壤水分必将导致溶液中磷的扩散量的降低,这是造成烟叶中的含磷量降低的主要原因。

生长在压实土壤中的烟草,在各水分张力下对磷的吸收明显降低(表4)。

表4 土壤水分张力和容重对烟叶含磷量的影响

水分张力	低 容 重 土		高 容 重 土		低容重与高容重间 差异显著性	
	P ₂ O ₅ (g/株)	差异显著性 0.05	P ₂ O ₅ (g/株)	差异显著性 0.05	0.05	0.01
w1	0.448	a	0.293	a	a b	A B
w2	0.413	a b	0.250	a b	a b	A B
w3	0.410	a b	0.230	b	a b	A B
w4	0.367	b c	0.168	c	a b	A B
w5	0.313	c	0.143	c	a b	A B

3. 钾 土壤水分张力及容重对烟叶的含钾量的影响与对烟草干物重的影响趋势是一致的。对低容重土壤而言,当土壤水分张力为W3,烟叶的含钾量最高,若土壤水分张力有所增减,则烟叶的含钾量将有所下降(表5)。对高容重土壤来说,烟叶的含钾量以在W2水分张力时最高,若土壤水分张力有所增减,烟叶含钾量也随之下降。可见,不论土壤容重高低,烟叶的含钾量对水分的反应是非常敏感的。土壤水分张力较高时,烟叶含钾量下降的原因可能与土壤中钾的有效性降低有关。Kuchenbuch等人用数学模式研究土壤水分含量对根际钾动态影响时发现,当粉砂壤土干燥时,由于钾的扩散受到了限制,因而到达根表的钾量迅速减少,根系吸钾量也随之降低^[8]。容重高的土壤也显著降低烟草对钾的吸收。

表5 土壤水分张力和容重对烟叶含钾量的影响

水分张力	低 容 重 土		水分张力	高 容 重 土		低容重与高容重间 差异显著性		
	K ₂ O (g/株)	差异显著性 0.05		K ₂ O (g/株)	差异显著性 0.05	水分张力	0.05	0.01
W3	3.00	a	W2	2.80	a	W1	a b	A B
W1	2.91	a	W3	2.50	b	W2	a a	A A
W2	2.63	b	W1	1.95	c	W3	a b	A B
W4	2.51	b	W4	1.80	c	W4	a b	A B
W5	2.27	c	W5	1.44	d	W5	a b	A B

综上所述,土壤水分张力对烟叶含钾量影响是极大的。鉴于钾对烟草碳水化合物的合成以及改善烟叶的燃烧性能和阴燃保火力有所特殊的作用,因此,在生产实践中,通过调节土壤物理条件,以提高土壤供钾能力是具有重要意义的。

4. 钙 土壤水分张力及容重对烟叶含钙量的影响与对钾的影响是极其相似的。当土壤水分张力为W3时,低容重土壤中的烟叶含钙量最高,且显著高于W1、W2、W4及W5各水分张力。对高容重土壤而言,烟叶含钙量以W2为最高,且显著高于W1、W4及W5各水分张力(表6)。

表6 土壤水分张力和容重对烟叶含钙量的影响

水分张力	低 容 重 土		水分张力	高 容 重 土		低容重与高容重间 差异显著性		
	CaO (g/株)	差异显著性 0.05		CaO (g/株)	差异显著性 0.05	水分张力	0.05	0.01
W3	3.92	a	W2	3.33	a	W1	a b	A B
W1	3.34	b	W3	2.93	a b	W2	a a	A A
W2	3.15	b c	W1	2.57	b	W3	a b	A B
W4	2.86	c	W4	1.93	c	W4	a b	A B
W5	2.34	d	W5	1.54	c	W5	a b	A B

烟叶的含钙量对土壤和水分张力及容重的反应与含钾量具有相应的反应趋势,是与钾、钙离子在植株内的行为有关的。因为不管外界环境如何变化,钾、钙是易于由作物根部向地上器官移动的阳离子^[9]。

5. 镁 对低容重土壤而言,土壤水分张力的大小对烟叶含镁量的影响没有明显的规律性,显著性检验也不显著。但对高容重土壤而言,烟叶的含镁量则随土壤水分张力增加而下

表7

土壤水分张力及容重对烟叶含镁量的影响

低 容 重 土			高 容 重 土			低容重与高容重间差 异显著性		
水分张力	MgO (g/株)	差异显著性 0.05	水分张力	MgO (g/株)	差异显著性 0.05	水分张力	0.05	0.01
w2	1.080	a	w1	1.090	a	w1	a a	A A
w4	1.070	a	w2	0.817	a b	w2	a a	A A
w5	0.990	a	w3	0.700	b c	w3	a a	A A
w3	0.987	a	w4	0.453	c d	w4	a b	A B
w1	0.940	a	w5	0.348	d	w5	a b	A B

降(表7)。

在两种容重的土壤中,土壤水分张力对烟叶含镁量的不同影响可能与钾对镁的拮抗作用有关。因为作物根系吸收镁离子的多少不但取决于根系周围溶液中的镁离子浓度,同时也受钾离子的浓度的影响。钾离子浓度越高,植物摄取的镁就越少^[10]。这是钾对镁的拮抗作用的结果。

(四)对烟叶烟碱含量的影响

对低容重土壤而言,烟叶的烟碱含量在W3水分张力水平时最高;而对高容重土壤来说,烟碱含量在W2水分张力水平时最高(表8)。且无论压实与否,土壤过湿是不利烟碱的积累的。高容重土壤上烟叶的烟碱含量明显低于低容重土壤,尤以 W3水分张力水平以上时更为显著。

表8

土壤水分张力及容重对烟叶中烟碱含量的影响

低 容 重 土			高 容 重 土			低容重与高容重间差 异显著性		
水分张力	烟碱 (g/株)	差异显著性 0.05	水分张力	烟碱 (g/株)	差异显著性 0.05	水分张力	0.05	0.01
w3	0.818	a	w2	0.592	a	w1	a a	A A
w4	0.797	a	w3	0.556	a	w2	a a	A A
w2	0.706	a	w4	0.428	a b	w3	a b	A A
w5	0.668	a	w5	0.392	a b	w4	a b	A B
w1	0.487	b	w1	0.345	b	w5	a b	A B

参 考 文 献

- [1] 贵州省福泉烟草科学研究所, 贵州烤烟栽培, 贵州人民出版社, 1977。
- [2] Evanylo, G. K. and Sims, J. L., Soil Sci. Soc. Am. J., 51: 1536-1540, 1987.
- [3] 三好洋, 丹原一宽(顾周行等译), 土壤物理性质与作物诊断, 第53, 66-67页, 农业出版社, 1986。
- [4] T. J. 马歇尔, J. W. 霍姆斯(赵诚斋等译), 土壤物理学, 第240-241页, 农业出版社, 1986。
- [5] Fernando Garcia et al., SSSAP, 52(3): 792-798, 1988.
- [6] Lawton, K., SSSAP, 10: 263-268, 1945.
- [7] Shierlaw, J. and Alston, A. M., Plant and Soil, 77: 15-28, 1984.
- [8] Kuchenbuch, R., Classen, N. and Jungk, A., Plant and Soil, 95: 221-231, 1986.
- [9] E. 拉特涅尔(何永集译)植物矿物质营养和土壤吸收性能, 第三章, 科学出版社, 1960。
- [10] E. W. 腊塞尔(谭世文等译), 土壤条件与植物生长, 科学出版社, 1979。