

# pH 值对烤烟根系活力及烤后烟叶 化学成分的影响

郭培国<sup>1</sup>, 陈建军<sup>2</sup>, 李荣华<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>广州师范学院生物系, 广州 510405; <sup>2</sup>华南农业大学农学系)

**摘要:** 采用砂培法对不同 pH 值条件下生长的烤烟根系活力及烤后烟叶中的化学成分进行了研究。实验结果表明: 在 pH 值 5.5~ 8.0 范围内, 随着 pH 值的逐渐升高, 整个生育期的根系总吸收面积(TAAR), 旺长前期、旺长后期和成熟期的根系活跃吸收面积(AAAR)和活跃吸收面积百分数(PAAR)均有随 pH 值升高而增加的趋势。不同生长时期根系 ATP 的含量以 pH 7.0 左右最高。pH 值对不同生长时期根系的呼吸速率也有比较明显的影响。pH 为 8.5 时各生长期烤烟根系活力较低, 烤后烟叶中总氮、还原糖及蛋白质含量偏高。在 pH 5.5~ 8.0 范围内, 随 pH 值逐渐升高, 烤后烟叶中的钾、钙、镁及总灰分含量呈增加趋势, 但总氮、蛋白质、铜、锌、锰、氯等含量则随 pH 值的升高而降低。烤后烟叶中的烟碱含量以 pH 6.0~ 7.0 最高。在 pH 6.5~ 7.5 范围内还原糖含量适中。

**关键词:** pH 值; 烤烟; 根系活力; 化学成分

中图分类号: S572.01 文献标识码: A 文章编号: 0578-1752(2000)01-0039-07

虽然烟草生长对土壤 pH 值高低的适应性较强, 在 pH 4.5~ 8.5 范围内均能正常生长和发育<sup>[3,7]</sup>。但从烟叶品质出发, 烟草生产需要一个较为适宜的土壤 pH 值<sup>[3,7,10]</sup>, 因为土壤 pH 值是影响烟草生长发育、烟叶品质及产量的重要因素之一<sup>[5,17,19]</sup>。Steinberg<sup>[18]</sup>研究得出在 pH 4.6~ 7.1 范围内, 随 pH 上升, 烟草的产量略有增加。Ryding<sup>[17]</sup>研究烤烟幼苗生长与土壤 pH 值的关系时表明适宜的 pH 值有利于烟苗生长。一些研究表明, pH 7.0 左右时烟株吸收养分充足, 生长最好<sup>[3,10,20]</sup>, 烤烟的干物质产量、单叶重及质量也最佳<sup>[10]</sup>。但在不同的环境条件下, 不同的土壤 pH 值亦可以获得较高品质的烟叶, 如美国和印度烟草生长的最适 pH 值分别为 6.0~ 6.4、7.5~ 8.5<sup>[7]</sup>。

与国外优质烟叶相比, 我国烟叶质量尚有差距。如烟叶的化学成分不协调, 含钾量较低等<sup>[10]</sup>, 严重制约了我国烟叶品质的进一步提高。虽然已经注意到烤烟生长环境的土壤 pH 值的问题, 但迄今为止对土壤 pH 值与烟草生长及烟叶品质之间关系研究较少, 有些研究的结论也有差异<sup>[3,4,19]</sup>。因此, 探讨生长环境的 pH 值对烤烟生长及烤后烟叶化学成分的影响是很有必要的。

## 1 材料与方 法

该试验选用砂培法栽种烤烟, 砂培盆内径 0.35m, 盆内高 0.45m, 每盆装砂 15kg, 所用石英砂在装盆前用稀甲醛和盐酸浸泡消毒, 用水洗净后使用。供试的烤烟(*Nicotiana tabacum* L.)品种为 NC89, 培养液的配制方法见文献[5], 用 Backman  $\Phi$ 100 ISFET pH 计测

收稿日期: 1999-05-13

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目

定加入调节 pH 值的 0.1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 或 0.1 mol/L NaOH 的量, 设置 7 个不同的 pH 值处理, 其 pH 值分别为 5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5。5 月 15 日盆栽种植 8 叶期烟苗, 每处理栽种 20 盆(1 株/盆)。烟草生育期中培养液 pH 值的调节方式为每天早晚排出部分培养液, 加入重新配制的培养液, 每隔 3d 清洗盆砂, 重新更换培养液, 具体方法如下: 根据烟草对矿质营养的吸收量, 每日早晚分 2 次加入新配制的培养液, 不同生长时期加入量不同, 处理后的 1~15d, 每日 500m l; 6~10d, 每日 600m l; 11~30d, 每日 1000m l; 31d 采收完毕, 每日 2000m l。另外, 每隔 3d, 排干砂培盆中的培养液, 用 3000~9000m l 同 pH 值的溶液清洗盆砂, 以清除石英砂中的根系代谢产物, 并使流出液的 pH 值达到处理所定值, 以保持 pH 值的稳定性。不同生长时期烤烟的养分供应量有差异, 具体供应量如表 1 所示。

表 1 砂培烤烟各期养分供应量(mg·盆<sup>-1</sup>·天<sup>-1</sup>)

Table 1 The amount of supplied nutrient at different stages in flue-cured tobacco (mg·pot<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>)

矿质营养 <sup>1)</sup> M ineral nutrition	移栽后天数 Days after transplanting					
	1~16	17~26	27~63	64~73	74~98	99~112
N	40.00	70.00	110.00	60.00	20.00	10.00
P	17.50	30.60	48.00	26.20	8.70	4.40
K	83.00	124.50	166.00	166.00	166.00	83.00
Ca	28.60	50.00	78.60	42.90	14.30	7.10
Mg	4.80	7.20	13.20	3.60	2.40	1.20
Fe	0.35	0.35	0.70	0.35	0.14	0.14
Mn	0.14	0.14	0.28	0.14	0.07	0.07
Zn	0.24	0.32	0.40	0.16	0.16	0.08
B, Cu, Mo, etc.	微量 T race	微量 T race	微量 T race	微量 T race	微量 T race	微量 T race

<sup>1)</sup>Chemical reagents mainly contained: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, MnSO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, iron Citrate, H<sub>2</sub>MO<sub>4</sub> etc.

在烤烟生长的伸根期(移栽后 30d)、旺长前期(移栽后 45d)、旺长后期(移栽后 60d)以及成熟期(移栽后 80d)分别测定烟株的根系活力及根系 ATP 含量。根系活力的测定方法见文献[12], 根系 ATP 含量的分析方法见文献[9], 根系呼吸速率的测定方法见文献[2]。烤后叶片中的总氮含量按凯氏定氮法<sup>[14]</sup>测定, 烤后烟叶的烟碱、还原糖、灰分、蛋白质及氯含量按常规方法测定<sup>[1]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 根际 pH 值对烤烟根系活力和根系 ATP 含量的影响

根系在烤烟的生长发育中起着重要的作用, 它直接影响到烤烟对矿质营养的吸收和转运。另外, 烟碱主要是在烟草的新嫩细根中合成的, 与根系的活力密切相关<sup>[13]</sup>。从我们所作的实验结果来看(表 2), 根际 pH 值明显影响根系总吸收面积(TAAR)、活跃吸收面积(AAAR)及根系活跃吸收面积百分数(PAAR)。伸根期(移栽后 30d)在 pH 5.5~6.5 范围内, TAAR、AAAR 和 PAAR 均随 pH 值升高而升高; 而在 pH 值 7.0~8.0 范围内, 随 pH 值升高 TAAR 增加, 但 AAAR 和 PAAR 均有随 pH 上升而下降的趋势。pH 为 8.5 时, TAAR、AAAR 和 PAAR 均为最低值。在旺生长长期前期(移栽后 45d), 随 pH 升高, 烟株根系 TAAR、AAAR 和 PAAR 均有所增加, 而到 pH 8.5 时则迅速下降。在旺长后期和成熟期

(移栽后 60d 和 80d), 在 pH 值 5.5~7.5 范围内, 随 pH 值上升, TAAR、AAAR 和 PAAR 逐渐增加; 而在 pH 7.5~8.5 范围内, 则随 pH 值上升而下降。在 pH 8.5 时, 尽管没有观察到烟株根系受氢氧根离子的伤害症状, 但根系活力已明显受到抑制。

另外, 根系 ATP 含量多少, 与根系主动吸收能力的大小、物质运输能力、根系生物碱合成均有密切关系<sup>[12]</sup>。从图 1 可见, 在烤烟移栽后 30d, 根系中 ATP 含量在 pH 6.0、6.5、7.0 三个处理中差异不大, 统计分析表明它们与其它处理相比其差异达到了显著水平( $p < 0.05$  水平), 其它各处理之间差异不显著。在移栽后 45d、60d 和 80d 后, 在较低 pH 时, 烤烟根系 ATP 含量随 pH 值升高而增加, 在 pH 7.0 时达最高峰, 其后其 ATP 含量又随 pH 升高而逐渐降低。从中可见, pH 值对烤烟根系 ATP 含量的影响是比较明显的。

## 2.2 根际 pH 值对烤烟根系呼吸作用的影响

pH 值可能通过影响根系的呼吸作用来调节根系的生理作用。从表 3 可见, 在烤烟生长

表 2 根际 pH 值对烤烟根系活力的影响<sup>1)</sup>

Table 2 The effects of pH values on the activities of roots

pH	伸根期 Rooting period			旺长前期 Early rapid growing period			旺长后期 Late rapid growing period			成熟期 Maturing period		
	TAAR (m <sup>2</sup> / plant)	AAAR (m <sup>2</sup> / plant)	PAAR (%)	TAAR (m <sup>2</sup> / plant)	AAAR (m <sup>2</sup> / plant)	PAAR (%)	TAAR (m <sup>2</sup> / plant)	AAAR (m <sup>2</sup> / plant)	PAAR (%)	TAAR (m <sup>2</sup> / plant)	AAAR (m <sup>2</sup> / plant)	PAAR (%)
5.5	6.5	2.7	41.5	9.4	4.0	42.6	12.6	5.9	46.8	12.1	5.3	43.8
6.0	6.6	2.8	42.4	9.7	4.3	44.3	12.5	6.0	48.0	11.9	5.4	45.3
6.5	7.1	3.2	45.1	11.2	5.3	47.3	14.1	7.1	50.3	13.6	6.5	48.6
7.0	7.4	2.4	32.4	12.4	6.0	48.4	14.8	7.5	50.6	14.2	6.9	48.6
7.5	7.8	2.3	29.5	14.8	6.8	45.9	16.9	9.1	53.8	15.7	8.0	51.0
8.0	8.0	2.5	31.3	13.9	6.9	49.6	17.2	8.9	51.7	15.2	7.5	49.3
8.5	6.0	1.8	30.0	8.2	3.3	40.2	12.0	5.5	45.8	11.5	4.9	42.6

<sup>1)</sup> TAAR: 根系总吸收面积 The total absorption area of roots; AAAR: 根系活跃吸收面积 The active absorption area of roots; PAAR: 活跃吸收面积百分数 The percentage of active absorption area of roots

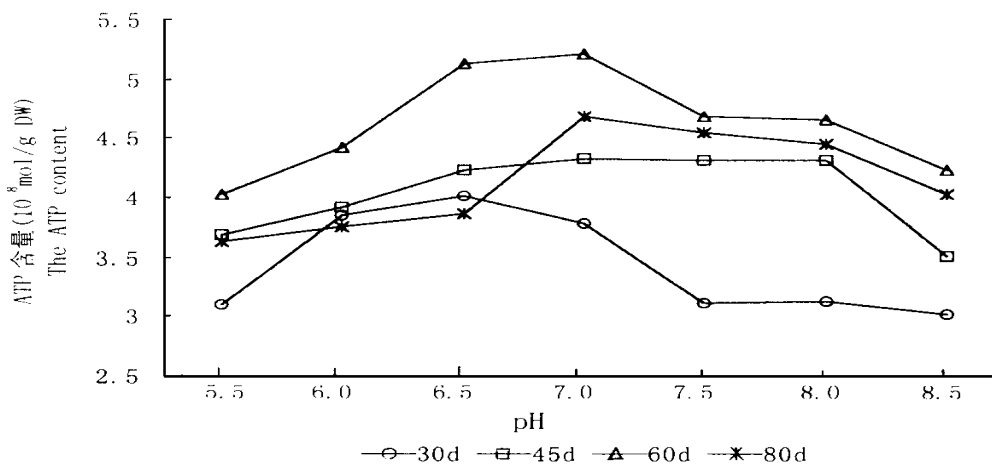


图 1 不同根际 pH 值对烤烟根系 ATP 含量的影响

Fig. 1 The effect of pH value on ATP contents of roots

的各个时期, 在一定的根际 pH 值范围内, 根系的呼吸速率均随 pH 值的上升而增加, 但增加到一定程度呼吸速率又随 pH 值上升而下降。

表 3 根际 pH 值对烤烟根系呼吸速率的影响( $\text{CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{FW}$ )

Table 3 The respiratory rates of roots at different pH values

pH	伸根期 Rooting period	旺长前期 Early rapid growing period	旺长后期 Late rapid growing period	成熟期 Maturing period
5.5	5.30	6.62	6.95	6.32
6.0	5.54	6.86	7.12	6.40
6.5	6.15	7.44	7.73	7.32
7.0	6.05	7.11	7.61	7.49
7.5	5.10	6.25	8.22	7.85
8.0	5.04	6.01	8.05	7.86
8.5	4.10	5.54	6.04	6.10

在伸根期和旺长前期, 在 pH 6.5 时根系呼吸速率达最大值; 在旺长后期则以 pH 值为 7.5 时达到最大值, 但在 pH 6.5~8.0 范围内呼吸速率较高; 在成熟期, 在 pH 6.5~8.0 范围内均有较高的根系呼吸速率, 但以 pH 8.0 时达到最大值; 当 pH > 8.0 时, 呼吸速率随后急剧下降。这些说明, 过低 (pH < 6.0) 或过高 (pH > 8.0) 的 pH 值, 可降低根系的呼吸速率, 继而可进一步影响植物体内的生理生化活动。

### 2.3 pH 值对烤后烟叶中总氮和还原糖含量的影响

根际 pH 值在 6.5~7.5 范围内变化时, 烤后烟叶的还原糖含量适中, 受 pH 值影响较小, 保持相对稳定, 超出此范围, 还原糖含量明显升高 (图 2)。还原糖含量高低顺序为 pH 8.5 > pH 5.5 > pH 6.0 > pH 8.0 > pH 6.5 > pH 7.0 > pH 7.5。另外, 烤后烟叶中蛋白质含量基本上随根际 pH 值的上升而下降, 以 pH 值 8.0 时蛋白质含量最低。但当 pH 上升至 8.5 时蛋白质含量又迅速增加, 不利于烤烟品质的提高。

### 2.4 根际 pH 值对烤后烟叶中烟碱、总氮含量的影响

pH 值在 6.0~7.0 范围内变化时, 烤后烟叶的烟碱含量差异不大, 但显著高于其它处理 (图 3)。而烤后烟叶的总氮含量基本上是随 pH 值的升高而下降, 但当 pH 值达 8.5 时, 总氮含量又迅速上升。在 pH 7.5~8.0 条件下的烤后烟叶烟碱含量较低可能是由于干物质产量高造成的稀释效应所致。pH 8.5 的烟碱含量较高则可能是生长量减少的浓缩效应。因此, 控制 pH 值较高的土壤上的烤烟产量是提高烟碱含量的可能途径。

### 2.5 pH 值对烤后烟叶灰分及灰分元素含量的影响

在不同根际 pH 值条件下烤后烟叶的总灰分及灰分元素含量分析结果如表 4 所示。从中可以看出, 烟叶中铜、锌和锰的含量随 pH 值增加而降低, 这可能是由于生长环境 pH 值升高使上述 3 种元素的生物有效性降低所致。磷含量基本上随 pH 上升而减少, 而钙和镁的含量则是随 pH 升高而增加, 较高 pH 值 ( $\leq 8.5$ ) 不降低烟叶中钙、镁含量。在 pH 值 5.5~8.0 范围内, 氯的含量随 pH 值升高而下降, 而钾的含量和钾/氯比值随 pH 值升高而增加, 这说明在微碱性土壤仍然能生产出含钾高的烟叶。但当 pH 值为 8.5 时, 氯的含量迅速上升, 钾的含量和钾/氯比值下降, 不利于烤烟品质的提高。在 pH 值 5.5~8.0 范围内, 烤后烟叶中总灰分含量基本上是随 pH 值上升而增加, 其增加的幅度不大; 但当 pH 值从 8.0 增至 8.5 时, 增加显著, 总灰分含量超出优质烟叶的 10%~16% 灰分的要求。

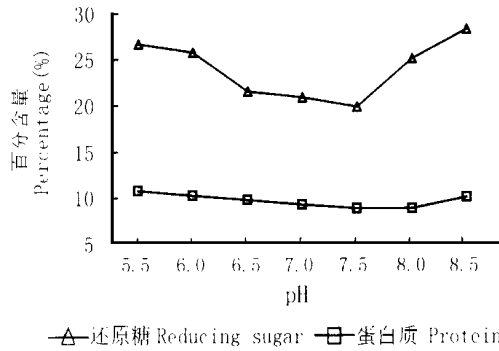


图 2 根际 pH 值对烟叶还原糖、蛋白质含量的影响

Fig. 2 The effects of pH on the contents of reducing sugar and protein of the cured leaves

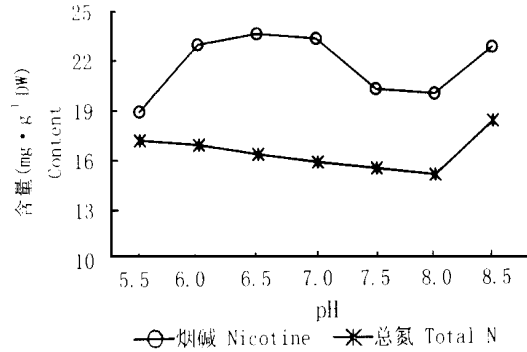


图 3 不同根际 pH 值下烤后烟叶中总氮和烟碱的含量

Fig. 3 The contents of total nitrogen and nicotine under different pH values

表 4 根际 pH 值对烤后烟叶总灰分及灰分元素含量的影响<sup>1)</sup>

Table 4 The contents of total ash and ash elements at different pH values

pH	干样重 Dry weight (g/100g)					干样重 Dry weight (mg/kg)					钾/氯 K/Cl ratio
	总灰分量 Total ash	磷 P	钾 K	氯 Cl	钙 Ca	镁 Mg	铜 Cu	锌 Zn	锰 Mn		
5.5	14.15 a	0.36	2.24	0.28	1.68	0.36	18.47	110.67	48.08	8.00	
6.0	14.22 a	0.41	2.36	0.24	2.11	0.49	18.21	99.34	32.59	9.83	
6.5	14.80 a	0.39	2.64	0.20	2.09	0.48	16.77	89.33	33.95	13.20	
7.0	14.82 a	0.39	2.76	0.21	2.21	0.51	14.21	88.72	30.11	13.14	
7.5	15.11 ab	0.34	3.12	0.16	2.42	0.54	12.70	76.67	24.19	19.50	
8.0	16.04 b	0.32	3.23	0.14	2.54	0.61	12.03	70.11	20.66	21.07	
8.5	19.62 c	0.23	2.63	0.43	2.99	0.76	10.18	60.71	18.33	6.12	

<sup>1)</sup> 数字后字母相同表示不显著, 不同者表示显著 ( $p < 0.05$ ) The values followed by a same letter are not significantly different, significant at 5% level with different letter

## 4 讨论

本实验采用 0.1 mol/L NaOH 和 0.05 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 调节培养液的 pH 值。即使在调节 pH 值的过程中只加入很少量的 NaOH 或 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 其 Na<sup>+</sup> 或 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 对培养液的离子平衡也会有一定的影响; 如果加入的 NaOH 或 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的量过多, Na<sup>+</sup> 或 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 将明显影响培养液的离子平衡, 进而影响烟草根系对其它无机离子的吸收。所以在调节培养液 pH 值的过程中, 在每次加入少量 0.1 mol/L NaOH 或 0.05 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 后, 用 Backman Φ100 ISFET pH 计准确测定培养液的 pH 值, 不使之过量, 尽量减少 Na<sup>+</sup> 或 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 的加入量以减少它们对实验结果的影响。另外, 烟草生长过程中具有对无机离子和水分的相对吸收、对不同矿质元素的选择性吸收等特点, 其根系活动亦会产生代谢分泌物, 这些对培养液中的离子平衡和 pH 值也有一定程度的影响; 如果在烟草生长阶段直接调整盆砂中培养液的 pH 值, 一方面难以操作, 另外必定会带入大量的 Na<sup>+</sup> 或 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 影响培养液的离子平衡和实验结果, 所以不宜在砂培盆中直接调整培养液的 pH 值, 要勤换培养液, 及时清洗盆砂以提高实验的准确性。

不同植物或同种植物不同生育期其根系生长发育均有一个适宜的 pH 值, 虽然环境 pH 值对植物细胞内 pH 值的影响不大<sup>[6]</sup>, 但由于蛋白质是细胞膜的主要成分之一, pH 值可直接或间接影响细胞膜的性质和状态(因为蛋白质是二性电解质, 在弱酸性环境中, 氨基酸带正电荷; 在弱碱性环境中, 氨基酸带负电荷), 所以在弱酸性环境下, 植物易于吸收外界溶液中的阴离子; 在弱碱性环境中, 易于吸收外界溶液中阳离子。细胞膜特性的不同, 对细胞内的物质运输(如诱导物的运输)、代谢活动等也会产生影响。一些实验结果表明, 改变环境 pH 值可以影响植物核心组蛋白的结构、有丝分裂的速率<sup>[11]</sup>和硝酸还原酶的活性<sup>[8]</sup>, 对呼吸作用中三羧酸循环的关键酶——异柠檬酸脱氢酶和磷酸戊糖途径的关键酶——葡萄糖-6-磷酸脱氢酶的活性亦有明显的影响<sup>[6]</sup>。环境 pH 值的变化对矿质元素在培养液中的存在状态也有影响, 如 pH 值较高时, 培养液中 P、Mn、Cu、Zn、Fe 等矿质元素易产生沉淀, 这样将影响到植物根系对矿质元素的吸收以及培养液中的离子平衡。另外, 还不能排除外部 pH 值对细胞内 pH 值的轻微影响所产生的一定作用。所以在不同 pH 值环境下烟草根系的活性、ATP 含量、呼吸速率以及矿质元素的吸收量等均表现出了一定的差异(表 2、3 和 4, 图 1)。

本试验结果表明, 根际 pH 值是影响烤烟根系活力和烤后烟叶化学成分的重要因子。我国烟区土壤酸碱度呈明显的多样性, 在建立优质烟规范化栽培模型研究中必须充分考虑到根际 pH 值的重要作用。在土壤 pH 值低于 7.0 以下的处理, 烤烟生长后期根系活力、ATP 含量和根系的呼吸速率较低, 易出现早衰现象; 在 pH 值 7.0~8.0 环境生长的烟株, 其生长前期根系活力、ATP 含量以及根系呼吸速率相对较低, 生长则相对较慢。所以土壤 pH 值低于 7.0 的烤烟种植应防止烟株后期早衰而影响烟叶品质, pH 值在 7.0~8.0 的烟地应重视促进烤烟生长前期的快长。

从烤后烟叶的化学成分与 pH 值的关系来看, 我们的试验结果表明根际 pH 值与烤后烟叶的化学成分关系密切。在适宜的 pH 值条件下, 可以获得较高烟碱含量和钾/氯比值、适中还原糖和灰分含量、较低的总氮及蛋白质含量的烟叶, 有利于烟叶品质的改善和提高。曹志洪<sup>[10]</sup>的研究结果指出, pH 低的土壤所产烟叶含钾量高。但从本试验结果看, pH 8.0 的根际环境所产出的烟叶仍有较高的含钾量(表 4), 这说明在 pH 5.0~8.0 范围内均有可能生产出含钾量较高的烟叶。微量元素在微碱性的根际环境下的有效性较低是导致烟叶中一些微量元素含量低的重要原因, 在肥料管理中应引起重视, 注意补充, 只有营养成分之间的充分协调供应方能生产优质烟叶。

#### 参考文献:

- [1] 王瑞新. 烟草化学品质分析法[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1990: 30~212.
- [2] 孙淑芳. 对小篮子法测定呼吸强度的改革探索[J]. 沈阳师范学院学报. 1986, (1): 43~47.
- [3] 李念胜. 土壤 pH 值与烤烟质量[J]. 中国烟草. 1986, (2): 12~14.
- [4] 朱尊权. 烤烟质量[J]. 烟草科技. 1979, (3): 2.
- [5] 茆寅生. 酸碱度和供钾量对烟草生长和叶内成分的影响[J]. 中国烟草. 1985, (4): 23~27.
- [6] 汪曼丽, 周丽萍, 梁海曼. pH 和 2, 4-D 预处理对水稻芽鞘呼吸代谢的影响[J]. 植物生理学通讯. 1986, (1): 31~34.
- [7] 陈瑞泰. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科技出版社, 1989: 87~89.
- [8] 林建明, 汤玉玮. 低 pH 对水稻黄化叶片硝酸还原酶活性暗诱导的调节[J]. 植物生理学报. 1986, 12(3): 304~314.
- [9] 郭培国, 李明启. 杂交水稻及其亲本光合特性的研究 II. 功能叶片希尔反应, 光合磷酸化, ATP 酶活性和 ATP 含量[J]. 热带亚热带植物学报. 1997, 5(1): 65~70.

- [10] 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991: 17~ 40.
- [11] 梁海曼, 方国纬. 不同 pH 值缓冲液中蚕豆花药小孢子的有丝分裂状况[J]. 植物生理学通讯. 1984, (2): 17~ 19.
- [12] 韩锦峰, 郭培国. 氮素用量、形态、种类对烤烟生长发育及产量品质影响的研究[J]. 河南农业大学学报. 1990, 24 (3): 275~ 285.
- [13] 戴 冕. 烟草植物体中烟碱积累[J]. 中国烟草. 1981, 1: 40~ 45.
- [14] Guo Peiguo, Chen Jianjin, Zheng Yanling. Studies on N utilization by flue-cured tobacco using  $^{15}\text{N}$  tracer[J]. Tob. Res. 1997, 23(1&2): 41~ 45.
- [15] Hashimoto T, Inouek. The relationship between root growth and calcium application[J]. Hiroshima Nogyo no Kenkyu (in Japanese). 1980, 16: 89~ 99.
- [16] Raven J A, Smith F A. Intracellular pH regulation in the giant-celled marine alga *Chaetomorpha darwinii* [J]. J. Exp. Bot. 1980, 31: 1357~ 1369.
- [17] Ryding W W. Effects of available calcium content and soil pH on the growth of flue-cured tobacco seedlings[J]. Tob. Sci. 1978, 22: 97~ 98.
- [18] Steinberg R A. Effect of initial acidity on calcium and magnesium requirements of tobacco in aseptic culture[J]. Jour. Agr. Res. 1947, 75: 251~ 258.
- [19] Stephenson M G, M B. Parker. Manganese and soil pH effects on yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Tob. Sci. 1987, 31: 104~ 109.
- [20] Wallace A M, K L Wells. Yield response of burley tobacco to liming methods and molybdenum treatments on an acid soil[J]. Tob. Sci. 1983, 27: 66~ 69.

## *Effects of pH Values on the Activity of Roots and Chemical Compositions of the Cured Leaves in Flue-cured Tobacco*

Guo Peiguo<sup>1</sup>, Chen Jianjun<sup>2</sup>, Li Ronghua<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Department of Biology, Guangzhou Teachers' College, Guangzhou 510405;

<sup>2</sup> Department of Agronomy, South China Agricultural University)

**Abstract:** A pot cultural experiment was conducted by sand culture. The effects of pH values on the activities of roots and the chemical compositions of the cured leaves in flue-cured tobacco were analyzed. The results showed that the total absorption area of roots (TAAR) increased gradually with the increase of pH value at every growing period. Also, the active absorption area of roots (AAAR) and the percentage of active absorption area of roots (PAAR) ascended with the increase of pH value at rapid growing period and maturing period. The ATP content at about pH 7.0 was the highest. There was an obvious influence of pH values on the respiratory rate of roots at different growth periods. The activity of roots was lower, and the contents of total nitrogen, reducing sugar and protein in the cured leaves were higher than the normality at pH 8.5 treatment. At the range of pH values from 5.5 to 8.0, with the increase of pH value, the contents of potassium, calcium, magnesium as well as total ash in the cured leaves had a tendency to increase, but the contents of total nitrogen, protein, copper, zinc, manganese, chlorine in the cured leaves declined gradually. The nicotine contents were higher at pH 6.0~ 7.0 and the contents of the reducing sugar were rational at pH 6.5~ 7.5 in the cured leaves.

**Key words:** pH value; Flue-cured tobacco; The activity of roots; Chemical composition