

# 水氮耦合对烤烟外观长势及烟叶干物质积累的影响

陈 亚, 袁 玲, 习向银\*

(西南大学 资源环境学院, 重庆 400716)

**摘要:** 采用完全随机试验设计, 研究水氮耦合对烤烟不同生育期外观长势及烟叶干物质积累的影响。结果表明, 在灌水量 60~80 L/株, 施氮量 3~7 g/株条件下, 既可显著增加烤烟株高和茎围, 促进叶片伸展, 又可满足不同部位烟叶干物质积累的需要。

**关键词:** 水氮耦合; 烤烟; 外观长势; 干物质积累

**中图分类号:** S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2009)03-0026-05

## Effects of Water and Nitrogen Coupling on Tobacco Appearance and Dry Matter Accumulation of Tobacco Leaves

CHEN Ya, YUAN Ling, XI Xiang-yin \*

(College of Resources and Environmental Sciences, Southwest University, Chongqing 400716 China)

**Abstract:** Completely randomized design was conducted to determine the effects of water and nitrogen coupling on tobacco appearance and dry matter accumulation of tobacco leaves at different growing stages by designing different water and nitrogen treatments. The results indicated height and stem diameter of tobacco were enhanced remarkably, the leaves in different parts extended better with the range of irrigation 60—80L and nitrogen 3—7 gram for every tobacco. The treatment also satisfied the leaves dry matter accumulating.

**Key words:** Water and nitrogen coupling; Tobacco; Appearance; Dry matter accumulation

烤烟是我国重要的经济作物之一, 其种植面积和总产量均居世界首位<sup>[1]</sup>。水肥是影响烤烟生长发育的两大主要因子, 也是控制烟叶生产的有效手段<sup>[2]</sup>。国内有关水肥耦合的机理和效应的研究有不少报道, 但多集中在小麦、玉米、大豆等作物上<sup>[3~10]</sup>, 而对烤烟的研究还比较少。汪耀富等<sup>[11]</sup>研究了灌水及氮素形态对烤烟营养元素含量及产量品质的影响; 任亚等<sup>[12]</sup>在水氮耦合对烟田土壤水分时空分布和利用效率的影响方面做了研究; 刘丹等<sup>[13]</sup>研究了干旱胁迫及氮用量对烤烟干物质和氮、磷、钾积累的影响; 熊江波等<sup>[14]</sup>研究了水肥交互作用对烤烟叶绿素含量的影响, 但关于水氮耦合对烤烟生长发育影响的研究报道甚少。本研究的目的是依据水肥关系原理, 探索水分条件和氮肥用量对烤烟外观

长势及烟叶干物质积累的影响, 旨在为大田试验和烤烟生产中以水定肥、以肥调水, 进一步改善烤烟外观长势, 增加烟叶干物质积累, 提高烟叶品质提供依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 试验概况

试验于 2007 年在西南大学紫色土野外监测站的网室进行, 供试烤烟品种为 K326, 试验土壤为耕层紫色土, 土壤的理化性质如表 1。

表 1 供试土壤基本理化性质

全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	pH
0.51	40.2	7.04	77.8	15.5	5.7

收稿日期: 2008-09-29

基金项目: 西南大学博士基金(207009)

作者简介: 陈 亚(1980-), 女, 河南商丘人, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物营养与环境。

通讯作者: 习向银(1976-), 女, 河南洛阳人, 副教授, 博士, 主要从事植物营养生理生态研究。

1.2 试验设计

试验采取完全随机设计, 灌水量设置 3 个水平, 施氮量设置 4 个水平, 共 12 个处理, 每个处理设 4 次重复, 如表 2。

表 2 试验处理		
处理	灌水量(L/株)	施氮量(g/株)
W <sub>40</sub> N <sub>0</sub>	40	0
W <sub>40</sub> N <sub>3</sub>	40	3
W <sub>40</sub> N <sub>7</sub>	40	7
W <sub>40</sub> N <sub>12</sub>	40	12
W <sub>60</sub> N <sub>0</sub>	60	0
W <sub>60</sub> N <sub>3</sub>	60	3
W <sub>60</sub> N <sub>7</sub>	60	7
W <sub>60</sub> N <sub>12</sub>	60	12
W <sub>80</sub> N <sub>0</sub>	80	0
W <sub>80</sub> N <sub>3</sub>	80	3
W <sub>80</sub> N <sub>7</sub>	80	7
W <sub>80</sub> N <sub>12</sub>	80	12

注: 表中 W<sub>40</sub> 表示每株烤烟整个生长期灌水量为 40L, 余下类推  
N<sub>3</sub> 表示每株烤烟整个生长期施用的纯氮量为 3g, 余下类推

2007 年 5 月 5 日开始漂浮育苗, 7 月 6 日进行移栽, 所用盆钵为米氏盆, 每盆装 6.5 kg 风干土, 9 月 5 日打顶, 10 月 6 日开始采收。试验中, 氮肥用硝酸铵, 磷肥用磷酸二氢钾, 钾肥用硫酸钾, 比例为 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 1 : 1 : 2.5, 其中磷肥和钾肥的全部及氮肥的 60% 作为基肥, 装盆时施入, 40% 的氮肥在移栽后 30 d 以肥料溶液形式追施。灌水时间及灌水量依据烟苗长势和土壤情况而定, 具体每周灌水量, 如图 1。其他管理措施同一般大田。

1.3 测定项目

分别在移栽后 30d、60d、90d, 即团棵期、旺长期和现蕾期, 测定烤烟株高、茎围和最大叶面积, 测定方法如常规。成熟期, 烟叶自然落黄, 即按上、中、下部叶分别采收, 105℃杀青, 60℃烘干, 称其干重。

1.4 数据处理

所有数据均是 4 次重复的平均值, 采用 Excel 和 Spss 处理分析。

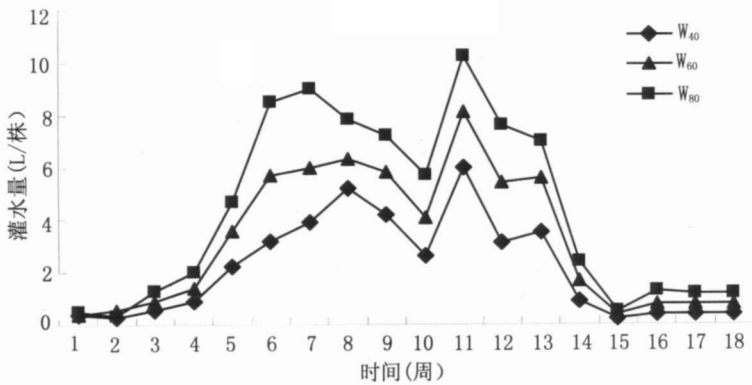


图 1 烤烟不同生育期灌水量

2 结果与分析

2.1 水氮互作对烤烟株高的影响

在相同施氮条件下, 各生育期烤烟株高均随灌水量的增加而增加(表 3)。在 W<sub>40</sub> 条件下, 施氮在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>3</sub> 范围内, 各生育期株高均随施氮量增加而增加; 在 N<sub>3</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 各生育期烤烟株高均随施氮量增加而降低。在 W<sub>60</sub> 条件下, N<sub>0</sub> ~ N<sub>3</sub> 范围内, 各生育期变化同 W<sub>40</sub>; 在 N<sub>3</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 团棵期, 株高随施氮量增加而降低, 旺长期表现为 N<sub>7</sub> > N<sub>3</sub> > N<sub>12</sub>, 现蕾期随施氮量的增加而增加。在 W<sub>80</sub> 水平下, 团棵期和旺长期烤烟株高, 在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>7</sub> 范围内随施氮量增加而增加, 在 N<sub>7</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 随施氮量增加而降低, 而现蕾期烤烟株高在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>3</sub> 范围内, 随施氮量增加而增加, 在 N<sub>3</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 随施氮量增

加而降低。

水氮互作对不同生育期烤烟株高的影响均达显著水平(表 3)。团棵期和现蕾期, 处理 W<sub>80</sub>N<sub>7</sub> 和 W<sub>80</sub>N<sub>3</sub> 无显著差异, 但均显著高于其他处理, 说明在这 2 个时期, 在适宜施氮范围内(N<sub>3</sub> ~ N<sub>7</sub>), 充分灌水有利于烤烟株高的增加; 现蕾期, 处理 W<sub>40</sub>N<sub>3</sub> 和 W<sub>40</sub>N<sub>7</sub> 无显著差异, 由此看出, 在干旱条件下, 烤烟株高并不随施氮量增加而持续增加; 旺长期, 处理 W<sub>60</sub>N<sub>3</sub>、W<sub>60</sub>N<sub>7</sub> 和 W<sub>80</sub>N<sub>7</sub> 之间无显著差异, 但其显著高于其他处理。团棵期以 W<sub>40</sub>N<sub>12</sub> 处理效果最差, 其他均以 W<sub>40</sub>N<sub>0</sub> 处理效果最差。由此可见, 干旱条件下, 氮肥亏缺和过量均有碍烤烟生长, 但灌水在 60 ~ 80 L/株, 施氮在 3 ~ 7 g/株, 不同生育期烟株均生长较好。

表 3 水氮互作对烤烟株高的影响 (cm)

处理	团棵期	旺长期	现蕾期
W <sub>40</sub> N <sub>0</sub>	26.75 j	53.00 j	54.00 g
W <sub>40</sub> N <sub>3</sub>	34.50 g	72.50 e	93.80d
W <sub>40</sub> N <sub>7</sub>	30.25 i	71.00 f	92.25 d
W <sub>40</sub> N <sub>12</sub>	24.75 k	67.00 g	87.00 e
W <sub>60</sub> N <sub>0</sub>	32.50 h	54.38 i	54.50 g
W <sub>60</sub> N <sub>3</sub>	42.77 b	87.00 a	101.88 c
W <sub>60</sub> N <sub>7</sub>	40.50 c	87.45 a	103.50 c
W <sub>60</sub> N <sub>12</sub>	37.50 e	82.55 c	106.00 b
W <sub>80</sub> N <sub>0</sub>	39.25 d	60.00 h	62.25 f
W <sub>80</sub> N <sub>3</sub>	43.41 ab	84.25 b	115.25 a
W <sub>80</sub> N <sub>7</sub>	44.50 a	86.2 a	113.75 a
W <sub>80</sub> N <sub>12</sub>	36.00 f	76.50 d	101.75 c

注: 同列不同字母表示差异达 5% 显著水平。下同

2.2 水氮互作对烤烟茎围的影响

相同灌水条件下, 随施氮量的变化, 不同生育期烤烟茎围也随之有不同变化(表 4)。在 W<sub>40</sub> 和 W<sub>80</sub> 条件下, 团棵期, 在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>3</sub> 范围内, 烤烟茎围随施氮量增加而增加; 在 N<sub>3</sub> ~ N<sub>7</sub> 范围, 随施氮量增加而降低。而旺长期和现蕾期, 在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>7</sub> 范围, 烤烟茎围随施氮量增加而增加; 在 N<sub>7</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 随施氮量增加而减少, 以上各处理间差异显著。在 W<sub>60</sub> 条件下, 烤烟各生育期茎围, 在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>7</sub> 范围内, 随施氮量增加而增加; 在 N<sub>7</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 随施氮量增加而降低。在相同施氮水平下, 不同灌水量对烤烟茎围的生长也有不同影响(表 4)。在不施氮条件下, 各生育期烤烟茎围均随灌水量增加而增加。由此说明, 在氮肥匮乏的条件下, 灌水可以促进茎围生长; 在 N<sub>3</sub>、N<sub>7</sub> 和 N<sub>12</sub> 施氮条件下, 团棵期烤烟茎围在 W<sub>40</sub> ~ W<sub>60</sub> 范围内均随灌水量增加而增加, W<sub>60</sub> ~ W<sub>80</sub> 范围内均随灌水量增加而降低, 而旺长期和现蕾期, 烤烟茎围均随灌水量增加而增加, 以上各处理间差异均显著。

各生育期, 水氮互作对烤烟茎围的影响均以灌水量 W<sub>60</sub> ~ W<sub>80</sub>, 施氮量 N<sub>3</sub> ~ N<sub>7</sub> 处理表现最佳, 以 W<sub>40</sub>N<sub>0</sub> 处理表现最差, 说明干旱条件下, 氮肥亏缺不利于烤烟茎围的增加。团棵期, W<sub>60</sub>N<sub>3</sub> 和 W<sub>80</sub>N<sub>3</sub> 间无显著差异, 说明在较低施氮条件下, 高灌水对烤烟茎围的增加效果不大, 反而造成浪费; 另外, 处理 W<sub>80</sub>N<sub>0</sub> 和 W<sub>80</sub>N<sub>12</sub> 间差异也不显著, 说明高灌水且过量施氮对烤烟茎围生长有阻碍作用。旺长期, 处理 W<sub>80</sub>N<sub>3</sub> 和 W<sub>80</sub>N<sub>12</sub> 无显著差异, 同样说明在高灌水条件下, 过量施氮对烤烟茎围生长促进作用不大。现

蕾期, W<sub>40</sub>N<sub>3</sub> 和 W<sub>40</sub>N<sub>12</sub> 处理间无显著差异, 表明在干旱条件下, 过量施用氮肥抑制茎围生长。

表 4 水氮互作对烤烟茎围的影响 (cm)

处理	团棵期	旺长期	现蕾期
W <sub>40</sub> N <sub>0</sub>	3.20 h	3.75 k	3.83 h
W <sub>40</sub> N <sub>3</sub>	5.08 d	5.50 g	6.50 e
W <sub>40</sub> N <sub>7</sub>	4.60 f	5.65 f	6.70 d
W <sub>40</sub> N <sub>12</sub>	4.35 g	4.80 j	6.43 e
W <sub>60</sub> N <sub>0</sub>	4.53 f	5.01 i	5.20 g
W <sub>60</sub> N <sub>3</sub>	5.60 b	6.30 e	6.80 d
W <sub>60</sub> N <sub>7</sub>	5.83 a	6.80 b	7.70 b
W <sub>60</sub> N <sub>12</sub>	5.08 d	6.55 d	7.16 c
W <sub>80</sub> N <sub>0</sub>	4.90 e	5.16 h	5.41 f
W <sub>80</sub> N <sub>3</sub>	5.50 b	6.70 bc	7.58 b
W <sub>80</sub> N <sub>7</sub>	5.24 c	7.10 a	7.95 a
W <sub>80</sub> N <sub>12</sub>	4.95 e	6.65 cd	7.13 c

2.3 水氮互作对烤烟最大叶面积的影响

相同灌水条件下, 不同施氮量对不同生育期烤烟最大叶面积有不同影响。由表 5 可看出, 在 W<sub>40</sub> 条件下, 团棵期和旺长期烤烟最大叶面积, 在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>3</sub> 范围内, 随施氮量增加而增加, 在 N<sub>3</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 随施氮量增加而减小。现蕾期, 在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>7</sub> 范围内, 随施氮量增加而增加; 在 N<sub>7</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 随施氮量增加而减小。在 W<sub>60</sub> 和 W<sub>80</sub> 灌水条件下, 团棵期烤烟最大叶面积变化趋势同 W<sub>40</sub>; 旺长期和现蕾期, 在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>7</sub> 范围内, 最大叶面积均随施氮量增加而增加; 在 N<sub>7</sub> ~ N<sub>12</sub> 施氮条件下, 均随施氮量的增加而减小。在相同施氮条件下, 不同灌水也不同程度的影响烤烟叶片的伸展(表 5)。施氮量在 N<sub>0</sub> ~ N<sub>7</sub> 范围内, 团棵期烤烟最大叶面积随灌水量增加而增加, 在 N<sub>7</sub> ~ N<sub>12</sub> 范围内, 烟叶最大叶面积随灌水量增加而减少; 在各施氮水平下, 旺长期和现蕾期烟叶最大叶面积, 在 W<sub>40</sub> ~ W<sub>60</sub> 范围内随灌水量增加而增加, 在 W<sub>60</sub> ~ W<sub>80</sub> 范围内随灌水增加而减小。由此看出, 无论是适宜还是过量施氮条件下, 高灌水量均有碍烤烟叶片的伸展。

水氮互作对烤烟最大叶面积影响显著(表 5), 与烤烟株高和茎围一样, 各生育期烤烟最大叶面积均以灌水量为 W<sub>60</sub> ~ W<sub>80</sub>, 施氮量为 N<sub>3</sub> ~ N<sub>7</sub> 处理最佳, 而低水高氮(W<sub>40</sub>N<sub>12</sub>) 和低水低氮(W<sub>40</sub>N<sub>0</sub>) 均不利烤烟叶片的伸展。其中, 团棵期, 处理 W<sub>60</sub>N<sub>3</sub> 和 W<sub>60</sub>N<sub>7</sub> 之间无显著差异, 说明在团棵期, 适宜灌水条件下, 较少的施氮量即可满足烤烟叶片伸展的需

要;在旺长期,处理  $W_{40}N_3$  和  $W_{40}N_7$  间差异不显著,由此看出,在适量施氮范围内,干旱不利烤烟叶面积增加;处理  $W_{60}N_0$  和  $W_{80}N_0$  间差异也不显著,说明在氮肥亏缺下,过量灌水对烤烟叶片的伸展作用也不大。

表 5 水氮互作对烤烟最大叶面积的影响 (cm<sup>2</sup>)

处理	团棵期	旺长期	现蕾期
$W_{40}N_0$	357.34 f	444.44 h	463.48 f
$W_{40}N_3$	437.94 e	963.64 e	1055.28 c
$W_{40}N_7$	341.28 fg	762.11 f	1056.45 c
$W_{40}N_{12}$	331.14 g	745.30 f	904.50 d
$W_{60}N_0$	440.90 e	552.73 g	558.28 e
$W_{60}N_3$	542.25 c	1146.96 b	1212.63 b
$W_{60}N_7$	533.40 c	1295.08 a	1374.95 a
$W_{60}N_{12}$	460.15 e	1083.24 cd	1336.63 a
$W_{80}N_0$	488.85 d	524.98 g	539.70 ef
$W_{80}N_3$	744.02 a	1054.66 d	1098.11 c
$W_{80}N_7$	624.63 b	1117.28 bc	1243.16 b
$W_{80}N_{12}$	448.50 e	986.98 e	1087.57 c

2.4 水氮互作对烤烟叶片干物质积累的影响

由表 6 可看出,在  $W_{40}$  灌水条件下,各部位烟叶干物质积累随施氮量增加而增加;而在  $W_{60}$  和  $W_{80}$  灌水条件下,施氮量在  $N_0 \sim N_7$  范围内,各部位烟叶干重随施氮量增加而增加,在  $N_7 \sim N_{12}$  条件下,各部位烟叶干重随施氮量增加而下降,由此看出,无论是在适宜还是高灌水条件下,过量施氮都不利于烟叶干物质积累,而且会造成肥料的浪费。同样在相同施氮条件下,不同灌水量,对烤烟不同部位烟叶干物质积累也有不同影响(表 6)。在不施氮条件下,上部烟叶干重随灌水量的增加而增加;在  $N_3$  水平下,下部和中部叶干重随灌水量增加而增加,而上部叶则在  $W_{40} \sim W_{60}$  范围内,随灌水量增加而增加,在  $W_{60} \sim W_{80}$  范围内,随灌水量增加而减少,但差异不显著;在  $N_7$  和  $N_{12}$  条件下,各部位烟叶干重变化均为:在  $W_{40} \sim W_{60}$  范围内,随灌水量增加而增加,在  $W_{60} \sim W_{80}$  范围内,随灌水量增加而减少。由此表明,在氮肥亏缺情况下,适量增加灌水( $W_{40} \sim W_{60}$ ),有利于烟叶干物质的积累,而在适量施氮( $N_3 \sim N_7$ )条件下,高灌水则抑制烟叶干物质积累。

水氮互作对烤烟不同部位烟叶干物质积累有不同程度的影响(表 6),且水氮互作显著。各部位烟叶干重均以处理  $W_{60}N_7$  最佳,而以处理  $W_{40}N_0$  效果最差,由此说明,只有在适宜灌水、施氮条件下才

有利于烟叶干物质的积累,而干旱和氮肥亏缺则有碍烟叶干物质积累。中部叶,处理  $W_{80}N_7$  和  $W_{80}N_{12}$  之间差异不显著,由此看出,高灌水条件下,过量增加施氮量并不能促进中部烟叶干重的提高;对于上部叶,处理  $W_{60}N_3$  和  $W_{80}N_3$  之间差异不显著,说明在适宜施氮范围内( $3 \sim 7\text{g/株}$ ),高灌水对烟叶干物质积累也有限制作用。

表 6 水氮互作对烤烟叶片干物质积累的影响 (g)

处理	下部叶	中部叶	上部叶
$W_{40}N_0$	3.59 k	6.68 k	10.12 k
$W_{40}N_3$	11.87 h	20.27 h	28.05 h
$W_{40}N_7$	20.50 g	21.29 g	28.84 g
$W_{40}N_{12}$	21.40 f	23.45 f	29.54 f
$W_{60}N_0$	7.49 j	8.29 j	12.74 j
$W_{60}N_3$	23.14 e	24.55 e	30.40 e
$W_{60}N_7$	29.47 a	30.91 a	37.19 a
$W_{60}N_{12}$	26.19 b	29.81 b	36.33 b
$W_{80}N_0$	8.58 i	9.43 i	15.28 i
$W_{80}N_3$	23.84 d	27.62 d	30.09 e
$W_{80}N_7$	24.70 c	29.32 bc	34.80 c
$W_{80}N_{12}$	23.98 d	28.50 cd	33.55 d

3 结论

1) 水分和氮肥之间存在显著的正交互作用,在氮肥匮乏或较低施氮条件下充分灌水和在干旱条件下适当增加氮素用量均显著改善烤烟外观长势,促进烟叶干物质积累增加。

2) 适宜和过量施氮情况下高灌水,适宜和高灌水条件下过量施氮都有碍烤烟生长及烟叶干物质的积累。

3) 不同生育期,处理  $W_{40}N_0$ 、 $W_{40}N_{12}$ 、 $W_{60}N_0$  和  $W_{80}N_0$  的烟叶外观长势相对较差,且烟叶干物质积累受阻。

4) 在烤烟生育期内,灌水量为  $60 \sim 80\text{L/株}$ ,施氮量  $3 \sim 7\text{g/株}$  条件下,烤烟不同生育期外观长势最佳,烟叶干物质积累最高。从节约水肥资源考虑,灌水量为  $60\text{L/株}$ ,施氮量为  $3 \sim 7\text{g/株}$  即可满足烤烟生长需求。

参考文献:

[1] 訾天镇,郭月清.烟草栽培[M].北京:中国农业出版社,1996:6—7.  
[2] 汪耀富,孙德梅,李群平,等.有机肥与无机肥配施及灌水对烤烟养分含量及产量、品质的影响[J].河南农业

大学学报, 2003, 37(7): 237—252.

- [ 3 ] 汪德水, 程宪国, 姚晓晔, 等. 半干旱地区麦田水肥效应研究[ J ]. 土壤肥料, 1994(2): 1—4.
- [ 4 ] 邢维芹, 王林权, 李立平, 等. 半干旱区玉米水肥空间耦合效应[ J ]. 土壤肥料, 2003(2): 118—121.
- [ 5 ] 张秋英, 刘晓冰, 金剑, 等. 水肥耦合对玉米光合特性及产量的影响[ J ]. 玉米科学, 2001, 9(2): 64—67.
- [ 6 ] 介晓磊, 韩燕来, 谭金芳, 等. 不同肥力麦田水氮交互效应与耦合模式研究[ J ]. 作物学报, 1998, 11: 963—970.
- [ 7 ] 翟丙年, 李生秀. 水氮配合对冬小麦产量和品质的影响[ J ]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(1): 26—32.
- [ 8 ] 李世娟, 周殿玺, 诸叶平, 等. 水分和氮肥运筹对小麦氮素吸收分配的影响[ J ]. 华北农学报, 2002, 17(1): 69—75.
- [ 9 ] 裴宇峰, 韩晓增, 祖伟, 等. 水氮耦合对大豆生长发育的影响 I . 水氮耦合对大豆产量和品质的影响[ J ]. 大豆

科学, 2005, 24(2): 106—111.

- [ 10 ] 韩晓增, 裴宇峰, 王守宇, 等. 水氮耦合对大豆生长发育的影响 II . 水氮耦合对大豆生理特征的影响[ J ]. 大豆科学, 2006, 25(2): 103—108.
- [ 11 ] 汪耀富, 杨天旭, 孙德梅, 等. 灌水及氮素形态对烤烟营养元素含量及产量品质的影响[ J ]. 河南农业大学学报, 2006, 40(5): 477—481.
- [ 12 ] 任亚, 汪耀富, 刘占卿, 等. 水氮耦合对烟田土壤水分时空分布和利用效率的影响[ J ]. 中国农学通报, 2005, 21(4): 194—197.
- [ 13 ] 刘丹, 朴世领, 郑仙霞, 等. 干旱胁迫及氮用量对烤烟干物质与氮、磷、钾积累的影响[ J ]. 安徽农业科学, 2008, 36(4): 1345—1349.
- [ 14 ] 熊江波, 陈文芳, 肖金香. 水肥交互作用对烤烟叶绿素含量的影响[ J ]. 江西农业学报, 2007, 19(6): 77—79.

(上接第 25 页) 有所上升。类胡萝卜素不仅是烟叶重要的质体色素, 其降解产物更是烟叶香气物质的重要组成部分。经微波处理后, 烤后烟叶绿素 a 含量仅处理 T1 较 CK 高, 各处理叶绿素 b 含量均低于 CK, 但降低幅度不大。可能是因为中、高能量的微波辐射促进了叶绿素酶的活动, 但由于常规烘烤后的烟叶叶绿素含量本身就比较低, 基数较小, 所以微波处理后烟叶叶绿素稍有降解但不明显。还原糖含量有所上升, 是有少量淀粉降解所致。

3) 微波处理后的烟叶经陈化其内含物质有明显变化。各处理可溶性蛋白含量均明显下降, 可能是因为微波辐射促进了烟叶中还原糖的降解, 在陈化过程中会有少量蛋白质降解成氨基酸。但游离氨基酸含量也有不同程度的减少, 可能是由于微波辐射加速了游离氨基酸和还原糖发生梅拉德反应, 导致二者含量有所下降, 但幅度不大。在陈化过程中, 烟碱的适当降解有利于降低烟气的刺激性, 使烟气的生理强度趋于适宜, 香气显露, 这对改善烟叶的香气有利, 但试验中烟碱含量无明显变化, 是由于烟碱含量在陈化烟叶中趋于稳定, 或是微波处理对陈化过程中的烟碱降解起到了不利的作用, 还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 罗丽. 茶叶加工中微波技术的系统应用[ J ]. 福建茶叶, 2002(1): 23—25.
- [ 2 ] 王敏, 谭志侠. 微波加热对食品品质的影响[ J ]. 粮食流通技术, 2002(5): 44—45.
- [ 3 ] 郭胜利, 张宝林. 微波干燥技术的应用进展[ J ]. 河南化工, 2002(4): 1—3.
- [ 4 ] 杨晓萍, 郭大勇, 黄友谊. 微波加热技术在茶叶加工中的应用[ J ]. 茶叶机械杂志, 2002(3): 4—6.
- [ 5 ] 张青锋, 高愿军, 李建光. 微波技术在果品加工中的应用[ J ]. 河南农业科学, 2007(3): 96—98.
- [ 6 ] 徐杨, 朱建华, 恽之瑜. 微波辐射同时分离烟草中亚硝胺和氮氧化物[ J ]. 分析化学, 2002(3): 286—288.
- [ 7 ] 魏玉玲, 宋普球, 缪明明. 降低烟草特有亚硝胺含量的微波处理方法综述[ J ]. 烟草科技, 2002(3): 18—19.
- [ 8 ] 邹琦. 植物生理生化实验指导[ M ]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 56—59.
- [ 9 ] 乔宾福. 实用微生物技术[ M ]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1993.
- [ 10 ] 王瑞新, 韩富根. 烟草化学品质分析法[ M ]. 郑州: 河南科技出版社, 1990: 52—58, 66—70.
- [ 11 ] 白宝璋. 植物生理学测试技术[ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.