

# 氮素形态和数量对烤烟干物质积累及钾含量与积累量的影响

化党领<sup>1</sup>, 黄向东<sup>1</sup>, 刘世亮<sup>1</sup>, 介晓磊<sup>1,2,\*</sup>, 李有田<sup>1</sup>

(1. 河南农业大学, 河南 郑州 450002; 2. 郑州牧业工程高等专科学校, 河南 郑州 450011)

**摘要:** 水培条件下, 于烤烟打顶后改变营养液中铵硝配比 ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}/\text{NO}_3^- - \text{N}$ ) 和氮素浓度, 对烤烟体内干物质积累量及根、茎、叶的钾含量和积累量进行研究。结果表明, 水培条件下, 铵硝配比 0:10, 氮素浓度 140 mg/L 时烤烟干物质积累量达到最大。烤烟叶片和茎中钾含量在铵硝配比为 0:10, 氮素浓度 35 mg/L 时达到最大, 钾积累量在铵硝配比 0:10, 氮素浓度 140 mg/L 时最大。而烤烟根中钾含量和积累量在铵硝配比 5:5, 氮素浓度 70 mg/L 时最大。不同处理烤烟不同部位钾含量和积累量的变化规律均表现为叶>茎>根。

**关键词:** 烤烟; 氮素; 铵态氮; 硝态氮; 钾

中图分类号: S572 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2005)05-0049-04

## Effects of Nitrogen Form and Concentration on Flue-cured Tobacco Dry Matter Accumulation and Potassium Content and Accumulation

HUA Dang-ling<sup>1</sup>, HUANG Xiang-dong<sup>1</sup>, LIU Shi-liang<sup>1</sup>, JIE Xiao-lei<sup>1,2,\*</sup>, LI You-tian<sup>1</sup>

(1. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2 Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China)

**Abstract:** In hydroponics test the flue-cured tobacco dry matter accumulation and potassium content and accumulation in root, stem and leaf were studied when changing the ratios of  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  and nitrogen concentration in nutrient solution after topping. The results showed that flue-cured tobacco dry matter accumulation raised to the maximum when the ration of  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  was 0:10 and nitrogen concentration was 140 mg/L. Potassium in leaf and stem raised to the maximum when the ration of  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  was 0:10 and nitrogen concentration was 35 mg/L. Potassium accumulation in leaf and stem raised to the maximum when the ration of  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  was 0:10 and nitrogen concentration was 140 mg/L. Potassium content and accumulation in root raised to the maximum when the ration of  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  was 5:5 and nitrogen concentration was 70 mg/L. In different treatments, change of potassium content and accumulation in different parts of tobacco was according to the following sequence: leaf>stem>root.

**Key words:** Flue-cured tobacco; Nitrogen;  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ;  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ; Potassium

氮素在烟草体内的含量一般只占干重的 2.5% 左右, 但是, 氮素却对烟株的生长起着最重要的作用, 又被称为“生命的必需元素”。在氮肥中, 硝态氮

和铵态氮是主要的氮素形态, 但二者对烤烟的生长发育有不同的效应。由于  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  和  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  的离子性质相差较大, 且  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  的离子半径同  $\text{K}^+$

收稿日期: 2004-12-02

基金项目: 河南省烟草专卖局重大项目 (HYKJ200203)

作者简介: 化党领 (1965-), 男, 河南方城人, 讲师, 博士, 主要从事土壤化学与植物营养方面的研究。

E-mail: collegehua@163.com

通讯作者: 介晓磊 (1963-), 男, 河南临颖人, 教授, 博士, 主要从事土壤化学与植物营养方面的研究。E-mail: jiexl@263.net

相近,二者在吸收过程中存在竞争现象,因而它们的不同对比对烤烟的  $K^+$  含量和积累有较大的影响。国内外有关不同氮素形态对烤烟钾素含量和积累方面的研究结果很不一致,这可能是因不同地区、不同的气候、土壤条件造成的<sup>[1]</sup>。如杨宇虹等<sup>[2]</sup>的研究认为,当施用 N 肥中  $NH_4^+-N$  所占比例在 50% 以上,烟叶的  $K^+$  含量较高,表明  $NH_4^+$  对  $K^+$  的吸收有促进作用。但是王国英等<sup>[3]</sup>的研究却认为, $NH_4^+-N$  处理显著降低了烟株对  $K^+$  的吸收,与供应  $NO_3^- - N$  的烟株相比, $K^+$  净吸收量减少 54%。

本研究采用水培方法,在打顶后维持营养液中较高钾素供应的前提下,试图从改变营养液中的铵态氮和硝态氮的比例入手,结合改变氮素浓度,探讨营养液中铵态氮与硝态氮配比及氮素浓度的变化对烟草体内钾素含量及积累量的影响,以期研究烤烟打顶后不同形态及数量的氮素对烟草钾素吸收和积累的影响提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试烤烟品种为 NC89,样品于 2004 年 8 月 23 日(移栽后 130 d)全部采收,在烘箱中于 105 °C 下杀青,65 °C 下烘干,分根、茎、叶三部位粉碎贮藏备用。干物质量用精确到 0.01g 的电子天平测定。钾含量用  $H_2SO_4-H_2O_2$  消煮火焰光度计法测定<sup>[4]</sup>。

### 1.2 试验方法

试验在人工气候室进行。用深为 21.2 cm,内径为 14.7 cm,容积约为 3.5 L 的圆柱形陶瓷桶盛放营养液,陶瓷桶上有带孔的盖子。采用水培方法,用改进的 Hoagland 全素营养液栽培,Hoagland 全素培养液配方:(1)大量元素:在 1 L 蒸馏水中加入 1 ml 1 mol/L  $KH_2PO_4$  溶液,5 ml 1 mol/L  $KNO_3$  溶液,5 ml 1 mol/L  $Ca(NO_3)_2$  溶液和 2 ml 1 mol/L  $MgSO_4$  溶液;(2)微量元素:每升培养液中加入的各种微量元素分别为: $H_3BO_3$  2.86 g;  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  1.81 g;  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  0.22 g;  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  0.08 g;  $H_2MoO_4 \cdot H_2O$  0.02 g。每升培养液中加入 1 ml Fe-EDTA(溶液 Fe-EDTA 制法:将 5.57 g  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  和 7.45 g  $Na_2EDTA$  分别溶于 200 ml 蒸馏水中,加热混合待冷却后定容至 1 L 后做母液)。

以 Hoagland 全素营养液为基础改进配制的营养液基本营养成分见表 1。

2004 年 4 月 15 日选取健壮的 6~7 叶龄的烟

表 1 营养液元素含量

营养元素	含量 (mg/L)	营养元素	含量 (mg/L)
N	100	Mn	0.5
P	50	Cu	0.02
K	200	Zn	0.05
Ca	150	Mo	0.05
Mg	40	B	0.5
Fe	5	Cl	0.27

株幼苗进行营养液移栽,烟草团棵期(移栽后 30 d 左右)以前,每周更换一次营养液,每隔 2 d 用稀的硫酸或稀的氢氧化钠溶液来调节 pH 值到 6.5;团棵期以后,每 5 d 更换一次营养液,每隔 1 d 调一次 pH 值,全生育期,每天结合烟叶长势用空气泵进行通气,通气时间不超过 1 h,以防根系氧化。烟株打顶前,统一采用氮素浓度为 70 mg/L,铵态氮和硝态氮的比例(简称铵硝配比)是 3:7 的营养液配方。2004 年 6 月 22 日(移栽后 68 d)选取长势基本一致的健壮烟株打顶,然后采用铵硝配比( $NH_4^+-N/NO_3^- - N$ )分别为 0:10, 3:7, 5:5, 7:3, 10:0, 氮素浓度依次是 35, 70, 140 mg/L 的营养液继续进行水培试验。共设定 15 个处理。其他元素浓度及栽培管理措施与烟株打顶前相同。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对烤烟干物质积累量的影响

由图 1 可看出,铵硝配比从 0:10 变化到 5:5 的过程中,相同铵硝配比下,随着氮素浓度的增加,干物质积累量均增加,这表明铵硝配比从 0:10 变化到 5:5 的过程中,相同铵硝配比下, $NO_3^- - N$  浓度的增加,有利于烟株的生长。原因之一可能是因为促进了  $NO_3^- - N$  与  $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  等阳离子的共运输

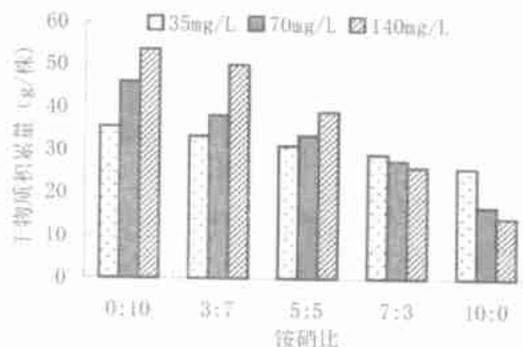


图 1 不同处理对烤烟干物质积累量的影响

(同向转移)作用,增加了细胞的渗透势,从而有利于细胞的伸长,增加了干物质积累<sup>[5]</sup>。但是当铵硝配比为7:3和10:0时,相同铵硝配比下,干物质积累量却随着氮素浓度的增大而减小。这是由于随溶液中的铵态氮的比例和浓度的增大,过多的 $\text{NH}_4^+$ 对 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 等阳离子的吸收产生抑制作用,造成的氨毒害抑制了烟株的生长,从而导致干物质积累量的减少。

## 2.2 不同处理对烤烟钾含量的影响

### 2.2.1 不同处理对烤烟叶片内钾含量的影响

由图2可以看出,当铵硝配比从0:10变化到5:5时,叶片中的钾含量随硝态氮所占比例的减少而降低。这是因为营养液中的 $\text{NO}_3^-$ 和 $\text{K}^+$ 之间的协同运输作用促进了烟草对 $\text{K}^+$ 的吸收,所以随硝态氮在营养液中比例变小,叶片中 $\text{K}^+$ 含量随之变小。当铵硝配比从0:10变化到5:5时,相同铵硝配比下叶片中的钾含量随氮素浓度的增加而减小。这可能因为该过程中,干物质积累量随氮素浓度的增加所带来的生长稀释效应造成的。当铵硝配比为7:3和10:0时,叶片中的钾含量随氮素浓度的增大而增加。原因可能是溶液中的 $\text{NH}_4^+$ 浓度增大,过多的 $\text{NH}_4^+$ 对烤烟的生长产生“氨毒害”,导致高浓度氮素下烤烟叶片生物量较小,从而使钾含量在叶片中浓度相对提高。

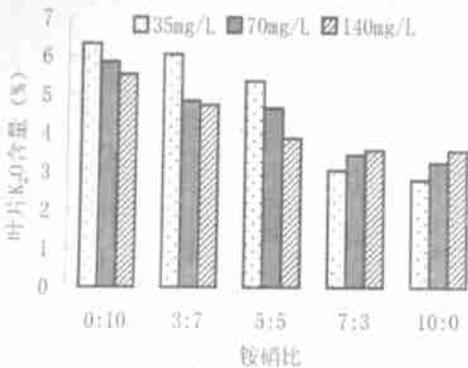


图2 不同处理对烤烟叶片钾含量的影响

### 2.2.2 不同处理对烤烟茎中钾含量的影响

由图3可以看出,当铵硝配比从0:10变化到5:5时,茎中的钾含量总体上随硝态氮所占比例的减少而减小。这一方面是因为营养液中的 $\text{NO}_3^-$ 和 $\text{K}^+$ 之间的共运输作用促进了烟草茎对 $\text{K}^+$ 的储藏,同时逐渐增加的 $\text{NH}_4^+$ 对 $\text{K}^+$ 的根吸收也产生了抑制作用。另一方面可能是因为生长稀释效应,导致随硝态氮在营养液中比例变小茎中 $\text{K}^+$ 含量随之变小。当铵

硝配比为7:3和10:0时,茎中的钾含量随氮素浓度的增大而增加。

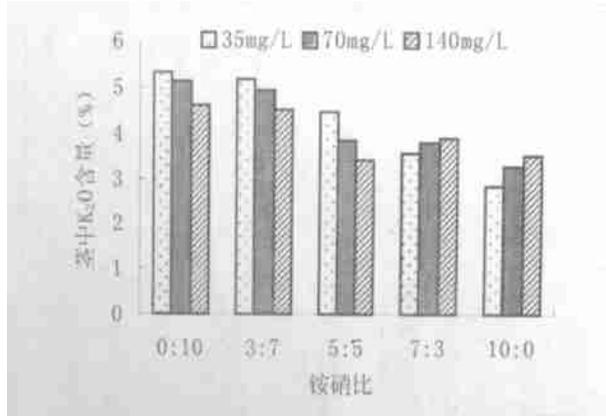


图3 不同处理对烤烟茎中钾含量的影响

### 2.2.3 不同处理对烤烟根中钾含量的影响

如图4,铵硝配比从0:10变化到5:5过程中,相同氮素浓度下,烤烟根中钾含量随氮素浓度的增加先增加后减小。这可能是因为氮素浓度从35 mg/L变化到70 mg/L时,营养液中的 $\text{NH}_4^+$ 不完全以 $\text{NH}_4^+$ 的形式被根系吸收,而是去质子化后以 $\text{NH}_3$ 的形态通过原生质膜,并将 $\text{H}^+$ 留在根际溶液中,这样有利于 $\text{K}^+$ 被根系吸收从而增大了根中的钾含量<sup>[6]</sup>;氮素浓度继续增加到140 mg/L时,溶液中过多的 $\text{NH}_4^+$ 开始对 $\text{K}^+$ 的吸收利用产生抑制作用。铵硝配比从7:3变化到10:0过程中,由于铵态氮的浓度持续增加导致根中 $\text{NH}_4^+$ 对 $\text{K}^+$ 的抑制作用一直增强,烟草根中钾含量也就随氮素浓度的增大而减小。

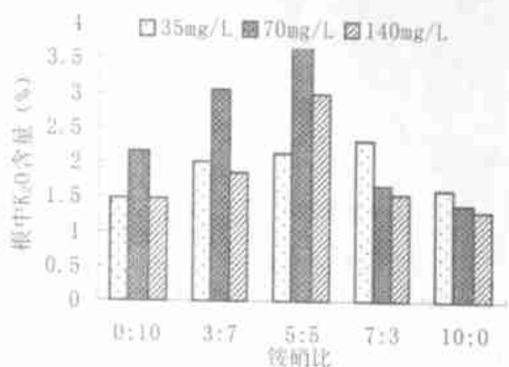


图4 不同处理对烤烟根中钾含量的影响

## 2.3 不同处理对烤烟钾积累量的影响

### 2.3.1 不同处理对烤烟叶片钾积累量的影响

由图5可以看出,叶片中的钾积累量在铵硝配比为0:10时达到最大,说明营养液中氮形态全为硝态氮时有利于叶片中 $\text{K}^+$ 的积累。由图5还可以看出,随铵硝配比的增大,到铵硝配比为5:5时,相同铵硝

配比下,随着氮素浓度的增加,叶中  $K^+$  的积累量也相应地增加。说明当环境中铵态氮比硝态氮少时,有利于叶中  $K^+$  的积累,即在一定范围内,铵态氮不利于  $K^+$  的积累。当铵硝配比为 7:3 和 10:0 时,随着氮素浓度的增加,烟草叶片中  $K^+$  含量却减少,这进一步说明铵态氮不利于烟草叶片中  $K^+$  的积累。

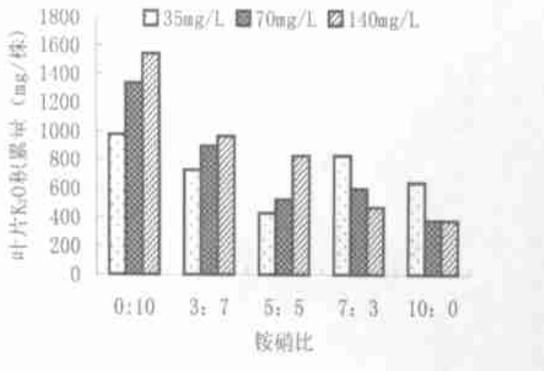


图 5 不同处理对烤烟叶片中钾积累量的影响

2.3.2 不同处理对烤烟茎中钾积累量的影响 由图 6 可知,不同氮素浓度下,烤烟茎中钾积累量均随铵硝配比的增大而呈递减趋势,也就是随硝态氮所占比例的减小而减少,不同处理烤烟茎的钾积累量在铵硝配比为 0:10,氮素浓度 140 mg/L 时为最大。

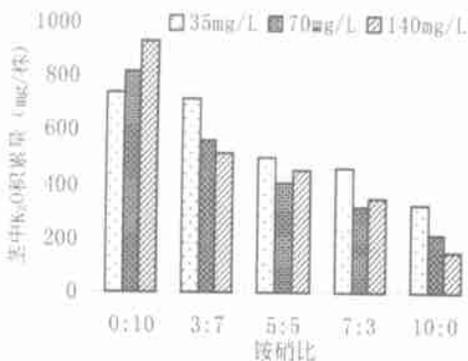


图 6 不同处理对烤烟茎中钾积累量的影响

2.3.3 不同处理对烤烟根中钾积累量的影响 由图 7 可看出,不同氮素浓度下,烤烟根中钾积累量均随铵硝配比的增大而呈先增加后减少的趋势;不同氮素浓度下,烤烟根中钾积累量均在铵硝配比 5:5 时达到最大,烤烟根中钾积累量在铵硝配比 5:5,氮素浓度 70 mg/L 时最大。

### 3 小结与讨论

水培条件下,在不同铵硝配比和氮素浓度下,烤烟的干物质积累量在铵硝配比为 0:10,氮素浓度 140 mg/L 时达到最大。烤烟叶片中和茎中钾含量

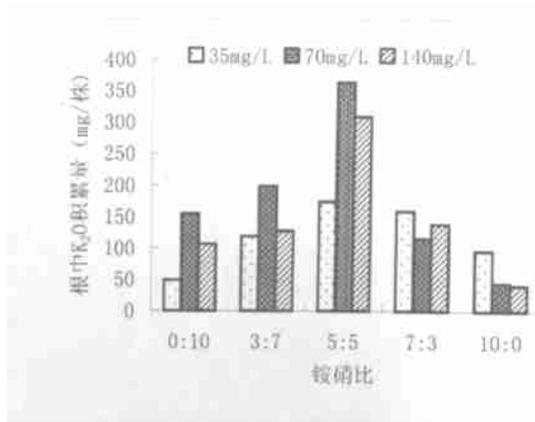


图 7 不同处理对烤烟根中钾积累量的影响

在铵硝配比为 0:10,氮素浓度 35 mg/L 时达到最大,烤烟叶片和茎中钾积累量在铵硝配比 0:10,氮素浓度 140 mg/L 时最大。烤烟根中钾含量和积累量在铵硝配比 5:5,氮素浓度 70 mg/L 时最大。不同处理下烤烟不同部位钾含量和积累量的变化规律均是叶>茎>根。

由于本试验的结果是在营养液栽培的条件下结合烤烟打顶后得到的,而大田试验关于铵硝配比及氮素数量对烤烟钾素吸收和积累的结果是在土培条件下得到的,并且,大田试验的氮素施用一般分 2 次:一部分作为基肥施用,剩余部分一般在移栽后团棵期施用。水培条件下营养液中各种条件比较容易调控,较适宜进行烟草营养生理研究。水培条件下各种矿质养分分布均匀,而在土壤中分布不均匀且受其他外在条件的制约。所以,二者试验结果有一定差异。研究烤烟打顶后不同铵硝配比和氮素数量对烤烟钾素含量和积累量的影响,还有待大田试验及盆栽试验进一步验证。

#### 参考文献:

- [1] 彭桂芬,肖祯林,张辉,等. 氮素形态对烤烟品质影响的研究[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(2): 141-147.
- [2] 杨宇虹,杨硕媛,崔国明,等. 不同形态氮素对比对地膜烟的生长及烟叶品质和产量的影响[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(3): 245-248.
- [3] 王国英,刘东臣,赵紫娟,等. 不同形态氮素及 ABA 和 6-BA 对烟草生长、养分吸收及其在体内分配的影响[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(2): 21-24.
- [4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [5] Chapin F S, Waletz C H S, Clarkson D T. Growth response of barley and tomato in nitrogen stress and its control by abscisic acid, water relations and photosynthesis [J]. Plant, 1998, 173: 352-366.
- [6] 范钦桢. 铵对土壤钾素释放、固定影响的研究[J]. 土壤学报, 1993, 30(3): 195-199.