

外源物质对烤烟上部叶生长发育及化学成分的影响

韩富根, 张凤侠, 刘世亮, 李浩亮, 彭丽丽, 宋鹏飞

(河南农业大学, 河南 郑州 450002)

摘要: 通过田间试验研究了烟株打顶后喷施外源生长活性剂 1~7 号(T1~T7)对烤烟上部叶片组织结构、钾和烟碱含量的影响。结果表明, 外源物质可促进上部叶面积增大, 调节叶片栅栏组织、海绵组织厚度和栅栏组织细胞密度的动态变化, 促使叶片厚度降低, 组织变得较为疏松, 促进钾素含量提高和烟碱含量降低。总体上 T1、T4 和 T7 改善上部烟叶组织结构, 提高钾素含量的效果较为明显。

关键词: 烤烟; 外源物质; 上部叶; 组织结构; 钾素; 烟碱

中图分类号: S482.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)02-0142-06

上部烟叶存在叶片偏厚, 结构组织紧密, 钾素含量较低, 烟碱含量偏高等问题, 致使其可用性降低^[1~3]。因此, 改善上部叶品质、提高其利用价值已成为烟叶生产中的重要问题。为解决这一问题, 国内外科研人员从移栽、施肥、打顶、采收等栽培措施和烘烤技术上进行了许多研究^[4,5]。陈碧珍等^[6]对烤烟不同品种叶片结构进行的解剖观察表明, 顶叶的腺毛密度最大, 气孔密度也较大, 厚度最厚且与栅栏、海绵层厚度呈极显著正相关; 高致明等^[7]研究发现, 在一定用量范围内增施磷肥有促进叶片细胞分裂, 延迟胞间隙分化扩展, 促进栅栏组织细胞伸长的作用; 李荣春等^[8]报道了钾元素能显著改善烟叶的解剖结构, 提高其内在品质, 且钾对不同品种、不同叶位组织结构的影响表现出明显不一致性; 刘卫群等^[9]也对配施饼肥对烤烟叶片组织结构的影响进行了研究。有关不同成熟度烟叶组织结构与利用外源物质提高烟叶钾素和调控烟碱含量的研究也有大量报道^[10,11]。聂荣邦等^[10]研究结果表明, 随烟叶成熟度的提高, 表皮细胞宽度、海绵组织厚度逐渐增加, 组织比则逐渐减小, 细胞间空隙率逐渐增大, 下表皮腺毛密度也是随着烟叶成熟度的提高而减少。产生变化的主要原因可能是细胞的胞间层溶解、解体 and 干缩。洪丽芳等^[12,13]研究表明, 生长素处理茎断面有利于不同部位叶片含钾量的提高。Jiang F 等^[14]研究结果表明, 许多植物生长物质在低浓度时可提高烟株体内烟碱含量, 反之则降低烟株内烟碱含量, 韩锦峰等^[15]也有类似结论。而关于外源物质对烤烟上部叶片组织结构和钾素及烟碱含量的影响研究报道甚少。本试验在前期研究的基础

上, 对施用本课题组研制的外源物质对烤烟上部叶片组织结构和钾素及烟碱含量进行了研究, 为烤烟生产选择合理的调控措施提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验设计

试验设在河南农业大学科教园区, 供试烤烟品种为 NC89。土壤为普通潮土, 质地轻砂壤, pH 7.74, 耕层 0~20 cm 土壤含有机质 12.1 g/kg, 全氮 0.81 g/kg, 碱解氮 63 mg/kg, 速效磷 (P_2O_5) 16.8 mg/kg, 速效钾 (K_2O) 125 mg/kg。

本研究随机区组设计, 共设 8 个处理, 分别喷施外源生长活性剂 1~7 号(T1~T7)及以清水对照处理。外源生长活性剂均为在 2004 年试验基础上进行配制的复合配方, 配方均以促进烤烟叶片扩展的生物活性物质为主。

1.2 施肥与管理

施纯氮 50 kg/hm², 氮磷钾比例(N:P₂O₅:K₂O)为 1:2:3。所需肥料分别为硝酸铵(含 N 34%)、腐熟芝麻饼肥(含 N 58.11 g/kg, P₂O₅ 27.31 g/kg, K₂O 12.68 g/kg)、过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%)和硫酸钾(含 K₂O 50%), 其中 50% 氮素由腐熟芝麻饼肥提供。全部饼肥、磷肥、2/3 无机氮肥和钾肥在烟田起垄时双开沟条施, 剩余肥料在移栽时作窝肥穴施。烟苗采用漂浮育苗, 于 2005 年 5 月 2 日移栽, 行距 1.1 m, 株距 0.55 m, 种植密度为 1.653 × 10⁴ 株/hm², 田间管理按当地优质烤烟生产栽培规范进行。

烟株在中心花开放时进行打顶, 并在打顶当天下午 16:00 时, 每种外源生长活性剂(处理)原液稀

收稿日期: 2008-10-11

基金项目: 吉林烟草工业有限责任公司重大科技攻关项目“延边特色烟叶技术创新体系研究与开发”(2006012)

作者简介: 韩富根(1953—), 男, 河南鄢陵人, 副教授, 主要从事烟草栽培生理研究。E-mail: hlsh118@126.com, liying318@163.com。

释 500 倍后进行喷施,每个处理选 50 株,喷施烟株上部 5 片叶,以叶面叶背湿露为度。喷施时用薄膜将烟株四周封闭,以防相互干扰。

1.3 调查、采样及测定项目与方法

喷施 20 d(圆顶后)分别测定烟株的倒 3 叶的叶长、叶宽。叶面积用叶面积指数法计算。

喷施当天(计为 0 d)后每隔 10 d 在各处理中选取烟株 5 株进行采样。采样部位为倒 3 叶位叶中脉至叶缘中心,用打孔器左右对称切取相同数量的叶片。所取叶片用 FAA(50%酒精)固定液固定,石蜡快速包埋,切片,番红—固绿对染,刻度显微镜下测定叶片组织结构^[16],每处理观测 10 张切片,每张切片观测 3 个视野。同时取相同叶位叶片于 105℃ 条件下杀青 30 min,80℃ 烘干,粉碎过 0.3 mm 筛待分析,参照文献^[17]方法测定样品中钾素和烟碱含量。

2 结果与分析

2.1 外源物质对烤烟上部叶片生长的影响

由表 1 可知,喷施外源物质处理烟株圆顶后上部叶叶长、叶宽和叶面积均显著高于对照,以 T2、T4、T7、T1 效果最明显。说明喷施外源物质可明显促进烤烟上部叶片扩展,增大叶面积,有利于解决上部叶开片不佳的缺点。这可能与烟株打顶时上部叶片正好处在细胞伸长期^[18],而此时喷施外源物质有利于促进叶片细胞伸长有关。

表 1 外源物质对烤烟上部叶生长的影响

Table 1 Effect of exogenous substance on growth of upper leaf of tobacco

处理 Treatment	叶长 Leaf length (cm)	叶宽 Leaf width (cm)	叶面积 Leaf area (cm ²)
T1	67.20 ab	33.77 bc	1441.53 a
T2	66.97 b	34.73 a	1478.81 a
T3	60.33 d	30.10 e	1152.35 d
T4	67.57 a	34.10 b	1462.59 a
T5	62.83 c	30.67 d	1228.18 c
T6	66.50 b	33.27 c	1403.61 b
T7	66.90 b	34.00 b	1448.85 a
T8(CK)	56.70 e	27.97 f	1010.14 e

注:每一列标以不同字母表示差异达 5% 显著水平。

Note: Different letters within a column mean significant difference at 5% level.

2.2 外源物质对烤烟上部叶组织结构动态变化的影响

2.2.1 对栅栏组织厚度动态变化的影响 由图 1 可知,打顶后烤烟上部叶栅栏组织厚度总体上随生

育时期推进呈升高趋势。但打顶后 0~40 d 内,喷施外源物质的处理只有 T1 和 T5 烟叶的栅栏组织厚度在 30~40 d 有所下降,其中 T5 下降幅度较大,其它处理均呈逐步缓慢上升趋势;同时可以看出,对照烟叶的栅栏组织厚度总体增加趋势比喷施植物生长物质要快,在 10~30 d 仅低于 T3、T5,在 30~40 d 快速增厚。由上可知,打顶后 40 d 时,喷施外源物质处理烟叶的栅栏组织厚度均较对照低,以 T1、T5 和 T6 最为明显,分别较对照低 29.96%、29.96%、25.99%,说明打顶后喷施外源物质可降低烤烟上部叶栅栏组织厚度,而栅栏组织厚度和叶片光合作用有密切关系,由此可知,喷施外源物质有利于调节上部烟叶的光合作用。

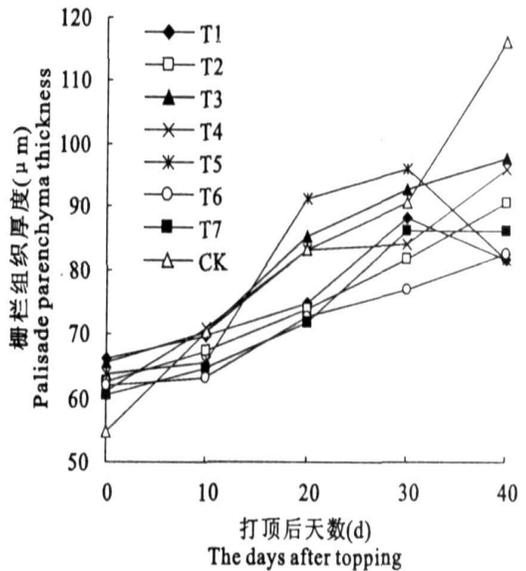


图 1 外源物质对烤烟上部叶栅栏组织厚度变化的影响

Fig. 1 Effect of exogenous substance on palisade parenchyma thickness of upper leaf of tobacco

2.2.2 对海绵组织厚度动态变化的影响 打顶后烤烟上部叶海绵组织厚度总体上随生育时期推进也呈逐步上升趋势(图 2)。打顶后 0~30 d 内,各处理海绵组织厚度均显著增加,且喷施外源物质处理烟叶的海绵组织厚度在一定程度上高于对照,其中以 T5、T7 最为显著,T7 增厚较对照和 T5 快,对照和 T5 接近,打顶后 30~40 d 三者有小幅度下降,T5 下降幅度较对照和 T7 大,对照和 T7 接近。由图中可见,打顶后 40 d 时除 T5 外,喷施外源物质处理叶片的海绵组织厚度均高于对照,以 T2 和 T4 最为明显,分别较对照增加了 15.38%、14.62%,说明打顶后喷施外源物质可提高烤烟上部叶海绵组织厚度,从而对上部烟叶疏松组织有利。

2.2.3 对叶片厚度动态变化的影响 由图 3 可知,

与对照相比,喷施外源物质处理的叶片厚度在打顶后 0~10 d(T4 除外)增厚较慢,10~30 d 均显著增加,其中 T2、T5、T7 叶片增厚最为显著,30~40 d T4 叶片增厚较快,T5 和 T7 叶片厚度有所降低,其他处理变化不明显,而在 40 d 时除 T4 外,喷施处理叶片厚度均低于对照,以 T1、T5、T6 最显著,分别比对照低 12.05%、10.70%、13.07%。由此可知,

除 T4 外,其它处理均可降低烤烟上部叶厚度,但同时应看到,T4 叶片厚度的增加主要是由于海绵组织厚度增加引起的,T4 栅栏组织厚度亦比对照低,这说明 T4 主要作用是使上部烟叶组织结构疏松;T5 栅栏组织厚度和海绵组织厚度均降低较多,但叶厚下降最大,说明 T5 主要以降低叶片厚度为主。

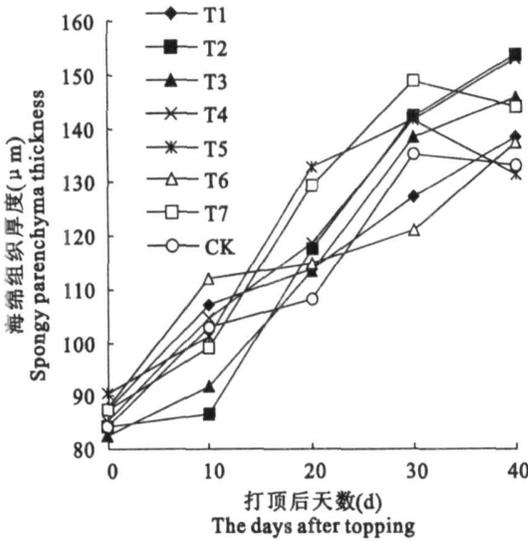


图 2 外源物质对烤烟上部叶海绵组织厚度变化的影响
Fig.2 Effect of exogenous substance on spongy parenchyma thickness change of upper leaf of tobacco

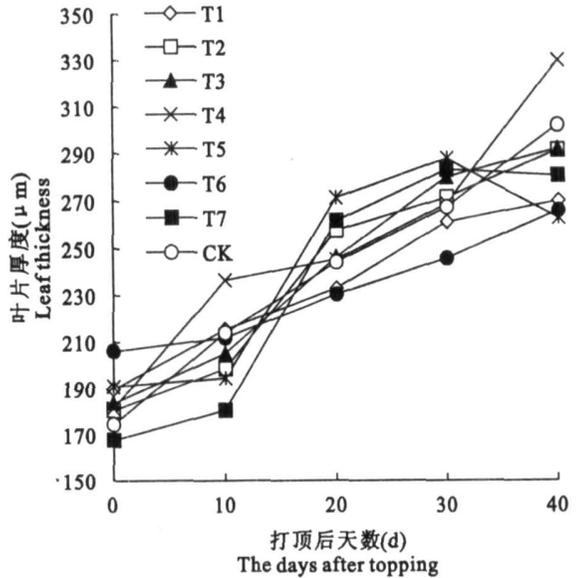


图 3 外源物质对烤烟上部叶叶片厚度变化的影响
Fig.3 Effect of exogenous substance on leaf thickness change of flue-cured tobacco upper leaf

2.2.4 对栅栏组织细胞密度动态变化的影响 由图 4 可知,打顶后 0~30 d 所有处理烟叶的栅栏组织细胞密度均呈下降趋势,且对照显著高于喷施外源物质处理;打顶后 40 d 除 T6 烟叶的栅栏组织细胞密度与对照差异不明显外,其它处理均低于对照,以 T1 最为明显,比对照降低了 11.47%,这可能与不同处理调控烤烟上部叶片成熟衰老的进程不同,从而引起叶片组织结构发生变化有关^[18]。

础。

2.3 外源物质对烤烟上部叶片钾素和烟碱含量的影响

2.3.1 对钾素含量动态变化的影响 打顶后所有处理烤烟上部叶片的钾素含量随生育时期推进均呈下降趋势(图 5),这主要是由于烟叶的生长前期生长较快,对烟叶钾含量有生长稀释作用所致。打顶 0~10 d 各处理间无显著差异;但 10~40 d 期间,除 T3 烟叶钾含量低于对照外,喷施外源物质处理烟叶钾含量都明显地高于对照,以 T1、T4 和 T7 最为明显,说明打顶后喷施外源物质可提高上部成熟烟叶叶片钾素含量,从而为优质烤烟生长打下了基

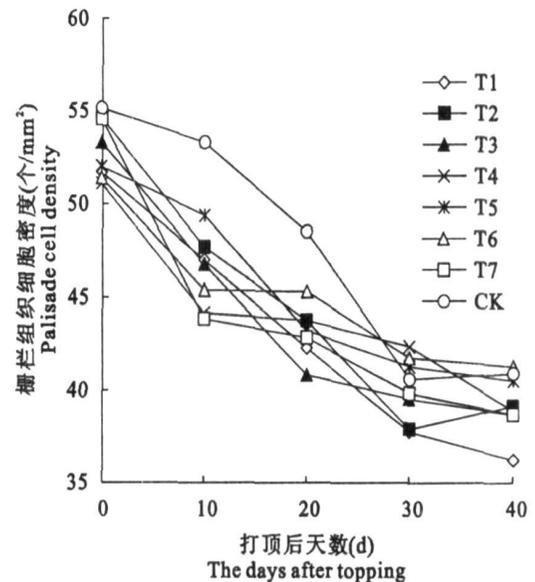


图 4 植物生长物质对烤烟上部叶栅栏组织细胞密度变化的影响
Fig.4 Effect of exogenous substance on palisade cell density of upper leaf of tobacco

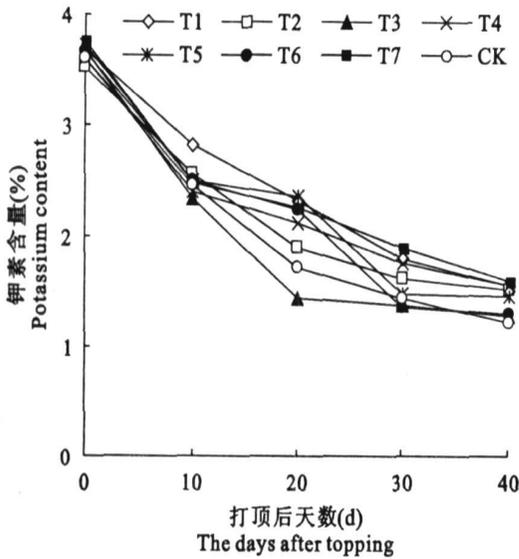


图 5 外源物质对烤烟上部叶片钾素含量动态变化的影响
Fig.5 Effect of exogenous substance on the potassium content of upper leaf of tobacco

2.3.2 对烟碱含量动态变化的影响 由图 6 可知,打顶后所有处理烤烟上部叶片的烟碱含量在 0 d~30 d 均呈上升趋势,且 T2 和 T3 烟叶的烟碱含量明显高于对照,说明喷施外源物质在烟叶生长前期可提高烟碱含量,从而抵消打顶后烟碱含量的降低,这与他人结果研究一致^[19,20]。而在 30~40 d 期间,对照烟叶的烟碱含量上升明显,但喷施外源物质处理的烟叶烟碱含量有所降低,说明打顶后外源物质可降低上部成熟烟叶叶片烟碱含量,从而有利于改善烟叶适口性和香味。

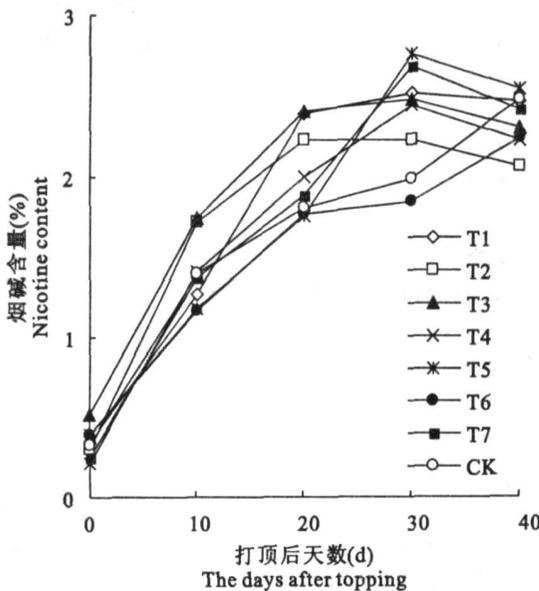


图 6 外源物质对烤烟上部叶片烟碱含量动态变化的影响
Fig.6 Effect of exogenous substance on the nicotine content of upper leaf of tobacco

3 讨论

3.1 外源物质对烟叶生长及叶片组织的影响

1) 试验结果表明,打顶后喷施外源物质可明显促进烤烟上部叶片开片,增大叶面积。这与胡国松等^[21]研究结果相一致,原因可能与喷施外源物质可刺激上部叶细胞伸长和促进细胞间隙扩展有关。

2) 打顶后喷施外源物质可以降低叶片厚度(T4 处理除外),这可能有两个方面的原因,第一,所喷施的外源物质起到了部分内源物质的作用^[22]。由于打顶使得烟株中从上向下极性运输的生长素减少,也使原有的库源关系发生变化^[14],上部烟叶积累了过多物质,而此时喷施外源物质调节了烟株体内的物质分配关系,使此时身为功能叶的上部烟叶向外输出物质,从而降低了烟叶厚度;第二可能与喷施外源物质调节了上部烟叶的组织结构有关。

T4 处理叶片厚度的增加主要是由于海绵组织的增加,栅栏组织厚度和栅栏组织密度亦比对照低,这说明 T4 的主要作用是使上部叶组织疏松;T5 的栅栏组织厚度、海绵组织厚度都有所降低,这说明 T5 是以降低上部烟叶的厚度为主,其他处理海绵组织厚度增加,但叶片厚度降低,栅栏组织密度亦降低,说明其他处理是降低厚度和促进上部叶组织疏松并重的。

3) 打顶后喷施外源物质可以降低栅栏组织厚度和栅栏组织密度,增加海绵组织厚度。栅栏组织细胞排列一般比较致密,细胞间隙小,而海绵组织细胞间隙相对较大,并决定了烟叶的弹性、延展性和填充性等物理性状^[23]。一般认为海绵组织与栅栏组织厚度比值越大,叶肉细胞的空隙度相对较高,对烟叶的物理特性形成越有利,可见,喷施外源物质可使上部烟叶组织排列疏松,细胞间隙增大,利于细胞体内各种化学成分的转化和水分排除,便于上部烟叶在烘烤时形成优质性状。

3.2 外源物质对烟叶钾素及烟碱含量的影响

钾含量是判断烟叶质量的重要指标,目前我国烟叶普遍存在着钾含量过低的问题。烟株打顶技术生产中普遍采用,也是十分必要的,它有利于阻止烟叶中的物质向生殖器官转移,但是打顶也使得烟株中钾含量下降。舒海燕等^[26]研究表明打顶后造成根的含钾量提高,而其他部位的钾含量下降,上部烟叶钾含量较低,还可能与其叶片对光能有效利用较强,叶内干物质积累相对较多对钾素产生的稀释效应有关^[20]。由试验可知,T3 在打顶后 40 d 的栅栏组织厚度仅次于对照,且栅栏组织细胞密度也较

大,钾含量仅比对照高,栅栏组织与光合作用密切相关,这就印证了上部烟叶钾含量的降低与干物质的积累有关。打顶后喷施外源物质,改变了上部烟叶的组织结构,叶内干物质积累相对减少,上部烟叶钾含量相对增大。但 T7 在打顶后 40 d 的栅栏组织厚度和栅栏组织细胞的密度均大于 T1,但钾含量也大于 T1,由此可见打顶后上部烟叶钾含量的降低不单与干物质积累有关,还可能与激素调控有关。打顶后喷施外源物质调节了烟株体内激素的分配,从而抑制烟叶中的钾素向根的回流。这表明在正常生产中采用打顶技术辅以喷施植物生长物质是十分必要的,它有利于烟叶质量的提高。

上部烟叶烟碱含量过高是造成我国目前上部烟叶可用性偏低的另一个重要原因。打顶后烟叶烟碱含量更是急剧增加。这是因为打顶使烟草体内合成生长素的代谢中心被破坏,生长素在体内含量降低,当体内的生长素浓度适当降低后,根系合成烟碱的速度增强,导致了烟碱大量合成^[23]。喷施外源物质调节了烟株体内生长素类物质的极性运输,降低了根部合成烟碱酶的活性,从而降低上部叶烟碱含量;另外喷施外源物质可以刺激上部叶细胞伸长和促进细胞间隙扩展有利于降低上部烟的烟碱含量。

综上所述,打顶后喷施外源物质对上部烟叶的质量的提高是有利的。打顶后喷施外源物质可促使烤烟上部叶片开片,组织结构发生变化,变得疏松,从而导致叶片对光能的利用及烟株体内光合产物和矿质养分的分配发生变化。这些变化可能是通过影响植株体内源激素的平衡而实现的^[27~29]。而喷施外源物质对烟株内源激素、烟叶产量和品质的影响以及试验结果是否具有普遍性还需要进一步深入研究。另外,烟制品作为广义的食品,对农药的残留和毒害的要求是非常严格的,应同时注意研究、检测以及防止外源生长物质在烟叶中的残留与毒害。

参考文献:

[1] Leymonie J P, Etourneaud F. Fertilizer and tobacco[J]. *Tob Reporter*, 1996, (4): 69-72.

[2] Evans H J. In potassium in biochemistry and physiology[J]. *Proc Colloq Int Potach Inst*, 1971, (8): 13-29.

[3] 孙福山,陈江华,刘建利.烟叶收购质量现状与改善等级结构技术探讨[J]. *中国烟草学报*, 2002, 8(2): 29-33.

[4] Alamgir A N M. Effect of transpiration on the rate of absorption of potassium in some crop plants[J]. *Indian Journal of Plant Physiology*, 1997, 2(3): 239-241.

[5] 许自成,黄平俊,苏富强.不同采收方式对烤烟上部叶内在品质的影响[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2005, 33

(11): 13-17.

[6] 陈碧珍.烤烟不同品种叶片结构的解剖观察[J]. *福建农学院学报*, 1993, 22(2): 241-246.

[7] 高致明,刘国顺,张国显,等.磷用量对烤烟烟叶发育和结构的影响[J]. *中国烟草科学*, 1995, (4): 19-23.

[8] 李荣春,李佛琳,徐琼华.钾对烤烟叶片解剖结构的效应及其品种差异[J]. *中国烟草科学*, 2001, (2): 39-41.

[9] 刘卫群,郭红祥,石永春,等.配施饼肥对烤烟叶片组织结构的影响[J]. *中国农业科学*, 2004, 37(增刊): 6-10.

[10] 聂荣邦,赵松义,陈传孟,等.烤烟不同成熟度鲜烟叶组织结构的研究[J]. *湖南农学院学报*, 1992, (增刊): 394-400.

[11] 李跃武,陈朝阳,江豪,等.烤烟品种云烟 85 烟叶的成熟度 I.成熟度与叶片组织结构、叶色、化学成分的关系[J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2002, 31(1): 16-21.

[12] 洪丽芳,赵宗胜,袁新民,等.提高烟叶含钾量调控措施的研究初报 II 化学生理调控对提高烟叶含钾量的影响[J]. *华中农业大学学报*, 2001, 20(1): 40-44.

[13] 洪丽芳,付利波,苏帆,等.生长素对烟株钾的分配和积累的影响[J]. *作物学报*, 2003, 29(3): 457-461.

[14] Jiang F, Li C J, Jeschke W D, et al. Effect of top excision and replacement by ¹⁴C-naphthylacetic acid on partition and flow of potassium in tobacco plants[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2001, 52: 2143-2150.

[15] 韩锦峰,赫冬梅,刘华山,等.不同植物激素处理方法对烤烟内烟碱量研究[J]. *中国烟草学报*, 2001, 7(2): 22-25.

[16] 余炳生,张仪.生物学显微技术[M].北京:北京农业大学出版社, 1989.

[17] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社, 2003.

[18] 高致明,刘国顺,段增强.烟草叶发育的组织细胞学研究[J]. *河南农业大学学报*, 1991, 25(1): 24-28.

[19] 夏凯,齐绍武,周冀衡,等.烤烟的成熟度与叶片组织结构及叶绿素含量的关系[J]. *作物研究*, 2005, 19(2): 102-105.

[20] 许明祥,赵允格,赵伯善,等.石灰性土壤烤烟含钾量与其积累分布的研究[J]. *西北农业大学学报*, 2000, 28(1): 52-56.

[21] 胡国松,郑伟,王震东.烤烟的营养原理[M].北京:科学出版社, 2000.

[22] 李春俭.生长调节物质在顶端优势中的应用[J]. *植物生理学通讯*, 1995, 31(6): 401-405.

[23] 韩锦峰.烟草栽培生理[M].北京:中国农业出版社, 2003: 229-230.

[24] 武维华.植物生理学[M].北京:科学出版社, 2003: 168-169.

[25] 康兴卫,魏治中.烟草杂交育种[M].太原:山西科学教育出版社, 1986: 18-23.

[26] 舒海燕,常胜合,杨铁钊.烟株打顶对价素含量的影响[J]. *河南农业科学*, 2005, (1): 25-26.

[27] Phillips I D J. Apical dominance[J]. *Annual Review Plant Physiology*, 1968, 26: 341-367.

[28] Claussen M, Luthen H, Bottger M. Auxin induced growth and its linkage to potassium channels[J]. *Planta*, 1997, 201: 227-234.

[29] 杨怀玉,李春俭.顶端调控对烤烟生长、主要矿质养分吸收和分配特性的影响[J]. *中国农业科学*, 2006, 39(9): 1846-1852.

Effect of exogenous substances on the growth and chemical compositions of upper leaves of tobacco

HAN Fu-gen, ZHANG Feng-xia, LIU Shi-liang, LI Hao-liang, PENG Li-li, SONG Peng-fei
(He'nan Agricultural University, Zhengzhou, He'nan 450002, China)

Abstract: After topping, the effect of exogenous substances T¹~T⁷ on the leaf tissue structure and the content of potassium and nicotine of upper leaves of flue-cured tobacco was studied in the field experiment. The results showed that exogenous substances could promote the upper leaf area increase, and accommodated the thickness of palisade tissues, spongy tissues and the cell density of palisade tissues dynamic changes, and decreased leaf thickness, loosen the tissue, and increased the potassium content, while reduced nicotine content. In general, T¹, T⁴ and T⁷ treatments were optimized in improving the leaf tissue structure and increasing potassium content.

Key words: tobacco; exogenous substance; upper leaf; tissue structure; potassium; nicotine

(上接第 141 页)

Effect of tillage techniques and planting depth on saline-alkali tolerance of oats in Inner Mongolia

WU Jun-ying¹, LIU Jing-hui¹, LI Qian¹, ZHAI Li-jian²

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010019, China;
2. Department 3, PLA Chemical Defence and Command Engineering University, Beijing 102205, China)

Abstract: An experiment was conducted to test the effect of no-tillage and conventional tillage with different planting depth on the growth of oats in saline and alkaline land in Inner Mongolia. The control group was conventional tillage with 3 cm planting depth, while two other groups with 5 cm and 7 cm planting depth. The results showed that, with the same planting depth, dry matter and yield in conventional tillage > no-tillage; in conventional tillage, 7 cm planting depth > 5 cm and 3 cm planting depth. The yield of conventional tillage with 7 cm planting depth were 64.1% more than that in the control, it also appeared significant difference from other treatments. The variations of chlorophyll content and cell membrane permeability and content of MDA at different growth stages showed that deep ploughing was a high efficient measure for improving saline and alkaline land, and increasing productivity.

Key words: oats; saline and alkaline; tillage methods; planting depth