

施锌对烟草含氮化合物积累的影响

姚倩¹, 范艺宽², 许自成¹, 张珂¹, 白晓婷¹, 邵惠芳^{1*}

¹河南农业大学烟草学院, 郑州450002; ²河南省烟草公司烟草研究所, 郑州472000

摘要: 为了研究施加微量元素锌对烟草(*Nicotiana tabacum*)总氮、烟碱、硝态氮以及可溶性蛋白质积累的影响, 以‘豫烟10号’为供试材料, 在大田试验中设置两个处理, 分别为T1 (施加锌元素)和T2 (对照), 测定烟草大田各个生育期杀青样总氮、烟碱、硝态氮及可溶性蛋白质含量并进行分析。结果表明, 在移栽后45~75 d内施锌能显著降低烟草叶片中的烟碱含量, 并推迟烟草烟碱的积累高峰; 在移栽后30和60~75 d内施锌能显著提高烟草叶片中的总氮含量, 但对烟草总氮积累强度影响不大; 施锌对烟草硝态氮的积累有明显促进作用, 而对可溶性蛋白质含量的影响不显著。本试验为研究施加微量元素锌对烟草含氮化合物的积累提供了依据。

关键词: 烟草; 锌素; 含氮化合物; 积累

烟草是重要的经济作物, 氮素对烟草的生长发育及品质有很大的影响(李中民等2011)。锌是植物生长发育所必需的微量元素之一, 不仅能够提高农作物的产量, 而且可以改善农产品的品质(朱金峰等2012)。烟草在田间生长期间对烟碱积累和氮素的吸收并不是同步的, 氮素吸收的高峰期在移栽后2个月左右, 而烟碱积累的高峰期在移栽后3个月左右(胡国松等2000)。此外, 由于打顶的影响, 生育期不同和器官不同, 则烟碱、总氮和硝态氮含量也有所不同。李文卿等(2007)研究表明烟草总氮积累速率在大田前期就开始增加, 到成熟期趋于零, 烟碱积累速率在总氮积累速率增加后开始增加, 整体晚于总氮的积累。目前围绕锌元素的内容主要是锌元素在植物体内的运转机制、锌元素对作物营养生理方面的影响以及施用不同生物有机肥对烟草含氮化合物积累的影响, 而增施锌等微量元素对烟草含氮化合物的影响研究还较少。本试验以施用微量元素锌对烟草不同部位总氮、烟碱、硝态氮以及烟叶中可溶性蛋白质积累的影响展开研究, 以期为提高烟叶品质和工业可用性提供理论依据。

材料与方 法

1 试验材料

试验于2014~2015年在河南省洛阳市烟草公司烟叶科技园(洛宁县小界乡王村)进行。供试烟草(*Nicotiana tabacum* L.)品种为‘豫烟10号’, 该品种遗传性状稳定, 田间整齐度较高, 长势强, 耐肥性强, 易烘烤。试验田前茬作物为烟草。试验田所在地平均海拔1 114.6 m, 全年日照2 606.92 h, 日

照率45%左右, 平均气温13.97°C, 降雨量约为553.49 mm, 无霜期180~200 d, 地势平坦, 光照充足, 热量富裕。供试土壤为黄壤土, 基本理化性状如表1所示。

2 试验设计

试验共设2个处理: T1为施锌, 33 kg·hm⁻²; T2为不施锌(对照)。试验采用随机区组设计, 每个处理重复3次。小区面积180 m² (10行区), 株行距50 cm×120 cm, 大田管理依据优质烟叶栽培技术规范进行, 移栽的烟苗发育良好, 整齐度高。各处理施肥水平根据当地烟草生产技术方案要求进行, 主要包括: 烟草专用复合肥(N:P₂O₅:K₂O=5:6:9) 300 kg·hm⁻²、重钙225 kg·hm⁻²、饼肥375 kg·hm⁻²、硝酸钾75 kg·hm⁻², 锌素由Zn₂SO₄·7H₂O提供。

3 测定项目与方法

烟草移栽后每15 d, 选取每个处理有代表性的烟株(3株), 进行整株收获, 用清水冲洗干净后, 滤纸吸干, 将其分为根、茎、叶三部分, 称其鲜重, 然后在105°C下杀青15 min, 之后在60°C下烘至恒重, 最后分别称取根、茎、叶的干重, 并将各个部位装袋保存, 带回实验室粉碎后过60目网筛, 用于烟草烟碱、总氮、硝态氮和蛋白质含量的测定。烟草烟碱、总氮和蛋白质含量的测定采用连续流动分析仪法(王瑞新2003), 硝态氮的测定采用分光光度计法(Cataldo等1975)。烟草烟碱积累强度=烟草单位时间烟碱积累量(g)/单位时间(d)。

收稿 2016-11-21 修定 2017-03-22

资助 中国烟草总公司河南省公司重点科技攻关项目(HYKJ 201405)。

* 通讯作者(E-mail: shf.email@163.com)。

表1 供试土壤的基本理化性状

Table 1 Basic physicochemical properties of soil tested

pH	有机质含量/%	全氮含量/%	碱解氮含量/mg·kg ⁻¹	速效磷含量/mg·kg ⁻¹	速效钾含量/mg·kg ⁻¹	有效锌含量/mg·kg ⁻¹
8.02	1.35	0.746	47.6	13.3	162.2	0.6

4 数据处理

试验数据采用Excel 2007软件进行图表制作,使用DPS 7.05进行方差分析。

实验结果

1 施锌对烟草总氮积累的影响

1.1 施锌对烟草不同部位总氮含量的影响

由图1可以看出,烟株根和叶中的总氮含量随着生育期的推移,总体上呈现下降趋势;而茎中的总氮含量则随着时间推移呈现出先升高后降低的趋势。

如图1-A,移栽后30 d内,施锌处理的根总氮含量低于对照,但差异不显著;移栽30 d后,施锌处理根中的总氮含量高于对照,且在移栽后45 d时达到极显著差异。如图1-B,在移栽后40 d内,施锌处理茎的总氮含量低于对照,之后施锌处理茎的总氮含量在数值上高于对照,且在移栽后45和75 d时达到显著差异。如图1-C,施锌处理烟叶中的总氮含量在移栽后15和45 d时低于对照,但差异不显著;在大田的其他生育期,施锌处理烟叶总氮含量高于对照,在30和75 d时达到显著差异,且在60 d时达到极显著差异。

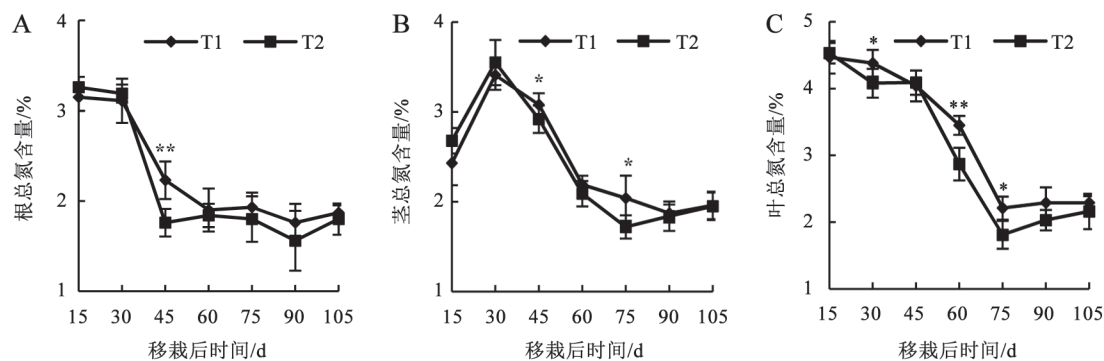


图1 烟草不同部位总氮含量的比较

Fig.1 Comparison of total nitrogen content in different parts of tobacco

图分别为不同生育期根(A)、茎(B)和叶(C)中总氮含量。*表示处理T1(施锌)与T2(不施锌)间差异显著($P < 0.05$),**表示两者间差异极显著($P < 0.01$);图3和5同此。

1.2 施锌对烟草总氮积累强度的影响

由图2可知,烟草总氮的积累强度总体呈现先上升后下降的趋势,在打顶前(移栽后65 d),烟草总氮的积累强度已经达到最大,之后逐渐降低。在移栽后15~30 d内,总氮积累强度上升缓慢,施锌处理的总氮强度低于对照,30~45 d内,总氮积累强度迅速升高,在45 d时,施锌处理的总氮积累强度为315.88 mg·株⁻¹·d⁻¹,比对照高了27%。移栽后45~75 d内,总氮积累强度迅速下降,60 d时施加锌元素的处理总氮积累强度为229.16 mg·株⁻¹·d⁻¹,而对照为73.8 mg·株⁻¹·d⁻¹,75 d后对照和处理总氮积累强度

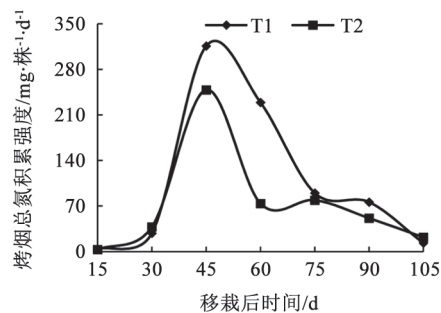


图2 不同生育期烟草总氮积累强度的比较

Fig.2 Comparison of total nitrogen accumulation in tobacco at different growth stages

均缓慢下降。施加锌元素的处理总氮积累强度在30~105 d内高于对照, 且最大值高于对照, 但并没有影响烟草体内总氮积累高峰的提前或推后。

2 施锌对烟草烟碱积累的影响

2.1 施锌对烟草不同部位烟碱含量的影响

由图3可以看出, 烟草根和叶中的烟碱积累规律相近, 呈现先缓慢降低后迅速升高的趋势。如图3-A在大田各个生育期内, 施加锌元素处理的根中烟碱含量低于对照, 在移栽后60 d时达到显著差

异。如图3-B打顶之前, 施锌处理的茎中烟碱含量低于对照, 而打顶之后, 施锌处理的茎中烟碱含量高于对照, 但差异不显著。如图3-C烟叶中烟碱含量大体上呈现先缓慢减少后迅速增加的趋势, 整个生育期施锌处理的烟叶烟碱含量均低于对照, 在移栽后15 d和30 d时, 处理与对照的烟叶烟碱含量在数值上差别不大, 移栽后30~90 d内, 施锌处理的烟叶烟碱含量明显低于对照, 且在移栽后45和60 d时达到显著差异, 在75 d时达到极显著差异。

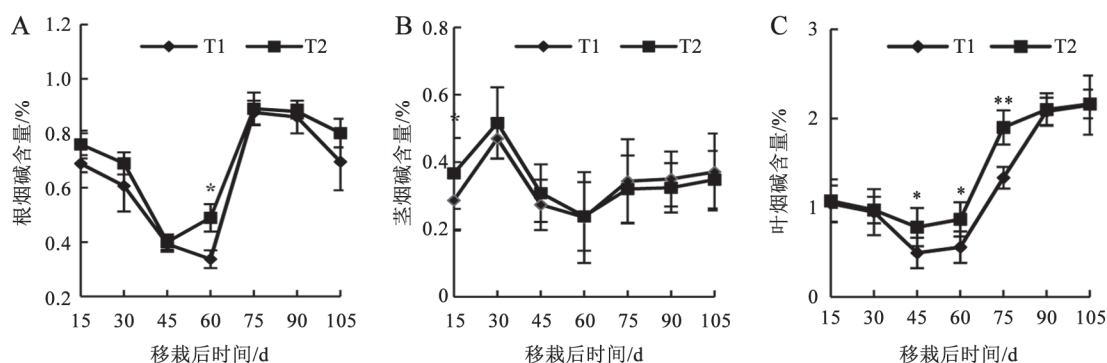


图3 烟草不同部位烟碱含量的比较

Fig.3 Comparison of nicotine content in different parts of tobacco

图分别为不同生育期根(A)、茎(B)和叶(C)中烟碱含量。

2.2 施锌对烟草烟碱积累强度的影响

由图4可知, 从移栽后到打顶前(移栽后65 d), 烟草烟碱积累强度缓慢上升, 且施锌处理的烟草烟碱积累强度数值上低于对照, 打顶后施锌处理和对照的烟碱积累强度均迅速增加, 且都在打顶后出现积累强度高。在75 d时, 施加锌元素的处理烟碱积累强度为 $91.24 \text{ mg} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 对照积累强度达到峰值为 $199.52 \text{ mg} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 而后迅速下降。75~90 d施锌处理的烟草烟碱积累强度仍迅速增加, 在90 d时达到积累强度峰值 $140.32 \text{ mg} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 对照迅速降低到 $18.85 \text{ mg} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 105 d时对照和处理烟碱积累强度数值上差别不大。因此, 施锌处理的烟草烟碱积累强度的最大值低于对照, 且施加锌元素能使烟草体内烟碱积累高峰推后。

3 施锌对烟草硝态氮含量的影响

由图5可知, 烟草根和叶中的硝态氮含量在整个大田生育期都整体呈现不断减少的趋势, 而茎中的硝态氮含量在打顶之后有所回升。如图5-A在移栽后15~30 d内, 施锌处理的根中硝态氮含量

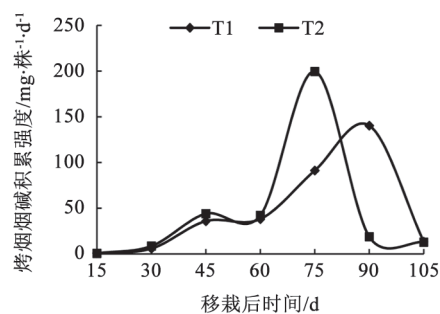


图4 不同生育期烟草烟碱积累强度的比较

Fig.4 Comparison of nicotine accumulation in tobacco at different growth stages

低于对照, 并在移栽后15 d时达到显著差异。移栽30 d后, 施锌处理根中硝态氮含量高于对照, 并在移栽后90 d时达到显著差异, 在45 d时达到极显著差异。如图5-B施锌处理茎中的硝态氮含量在移栽后15~30 d内低于对照, 且在移栽后15 d时达到显著差异, 移栽30 d后, 处理茎中硝态氮含量高于对照, 在移栽后90和105 d时达到显著差异, 在移栽后45和60 d时达到极显著差异。如图5-C烟叶硝态

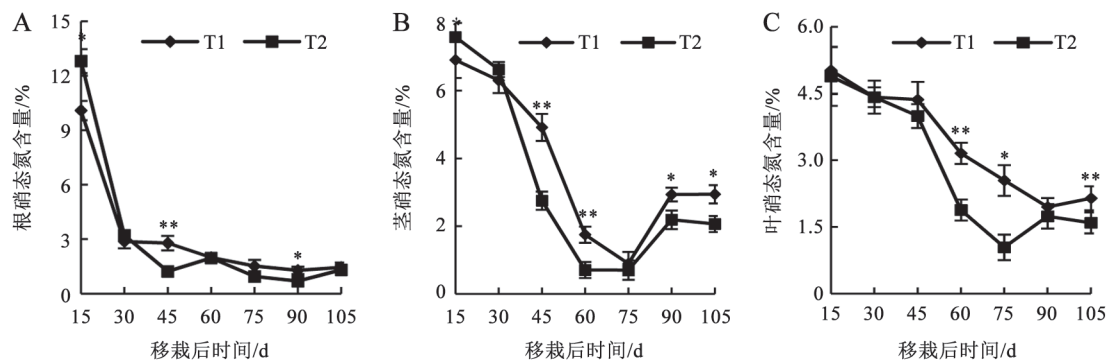


图5 烟草不同部位硝态氮含量的比较

Fig.5 Comparison of nitrate content in different parts of tobacco

图分别为不同生育期(A)、茎(B)和叶(C)中硝态氮含量。

氮含量总体呈下降趋势,在整个大田生育期,施锌处理的烟叶中硝态氮含量高于对照,在移栽后60和105 d时达到极显著差异,在移栽后75 d时达到显著差异。

4 施锌对烟草可溶性蛋白质含量的影响

由图6可看出,可溶性蛋白质含量在15~30 d内积累缓慢,施锌处理和对照中的可溶性蛋白质含量变化不大,在移栽30~60 d内,可溶性蛋白质含量迅速增加,但施锌处理含量高于对照。移栽60 d后,可溶性蛋白质含量逐渐降低,在整个大田生育期,施锌处理和对照的可溶性蛋白质含量整体变化趋势相近,虽然施锌处理较对照含量有些偏高,但没有达到显著差异。

讨 论

1 施锌对烟草总氮含量及积累规律的影响

总氮对烟草品质有至关重要的影响(朱佩等2015),其含量可以反映烟叶营养水平和内在化学成分协调性(孙树林等2009)。本试验表明施加锌元素后烟草根茎叶中的总氮含量都不同程度地增加,其中以叶中的总氮增加量最为明显,朱金峰等(2012)研究表明,施加锌肥促进烟株对氮素的吸收与转化,使烟草产量增加,同时提高中上等烟叶比例,这与本试验结果相吻合。李文卿等(2007)研究表明总氮的积累在移栽35 d后迅速增加,从烟草大田生育期来看,团棵期到成熟期,根茎叶的总氮增加较明显,本试验烟草的总氮积累量在移栽后35 d达到最高水平,施加锌元素的处理和对照总氮积累强度变化趋势一致,处理组总氮积累强度大于

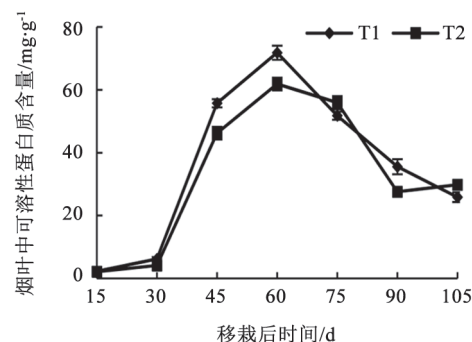


图6 不同生育期烟叶中可溶性蛋白质含量的比较

Fig.6 Comparison of soluble protein content in tobacco leaf at different growth stages

对照,但施加锌元素并不能影响总氮积累强度的时间变化。

2 施锌对烟草烟碱含量及积累规律的影响

烟碱是影响烟草烟叶质量的重要指标,其含量的高低影响卷烟的吸食质量与安全性(谢志坚等2014)。目前烟草烟碱含量呈现出普遍偏高的现象,这一特点既不能满足优质烟叶的要求,又会对人体健康造成不利的影 响。本试验中烟草烟碱含量在大田生育期整体上呈增加的趋势,打顶后烟碱积累迅速增加,张丹等(2006)研究不同打顶时期对烟草烟碱积累的影响,结果表明,打顶越晚,烟碱积累强度最高峰出现得越晚。黄新杰等(2006)的研究表明,生长素对烟碱的积累有抑制作用,刘华山等(2007)的研究也证明生长素有降低烟碱含量的作用,因此,打顶后减少了生长素往烟株内的转运,烟碱含量迅速增加。

本试验中施加锌元素处理的烟草烟碱含量降

低, 烟叶的烟碱含量减少比较明显, 而对于烟草根和茎, 施加锌元素对于烟碱的减少在旺长期之前比较明显, 在其他施肥条件相同时, 施加锌元素能推后烟草烟碱积累强度的峰值出现, 推迟了烟草体内烟碱的积累。这种现象的出现可能是因为锌参与植物体内生长素的合成, 促进了吲哚乙酸和丝氨酸合成色氨酸(廖伟2014), 而色氨酸是生长素的前体物质, 从而影响烟碱的合成。彭华伟等(2006)研究表明施用生物有机肥使烟碱在烟株体内的积累提前, 而本试验表明施加锌元素能推后烟碱的积累, 因此不同的处理方式能改变烟草烟碱积累强度的变化, 使烟碱积累推后或提前。王俊(2015)研究了钾对烟草烟碱生物合成的相关基因表达量的影响, 结果表明钾元素可能通过直接调节腐胺-*N*-甲基转移酶和腐胺-*N*-去甲基酶的基因表达, 从而影响烟叶烟碱类物质的合成。本试验施加锌元素影响烟碱的积累可能也与此基因表达相关, 因此可进一步研究与烟碱合成相关基因的表达来确定烟碱积累变化的内在原因。

3 施锌对烟草硝态氮含量的影响

施加锌元素处理的烟草根和茎中硝态氮含量与对照变化趋势一致, 施加锌元素处理的烟株叶中硝态氮含量有所提升, 在整个大田生长期都高于对照。有研究表明, 锌是植物体内许多酶的组成成分和激活剂(廖伟2014; 杨系玲等2016), 植株施加适量锌时, 其体内硝酸还原酶和蛋白酶活性均会升高(门中华和李生秀2005; 廖伟2014), 硝酸还原酶活性提高, 会降低硝态氮的含量。本试验在移栽时采用穴施的方法将锌元素施入烟株根部, 在烟草大田生长前期, 锌元素含量相对较高, 高浓度的锌元素抑制了硝酸还原酶的活性, 因此会出现硝态氮升高的情况。而到了大田生长中期, 锌元素的吸收变缓, 体内适宜浓度的锌元素提高了硝酸还原酶活性, 处理中的硝态氮含量低于对照。到了后期, 锌元素的累积效应大于烟株自身的缓解, 硝态氮含量仍高于对照。如果将锌元素用于烟草硝态氮含量的研究中, 施加锌元素的量还值得做进一步的研究。还有研究表明, 施加硝态氮能降低烟碱的含量, 增大糖碱比(介晓磊等2007), 而烟草生长后期喜硝态氮, 硝态氮含量增多, 这也与施加锌元素能减少烟碱的积累结论相一致。

4 施锌对烟草可溶性蛋白质含量的影响

烟叶中含有适量的蛋白质能够赋予烟草充足的香气和丰满的吃味强度, 锌是蛋白质合成所必需的RNA聚合酶的组分(常蓬勃2008), 李晔等(2006)研究表明锌离子处理的烟苗酶活性升高, 施加锌元素能提高蛋白质含量。本试验施锌处理的可溶性蛋白质含量高于对照, 但是未达到显著差异, 这可能是因为土壤中的锌离子较易被吸附, 浓度未达到一定水平, 因此可以进一步设置施锌的浓度试验来研究施锌对烟草可溶性蛋白质含量的影响。

参考文献

- Cataldo DA, Maroon M, Schrader LE, Youngs VL (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 6 (1): 71–80
- Chang P (2008). Effect of zinc and cooperated application of nitrogen, potassium fertilizer on yields and qualities of tobacco [Master's thesis]. Zhengzhou: Henan Agricultural University (in Chinese with English abstract) [常蓬勃(2008). 锌与氮、钾配施对烟草产量和品质的影响(硕士论文). 郑州: 河南农业大学]
- Hu G, Li Z, Mu L, Han J (2000). Investigation into the character istics of nicotine accumulation of flue-cured tobacco under field conditions. *Acta Tabac Sin*, 6 (2): 6–9 (in Chinese with English abstract) [胡国松, 李志勇, 穆琳, 韩锦峰(2000). 烤烟烟碱累积特点研究. *中国烟草学报*, 6 (2): 6–9]
- Huang XJ, Li ZH, Huang YD (2006). Review of the Application of the plant growth substance in the control of nicotine content in tobacco leaf. *J Anhui Agric Sci*, 34 (19): 4959–4960, 5000 (in Chinese with English abstract) [黄新杰, 李章海, 黄义德(2006). 植物生长物质在烤烟烟碱调控中的应用. *安徽农业科学*, 34 (19): 4959–4960, 5000]
- Jie XL, Huang XD, Liu SL, Liu F, Hua DL (2007). Effect of different nitrogen forms on tobacco quality indices. *Chin J Soil Sci*, 38 (6): 1150–1153 (in Chinese with English abstract) [介晓磊, 黄向东, 刘世亮, 刘芳, 化党领(2007). 不同氮素供应对烟草品质指标的影响. *土壤通报*, 38 (6): 1150–1153]
- Li W (2014). Abundance and deficiency index of soil zinc and diagnosis of zinc nutrition in flue-cured tobacco [Master's thesis]. Wuhan: Huazhong Agricultural University (in Chinese with English abstract) [廖伟(2014). 烤烟锌营养诊断和土壤锌的丰缺指标研究(硕士论文). 武汉: 华中农业大学]
- Li WQ, Chen SH, Jiang RF, Zhang FS, Zhang RJ, Li CY, Li CJ, Ju XT, Lin ZB (2007). Effects of nitrogenous fertilizer on total nitrogen and nicotine accumulation in flue-cured tobacco. *Acta Tabac Sin*, 13 (4): 31–35 (in Chinese with English abstract) [李文卿, 陈顺辉, 江荣凤, 张福锁, 张仁椒, 李春英, 李春俭, 巨晓棠, 林祖斌(2007). 不同施氮量对烤烟总氮和烟碱积累的影响. *中国烟草学报*, 13 (4): 31–35]
- Li Y, Wu Y, Zhao X, Gao F (2006). Effect of zinc nutrition on the

- physiological index of tobacco seedling. *J Anhui Agric Sci*, 34 (18): 4701–4702 (in Chinese with English abstract) [李晔, 吴元华, 赵秀香, 高芬(2006). 锌营养对烟草生长及抗性生理生化指标的影响. *安徽农业科学*, 34 (18): 4701–4702]
- Li Z, Yang T, Duan W, Liu Z (2011). Absorption kinetics of nitrate and ammonium nitrogen in tobacco seedlings of different genotypes. *Jiangsu Agric Sci*, 39 (2): 155–157 (in Chinese) [李中民, 杨铁钊, 段旺军, 刘中伟(2011). 不同基因型烟草苗期对硝态氮和铵态氮吸收动力学特征研究. *江苏农业科学*, 39 (2): 155–157]
- Liu H, Meng F, Han J, Li L, Wang Y, Wei Y (2007). Effects of 2,4-D on contents of nicotine and potassium in flue-cured tobacco. *Acta Tabac Sin*, 28 (5): 15–18 (in Chinese with English abstract) [刘华山, 孟凡庭, 韩锦峰, 李连利, 王勇, 魏跃伟(2007). 2,4-D对烤烟烟碱和钾含量的影响. *中国烟草科学*, 28 (5): 15–18]
- Men ZH, Li SX (2005). Effects of molybdenum on nitrate metabolism of winter wheat. *Plant Nutr Fert Sci*, 11 (2): 205–210 (in Chinese with English abstract) [门中华, 李生秀(2005). 钼对冬小麦硝态氮代谢的影响. *植物营养与肥料学报*, 11 (2): 205–210]
- Peng HW, Liu GS, Zhu GC, Fu DL, Chen XE (2006). Effect of Bio-organic fertilizer on nicotine accumulation of flue-cured tobacco. *Guizhou Agric Sci*, 34 (S1): 50–52 (in Chinese with English abstract) [彭华伟, 刘国顺, 朱贵川, 符德龙, 陈秀娥(2006). 生物有机肥对烤烟烟碱累积的影响. *贵州农业科学*, 34 (S1): 50–52]
- Sun SL, Xu ZC, Dai Y, Li DL, Tang SJ (2009). Distribution of total nitrogen content and its relationship with other chemical components in flue-cured tobacco. *Acta Agric Jiangxi*, 21 (10): 13–16 (in Chinese with English abstract) [孙树林, 许自成, 戴亚, 李东亮, 唐士军(2009). 烤烟总氮分布特点及与其他化学成分的关系. *江西农业学报*, 21 (10): 13–16]
- Wang J (2015). Effects of potassium on nicotinoid substances accumulation and their biosynthesis-related gene expression [Master's thesis]. Suzhou: Soochow University (in Chinese with English abstract) [王俊(2015). 钾对烟碱类物质的积累和它们生物合成相关基因表达的影响(硕士论文). 苏州: 苏州大学]
- Wang R (2003). *Tobacco Chemistry*. Beijing: China Agriculture Press, 1305–1312 (in Chinese) [王瑞新(2003). *烟草化学*. 北京: 中国农业出版社, 258–275]
- Xie ZJ, Tu SX, Zhang Q, Li HL, Han D, Imtiaz M, Xu CX, Liu GR, Luo HH (2014). Factors of nicotine synthesis and metabolism in *Nicotiana tabacum* L. *J Nucl Agric Sci*, 28 (4): 714–719 (in Chinese with English abstract) [谢志坚, 涂书新, 张焱, 李海蓝, 韩丹, Imtiaz M, 徐昌旭, 刘光荣, 罗华汉(2014). 影响烤烟烟碱合成与代谢的因素及其机理分析. *核农学报*, 28 (4): 714–719]
- Yang X, Yang K, Li Z, Wang Y, Zhang Y, Liu H, Tang C, Ma Z, Zhang W, Chen T (2016). Effects of zinc on photosynthetic characteristics and zinc accumulation of different genotype maize seedlings. *J Nucl Agric Sci*, 30 (3): 571–579 (in Chinese with English abstract) [杨系玲, 杨克军, 李佐同, 王玉凤, 张翼飞, 刘慧迪, 唐春双, 马振川, 张文超, 陈天宇(2016). 锌对不同基因型玉米幼苗光合特性及锌积累的影响. *核农学报*, 30 (3): 571–579]
- Zhang D, Liu GS, hang JX, Xu M (2006). Effect of different topping time on activity of root system and accumulation of nicotine in tobacco plants. *Acta Tabac Sin*, (1): 38–41 (in Chinese with English abstract) [张丹, 刘国顺, 章建新, 徐敏(2006). 打顶时期对烤烟根系活力及烟碱积累规律的影响. *中国烟草科学*, (1): 38–41]
- Zhu J, Jing Y, Song G, Yang Y, Zhang X, Qu X, Zhao H, Xie X (2012). Effect of foliar application of zinc on physiological characteristics and zinc content of flue cured tobacco. *Hunan Agric Sci*, (3): 34–36 (in Chinese) [朱金峰, 景延秋, 宋光辉, 杨宇熙, 张欣华, 屈晓然, 赵华武, 谢晓辉(2012). 叶面施锌对烤烟生理特性及锌含量的影响. *湖南农业科学*, (3): 34–36]
- Zhu P, Zhang JG, Xue L, Ji XJ, Wang CY, Cheng S, Duan SZ, Ren X, Zhang ZF (2015). Nitrogen accumulation, distribution and use efficiency of flue-cured tobacco under different soil texture. *J Plant Nutr Fert*, 21 (2): 362–370 (in Chinese with English abstract) [朱佩, 张继光, 薛琳, 季学军, 王传义, 程森, 段苏珍, 任夏, 张忠锋(2015). 不同质地土壤上烤烟氮素积累、分配及利用率的研究. *植物营养与肥料学报*, 21 (2): 362–370]

Effect of zinc on accumulation of nitrogen-containing compounds in tobacco

YAO Qian¹, FAN Yi-Kuan², XU Zi-Cheng¹, ZHANG Ke¹, BAI Xiao-Ting¹, SHAO Hui-Fang^{1*}

¹College of Tobacco Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; ²Tobacco Research Institute of Henan Provincial Tobacco Company, Zhengzhou 472000, China

Abstract: In order to study the effect of zinc application on total nitrogen, nicotine, nitrate nitrogen and soluble protein accumulations in tobacco (*Nicotiana tabacum*), two treatments were set up with 'Yuyan No. 10' as the test material by field experiment, which were T1 (zinc element) and T2 (control). The contents of total nitrogen, nicotine, nitrate nitrogen and soluble protein were determined at different growth stages. The results show that zinc can effectively reduce the nicotine content of the leaves of tobacco in 45–75 days after transplanting, postpone the accumulation peak of nicotine, and improve the content of total nitrogen in leaves of tobacco in 30 days and 60–75 days after transplanting, but it has little influence on the strength of the accumulation of total nitrogen in tobacco. Zinc fertilizer could promote the accumulation on nitrate nitrogen in tobacco, but there was no significant effect on soluble protein content. This study provides a theoretical basis for the study of the application of trace element zinc to the accumulation of nitrogen-containing compounds in tobacco.

Key words: tobacco; zinc element; nitrogen-containing compounds; accumulation

Received 2016-11-21 Accepted 2017-03-22

This work was supported by Key Technology Program of China National Tobacco Corporation in Henan Province (Grant No. HYKJ201405).

*Corresponding author (E-mail: shf.email@163.com).