

不同种类钾肥对烤烟生长过程中几种酶活性的影响

叶协锋¹, 朱海滨¹, 靳冬梅¹, 刘国顺¹, 王英元², 崔树毅¹, 喻奇伟¹, 张 胜³

(1. 河南农业大学 国家烟草栽培生理生化研究基地, 河南 郑州 450002; 2. 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 河南 郑州 450001; 3. 湖南省烟草公司湘西自治州分公司, 湖南 湘西 416700)

摘要: 研究了不同种类钾肥和组合对烤烟生长过程中硝酸还原酶(NR)、超氧化物歧化酶(SOD)、蔗糖酶(INV)、根系ATP酶活性和根系活力的影响。结果表明, 有机钾肥和生物钾肥都能够提高烟株的NR活性, 促进烟株早期对氮素的吸收, 提高SOD活性, 增强根系活力, 促进INV和ATP酶活性的提高。其中生物钾肥有利于促进烤烟生长前期根系活力的提高, 有机钾肥能促进生长后期的根系活力的提高。以 KNO_3 为基础的钾肥处理比以 K_2SO_4 为基础的钾肥处理更能促进烟株的生长发育。

关键词: 钾肥; 烤烟; 生物钾; 有机钾; 酶

中图分类号: S572.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)02-0067-04

Influence of Different Potassium Fertilizer on Some Enzyme Activities of Growing Flue-cured Tobacco

YE Xie feng¹, ZHU Hai-bin¹, JIN Dong-mei¹, LIU Guo-shun¹, WANG Ying-yuan²,
CUI Shu-yi¹, YU Qi-wei¹, ZHANG Sheng³

(1. National Tobacco Cultivation and Physiological and Biochemical Research Center of Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Zhengzhou Tobacco Research Institute of China National Tobacco Corporation, Zhengzhou 450001, China; 3. Xiangxi Regional Filiale of Hunan Tobacco Company, Xiangxi 416700, China)

Abstract: The effects of different potassium fertilizer on some enzyme activities of growing flue-cured tobacco were studied. Results showed that, using organic potassium and bio-potassium fertilizer, NR activities were increased, tobacco's growing speed improved, and they could significantly strengthen the activity of SOD enzyme, root activities, Invertase and ATP enzyme activities were all increased. Among them, bio-potassium could improve tobacco's early stage growing, and organic potassium could improve tobacco's late stage growing. Tobacco's growing and development could enhance better using KNO_3 than K_2SO_4 .

Key words: Potassium fertilizer; Flue-cured tobacco; Bio-potassium; Organic potassium; Enzyme

烟叶的含钾量, 与烟叶的燃烧性、香味等烟叶的整体质量密切相关^[1]。钾离子是最重要的渗透基质, 能维持细胞膨压和调节水分关系, 促进植物生长。钾离子通过活化生物体内60多种酶来促进光合作用和同化产物的运输, 促进脂肪的合成和氮的吸收及蛋白质的合成, 提高作物的抗逆性^[2]。钾含量的多寡还影响烟叶的水分含量、弹性程度、柔软性能、色泽、产量、香气质、香气量、燃烧性和持火力等

因子^[3]。生物钾具有分解转化土壤中被固定的无效钾为有效钾的功能, 从而提高作物对钾肥的利用率, 同时它在作物根际还可产生生物活性物质, 促进作物根系的生长, 形成发达的根系^[4]。樊耀亭等^[5]的研究表明, 当以有机钾肥作为基肥, 并在生育期和成熟期内作为叶面肥喷施时, 烟叶的产量、产值可增加10%以上, 烟叶中钾含量及烟叶品质均可得到明显的改善。过去人们往往将研究的重点放在不同钾肥施用量对烟草生长及品质形成的影响上, 而对不同

收稿日期: 2006-06-25

基金项目: 国家烟草专卖局重点研究项目资助(981055)

作者简介: 叶协锋(1979-), 男, 河南郑县人, 助教, 硕士, 主要从事烟草栽培生理生化研究

通讯作者: 刘国顺(1954-), 男, 河南叶县人, 教授, 博士生导师, 主要从事烟草栽培生理生化研究。

种类钾肥的研究并不多见。鉴此,进行了不同种类钾肥及不同钾肥分别与生物钾肥和有机钾肥配施与对烟株生长发育过程中酶活性影响的研究,旨在为提高我国烟叶的钾含量,从而提高烟叶品质提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验采用盆栽方式于 2002 年在许昌市襄城县烟草研究所进行。土壤为褐土,土壤经风干并过 0.5 mm × 1.0 mm 网筛。化肥和土壤充分混匀后装盆,每盆装土 17.5 kg,每盆植烟 1 株,供试烤烟品种为 NC89,设 8 个处理,即对照(CK):不施钾肥;K1:施用 K_2SO_4 (以 K_2O 计,下同) 7.5 g/株;K2:施用 KNO_3 7.5 g/株;K3:在对照的基础上增施生物钾肥 1.0 g/株;K4:施用 K_2SO_4 7.5 g/株和生物钾肥 1.0 g/株;K5:施用 KNO_3 7.5 g/株和生物钾肥 1.0 g/株;K6:施用 K_2SO_4 7.5 g/株,并在不同时期喷施有机钾肥;K7:施用 KNO_3 7.5 g/株,并在不同时期喷施有机钾肥。其他肥料用量为氮肥(以纯氮计) 2.5 g/株,磷肥(以 P_2O_5 计) 2.5 g/株;相当于 N: P_2O_5 : K_2O 为 1:1:3。

生物钾肥由河南农业大学研制,用 1 L 清水溶解后于移栽时一次性灌施于盆中;有机钾肥由四川盛祥高科技有限公司研制(含有效钾 18% 以上、有机质 35% 以上和作物必需的微量元素),分别在团棵前约 5 d、旺长期以及打顶前约 10 d 喷施,浓度为 5%。

烟苗于 5 月 11 日移栽,单株留叶 16 片,各处理在规范化栽培管理条件下进行。

供试土壤钾素基础肥力为:速效钾 148.71 mg/kg,缓效钾 1 099.47 mg/kg,全钾 26.6 g/kg。

1.2 测定项目和方法

在烟苗移栽后 30、45、60 和 75 d 时,每个处理选取有代表性的烟株进行整株收获,分离根、茎、叶,用清水冲洗根部附着土壤,要尽可能避免根量损失。然后,立即测定叶片的硝酸还原酶(NR)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性、蔗糖酶(INV)活性(60 和 75 d 时测定)以及根系 ATP 酶活性(60 和 75 d 时测定)和根系活力。

叶绿素含量、NR 活性、SOD 活性和根系活力采用邹琦的方法测定^[6]。INV 活性采用何钟佩的方法测定^[7]。根系 ATP 酶活性采用 FU W-H 的方法测定^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同种类钾肥对 NR 活性的影响

胡国松等指出,在作物木质部溶液中经常发现 K^+ / NO_3^- 比例为 1:1。钾能提高作物对 NO_3^- 的吸收、输送和还原,并很快地转化成蛋白质^[9]。NR 是植物体内同化硝酸盐过程中的限速酶,其高低反映了烟株的氮代谢水平^[10]。从图 1 可以看出,移栽后 30 d,各处理已经具有了较高的 NR 活性,其中以施用生物钾肥处理(K4, K5)的 NR 活性最高,施用有机钾肥处理(K6, K7)的 NR 活性次之,处理 K1 和 K2 的 NR 活性最低;移栽后 45 d,各处理 NR 活性比移栽后 30 d 的有所增加;移栽后 60 d,各处理 NR 活性出现了显著下降,即此时氮代谢即将结束;移栽后 75 d,对照和处理 K3 的 NR 活性出现了增长的趋势,并且高于其他处理,其余各处理 NR 活性继续降低。整体来看,施用有机钾肥和生物钾肥提高了烟株的 NR 活性,促进了烟株早期对氮素的吸收;在烟株氮素旺盛吸收期,以 KNO_3 为基础钾肥处理(K2, K5, K7)的 NR 活性大于以 K_2SO_4 为基础钾肥处理(K1, K4, K6)的 NR 活性。充分表明钾与硝态氮相伴对烟株的氮代谢有明显的促进作用。

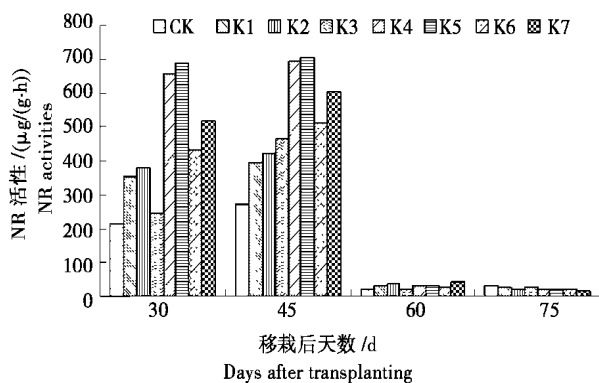


图 1 不同钾肥种类对烤烟叶片 NR 活性的影响

Fig 1 Effect of different potassium fertilizer on NR activities of flue cured tobacco leaf

2.2 不同种类钾肥对根系活力的影响

根系活力作为重要的根系生理特征,其强弱直接影响植株对营养物质的吸收进而影响地上部的生长发育^[11, 12]。从图 2 可以看出,烟株移栽后 30 d,根系已经具有较强的活力,随着烟株的生长发育,移栽后 45 d 具有最强的根系活力,而后直至移栽后 75 d 根系活力一直呈下降趋势。移栽后 30 d,施用生物钾肥提高了根系活力;移栽后 45 d,以处理 K1 和 K2 的根系活力最大,有机钾肥处理(K6, K7)次之,生物钾肥处理(K4, K5)较小,处理 K3 与对照的根系活力接近;栽后 60 d 以处理 K1 和 K2 的根系活力较大,但各处理间相差不大;栽后 75 d,以有机钾肥处

理的根系活力稍大, 但施用钾肥的各处理间相差不大。生物钾肥有利于提高烟株前期的根系活力, 有机钾肥对后期烟株的根系活力稍有提高。

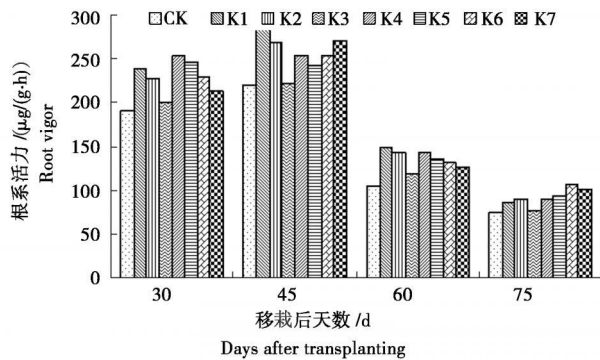


图 2 不同钾肥种类对烤烟根系活力的影响

Fig 2 Effect of different potassium fertilizer on root vigor activities of flue cured tobacco leaf

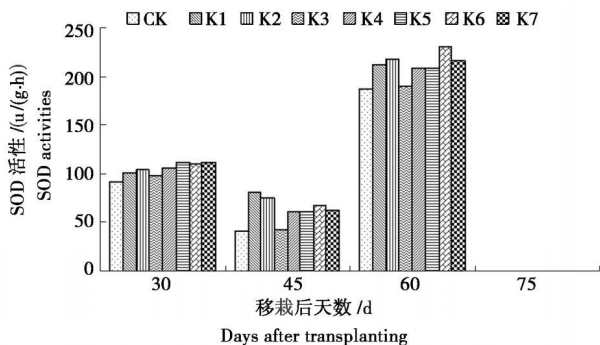


图 3 不同钾肥种类对烤烟叶片 SOD 活性的影响

Fig 3 Effect of different potassium fertilizer on SOD activities of flue cured tobacco leaf

2.3 不同种类钾肥对 SOD 活性的影响

SOD 能催化超氧离子自由基发生歧化反应, 所产生的过氧化氢在机体内易被过氧化氢酶分解成水和氧气, 从而解除超氧离子自由基对细胞的毒害作用, 因此可以说, SOD 是超氧离子自由基的吸收剂或消除剂。游明鸿等^[13]研究表明, 钾肥可显著增强植株体内 SOD 的活性。从图 3 可以看出, SOD 从移栽到栽后 75 d 的活性变化规律是: 栽后 60 d > 栽后 30 d > 栽后 45 d > 栽后 75 d。移栽后 30 d, 处理 K3 的 SOD 活性略大于对照, 生物钾肥处理 (K4, K5) 和有机钾肥处理 (K6, K7) 的 SOD 活性略微大于普通钾肥处理 (K1, K2); 移栽后 45 d, 普通钾肥处理 (K1, K2) 的 SOD 活性最高; 移栽后 60 d, 处理 K6 的 SOD 活性最高, 普通钾肥处理 (K1, K2) 的 SOD 活性次之, 生物钾肥处理 (K4, K5) 的 SOD 活性最小; 移栽后 75 d, 各处理 SOD 活性都非常低。生物钾肥和有机钾肥提高了烟株生长前期的 SOD 活性, 尤其是在栽后 60 d, 处理 K6 (K₂SO₄ + 有机钾肥) 的 SOD 活性最高。生长前期, 由于灌水的原因, 土壤相对含水量较高, 能够满足烟株生长的需要, 此时 SOD 活性相对较低; 栽后 60 d 土壤灌水相对较少, 烟株生长在相对干旱

的环境下, 此时 SOD 活性相对较高; 收获期烟叶已接近成熟, 衰老非常明显, 此时 SOD 活性非常低。这与汪邓民^[14]在干旱胁迫下的研究即钾素能够增强烟株对 SOD 活性调节的结论是一致的。

2.4 不同种类钾肥对 INV 活性的影响

蔗糖酶把蔗糖水解为已糖, 已糖可以供给呼吸消耗, 或者作为碳源及能源合成许多其他化合物^[15]。从图 4 可知, 栽后 60 d 各处理的 INV 活性远远大于栽后 75 d 的 INV 活性。栽后 60 d, INV 活性为 56.00~91.72 mg/(g·h); 栽后 75 d, INV 活性大小在 8.80~22.27 mg/(g·h)。从这 2 个时期来看, INV 活性均表现为以 KNO₃ 为基础钾肥的处理 (K2, K5, K7) 大于以 K₂SO₄ 为基础钾肥的处理 (K1, K4, K6); 2 个时期都以处理 K7 的 INV 活性最大, 普通钾肥处理 (K1, K2) 的 INV 活性最小。栽后 75 d 的 INV 活性小于栽后 60 d 的活性。施用钾肥对 INV 的活性有一定的提高作用, 即促进蔗糖的转化和已糖 (果糖与葡萄糖) 的形成, 增加烤烟体内糖的储备, 提高细胞渗透势, 增强了烤烟的抗寒性, 这与前人^[16]的报道是一致的。

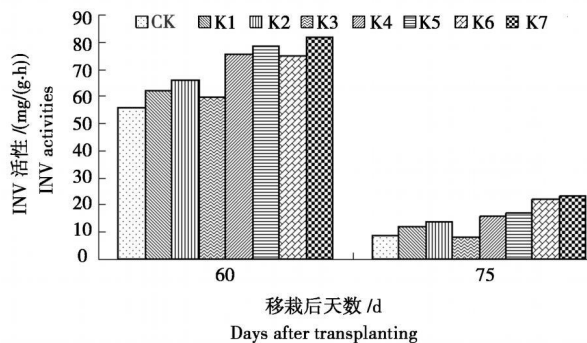


图 4 不同钾肥种类对烤烟叶片蔗糖酶活性的影响

Fig 4 Effect of different potassium fertilizer on INV activities of flue cured tobacco leaf

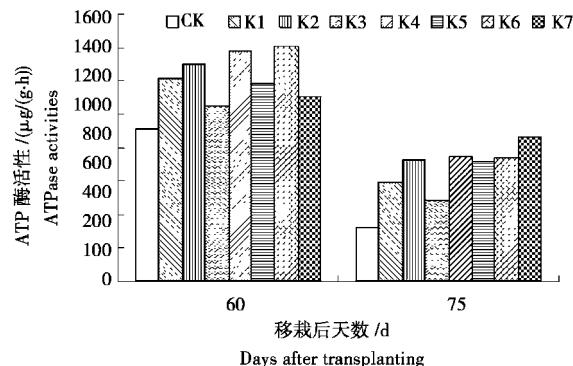


图 5 不同钾肥种类对烤烟叶片根系 ATP 酶活性的影响

Fig 5 Effect of different potassium fertilizer on ATPase activities of flue cured tobacco leaf

2.5 不同种类钾肥对根系 ATP 酶活性的影响

ATP 酶是植株体内能量代谢过程中的酶, 在植株体内各个组织中都有分布^[17]。简令成等^[18]研究

认为,植物根间分生区内 ATP 酶活性与细胞的分裂活动相联系,根系中较高的 ATP 酶的活性可以促进地上碳同化物向根库的运输,有利于根系的生长^[19]。根系 ATP 酶活性与植株富钾也有一定关系^[19]。从图 5 可以看出,随着烟株的生长,根系 ATP 酶的活性是降低的。栽后 60 d,处理 K3 的 ATP 酶活性大于对照,处理 K2> 处理 K1,但是施用生物钾肥和有机钾肥后,处理 K4> K5,处理 K6> K7。栽后 75 d,生物钾肥处理(K4, K5)和有机钾肥处理(K6, K7)的 ATP 酶活性值较为接近,稍大于普通钾肥处理(K1, K2)的酶活性。栽后 60 d,以处理 K4 和 K6 的 ATP 酶活性最大;栽后 75 d,以处理 K7 的 ATP 酶活性最大。ATP 酶的活性是质外体与共质体之间养分和代谢产物交换的决定性因素。钾离子的存在使 ATP 酶获得充足活性^[20]。随着烟株的生长发育,根系 ATP 酶的活性是降低的。施用钾肥提高了根系 ATP 酶的活性,这与史春余等^[21]在甘薯上的研究结果一致。

3 结论与讨论

施用有机钾肥和生物钾肥提高了烟株的 NR 活性,促进了烟株早期对氮素的吸收;在烟株氮素旺盛吸收时期,以 KNO₃ 为基础的钾肥处理(K2, K5, K7)的 NR 活性大于以 K₂SO₄为基础的钾肥处理(K1, K4, K6)。生物钾肥有利于促进烟株前期的根系活力,而有机钾肥则能促进后期烟株的根系活力。生物钾肥和有机钾肥提高了烟株生长前期的 SOD 活性,尤其是在栽后 60 d,有机钾肥处理(K6, K7)的 SOD 活性最高。

以 KNO₃ 为基础钾肥的处理的蔗糖酶活性(K2, K5, K7)大于以 K₂SO₄为基础钾肥的处理(K1, K4, K6);2 个时期都以处理 K7(KNO₃+ 有机钾肥)的蔗糖酶活性最大。栽后 60 d 时,以处理 K4 和 K6 的 ATP 酶活性最大;在栽后 75 d,以处理 K7 的 ATP 酶活性最大;有机钾肥促进了根系的 ATP 酶活性。

韩锦峰等^[22]研究表明,钾与有机阴离子相伴特别是柠檬酸钾能够改进烟叶的含钾量。本试验结果表明,生物钾和有机钾对烟草生长过程中的氮代谢、碳代谢、抗逆能力等都有促进作用。生物钾和有机钾与无机钾肥结合施用,可以明显促进烟草的生长,提高烟株的根系发育。其中生物钾与无机钾结合对烟株的促进作用尤为明显,单施生物钾肥对烟株促进作用很小。可见,以后应加强多种钾肥配合施用对烟株生长发育和钾含量的研究,从而为解决我国烟区钾含量偏低的问题做出努力。

参考文献:

- [1] 曹志洪. 优质烟生产的土壤与施肥[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991.
- [2] 叶协锋, 杨超, 刘国顺, 等. 烟草钾素研究进展[J]. 河南农业科学, 2004(11): 15– 20.
- [3] 张雪芹. 钾素营养对烤烟烟叶品质影响的研究进展[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2002, 8(3): 208– 211.
- [4] 陈晓东, 张瑾, 兰兴甫. 生物钾在烤烟生产上的应用研究[J]. 贵州农业科学, 2003, 31(1): 28– 30.
- [5] 樊耀亭, 阮伯阳, 王文洲, 等. 有机钾肥及氨基酸络合微肥对烤烟产质效应的影响[J]. 化肥工业, 2001, 28(2): 27– 30.
- [6] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [7] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1992.
- [8] FU W H. Determine for activity of membrane coupled ATPase in leaf cell[J]. Chinese Journal of Cell Biology, 1983, 5(3): 21– 24.
- [9] 胡国松, 郑伟, 王震, 等. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [10] 方昭希, 王明录, 彭代平, 等. 硝酸还原酶活性与氮素营养的关系[J]. 植物生理学报, 1979, 5(2): 123– 128.
- [11] 庞静, 朱建国, 谢祖彬, 等. 开放式空气二氧化碳浓度增高(FACE)条件下水稻的根系活力和氮同化能力[J]. 应用生态学报, 2005, 16(8): 1482– 1486.
- [12] 梁建生, 曹显祖. 杂交水稻叶片的若干生理指标与根系伤流强度关系[J]. 江苏农学院学报, 1993, 14(4): 25– 30.
- [13] 游明鸿, 刘金平, 毛凯, 等. 钾肥对提高假俭草抗寒性作用的研究[J]. 草业科学, 2005, 22(2): 67– 70.
- [14] 汪邓民, 周冀衡. 干旱胁迫下钾对烤烟生长以及抗旱性的生理调节[J]. 中国烟草科学, 1998(3): 26– 29.
- [15] 司丽珍, 储成才. 植物中蔗糖酶的研究进展[J]. 高技术通讯, 2002, 12(8): 101– 105.
- [16] 史宏志, 韩锦峰, 赵鹏. 不同氮量与氮源下烤烟淀粉酶和转化酶活性动态变化[J]. 中国烟草科学, 1999, (3): 5– 8.
- [17] 姚瑞亮, 李杨瑞, 杨丽涛, 等. 甘蔗伸长盛期乙烯利处理对节间 ATP 酶和转化酶活性的影响[J]. 热带作物学报, 2002, 23(2): 66– 71.
- [18] 简令成, 孙龙华, 孙得兰. 根尖分生区、伸长区和根毛区细胞内 ATP 酶活性的超微结构定位[J]. 植物学报, 1982, 24(5): 408– 411.
- [19] 李廷轩, 张锡洲, 王昌全, 等. 根系 CEC、ATP 酶活性和根际微生物对籽粒苋富钾能力的影响[J]. 四川农业大学学报, 2002, 20(4): 354– 356.
- [20] 李佛琳, 彭桂芬. 我国烟草钾素研究的现状与展望[J]. 中国烟草科学, 1999(1): 22– 25.
- [21] 史春余, 王振林, 郭风法, 等. 甘薯块根膨大过程中 ATP 酶活性、ATP 和 ABA 含量的变化[J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 315– 320.
- [22] 韩锦峰, 杨素勤, 王永华, 等. 不同相伴阴离子钾肥对烤烟光合特性、钾含量及化学成分的影响[J]. 中国烟草学报, 2002, 8(3): 22– 25.