

磷钾配施对晒红烟碳氮代谢和光合效率的影响

方明^{1,2}, 符云鹏¹, 刘国顺¹, 邓正平², 田峰³, 吕其松³, 尹永强¹

(1.国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州 450002; 2.湖南省烟草公司郴州分公司, 湖南 郴州 423000;

3.湘西自治州烟草公司烟科所, 湖南 吉首 416000)

摘要: 采用盆栽试验研究了磷钾配施对晒红烟碳氮代谢和光合效率的影响。结果表明, 在氮用量相同的情况下, 磷钾肥缺乏易导致硝酸还原酶(NR)活性、转化酶(INV)活性和叶绿素含量下降。在旺长期以前, 不施磷肥和磷肥缺乏的处理NR/INV比值较大, 不施磷钾肥和磷钾肥缺乏易导致Fv/Fo和Fv/Fm降低, 并且磷素缺乏的影响程度要大于钾素缺乏的影响程度。在参试的5个处理中, 以施用纯N 150 kg/hm², N:P₂O₅:K₂O=1:2:2.5的肥料配比有利于烟株的碳氮代谢平衡。

关键词: 晒红烟; 磷钾配施; 碳氮代谢; 光合效率

中图分类号: S572.062

文献标识码: A

文章编号: 1007-5119(2007)02-0027-04

Effects of P and K Fertilizers on the Carbon and Nitrogen Metabolism and Photosynthetic Efficiency of Dark Sun-cured Tobacco

FANG Ming^{1,2}, FU Yunpeng¹, LIU Guoshun¹, DENG Zhengping², TIAN Feng³, LÜ Qisong³, YIN Yongqiang¹

(1. Research Center, National Tobacco Cultivation & Physiology & Biochemistry, Zhengzhou 450002, China;

2. Chenzhou Branch, Hunan Tobacco Company, Chenzhou, Hunan 423000, China;

3. Tobacco Science Research Institute, Tobacco Corporation of Xiangxi Autonomous Prefecture, Jishou, Hunan 416000, China)

Abstract: The effects of P and K fertilizers on the carbon and nitrogen metabolism and photosynthetic efficiency of dark sun-cured tobacco were studied with a pot experiment. The results showed that with equal N rate (150 kg N per hectare), the nitrate reductase (NR) activity, invertase (INV) activity, and chlorophyll contents of fresh leaves decreased without P or K fertilizer application. The NR/INV ratio was higher in case of no or low P application and the values of Fv/Fo and Fv/Fm decreased in either case of no or low P and K application. The effect of P deficiency was severer than K deficiency before fast growing stage. The application of N 150 kg/hm² with N:P₂O₅:K₂O=1:2:2.5 was in favor of the balance of carbon and nitrogen metabolism.

Keywords: dark sun-cured tobacco; P and K fertilizers mixed application; C/N metabolism; photosynthetic efficiency

磷、钾是烟草正常生长发育所必需的大量营养元素。磷是细胞内磷酸腺苷、糖酯、磷脂、核酸及含磷辅酶等的重要组分, 在光合作用、光合磷酸化、三羧酸循环和氮代谢过程中起着重要的作用^[1]。钾可以维持细胞膨压, 促进烟株生长, 是生物体中很多酶的激活剂。它可以促进光合作用和同化产物的输送, 促进脂肪的合成以及氮的吸收和蛋白质的合成, 提高作物的抗逆性; 同时, 钾也是影响烟叶品质和安全性的重要因素^[2-3]。本文在盆栽试验条件

下, 研究了不同磷钾用量对晒红烟团棵期、旺长期和成熟期的生理特性和光合效率的影响, 旨在探求晒红烟生育期内的营养代谢和光合作用的动态变化, 为指导晒红烟合理施用磷钾肥、改善烟株营养、提高烟叶的产量和品质提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

盆栽试验在河南农业大学科技园区进行, 供试

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目“湖南名晒烟深度开发利用研究”(110200101003B)

作者简介: 方明(1977-), 男, 硕士, 主要从事烟草栽培生理研究和烟叶生产工作。E-mail:fangming0077@163.com

收稿日期: 2006-05-11

晒红烟品种为小花青。2003年3月16日催芽后漂浮育苗,4月18日假植于塑料大棚苗圃内,5月21日移栽。盆体规格为40 cm×28 cm(上口直径×高)的瓦盆。所用氮肥为硝酸铵,磷肥为过磷酸钙,钾肥为硫酸钾。盆栽试验土壤为取自湖南省凤凰县的黄壤土,养分状况为全氮1.45 g/kg,全磷0.41 g/kg,全钾33.96 g/kg,有机质28.97 g/kg,速效氮140.43 mg/kg,速效磷4.32 mg/kg,速效钾63.42 mg/kg,pH 4.8。每盆装风干土20 kg,栽烟1株。

1.2 试验设计

试验设5个处理,每处理植烟30株。纯氮用量为10 g/株(150 kg/hm²)。磷钾配施处理为:1. N:P₂O₅:K₂O=1:0:2.5(缺磷);2. N:P₂O₅:K₂O=1:2:0(缺钾);3. N:P₂O₅:K₂O=1:2:2.5(对照);4. N:P₂O₅:K₂O=1:1:2.5(低磷);5. N:P₂O₅:K₂O=1:2:1(低钾)。所有肥料与土壤混匀后1次装入盆中,按晒红烟需水规律浇水。

1.3 测定项目与方法

分别于移栽后30 d(团棵期)、移栽后45 d(旺长期)和移栽后70 d(成熟期)取各处理功能叶(从上至下第3~5叶位)测定硝酸还原酶(NR)和转化酶(INV)活性及叶绿素含量。NR、INV活性和叶绿素含量分别采用活体法、3,5-二硝基水杨酸比色法和乙醇浸提比色法^[4]测定。

分别于移栽后30 d、45 d和70 d取5个处理光照一致的平展中部叶(分别为第6、8、10叶位)测定荧光动力学参数,叶片测定部位均为直射光。测定前将所选叶片在黑暗中充分适应20 min,用英国Hansatech公司生产的FMS2型脉冲调制式荧光仪(Hansatech UK)参照Genty等^[5]的方法测定。

2 结果与分析

2.1 磷钾配施对晒红烟叶片中NR活性的影响

硝酸还原酶(NR)是植物氮代谢的限速酶,其活性大小与氮代谢的强弱呈正相关关系,对氮代谢的强弱起着关键作用,因此,氮代谢强度常用NR活性表示^[4]。

从图1可以看出,各处理以旺长期硝酸还原酶

活性最高,团棵期次之,成熟期酶活性则急剧下降,这与烟株的生长规律相符合。与对照相比,缺磷处理的硝酸还原酶活性在旺长期以前较低,成熟期较高,试验表现为前期发棵晚,叶片小,后期叶片褪绿迟,不能正常成熟;缺钾处理在生育期内的NR活性高于对照,试验表现为下部叶片焦尖焦边,说明烟株受到钾素营养胁迫时,老叶中的钾向新叶转移,同时也说明了钾是影响烟叶品质的重要元素;低磷水平的处理和低钾水平的处理烟株酶活性在生育期内低于对照,说明磷钾供应不足会不同程度地制约氮代谢的强度。

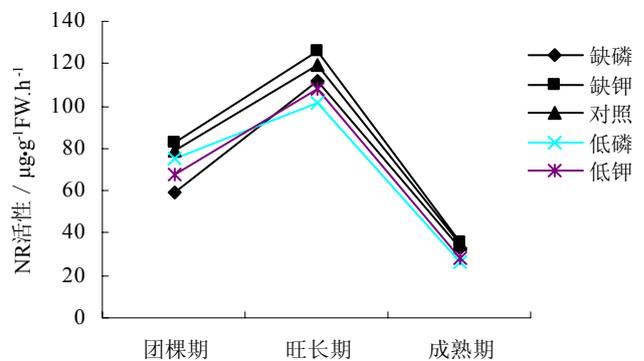


图1 磷钾配施对各生育时期叶片中NR活性的影响

2.2 磷钾配施对晒红烟叶片中INV活性的影响

转化酶(INV)与植物的碳代谢密切相关,可催化细胞质中蔗糖转化形成单糖,促进叶绿体内磷酸丙糖向外运转,使叶绿体中淀粉积累减少,并通过与呼吸作用偶联的氧化磷酸化产生能量,使光合碳固定过程加强^[6]。

图2结果表明,与对照相比,缺磷处理的转化酶活性在团棵期很低,成熟期较高,说明烟株生育前期发育受阻,碳代谢强度小,生长缓慢,推迟成熟^[7];低磷处理的转化酶活性成熟期>团棵期,说明磷素供应不足将推迟烟株正常成熟;其余处理的转化酶活性在各生育期的变化情况与硝酸还原酶的变化规律大体一致。缺钾处理酶活性一直最高,说明受到钾素营养胁迫,碳代谢加速,碳水化合物的合成、分解、运转加剧,有加快烟株生育进程的趋势。磷钾素不足造成的营养不协调使烟株的碳代谢也不协调,低磷水平有制约碳代谢的趋势,而低钾水平则有加速碳代谢的趋势。

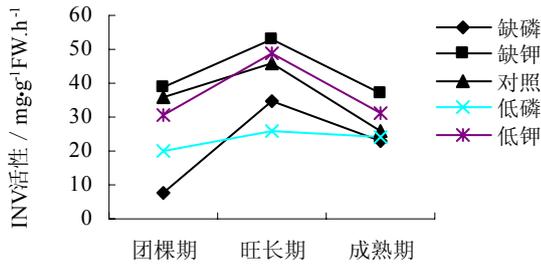


图 2 磷钾施肥对各生育时期叶片中 INV 活性的影响

2.3 磷钾施肥对晒红烟叶片中 NR/INV 活性比的影响

烟草叶片在生长发育过程中, 碳代谢与氮代谢只有协调进行, 才有利于烟草品质的提高。史宏志研究发现^[6], NR/INV 活性比可以作为衡量烟株体内碳、氮代谢水平的一个重要参考指标。通过对烟草叶片生长发育过程中 NR/INV 比值变化规律的研究, 可以深入探讨烟草碳氮代谢状况, 对于揭示优质烟叶形成的生理基础和生产中采取有效措施调节碳氮代谢平衡, 改善烟草品质具有实际意义。

由图 3 可知, 在旺长期以前, 与对照相比, 缺磷处理和低磷处理 NR/INV 比值较大, 说明在这一时期氮代谢占绝对优势, 而碳代谢的能力相对较弱。钾素缺乏对 NR/INV 比值的影响不明显。

2.4 磷钾施肥对晒红烟叶片中叶绿素含量的影响

烟草叶片叶绿素含量的高低是反映叶片光合性能强弱的重要指标^[9], 它直接关系到光合碳固定生成有机物。从图 4 可以看出, 各处理叶绿素含量

的总体变化趋势是随生育期的推移而递减, 团棵期叶绿素含量最高, 旺长期叶绿素含量比团棵期略有降低, 成熟期叶绿素含量迅速降低, 这与烤烟的研究结果相一致。与对照相比, 缺磷处理的叶绿素含量在团棵期极低, 成熟期居高不下, 叶片褪绿迟, 不能正常成熟。

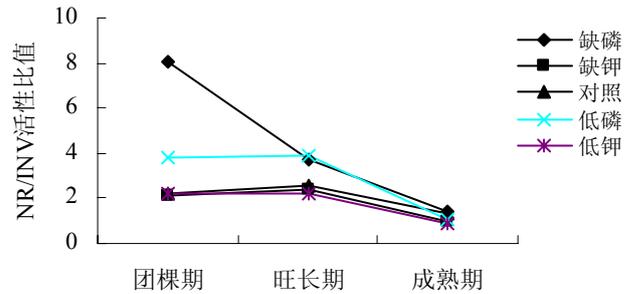


图 3 磷钾施肥对各生育时期叶片中 NR/INV 活性比的影响

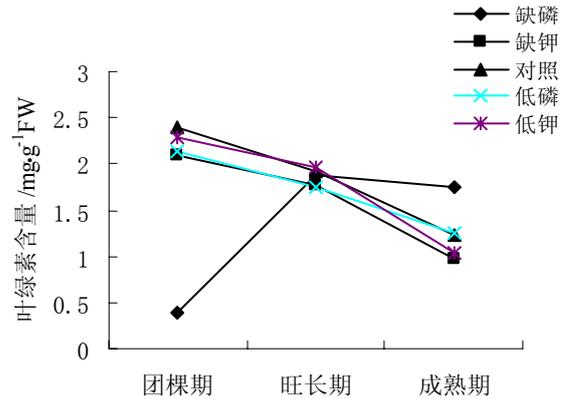


图 4 磷钾施肥对各生育时期叶片中叶绿素含量的影响

表 1 磷钾施肥对不同生育时期晒红烟叶片 Fv/Fo 和 Fv/Fm 值的影响

处理 N: P ₂ O ₅ : K ₂ O	Fv/Fo			Fv/Fm		
	团棵期	旺长期	采收时	团棵期	旺长期	采收时
1:0:2.5 (缺磷)	1.284c	4.865d	0.500a	0.546b	0.820a	0.333a
1:2:0 (缺钾)	4.469a	6.600b	0.257b	0.811a	0.843a	0.204b
1:2:2.5 (对照)	4.539a	8.958a	0.222b	0.814a	0.899a	0.180b
1:1:2.5 (低磷)	3.002b	5.122c	0.220b	0.737a	0.828a	0.170b
1:2:1 (低钾)	3.497b	5.853c	0.276b	0.774a	0.833 a	0.216b

注: 每列数字后字母不同表示差异达到 5% 显著水平 (LSD 法)。

2.5 磷钾施肥对晒红烟叶片荧光特性的影响

可变荧光(Fv)与固定荧光(Fo)的比值(Fv/Fo), 可代表光系统 II (PSII) 潜在活性, 而 Fv 与最大荧光 (Fm) 的比值 (Fv/Fm) 可代表 PSII 的最大光化学效率^[10]。磷、钾营养是提高叶片光合作用和同化产物输送的重要矿质元素^[11]。由表 1 可以看出, 在

旺长期以前 Fv/Fo 和 Fv/Fm 的变化趋势基本一样, 都是对照大于其它处理, 而缺钾处理和低钾处理又大于缺磷处理和低磷处理。

3 结论与讨论

(1) 在氮用量相同的情况下, 磷、钾缺乏易导致硝酸还原酶 (NR) 活性、转化酶 (INV) 活性

和叶绿素含量下降,但缺钾处理的 NR 活性、INV 活性却高于对照。在旺长期以前,磷肥缺乏的处理 NR/INV 比值较大,说明在这一时期氮代谢占绝对优势,而碳代谢的能力较微弱,烟株碳氮代谢失调。这是因为磷参与烟株体内碳水化合物代谢,磷酸从光合作用一开始就参与 CO₂ 的固定和光能转变为化学能的作用。烟株在生育期间,特别在生育前期,由于磷素供应不足,限制了烟株的光合磷酸化作用,也就限制了光合作用的最初产物—糖的合成,进一步影响合成蔗糖、淀粉、纤维素等。

(2) 由于磷、钾肥的缺乏造成的营养不协调,使叶片硝酸还原酶活性、转化酶活性和叶绿素含量在生育期内不能按照优质烟叶的要求变化,这在一定程度上反映了叶片碳氮代谢不协调的状况,不利于烟叶的适时成熟采收,进而影响烟叶的品质。总体看来,在湖南烟区黄壤土上, N:P₂O₅:K₂O=1:2:2.5 在烟株整个生育期中硝酸还原酶活性、转化酶活性和叶绿素含量的变化相对较为合理。

(3) 磷、钾肥缺乏导致烟株光系统 II (PSII) 潜在活性 (Fv/Fo) 和 PSII 的最大光化学效率 (Fv/Fm) 降低,说明磷肥和钾肥都能增强烟株的光合作用,磷素和钾素缺乏都能影响植株的光合作用,并且磷素缺乏的影响程度要大于钾素缺乏的影响程度。试验结果表明,磷、钾肥对 Fv/Fo 和 Fv/Fm 值均具有明显的调控效应,适当增加磷肥和钾肥能使 PSII 及其光化学效率提高,有利于光合色素把所捕获的光能以更高的速度和效率转化为化学能,从

而为碳同化提供更加充分的能量,有利于光合速率的提高。

参考文献

- [1] Holden M, Piric N W. A report at the Cong Inern Biochim Resumes Communs[C].1Paris, 1952.
- [2] 胡国松. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000, 121-123.
- [3] 王波. 对提高潍坊地区烟叶含钾量的思考[J]. 中国烟草科学, 1998 (3): 21-22.
- [4] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [5] Genty B, Briantais J M, Baker N R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and photochemical quenching of chlorophyll fluorescence[J]. Biochim Biophys Acta, 1989, 900: 87-92.
- [6] 史宏志, 韩锦峰. 烤烟碳氮代谢几个问题的探讨[J]. 烟草科技, 1998 (2): 34-36
- [7] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海: 上海远东出版社, 1993: 272-273.
- [8] Kaiser W. M, Brendle-Behnisch E. Rapid modulation of spinach leaf nitrate reductase activity by photosynthesis [J]. Plant Physiol, 1991, 96: 363-367.
- [9] 刘雪松, 刘贞琦, 赵振刚, 等. 烟草生育期光合特性的变化[J]. 烟草学刊, 1991 (2): 23-29.
- [10] 张其德, 卢从明, 张群, 等. 不同氮素水平下 CO₂ 倍增对大豆叶片荧光诱导动力学参数的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3 (1): 24-30.

(责任编辑 迟立鹏)