

有机酸对烤烟生长发育及生理代谢的影响

杜 君¹, 介晓磊^{1,2}, 刘世亮¹, 王维超³, 王雪芬³, 化党领^{1*}

(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;

3. 襄城县烟草公司, 河南 襄城 461700)

摘要: 采用盆栽的方法, 研究了不同有机酸对烤烟生长发育及生理代谢的影响。结果表明, 在烟株生长前中期, 苹果酸、油酸和腐殖酸能明显促进烟株的生长发育, 提高硝酸还原酶活性及蔗糖转化酶活性。而在生长后期, 苹果酸和油酸能明显促进叶绿素降解, 并降低硝酸还原酶活性和游离氨基酸总量。腐殖酸能明显提高类胡萝卜素含量, 同时降低蔗糖转化酶活性。可见, 有机酸在前中期有利于氮代谢, 后期则能实现烤烟适时从氮代谢向碳代谢的转化。

关键词: 烤烟; 有机酸; 生长发育; 生理代谢

中图分类号: S572 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2008)02-0035-04

Effects of Different Organic Acids on Growth and Physiological Metabolism of Flue-cured Tobacco

DU Jun¹, JIE Xiao-lei^{1,2}, LIU Shi-liang¹,

WANG Wei-chao³, WANG Xue-fen³, HUA Dang-ling^{1*}

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

2. Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China;

3. Xiangcheng Tobacco Company, Xiangcheng 461700, China)

Abstract: The pot trial was conducted to systematically study the effects of different organic acids on the growth and physiological metabolism of flue-cured tobacco. The main results were as follows: In early and mid growing stages, the three organic acids (malic acid, oleic acid and FA) could obviously promote the growth and development of flue-cured tobacco and increase the activities of nitrate reductase and invertase in tobacco leaves, which was in favor of N metabolism. In later growing period, malic acid and oleic acid could obviously decrease the content of leaf chlorophyll, the activities of nitrate reductase and the content of the free amino-acids of tobacco leaves, while FA could remarkably promote the content of carotenoid and decrease the activities of invertase in tobacco leaves, which was in favor of C metabolism.

Key words: Flue-cured tobacco; Organic acid; Growth; Physiological metabolism

烟草是我国重要的经济作物之一, 种植面积和总产量居世界第 1 位。我国烟田过去由于长期单施化肥, 忽视有机肥的施用, 造成了烟田土壤板结、有机质含量下降, 烟叶中各种营养元素比例失调、香气不足以及化学成分不协调等。近年来, 有机营养对

提高烟叶品质的作用又被重新重视。烟草工作者通过试验, 研究了不同种类有机肥与化肥配施对烤烟生长发育、抗病性及营养代谢的影响。并对如何提高烟叶的品质做了大量的研究工作, 取得了一定的成效。目前人们又开始重视有机酸营养对烤烟生长

收稿日期: 2007-09-04

基金项目: 河南省烟草公司重点项目(HYKJ200203)

作者简介: 杜 君(1978-), 男, 河南鹿邑人, 硕士, 主要从事土壤与植物营养研究。

通讯作者: 化党领(1964-), 男, 河南方城人, 副教授, 博士, 主要从事土壤肥力与植物营养研究。

发育及品质影响的研究。国内外研究表明,某些有机酸在低浓度下对作物的生长可产生积极的影响。关于有机酸对烤烟生长发育等方面的影响,研究报道比较多的是腐殖酸对烤烟生长发育及烟叶品质的影响^[1~5],而其他有机酸还包括苹果酸、柠檬酸、乳酸、丙二酸等^[6~8]。本试验选用效果较好的苹果酸、油酸和腐殖酸作为研究对象。在前人研究的基础上进一步研究有机酸对烤烟的生长发育、生理代谢及营养代谢等方面的影响。以期揭示有机酸对烤烟生理代谢及营养代谢的作用规律,为合理施用有机肥,提高烟叶品质提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

在河南农业大学资源与环境学院网室,采用盆栽的方法进行试验。供试烤烟品种为 NC89,有机酸为苹果酸、油酸、腐殖酸(黄腐酸 fulvic acid,缩写 FA)。供试土壤类型为普通褐土,质地中壤,土壤理化性质:有机质 11.3 g/kg,碱解氮 85.6 mg/kg,速效磷(P_2O_5) 10.2 mg/kg,速效钾(K_2O) 117.9 mg/kg。

1.2 试验方法

试验设 4 个处理,即处理 1:对照,不施有机酸;处理 2:苹果酸 5 g/盆;处理 3:油酸 5 g/盆;处理 4:腐殖酸 5 g/盆。每处理 10 次重复,共 40 盆,每盆种植 1 株烟草,各处理随机排列,于 2006 年 4 月底移栽,并进行统一管理。

塑料盆直径 25 cm、高 30 cm,每盆装土 15 kg。塑料盆底用 0.071 mm 尼龙筛网覆盖,上面加盖 2 cm 厚细砂,然后将土壤同肥料充分混匀后装盆,装土容重 $1.20 g/cm^3$,选取健壮的五至七叶龄的烟株幼苗进行移栽,烟苗外围 7 cm 处理置 2 个直径 2.5 cm、长 25 cm 的多孔塑管,管四周与底部用 0.071 mm 筛网包裹,管上口加盖橡皮塞,从此管内浇水。

盆栽试验中所用肥料为 NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , K_2SO_4 , KNO_3 , $ZnSO_4$, H_3BO_3 。每盆施用纯氮量为 2.5 g(折合 0.17 g/kg 土),氮磷钾的比例为 1:1:3,氮肥基追比为 7:3,钾肥基追比 6:4,团棵期追肥。每盆施用肥料量为:腐熟芝麻饼肥 50 g, NH_4NO_3 4.89 g, KH_2PO_4 4.79 g, K_2SO_4 6.87 g,追肥为 KNO_3 5.36 g。另外,每盆施用微量元素肥料, $ZnSO_4$, H_3BO_3 分别为 0.2 g 和 0.1 g。各种肥料均采用分析纯试剂。有机酸与土壤均匀混合后做为基肥施

用,每盆 5 g(折合 0.33 g/kg 土)。

1.3 调查与测定项目

装盆前取基础土样,风干过筛,测定土壤的基本理化性质。土壤的主要理化性状为有机质、碱解氮、速效磷、速效钾,并由此决定施肥量。

调查烟草主要生育期(团棵期、旺长期、圆顶期)的株高、长势、长相等生物学特征。并分别在主要生育期采收中部的新鲜叶片,采样时叶位统一,用于测定生理生化指标,即叶绿素含量、硝酸还原酶活性、蔗糖转化酶活性。用于生理生化指标测定的另一半鲜样放入烘箱中 90 °C 下杀青 15 min, 65 °C 烘干后粉碎过 0.45 mm 筛,测定游离氨基酸总量和淀粉含量。成熟期测定根系体积、根干重、根系活力。

有机质含量用浓硫酸—重铬酸钾氧化滴定法测定^[9];碱解氮用碱解扩散法测定^[9];速效磷用 0.5 mol/L $NaHCO_3$ 浸提—钼兰比色法测定^[9];速效钾用 1 mol/L NH_4OAc 浸提—火焰光度法测定^[9]。叶绿素用乙醇提取,分光光度法测定^[10];硝酸还原酶(NR)用磺胺比色法测定^[10];转化酶用 3,5—二硝基水杨酸法测定^[10];根系活力用氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定^[10]。游离氨基酸总量用茚三酮溶液显色法测定^[10];淀粉用盐酸水解总糖残渣,3,5—二硝基水杨酸显色法测定^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同有机酸对烤烟不同生育期生长发育的影响

2.1.1 对烤烟不同生育期农艺性状的影响 从表 1 可以看出,3 种有机酸在农艺性状各项指标中,与对照相比,均表现出显著差异,但对各指标的影响程度不同。有机酸在烟株生长的前中期均能显著增加叶片数,其中苹果酸的效果最佳,腐殖酸次之;株高和茎围方面,有机酸在整个生育期均能显著地起促进作用,其中,在烟株生长前中期以苹果酸的效果最好;苹果酸和腐殖酸能在烟株生长的中后期显著地促进叶面积的增加。整体上看,有机酸能有效地促进烟株的生长,其中,苹果酸的效果最佳,腐殖酸次之。

2.1.2 对烤烟成熟期根系发育的影响 表 2 结果表明,3 种有机酸处理对烤烟根系的影响无论从根体积、根干重还是从根系活力上看均显著优于对照处理,说明 3 种有机酸能显著促进烟草根系的发育,其中,腐殖酸能明显增大根体积、增加根系干重。苹果酸处理对根系活力的影响最大。可能是由于苹果酸是低分子有机酸,对根系微环境影响较大,它能络合溶解根际中磷等矿质元素,从而增加了养分的有

表 1 不同有机酸对烤烟农艺性状的影响

生育期	处理	叶数 (片)	株高 (cm)	茎围 (cm)	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)	最大叶面积 (cm ²)
团棵期	CK	13.70c	18.75c	3.98c	35.25b	19.94a	452.31b
	苹果酸	14.90a	20.55a	4.31a	35.55b	19.85ab	454.10b
	油酸	14.38b	19.69b	4.11b	35.94ab	19.90ab	460.24a
	腐殖酸	14.89a	20.13ab	4.23ab	36.11a	19.30b	448.47b
旺长期	CK	20.20c	68.75c	5.94c	46.20c	24.57c	730.46c
	苹果酸	22.00a	80.79a	7.03a	52.72ab	28.28a	959.41a
	油酸	19.57bc	76.17b	6.22b	50.43b	26.78b	869.06b
	腐殖酸	20.50b	74.33b	7.21a	53.00a	26.69b	910.28b
圆顶期	CK	19.33a	80.67c	8.00c	48.00c	23.67c	731.12c
	苹果酸	18.67b	90.13ab	9.45a	55.06b	28.83b	1021.48b
	油酸	18.90b	89.50b	8.75b	55.17b	29.14a	1034.53b
	腐殖酸	19.40a	90.60a	9.57a	57.00a	28.80b	1056.37a

注: 同一时期每一列数字后有不同字母者表示差异达5%显著水平。下同

效性。即对养分的化学活化作用较强, 从而更能促进根系对营养物质的吸收。从整体上看, 苹果酸处理烟株的根系活力最大; 腐殖酸处理烟株根体积和根干重最大。

表 2 不同有机酸对烤烟根系特征的影响

处理	根体积 (cm ³)	根鲜重 (g)	根干重 (g)	根系活力 [μg/(g·h)]
CK	60c	80.07c	29.60c	70.09c
苹果酸	118b	117.13b	50.95b	112.00a
油酸	130b	131.53b	54.33b	91.94b
腐殖酸	280a	260.28a	75.05a	102.75b

由以上结果可以看出, 3 种有机酸能有效促进烟株的生长发育, 其中苹果酸能显著促进烟株地上部的生长, 腐殖酸则能显著促进烟株根系的发育。

2.2 不同有机酸对烤烟不同生育期主要生理生化特性的影响

2.2.1 对烤烟不同生育期叶绿素和类胡萝卜素含量的影响 图 1 表明, 旺长期, 苹果酸和腐殖酸处理烟叶叶绿素含量高于对照处理, 以苹果酸较为明显。而油酸处理与对照相比则差异不明显。生长后期, 各处理烟叶中叶绿素含量急剧下降, 与对照相比, 苹果酸和油酸下降的幅度较大。这说明 3 种有机酸对

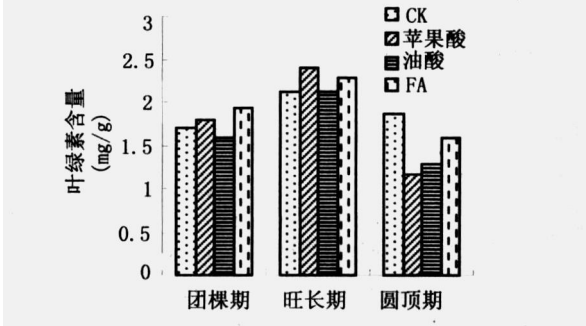


图 1 不同有机酸处理对烤烟中叶绿素含量的影响

烟草生长后期叶绿素降解和成熟落黄有较好的作用, 以苹果酸和油酸的效果较好。

图 2 表明, 旺长期各处理烟叶中类胡萝卜素含量较团棵期明显增加, 其中苹果酸和腐殖酸处理烟叶类胡萝卜素含量略高于对照处理。生长后期类胡萝卜素含量又明显下降, 其中腐殖酸处理下降的最为缓慢。所以施用适量的腐殖酸可使烟草中类胡萝卜素含量相对较高, 对烟叶品质有较好的改善作用。

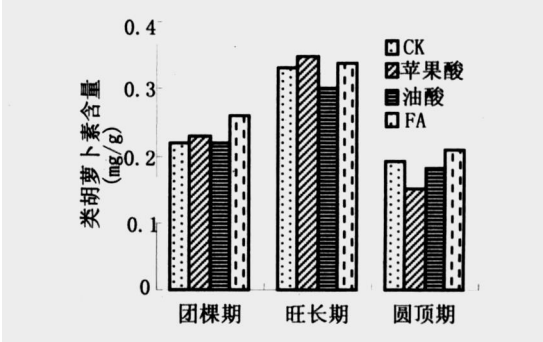


图 2 不同有机酸处理对烤烟中类胡萝卜素含量的影响

2.2.2 对烤烟不同生育期硝酸还原酶活性和游离氨基酸的影响 表 3 表明, 烟株生长前中期特别是旺长期, 有机酸处理的硝酸还原酶活性均显著高于对照处理, 从而使烟株更充分地吸收利用氮素。团棵期苹果酸和腐殖酸处理效果明显, 旺长期油酸处理效果增强。圆顶期, 各有机酸处理的硝酸还原酶活性降低, 以苹果酸和油酸处理降低最明显, 这不仅有利于使烤烟的碳代谢增强, 还有利于烟叶的落黄, 改善烟叶品质。

可见, 施用有机酸在生长前中期有利于氮代谢, 后期又能实现烤烟适时从氮代谢向碳代谢的转变, 即团棵期和旺长期能不同程度地提高硝酸还原酶的活性, 到后期又能降低其活性, 这正符合烟草生产对

氮素的要求。

由表 3 可见, 不同处理烟株中烟叶的游离氨基酸(以氮含量表示)随着叶龄的增长而降低。其中,

在圆顶期各有机酸处理烟叶中游离氨基酸均明显低于对照处理。这表明在烟叶生长后期各有机酸处理烟叶中的氨基酸更多地转化成为能改善烟叶香吃味

表 3 不同有机酸对烟叶中硝酸还原酶活性和游离氨基酸的影响

生育期	处理	硝酸还原酶活性 [$\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$]	游离氨基酸氮含量 (mg/g)	蔗糖转化酶活性 [$\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$]	淀粉含量 (%)
团棵期	CK	9.40c	1.71c	14.52c	7.31a
	苹果酸	14.06a	1.85b	15.26b	6.90b
	油酸	12.83b	1.98b	15.69b	6.81b
	腐殖酸	13.32a	2.10a	17.46a	5.22c
旺长期	CK	10.41d	1.24a	11.38c	23.80a
	苹果酸	12.01c	1.14b	12.17b	21.46b
	油酸	17.31a	1.04b	11.83c	23.36a
	腐殖酸	14.66b	1.24a	13.86a	20.89b
圆顶期	CK	13.36a	1.01a	11.05b	24.44c
	苹果酸	7.65c	0.59c	11.91a	30.01a
	油酸	8.36c	0.66c	11.35ab	29.38b
	腐殖酸	11.75b	0.75b	10.92c	29.61ab

品质的物质。其中, 以苹果酸和油酸处理最显著。
2.2.3 对烤烟不同生育期蔗糖转化酶活性和淀粉含量的影响 整体上, 在旺长期之前, 蔗糖转化酶活性一直较高, 旺长期之后显著降低。而淀粉的含量与转化酶活性的情况正好相反, 随着烟株的生长发育其含量一直升高。这表明烟叶在功能盛期以后由碳的固定和转化代谢向积累代谢转变。

由表 3 可见, 团棵期, 各有机酸处理的蔗糖转化酶活性均高于对照处理, 腐殖酸处理最高。旺长期, 虽然总体上活性降低, 但各有机酸处理的转化活性仍高于对照处理, 仍以腐殖酸处理最高。这与刘世亮等^[12] 水培试验的结果不太一致。圆顶期, 各处理转化酶活性又显著降低, 腐殖酸处理的转化酶活性降低最明显。

前中期腐殖酸处理烟叶的转化酶活性最大, 有利于碳的固定和转化代谢的进行, 而到生长后期, 腐殖酸处理转化酶下降幅度最大, 有利于碳的积累代谢进行。

3 结论

- 1) 3 种有机酸均能促进烟株的生长发育。苹果酸显著促进地上部的生长, 腐殖酸显著促进根系的发育。
- 2) 3 种有机酸有利于促进硝酸还原酶等生理生化特性向着有利于提升烟叶品质的方向转变, 在烟草生长后期对叶绿素降解和成熟落黄有较好的作用, 以苹果酸和油酸的效果最为显著。而腐殖酸则能使烟草中类胡萝卜素含量相对较高。有机酸前中

期有利于氮代谢, 后期又能实现烤烟适时从氮代谢向碳代谢的转变。

参考文献:

[1] 靳志丽, 李雪利, 刘国顺, 等. 腐殖酸对烤烟生理代谢的影响[J]. 河南农业大学学报, 2000, 3(1): 43— 46.
[2] 符云鹏, 甄焕菊, 王新敬, 等. 腐殖酸和生物钾对烤烟的效应研究[J]. 河南农业科学, 1999(8): 14— 15.
[3] 李广才, 李富欣, 王留河. 饼肥和腐殖酸对植烟土壤养分及烤烟生长影响[J]. 烟草科技, 1999(3): 39— 41.
[4] 陆力光, 杨正申, 黄腐酸在旱地烤烟上的应用研究[J]. 中国烟草, 1994(4): 12— 20.
[5] 刘国顺, 靳志丽, 聂新柏. 腐殖酸对土壤环境和烤烟矿质吸收影响的研究[J]. 中国烟草科学 2002(3): 15— 18.
[6] 刘国顺, 朱凯, 武雪萍, 等. 施用有机酸和氨基酸对烤烟生长及氮素吸收的影响[J]. 华北农学报, 2004, 19(4): 51— 54.
[7] 武雪萍, 刘国顺, 朱凯, 等. 施用有机酸对烟草生理特性及烟叶化学成分的影响[J]. 中国烟草学报, 2003, 9(2): 23— 27.
[8] 张秀英, 韩锦峰, 岳彩鹏. 丙二酸对烤烟烟碱含量的影响研究初报[J]. 中国烟草科学, 2002 (3): 23— 24.
[9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[10] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[11] 王瑞新, 韩富根, 杨素勤, 等. 烟草化学品质分析法[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1990.
[12] 刘世亮, 杨振民, 介晓磊, 等. 不同有机酸对烤烟生长发育和生理生化特性的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(5): 248— 252.