

施用有机酸对不同成熟度烤烟 生理代谢和营养代谢的影响

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

(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. 河南襄城县烟草公司, 河南 襄城 461700)

摘 要: 通过盆栽试验, 研究了不同有机酸对不同成熟度烤烟生理代谢与营养代谢的影响。结果表明, 适熟时, 苹果酸、油酸和腐殖酸均能明显降低烟叶中细胞膜脂过氧化程度, 提高烤烟抗衰老能力和抗逆性, 有利于烤烟的生长; 有机酸能不同程度地提高烟叶总糖、还原糖和烟碱含量, 其中, 苹果酸还能明显提高中部和下部叶中 K 素含量; 过熟时, 油酸处理烟叶的抗逆性明显增强; 同时苹果酸和腐殖酸能明显提高上部叶 K 素的含量, 苹果酸和油酸能明显提高总糖和还原糖的含量, 而油酸则能明显降低淀粉和烟碱的含量。

关键词: 烤烟; 有机酸; 成熟度; 生理代谢; 营养代谢

中图分类号: S572.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)04-0059-06

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一位。河南烤烟属浓香型烤烟, 主要表现为烟叶抗衰老能力强、耐成熟性好, 而且油分多香气充足。但近 20 年来, 由于长期单施化肥而忽视了有机肥, 造成了烟田土壤板结、有机质含量下降, 从而使得烟叶油分降低、化学成分比例失调、耐成熟性差等。目前在采收过程中普遍存在“下部采过, 中部采生, 上部采青”现象。虽然从十多年前就提倡大力改进成熟度, 而迄今只改进了一小步, 减少了青烟, 距真正成熟度要求还有很大距离。所以, 成熟度是影响我省乃至我国烟叶香气等方面进一步提高的关键因素, 提高烟叶的成熟度仍然是面对的主要质量问题^[1]。国内外对烤烟成熟度的研究已有较多报道^[2~9], 但多集中在不同成熟度条件下鲜烟叶的生理变化、细胞组织结构和成熟标准的研究, 而有机营养对烟叶成熟度的影响研究很少。为此, 本研究在前人研究的基础上, 主要探讨了不同有机酸^[10, 11]对烤烟不同成熟度条件下生理代谢与营养代谢的影响, 即探讨通过施用不同有机酸来提高烟叶的耐成熟性, 从而改善烟叶品质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

采用网室盆栽的方法, 供试作物品种烤烟 NC89, 供试土壤类型为普通褐土, 质地中壤。土壤

有机质 11.3 g/kg, 碱解氮 85.6 mg/kg, 速效磷 P₂O₅ 10.2 mg/kg, 速效钾 K₂O 117.9 mg/kg。

1.2 试验设计

1.2.1 试验处理 试验设 4 个处理, 每处理 10 个重复。处理 1 为对照, 不施有机酸; 处理 2 施苹果酸; 处理 3 施油酸; 处理 4 施腐殖酸。各有机酸与土壤均匀混合后做为基肥施用, 每盆 5 g。

1.2.2 施肥背景与盆栽管理 盆栽试验中所用背景肥料均采用分析纯试剂: NH₄NO₃、KH₂PO₄、K₂SO₄、KNO₃、ZnSO₄、H₃BO₃。每盆施用纯氮量为 2.5 g (浓度 0.17 g/kg 土), 氮磷钾的比例是 1:1:3, 氮肥基追比为 7:3, 钾肥基追比 6:4, 团棵期追肥。每盆装盆时实际施用肥料量为: 腐熟芝麻饼肥 50 g, NH₄NO₃ 4.89 g, KH₂PO₄ 4.79 g, K₂SO₄ 6.87 g, 追施 KNO₃ 5.36 g, 施用微肥 ZnSO₄ 0.2 g, H₃BO₃ 0.1 g。各种肥料与土壤充分混合后装盆, 装土容重 1.20 g/cm³。

塑料盆直径 25 cm, 高 30 cm, 每盆装土 15 kg。塑料盆底用 200 目尼龙筛网覆盖, 上面加盖 2 cm 厚细砂, 然后将土壤同肥料充分混匀后装盆, 选取健壮的 6~7 叶龄的烟株幼苗移栽 1 株, 盆中央定植, 烟苗两边 7 cm 处各埋一支直径 2.5 cm、长 25 cm 的多孔塑料管, 管四周与底部用 200 目筛网包裹, 管上口加盖橡皮塞, 经此管浇水。

1.3 测定方法

不同成熟度分欠熟、适熟和过熟三个时期, 分别

收稿日期: 2007-09-03

基金项目: 河南省烟草公司重点项目; “河南省优质烤烟营养条件与烟叶品质相互关系研究” (HYKJ200203)

作者简介: 化党领 (1964—), 男, 河南方城人, 博士, 副教授, 主要从事土壤肥力与植物营养研究。E-mail: collegehua@163.com。

通讯作者: 介晓磊 (1963—), 河南临颖人, 博士, 教授, 主要从事土壤与植物营养工作。

采取各处理上、中、下部叶的新鲜叶片,要求叶位一致。所采一半鲜样用于测定生理指标,另一半在烘箱中 90℃ 下杀青 15 min,65℃ 下烘干,粉碎过 40 目筛后以测定烟叶中的化学成分。

土壤有机质含量用浓硫酸—重铬酸钾氧化滴定法^[12];碱解氮用碱解扩散法^[12];速效磷用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提—钼兰比色法^[12];速效钾用 1 mol/L NH₄OAc 浸提—火焰光度法^[12]。超氧化物歧化酶(SOD)用化学发光法^[13];丙二醛(MDA)用硫代巴比妥酸法^[13]。SOD 和 MDA 含量均为鲜重含量。植株中的全氮用凯氏定氮法测定^[12];全磷用钒钼黄比色法测定^[12];全钾用火焰光度计法测定^[12];烟碱含量用盐酸提取活性炭脱色法测定^[14];总糖、还原糖用水浸提,3,5—二硝基水杨酸显色法测定^[14];淀粉用盐酸水解总糖残渣,3,5—二硝基水杨酸显色法测定^[14]。

2 结果与分析

2.1 不同有机酸对烤烟不同成熟度中部叶两个衰老相关的生理指标的影响

2.1.1 不同有机酸对烤烟不同成熟度中部烟叶超氧化物歧化酶活性的影响 超氧化物歧化酶(SOD,活性以酶单位 u 表示)活力大小与植物抗逆性及抗衰老关系密切^[15]。采取中部叶片且各处理采样叶位严格一致。从表 1 可以看出,不同有机酸处理在不同成熟度时烟叶中 SOD 活性变化的程度不同。进行方差分析和 LSD 多重比较,结果见表 1。

总体上,无论是欠熟、适熟或过熟,各有机酸处理烟叶中的 SOD 活性均显著高于对照。其中,在欠熟和适熟时,以腐殖酸和油酸处理的 SOD 活性较高。过熟时,与对照相比,油酸处理 SOD 活性最高,苹果酸和腐殖酸次之。与适熟相比,各有机酸处理 SOD 活性明显降低,腐殖酸处理降低的幅度最大,油酸处理降低的幅度最小。

综上可以得出,三种有机酸能显著提高烟叶的抗衰老能力。适熟时,油酸和腐殖酸对烟叶的抗衰老能力较强。过熟时,油酸处理最强。

2.1.2 不同有机酸对烤烟不同成熟度中部烟叶丙二醛含量的影响 作物在器官衰老或在逆境条件下,往往发生膜氧化作用,丙二醛(MDA)含量的高低可以表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件的反应强弱^[15]。从表 1 可以看出,整体上看,随着成熟度提高,各处理烟叶中的 MDA 含量也随之上升,只是增幅大小不同。这与前人研究结果一致。

欠熟时,有机酸处理烟叶中 MDA 含量均明显

低于对照处理。从欠熟到适熟,各处理烟叶中 MDA 的含量均表现出不同程度提高,说明其烟叶中细胞膜脂过氧化程度有所提高。适熟时,各有机酸处理烟叶中 MDA 含量也均低于对照,以腐殖酸处理含量最低。说明在烟叶达到生理成熟时,腐殖酸能提高烟叶的耐成熟性。过熟时,各有机酸处理烟叶中 MDA 含量也均明显低于对照。从适熟到过熟,苹果酸和腐殖酸处理烟叶中 MDA 含量表现出不同程度提高,说明其烟叶中细胞膜脂过氧化程度有所提高。而油酸处理烟叶中 MDA 含量有所下降,说明其烟叶中细胞膜脂过氧化程度又有所缓解,表现出耐成熟性较强。

表 1 不同有机酸处理对中部烟叶中 SOD 和 MDA 含量的影响

Table 1 Effect of different organic acids on contents of SOD and MDA in tobacco leaves			
成熟度 Maturity	处理 Treatments	SOD (u/g)	MDA (μ mol/g)
欠熟 Pre-ripe	CK	37.55d	42.85a
	苹果酸 Malic acid	43.43c	41.08b
	油酸 Oleic acid	61.02b	39.23c
	腐殖酸 Humic acid	75.54a	40.02bc
适熟 Ripe	CK	110.67c	49.83a
	苹果酸 Malic acid	118.16b	48.15b
	油酸 Oleic acid	134.28a	47.73c
	腐殖酸 Humic acid	136.79a	45.04d
过熟 Over-ripe	CK	90.55c	54.13a
	苹果酸 Malic acid	109.01b	52.02b
	油酸 Oleic acid	113.82a	40.59d
	腐殖酸 Humic acid	107.44b	48.27c

注:不同字母表示差异达 5%显著水平。
Note: Different letters mean significant differences at 5%.

综上可以得出,适熟时,腐殖酸能相对降低烟叶中细胞膜脂过氧化程度,提高烟叶的耐成熟性。过熟时,油酸对烟叶的耐成熟性增强。

2.2 不同有机酸对不同成熟度中部叶烤后有机内含物含量的影响

2.2.1 不同有机酸对不同成熟度烤后烟叶中总糖和还原糖含量的影响 一般来说,糖含量高,可以提高香味,增加可燃性,品质越好。从表 2 中水溶性总糖和还原糖含量分析,适熟时,各有机酸处理总糖含量明显高于对照处理,油酸处理的还原糖含量明显

高于对照处理,其它处理还原糖含量与对照相比差异不显著。过熟时,从表 2 中还可以看出,各有机酸处理中无论是总糖含量还是还原糖含量均高于对照处理。过熟时各有机酸处理与适熟时相比,各有机酸处理的总糖含量均增加,其中油酸处理增加的幅度最大,苹果酸和腐殖酸处理次之。各有机酸处理的还原糖含量也均增加,其中苹果酸处理增加的幅

度最大,油酸和腐殖酸处理次之。

综上可以得出,适熟时,有机酸能明显提高烟叶中水溶性总糖和还原糖的含量。过熟时,有机酸处理烟叶的水溶性总糖和还原糖含量均有所提高,其中,油酸处理明显提高烟叶中水溶性总糖的含量,苹果酸处理明显提高烟叶中还原糖的含量。

表 2 不同有机酸处理对烟叶中总糖、还原糖、淀粉和烟碱含量的影响

Table 2 Effects of different organic acids on contents of total sugar, reducing sugar, starch and nicotine in tobacco leaves					
成熟度 Maturity	处理 Treatments	总糖 Total sugar (%)	还原糖 Reductive sugar (%)	淀粉 Starch (%)	烟碱 Nicotine (%)
适熟 Ripe	CK	7.86 _c	7.53 _b	29.81 _b	0.56 _c
	苹果酸 Malic acid	8.65 _a	7.32 _b	29.84 _b	0.73 _{bc}
	油酸 Oleic acid	8.49 _{ab}	8.25 _a	30.20 _a	0.91 _b
	腐殖酸 Humic acid	8.35 _b	7.49 _{bc}	29.50 _b	1.29 _a
过熟 Over-ripe	CK	7.70 _c	7.41 _c	29.63 _b	1.27 _b
	苹果酸 Malic acid	8.78 _b	7.85 _{bc}	29.71 _{ab}	1.28 _b
	油酸 Oleic acid	9.82 _a	8.55 _a	29.79 _{ab}	1.18 _b
	腐殖酸 Humic acid	8.46 _b	7.81 _{bc}	30.00 _a	1.81 _a

2.2.2 不同有机酸对不同成熟度烤后烟叶中淀粉含量的影响 烟叶中淀粉的含量会影响烟叶生长后期的正常落黄,而且容易形成淀粉斑,影响烟叶的外观品质。从表 2 中的淀粉含量看,适熟时,各有机酸处理中,除油酸处理烟叶中的淀粉含量明显高于对照外,其它处理与对照相比无明显差异。过熟时,各处理烟叶中的淀粉含量与适熟时相比,苹果酸和油酸处理有所降低,其中油酸处理降低的幅度较大,而腐殖酸处理与适熟时相比无明显差异。各有机酸处理与对照相比,有所提高但幅度不大。

综上可以得出,过熟时,油酸能降低烟叶中的淀粉积累,而腐殖酸则有利于烟叶中淀粉的转化积累。

2.2.3 不同有机酸对不同成熟度烤后烟叶中烟碱含量的影响 烟碱是烟叶生物碱的主要组成部分。主要影响烟叶的生物强度(劲头),吃味和刺激性。从烟叶烟碱含量(表 2)看,适熟时,各有机酸处理烟叶中的烟碱含量明显高于对照处理,其中,腐殖酸处理>油酸处理>苹果酸处理。过熟时,各处理烟叶中的烟碱含量与适熟时相比均明显提高。各有机酸处理与对照相比,油酸处理明显低于对照处理,腐殖酸处理明显高于对照,而苹果酸处理与对照相比无明显差异。

综上可以得出,过熟时,油酸能明显降低烟叶中烟碱含量,而腐殖酸则使烟叶中烟碱含量提高。

2.3 不同有机酸对烤烟不同成熟度各叶位 N、P、K 含量的影响

2.3.1 不同有机酸对烤烟不同成熟度各叶位 N 素含量的影响 烟叶中氮对烤烟的品质影响很大。氮素适量,烤后烟叶能表现出金黄、橘黄颜色,油份充足、弹性强,优质丰产^[14]。

从图 1 中 N 素含量来看,整体上,无论是适熟还是过熟各处理不同叶位 N 素含量分布趋势大致为上部叶>中部叶>下部叶。

从适熟时各有机酸处理看出,与对照相比,各有机酸处理上部叶中 N 素含量明显高于对照;中部叶 N 素含量苹果酸和油酸处理无明显变化,而腐殖酸处理则有所降低;下部叶 N 素含量腐殖酸和油酸处理有所提高,而苹果酸处理有所降低。这说明,有机酸能明显提高烤烟烟叶中上部叶的 N 素含量,腐殖酸和油酸还能提高下部叶中的 N 素含量。

而对于过熟,与适熟相比,苹果酸处理下部叶 N 素含量增加,而其它叶位变化不明显;油酸处理上部和中部叶 N 素含量有所降低,而下部叶明显增加;腐殖酸处理各叶位 N 素含量增加,特别是中部叶中 N 素含量增加较为明显。这说明,当过熟时,苹果酸和油酸处理能明显提高下部叶中 N 素的含量,腐殖酸能促进中部和下部叶 N 素含量的提高。

综上所述,适熟时,有机酸能明显提高烤烟烟叶中 N 素的含量。其中腐殖酸和油酸处理效果最为显著,苹果酸处理次之。过熟时,腐殖酸能促进中部

叶中 N 素含量,而苹果酸处理能明显提高下部叶中 N 素的含量。

2.3.2 不同有机酸对烤烟不同成熟度各叶位 P 素含量的影响 磷增进烤烟的色泽,增加香味^[16]。从

图 2 中 P 素含量来看,适熟各处理不同叶位 P 素含量分配差异不大,而过熟各处理不同叶位 P 素含量分布趋势大致为上部叶>中部叶>下部叶。

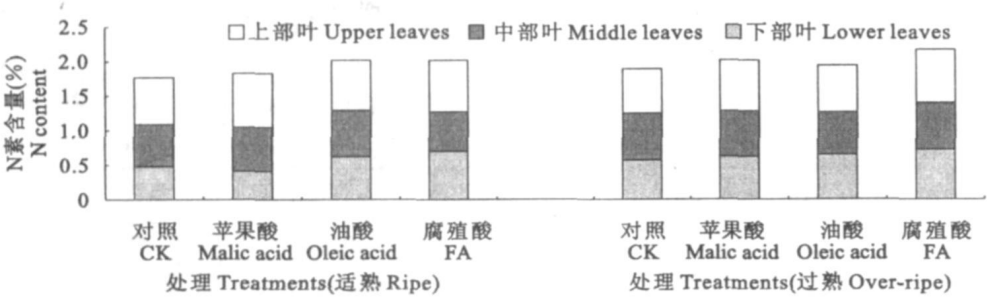


图 1 不同处理下 N 素含量分布
Fig.1 Difference in distribution of nitrogen concentration

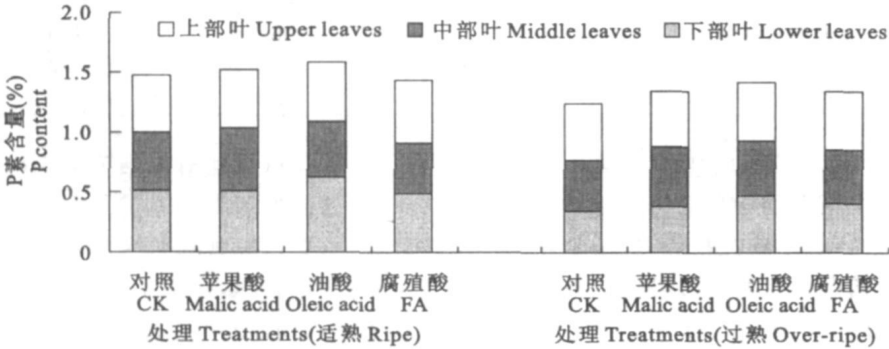


图 2 不同处理 P 素含量分布
Fig.2 Difference in distribution of phosphor concentration

从适熟各有机酸处理可以看出,与对照处理相比,上部叶腐殖酸和油酸处理 P 素含量明显高于对照处理;中部叶苹果酸处理 P 素含量有所增加,而油酸和腐殖酸处理则有所降低;下部叶油酸处理 P 素含量明显增加,而苹果酸和腐殖酸处理变化不明显。而对于过熟,与适熟相比,各有机酸处理下部叶 P 素含量均明显降低,其它叶位变化不明显。

综上得出,适熟时,腐殖酸和油酸能明显提高上部叶中 P 素的含量,同时降低中部叶 P 素的含量。过熟时,各有机酸处理下部叶 P 素含量均明显降低,其上、中部叶变化不明显。

2.3.3 不同有机酸对烤烟不同成熟度各叶位 K 素含量的影响 钾素能改善烟叶的燃烧性,还能降低烟叶中烟碱的含量,从而减少烟气对人体的危害^[17]。从图 3 中 K 素含量来看,整体上,无论是适熟还是过熟各处理不同叶位 K 素含量大致分布趋势是下部叶>中部叶>上部叶。

上部叶中 K 素含量高于对照处理,但差异不显著;中部叶中 K 素的含量也均明显高于对照,苹果酸处理最为显著,油酸和腐殖酸处理次之;下部叶 K 素含量情况与中部叶情况相同。这说明,有机酸能明显提高烤烟烟叶中部和下部叶的 K 素含量,其中苹果酸处理效果最佳,油酸和腐殖酸处理次之。

过熟时,与适熟期相比,苹果酸处理上部叶中 K 素含量增加,而其它叶位则有所降低;油酸处理上部 and 下部叶 K 素含量有所增加,而中部叶有所降低,但与适熟相比变化均不明显;腐殖酸处理上部和中部叶中 K 素含量增加,而下部叶中 K 素含量降低。这说明,当过熟时,苹果酸和腐殖酸处理对烟叶的 K 含量影响较大,苹果酸能明显提高上部叶中 K 素的含量,腐殖酸能明显提高上部和中部叶中 K 素的含量。其中腐殖酸的效果最好。

综上分析,有机酸能显著提高烟叶中部和下部叶 K 素含量,其中苹果酸效果最佳,油酸和腐殖酸次之。过熟时,苹果酸和腐殖酸对烟叶 K 含量影响

较大,苹果酸能明显提高上部叶中 K 素的含量,腐殖酸能明显提高上部和中部叶中 K 素的含量。其中腐殖酸的效果最好。

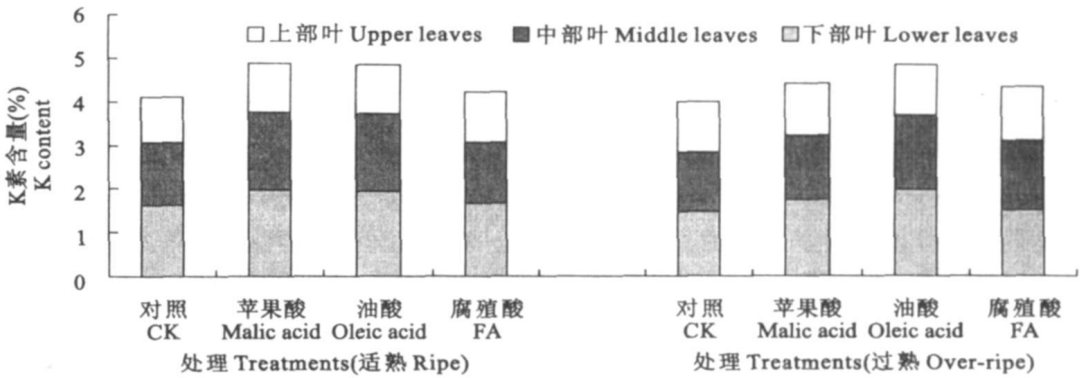


图 3 不同处理 K 素含量分布
Fig.3 Difference in distribution of potassium concentration

3 结 论

1) 三种有机酸能显著提高烟叶的抗衰老能力。适熟时,油酸和腐殖酸对烟叶的抗衰老能力较强。腐殖酸能相对降低烟叶中细胞膜脂过氧化程度,提高烟叶的耐成熟性。过熟时,油酸对烟叶的耐成熟性增强。

2) 腐殖酸和油酸处理能提高各叶位 N 素的含量、上部叶中 P 素含量。苹果酸处理能明显提高中部和下部叶中 K 素含量。过熟时,苹果酸处理能提高上部叶中 K 素含量和下部叶中 N 素含量,腐殖酸处理能明显提高上部叶和中部叶中 K 素含量以及中部叶中 N 素含量。三种有机酸均明显降低下部叶中 P 素的含量,但对上部和中部叶 P 素含量影响较小。

3) 有机酸能明显提高烟叶中总糖和还原糖含量。过熟时,油酸处理明显提高烟叶中总糖含量,苹果酸处理明显提高烟叶中还原糖含量。油酸能明显降低淀粉和烟碱的积累,而腐殖酸则有利于烟叶中淀粉的积累,同时又能使烟叶中烟碱含量提高。

参 考 文 献:

[1] 胡国松,傅建政.目前我国烤烟烟叶质量的若干限制因子[J].中国烟草科学,1999,(4):12-15.
[2] 韩锦峰,汪耀富,林学悟.烤烟叶片成熟度与细胞膜脂过氧化及体内保护酶活性关系的研究[J].中国烟草学报,1994,2(1):20-24.

[3] GopaLam A. Biochemical changes during maturation of flue-cured tobacco I: changes in leaf Pigments [J]. TobRes, 1979, (5): 113-117.
[4] Whitfield D. Changes in the chlorophylls and carotenoids of leaves of nicotiana tabacum during senescence [J]. Phytochemistry, 1974, (13):77-83.
[5] Suggs C W. Effects of tobacco ripeness at harvest on yield, value, leaf chemistry and curing burn utilization potential [J]. Tob Sci, 1986, (30):152-158.
[6] 韩锦峰,宫长荣,高致明.烟草成熟度与叶组织结构及烘烤热反应初探[J].河南农业大学学报,1987,12(4):405-407.
[7] 贾琪光.烟叶生长发育过程中主要化学成分含量与成熟度关系的研究[J].烟草科技,1988,(6):40-43.
[8] 蔡宪杰,王信民,尹启生,等.采收成熟度对烤烟淀粉含量影响的初步研究[J].烟草科技栽培与调制,2005,211(2):38-40.
[9] 孙福山,王丽卿,刘伟,等.烟叶成熟度与烘烤关键指标与烟叶质量关系的研究[J].中国烟草科学,2002,(3):25-27.
[10] 刘世亮,杨振民,化党领,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.
[11] 王利杰,卢红.烟草有机酸研究进展[J].贵州农业科学,2007,35(3):142-144.
[12] 鲍士旦.土壤化学分析[M].北京:中国农业出版社,2000.
[13] 赵世杰.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科技出版社,1998.
[14] 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.
[15] 韩锦峰.烟草栽培生理学[M].北京:中国农业出版社,2003.
[16] 汪邓民,范思锋.钾素对烤烟成熟生理变化及成熟度影响的研究[J].植物营养与肥料学报,1999,5(3):244-248.
[17] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003.

Effects of different organic acids on maturity, physiological and nutrition metabolism of flue-cured tobacco

HUA Dang-ling¹, DU Jun¹, LIU Shi-liang¹, LIU Fang¹, WANG Wei-chao², WANG Xue-fen², JIE Xiao-lei^{1,3}

(1. College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Xiangcheng Tobacco Company, Henan 461700, China; 3. Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China)

Abstract: A pot trial was conducted to systematically study the effects of malic acid, oleic acid and FA on maturity, physiological and nutrition metabolism of flue-cured tobacco. The main results were as follows: During the ripe harvesting time, the three organic acids could obviously reduce velum lipid peroxidation degree of tobacco leaves and could obviously improve the resistance of flue-cured tobacco, which was in favor of promoting the growth of flue-cured tobacco. Simultaneously the three organic acids could improve total sugar, reducing sugar and nicotine contents of tobacco leaves in different degree. Malic acid could obviously increase the K content of the middle and lower stalk position leaves. During the over-ripe harvesting time, in comparison with the ripe harvesting time, malic acid and FA could obviously increase the K content of the upper stalk position leaves. At the same time malic acid and oleic acid could obviously increase total sugar and reducing sugar contents of tobacco leaves. Oleic acid, however, could obviously reduce the starch and nicotine contents of tobacco leaves, and could remarkably strengthen the ability of resisting senescence and raise the ability of resisting adversity.

Key words: flue-cured tobacco; organic acids; maturity; physiological metabolism; nutrition metabolism

(上接第 42 页)

[11] 李发文, 费良军. 膜孔灌单向交汇入渗数学模型研究[J]. 农业工程学报, 2003, (3): 68—71.

[12] 朱兴华. 施肥条件下膜孔自由入渗水、氮运移特性试验研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2006.

[13] 董玉云, 费良军, 穆红文. 肥液浓度对单膜孔入渗 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 运移特性影响的室内试验研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(5): 204—206.

[14] 费良军, 董玉云, 朱兴华. 膜孔单点源肥液入渗湿润体特性试验研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(12): 78—81.

Influence of fertilizer solution concentration on $\text{NO}_3^- - \text{N}$ transport characteristics under single-line interference film hole infiltration

DONG Yu-yun¹, FEI Liang-jun², MU Hong-wen³, REN Jian-min¹

(1. Collge of Civil Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;

2. Institute of Water Resources, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China;

3. Gansu Design Institute of Electric Power, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Based on lab experiment, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration distribution characteristics under single-line interference film hole infiltration with different fertilizer solution concentration were studied. The concentration front transport distance of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ under single-line interference film hole infiltration had the same pattern as the movement of soil wetting front. The concentration front transport distance of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and the maximum value of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration in soil profile increased with the increase of the solution concentration in the same time. The $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration increased with the increase of the solution concentration at the same depth. The subsection function model for $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration distribution characteristics and wetting body depth of film hole center and interference interface center under fertilizer solution infiltration was developed, and the model was verified by measured data. The concentration front transport distance of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and the maximum value of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration increased with the increase of the time in the process of water supply. The concentration front transport distance of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ increased with the increase of the time in the process of redistribution but the maximum value of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration decreased.

Key words: film hole irrigation; single-line interference infiltration; fertilizer solution concentration; $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration distribution