

土壤 pH 值对烤烟叶片生理生化特性的影响

崔喜艳¹ 陈展宇² 张美善² 王思远^{2,*}

吉林农业大学¹ 生物技术学院, ² 农学院, 长春 130118

摘要 烟草生长初期, 超氧化物歧化酶(SOD)活性及丙二醛(MDA)含量与 pH 增长呈正相关, 而过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性则随着 pH 的增加而下降, pH 值 6.5 和 7.5 时叶绿素含量和净光合速率(P_n)较高, 旺长期达到高峰; 生长后期, 各处理的 MDA 含量和 POD 活性最高, SOD、CAT 活性最低。各 pH 值处理的叶片中, 叶绿素含量、 P_n 下降, 比叶重达到高峰, 但 pH 8.5 下的烟叶中叶绿素含量高, P_n 大, 比叶重较小。pH 6.5 和 7.5 下的烟叶中蛋白质和可溶性糖总体含量高于其它 pH 的。烟碱含量在 pH 5.5 时最高, pH 8.5 时最低。

关键词 烤烟; 土壤 pH 值; 膜脂过氧化; 光合特性; 物质含量

Effect of Soil pH on Physiological-biochemical Characteristics in Flue-cured Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Leaves

CUI Xi-Yan¹, CHEN Zhan-Yu², ZHANG Mei-Shan², WANG Si-Yuan^{2,*}

¹College of Biotechnology, ²College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

Abstract In the early growth period of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.), the activity of superoxide dismutase (SOD) and the malonaldehyde (MDA) content had positive correlation with soil pH value. The activities of catalase (CAT) and peroxidase (POD) decreased with the rising of pH value. The chlorophyll content and the net photosynthetic rate (P_n) were higher in leaves treated at pH 6.5 and 7.5, they reached maximum in the vigorous stage. In the late growth stage, the CAT content and the POD activity of each treatment reached maximum, while the activities of SOD and CAT were minimum. The chlorophyll content and the P_n declined and the specific leaf weight reached maximum in the leaves treated with all pH values. The chlorophyll content and the P_n were higher and the specific leaf weight was lower in the leaves treated with pH 8.5. The protein and soluble sugar contents in the leaves treated with pH 6.5 and 7.5 were higher than the other treatments. The nicotine content was the highest in leaves treated with pH 5.5 and was the lowest treated with pH 8.5.

Key words flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.); soil pH value; peroxidation of lipid membrane; photosynthetic characteristics; product content

作为卷烟工业原料的烟叶, 其品质的形成受诸多因素的影响, 土壤酸碱度就是其中之一, 对此已有较多研究^[1~3]。烟叶是栽培烟草的目的产品, 同时又是烟株生长过程中物质同化、转化和积累的主要器官。烟叶在生长过程中的光合特性、物质含量以及一些酶活性的变化直接影响烟叶的颜色、光泽、身份、油分、香气等烟叶品质指标^[4~7]。许多研究^[8~10]表明, 植物在成熟衰老过程中, 膜脂过氧化产物丙二醛(malonaldehyde, MDA)含量随着超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)和过氧化氢酶(catalase, CAT)活性的下降而增加^[11]。异常的 pH 值也是一种环境胁迫^[12], 对生产优质烟叶来说, pH 值过高、过低都不好。本文实验是在吉林省特定的气候条件

下, 采用盆栽土培方法进行的, 以期能为生产优质烟叶选择适宜 pH 值的土壤和采取相应的栽培技术措施等提供参考。

材料与amp;方法

实验材料为烟草(*Nicotiana tabacum* L.)品种“NC89”, 试验在本校试验站进行。盆栽土培, 每盆装土 15 kg, 土壤为黑土, pH 值为 6.8, 缓冲能力较小, 前茬为玉米, 碱解氮含量为 131

收稿 2005-02-01 修定 2005-09-05

资助 吉林省烟草公司项目(9312)。

*通讯作者(E-mail: wsy58125@yahoo.com.cn, Tel: 0431-4531630)。

$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效磷为 $23.1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效钾含量为 $107 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; 施肥量 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ 为 $1:3:3$, 基肥每盆硝酸铵 3 g、磷酸二铵 4 g、硫酸钾 4.4 g, 装盆时一次施入。设置 5 个处理, pH 值分别为 4.5、5.5、6.5、7.5、8.5, 每个处理 10 盆。装盆前用相应的 pH 值水 (pH 4.5、5.5 和 6.5 的水用 HCl 配制, pH 7.5 和 8.5 的水用 NaOH 配制) 将土壤酸碱度调至相应的 pH 值。定植后定时、定量浇相应 pH 值水, 每次浇透, 定期用酸度计测定土壤中的 pH 值, 除此之外常规管理。测定时期为团棵期、旺长期、现蕾期、成熟期, 上午 8:00~8:30 取功能叶 (取样时期的最大叶片)。

SOD 活性用 NBT 法^[13]测定。CAT 活性用 H_2O_2 法测定^[13]。过氧化物酶 (peroxidase, POD) 活性采用愈创木酚法测定^[13]。净光合速率 (net photosynthetic rate, P_n) 用 GXH-305 型红外线 CO_2 分析仪测定^[13]。叶片比叶重用打孔烘干法测定^[14]。取功能叶片近主脉两侧, 打孔 30 片, 于 105°C 下杀青 30 min, 于 75°C 下烘干 1 d, 干燥器中冷至室温时用电天平第 1 次称重, 再于 75°C 下烘干 15 min 后第 2 次称重, 记录结果。MDA 含量测定用硫代巴比妥酸 (TBA) 法^[14]。叶绿素含量测定用 Arnon 法^[13]。蛋白质含量测定用考马斯亮蓝法^[13]。烟碱含量测定用紫外分光光度法^[15]。可溶性糖含量测定用蒽酮法^[13]。

结果与讨论

1 土壤 pH 值对烤烟叶片中 MDA 含量和保护酶活性的影响

图 1 和图 2 显示:

(1) 土壤 pH 值对烟株生长初期的 MDA 含量影响较小; 旺长期和现蕾期, 各 pH 下的烟中 MDA 含量都增加, 但增加幅度不同, 现蕾期, pH 4.5 的 MDA 含量最低, pH 8.5 的最高; 成熟期, 各保护酶活性都下降, MDA 含量急剧上升, pH 4.5 的上升幅度最大, pH 8.5 的上升幅度不大 (图 1)。

(2) 生长初期, 土壤 pH 值大小与烟叶中 SOD 活性呈明显的直线关系, pH 值从 4.5~8.5 间, 烟叶中 SOD 活性也依次增加到最高。团棵期, pH 4.5 的 SOD 活性最低, pH 8.5 的最高; 旺长期, 各 pH 值的叶中 SOD 活性都明显增加, pH 8.5

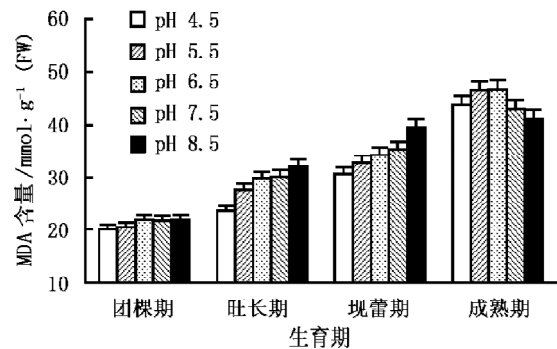


图 1 土壤 pH 值对烤烟叶片 MDA 含量的影响
Fig.1 Effect of soil pH on MDA content of flue-cured tobacco leaves

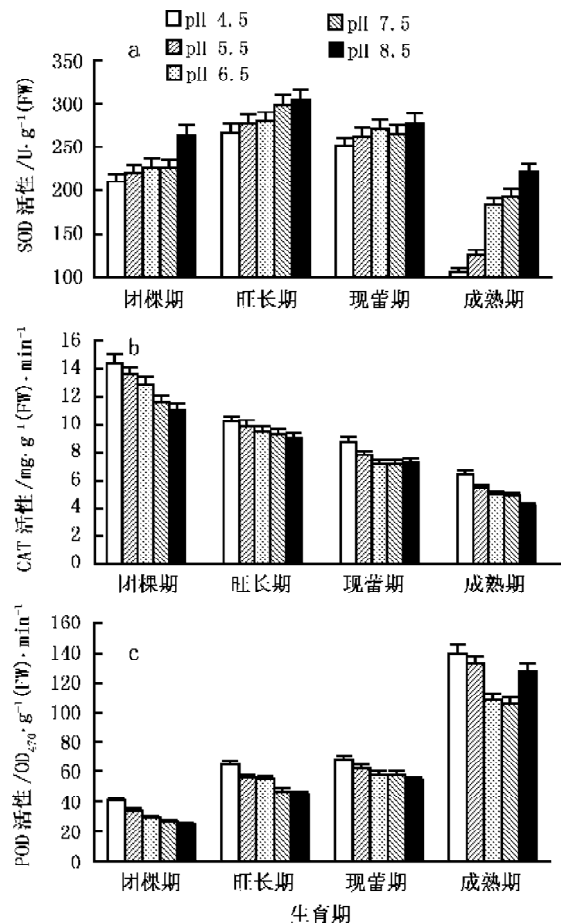


图 2 土壤 pH 值对烤烟叶片 SOD、CAT 和 POD 活性的影响
Fig.2 Effect of soil pH on SOD, CAT and POD activities of flue-cured tobacco leaves

的增加幅度不大; 现蕾期和成熟期, 各 pH 的 SOD 活性呈下降趋势。成熟期, 各处理的 SOD 活性差异最明显, pH 8.5 的活性最大, pH 4.5 的最小

(图2-a)。

(3) 团棵期, CAT 活性最强, 成熟期 CAT 活性最弱, 与各生育期内 MDA 含量正好相反。在同一生育期内, pH 值从 4.5 上升到 8.5, CAT 活性随之降低。该规律不因生育期的不同而发生变化, 都表现为 pH 4.5 的烟叶中 CAT 活性最高, pH 8.5 的最低(图2-b)。

(4) 烟叶内 POD 活性总体上呈上升趋势。从团棵期到现蕾期, 土壤 pH 值与 POD 活性呈线形关系, 即 pH 值越高, 烟叶内 POD 活性越小; 现蕾期, pH 4.5 的 POD 活性最大, pH 8.5 的最小; 成熟期, 各 pH 值的 POD 活性较以前各时期都有增强, 达到最高水平, pH 6.5 和 7.5 最小, pH 4.5 和 5.5 的 POD 活性最大, pH 8.5 的次之(图2-c)。

2 土壤 pH 值对烤烟叶片叶绿素含量、光合速率和比叶重的影响

从表 1、图 3 和图 4 可见:

(1) 不同生长时期, 土壤 pH 值对叶绿素含量的影响显著不同(表 1)。团棵期, 随着 pH 值从 4.5 上升到 7.5, 叶绿素含量呈上升趋势, 但 pH 8.5 较低; 旺长期, 各个 pH 下都显著提高, 是整个生育期最高的; 现蕾期, 各 pH 的叶绿素含量都下降, 甚至低于团棵期水平, 依次为 pH 4.5 < 5.5 < 6.5 < 7.5 < 8.5; 成熟期, pH 值小于 7.5 时, 各处理的叶绿素含量明显下降, pH 值为 8.5 的下降幅度较小。pH 8.5 时, 现蕾期的叶绿素含量达到高峰, 显著高于其它时期。

(2) 土壤 pH 值对烟叶 P_n 的影响因烤烟生育期而异(图 3)。在各生育期内, 各 pH 值烟叶的 P_n 变

化都呈单峰曲线。团棵期, 生长在 pH 6.5 条件下烤烟叶片内 P_n 最大, 其次是 pH 7.5、5.5、4.5, pH 8.5 最小; 现蕾期, 以 pH 7.5 的叶片 P_n 为最大; 成熟期, 各 pH 的烟叶 P_n 明显下降, 但 pH 8.5 的烟叶仍保持较高的 P_n , 为各处理之首。

(3) 在各生育期内, 土壤 pH 值从 4.5 上升到 7.5 时, 比叶重随之增加, pH 8.5 的叶片却明显低于其它处理。生长初期, 团棵期到旺长期, 比叶重增加缓慢。现蕾打顶后, 由于叶片数目不再增加, 营养物质在叶片中迅速积累, pH 5.5~7.5 的各烟叶均表现为比叶重大幅度增加。但 pH 4.5 和 pH 8.5 的增加幅度较小(图 4), 说明土壤过酸或过碱都不利于烟草生长发育。

3 土壤 pH 值对烤烟叶片内物质代谢转化的影响

图 5~7 显示:

(1) 各生育期的蛋白质含量变化总体上表现为单峰曲线(图 5)。旺长期, pH 6.5 的叶片中蛋白质含量最高; 现蕾期打顶后开始逐渐下降; 成熟期, 蛋白质含量降至最低。生长初期, pH 4.5 和 8.5 的蛋白质含量始终较低; 成熟期, pH 8.5

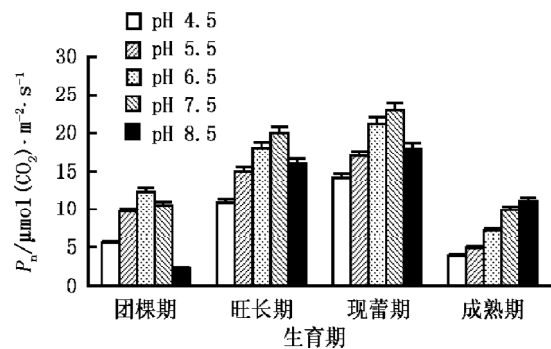


图3 土壤 pH 值对烤烟叶片 P_n 的影响

Fig. 3 Effect of soil pH on P_n of flue-cured tobacco leaves

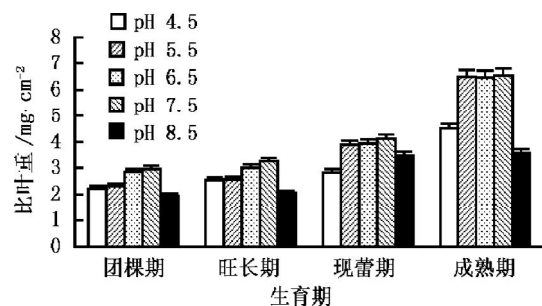


图4 土壤 pH 值对烤烟叶片比叶重的影响

Fig. 4 Effect of soil pH on specific leaf weight of flue-cured tobacco leaves

表1 土壤 pH 值对烤烟叶中叶绿素含量的影响

Table 1 Effect of soil pH on chlorophyll content of flue-cured tobacco leaves

土壤 pH 值	叶绿素含量/mg · g ⁻¹ (FW)			
	团棵期	旺长期	现蕾期	成熟期
4.5	0.532	1.036	0.862	0.178
5.5	0.767	1.044	0.865	0.349
6.5	0.946	1.518	0.912	0.524
7.5	1.017	1.334	0.900	0.542
8.5	0.634	0.933	1.136	1.073

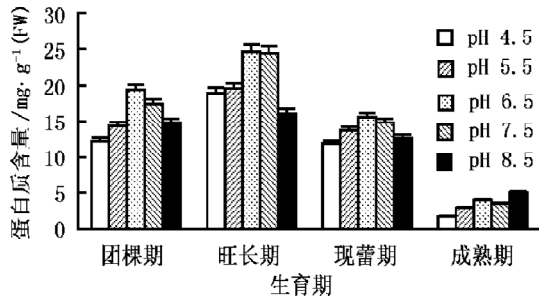


图5 土壤pH值对烤烟叶片蛋白质含量的影响
Fig. 5 Effect of soil pH on protein content of flue-cured tobacco leaves

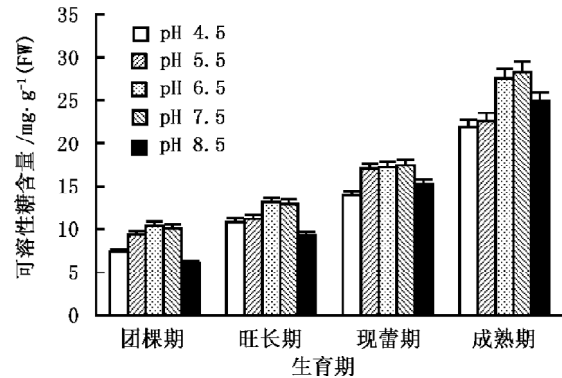


图7 土壤pH值对烤烟叶片可溶性总糖含量的影响
Fig. 7 Effect of soil pH on soluble sugar content of flue-cured tobacco leaves

的最高, pH 4.5 的最低。

(2) 整个生育期间, 生长初期烟碱含量低; 生育后期, 尤其是现蕾打顶后, 迅速增加, 成熟期达到最高(图6)。土壤pH值显著影响烟碱含量。pH为5.5的烟碱含量最高, pH 4.5、6.5和7.5的次之, pH 8.5的最低。

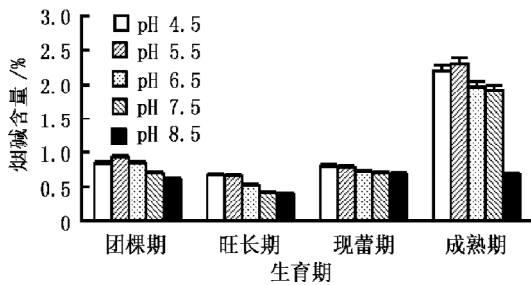


图6 土壤pH值对烤烟叶片烟碱含量的影响
Fig. 6 Effect of soil pH on nicotine content of flue-cured tobacco leaves

(3) pH 6.5~7.5的烟叶糖含量始终较高, 成熟期达到最高。pH值8.5的叶片中糖含量上升较大(图7), 这与 P_n 变化规律是一致的。

土壤pH值对烤烟叶片内保护酶活性和内在质量都有显著影响。这对烟草栽培有一定的指导意义。在偏酸性土壤中种植烟草, 应注重施用氮钾肥, 防止早衰; 在偏碱性土壤中种植烟草, 则应适当控制氮肥的施用, 以防止贪青晚熟, 使其提早成熟。吉林省西部是主要新烟区, 主要问题是烟草香气不足, 叶片颜色偏淡, 烟碱含量低, 这可能与土壤酸碱度偏大有关。

参考文献

- 1 韩锦峰, 陈建军, 王瑞新等. pH值对烤烟物质生产和营养的影响. 中国烟草学报, 1992, 1(2): 37~44
- 2 陈建军, 任永浩, 钟俊周. 根际pH值与烤烟产量和质量的关系研究. 热带亚热带土壤科学, 1996, 5(2): 98~101
- 3 唐莉娜, 刘淑欣, 熊德中等. 调节土壤酸度对烤烟生长和品质的影响. 福建农业大学学报, 1999, 28(1): 71~76
- 4 刘雪松, 刘贞琦. 烟草叶片比叶重净光合速率的变化. 植物生理学通讯, 1991, 27(4): 279~281
- 5 罗海波, 钱晓刚, 何腾兵等. 增施氮肥和环割对烤烟光合速率的影响. 土壤, 2003, 35(3): 259~261
- 6 罗海波, 钱晓刚. 截流(环割)对烤烟光合速率和烟碱含量的影响. 作物杂志, 2002, (5): 14~16
- 7 Van Rensburg L, Krüger GHJ, Krüger H. Assessing the drought-resistance adaptive advantage of some anatomical and physiological features in *Nicotiana tabacum*. Canad Bot, 1994, 72(10): 1445~1454
- 8 韩锦峰, 汪耀富. 干旱胁迫对烤烟化学成分和香气物质含量的影响. 中国烟草, 1994, (1): 35~38
- 9 冉邦定, 刘敬业, 李天福. 烤烟K326成熟期五种酶动态的研究. 中国烟草学报, 1993, 1(4): 13~20
- 10 赵会杰, 宫长荣. 烤烟叶片成熟过程中膜脂过氧化及脂肪酸含量变化的研究. 烟草科技, 1996, 118(3): 32~34
- 11 伍泽堂. 离体小麦叶片衰老过程中酶活性与质膜破坏关系的研究. 西南农业大学学报, 1990, 12(4): 371~373
- 12 张福锁. 环境胁迫与植物营养. 第1版. 北京: 农业出版社, 1993. 1
- 13 邹琦. 植物生理生化实验指导. 北京: 中国农业出版社, 2000
- 14 张宪政. 作物生理研究法. 北京: 农业出版社, 1992. 10
- 15 窦逢科. 烟草品质与土壤肥料. 第1版. 郑州: 河南科学技术出版社, 1992. 5