

淹水胁迫对烤烟不同生育时期生理生化特性的影响

黎时光¹, 杨友才², 曾 强¹, 龚 理¹, 黄晓辉¹

(1. 湖南农业大学 农学院 湖南 长沙 410128; 2. 湖南农业大学 生物科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

摘要:以烤烟品种 K326 为材料, 在盆栽条件下研究了不同生育期根际淹水对烤烟生理生化特性的影响。试验结果表明, 在淹水胁迫下烤烟的光合色素含量下降, 丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性和游离脯氨酸(Pro)含量增大; 根系活力降低。以团棵期和旺长期受淹水胁迫的影响最大。

关键词: 烤烟; 淹水胁迫; 生理生化特性

中图分类号: S572.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)03-0116-04

Effect of Waterlogging Stress on Physiological and Biochemical Characteristics of Flue-cured Tobacco at Different Growth Stages

LI Shi-guang¹, YANG You-cai², ZENG Qiang¹, GONG Li¹, HUANG Xiao-hui¹

(1. College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. College of Bioscience and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The influence of waterlogging stress on physiological and biochemical characteristics in flue-cured tobacco at different growth stages were studied with cultivar K326 under pot experiment. The results showed that: under waterlogging stress, the photosynthetic pigment content of the flue-cured tobacco leaves were decreased, the contents of malondialdehyde(MDA) and free proline (Pro) and the activity of superoxide dismutase(SOD) were increased, the activity of root were decreased. Meanwhile, effects of waterlogging stress on tobacco in rosette stage and vigorous growing stage were the greatest.

Key words: Flue-cured tobacco; Waterlogging stress; Physiological and biochemical characteristics

因降雨过多和地势低洼等原因造成土壤淹水或积水, 是一种常见的自然逆境。尤其近年来, 随着全球环境不断恶化, 生态系统遭到严重破坏, 全球气候变化加剧, 雨量分布极不平均, 局部地区水灾不断, 尤其南方地区更为严重, 土壤淹(渍)水现象更为常见, 已成为影响许多作物生长的主要限制因子。近年, 随着烤烟种植格局的变化, 南方烤烟种植面积不断增大, 南方产区烤烟受湿涝害影响的问题凸现, 尤以长江流域烤烟产区的春涝和春夏连涝、华南产区的夏秋涝频率甚高, 已严重影响了烤烟的产量和品质, 因而, 对烤烟耐湿涝方面的研究已显得极为重要。目前, 虽有少量有关淹(渍)水对烟株生长、水分

和矿质元素的吸收以及产量和品质等方面的影响的报导^[1-5], 但研究很不系统, 特别是对其影响机制缺乏系统研究。笔者研究了不同生育期淹水胁迫对烤烟多项生理生化指标的影响, 试图阐明其影响机制, 为烤烟生产中采取抗涝减灾措施提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

烤烟品种 K326 由中国烟草中南试验站提供。

1.2 试验设计

试验在湖南农业大学烟草基地遮雨棚内进行, 采用土培盆栽试验。供试土壤质地为红壤, 前作为

收稿日期: 2008-02-14

基金项目: 湖南省科技厅资助项目(2007NK3091)

作者简介: 黎时光(1982-), 男, 湖南衡阳人, 在读硕士, 主要从事烟草育种研究工作。

通讯作者: 杨友才(1969-)男, 湖南湘阴人, 副教授, 博士, 主要从事烟草育种研究工作。

水稻, 土壤肥力水平中等。试验盆高 28 ~ 30 cm, 内径 24 ~ 25 cm, 每盆填充混合均匀的风干稻田土 12 kg。4 月 1 日移栽, 每盆栽烟苗 1 株。每盆均施烟草专用复合肥 25 g, 追肥分别在移栽后的 15 d 和 25 d 施用, 其他栽培措施与大田栽培相同。于 6 月 1 日打顶, 7 月 8 日采收中部烟叶。按还苗期、伸根期、团棵期、旺长期、圆顶期和成熟期分别给予根际土壤淹水处理 6 d, 处理时间(月—日)分别为 04—12—04—18 (I), 04—22—04—28 (II), 05—02—05—08 (III), 05—12—05—18 (IV), 05—22—05—28 (V), 06—02—06—08 (VI)。淹水处理期间保持水层 0.5 ~ 1.0 cm, 每处理重复 3 次, 设不淹水对照(用称重法和土壤含水量测定仪保持土壤含水量为 (75 ± 5)%)。处理 6 d 后, 于早上 9:00—11:00 时取第 2 片展开的功能叶进行各项生理生化指标测定。

1.3 测定项目和测定方法

根系活力测定: 根样冲洗按文献[6]的方法, 冲根后分别采用 TTC 法测定根系活力^[7]。叶绿素 a (chla)、叶绿素 b (chlb) 和类胡萝卜素 (car) 含量测定采用丙酮乙醇混合液法测定^[7]。丙二醛 (MDA) 含量

测定: 采用硫代巴比妥酸法测定^[7]。脯氨酸 (Pro) 含量测定采用酸性茚三酮法测定^[7]。超氧化物歧化酶 (SOD) 测定: 参考 Giannopolitis 等^[8] 方法测定。

2 结果与分析

2.1 不同生育期根际淹水对烟叶光合色素的影响

由表 1 可知, 除伸根期叶绿素 b 外, 在伸根期、团棵期、旺长期、圆顶期作淹水处理, 烟叶的叶绿素 a、叶绿素 b 以及类胡萝卜素和叶绿素总含量都比对照低。还苗期淹水处理, 致使叶绿素 a 和叶绿素 b 下降, 但类胡萝卜素含量却增加, 可能与淹水处理影响光合产物形成有关, 具体机理有待深层次探讨。圆顶期处理烟叶叶绿素总含量与对照比较变化不显著, 下降了 15%。成熟期淹水处理烟叶叶绿素总含量略有下降, 而类胡萝卜素含量却显著增加, 高达 62%, 可能淹水处理致使烟叶提早落黄有关。在不同生育期处理中, 以旺长期淹水处理下降最为明显, 叶绿素 a 下降了 37%、叶绿素 b 下降了 28%、类胡萝卜素下降 40%, 叶绿素总含量也减少了 34%。

表1 不同生育期根际淹水对烟叶光合色素的影响

Tab.1 The effect of waterlogging on photosynthetic pigment content in leaves of tobacco at different growth stages					
处理 Treatment	项目 Item	叶绿素 a /(mg/g) Chla	叶绿素 b /(mg/g) Chlb	类胡萝卜素 /(mg/g) Car	叶绿素总含量 /(mg/g) Chla+ Chlb
还苗期	CK	1.05±0.12	0.59±0.08	0.14±0.01	1.64±0.04
Seeding stage	T	0.73±0.01	0.54±0.03	0.19±0.05	1.27±0.01
伸根期	CK	1.46±0.03	0.46±0.01	0.21±0.04	1.93±0.04
Root extending stage	T	1.06±0.05	0.55±0.06	0.15±0.07	1.61±0.01
团棵期	CK	1.80±0.05	0.54±0.02	0.22±0.02	2.34±0.08
Rosette stage	T	1.24±0.16	0.47±0.08	0.18±0.07	1.72±0.02
旺长期	CK	2.10±0.01	0.85±0.05	0.28±0.04	2.95±0.06
Vigorous growing stage	T	1.33±0.13	0.62±0.07	0.17±0.09	1.96±0.08
圆顶期	CK	1.37±0.01	0.69±0.01	0.16±0.09	2.06±0.02
Topping stage	T	1.09±0.14	0.67±0.05	0.14±0.03	1.76±0.01
成熟期	CK	1.24±0.02	0.63±0.05	0.16±0.03	1.87±0.02
Mature stage	T	1.29±0.00	0.42±0.01	0.26±0.02	1.71±0.01

2.2 不同生育期根际淹水对烟叶细胞膜脂过氧化及内源保护酶系统的影响

2.2.1 对烟叶膜脂过氧化的影响 MDA 是细胞膜脂过氧化的最终产物, 其含量的高低反映了细胞膜脂的过氧化水平。淹水胁迫下 MDA 的变化(图 1), 在还苗期和伸根期处理烟叶 MDA 含量的变化较小, 但在团棵期和旺长期处理影响最大, 分别增加了 1.5 倍和 2.1 倍。到了圆顶期和成熟期淹水处理与对照比较 MDA 含量的变化逐渐减少, 分别增加了 11%、降低了 0.8%, 说明此时细胞膜的生化修复能

力减弱。意味团棵期和旺长期是烟株生长最迅速时期, 同时也抵御逆境最强的时期。

2.2.2 对烟叶细胞膜系统保护酶活性的影响 SOD 是植物抵御活性氧伤害的重要酶, 对清除超氧物阴离子自由基起重要作用。许多研究表明, 淹水胁迫下植物膜脂过氧化与植物体内活性氧自由基的积累有关^[9]。由图 2 可知, 在还苗期、伸根期、团棵期、旺长期和圆顶期淹水处理烟叶 SOD 活性明显高于对照处理烟叶的 SOD 活性, 其中以旺长期增加量尤为显著, 增加了 1.1 倍; 但是成熟期处理结果却截

然相反,淹水处理烟叶 SOD 活性低于对照。可能是烟叶趋于落黄成熟时,膜结构损伤和破坏,致使烟叶 SOD 活性下降较快^[10]。

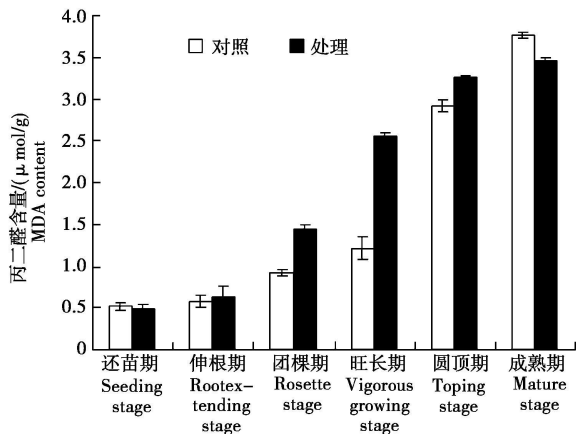


图 1 不同生育期根际淹水对烟叶 MDA 含量的影响
Fig. 1 The effect of waterlogging on malondialdehyde(MDA) content in leaves of tobacco at different growth stages

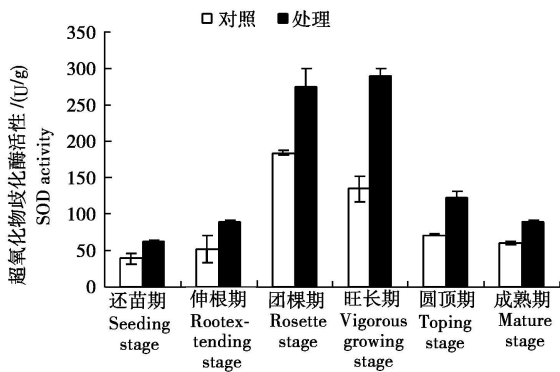


图 2 不同生育期根际淹水对烟叶 SOD 活性的影响
Fig. 2 The effect of waterlogging on superoxide dismutase activity in leaves of tobacco at different growth stages

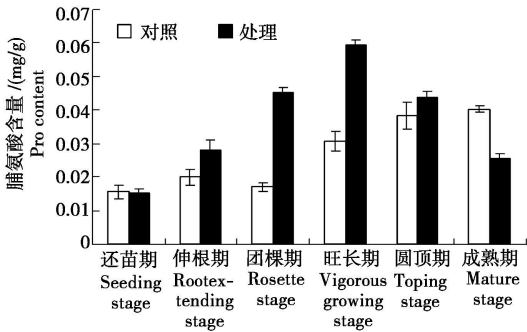


图 3 不同生育期根际淹水对烟叶 Pro 含量的影响
Fig. 3 The effect of waterlogging on proline(Pro) content in leaves of tobacco at different growth stages

2.3 不同生育期根际淹水对烟叶渗透调节物质的影响

游离 Pro 是一种重要的渗透调节物质,许多研究表明,植物在水分胁迫条件下体内游离 Pro 含量的变化与其合成受激、氧化受抑和蛋白质合成受阻

有关。由图 3 可知,还苗期和成熟期处理烟叶游离 Pro 含量低于对照;而淹水处理在伸根期、团棵期、旺长期和圆顶期的烟叶游离 Pro 含量明显高于对照,增幅分别达到 40%,165%,93%和 14%,淹水胁迫下烟叶 Pro 的积累是烟株自身对淹水的一种适应性调节反应,意味着团棵期和旺长期抗淹水逆境胁迫最强的时期。

2.4 不同生育期根际淹水对根系活力的影响

根系的活力水平直接影响地上部分的生长,是植物生长的重要生理指标之一。当根际土壤淹水时,首当其冲的是根,由于根际土壤严重缺氧下,产生酒精或乳酸等有毒物质,导致根系活力下降明显。由图 4 可知,烤烟不同生育期根际土壤淹水均使根系活力降低,从不同生育期根际土壤淹水对烟株根系活力影响的比值来看:还苗期(97.6%)>团棵期(56.3%)>伸根期(54.8%)>旺长期(52.8%)>圆顶期(52.3%)>成熟期(47.1%)。还苗期是处理影响最弱的时期,可能与漂浮育苗部分水生根的存在有关;成熟期烟株逐渐衰老,根系活力下降,再予以淹水胁迫处理,加速根系退化、脱落,因而此时处理影响最为明显,此结果与蔺万煌^[11]报道相符。

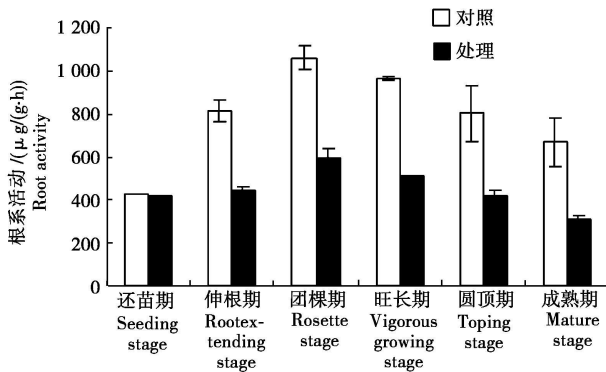


图 4 不同生育期根际淹水对根系活力的影响
Fig. 4 The effect of waterlogging on root activity at different growth stages

3 讨论

试验结果表明,在淹水胁迫下,烤烟叶片的光合色素降低,意味淹水胁迫使烟株分解代谢加强、合成代谢受阻。叶片中超氧化物歧化酶活性(SOD)、丙二醛(MDA)含量和游离脯氨酸(Pro)含量增大,表明烟株体内活性氧代谢失调,引起自由基的积累,加剧细胞膜脂过氧化作用,导致渗透调节物质剧增^[12]。淹水使根际土壤严重缺氧,根系活力显著降低,矿物质和营养元素运输明显受阻^[13];因此,淹水胁迫下,维持较高的根系活力是烟草耐渍涝能力强的一个标志^[14]。

不同生育期淹水胁迫以旺长期的影响尤为明显,随着烟株的生长,抵御淹水逆境的能力也逐渐增强。但是成熟期淹水胁迫致使烟株贪青晚熟,以至于不能正常的落黄成熟,不利于大田烟叶成熟采收。因此,在烟叶生产上特别要注意在旺长期和成熟期的水分管理,采取多培土,高起垄,深挖沟,及时排水,防积水。杜绝淹水胁迫给烟叶生产的危害。

参考文献:

- [1] 周冀衡. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1996: 172—182.
- [2] 颜合洪. 水分条件对烤烟主要化学成分的影响研究[J]. 中国生态农业报, 2005, 13(1): 101—103.
- [3] 李艳红, 蔺万煌. 水涝胁迫对烤烟化学品质的影响[J]. 中国烟草科学, 2000, 21(4): 35—37.
- [4] 曾淑华. 淹水对烟草生理指标的影响[J]. 烟草科技, 2004(1): 36—38.
- [5] Gevondyan A A, Pogosyan K S, Agaronyan S A, *et al.* Response of hydroponically-grown tobacco and nightshade plants to the flooding of their root systems [J]. Russian Journal of Plant Physiology, 1999, 46(2): 258—281.
- [6] 马元喜. 小麦的根[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [7] 郝再彬. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.
- [8] Giannopolitis C N, Ries S K. Purification and quantitative relation with water-soluble protein in seedling[J]. Plant Physiology, 1977, 59: 315—318.
- [9] Blokhina O, Virolainen E, Fagerstedt K V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review[J]. Annals of Botany, 2003, 91: 179—194.
- [10] 王峰吉, 陈朝阳. 烤烟品种云烟 85 烟叶的成熟度 II, 成熟度与保护酶活性及膜脂氧化作用的关系[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2003, 32(2): 162—166.
- [11] 蔺万煌. 淹水对烟草生理特性的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2001, 27(5): 339—342.
- [12] Chaibiw. Assessment of enzyme induction and aerenchyma formation as mechanisms for flooding tolerance in trifolium subterraneum Park [J]. Annals of Botany, 2003, 91: 195—204.
- [13] Kozlowsk. Flooding and Plant Growth[M]. Florida Academic Press 1984: 47—121.
- [14] 彭秀, 肖千文, 罗韧. 等. 淹水胁迫对中华蚊母生理生化特性的影响[J]. 四川林业科技, 2006, 27(2): 17—20.