

## 不同灌溉方式对烤烟的生长及品质的影响

彭静<sup>1,2</sup>, 郭磊<sup>1</sup>, 彭琼<sup>1</sup>, 武德里<sup>1</sup>, 王惠群<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>湖南农业大学植物激素与生长发育湖南省重点实验室, 长沙410128; <sup>2</sup>湖南省森林植物园, 长沙410116

**摘要:** 本文选用烤烟‘K326’为试验材料, 通过盆栽试验研究分根交替灌溉、亏缺灌溉和全灌溉方式对烤烟产量与相关化学品质的影响。结果表明, 分根交替灌溉的烤烟水分利用率及其相关生理指标比全灌溉的均有显著改善。其叶片干重、株高和干物质积累量均比亏缺灌溉和全灌溉的高。烤烟烟叶中可溶性糖含量、氮含量、钾含量和钾氮比也明显高于亏缺灌溉和全灌溉的, 表明分根交替灌溉能够提高烤烟烟叶的品质。

**关键词:** 分根交替灌溉; 烤烟; 化学品质; 生长

## Effects of Different Irrigation Methods On Growth and Quality of Flue-Cured Tobacco

PENG Jing<sup>1,2</sup>, GUO Lei<sup>1</sup>, PENG Qiong<sup>1</sup>, WU De-Li<sup>1</sup>, WANG Hui-Qun<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Hunan Agricultural University, Hunan Provincial Key Laboratory of Phytohormones and Growth Development, Changsha 410128, China; <sup>2</sup>Hunan Forest Plant Garden, Changsha 410116, China

**Abstract:** Effects of partial root-zone drying, deficit irrigation and full irrigation on the growth and quality of flue-cured tobacco were studied by using tobacco ‘K326’ as the experimental material. The results showed that the water use efficiency and related physiological indexes of tobacco with the partial root-zone drying were improved significantly compared with full irrigation. And the leaf dry weight, plant height and dry matter accumulation with partial root-zone drying were higher than those with deficit irrigation and full irrigation. The contents of soluble sugar, nitrogen, potassium and ratio of potassium to nitrogen in flue-cured tobacco leaves with partial root-zone drying were significantly higher than those with deficit irrigation and full irrigation. This indicated that partial root-zone drying improved the quality of flue-cured tobacco leaves.

**Key words:** partial root-zone drying; flue-cured tobacco; chemical quality; growth

烟草作为我国重要的经济作物之一, 经济价值和使用价值由烟叶的品质决定, 因其经济效益比较高, 所以如何提高烟叶产量、质量是人们不懈努力的方向和追求的目标(胡颂平2003)。水分亏缺是限制中国南方烤烟生产后期的一个重要因子。水分过多或过少对烟株的生长发育、株高、叶片厚度、根系发育、产量和品质有很大的影响(韩锦峰等1992)。由于我国一些烟区常出现阶段性水分供应不足, 使其产量和质量受到严重影响。因此, 提高烟草抗旱性研究已经日益受到重视(李永亮等2008)。干旱胁迫导致烤烟中上部叶片的总含氮量增加, 而含量钾和钾氮比值都下降, 使烤烟品质降低(王瑞宝等2010; 王惠群等2004)。韩锦峰和汪耀富(1994)、汪耀富等(1994)和张晓海等(2005)在烟草抗旱生理方面进行过相关试验; 此外, 赵会杰等(1993)还对烤烟叶片的解剖结构与抗旱性之间关系进行研究。在干旱胁迫下, 烤烟叶

片发黄, 叶面积显著减小, 从而导致了烤烟产量的明显下降, 这与由干旱胁迫引起的土壤中有效水分和有效营养离子的含量下降, 植物生长受抑制、根系活力下降和光合速率下降等生理效应有关。分根交替灌溉(partial root-zone drying, PRD)是作物在生长期其根区两侧交替灌溉, 以刺激植物根系吸水功能和改变根区剖面土壤湿润方式为核心, 调节气孔开度, 减少植株“奢侈”蒸腾, 提高水分利用效率, 从而达到节水、高产和优质的目的(Kang和Zhang 2004)。PRD是一种正在许多国家进行研究和探索的新型节水灌溉策略。目前,

收稿 2012-10-15 修定 2012-12-28

资助 湖南省科技计划项目(2010NK3022)、湖南省高校科技创新团队项目和湖南省烟草科技专项计划项目(10-12Aa05)。

\* 通讯作者(E-mail: wanghuiqun751@yahoo.com.cn; Tel: 0731-84635260)。

分根交替灌溉在干旱半干旱地区的烟草等作物上已有一些试验研究和应用(彭静和王惠群2012; 刘永贤等2007; 汪耀富等2006; Kang和Zhang 2004), 烟田灌水量节省约40%, 水分利用效率提高约70%。但在我国南方土壤地区的试验研究还比较少(彭静和王惠群2012)。本文通过比较研究分根交替灌溉、亏缺灌溉和全灌溉对南方烤烟产量和化学品质的影响, 进一步探索分根交替灌溉提高烟草水分利用率和抗旱性的生理特性, 以期为烤烟节水灌溉及提高南方烤烟品质等生产实践提供参考依据。

## 材料与方法

### 1 材料

烤烟(*Nicotiana tabacum* L.)品种‘K326’是由湖南农业大学生物科学技术学院烟草基地提供。试验土壤采用湖南农业大学植物激素与生长发育湖南省重点实验室基地的稻田土, 施肥后的供试风干土壤主要农化性质为pH 7.03、有机质15.60 g·kg<sup>-1</sup>、全氮15.06 g·kg<sup>-1</sup>、全磷15.23 g·kg<sup>-1</sup>、全钾20.11 g·kg<sup>-1</sup>、碱解氮53.55 mg·kg<sup>-1</sup>、有效磷53.55 mg·kg<sup>-1</sup>和速效钾74.60 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 2 方法

#### 2.1 试验设计

烤烟盆栽试验选择在湖南农业大学植物激素与生长发育湖南省重点实验室网室遮雨棚中进行。采用水稻土进行培养。烤烟于2011年4月19日移栽六叶一心的9株烟苗分别种植于装有18 kg风干的水稻土的9个聚乙烯塑料盆(30 cm×20 cm)中, 向每盆中施入40 g三元复合肥(15% N:15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:15% K<sub>2</sub>O)作基肥, 土肥混匀。其中每个盆子中间用隔板隔开, 每盆植入1株烟苗, 烟苗放在盆子的隔板缺口正中央。共设分根交替灌溉(PRD)、亏缺灌溉(deficit irrigation, DI)和全灌(full irrigation, FI)3个处理, 每个处理3次重复。于5月17日对烟苗进行第1次处理, 每隔10 d交替处理1次, 在8月10日进行取样测定。每天下午5:00用土壤水分测定仪对两边盆中的土壤进行严格的土壤水分含量测定, 并补充前24 h由于植物蒸腾和土壤蒸发的失水量, 使全灌盆内两边的土壤持水量维持在58.9%的最大田间持水量; 分根交替灌溉则保证盆内一边的

土壤持水量维持在58.9%的最大持水量, 另一边则保持10 d的干旱处理, 处理10 d之后两边交替进行处理; 而每天DI与PRD的用水量相等, 但均匀地浇到盆中, 使盆内两边保持同样的含水量。

#### 2.2 生理生化指标的测定

将采集的样品按根、茎和叶分开, 测定株高, 然后再经过105 °C杀青30 min后, 于70 °C烘至恒重, 再对各个部分称量。

取各处理烟株从上至下的第5片完全展开叶, 磨碎后的样品用H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>湿灰化法消化(王明富等2011), 用凯氏微量定氮法测定其中的全氮含量(尹建雄等2007)。可溶性糖含量的测定使用DNS比色法测定(尹建雄等2007)。用HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>湿灰化法消化, 用美国热电公司产IRIS Interpid II XPS型全谱直读电感耦合等离子体原子发射光谱分析仪测定其中的全钾含量。

### 3 数据分析

采用数据处理系统分析软件(DPS v7.55)对数据进行分析。

## 结果与讨论

### 1 不同灌溉方式对烤烟株高和叶片干重的影响

对烤烟株高的测定发现, 在PRD处理下的烤烟株高为186 cm, 比FI和DI的高出25.9%和28.5% (图1), 差异显著。对烤烟叶片干重的测定发现, PRD处理的烤烟叶片干重比FI的高1.7%, 比DI的高18.2% (图2), PRD与FI没有显著差异, 但与DI有

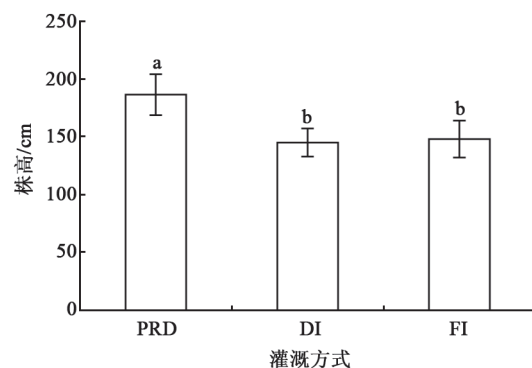


图1 不同灌溉方式对烤烟灌溉株高的影响  
Fig.1 Effect of different irrigation methods on plant height of tobacco

不同小写字母表示统计检验达5%显著水平。下图同此。

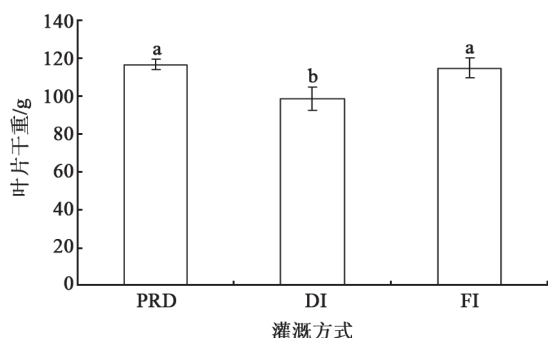


图2 不同灌溉方式对烤烟叶片干重的影响

Fig.2 Effect of different irrigation methods on dry weight of tobacco leaves

显著差异。结果表明,对于提高烟的产量,水分是必不可少的因素,但是对于FI的大耗水量而言,PRD的耗水量少很多,而产量略有增加。

## 2 不同灌溉方式对烤烟干重的影响

由表1可知,在PRD处理下的根、茎、叶干重和总干重比DI和FI处理的都有所增加。特别是PRD处理的叶干重分别比DI和FI的增加了18.23%和1.72%。这说明经过PRD处理的烤烟植株虽然减少了灌溉用水,但PRD能够促进光合产物在植株内的重新分配,特别是促进干物质在烟叶中的相对积累。

表1 不同灌溉方式对烤烟各器官干重的影响

Table1 Effects of different irrigation methods on dry weight of each organ in tobacco

灌溉方式	干重/g			总干重比例/%			总干重/g
	根	茎	叶	根	茎	叶	
PRD	33.34±1.32	105.27±5.25	116.79±5.78	13.05±0.43	42.04±2.01	46.64±1.95	250.40±10.57 <sup>a</sup>
DI	30.07±1.02	104.86±5.35	98.78±4.67	12.87±0.32	44.87±2.08	42.27±2.41	223.71±11.64 <sup>b</sup>
FI	28.96±1.01	96.50±4.76	114.81±5.39	11.66±0.27	38.87±1.86	46.24±2.39	248.27±12.52 <sup>a</sup>

不同小写字母表示统计检验达5%显著水平。

## 3 不同灌溉方式对烤烟叶片氮含量、钾含量和钾氮比的影响

通过对烤烟的氮含量测定,发现PRD处理的叶片氮含量高于FI以及DI的处理(图3)。PRD处理的叶片钾含量高于FI以及DI处理的,其中PRD处理的比FI的高9.5%,比DI处理高21.5%(图4)。PRD处理的烤烟烟叶钾氮比高于DI和FI的3.8%和2.2%(图5)。由此可见,PRD不仅减少了烤烟的用水量,还促进烤烟植株吸收土壤中的营养物质,提高了

土壤中氮元素和钾元素的利用率。进而提升了烤烟的品质。

## 4 不同灌溉方式对烤烟叶片可溶性糖含量的影响

由图6可知,在PRD处理下烟叶中可溶性糖含量是最高的,为21.7%,分别高出FI处理的8.5%和DI处理的13%。PRD能提高烤烟叶片可溶性糖的含量,因此能够增强烤烟植株的抗旱性,同时还有利于改善烤烟的燃烧性能(李廷轩和马国瑞2004)。由此可见,烤烟烟叶中可溶性糖含量与水分处理方

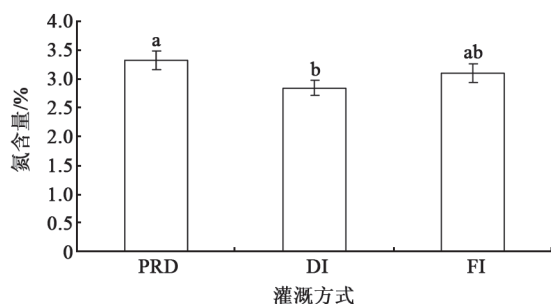


图3 不同灌溉方式对烤烟叶片氮含量的影响

Fig.3 Effect of different irrigation methods on N content of tobacco leaves

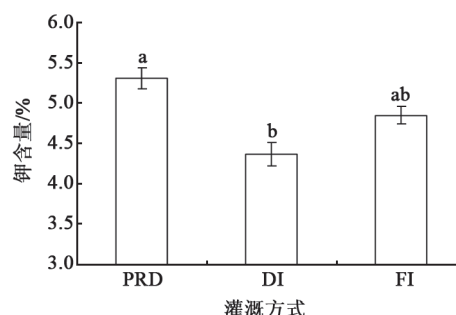


图4 不同灌溉方式对烤烟叶片钾含量的影响

Fig.4 Effect of different irrigation methods on K content of tobacco leaves

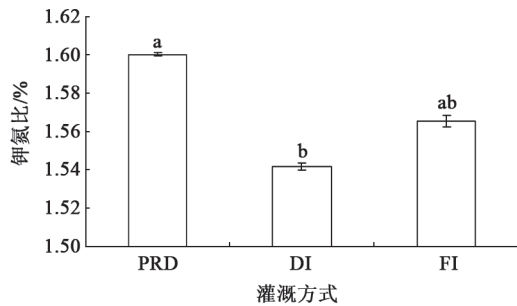


图5 不同灌溉方式对烤烟叶片氮钾比的影响

Fig.5 Effect of different irrigation methods on ratio of nitrogen and potassium of tobacco leaves

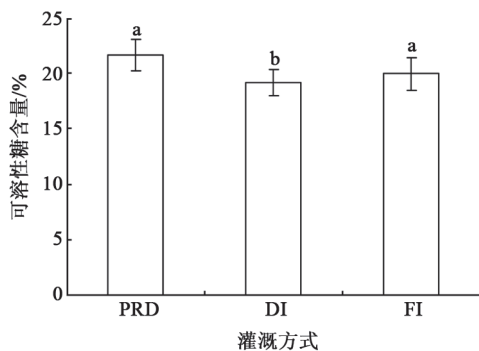


图6 不同灌溉方式对烤烟叶片可溶性糖含量的影响

Fig.6 Effect of different irrigation methods on soluble sugar content of tobacco leaves

式有密切的联系,适度的干旱能提高烤烟烟叶中可溶性糖含量,有利于化学品质的提高。

烤烟的根系具有明显的顶端优势,在幼苗期根深明显大于根宽,而在大田期则是根的横向生长超过纵向生长(周冀衡1990),土壤适度干旱处理(相对含水率为60%左右)的烟叶营养物质的测定值均高于其它处理,并且在成熟期轻度干旱同样能提高烟叶的品质(于建军和汪耀富1993)。分根交替灌溉有利于促进烤烟对土壤中养分的吸收,从而提高烤烟的产量和水分利用效率。

本文通过比较对烤烟品种‘K326’进行3种不同的灌水方式的处理,PRD可以提高烤烟的营养物质含量,可使烤烟株高、含氮量分别比另外两种处理的高。与FI相比,PRD可节省约15%的用水量而不引起产量的下降,使烤烟水分利用效率明显

增加(彭静和王惠群2012)。我们的研究结果与刘永贤等(2007)和汪耀富等(2006)的结果一致。PRD利于促进植株根系吸取土壤深层次的水分,有利于提高烟草植株的抗旱性生理特性。同时也表明PRD技术在水资源匮乏的烤烟地区具有广阔的应用前景(汪耀富等2006)。

## 参考文献

- 韩锦锋,汪耀富(1994). 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, 5 (1): 35~38
- 韩锦峰,汪耀富,张新堂(1992). 土壤水分对烤烟根系发育和根系活力的影响. 中国烟草, 3: 14~17
- 胡颂平(2003). 不同施钾量对烤烟产量和品质的影响[硕士论文]. 长沙: 湖南农业大学
- 李廷轩,马国瑞(2004). 籽粒菟—烟草间作对烟叶部分矿质元素含量及品质的影响. 水土保持学报, 18 (1): 138~140, 143
- 李永亮,周冀衡,李永平,杨虹琦,卢秀萍,马文广(2008). 烤烟品种抗旱性的早期鉴定技术研究. 亚热带植物科学, 37 (1): 41~44
- 刘永贤,李伏生,农梦玲,韦建玉,汪加林(2007). 不同生育时期分根区交替灌溉对烤烟生长和氮钾含量的影响. 灌溉排水学报, 26 (6): 102~105, 109
- 彭静,王惠群(2012). 分根交替灌溉对烤烟抗旱性的影响. 湖南农业科学, 13: 48~51
- 王惠群,萧浪涛,刘素纯,彭克勤,藺万煌,胡家金(2004). 干旱胁迫对烤烟产量和某些化学成分的影响. 湖南农业大学学报, 30: 401~404
- 王明富,顾会战,彭毅,刘克,吴斌,陈尚洪,张建慧,余祥文(2011). 广元土壤氮钾供应水平与烟草氮钾吸收利用规律试验研究. 西南农业学报, 24: 154~158
- 王瑞宝,强继业,王天龙(2010). 烤烟干旱胁迫影响与抗旱栽培技术研究进展. <http://www.qjyc.cn/product/detail.do?id=6287&cgid=2252&tableId=75>
- 汪耀富,蔡寒玉,张晓海,高华军,孙向辉(2006). 分根交替灌溉对烤烟生理特性和烟叶产量的影响. 干旱地区农业研究, 24 (5): 93~98
- 汪耀富,阎栓年,于建军,王子杰,符云鹏(1994). 土壤干旱对烤烟生长的影响及机理研究. 河南农业大学学报, 28 (3): 250~256
- 尹建雄,卢红,谢强,金玲,李尼杭(2007). 3,5-二硝基水杨酸比色法快速测定烟草水溶性总糖、还原糖及淀粉的探讨. 云南农业大学学报, 22: 829~838
- 于建军,汪耀富(1993). 干旱胁迫对烤烟干物质积累和产量品质的影响. 烟草科技, (6): 30~33
- 张晓海,蔡寒玉,汪耀富,廖德智(2005). 干旱胁迫对烤烟幼苗生长及抗性生理的影响. 中国农学通报, 21 (11): 189~192
- 赵会杰,林学梧,刘国顺(1993). 干旱胁迫对香料烟叶片生理特征的影响. 中国烟草, 4 (1): 73~80
- 周冀衡(1990). 烟草生理与生物化学. 北京: 中国科学技术出版社
- Kang S, Zhang J (2004). Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. J Exp Bot, 55 (407): 2437~2446