

不同灌溉方式对烤烟产量和化学品质及水分利用率的影响

武德里, 封洁琼, 彭 静, 王惠群

(湖南农业大学 生物科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

摘要:为探讨灌溉方式对烤烟产量及品质等的影响,以烤烟 K326 为试验材料,在对植株进行严格控水的盆栽条件下,采用同位素示踪和常规技术相结合的试验方法,研究在分根交替灌溉、亏缺灌溉和全灌溉下对烤烟产量和某些化学成分以及水分利用效率的影响,探讨分根交替灌溉提高烤烟产量和品质的生理基础。结果表明:分根交替灌溉的烤烟水分利用率及其抗旱性和生理特性比全灌溉的有显著提高。叶干重、株高和干物质积累量均比亏缺灌溉和全灌溉的增加。烤烟烟叶中可溶性糖含量明显高于亏缺灌溉和全灌溉。这表明分根交替灌溉提高了烤烟烟叶的品质,也节约了灌溉用水。

关键词:烤烟;分根交替灌溉;化学品质;水分利用效率

中图分类号:S572

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)04-0020-05

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草烟叶的品质决定,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。水分胁迫成为烤烟生产后期的较为重要的气候限制因子之一。烟叶产量和品质与浇水方式有非常密切的联系。水分对烤烟的生长、产量和品质有重要的作用,水分过多或水分过少都会影响烟株的生长发育、株高、叶片厚度、根系发育、产量和品质^[1]。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较为严重的影响。因此,提高烟草抗旱性研究已经日益受到重视^[2]。烤烟生长发育和产量与质量形成是由多方面的因素构成的,但是由前人所做的试验可以看出水分和养分是影响烤烟生长发育和烟叶产量与质量形成的两大主要生态因素,这也理所当然地成为有效调控烟叶产量和质量的必不可少的手段。然而,在烟叶生产上,由于某些地区的降雨不均,总会有那么一些烟区因为水分的缺乏而影响到烤烟的品质^[3]。康绍忠等^[4]根据作物光合作用、蒸腾失水与叶片气孔开度的关系以及根系对作物水分利用效率的生理功能,提出了分根交替灌溉(partial root-zone drying, PRD)。分根交替灌溉(PRD),是近年来出

现的比较有效的一种节水用水技术,可以大大减少灌溉水量、降低蒸腾而作物产量却没有降低,明显提高作物的水分利用效率,且提高作物品质^[5]。目前该技术已经在葡萄、苹果、棉花和玉米等作物上进行了研究和应用^[5-8],但分根交替灌溉在烟草方面的研究还比较少^[9]。该试验以烤烟 K326 为材料,在对植株进行严格控水的盆栽条件下,采用同位素示踪和常规技术相结合的试验方法,研究 3 种不同灌溉方式对烤烟生长指标、产量、矿质元素含量以及水分利用率的影响研究。因此,探讨在 3 种不同灌溉方式,4 个不同生长时期烤烟植株营养物质含量的积累规律,对发展优质烤烟生产具有重要的理论和实践意义。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为烤烟 K326 烟苗,由湖南农业大学生物科学技术学院烟草基地提供。

1.2 方法

1.2.1 烤烟盆栽和灌溉处理 采用盆栽方式培养烤烟:向聚乙烯塑料盆(30 cm×20 cm)中装入 18 kg 干土,每盆中加三元复合肥(15%尿素:15%P₂O₅:15%K₂O)40 g 作基肥,混匀、浇水,每盆中间用隔板隔开。

然后选取生长一致的六叶一心的烟苗进行移栽,每盆一株。设分根交替灌溉(PRD)、亏缺灌溉(DI)和全灌溉(FI)3 个处理,每处理设 3 个重复组。

烟苗移栽后 10 d 开始处理,时间间隔为

收稿日期:2013-01-16

第一作者简介:武德里(1988-),男,湖南省吉首市人,在读硕士,从事植物生理学研究。E-mail:deliroddick@126.com。

通讯作者:王惠群(1964-),女,湖南省益阳市人,博士,教授,从事植物生理学研究。

21 d。每天 17:00 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,使全灌溉(FI)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(PRD)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;而亏缺灌溉(DI)每天与分根交替灌溉的浇水量相等,均匀地浇到盆中,使盆内两边保持一样的含水量。其中取样时间为 6 月 9 日、7 月 1 日、7 月 22 日、8 月 12 日进行 4 次不同生长时期的取样测定。

1.2.2 烤烟生物学指标的测定及方法 (1)农艺性状的测定:测量烤烟株高,统计烟叶数量,测定叶片的鲜重,然后经过 105℃ 杀青 30 min 后于 70℃ 烘至恒重,测定干物质重量。(2)可溶性糖和还原糖的测定:使用 DNS 比色法^[10]。(3)矿质元素的测定:采收各处理的烤烟,取从上至下的第 5 片完全展开叶,在 105℃ 杀青 30 min 后于 70℃ 烘至恒重,磨碎后的样品用 $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ 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矿质元素的含量。(4)烤烟叶片水分利用效率的计算方法:水分利用效率($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) = 叶片干重(μg) / 总用水量(g)。

1.2.3 数据统计分析 采用 Microsoft Excel 2003 和数据处理系统分析软件(SPSS v 12.0)对数据进行分析。标准误的计算采用 Duncan 的多重分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方式对烤烟形态指标的影响

2.1.1 不同灌溉方式对烤烟株高的影响 通过烤烟株高的测定可知,在处理的第一个时期即返苗期,FI 的高于 PRD 以及 DI,在第 42、63、84 天取样时,都是在 PRD 的处理下,烤烟的株高高于 FI 和 DI(见图 1),在取样的最后一个时期,即成熟期,株高达到顶峰。可见,烤烟株高与水分利用有密切的关系,PRD 能有效提高烤烟的株高。

2.1.2 不同灌溉方式对烤烟叶片数的影响 烤烟烟叶作为其营养物质以及经济作物的重要组成部分,干旱胁迫下的叶片数也影响烤烟对营养物质的积累与吸收。烤烟植株的返苗期到成熟期,3 种处理的叶数都呈直线增长,PRD 处理的增长最为明

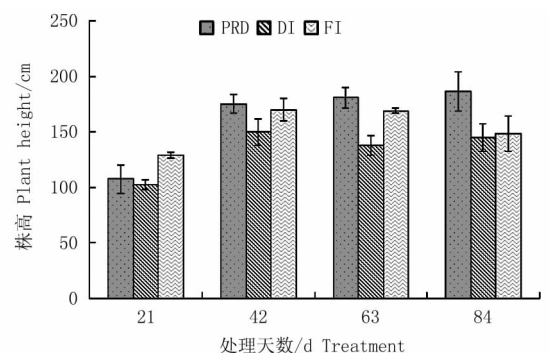


图 1 不同灌溉方式对烤烟株高的影响

Fig. 1 The effect of different irrigation method on the plant height of flue-cured tobacco

显,DI 的最低,FI 与 PRD 之间的差异不明显,但在返苗期,PRD 处理的略低于 FI(见图 2)。

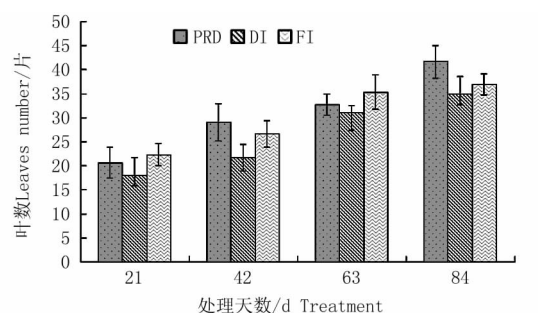


图 2 不同灌溉方式对烤烟叶片数的影响

Fig. 2 The effect of different irrigation method on the leaves number of flue-cured tobacco

2.1.3 不同灌溉方式对烤烟叶重的影响 通过对烤烟 4 个时期叶片干重的测定可知,在 FI 的处理下,烤烟叶片的平均干重比 PRD 与 DI 的高(见图 3),而第一次取样时 PRD 比 DI 和 FI 两者的都要低,之后,FI 的比 DI 的叶片干重高,PRD 对叶片干重的影响较 DI 处理略有增加,PRD 和 FI 没有显著差异,但 PRD 与 DI 有显著差异。

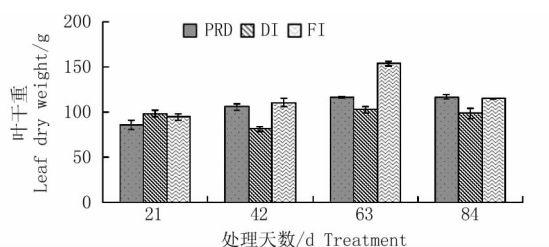


图 3 不同灌溉方式对烤烟叶片干重的影响

Fig. 3 The effect of different irrigation method on the leaf dry weight of flue-cured tobacco

2.2 不同灌溉方式对烤烟糖类含量的影响

2.2.1 分根交替灌溉对烤烟可溶性糖含量的影响 由图 4 可知,烤烟烟叶中可溶性糖的含量在 4 个

时期内,PRD处理下的可溶性糖的平均含量是最高的,FI其次,最低的则是DI。在第一次取样(6月9号)进行测定后,PRD远大于DI与FI,而DI与FI的差异不明显;第二次取样时,PRD处理下的可溶性糖达到最大值,且可溶性糖含量呈现PRD>FI>DI;到了第三次取样时烤烟烟叶中的可溶性糖,在3种处理下均呈现下降趋势,后面的两个时期,仍然是PRD的含量高于另2种处理。由此可见,PRD与烤烟烟叶中可溶性糖含量是有密切的联系,适度的干旱能提高烤烟烟叶中可溶性糖含量,有利于烤烟烟叶化学品质的提高。

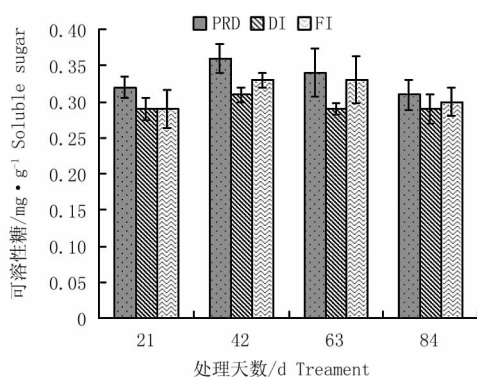


图4 不同灌溉方式对烤烟可溶性糖含量的影响

Fig. 4 The effect of different irrigation method on content of soluble sugar of flue-cured tobacco

2.2.2 分根交替灌溉对烤烟还原性糖含量的影响 由图5可知,烤烟烟叶中的还原糖随着可溶性糖含量的增加而增加,随着还原糖含量的降低而降低,都在取样的第二个时期的还原性糖含量达到顶峰,接下来就呈现缓缓下降,但还是明显看出,PRD处理的含量最高。

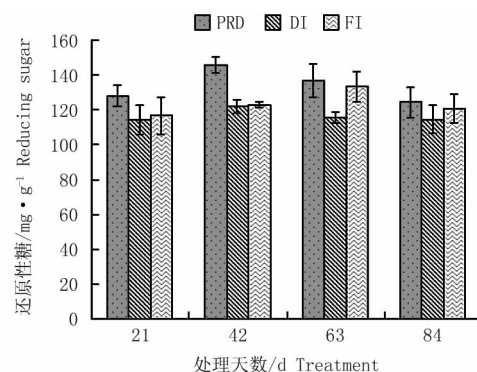


图5 不同灌溉方式对烤烟还原性糖含量的影响

Fig. 5 The effect of different irrigation method on content of reducing sugar of flue-cured tobacco

2.3 不同灌溉方式对烤烟矿质元素变化的影响

2.3.1 镁的变化 镁(Mg)是叶绿素形成的重要

金属离子,大约可以占到叶绿素分子量的2.7%,是维持叶绿素结构的重要元素之一。植物体内一旦镁元素含量过低,叶绿体结构就会受到一定程度的破坏^[11]。叶绿体类囊体膜系统中保持一定的镁离子可以高效诱导类囊体膜垛叠形成更多的基粒。基粒数的增加有利于光合膜色素间的能量传递。与此同时在逆境或老化过程中,容易对光合膜造成损伤。而适当的Mg²⁺供应能逆转对光核膜造成的伤害,使叶绿体中的基粒重新起作用。镁是谷氨酰胺合成酶的活化剂,该种氨基酸能够直接影响烟株氮代谢的全过程,最终影响到烟叶的产量和质量^[12]。镁元素激活参与植物体光合作用、三羧酸循环、糖酵解、呼吸作用等过程中的酶^[13]。镁在提高烤烟叶片光合效能上也起着重要作用。在返苗期,PRD处理的镁元素在根中含量比较显著,PRD处理下的镁含量一直处于高位,直至进入成熟期才开始下降,成熟期PRD含量依然高于DI与FI处理的42.1%和22.8%(见图6)。

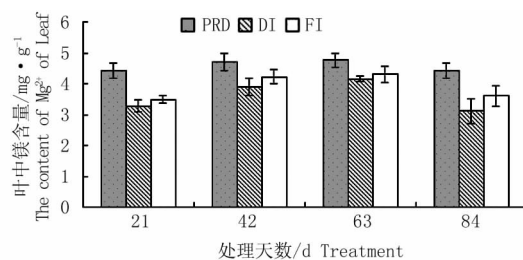


图6 不同灌溉方式对烤烟中Mg²⁺含量的影响

Fig. 6 The effect of different irrigation method on content of Mg²⁺ of flue-cured tobacco leaf

2.3.2 钙的变化 钙(Ca)对于烟草来说,在吸收量上是仅次于钾的营养元素,钙的吸收量基本上与氮的吸收量相当甚至有时候还要稍高一些。是构成细胞的主要成分之一,钙与细胞间的果胶酸相结合形成较难溶的盐—果胶钙;钙能够促进细胞分裂;钙也以磷酸化合物的钙盐存在于细胞膜中,在维持膜的结构和性质上起着重要作用^[16]。据有关研究报道,施磷时配合施钙能使根系、叶片数量、叶片的重量和根的重量等方面都有相应增加;同样,在施钙的同时适当地施加锌则可以促进烤烟地下部分与地上部分的协调生长,使根/冠比达到理想数值^[17]。钙的含量在叶中比较高,结果表明,叶中钙含量在第21、42和63天取样过程中,一直处于上升趋势,且DI处理组钙含量比PRD和FI要高,在生长的团棵期以及旺长期增长不明显(见图7)。

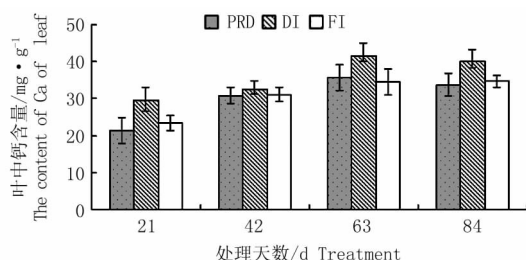


图7 不同灌溉方式对烤烟叶中钙含量的影响

Fig. 7 The effect of different irrigation method on content of Ca of flue-cured tobacco leaf

2.3.3 锰的变化 锰(Mn)作为烤烟生长过程中必需的微量元素之一,对植物生长发育以及代谢过程都具有及其重要的生理功能。安振锋等^[14]发现锰是叶绿体的组成成分,对植物光合作用有促进作用,利于植物体碳素同化过程。烤烟叶中锰含量在返苗期最低,然后开始逐渐增加,旺长期达到最大值,然后开始缓慢下降,团棵期与旺长期的差别不明显。由图8可以看出,3个处理中DI处理的锰含量是最低的,PRD处理最大。都是旺长期达到最大,然后开始缓慢下降。

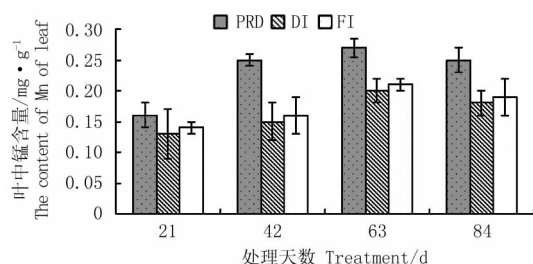


图8 不同灌溉方式对烤烟叶中锰含量的影响

Fig. 8 The effect of different irrigation method on content of Mn of flue-cured tobacco leaf

2.3.4 锌的变化 锌(Zn)是烤烟生长过程中所必需的一种微量元素,它能对200多种酶起调节、稳定或催化作用。在高等植物内,它能作为某些酶的专一性组分或激活剂,以方便在整个代谢中起作用。锌还能影响蛋白质和糖类合成。另外,锌参与作物的光合作用,能提高抗逆性,促进蛋白质的代谢,增强植物对恶劣环境的抵抗力。锌元素能够使根系活力明显提高,叶片叶绿素含量增加^[15]。锌含量随着烤烟植株的不断成长而不断提高,锌含量高且增长率也大。锌与其它矿质元素增长趋势基本上是一致的,从返苗期开始增长,到了旺长期就开始慢慢下降,在叶片中,PRD处理组锌含量始终最高,FI次之,DI最低(见图9)。

2.4 不同灌溉方式的水分利用率

PRD处理在烤烟植株的整个生长期所用

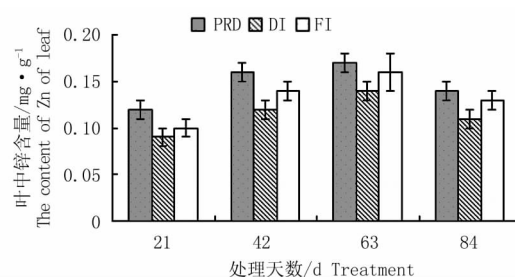


图9 不同灌溉方式对烤烟叶中Zn含量的影响

Fig. 9 The effect of different irrigation method on content of Zn of flue-cured tobacco leaf

的水分比FI处理所用的要少,DI与PRD用的水分是相同的。结合上述对烤烟各处理烟叶的干重与所用的水分进行比较可以得出,PRD的水分利用率最高,FI的次之,DI的最低。故3种处理比较,PRD处理更加有利于烤烟营养物质的积累(见图10)。

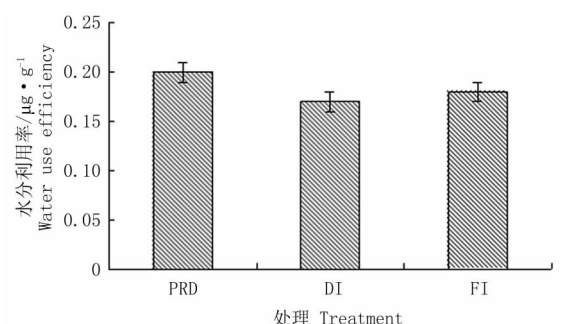


图10 不同灌溉方式对水分利用效率的影响

Fig. 10 The effect of different irrigation method on water use efficiency

3 结论与讨论

该试验的研究结果表明,土壤适度干旱(相对含水率为60%左右)下的烟叶营养物质的积累测定值均高于该试验亏缺灌溉与全灌溉处理的,同时在烤烟的成熟期进行轻度干旱处理同样能提高烟叶对营养物质的积累。分根交替灌溉有利于迫使烤烟根系对深层土壤中有机物质的吸收,以此来提高烤烟对经济营养物质的积累以及对水分吸收的加强。

经过对烤烟品种K326进行3种不同的灌水方式的处理,其中营养物质积累量最低的是亏缺灌溉处理(DI),该处理在形态指标、糖类指标以及矿质元素的测定中,含量远低于另外2种处理,且不利于烤烟植株的生长,而全灌溉的植株体内营养物质积累量要明显高于DI处理的,因为全灌溉处理的植株有充足的水分供应,这样有利于烤

烟叶积累矿质元素,而分根交替灌溉可以明显提高烤烟的营养物质含量,该技术可使烤烟株高分别比另外 2 种处理提高,证明分根交替灌溉有利于提高植株的抗旱性,利于刺激植株根系吸取土壤深层次的水分,试验结果表明:与全灌溉和亏缺灌溉相比,PRD 的水分利用效率提高 20%,节约 12.85% 的用水量,但是其烤烟烟叶对营养物质的积累却没有减少,从而使烤烟叶片中的水分利用效率相对提高,尤其是能提高烤烟叶片中可溶性糖和还原糖的含量,因为糖类物质越高越能够提高烤烟植株的耐旱性,而烟叶中糖类物质含量的增加对烤烟的燃烧性能有明显的提高。影响分根交替灌溉的限制作用之一的非气孔性因素的适当降低,对烤烟植株的光合速率调节作用明显增大,烟株的水分利用效率也就相对改善,显示该技术在水资源缺乏的地区,应用前景还是比较可观且有效的。分根交替灌溉在节水的同时提高了烟叶品质和产量,有推广应用价值。

参考文献:

- [1] 韩锦峰,汪耀富,张新堂. 土壤水分对烤烟根系发育和根系活力的影响[J]. 中国烟草,1992(3):14-17.
- [2] 李永亮,周冀衡,李永平. 烤烟品种抗旱性的早期鉴定技术研究[J]. 亚热带植物科学,2008,37(1):41-44.
- [3] 郭丽琢,张福锁. 水分胁迫对烤烟体内钾素累积的影响[J]. 中国烟草学报,2005,11(4):39-41.
- [4] 康绍忠,张建华,梁宗锁. 控制性分根灌溉一种新的农田节水调控思路[J]. 干旱地区农业研究,1997,15(1):1-6.
- [5] Kang Shaozhong, Zhang Jianhua. Controlled alternate partial rootzone irrigation its physiological consequences and impact on water use efficiency[J]. Journal of Experimental botany,2004,407(55):2437-2446.
- [6] 史文娟,康绍忠,王全九. 分根区垂向交替灌水的节水机理及效应[J]. 农业工程学报,2000,16(5):11-15.
- [7] 龚道枝,康绍忠,佟玲,等. 分根交替灌溉对土壤水分分布和桃树根茎液流动态的影响[J]. 水利学报,2004(10):112-118.
- [8] 杜太生,康绍忠,胡笑涛,等. 根系分区交替灌溉对棉花产量和水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(10):2061-2068.
- [9] 石玫莉,李伏生,韦建玉,等. 不同氮水平下根区局部灌溉对烤烟产量、水分利用与氮钾含量的影响[J]. 广西农业生物科学,2008,27(2):142-147.
- [10] 尹建雄,卢红,谢强. 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[J]. 云南农业大学学报,2007(22):829-838.
- [11] 汪洪,褚天铎. 植物镁素营养的研究进展[J]. 植物学通报,1999,16(3):245-250.
- [12] 李明德,肖汉乾,余崇祥,等. 湖南烟区土壤 K、Mg 营养及其施肥效应[J]. 土壤通报,2004,35(3):323-326.
- [13] 杨力,刘光栋,宋国菡,等. 山东省土壤交换性镁含量及分布[J]. 山东农业科学,1998(3):8-12.
- [14] 安振锋,方正. 植物锰营养研究进展[J]. 河北农业科学,2002,6(4):35-41.
- [15] 刘国顺,习向银,时向东. 锌对烤烟漂浮育苗中烟苗生长及生理特性的影响[J]. 河南农业大学学报,2002,36(1):18-22.
- [16] Cao Zhihong. Potassium element and microelement on flue-cured tobacco production of high quality[M]. Beijing:Chinese Agricultural Press,1995:36-42.
- [17] 汪邓民,周冀衡,朱显灵,等. 磷钙锌对烟草生长,抗逆性保护酶及渗透物的影响[J]. 土壤,2000,32(1):34-37,46.

Effects of Different Irrigation Method on the Yield, Chemical Properties and Water Use Efficiency of Flue-Cured Tobacco

WU De-li, FENG Jie-qiong, PENG Jing, WANG Hui-qun

(Bioscience and Biotechnology College of Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128)

Abstract: In order to discuss the effect of irrigation method on the yield and quality of flue-cured tobacco, taking the flue-cured tobacco K326 as experimental material, the effects on flue-cured tobacco yield, some chemical compositions and water use efficiency were studied under partial root-zone drying, deficit irrigation and full irrigation using pot experiment. The physiological basis under root-zone drying for improving yield and quality of flue-cured tobacco were discussed. The results showed that flue-cured tobacco water use efficiency, drought resistance and physiology indexes under root-zone drying compared with those under full irrigation had significantly improved. Leaves dry weight, plant height and dry matter accumulation under root-zone drying were higher than those under deficit irrigation or full irrigation. The content of soluble sugar in flue-cured tobacco leaves under root-zone drying was significantly higher than those under deficit irrigation or full irrigation. Those indicated that root-zone drying could improve the quality of flue-cured tobacco leaves and save irrigation water.

Key words: flue-cured tobacco; partial root-zone drying; chemical quality; water use efficiency