

土壤水分对烤烟耗水特征及烟叶产量和品质的影响

李继新¹ 袁有波¹ 苏贤坤¹ 邵孝侯²

(1. 贵州省烟草科学研究所 贵州 贵阳 550003 ; 2. 河海大学农业工程学院 江苏 南京 210098)

摘要 烤烟需水规律是制定烤烟灌溉制度、确定灌溉次数及灌溉量的前提。为此,在蒸渗仪条件下进行了不同水分处理的烤烟各生育期耗水量及烟叶产量和品质的试验。试验结果表明,当烟叶的产量、品质达到较优水平时,烤烟伸根、旺长、成熟各生育阶段耗水量分别为 46 mm、144 mm 和 82 mm,土壤相对含水量下限灌溉指标应分别控制在 60%、80% 和 70% 左右。

关键词 烤烟 耗水规律 土壤水分 蒸渗仪 产量 品质

中图分类号 S572.07 文献标识码 A 文章编号 1000-1980(2008)04-0520-05

近年来,作物节水灌溉技术如控制灌溉、非充分灌溉、膜上灌和喷滴灌技术等,在烤烟生产中开始应用并取得了显著的节水效果^[1-3]。然而,我国对烟草的水分生理、需水规律以及烟草本身对水分的适应性和调节作用研究尚少。在缺水不严重或缺水时间不长的情况下,烟株有暂时调节体内水分平衡的能力;但是,严重干旱或水分过多都会严重影响烟株的生长发育以及烟叶的产量和品质^[4-6]。明确烤烟需水规律是制定烤烟灌溉制度、确定灌溉次数及灌溉量的前提。为此,本文在蒸渗仪控制条件下对烤烟需水耗水特征进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验概况

试验在南京市江宁区横溪镇南京市蔬菜花卉科学研究所内进行。当地年平均降雨天数为 117d,降雨量为 1106.5 mm,年平均温度为 15.7℃,最大平均湿度为 81%,最大风速为 19.8 m/s,无霜期为 237 d。供试土壤为黄棕壤,质地黏重,有机质质量分数为 14.21 g/kg,全氮质量分数为 1.30 g/kg,碱解氮质量分数为 129.90 mg/kg,全磷质量分数为 0.36 g/kg,速效磷质量分数为 27.20 mg/kg,速效钾质量分数为 222.90 mg/kg,pH 值 5.87。0~60 cm 土壤密度为 1.35 g/cm³,0~60 cm 土壤田间持水量(质量含水量)为 28.0%,地下水埋深 10 m。试验用烤烟品种为中烟 100,采用漂浮育苗,4 月 25 日移栽。

蒸渗仪由水泥、砖块砌成,无底,共 6 格,每格表面积 8.0 m²,深 1.2 m,填土 1.0 m。蒸渗仪中的土壤是原地按自然层次回填的土壤。蒸渗仪内 10 cm、30 cm、50 cm 处安装了用以监控土壤水分的张力计。蒸渗仪的上面还安装了防雨棚。

1.2 试验设计

将烤烟的生育期分为 3 个生育阶段,即伸根期(还苗~团棵)、旺长期(团棵~现蕾)和成熟期(现蕾~采毕)。以土壤含水量下限作为灌溉控制指标,试验共 6 个处理(表 1),重复 3 次。每个蒸渗仪栽烟 12 株,行距 1.2 m,株距 0.5 m。1 hm² 施纯 N 45 kg,P₂O₅ 90 kg,K₂O 135 kg。移栽前作基肥一次性施入。其中,N 肥用硝酸铵,磷肥用钙镁磷肥,钾肥用硝酸钾。

1.3 测定项目与方法

a. 土壤含水量 烤烟移栽后采用烘干法测定 0~20 cm、20~40 cm 和 40~60 cm 处土壤含水量,每 7 d 测 1 次。

表 1 蒸渗仪试验处理设计			
Table 1 Treatment design for lysimeter experiments			
处理	土壤含水量下限控制指标 (占田持的百分数)		
	伸根期	旺长期	成熟期
1	70	80	70
2	60	80	70
3	50	80	70
4	60	70	60
5	60	80	60
6	60	70	50

注:处理 1 为对照用。

- b. 农艺性状. 烤烟移栽后测定烟株的株高、茎围、单株叶面积、叶面积指数等性状 ,每 7 d 测 1 次 .
- c. 干物质质量和产量 . 在烤烟成熟期挖烟 ,烘箱 80℃ 杀青 ,60℃ 烘干 (根茎叶分开) 称重 ,计烟叶产量 .
- d. 耗水量 . 采用简化农田水分平衡方程计算烟田耗水量^[7-9] . 简化农田水分平衡方程为

$$E_T = 0.1 \sum_{i=1}^n h_i d_i (W_t - W_0) + I$$

式中 : E_T ——一定时段内的实际蒸散量 ,mm ; n ——取土层次 ; h_i ——第 i 层土层厚度 ,cm ; d_i ——第 i 层土层土壤密度 ,g/cm³ ; W_0 , W_t ——时段开始和结束时的第 i 层土壤湿度 ,% ; I ——同时段内灌水量 ,mm . 由于蒸渗仪试验在安装有雨棚的大棚里进行 ,区内地下水埋深为 10 m ,所以这里忽略降雨量、地下水补给量、渗漏量和地表径流量 .

- e. 烤烟品质 . 每处理采集 C₃F 样品 1 kg 左右 ,用于化学成分分析^[10-11] .

2 结果与分析

2.1 不同水分处理对烤烟成熟期干物质累积的影响

不同水分处理对烤烟干物质累积与分配的影响如表 2 所示 .

表 2 不同水分处理对烤烟干物质累积与分配的影响

Table 2 Effect of different water treatments on dry matter accumulation and distribution

处理	根		茎		叶		全株干质量/g	根干质量/冠干质量
	干质量/g	干质量占全株干质量的比例/%	干质量/g	干质量占全株干质量的比例/%	干质量/g	干质量占全株干质量的比例/%		
1	81.53	17.29	155.85	33.05	234.18	49.66	471.56	0.21
2	84.87	19.44	137.76	31.56	213.85	48.99	436.48	0.24
3	84.95	18.77	175.06	38.68	192.53	42.54	452.54	0.23
4	82.54	19.15	161.69	37.52	186.68	43.32	430.92	0.24
5	77.10	16.39	170.33	36.21	222.91	47.39	470.35	0.20
6	72.74	19.03	132.05	34.54	177.51	46.43	382.30	0.23

从表 2 可知 (a)成熟期每株干质量 ,最大的是处理 1 ,为 471.56 g ,处理 5 次之 ,为 470.35 g ,处理 6 最小 ,仅为 382.30 g ;各处理之间的根冠质量比几乎没有差异 ,介于 0.20 ~ 0.24 之间 . (b)成熟期每株根干质量 ,最大的是处理 3 ,为 84.95 g ,处理 6 最小 ,为 72.74 g ;根干质量占全株质量的比例 ,最高的是处理 2 ,为 19.44% ,处理 5 最小 ,仅 16.39% ;茎干质量仍是处理 3 最大 ,为 175.06 g/株 ,处理 6 最低 ,为 132.05 g/株 ;叶干质量最大的为处理 1 ,为 234.18 g/株 ,处理 6 最小 ,为 177.51 g/株 ;叶干质量占全株干质量的比例 ,处理 1 最高 ,为 49.66% .

从表 2 还可以看出 ,全株干质量大的处理 ,其根或茎或叶的干质量未必大 ,某个器官干质量占全株干质量比例高的处理 ,其他器官干质量占全株干质量的比例也不一定高 . 综合来看 ,处理 3 的根、茎及全株干质量都最大 ,叶干质量也比较大 ,根冠质量比为 0.23 ,各项指标基本优于其他处理 .

2.2 不同水分处理对烤烟烟叶产量和化学成分的影响

不同水分处理对烤烟烟叶产量和化学成分的影响如表 3 所示 .

表 3 不同水分处理对烤烟烟叶产量和化学成分的影响

Table 3 Effect of different water treatments on yield and chemical components of flue-cured tobacco

处理	产量/ (kg · hm ⁻²)	u(总氮)/%	u(烟碱)/%	u(总糖)/%	u(钾)/%	u(氯)/%	m(总氮)/ m(烟碱)	m(钾)/ m(氯)	m(总糖)/ m(烟碱)
1	2 294.22	2.39	2.67	18.20	1.25	0.42	0.90	2.97	6.82
2	2 303.62	2.44	2.95	22.47	1.27	0.46	0.83	2.71	7.62
3	2 298.87	2.48	3.42	19.38	1.37	0.33	0.73	4.16	5.67
4	2 056.22	2.64	3.12	17.74	1.50	0.56	0.85	2.68	5.69
5	2 300.18	2.46	2.54	20.06	1.26	0.54	0.97	2.31	7.90
6	2 286.74	2.45	3.66	17.28	1.42	0.36	0.67	4.16	4.72

注 :u(*) ,m(*) 分别表示 * 的质量分数和质量 .

从表 3 可以看出 ,处理 4 (60-70-60) 的产量明显低于其他处理 ,为 2 056.22 kg/hm² ,其他处理之间的差别不是

太大,处理 2(60-80-70)的产量略高于其他处理,达 2 303.62 kg/hm²;处理 5(60-80-60)的产量为 2 300.18 kg/hm²,仅次于处理 2;处理 6(60-70-50)的产量也较低。因此,60-70-60、60-70-50 的水分组合即旺长期水分控制下限较低的可导致烟叶减产,而其他水分组合之间的差异不明显,但 60-80-70 的处理能获得较高的产量,效果明显。

从表 3 还可以看出:不同水分处理烟叶 $u(\text{烟碱})$ 差异较为明显,处理 6 最高,其次是处理 3 和处理 4,其 $u(\text{烟碱})$ 偏高,其他处理 $u(\text{烟碱})$ 较适宜。 $u(\text{总糖})$,处理 2 最高,处理 5 次之,处理 4 和处理 6 较低,但各处理烟叶 $u(\text{总糖})$ 都在适宜范围内。各处理烟叶 $u(\text{总氮})$ 、 $u(\text{钾})$ 和 $u(\text{氯})$ 差异不大。各化学成分质量间的比值, $m(\text{总氮})/m(\text{烟碱})$ 的值为处理 1、2、4、5 较适宜, $m(\text{总糖})/m(\text{烟碱})$ 的值为处理 2 和处理 5 较协调, $m(\text{钾})/m(\text{氯})$ 的值则为处理 3 和处理 6 较高。综合分析,处理 2 和处理 5 烟叶中各种化学成分的质量分数较适宜,其比例也较为协调^[10-12]。

2.3 不同水分处理下的烤烟耗水特征

2.3.1 伸根期耗水特征

不同水分处理伸根期耗水量及耗水强度见图 1。从图 1 可以看出,随着土壤水分的增加(本试验虽然设置了 6 个水分处理,但实际上伸根期只有 3 个水分处理),烤烟耗水量与耗水强度明显增加。伸根期烟株由于叶面积较小,烤烟耗水以土壤蒸发为主^[7,13-14],因此各水分处理下烤烟耗水量的差异主要是土壤蒸发量的差异,土壤蒸发量随着土壤水分的增加而明显增加。

从伸根期农艺性状叶面积(表 4)来看:伸根期土壤含水量为 50% 的水分下限处理虽然水分消耗较少,但生长发育已明显地受到了影响,而伸根期土壤含水量为 70% 的处理的叶面积较土壤含水量 60% 的处理的叶面积并无优势,且耗水强度大,水分损失大;土壤含水量为 60% 的处理生长发育好,且耗水强度适中,水分有效利用率高。综上所述,伸根期土壤含水量下限控制在 60% 左右能够满足烤烟正常生长发育的需要,这一时期烤烟的耗水量约为 46.45 mm。

表 4 不同水分处理下的烤烟单株叶面积

Table 4 Effect of different water treatments on leaf area per plant

cm²

处理	移栽后的天数/d									
	14	23	31	37	44	52	61	67	74	82
1	94.96	271.17	768.26	1 841.93	3 549.53	7 164.89	14 258.19	18 704.01	23 782.57	25 655.89
2	92.18	325.14	918.94	2 033.61	3 863.34	7 828.90	15 880.00	21 526.70	29 493.46	28 604.29
3	86.61	283.07	827.47	1 884.24	3 560.69	7 298.26	15 525.86	19 269.57	27 003.29	28 541.87
4	102.86	450.74	1 164.12	2 557.22	4 525.11	8 157.54	15 390.92	18 329.46	25 091.22	25 924.08
5	114.89	481.46	1 206.05	2 393.15	4 886.71	9 066.46	18 337.49	21 901.63	29 363.26	31 758.11
6	121.99	468.50	1 025.36	2 235.12	4 080.36	7 677.02	15 427.75	20 313.45	26 826.07	28 450.70

2.3.2 旺长期耗水规律

旺长期不同水分处理耗水量及耗水强度见图 2。

从图 2 可以看出:土壤含水量为 80% 的 3 个水分处理,其耗水量与耗水强度明显高于土壤含水量为 70% 的处理;但旺长期土壤含水量同为 80% 的 3 个水分处理,其耗水量与耗水强度因伸根期土壤含水量不同也差异较大。

旺长期是烟株生长最快的时期,这一时期烤烟叶面积迅速增大,干物质积累量大,光合、蒸腾等生理活动强,烤烟耗水主要以蒸腾为主,因此各水分处理下烤烟耗水量的差异主要是烟株本身耗水的差异。旺长期耗水量的多少与伸根期土壤中水的质量分数大小有很大关系。当伸根期土壤含水量较小时,旺长期的耗水量有一部分用来补偿前期土壤水分;当伸根期土壤含水量

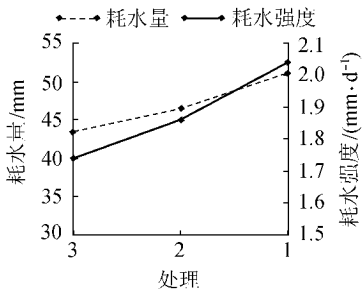


图 1 伸根期不同水分处理的耗水量及耗水强度

Fig.1 Water consumption amount and intensity of flue-cured tobacco under different water treatments at root extending stage

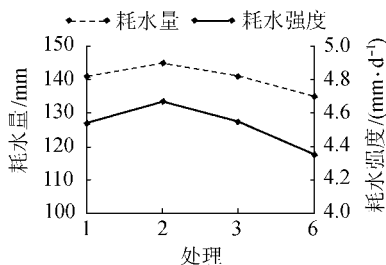


图 2 旺长期不同水分处理的耗水量及耗水强度
Fig.2 Water consumption amount and intensity of flue-cured tobacco under different water treatments at vigorous growing stage

过小(小于 50%)时,尽管旺长期需要更多的耗水量来补偿前期土壤水分,但由于烟株本身的生长发育受到了一定损伤,代谢受阻,烟株本身耗水量下降,因而总耗水量和耗水强度反而下降。

从旺长期农艺性状(叶面积)来看,旺长期需要维持较高的土壤含水量以满足烤烟快速生长的需要,并打下优质高产的物质基础。因此,旺长期土壤相对含水量为 80%左右能够满足烤烟正常生长发育的需要,这一时期烤烟的耗水量为 140~144 mm。

2.3.3 成熟期耗水规律

烤烟进入成熟期后,生理代谢活动减弱,耗水量与耗水强度相对旺长期明显下降(图 3)。处理 α(50%)的耗水量与耗水强度均明显低于其他处理,土壤含水量水分控制下限 70%的处理与土壤含水量水分控制下限 60%的处理总体耗水量与耗水强度相差不大,各个处理因伸根期与旺长期的水分处理不同会略有变化。就生长发育和产量而言,成熟期土壤含水量水分控制下限在 60%~70%之间对产量的影响不大。研究表明,成熟期土壤含水量会影响烤烟品质而对产量影响不大^[15-16]。因此,成熟期土壤含水量水分控制下限在 60%~70%之间较为适宜,成熟期的耗水量为 80.14~82.18 mm。

2.3.4 全生育期耗水规律

在蒸渗仪控制条件下,全生育期各处理的耗水量差别不大(表 5),处理 5 的耗水量最大,达 295.81 mm,处理 6 的耗水量最小,为 258.41 mm。伸根期、旺长期以及成熟期各处理耗水量分别占大田全生育期耗水总量的 14.8%~19.4%(平均为 16.9%)、48.9%~59.7%(平均为 53.3%)和 25.5%~33.5%(平均为 29.7%),各个生育时期土壤水分处理的不同会使各生育期耗水模系数略有变化,各处理的耗水量与耗水模系数均为旺长期最大,成熟期次之,伸根期最小,但耗水强度则是旺长期最大,伸根期次之,成熟期最小。

表 5 烤烟的耗水特征

Table 5 Water consumption characteristics of flue-cured tobacco											
处理	伸根期			旺长期			成熟期			全生育期	
	耗水量/ mm	耗水模 系数/%	耗水强度/ (mm·d ⁻¹)	耗水量/ mm	耗水模 系数/%	耗水强度/ (mm·d ⁻¹)	耗水量/ mm	耗水模 系数/%	耗水强度/ (mm·d ⁻¹)	耗水量/ mm	耗水强度/ (mm·d ⁻¹)
1	51.06	19.43	2.04	140.64	53.51	4.54	71.14	27.07	2.29	262.83	3.02
2	46.45	17.51	1.86	136.37	51.40	4.40	82.48	31.09	2.66	265.30	3.05
3	43.43	15.97	1.74	140.92	51.82	4.55	87.61	32.21	2.83	271.96	3.13
4	40.78	15.45	1.63	134.83	51.07	4.35	88.39	33.48	2.85	264.00	3.03
5	50.99	17.24	2.04	144.67	48.91	4.67	100.14	33.85	3.23	295.81	3.40
6	38.33	14.83	1.53	154.23	59.68	4.98	65.85	25.48	2.12	258.41	2.97

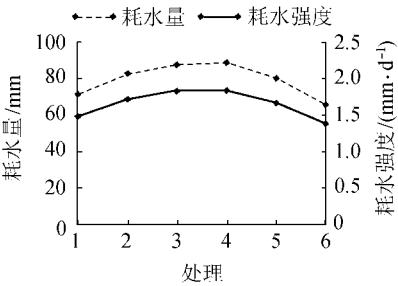


图 3 成熟期不同水分处理的耗水量及耗水强度

Fig.3 Water consumption amount and intensity of flue-cured tobacco under different water treatments at maturing stage

3 小 结

试验结果表明:水分处理 α(60-80-70)有利于烟株“早生快发”,产量较高,烟叶化学成分质量分数适宜、比例协调,是较优的水分处理;在烤烟伸根、旺长、成熟期,土壤相对含水量下限控制指标分别为 60%、80%、70%,其各生育期耗水量分别为 46 mm、144 mm、82 mm 左右,总耗水量为 272 mm。

由于不同烟区生态条件(气候、土壤)下烤烟的耗水规律会有一定差异,因而需针对不同生态类型烟区进行多年田间试验研究。本试验是在蒸渗仪控制条件下进行的,而且本试验中的耗水量是在地下无渗漏、地表无径流的控制条件下得到的,具有一定的局限性。所以,应结合烟区某一阶段的有效降雨的多少来判断烟田水分的盈亏,科学合理地指导烟田灌溉。

参考文献:

[1] 杨忠波, 姜桂兰, 王成忠, 等. 浅谈节水灌溉在烤烟栽培中的可行性[J]. 黑龙江水利科技, 1998(2): 83-84.
[2] 尚德强, 段铁力, 肖协忠, 等. 不同节水灌溉形式对烤烟生长发育影响的研究[J]. 中国烟草科学, 2001, 22(3): 7-11.

- [3] 高华军,汪耀富,邵孝侯.烤烟节水灌溉的研究进展[J].节水灌溉,2005(5):33-35.
- [4] 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.
- [5] 汪耀富,闰栓年,于建军.土壤干旱对烤烟生长的影响及机理研究[J].河南农业大学学报,1994,28(3):250-255.
- [6] 金文华,刘金海,鲁家鑫,等.烤烟节水灌溉试验与示范[J].烟草科技,2002(11):39-41.
- [7] HANTOSH T H. Effect of irrigation on evapotranspiration, yield and quality of tobacco[J]. Tobacco Asia, 1989(1):6-10.
- [8] 谢贤群,于沪宁.作物与水分关系研究[M].北京:中国科学技术出版社,1992:21-35.
- [9] 韩锦峰,汪耀富,钱晓刚,等.烟草栽培生理[M].北京:中国农业出版社,2003:1-22.
- [10] 李东亮,许自成,陈景云.烤烟主要物理性状与化学成分的典型相关分析[J].河南农业大学学报,2007,41(5):492-497.
- [11] 王勇,周冀衡,肖志新,等.不同成熟度对烤烟烟叶品质和安全指标的影响[J].中国烟草科学,2007,28(3):26-29.
- [12] 胡国松,郑伟,王震东.烤烟营养原理[M].北京:科学出版社,2000:83-144.
- [13] MAW B W, STANSELL J R, MULLINIX B G. Seasonal soil water use of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Science, 1997, 41(4):91-93.
- [14] TONELLO P E, PREGNO L M, WEEDEN B R. Factors influencing the irrigation efficiency of flue-cured tobacco grown in north Queensland, Australia[J]. Tobacco Science, 1993, 37:69-77.
- [15] 伍贤进.土壤水分对烤烟产量和品质的影响[J].农业与技术,1998,18(4):3-7.
- [16] 汪耀富,孙德梅,徐传快,等.干旱胁迫下氮用量对烤烟养分积累与分配及烟叶产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(3):306-311.

Effects of soil moisture on water consumption, yield and quality of flue-cured tobacco

LI Ji-xin¹, YUAN You-bo¹, SU Xian-kun¹, SHAO Xiao-hou²

(1. Tobacco Science Research Institute of Guizhou Province, Guiyang 550003, China;

2. College of Agricultural Engineering, HoHai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Water consumption law is a basis for designing irrigation systems and determining irrigation frequency and amount. Lysimeter experiments were performed to study the effects of different water treatments on water consumption, yield and quality of flue-cured tobacco at different growth stages. The results show that the appropriate water consumption at the root extending stage, vigorous growing stage and maturing stage are 46mm, 144mm and 82mm, respectively, with a higher yield and a more suitable chemical component content in tobacco leaves. Therefore, the low limit of relative soil water content should be controlled at 60%, 80% and 70%, respectively, at the root extending, vigorous growing and maturing stages.

Key words: flue-cured tobacco; water consumption; soil moisture; lysimeter; yield; quality