

旱作雨养土壤水库储水模式对烤烟品质及产量的影响

邵惠芳¹, 张慢慢¹, 周子方², 黄五星¹, 许自成¹

(1. 河南农业大学烟草学院, 河南 郑州 450002; 2. 江苏中烟工业有限责任公司, 江苏 南京 210019)

摘要: 运用旱作雨养土壤水库储水模式的田间试验方法, 研究了其对烤烟农艺性状、物理性状、化学成分以及产量和产值的影响。结果表明, 旱作雨养土壤储水模式(T)处理下的烤烟农艺性状综合表现优于一般大田种植模式(CK), 烤烟田间长势均匀, 茎秆粗壮; 烟叶单叶重和叶质重在两处理间达到显著差异, T 处理烤烟各部位烟叶单叶重和叶质重均高于 CK, 中部叶的单叶重和叶质重分别达 22.90 g 和 76.67 g·m⁻²; T 处理上部烟叶的填充值和含梗率为 3.64 cm³·g⁻¹和 26.29%, 显著低于 CK 处理, 而中上部烟叶平衡含水率表现为 T>CK, 且差异显著; T 处理能够改善烟叶化学成分, 其中能够显著提高不同部位烟叶钾含量和钾氯比, 其均值达 2.74%、6.89, 同时较 CK 显著降低了总氮、烟碱和氯含量; 同时旱作雨养土壤储水模式能够提高烟叶的产量产值, 烟叶的产量为 2 156.7 kg·hm⁻², 显著高于 CK。

关键词: 烤烟; 雨养烟田; 储水模式; 品质; 产量

中图分类号: S572; S504.8 **文献标志码:** A

Effect of the mode of rainfed soil reservoir water storage on the yield and quality of flue-cured tobacco

SHAO Hui-fang¹, ZHANG Man-man¹, ZHOU Zi-fang², HUANG Wu-xing¹, XU Zi-cheng¹

(1. College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2. China Tobacco Jiangsu Industrial Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210019, China)

Abstract: In order to solve the problem of drought stress on yield and quality of flue-cured tobacco, the research used a field test method of dry rainfed soil reservoir water storage mode to study the effect of flue-cured tobacco agronomic characteristics, physical properties, chemical composition and the yield and output value. The results showed that the comprehensive performance of agronomic characteristics by T treatment (soil water storage model under rainfed condition) was better than CK treatment (control group), and the growth of flue-cured tobacco was uniform and had stout stem. The differences in leaf weight and quality between two treatments were significant and all parts of tobacco leaf weight and quality by the T treatment were higher than CK, and the leaf weight and quality of middle leaf were 22.90 g and 76.67 g·m⁻², respectively. Fill value and stem ratio of upper leaves of T were 3.64 cm³·g⁻¹ and 26.29%, respectively, significantly lower than those by the CK treatment. In the upper and middle leaves, the equilibrium moisture content by the T treatment was higher than that of CK, and the difference was significant. The T treatment could improve the chemical components of tobacco. Also, it significantly improved potassium content and potassium chlorine ratio in different parts of tobacco leaf, and the mean values were 2.74% and 6.89, respectively. In addition, compared with CK, it significantly reduced the total nitrogen, nicotine and chlorine contents. In conclusion, soil water storage model under rainfed condition could improve the leaf yield and output value, and the production of tobacco was 2 156.7 kg·hm⁻², significantly higher than that from CK.

Keywords: flue-cured tobacco; rainfed tobacco field; water storage mode; quality; yield

收稿日期: 2015-07-10
基金项目: 河南省烟草公司科技攻关项目 (HYKJ 201210、HYKJ 201043) 资助
作者简介: 邵惠芳 (1971—), 女, 河南灵宝人, 副教授, 主要从事烟叶质量评价、数据挖掘等方面的研究。E-mail: shf_email@163.com

烟草生长过程中保持适宜的水分是获得优质烟叶的基础^[1],水分直接影响着烤烟光合作用及光合产物的积累,水分亏缺将直接导致减产,且超过其他因素造成减产的总和^[2-3]。而干旱一直是影响北方烟区烤烟产量和品质的重要原因^[4],为了获得优质适产的烟叶,近年来北方一些烟区围绕着烟草生长发育的特点和需水规律展开研究^[5],其中一个探究方向就是烤烟旱作雨养土壤水库储水模式。该模式是在一定烟田面积内修建储水防渗水窖,在耕地中设置防渗漏储水地槽,使烟田表面设置的聚流入渗至抗蒸发集径流垅沟中,再与储水防渗水窖相连。用自然降水作为水源,可以最大可能地减少每次被自然蒸发和减少径流所流失的降水,将无效降水聚集入渗到地表含水率频变层下防止其蒸发流失,有效地将降水转化为储存,使强降水径流流失全部分散储存在植被可利用地层范围和储水防渗水窖内。

河南省洛阳烟区日照条件充足,昼夜温差大,土壤含钾量丰富,农业小气候较为明显^[6]。但近年来洛阳烟区烤烟品质下降,产量降低,主要是因为洛阳烟区气候条件波动较大,温度越来越高且降水量越来越少,造成部分烟区出现干旱,不能满足烟草需水要求^[7]。鉴于此,应用旱作雨养土壤水库储水的模式,主要探讨如何通过保水措施提高烤烟水分利用率及烟叶质量和产量,为实现烤烟抗旱高产提供基础,对提高烤烟烟叶品质和产量具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于 2013 年在河南省洛阳市洛宁县浙江中烟罗岭基地单元进行,供试烤烟品种为中烟 100。供试土壤为黄壤土,土壤有机质 $13.28\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, pH 值 6.70,速效氮 $102.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 $50.44\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $298.54\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。田间管理措施严格按照当地生产优质烟叶技术规范进行,试验田四周设保护行。

1.2 试验设计

试验共设 2 个处理,每个处理面积为 667 m^2 ,3 次重复。T:建立旱作雨养土壤水库,具体方法为在供试烟田内修建储水防渗水窖,水窖内壁有聚乙烯防渗农膜防渗层,在耕地中设置具有一定间距的防渗漏储水地槽,槽内铺衬有防渗农膜,膜内回填土壤,同时在烟田表面设置聚流入渗抗蒸发集径流垅沟,沟中心设置在防渗漏储水地槽纵向中心正上方,垅上铺有地膜,沟内均匀设置流入渗孔,沟两端设集径流溢流档,档上铺地膜,垅沟两端外开挖有一定

坡度的引入窖沟,与储水防渗水窖相连。CK:一般大田种植模式。育苗和大田管理按当地标准进行。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 农艺性状调查 烟草农艺性状的调查按照 YC/T142-1998 标准进行^[8],每个处理随机选取长势相当的烟株 3 株进行挂牌定株,在其团棵期、旺长期、打顶期和成熟期测量烟株的叶长、叶宽、株高、茎围及有效叶数,然后取其平均值。

1.3.2 烤后烟样物理特性测定 测定前随机选取 C3F 烟样 20 片,在常温下平衡烟叶样品含水率为 $16\%\sim 18\%$,要求叶片能够展开且完好,叶片均匀回潮,测定指标有烟叶的长度、宽度、叶片厚度、含梗率、单叶重、叶质重、填充率、抗张力和抗张强度。烟叶长度用直尺从叶柄到叶尖测量,烟叶最宽处测其宽度;烟叶厚度用显微标尺法测量^[9];梗重和单叶重用 $1/100$ 电子天平称取,含梗率 $(\%)=(\text{梗重}/\text{单叶重})\times 100\%$ ^[10];叶质重用打孔器和铝盒称重法测定;抗张力用 ZKW-3 烟草薄片抗张试验机测定^[11];填充值用填充仪测定^[11]。

1.3.3 烤后烟样常规化学成分测定 烟碱、总糖、还原糖、总氮、钾、氯等常规化学成分的测定按参考文献^[12]进行。采用紫外分光光度法测定烟碱含量;总糖含量的测定采用乙醇提取,葱酮比色法;苦味酸法测定还原糖含量;总氮含量测定采用浓硫酸-双氧水消化法;钾离子含量测定采用火焰光度法;氯离子含量采用滴定法。

1.3.4 烤烟产量测定 调查试验田烤烟单位面积株数、有效叶数、单叶重及受灾情况,烤烟产量 $=(\text{面积}\times\text{单位面积株数}\times\text{单株有效叶数}\times\text{单叶重}/1000)-\text{烟田受灾损失}$;烤后烟叶按照 42 级国标法^[13]进行分级,计算烤烟产值、均价及上、中等烟比例。

1.4 数据处理

运用 SPSS21.0 软件对数据进行方差分析,同时运用 EXCEL2010 完成相应图形和表格的绘制。

2 结果与分析

2.1 不同处理下烤烟农艺性状的对比分析

不同处理对烤烟各时期烟株农艺性状的影响如表 1 所示,由表 1 可知,在烤烟生长的各个时期,不同处理间烤烟农艺性状的变幅不大,即不同农艺性状的最大值与最小值之间相差不大,存在的变异较小。在烟草团棵期,T 处理中茎围的变异系数较大,且茎围较 CK 处理大,说明烟株较粗壮,有利于烟株更好吸收养分;而在 CK 中则株高变异系数较大,达 14.18% ,烟株株高稳定性较差,说明田间长势不均

匀;T 处理的有效叶数较 CK 处理多,且变异系数较小,烟株有效叶数较稳定,CK 处理的有效叶数变异系数较大,留叶数分布不均匀。烟草进入旺长期后,烟叶最大叶长、叶宽、株高和有效叶数均以 T 处理变异系数较小,说明 T 处理烟株长势更均匀。烟叶打顶期,烟株生长逐渐趋于缓慢,各农艺性状指标均以 T 处理大于 CK,尤以株高表现更明显,且 T 处理株高变异最小;最大叶宽以 CK 表现更好,平均有效叶数两个处理表现一致。烟叶成熟期,由于打顶后,各处理烟株高度趋于一致,T 处理的株高稍大于 CK;烟叶最大叶长、叶宽和茎围均为 T 处理大于 CK。

2.2 不同处理烤后烟叶物理特性的对比分析

对不同处理烤烟上部叶物理特性进行分析,其结果如表 2 所示,烤烟上部叶除叶长、含梗率和填充值在不同处理间差异不显著外,上部叶其他物理性状均达到显著差异,且叶宽和单叶重在不同处理间达到极显著差异,T 处理的上部叶叶宽和单叶重显著大于 CK 处理;上部叶不同处理间的物理性状的变异系数较小,稳定性较好,其中上部叶平衡含水率的变异系数在两处理间均较大,且 T>CK;除烟叶含梗率外,上部叶其他物理性状均表现为 T 处理>CK 处理。

表 1 不同处理对烤烟生育期农艺性状的影响							
Table 1 Effects of different treatments on the agronomic characteristics of flue-cured tobacco							
生育期 Growth period	农艺性状 Agronomic characters	T			CK		
		平均值 ± 标准差 Mean ± standard deviation	变幅 Range	变异系数/% Coefficient of variation	平均值 ± 标准差 Mean ± standard deviation	变幅 Range	变异系数/% Coefficient of variation
团棵期 Resettle period	最大叶长/cm Maximum leaf length	48.79 ± 5.45	42.83 ~ 53.52	11.17	47.03 ± 5.74	42.81 ~ 53.57	12.20
	最大叶宽/cm Maximum leaf width	30.17 ± 0.85	29.20 ~ 30.80	2.82	29.86 ± 2.32	28.55 ~ 32.53	7.77
	株高 Plant height/cm	70.33 ± 2.78	68.30 ~ 73.50	3.95	71.87 ± 10.19	65.04 ~ 83.59	14.18
	茎围 Stem girth/cm	9.03 ± 1.16	8.06 ~ 10.31	12.85	8.19 ± 0.24	7.92 ~ 8.35	2.93
	有效叶数/片 Effective leaf number	13.33 ± 0.58	13.00 ~ 14.00	4.35	11.67 ± 1.53	10.00 ~ 13.00	13.11
旺长期 Fast growing period	最大叶长/cm Maximum leaf length	68.53 ± 5.09	62.87 ~ 72.72	7.43	65.53 ± 5.81	58.87 ~ 69.53	8.87
	最大叶宽/cm Maximum leaf width	36.08 ± 2.17	33.91 ~ 38.25	6.01	37.75 ± 2.83	35.25 ~ 40.82	7.50
	株高 Plant height/cm	130.69 ± 4.30	126.43 ~ 135.01	3.29	130.00 ± 6.66	124.07 ~ 137.21	5.12
	茎围 Stem girth/cm	11.41 ± 1.07	10.34 ~ 12.47	9.38	10.31 ± 0.49	9.85 ~ 10.82	4.75
	有效叶数/片 Effective leaf number	22.00 ± 1.00	21.00 ~ 23.00	4.55	21.11 ± 1.02	20.00 ~ 22.00	4.83
打顶期 Topping period	最大叶长/cm Maximum leaf length	75.14 ± 4.28	70.55 ~ 79.03	5.70	73.30 ± 5.21	68.24 ~ 78.65	7.11
	最大叶宽/cm Maximum leaf width	40.48 ± 2.79	37.53 ~ 43.08	6.89	40.71 ± 2.68	37.87 ~ 43.19	6.58
	株高 Plant height/cm	168.56 ± 3.83	165.04 ~ 172.63	2.27	159.15 ± 6.99	152.07 ~ 166.04	4.39
	茎围 Stem girth/cm	11.95 ± 1.55	10.42 ~ 13.51	12.97	10.80 ± 0.10	10.72 ~ 10.91	0.93
	有效叶数/片 Effective leaf number	24.11 ± 1.02	23.00 ~ 25.00	4.23	24.11 ± 1.02	23.00 ~ 25.00	4.23
成熟期 Maturity period	最大叶长/cm Maximum leaf length	75.23 ± 3.08	72.25 ~ 78.41	4.09	75.16 ± 5.23	70.06 ~ 80.51	6.96
	最大叶宽/cm Maximum leaf width	45.76 ± 6.64	39.08 ~ 52.36	14.51	45.81 ± 1.64	44.09 ~ 47.35	3.58
	株高 Plant height/cm	148.06 ± 8.04	140.05 ~ 156.13	5.43	145.16 ± 7.23	138.01 ~ 152.47	4.98
	茎围 Stem girth/cm	11.87 ± 1.16	10.54 ~ 12.49	9.77	11.54 ± 0.72	10.93 ~ 12.38	6.24
	有效叶数/片 Effective leaf number	23.44 ± 1.50	22.00 ~ 25.00	6.40	23.00 ± 1.00	22.00 ~ 24.00	4.35

表 2 不同处理下烤烟上部叶物理性状的差异

Table 2 Differences in physical properties of upper leaves by different treatments

指标 Index	T			CK			<i>t</i>	Sig.
	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation		
叶长 Leaf length/cm	55.57	0.10	0.18	55.10	0.92	1.67	0.60	0.58
叶宽 Leaf width/cm	25.81	0.30	1.16	21.76	0.42	1.93	13.56	0.00 * *
含梗率 Stem ratio/%	26.29	0.71	2.70	26.73	0.26	0.97	- 2.79	0.09
单叶重 Weight per leaf/g	22.9	0.16	0.70	21.61	0.04	0.19	13.75	0.00 * *
叶质重 Leaf density/(g·m ⁻²)	76.67	0.32	0.42	79.10	0.71	0.90	- 5.41	0.01 *
填充值 Filling value/(cm ³ ·g ⁻¹)	3.64	0.04	1.10	3.78	0.05	1.32	- 4.79	0.11
平衡含水率/% Equilibrium misture content	14.27	0.51	3.57	14.12	0.50	3.54	3.71	0.02 *
拉力(N) Tension	2.49	0.04	1.61	2.37	0.03	1.26	4.12	0.02 *

注: *、* * 分别表示处理间差异达到 0.05 和 0.01 显著水平。下同。

Note: *, * * indicated the significant differences at the 0.05 and 0.01 level, respectively. The same below.

烤烟不同处理中部叶物理性状如表 3 所示,中部叶的单叶重、叶质重、填充值、平衡含水率和拉力在两处理间均达到显著差异,且中部叶单叶重和叶质重达到极显著差异,而烟叶的叶长和叶宽和含梗率则差异不显著;T 处理中部叶平衡含水率变异系

数较其他物理性状大,而 CK 处理中的烟叶含梗率变异系数最大,达 3.54%,说明其稳定性较差;除中部叶叶宽、含梗率、叶质重和填充值表现为 T < CK 外,其他物理性状均表现为 T > CK。

表 3 不同处理下烤烟中部叶物理性状的差异

Table 3 Differences in the physical properties of middle leaves by different treatments

指标 Index	T			CK			<i>t</i>	Sig.
	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation		
叶长 Leaf length/cm	55.57	0.10	0.18	55.10	0.92	1.67	0.60	0.58
叶宽 Leaf width/cm	25.81	0.30	1.16	21.76	0.42	1.93	13.56	0.00 * *
含梗率 Stem ratio/%	26.29	0.71	2.70	26.73	0.26	0.97	- 2.79	0.09
单叶重 Weight per leaf/g	22.90	0.16	0.70	21.61	0.04	0.19	13.75	0.00 * *
叶质重 Leaf density/(g·m ⁻²)	76.67	0.32	0.42	79.10	0.71	0.90	- 5.41	0.01 *
填充值 Filling value/(cm ³ ·g ⁻¹)	3.64	0.04	1.10	3.78	0.05	1.32	- 4.79	0.11
平衡含水率 Equilibrium misture content/%	14.27	0.51	3.57	14.12	0.50	3.54	3.71	0.02 *
拉力 Tension/N	2.49	0.04	1.61	2.37	0.03	1.26	4.12	0.02 *

对下部叶而言,烟叶的含梗率、单叶重和叶质重达到极显著差异,烟叶的单叶重表现为 T > CK,而含梗率和叶质重则为 T < CK;同时烟叶的叶长和拉力在不同处理间差异显著,且叶长和拉力在不同处理间均表现为 T > CK;烟叶的叶宽、填充值和平衡含水率差异不显著,除平衡含水率在不同处理间表现为 T > CK 外,叶宽和填充值则为 T < CK;其中 T 处理中下部叶平衡含水率变异系数较大,为 37.44%,而 CK 处理其变异系数则相对较小;CK 处理中含梗率的变异系数较其他物理性状大(表 4)。

2.3 不同处理烤后烟叶化学成分的对比分析

由表 5 可以看出,烤烟上部叶的总糖、钾和钾氯比在不同处理间差异达到显著水平,且均表现为 T > CK,其中 T 处理中的烟叶钾含量较对照 CK 增加了 11.46%。烤烟的钾氯比、糖碱比和氮碱比反映的是烤烟主要化学成分的协调性,优质烟叶钾氯比 ≥ 4,糖碱比为 8 ~ 12,氮碱比 ≤ 1^[14]。CK 处理中上部烟叶钾氯比和糖碱比低于优质烟叶的适宜范围^[15],而氮碱比 T < CK,但在两处理间差异不显著;上部叶总氮和氯含量在 T 和 CK 处理间差异显著,且 T < CK,而 T 处理中的各化学成分更接近优质烟叶的要求。

表 4 不同处理下烤烟下部叶物理性状的差异
Table 4 Differences in physical properties of lower leaves by different treatments

指标 Index	T			CK			<i>t</i>	Sig.
	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation		
叶长 Leaf length/cm	62.53	0.59	0.94	60.81	0.85	1.40	2.89	0.04 *
叶宽 Leaf width/cm	26.66	0.36	1.35	26.96	0.37	1.37	- 1.00	0.37
含梗率 Stem ratio/%	31.34	1.30	4.15	33.71	3.47	10.29	- 11.09	0.00 * *
单叶重 Weight per leaf/g	16.65	0.09	0.54	14.65	0.39	2.66	8.73	0.00 * *
叶质重 Leaf density/(g·m ⁻²)	51.06	0.39	0.76	54.50	0.14	0.26	- 14.38	0.00 * *
填充值 Filling value/(cm ³ ·g ⁻¹)	4.38	0.04	0.91	4.43	0.03	0.68	- 1.61	0.18
平衡含水率/% Equilibrium misture content	14.42	5.40	37.44	14.27	0.53	3.71	1.55	0.20
拉力 Tension/N	2.28	0.03	1.32	2.06	0.08	3.88	4.38	0.01 *

表 5 不同处理下烤烟上部叶化学成分的差异
Table 5 Differences in chemical composition of upper leaves of flue-cured tobacco

指标 Index	T			CK			<i>t</i>	Sig.
	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation		
总糖 Total sugar/%	22.37	0.28	1.25	21.53	0.15	0.70	4.55	0.01 *
还原糖 Reducing sugar/%	19.34	0.08	0.41	18.81	0.54	0.49	12.50	0.17
总氮 Total nitrogen/%	2.11	0.03	1.42	2.31	0.06	2.60	- 5.58	0.01 *
烟碱 Nicotine/%	2.58	0.14	5.43	2.72	0.05	1.84	1.66	0.17
钾 Potassium/%	2.14	0.05	2.34	1.92	0.08	4.17	11.57	0.01 *
氯 Chlorine/%	0.45	0.03	6.67	0.60	0.07	11.67	- 0.77	0.02 *
钾氯比 Potassium/chlorine	4.81	0.37	7.69	3.45	0.59	17.10	3.38	0.03 *
糖碱比 Reducing sugar/nicotine	8.70	0.55	6.32	7.93	0.11	1.39	2.39	0.08
氮碱比 Total nitrogen/nicotine	0.82	0.05	6.08	0.85	0.01	1.18	- 0.90	0.42

对不同处理的中部叶化学成分进行分析,其结果见表 6。两处理中化学成分的变异系数相对较小,稳定性较好;其中 T 处理中氯含量变异系数较其他化学成分大,而 CK 处理中总氮的变异系数较大,说明其含量波动较大,分布不稳定;中部叶除总氮和氮碱比外,其他化学成分在两处理间均达到显著差异,且还原糖和钾、氯含量及钾氯比在不同处理间达到极显著差异,其中 T 处理的钾氯比较 CK 提高了 70.53%,而 CK 处理钾氯比未在其钾氯比最适宜的范围 4~10;总氮、烟碱和氯含量在不同处理间均表现为 T<CK。由此可知,旱作雨养土壤水库储水模式能促进烟草钾氯比的协调,同时能显著提高烟叶钾含量,提高烟叶燃烧性。

由表 7 可知,烤烟下部叶化学成分在各处理间变异系数较小,T 处理钾氯比变异系数均较大,而 CK 处理总氮和氯含量变异系数较大,均为 4.62%;下部叶除总糖、总氮和氮碱比外,其他化学成分在两

处理间均达到显著差异,且钾含量和糖碱比达到极显著差异,T 处理钾含量和糖碱比较对照提高了 21.10%和 15.30%;总氮、烟碱和氯含量均表现为 T<CK,且 T 处理中的烟碱含量较对照 CK 减少了 6.82%。

2.4 不同处理烤烟产量和产值指标的对比分析

旱作雨养土壤水库储水模式不仅影响烤烟植株的生长发育,还影响烤烟的产量和产值(表 8)。由表 8 可知,T 处理的产量、产值、均价、上等烟比例和中上等烟比例均大于处理 CK,且两处理间达到极显著差异;两处理的产量、产值、均价、上等烟及中上等烟比例的变异系数均较小,说明其稳定性较强;处理 T 的产量达 2 156.7 kg·hm⁻²,较对照 CK 高出 5.74%,且上等烟比例和中上等烟的比例均高于对照 CK 1.14%和 2.51%。本试验的结果表明旱作雨养土壤水库储水模式对烤烟的产量、产值和中上等烟比例均有显著的影响。

表 6 不同处理下烤烟中部叶化学成分的差异

Table 6 Differences in chemical composition of middle leaves of flue-cured tobacco

指标 Index	T			CK			<i>t</i>	Sig.
	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation		
总糖 Total sugar/%	23.26	0.11	0.47	22.77	0.23	1.01	3.33	0.03 *
还原糖 Reducing sugar/%	21.46	0.23	1.07	20.20	0.15	0.74	8.10	0.00 * *
总氮 Total nitrogen/%	1.56	0.03	1.92	1.60	0.05	3.13	-1.03	0.36
烟碱 Nicotine/%	2.13	0.02	0.94	2.25	0.04	1.78	-4.74	0.01 *
钾 Potassium/%	2.66	0.02	0.75	2.35	0.03	1.28	5.20	0.00 * *
氯 Chlorine/%	0.39	0.02	5.13	0.59	0.01	1.69	-0.26	0.00 * *
钾氯比 Potassium/chlorine	6.77	0.22	3.25	3.97	0.09	2.27	4.90	0.00 * *
糖碱比 Reducing sugar/nicotine	10.94	0.14	1.28	10.12	0.25	2.47	1.59	0.01 *
氮碱比 Total nitrogen/nicotine	0.74	0.01	1.36	0.71	0.02	2.82	2.22	0.09

表 7 不同处理下烤烟下部叶化学成分的差异

Table 7 Differences in chemical composition of lower leaves of flue-cured tobacco

指标 Index	T			CK			<i>t</i>	Sig.
	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation		
总糖 Total sugar/%	18.41	0.31	1.68	17.08	0.05	0.29	7.32	0.06
还原糖 Reducing sugar/%	18.83	0.22	1.17	18.44	0.10	0.54	2.80	0.04 *
总氮 Total nitrogen/%	1.46	0.04	2.73	1.52	0.07	4.62	-1.15	0.32
烟碱 Nicotine/%	2.05	0.02	0.98	2.20	0.02	0.91	-9.62	0.01 *
钾 Potassium/%	3.43	0.06	1.75	2.83	0.04	1.41	10.55	0.00 * *
氯 Chlorine/%	0.38	0.03	7.89	0.43	0.02	4.62	-2.37	0.05 *
钾氯比 Potassium/chlorine	9.08	0.86	9.47	6.55	0.30	4.58	4.00	0.01 *
糖碱比 Reducing sugar/nicotine	8.97	0.12	1.34	7.78	0.08	1.03	14.41	0.00 * *
氮碱比 Total nitrogen/nicotine	0.72	0.02	2.78	0.69	0.03	4.35	1.22	0.29

表 8 不同处理下烤烟产量和产值的差异

Table 8 Differences by different treatments on yield and output value of flue-cured tobacco

指标 Index	T			CK			<i>t</i>	Sig.
	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation		
产量 Yield/(kg·667m ⁻²)	163.78	0.31	0.00	154.89	0.15	0.00	44.86	0.00 * *
产值 Value/(元·667m ⁻²)	5024.71	2.45	0.00	4562.43	0.78	0.00	311.77	0.00 * *
均价 Average price/(元·kg ⁻¹)	17.06	0.10	0.01	14.83	0.18	0.01	19.14	0.00 * *
上等烟比例/% Percentage of superior leaves	0.28	0.00	0.01	0.27	0.00	0.01	5.96	0.00 * *
中上等烟比例/% Percentage of superior and medi- um leaves	0.91	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	24.11	0.00 * *

3 结论与讨论

旱作雨养土壤储水模式与对照对烤烟不同生育期大田农艺性状对比可知,储水处理烤烟农艺性状普遍优于对照处理^[16-18],且烤烟的最大叶长、株高、茎围和有效叶数较稳定,进而田间长势均匀,而对照 CK 烤烟株高变异系数相对较大,烟株长势不

均匀。说明烤烟不同生长期雨养土壤储水模式能保持土壤含水量,提高土壤活性,促进烟株对水分和养分的吸收,促进烟株的生长发育。肖金香等^[19]研究表明,烤烟不同生育期的株高随土壤含水量的增加生长加快,且在现蕾和成熟期尤为明显。这与旱作雨养土壤储水模式能促进株高生长的研究结果一致。邸慧慧等^[20]研究也表明,增加土壤含水量能使

烟株株高增加,茎围增大且有效叶数增多。

烟叶的物理特性直接影响着烟叶品质、产品风格、加工性能以及其他经济指标,是烟叶质量的重要构成因素^[21-22]。旱作雨养土壤储水模式能够显著提高上部叶叶宽和单叶重及中下部叶的单叶重,显著降低不同部位烟叶含梗率和填充值,CK 处理中部叶的含梗率变异系数较大,稳定性较差;中上部烟叶的含梗率和中下部烟叶的叶宽和填充值均表现为 T < CK。综合可知旱作雨养土壤储水模式叶片的物理特性表现最佳,说明旱作雨养土壤储水模式可显著改善烟叶物理性状。

对于不同处理的烤后烟叶化学成分,储水处理上部和下部烟叶钾含量较对照 CK 分别提高了 11.46%和 21.10%,而中部烟叶钾氯比较对照提高了 70.53%;烟叶不同部位的总氮、烟碱和氯含量均表现为 T < CK,CK 处理中上部和下部烟叶的糖碱比和氮碱比不高,会对烟叶的吃味和刺激性有一定影响,这可能与糖类物质转化不充分和土壤氮素含量丰富有关^[23],颜合洪^[24]研究表明,不同生育期烤烟在缺水情况下烟碱、总氮和总糖含量上升,而钾和蛋白质含量则显著下降,这与本研究结果一致。崔保伟等^[25]研究也表明,随着土壤含水率的增加,烤烟中部和上部叶的总糖和还原糖含量增加,烟碱和总氮含量降低。总体来说,旱作雨养土壤储水处理烟样化学成分更协调,与优质烟叶各种化学成分含量最为接近,工业可用性较大。

土壤含水量对烤烟的产量产值均有显著影响,周顺亮等^[26]研究表明,适宜的土壤含水量有利于烤烟产量的形成,对烤烟单株产量有影响。在同一施肥水平下,烤烟产量会随着土壤含水量的增加而明显增加^[27]。这均与本文旱作雨养土壤储水模式对烤烟产量和产值的提高具有显著的促进作用的研究结果一致。其中旱作雨养土壤储水模式处理的产量达到 2 156.7 kg·hm⁻²,比对照高出 5.74%;上等烟比例及上中等烟比例与对照 CK 差异极显著,较其提高 1.14%和 2.51%。蔡毅等^[28]研究表明,烟田土壤含水量越高的处理,烟叶上中等烟比例则越高,且显著高于其他处理。这与本文研究结果一致。旱作雨养土壤储水模式对提高烤烟的产量和经济效益具有重要的作用。

参 考 文 献:

[1] 周冀衡,王彦亭,余佳斌,等.条件下氮肥形态对烤烟叶片内源保护酶活性的影响[J].中国烟草科学,2001,(2):5-8.
[2] 李正风,李文正,夏玉珍,等.干旱胁迫对不同基因型烤烟品种生物学性状的影响[J].安徽农学通报,2007,13(11):107-109.
[3] 周紫燕,李晓斐,丁雪丹,等.干旱对烤烟团棵期的光合特性影响研究[J].江西农业大学学报,2011,33(6):1037-1042.

[4] Wu Q S, Xia R X. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions[J]. Journal of Plant Physiology, 2006, 163 (4):417-425.
[5] 房 军,王玉萍,方小宇,等.充分灌溉条件下的烤烟灌溉定额及烤烟水分胁迫试验研究[J].陕西农业科学,2008,(3):21-25.
[6] 王小东,许自成,李群平,等.洛阳烟区烤烟化学成分特点分析[J].河南科技大学学报(自然科学版),2007,28(6):64-67.
[7] 李群平,王素琴,王海涛,等.洛阳烟区烤烟新品种中烟 100、中烟 101 的生产适应性研究[J].中国烟草科学,2005,(1):10-13.
[8] 韩智强,王 勇,李忠环,等.不同土壤改良措施对烤烟农艺性状的影响[J].西南农业学报,2010,23(6):1935-1938.
[9] 王效山,孙乐知.显微标尺法测量烟叶厚度[J].烟草科技,1988 (5):45.
[10] 马继良,肖 雅,刘彦中,等.曲靖烟叶物理性状与海拔及经纬度的关系分析[J].烟草科技,2011,(8):79-83.
[11] 赵铭钦,苏长涛,姬小明,等.不同成熟度对烤后烟叶物理性状、化学成分和中性香气成分的影响[J].华北农学报,2008,23 (3):146-150.
[12] 席元肖,魏春阳,宋纪真,等.不同香型烤烟化学成分含量的差异[J].烟草科技,2011,(5):29-33.
[13] 闫克玉,赵献章.烟叶分级[M].北京:中国农业出版社,2003: 131-153.
[14] 王瑞新.烟草化学品质分析法[M].郑州:河南科学技术出版社,1990:105-106,136-148.
[15] Rao J, Ramachandram D, Bahu M S. Effect of nitrogen and potassium levels on the yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Research, 1998,24(1):15-21.
[16] 张晓海,苏贤坤,廖德智,等.不同生育期水分调控对烤烟烟叶产质量的影响[J].烟草科技,2003,(6):36-38.
[17] 李 勇,逢 涛,师君丽,等.国内外主产区烤烟化学成分分析[J].中国烟草科学,2013,34(1):12-16.
[18] 左天觉.烟草的生产、生理和生物化学[M].上海:上海远东出版社,1993:45-49.
[19] 肖金香,许晓利,冯敏玉,等.土壤水分对烤烟农艺性状、产量和叶绿素的影响[J].气象与减灾研究,2007,30(1):48-52.
[20] 邸慧慧,史宏志,王太运,等.微喷条件下灌水量对烤烟生长发育和水分利用效率的影响[J].水利水电科技进展,2009,29 (6):17-24.
[21] 孙建锋,宫长荣,许自成,等.河南烤烟主产区烟叶物理性状的分析评价[J].河南农业科学,2005,(12):17-21.
[22] 邓小华,陈冬林,周冀衡,等.烤烟物理性状与焦油量的相关、通径及回归分析[J].烟草科技,2009,(7):53-56.
[23] 马兴华,苑举民,荣凡番,等.施氮对烤烟氮素积累、分配及土壤氮素矿化的影响[J].中国烟草科学,2011,32(1):17-21.
[24] 颜合洪.水分条件对烤烟主要化学成分的影响研究[J].中国生态农业学报,2005,13(1):101-103.
[25] 崔保伟,陆引罡,张振中,等.水分胁迫下施氮量对烤烟生理特性及化学成分的影响[J].烟草科技,2009,(5):60-64.
[26] 周顺亮,徐巧初,冯敏玉,等.土壤水分对烤烟农艺性状和产量及叶绿素的影响研究[J].江西农业学报,2007,19(4):1-3.
[27] 苏贤坤,张晓海,廖德智.水肥互作对烤烟生长发育及氮肥利用率的影响[J].贵州农业科学,2008,36(6):91-93.
[28] 蔡 毅,向金友,程智敏,等.起垄方式对土壤水分及烤烟产量质量的影响[J].农业科技通讯,2013,(11):84-87.