

水氮运筹对紫色土旱地烤烟碳代谢、生长及品质的影响

张海伟¹,何宽信¹,程小强²,刘礼文²

(1. 江西省烟叶科学研究所,江西 南昌 330029;2. 吉安市烟草公司,江西 吉安 343009)

摘要:为探讨紫色土旱地烤烟适宜水氮耦合模式,采用裂区试验设计研究了水氮运筹对赣南紫色土旱地烤烟碳代谢、生长及品质的影响。结果表明,灌水和施用氮肥能够提高旺长期中部叶的 SPAD 值、叶绿素含量、光合作用及可溶性糖和淀粉的含量。不同水分条件下,增加氮肥追肥比例均能促进烤烟光合作用。旺长期和成熟期叶片干物质质量、氮累积量随施氮量和追肥比例的增加而增加,且灌水处理高于自然降雨处理;灌水和增加氮肥追肥比例能够提高中部叶还原糖含量,降低总氮和烟碱含量。综上所述,合理的水氮运筹能够促进烟株的生长和代谢,进一步加大烤烟水氮耦合效应。

关键词:水氮运筹;碳代谢;品质;紫色土旱地

中图分类号:S143.1;S572 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2015)02-0227-05

doi:10.7668/hbxb.2015.02.038

Effects of Irrigation and Nitrogen on Carbon Metabolism, Growth and Quality of Flue-cured Tobacco in Dry-land Purplish Soil

ZHANG Hai-wei¹, HE Kuan-xin¹, CHENG Xiao-qiang², LIU Li-wen²

(1. Jiangxi Science Research Institute of Tobacco Leaf, Nanchang 330029, China;

2. Ji An City Tobacco Company, Ji An 343009, China)

Abstract: In order to discuss the appropriate mode for coupling water and N fertilizers, the experiment was carried out with the split plot design to study the effects of irrigation and nitrogen management on carbon metabolism, growth and quality of tobacco in dry-land purple soil. Results showed that irrigation and application of nitrogen fertilizer could improve the SPAD, chlorophyll contents, photosynthesis and photosynthetic products for middle leaves in the long-term period. Enhancing the ratio of top dressing could promote the carbon metabolism under different water conditions. Leaves dry biomass, N accumulation amount increased with N fertilization and the ratio of top dressing increasing in the long-term and mature period, and which were higher under the irrigation condition comparing with natural rainfall. Chemistry analysis of cured tobacco leaves indicated that irrigation and the ratio of top dressing increasing could improve reducing sugar content, and decreased total nitrogen and nicotine contents. To comprehensively concluded our results, it could be regarded that the rational mode of irrigation and nitrogen management could promote tobacco growth, carbon metabolism and enhance the effect of coupling water and N fertilizers further.

Key words: Irrigation and nitrogen management; Carbon metabolism; Quality; Dry-land purple soil

碳代谢是烤烟最基本的代谢过程之一,其强度、比例和动态变化受水肥运筹等栽培因素的影响^[1-4]。有研究表明,土壤水分和氮用量对烤烟碳代谢有较大影响,不同的水氮运筹方式不仅涉及碳代谢的水平及其转化时间,也对可溶性总糖、淀粉等代谢产物的积累产生较大影响^[5-6]。通过合理的氮肥运筹以及不同生育期水氮耦合,对于调节烤烟碳

代谢、改善烟叶质量具有重要意义。赣南旱地紫色土是浓香型特色优质烟叶的主要土壤,土壤保水保肥能力较差和雨量分布不合理是限制该区烟叶产量的主要生态因子,尤其在烤烟伸根期和成熟期经常受到雨量过多或过少的影响,对烟苗早生快发和后期香气物质积累产生较大影响。本研究通过调整紫色土旱地烤烟施氮量及施氮方式,并在干早期进行灌水

收稿日期:2015-01-23

基金项目:江西省烟草公司重点科技项目(200901001)

作者简介:张海伟(1979-),男,河南周口人,农艺师,博士,主要从事烟草营养与栽培技术研究。

调节土壤水分,研究水氮运筹对烤烟生长及碳代谢的影响,以探讨紫色土旱地适宜的水氮运筹模式,为江西旱地浓香型特色优质烟叶开发提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

试验在江西省泰和县现代烟草农业示范点进行。供试烤烟品种为 K326,包衣种子湿润育苗移栽。供试土壤为旱地紫色土,土壤质地为黏质壤土,基本理化性质为 pH 值 7.5,有机质 12.2 g/kg,全氮 0.78 g/kg,速效氮 48.8 mg/kg,速效磷 17.2 mg/kg,速效钾 160 mg/kg,氯离子 0.121 mg/kg,阳离子交换量 12.0 cmol/kg。试验田前茬休闲,土壤肥力中等、均匀,靠近水源,灌溉和排水较方便。供试肥料包括大丰有机肥(由赣州大丰肥业有限公司生产,有效养分 N 2.0%、 P_2O_5 2.0%、 K_2O 2.5%),烟草专用复合肥(NO_3-N 2.5%、 NH_4-N 7.5%、 P_2O_5 8%、 K_2O 20%),硝酸钾(N 13.5%、 K_2O 44.5%),硫酸钾(K_2O 50%),过磷酸钙(P_2O_5 12%)。

1.2 试验设计与方法

试验采用裂区设计,主区按烟田土壤水分不同设 W1 和 W2 这 2 个处理,其中 W1 处理根据天气状况在伸根期和成熟期分别灌水,标准为分别达到该生育期田间最大持水量的 70% 和 60%,W2 处理为当地自然降水量;副区按施氮量和基追肥比例设 4 个处理,NO: 0 kg/hm²; N1: 142.5 kg/hm²,基肥 60% + 追肥 40%; N2: 142.5 kg/hm²,基肥 40% + 追肥 60%; N3: 120.0 kg/hm²,基肥 40% + 追肥 60%。2 个因素组合后共 8 个处理,每个处理重复 3 次,小区面积 48 m²,植烟 64 株,行株距为 1.2 m × 0.5 m。各处理有机 N 占总施氮量的 20%,硝态氮用量占氮肥总用量的 40%。有机肥和过磷酸钙作基肥条施,钾肥基追肥比例为 60%: 40%。基肥在移栽前 10 d 开沟条施,沟深约 20 cm。追肥穴施于烟株旁(按根系伸展范围由近到远),穴深约 15 cm,在移栽后第 7, 14, 21, 28 天分 4 次施入。

1.3 测定项目与方法

在烤烟生长的旺长前期和成熟期,每个小区分别选取代表性烟株 5 株,测定中部叶净光合特性及 SPAD 值。旺长期每个小区收获代表性烟株 3 株,在 75 ℃ 烘干测定叶片干物质量及氮含量。分别测定旺长期和成熟期中部叶可溶性糖及淀粉含量,并测定烤后烟叶的常规化学成分。可溶性糖和淀粉含量采用蒽酮比色法测定^[7],植株氮含量及常规化学成分参照王瑞新等^[7]的方法测定。叶片光合特性

采用光合测定仪 Li-6400 测定,叶片为自下向上第 11 片叶,测定时间为上午 10:00 - 11:00,叶室设定参数为温度 25 ℃,CO₂ 浓度 400 μmol/mol,光合有效辐射为 1 200 μmol/(m²·s)。

1.4 统计分析

试验数据采用 SPSS 软件处理。

2 结果与分析

2.1 水氮运筹对烤烟中部叶 SPAD 值的影响

由图 1 可知,施用氮肥能够不同程度的提高旺长期和成熟期中部叶 SPAD 值。在旺长期自然降雨条件下,N3 处理的中部叶的 SPAD 值略低于 N2 处理,而灌水条件下差异较小。而成熟期相同氮处理下,灌水处理中部叶 SPAD 值高于自然降雨处理。

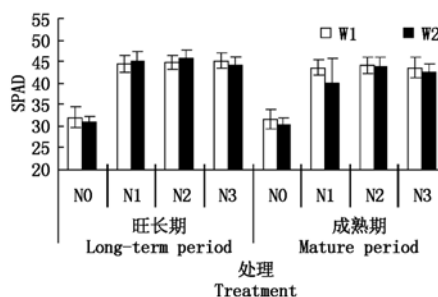


图 1 水氮运筹对烤烟中部叶 SPAD 的影响

Fig.1 Effect of irrigation and nitrogen on SPAD for middle leaves

2.2 水氮运筹对旺长期中部叶叶绿素含量的影响

由表 1 可知,不同水分条件下,不施氮处理的叶绿素 a、b 及类胡萝卜素含量均为最低,随施氮量提高,叶绿素含量逐渐增加,当施氮量为 142.5 kg/hm² 时,增加氮肥追肥比例能够提高烟株的叶绿素含量。相同氮处理下,灌水处理的叶绿素含量均高于自然降雨。

2.3 水氮运筹对烤烟净光合特性的影响

由图 2 可知,旺长期和成熟期不施氮处理中部叶净光合速率均较低。施用氮肥能够明显提高烤烟净光合速率,且净光合速率随氮肥施用量的增加而提高。当施用 142.5 kg/hm² 时,增加氮肥追肥比例能够提高烟株的净光合速率。与自然降雨比较,灌水能够不同程度的提高烤烟的净光合速率。由图 3 可知,不同氮处理下,灌水不同程度的提高旺长期中部叶 Ci(胞间 CO₂ 浓度)、Tr(蒸腾速率)、Gs(气孔导度),而施氮不同程度的降低 Ci、Tr、Gs。灌水处理的中部叶 Ci、Tr、Gs 随施氮量减少而降低,自然降雨条件下不同施氮量处理的 Ci、Tr、Gs 变化较小。

2.4 水氮运筹对烤烟中部叶碳代谢产物的影响

由图 4 可知,灌水和不施氮处理均能提高旺长期烤烟中部叶片的可溶性糖和淀粉含量。当施用

表 1 水氮运筹对旺长期中部叶叶绿素含量的影响

Tab.1 Effect of irrigation and nitrogen on chlorophyll contents for middle leaves in long-term period				
处理 Treatment		叶绿素 a/(mg/g) Chlorophyll a	叶绿素 b/(mg/g) Chlorophyll b	类胡萝卜素/(mg/g) Carotenoids
W1	N0	0.404	0.274	0.005
	N1	0.832	0.769	0.021
	N2	0.846	0.774	0.026
	N3	0.767	0.682	0.023
W2	N0	0.306	0.225	0.005
	N1	0.789	0.728	0.027
	N2	0.842	0.775	0.022
	N3	0.742	0.682	0.019

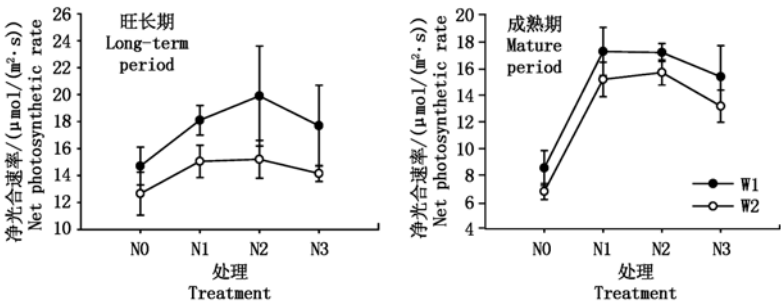


图 2 水氮运筹对烤烟净光合速率的影响

Fig.2 Effect of irrigation and nitrogen on net photosynthetic rate

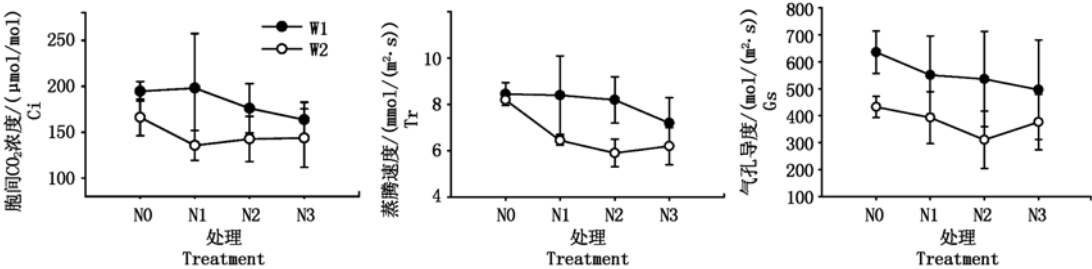
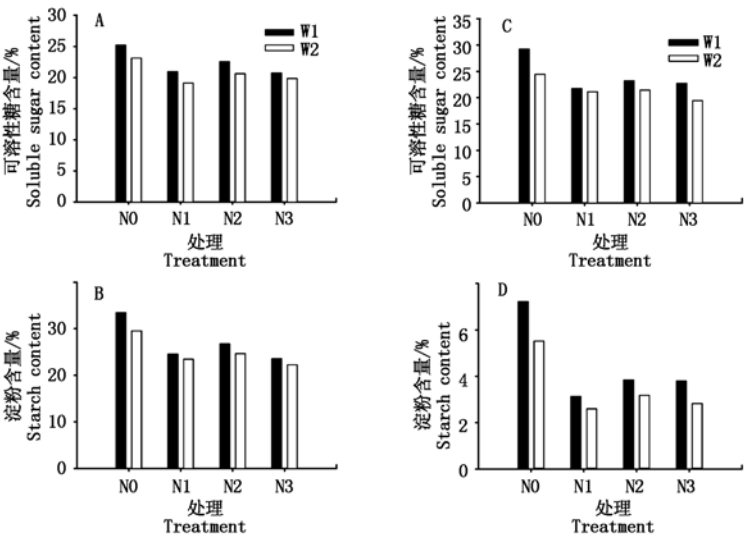


图 3 水氮运筹对旺长期烤烟净光合参数的影响

Fig.3 Effect of irrigation and nitrogen on photosynthesis in long-term period



A. 旺长期可溶性糖含量;B. 旺长期淀粉含量;C. 成熟期可溶性糖含量;D. 成熟期淀粉含量。

A. Soluble sugar in long-term period;B. Starch in long-term period;C. Soluble sugar in mature period;D. Starch in mature period.

图 4 水氮运筹对烤烟中部叶可溶性糖和淀粉含量的影响

Fig.4 Effect of irrigation and nitrogen on soluble sugar and starch content for middle leaves

142.5 kg/hm² 时,增加氮肥追肥比例能够提高叶片可溶性糖和淀粉含量。不同水分条件下,N3 处理中部叶可溶性糖含量均低于 N2 处理,与 N1 处理相当。N3 处理中部叶片淀粉含量低于 N1 和 N2 处理。与旺长期相比,成熟期中部叶淀粉含量比旺长期明显降低,但不同处理下可溶性糖和淀粉含量与旺长期变化基本一致。

2.5 水氮运筹对烤烟叶片干物质量及氮累积量的影响

表 2 水氮运筹对叶片干物质量和氮累积量的影响

Tab.2 Effect of irrigation and nitrogen on dry biomass and N accumulation amount for leaves

处理 Treatment		旺长期 Long-term period		成熟期 Mature period		旺长期 Long-term period		成熟期 Mature period	
		干物质量 /(g/株) Dry biomass	提高 百分比/% Increase Percentage	干物质量 /(g/株) Dry biomass	提高 百分比/% Increase percentage	氮累积量 /(mg/株) N accumulation amount	提高 百分比/% Increase Percentage	氮累积量 /(mg/株) N accumulation amount	提高 百分比/% Increase percentage
W1	N0	44.1	8.9	108.6	32.9	793.8	15.3	1 064.3	6.8
	N1	98.2	142.5	211.8	159.2	1 806.9	162.4	3 007.6	201.8
	N2	102.1	152.1	224.3	174.5	1 970.5	186.1	3 140.2	215.1
	N3	92.5	128.4	202.2	147.5	1 833.6	166.2	2 770.1	177.9
W2	N0	40.5	—	81.7	—	688.5	—	996.7	—
	N1	93.6	131.1	175.0	114.2	1 516.3	120.2	2 502.5	151.1
	N2	94.4	133.1	197.3	141.5	1 557.6	126.2	2 959.5	196.9
	N3	88.9	119.5	187.4	129.4	1 458.0	111.7	2 754.8	176.4

注:表中“提高百分比”均为与 W2N0 组合处理相比较结果。

Note: Increase percentage in the table were the result of comparing with the W2N0 treatment.

2.6 水氮运筹对烤后中部烟叶化学成分的影响

由表 3 可知,同一氮水平下,灌水提高了中部叶还原糖含量,降低了总氮和烟碱含量。相同水分条件下,不施氮处理还原糖含量最高,总氮和烟碱含量最低。增加氮肥追肥比例能够提高还原糖含量。自

在烤烟旺长期和成熟期,相同水分管理条件下,不施氮处理叶片干物质量最低,增加氮肥能够不同程度提高叶片的干物质量(表 2);施氮量为 142.5 kg/hm² 时,N2 处理的干物质量大于 N1 处理。相同氮处理下,灌水处理的叶片干物质量高于自然降雨,W1N3 处理的干物质量低于 W1N1,但与 W2N1 和 W2N2 处理相当。各处理叶片氮累积量的变化趋势与干物质量变化趋势相似。

然降雨条件下,N2 处理还原糖高于其他施氮处理,总氮、烟碱含量最高。灌水条件下 N2 还原糖含量高于自然降雨条件下所有施氮处理。不施氮处理的糖碱比和氮碱比均偏高,其他处理糖碱比和氮碱比均在适宜范围内。

表 3 水氮运筹对烤后中部烟叶化学成分的影响

Tab.3 Effect of irrigation and nitrogen on chemical components content for the middle leaves

处理 Treatment		还原糖/% Reducing sugar content	烟碱/% Nicotine content	总氮/% Total nitrogen content	糖碱比 SUR/NIC	氮碱比 NIT/NIC
W1	N0	27.8	0.45	0.98	61.78	2.18
	N1	19.6	1.60	1.42	12.25	0.89
	N2	20.6	1.47	1.40	14.01	0.95
	N3	20.2	1.51	1.37	13.38	0.91
W2	N0	22.3	0.87	1.22	25.63	1.40
	N1	18.9	1.74	1.43	10.86	0.82
	N2	19.3	1.78	1.50	10.83	0.84
	N3	18.0	1.65	1.47	10.91	0.89

3 讨论

3.1 水氮耦合对碳代谢的影响

赣南烟区降雨时间分布不匀,尤其是烤烟生长中后期易遭受干旱,不利于烟叶碳氮代谢和化学成分的转化。研究表明,伸根期时,在水分充足条件

下,施氮量增加使烟株蒸腾速率、光合速率等光合指标增大,进而促进烟株生长;水分发生亏缺时,适宜的施氮量会促进烟株光合、蒸腾等生命活动,但超过一定量后,则会对烟株的生命活动起到抑制作用,烤烟遭遇干旱胁迫,烟叶总氮和烟碱含量升高,而总糖和还原糖等含量降低,烟叶品质下降^[8]。本研究在

旺长前期和成熟期干旱时间采用灌水方式改善烟田土壤水分,结果表明,相同氮处理下,灌水处理中部叶 SPAD 值高于自然降雨处理,且灌水能不同程度的提高烤烟的净光合速率及中部叶的可溶性糖和淀粉含量。表明干旱时适当提高土壤水分能够改善烟株光合作用,促进烟叶品质形成。

水肥是影响烟叶生产的重要因素,以水促肥,以肥调水,达到最优的水肥耦合才能生产出优质烟叶。研究表明,水氮耦合能够提高植物叶片的叶绿素含量,促进烟叶光合作用和碳代谢产物的生成^[9-13]。本研究中,旺长期和成熟期不施氮处理的中部叶净光合速率和叶绿素含量均较低,但不施氮处理的中部叶可溶性糖和淀粉含量却明显提高,这可能是由于不施氮处理的烟株叶绿素合成受阻,光合作用被抑制,导致碳代谢产物不能正常转化和运输造成的。本研究还显示,在烟株正常施氮和灌水条件下,增施氮肥和增加氮肥追肥比例均能够明显提高烤烟净光合速率、叶绿素含量及叶片可溶性糖和淀粉含量。表明水氮耦合效应对烟株碳代谢有明显的促进作用。研究发现,灌水会导致淀粉含量提高,这可能是由于烟株仍处于氮代谢为主的时期,碳代谢合成的淀粉来不及运输分解造成的。

3.2 水氮耦合对烟株生长及烟叶品质的影响

烟株生长和烟叶品质与烟株碳氮代谢密切相关,成熟期尤其是碳氮代谢平衡和转化关键期^[14]。研究表明,不同生育期烤烟各部位干物质量均随着灌水量和施氮量的增加而增加。在正常供氮水平的烟田,灌水可显著影响烟叶的化学成分含量和比例,增加灌水可增加烟叶还原糖和总糖含量,降低烟碱和总氮含量^[15]。与干旱处理相比,土壤含水率 70%~85%,烤烟生长后期(移栽后约 83 d)烟叶总糖和还原糖含量较高^[16]。水氮耦合还能够维持细胞内代谢的正常进行,提高烤烟抗旱能力,延迟烟叶早衰;成熟期土壤水分适宜的烟叶硝酸还原酶、转化酶和淀粉酶活性较高,有效调节烤烟叶片碳氮代谢,有利于烟叶最佳产质量的形成^[2]。本研究结果表明,灌水和增施氮肥能够提高叶片的干物质量和氮累积量;同一氮水平下,增施追肥比例也能够提高叶片的干物质量和氮累积量;同时灌水也提高了中部叶还原糖含量,降低了总氮和烟碱含量。相同施氮量和灌水条件下,增加追肥比例能提高还原糖含量,降低总氮和烟碱含量。表明水氮充分耦合有利于促进烟株的生长和代谢,进一步增大水分和氮肥对烤烟生长的效应。对不同处理的氮碱比和糖碱比分析发现,灌水处理的烟叶氮碱比和糖碱比均高于自然

降雨处理,这主要是由于灌水引起烟碱含量过低引起的,有关水氮运筹与氮代谢的关系需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 史宏志,韩锦峰. 烤烟碳氮代谢几个问题的探讨[J]. 烟草科技,1998(2):34-36.
- [2] 徐宇航,王守华,张念,等. 烤烟成熟期控水对烟叶碳氮代谢关键酶活的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(13):95-99.
- [3] 李志,史宏志,刘国顺,等. 施氮量对皖南砂壤土烤烟碳氮代谢动态变化的影响[J]. 土壤,2010,42(1):8-13.
- [4] 史宏志,韩锦峰,赵鹏,等. 不同氮量与氮源下烤烟淀粉酶和转化酶活性动态变化[J]. 中国烟草科学,1999(3):7-10.
- [5] 刘国顺,王行,史宏志,等. 不同灌水方式对烤烟光合作用的影响[J]. 灌溉排水学报,2009,28(3):85-88.
- [6] 杨焕文,耿宗泽,李佛琳,等. 不同施氮量的烤烟烟叶大田生长期碳水化合物的变化[J]. 云南农业大学学报,2003,18(2):153-157,174.
- [7] 王瑞新,韩富根,杨素勤,等. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:77-80.
- [8] 韩锦峰,汪耀富,岳翠凌,等. 干旱胁迫下烤烟光合特性和氮代谢研究[J]. 华北农学报,1994,9(2):39-45.
- [9] 邹建民,史建军,冯敏玉,等. 水氮耦合对烤烟团棵期光合特性的影响研究[J]. 江西农业大学学报,2009,31(2):220-225.
- [10] 杨世丽,张凤路,贾秀领,等. 水氮耦合对冬小麦叶片叶绿素含量和光合速率的影响[J]. 华北农学报,2008,23(5):161-164.
- [11] 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.
- [12] 张晓海,蔡寒玉,汪耀富,等. 干旱胁迫对烤烟幼苗生长及抗性生理的影响[J]. 中国农学通报,2005,21(11):189-192.
- [13] 陈亚,袁玲,习向银. 水氮耦合对烤烟外观长势及烟叶干物质积累的影响[J]. 河南农业科学,2009(3):26-30.
- [14] 陈爱国,王树声,申国明,等. 烤烟叶片成熟期间碳氮代谢主要物质流分析[J]. 中国烟草学报,2010,16(4):30-34.
- [15] 汪耀富,孙德梅,李群平,等. 灌水与氮用量互作对烤烟叶片养分含量、产量、品质及氮素利用效率的影响[J]. 河南农业大学学报,2003,37(2):119-123.
- [16] 陈朝应,顾怀胜,徐宇航,等. 烤烟成熟期控水对烟叶主要碳氮化合物含量的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(13):163-167.