

水肥耦合对烤烟氮素吸收和产值的影响

李健铭^{1,2}, 邵红英¹, 康添³, 姚德贵⁴, 彦培强⁴, 王鹏¹, 辛刚^{1*}

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 福建农林大学资源与环境学院, 福州 350002; 3. 黑龙江东方学院, 哈尔滨 150000; 4. 黑龙江省烟草公司哈尔滨烟叶公司, 哈尔滨 150000)

摘要: 试验研究了水肥耦合对烤烟生长发育以及氮素吸收的影响规律, 为推广烤烟水肥一体化技术提供理论依据。试验设常规施肥(雨养)、常规施肥结合补灌(对照)、50%水肥耦合(基肥占50%)、100%水肥耦合4个处理。小区采用随机区组设计, 3次重复。结果表明: 补灌与雨养相比, 补灌处理可以促进烤烟团棵期的生长发育和氮素吸收, 较雨养处理地上部干物质积累和氮素吸收量分别提高了33.61%和49.61%。水肥耦合与补灌相比, 于烤烟旺长期, 水肥耦合处理中部叶和上部叶氮素吸收显著低于补灌; 在烤烟打顶期, 50%水肥耦合能显著提高烤烟茎部、中部叶、上部叶氮素吸收量22.83%、32.05%和114.45%, 而100%水肥耦合能显著提高烤烟茎部氮素吸收19.50%; 于烤烟打顶期前, 50%水肥耦合处理烤烟地上部干物质积累量与氮素吸收量显著低于补灌, 而打顶期却较补灌处理分别提高了14.15%和44.54%。水肥耦合与雨养和补灌相比, 50%水肥耦合处理上等烟比例显著高于雨养处理, 较雨养和补灌处理上等烟比例提高11.62%和7.6%。综合分析结果表明, 采用水肥耦合有利于烤烟生长发育、氮素吸收和烟叶质量的提高。

关键词: 烤烟; 水肥耦合; 干物质积累; 氮吸收

中图分类号: S572

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)06-0051-05

Effects of Water and Fertilizer Coupling on Nitrogen Absorption and Output Value of Flue-Cured Tobacco

LI Jianming^{1,2}, SHAO Hongying¹, KANG Tian³, YAO Degui⁴, YAN Peiqiang⁴, WANG Peng¹, XIN Gang^{1*}

(1. College of Agriculture, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319; 2. College of Resources and Environment, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002; 3. East University of Heilongjiang, Harbin 150000; 4. Heilongjiang Tobacco Harbin Company, Tobacco Company, Harbin 150000, China)

Abstract: The test researched in rule of influence of water and fertilizer coupling on the growth of flue-cured tobacco and on the absorption of nitrogen, which provides theoretical basis for promoting the techniques of the flue-cured tobacco integrated with water and fertilizer. The experiment included four treatments: conventional fertilization (rain-fed), conventional fertilization combined with supplementary irrigation, 50% water and fertilizer coupling, and 100% water and fertilizer coupling. The plot was randomly designed and repeated for 3 times. The results show that: Compared supplementary irrigation with rain-fed, supplementary irrigation can promote the development and nitrogen absorption of flue-cured tobacco at the rosette stage, and that respectively increased the above-ground dry matter accumulation and the above-ground nitrogen absorption of flue-cured tobacco by 33.61% and 49.61%. In fast growing stage of flue-cured tobacco, compared water-fertilizer coupling with supplementary irrigation, the middle leaf and the upper leaf were significantly lower than the supplementary irrigation. In topping stage of flue-cured tobacco, compared water-fertilizer coupling with supplementary irrigation, 50% water and fertilizer coupling can significantly increase nitrogen uptake in the stem, the middle leaf and the upper leaf of flue-cured tobacco by 22.83%, 32.05% and 114.45%, respectively. 100% water and fertilizer coupling can significantly increase nitrogen uptake in the stem of flue-cured tobacco by 19.50%. Before the topping stage of flue-cured tobacco, the dry matter accumulation and nitrogen absorption in the above-ground part of flue-cured tobacco treated with 50% water-

收稿日期: 2019-05-23

基金项目: 黑龙江省烟草公司科技开发项目(HN201704)

作者简介: 李健铭(1993-), 男, 在读博士, 主要从事植物营养与新型肥料开发研究。

通讯作者: 辛刚, 男, 硕士, 副教授, E-mail: xingang19692003@163.com

fertilizer coupling were significantly lower than that treated with supplementary irrigation. At the topping stage, the dry matter accumulation and nitrogen absorption were increased by 14.15% and 44.54% respectively compared with that treated with supplementary irrigation. Compared water-fertilizer coupling and supplementary irrigation and rain-fed, the proportion of superior tobacco treated with 50% water and fertilizer coupling was significantly higher than the rain-fed and supplementary irrigation treatment, and the proportion of superior tobacco treated with rain-fed and supplementary irrigation was increased by 11.62% and 7.6% respectively. The comprehensive analysis indicated that the coupling of water and fertilizer was beneficial to the growth, nitrogen absorption and leaf quality of flue-cured tobacco.

Key words: Flue-cured tobacco; Water and fertilizer coupling; Accumulation of dry matter; Nitrogen absorption

水分和肥料是影响作物生长发育和生产水平提高的重要物质基础,其相互促进、相互制约^[1-2],水分不足将影响作物对养分的吸收利用进而影响产量,而养分不足也会限制作物对水分的充分利用导致产量下降^[3]。施用氮肥是农业生产中的重要措施,施氮方式对植株干物质积累和氮素吸收影响显著。长期不合理施用氮肥将导致土壤酸化、板结^[4],造成植株氮肥利用率低。大量研究证明,养分和水分耦合能有效提高水肥资源的利用率^[5-7],同时还能促进植株的生长,提高作物的产量和品质^[8-9]。

水肥耦合是一种作物水分和养分管理的基本概念,也是当前农业生产和栽培中先进的生产技术之一,其应用的核心技术是将水分和肥料有效地融合在一起,通过人为改变水分以及养分的供应情况,可以改变植物的生长状态,从而最终产量的形成以及产品的品质^[10-11],合理施肥是烤烟栽培优质适产的重要环节之一^[12],在水肥耦合技术条件下,水是以溶剂的形式存在的,在水和肥料的相互配合下,一定程度上可以促进土壤内养分的分解转化,从而对作物养分吸收产生显著影响^[13]。水肥耦合在烤烟栽培中有相关研究报道,但在东北地区未见报道。水肥一体化在烤烟生产中是重要的技术,推广空间范围很大,因此,本文以水肥耦合对烤烟生长发育和氮素吸收为切入点,通过研究不同的水肥耦合比例对烤烟生长发育和氮素在各器官吸收状况及产量的影响,以期对黑龙江省科学合理地进行水肥管理,为烤烟水肥一体化技术推广提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于2017年在黑龙江省大庆市肇州县永胜乡哈尔滨烟叶示范基地进行,烤烟品种为“龙江911”,前茬作物为烤烟(2年茬),土壤类型为黑钙

土,液体肥由黑龙江八一农垦大学农学院农业资源与环境系提供。土壤养分状况:土壤有机质 36.67 g/kg,碱解氮 138.5 mg/kg,速效磷 47.2 mg/kg,速效钾 190 mg/kg, pH=8.2。当地气候条件见表 1。

表 1 2017 年肇州气象资料

月份	温度(℃)	降水(mm)	日照月合计(h)
5月	16.8	28.7	312.2
6月	20.8	72.9	292
7月	24.8	33.7	311.4
8月	22.0	268.6	224.2
9月	15.0	43.7	247.3

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验共设4个处理,T₁:常规施肥(雨养);T₂:常规施肥+补灌(对照);T₃:50%水肥耦合(50%氮肥与水同时灌溉,100%磷肥按常规施肥,31.25%氮钾与水同时灌溉);T₄:100%水肥耦合(100%肥料与水同时灌溉),各处理的施肥以及灌水量见表2。所有处理均施用有机肥(大豆饼肥,N=3%,P₂O₅=1.0%,K₂O=1.0%)150 kg/hm²作为基肥,试验采用随机区组设计,3次重复,小区面积为4.4 m×10 m=44 m²,株距0.5 m,行距1.2 m,密度为16 667株/hm²。烤烟采用地膜覆盖栽培。

1.2.2 田间取样与测定项目

试验烤烟于2017年5月9日移栽,分别于6月25日(团棵期)、7月10日(旺长期)、7月23(打顶期),即烤烟移栽后的第47天、第62天、第75天取样,团棵期采地上整株,每个重复取样3株,旺长期和打顶期每次重复取1株,按烟株上、中、下3个部位(全株总叶片数由下至上各取1/3作为下、中、上部叶),取样后洗净擦干,置于烘箱中105℃杀青30 min,70℃烘干至恒重,测定干重,植株全氮含量测定采用浓硫酸-过氧化氢消煮,凯氏定氮法^[14]。

表2 各处理的施肥量及施肥时间表 kg/hm²

处理	养分	基肥	移栽后天数			
			20 d	40 d	50 d	60 d
T ₁	水	-	0	0	0	0
	N	34.5	0	0	0	0
	P ₂ O ₅	61.5	0	0	0	0
	K ₂ O	121.5	0	0	0	0
T ₂	水	-	8 333	8 333	8 333	8 333
	N	34.5	0	0	0	0
	P ₂ O ₅	61.5	0	0	0	0
	K ₂ O	121.5	0	0	0	0
T ₃	水	-	8 333	8 333	8 333	8 333
	N	19.5	4.9	4.9	2.6	2.6
	P ₂ O ₅	61.5	0	0	0	0
	K ₂ O	84	9	9	9.75	9.75
T ₄	水	-	8 333	8 333	8 333	8 333
	N	4.5	22.5	6	0.75	0.75
	P ₂ O ₅	1.5	24	12	12	12
	K ₂ O	1.5	40.5	19.5	30	30

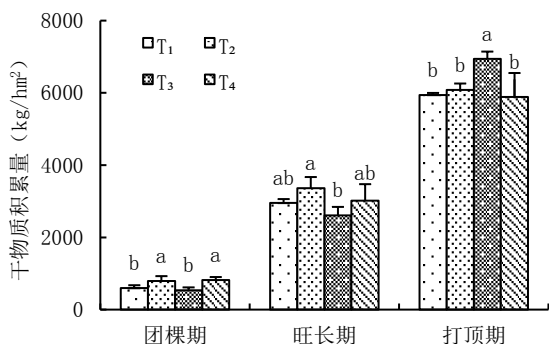
1.2.3 数据处理

数据处理采用 Excel 2007 软件,方差分析使用 SPSS 21.0 版软件。

2 结果与分析

2.1 水肥耦合对烤烟地上部干物质积累的影响

烤烟地上部干物质积累随着生育期的延后呈现出不断增加的变化趋势(图1)。雨养与补灌相比,烤烟团棵期,T₂烤烟干物质积累量显著高于T₁处理33.61%,差异达到显著水平;旺长期和打顶期,T₂处理烤烟干物质积累量与T₁差异不显著。水肥耦合与补灌相比,烤烟团棵和旺长期,T₃处理干物质积累量显著低于T₂处理,T₄与T₂处于同一水平,差异不显著;烤烟打顶期,T₃较T₂干物质积累量提高了14.15%,且差异达到显著水平,T₄处理烤烟干物质积



注:图中小写字母不同表示差异显著(P<0.05),下同

图1 不同处理对烤烟地上部干物质积累的影响

累仍与T₂处理处于同一水平,无显著差异。结果表明,补灌有利于烤烟团棵期的生长发育,团棵期之后差异不明显;50%水肥耦合有利于烤烟打顶期的生长发育,而100%水肥耦合处理与补灌差异不明显。

2.2 水肥耦合对烤烟地上部氮素吸收的影响

烤烟地上部氮吸收随着生育期延后呈现出不断增加的变化趋势(图2)。补灌与雨养相比,烤烟团棵期,T₂较T₁处理烤烟地上部氮素吸收量提高了49.61%,差异显著;旺长期和打顶期,T₂与T₁处理处于同一水平,无显著差异。水肥耦合与补灌相比,烤烟团棵期,T₃处理烤烟地上部氮吸收显著低于T₂,T₄与T₂处于同一水平,无显著差异;烤烟旺长期,水肥耦合处理烤烟地上部氮素吸收仍显著低于补灌处理;直到打顶期,T₃处理烤烟地上部氮素吸收量高于T₂44.54%,差异达到显著水平,T₄与T₂处理无显著差异。结果表明:烤烟团棵期,补灌较雨养处理有利于提高烤烟地上部氮素吸收量,团棵期之后差异不明显;与补灌相比,50%水肥耦合处理降低了烤烟团棵期与旺长期地上部氮素吸收,到打顶期50%水肥耦合使烤烟地上部氮素积累量明显提高,100%水肥耦合与补灌处理无明显差异。

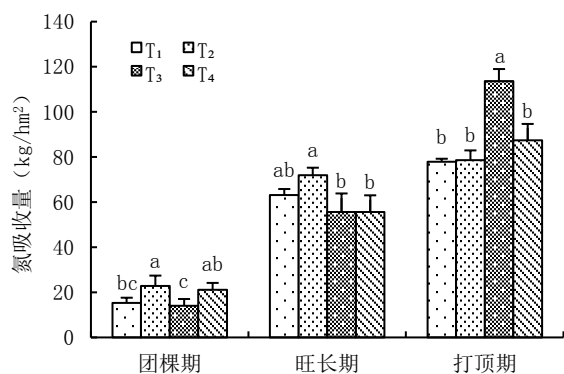


图2 不同处理对烤烟总氮吸收的影响

2.3 水肥耦合对烤烟茎部氮素吸收的影响

由图3可知,烤烟茎部氮素吸收表现为随着生育期延后呈增加的变化趋势。补灌与雨养相比,旺长期和打顶期烤烟茎部氮素吸收无显著差异。烤烟旺长期,水肥耦合与补灌处理烤烟茎部氮素吸收差异不显著;烤烟打顶期,T₃和T₄处理烤烟茎部氮素积累显著高于T₂处理22.83%和19.50%,差异达到显著水平。结果表明,补灌与雨养相比,茎部氮素吸收量差异不明显,水肥耦合处理有利于打顶期烤烟茎部氮素吸收。

2.4 水肥耦合对烤烟叶片氮素吸收的影响

由表3可知,补灌与雨养相比以及水肥耦合与补灌相比,旺长期和打顶期,烤烟下部叶氮素吸收差

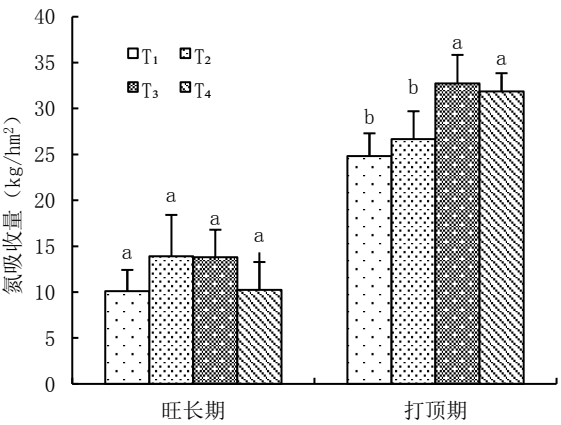


图3 不同处理对烤烟茎部氮吸收的影响

异不明显,烤烟中部叶补灌与雨养相比氮素吸收差异不明显;水肥耦合与补灌相比,烤烟旺长期,中部叶氮素吸收显著低于补灌处理,打顶期 T_3 处理中部叶氮素吸收较 T_2 处理提高了32.05%,差异显著, T_4 与 T_2 处理无显著差异。在烤烟上部叶中,旺长期和打顶期,补灌与雨养相比烤烟上部叶氮素吸收差异不显著;水肥耦合与补灌相比,旺长期 T_3 和 T_4 处理显著低于 T_2 处理,打顶期 T_3 与 T_2 相比烤烟上部叶氮素吸收提高了114.45%,差异达显著水平,同时 T_4 与 T_2 处理相比烤烟上部叶氮素吸收差异不显著。结果表明:补灌对于促进烤烟叶片氮素吸收没有明显的效果,而50%水肥耦合有利于促进烤烟打顶期中部叶和上部叶氮素吸收。

表3 不同处理对烤烟叶片氮吸收的影响

处理	下部叶		中部叶		上部叶	
	旺长期	打顶期	旺长期	打顶期	旺长期	打顶期
T_1	9.50b	11.23a	21.85a	19.09b	21.66ab	22.74b
T_2	10.28ab	11.86a	22.33a	19.62b	25.46a	20.50b
T_3	10.39ab	11.05a	15.41b	25.91a	16.03c	43.97a
T_4	11.96a	10.80a	14.31b	17.69b	19.06bc	27.00b

注:表中小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),下同

2.5 水肥耦合对烤烟产量产值的影响

由表4可见,各处理烤烟产量和产值无显著差异, T_3 处理烤烟上等烟比例与 T_2 相比提高了7.60%,差异不显著,但却显著高于 T_1 处理11.62%,表明采用50%水肥耦合处理有利于烟叶质量的提高。

表4 不同处理对烤烟产量构成和产值的影响

处理	产量(kg/hm²)	产值(元)	上等烟比例(%)
T_1	3696.76a	63775.46a	32.23b
T_2	3826.18a	67476.74a	36.25ab
T_3	3640.58a	69078.72a	43.85a
T_4	3882.71a	67607.79a	27.46b

3 讨论

3.1 补灌对烤烟干物质积累、氮素吸收及产量产值的影响

本试验结果表明,补灌与雨养相比,在团棵期明显提高烤烟地上部干物质积累量和促进地上部氮素吸收,而在烤烟发育后期则效果不明显。由于当年烤烟打顶期前降雨量小,打顶期降雨量大,在团棵期和旺长期烤烟生长对水分需求量大而雨养不能满足,且养分供应与水分不能协同导致的;从烤烟各器官氮素吸收来看,补灌有利于

打顶期茎部氮素吸收的提升,而在旺长期和打顶期对于烤烟上部叶、中部叶、下部叶氮素吸收量的提升没有明显效果,这可能是因为补灌没有结合肥料配施造成的;从烤烟产量构成上来看,补灌较雨养处理烤烟产量、产值以及上等烟比例均有提升,但差异未达到显著水平,这说明补灌从本质上不能明显改变产量构成,但对提高产量产值和优化烟叶品质方面有着积极的意义。

3.2 水肥耦合对烤烟干物质积累、氮素吸收及产量产值的影响

水肥耦合可以显著促进作物干物质积累量的增加和烤烟氮素的吸收^[15-17],水肥耦合与补灌相比,50%水肥耦合在团棵期和旺长期地上部干物质积累和地上部氮素吸收量显著低于补灌,而在打顶期则显著高于补灌14.15%和44.54%,这可能是因为烤烟团棵期与旺长期降雨量小而打顶期降雨量大,打顶期前养分供应与水分不能协同,很难满足烤烟生长需求,而打顶期较大降雨量与水肥配施更有利于烤烟发育,100%水肥耦合地上部干物质积累和地上部氮素吸收在整个生育期内总体与补灌处于同一水平,这正应和了50%水肥耦合在团棵期和旺长期地上部干物质积累和地上部氮素吸收量显著低于补灌是因为团棵期与旺长期养

分供应与水分不能协同,很难满足烤烟生长需求的结论,而烤烟打顶期,100%水肥耦合地上部干物质积累和地上部氮素吸收均显著低于50%水肥耦合处理,这可能是因为烤烟生长发育后期降雨量大,100%水肥耦合导致灌水量过多导致的;从烤烟各器官氮素吸收来看,50%水肥耦合与补灌相比,烤烟旺长期,茎部氮素吸收与补灌差异不明显,中部叶片和上部叶片氮素吸收均显著低于补灌处理,而在打顶期均显著高于补灌处理,下部叶片在旺长期与打顶期氮素吸收一直与补灌处于同一水平,说明50%水肥耦合有利于成熟期烤烟茎部、中部叶片、上部叶片氮素的吸收,而对下部叶片氮素吸收无明显影响,100%水肥耦合与补灌相比,下部叶片氮素吸收无明显差异,而中部叶片与上部叶片氮素吸收在旺长期显著低于补灌,在打顶期与补灌达到同一水平,茎部氮素吸收量在旺长期差异不明显,但在打顶期茎部氮素吸收显著高于雨养处理,这说明100%水肥耦合在打顶期对于烟叶氮素吸收没有明显的效果,但可以提高茎部氮素吸收量;从烟叶产量结构来看,水肥耦合处理下产量产值与补灌处于同一水平,其中50%水肥耦合产量较低,这是由于8月份降雨量较大,引起烤烟贪青晚熟、病虫害多发,影响了烤烟的产量,但50%水肥耦合上等烟比例显著高于雨养处理,这与周罕觅等^[18]和席奇亮等^[19]认为水肥耦合可以提高产品品质的研究结果相同。

综合烤烟干物质积累、氮吸收、产量产值以及上等烟比例等综合因素来看,烤烟前期降水偏少的情况下,采用补灌措施对促进烤烟生长、养分吸收效果十分明显;采用水肥耦合措施,对烟株的发育和养分吸收主要表现在打顶期效果明显,因此,水肥耦合氮肥尽量在打顶期前使用。

参考文献:

- [1] 王晓娟,贾志宽,梁连友,等.旱地施有机肥对土壤水分和玉米经济效益影响[J].农业工程学报,2012,28(6):144-149.
- [2] 韦泽秀,梁银丽,周茂娟,等.水肥组合对日光温室黄瓜叶片生长和产量的影响[J].农业工程学报,2010,26(3):69-74.
- [3] Gonzalez-Dugo V, Durand J L, Gastal F. Water deficit and nitrogen nutrition of crops: A review[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2010, 30(3): 529-544.
- [4] 张本强,马兴华,王术科,等.施氮方式对烤烟氮素吸收积累及品质的影响[J].中国烟草科学,2011,32(5):56-62.
- [5] Shen Y F, Li S Q, Shao M A. Effects of spatial coupling of water and fertilizer applications on root growth characteristics and water use of winter wheat[J]. Journal of Plant Nutrition, 2013, 36(4): 515-528.
- [6] Banedjschafie S, Bastani S, Widmose R P, et al. Improvement of water use and N fertilizer efficiency by subsoil irrigation of winter wheat[J]. European Journal of Agronomy, 2008, 28(1): 1-7.
- [7] 隋娟,王建东,龚时宏,等.滴灌水肥耦合对农田水氮利用的影响[J].灌溉排水学报,2015,34(12):38-41,46.
- [8] 邢英英,张富仓,张燕,等.滴灌施肥水肥耦合对温室番茄产量、品质和水氮利用的影响[J].中国农业科学,2015(4):713-726.
- [9] 刘晓亮,齐春艳,侯立刚,等.肥水耦合对盐碱地水稻产量及其构成因素的影响[J].东北农业科学,2017,42(6):18-12.
- [10] 焦学梅.烤烟水氮耦合效应研究[D].贵阳:贵州大学,2007.
- [11] Smatstria A G, Locascio S J. Tensiometer-controlled, drip-irrigation scheduling of tomato[J]. Applied Engineering in Agriculture, 1996, 12(3): 315-319.
- [12] 朱峰,杜兴华,党军政,等.不同施肥量对安康烤烟新品种生长发育及经济性状的影响[J].福建农业学报,2014,29(6):539-545.
- [13] 宋秋华.半干旱黄土高原区地膜覆盖春小麦土壤微生物特征与养分转化[D].兰州:兰州大学,2008.
- [14] 中国土壤学会.土壤农化分析[M].北京:中国农业科技出版社,1999:308-309.
- [15] 何军,崔远来,张大鹏,等.不同水肥耦合条件下水稻干物质积累与分配特征[J].灌溉排水学报,2010,29(5):1-5.
- [16] 李文证,尹娟,马国成.水肥耦合对马铃薯干物质生产量的影响[J].节水灌溉,2016(10):15-19.
- [17] 史宏志,范艺宽,刘国顺,等.烟草水肥耦合机理研究现状和展望[J].河南农业科学,2008(10):5-10.
- [18] 周罕觅,张富仓.水肥耦合对苹果幼树产量、品质和水肥利用的效应[J].农业机械学报,2015(12):173-183.
- [19] 席奇亮,杨铁钊,周方,等.水肥一体化条件下烤烟氮素营养高效利用研究[J].中国烟草学报,2018,24(2):74-83.

(责任编辑:刘洪霞)