

水氮耦合对烤烟农艺性状和干物质积累与分配的影响

冯礼就¹, 莫良玉^{2*}, 范稚莲², 周云仙², 谭文艳¹

(¹南宁市灌溉试验站, 南宁 530001; ²广西大学农学院, 南宁 530005)

摘要:【目的】研究不同灌溉和施氮耦合对烟草的干物质积累和分配的影响。【方法】在烤烟旺长期采用不同灌溉(正常灌溉和干旱胁迫)和施肥(低氮、中氮和高氮)组合进行盆栽试验。【结果】中氮处理(615 mg N/kg土)下,可促进植株干物质积累,适当干旱胁迫有利于上部叶的生长,而充足的水分有利于中下部叶的生长;在水分充足时施中氮(615 mg N/kg土),或水分胁迫时施高氮(923 mg N/kg土)能提高干物质在中部叶的积累;水分充足时施高氮(923 mg N/kg土),可促进干物质在上部叶的积累。【结论】轻度干旱时施高氮(923 mg N/kg土),或水分胁迫时施中氮(615 mg N/kg土)可以提高烤烟的中上部烟叶产量。

关键词: 水氮耦合; 烤烟; 农艺性状; 干物质积累与分配

中图分类号:S572.062

文献标志码:A

文章编号:2095-1191(2011)12-1507-04

The effect of water-nitrogen coupling on agronomic traits and accumulation and distribution of dry matter in flue-cured tobacco plants

FENG Li-jiu¹, MO Liang-yu^{2*}, FAN Zhi-lian², ZHOU Yun-xian², TAN Wen-yan¹

(¹Irrigational Station of Nanning City, Nanning 530001, China; ²Agricultural College, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract:【Objective】The present experiment was conducted to study the effects of water-nitrogen coupling on accumulation and distribution of dry matter in flue-cured tobacco plant.【Method】Different irrigations (normal irrigation and water stress) and nitrogen fertilizer levels (low nitrogen @ 308 mg N/kg soil, medium nitrogen @ 615 mg N/kg soil and high nitrogen @ 923 mg N/kg soil) were applied in different combinations at growing stage of flue-cured tobacco cultivar K-326 using pot culture system.【Result】The results showed that, the treatment of medium nitrogen (615 mg N/kg soil) was favorable for increasing plant dry matter and growth of upper leaves in combination with little water stress, while its application with enough irrigation was good for growth of middle and lower leaves. The treatment of medium nitrogen (615 mg N/kg soil) in combination with sufficient water or higher nitrogen (923 mg N/kg soil) in combination with water stress favoured accumulation of dry matter in middle leaves, while high nitrogen (923 mg N/kg soil) favoured dry matter accumulation in upper-leaves under sufficient water conditions.【Conclusion】The medium nitrogen (615 mg N/kg soil) application combined with sufficient water or higher nitrogen (923 mg N/kg soil) application in combination with water stress was found favourable for dry matter accumulation and increase in yields of middle and upper leaves of flue-cured tobacco.

Key words: irrigation-nitrogen combination; flue-cured tobacco; agronomic traits; dry matter accumulation and distribution

0 引言

【研究意义】我国烤烟种植面积和总产量均居世界首位,但烤烟产量和质量受制于水肥供给。只有根据烤烟对水肥的需求规律合理地进行水分调控,以水调肥,促进养分吸收,为烤烟生长提供良好的水肥条件,才能实现烤烟优质高产。【前人研究进展】水肥耦

合研究已在玉米等作物上取得较好进展,通过水肥调节可以提高玉米产量(李世清和李生秀,1994;杜太生等,2005)。对烤烟水肥耦合的研究也取得一定进展,水肥调节可以提高烤烟对养分的利用效率(刘永贤等,2009;汪耀富等,2006;汪耀富和张福锁,2003)。烟草盆栽试验发现,根区交替灌溉相比常规灌溉,叶片

收稿日期:2011-06-29

基金项目:农业部行业专项基金项目(200903015)

作者简介:冯礼就(1975-),男,广西南宁人,工程师,主要从事农业灌溉试验研究工作。*为通信作者

干物质重减少15%,而耗水量下降33.3%,水分利用效率提高27.5%(蔡寒玉等,2006)。烤烟中前期进行灌水处理,烟叶烟碱、总氮、粗蛋白含量均有所降低,但随着水分调控时期的提前,烟叶钾含量逐渐提高,化学成分趋于协调,吸味品质有所提高(张晓海等,2005)。**【本研究切入点】**水分和养分对作物生长的作用是相互影响的(金钊等,1999)。近年来,关于烤烟水肥的很多研究或是从单一灌溉方式或是从单一施肥水平等方面进行,很少将灌溉与施肥有机结合起来。在不同施肥水平下,不同灌水量对烤烟产量、质量的影响的研究尚少。**【拟解决的关键问题】**研究水氮耦合对烤烟农艺性状及干物质积累、分配的影响,为烤烟生产上的水肥调控提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2009年在广西大学农学院农学科教园进行。供试土壤采自广西大学标本园,质地为红壤土,pH 5.25,全氮(TN)1.15 mg/g、全钾(TK)6.25 mg/g、全磷(TP)2.20 mg/kg、有机质(OM)126.65 mg/g,田间最大持水量为32.40%。供试肥料为硝酸铵、过磷酸钙和硫酸钾。供试烤烟品种为K326,有效叶片数为20~22片。

1.2 试验方法

试验设施氮水平和旺长期水分处理两个因素。施氮水平(根据广西烟叶大田生产的常规用量换算)设低氮、中氮、高氮3个水平为:308、615和923 mg N/kg土;土壤水分设轻度干旱(田间持水量60%)和水分充足(田间持水量90%)两个水平;共6个处理:轻度干旱低氮(A1)、轻度干旱中氮(A2)、轻度干旱高氮(A3)、水分充足低氮(B1)、水分充足中氮(B2)、水分充足高氮(B3),每处理重复3次。氮肥用硝酸铵,每处理施氮308 mg N/kg土、磷769 mg P₂O₅/kg土、钾1923 mg K₂O/kg土作为基肥。进入旺长期后(移栽后约30 d),中氮处理补施纯氮308 mg N/kg土,高氮处理补施纯氮615 mg N/kg土,用称重法与烘干法监测,并将土壤含水量控制在设定范围内。采用覆膜防雨控水盆栽进行试验,塑料盘直径28 cm、高25 cm,每盆装干土10 kg,栽烟1株。2008年4月23日移栽烟苗,5月23日(移栽后30 d)采用兑水淋施补施氮肥,并开始进行水分处理。

1.3 测定项目及方法

农艺性状测定:移栽后,分别于6月14日(旺长期前期)、6月21日(旺长期中期)、6月28日(旺长期后期)测株高、有效叶片数、叶面积。株高、最大叶长与宽、有效叶片数按烟草行业标准测量;叶面积测定先量取最大叶片的长度与叶片最大宽度,将它们相乘,再乘以经验系数0.6345。7月1日采收并烘干,测定烟株的茎、

叶片及全株干重。

土壤养分分析:有机质采用重铬酸钾法;全氮采用半微量凯氏法;全磷采用硫酸消煮—钒钼黄比色法;全钾采用火焰光度法;pH值采用电位测定法。

1.4 统计分析

试验所得数据用SPSS和Excel 2003软件处理,多重比较采用Duncan's法。

2 结果与分析

2.1 水氮耦合对烤烟旺长期株高、有效叶片数及最大叶面积的影响

由表1可知,在烤烟旺长期前期,A3处理株高及单株叶片数优于其他处理,但差异不显著;旺长期中期时,B2处理株高最高,A3处理单株叶片数量最多,但与其他处理间差异不显著;旺长期后期时,B2处理株高于其他处理,B2处理除与B1处理差异不显著之外,与其他处理差异显著,A3与B2单株叶片数最多,但与其他处理差异不显著。

表1 不同水氮组合对烤烟株高和叶片数的影响

Tab.1 Effect of water-nitrogen coupling on plant height and number of leaves in tobacco

旺长期 Vigorous growing stage	处理 Treatment	株高(cm) Plant height	单株叶片数(片) Leaves per plant
前期 Early growth stage	A1	41.00±1.53a	16.33±0.67a
	A2	39.33±1.20a	16.67±0.67a
	A3	45.67±2.96a	18.00±0.58a
	B1	43.33±1.67a	17.67±1.20a
	B2	44.33±2.73a	18.00±1.00a
	B3	42.33±1.76a	17.00±2.00a
中期 Middle growth stage	A1	42.33±1.45a	17.33±0.67a
	A2	43.67±1.45a	17.67±0.67a
	A3	47.50±2.75a	19.00±0.58b
	B1	45.33±2.96a	18.00±1.20a
	B2	48.00±3.46a	17.67±1.00a
	B3	43.67±2.03a	15.67±2.00a
后期 Late growth stage	A1	45.33±2.52a	18.33±1.20a
	A2	46.00±3.46a	20.00±1.20a
	A3	44.00±2.73a	21.00±1.40a
	B1	51.67±2.89ab	18.00±1.20a
	B2	57.50±4.46b	21.00±1.00a
	B3	48.50±3.46a	20.00±1.50a

表中数值为平均值±标准误差,同一列中不同字母表示差异显著($P < 0.05$)水平。下同

Values are means ± standard errors. Different alphabets in the same column indicating significant difference ($P < 0.05$). The same is followed in the subsequent tables

由表2可知,B2处理下旺长期后期上部叶面积分别比B1和B3大104和140 cm²,差异达显著水平;A2处理下旺长期后期上部叶面积分别比A1和A3大178和93 cm²,A2与A1之间差异显著。

在水分充足的条件下,中氮处理的下部叶面积最高,但与低氮和高氮处理的差异不显著;在干旱胁迫条件下,下部叶面积随着氮水平的提高而增加,但

水平间差异不显著。

2.2 水氮耦合对烤烟干物质积累、分配的影响

由表3可以看出,在干旱胁迫或水分充足条件下,中氮处理的烤烟全株干重分别比低氮、高氮水平高44.8%和8.6%、32.5%和23.6%,而且水分充足处理高于干旱胁迫处理。整个植株的干物质主要分布在茎秆部分,其干重占总干重的29.5%~38.7%,其次是中部叶,占总重的25.6%~36.7%,最低的是下部叶,占总重的8.5%~15.9%。

在水分充足条件下,中氮处理的中部叶重最重,与低氮和高氮处理的差异达到显著水平;而在干旱胁迫下,中部叶重则随着施氮水平的增加而增加,低氮处理的中部叶重与中氮、高氮处理的差异达到显著水平。虽然水分充足时上部叶重随着施氮量的增加而增加,干旱胁迫时中氮处理的上部叶重最重,但各处理间的差异不显著。在下部叶重方面,水分充足时,中氮处理的下部叶重最重;干旱胁迫时,高氮处理的下部叶重最重,但各处理间差异不显著。在茎重方面,在水分充足或干旱胁迫条件下,中氮处理的茎重最重,其

中,在干旱胁迫时与低氮处理的差异达显著水平。

表 2 不同水氮组合对烤烟最大叶面积的影响

Tab.2 Effect of water-nitrogen coupling on max leaf area of tobacco plant

旺长期 Vigorous growing stage	处理 Treatment	上部叶 Upper leaf	中部叶 Middle leaf	下部叶 Lower leaf
前期 Early growth stage	A1	151±25.1b	330±69.8a	354±24.3a
	A2	287±38.1c	627±139.4c	480±51.5a
	A3	98±16.7a	611±82.2bc	581±26.9a
中期 Middle growth stage	B1	150±11.9b	367±36.2ab	399±38.4a
	B2	198±43.1c	549±48.6abc	579±125.3a
	B3	82±10.2a	322±44.8a	434±58.6a
后期 Late growth stage	A1	202±26.3b	353±68.0a	351±29.7a
	A2	382±61.2d	676±138.3a	505±50.4a
	A3	264±48.8c	528±67.8a	618±69.8a
	B1	201±21.0b	395±40.4a	398±24.5a
	B2	347±18.8a	592±81.1a	557±76.4a
	B3	154±29.8a	429±61.6a	477±96.4a
	A1	292±28.8a	465±54.0a	427±52.5a
	A2	470±40.4cd	784±84.6a	709±79.8a
	A3	377±36.5bc	738±72.5a	755±73.6a
	B1	307±38.2b	493±50.8a	440±54.8a
	B2	411±39.8c	829±74.9a	750±80.2a
	B3	271±44.8a	577±58.8a	645±65.3a

表 3 不同水氮组合对烤烟植株干物质积累和分配的影响

Tab.3 Effect of water-nitrogen coupling on dry matter accumulation and allocation in tobacco plants

处理 Treatment	全株干重 (g/株) Dry weight of plant	上部叶重量 (g/株) Weight of upper leaves	占总重比(%) Percentage in total weight	中部叶重量 (g/株) Weight of middle leaves	占总重比(%) Percentage in total weight	下部叶重量 (g/株) Weight of lower leaves	占总重比(%) Percentage in total weight	茎秆重量 (g/株) Weight of stem	占总重比(%) Percentage in total weight
A1	45.91±2.87a	10.90±0.18a	23.7	13.67±0.48a	29.8	6.47±0.41a	14.1	17.03±1.44a	37.1
A2	83.23±13.01bc	19.21±4.77a	23.1	24.77±4.03bcd	29.8	7.07±1.86a	8.5	32.18±6.23c	38.7
A3	76.06±2.16bc	13.25±2.20a	17.4	27.93±3.09cd	36.7	8.53±2.44a	11.2	26.34±3.02abc	34.6
B1	60.53±5.60ab	14.49±0.98a	23.9	17.14±3.69ab	28.3	6.73±0.95a	11.1	22.17±1.88abc	36.6
B2	89.78±10.76c	17.07±3.58a	19.0	29.04±2.14d	32.3	13.45±5.28a	15.0	30.21±3.61bc	33.6
B3	68.58±7.43abc	19.92±0.86a	29.0	17.55±4.35abc	25.6	10.89±2.43a	15.9	20.22±0.81ab	29.5

3 讨论

烤烟旺长期是需水需肥量最大的时期,此时植株生长旺盛,干物质积累最多,是决定产量和质量的关键时期(汪耀富等,2006)。株高、单株叶片数以及叶面积是影响烤烟生长的重要性状,制约着产量的提高(汪耀富和张福锁,2003)。本研究结果表明,中氮水平有利于烤烟旺长期的生长,适当干旱胁迫有利于烤烟上部叶的生长,而水分充足有利于烤烟中下部叶的生长。

干物质积累是反映植株生长的重要指标,氮素和水分对干物质的积累和分配影响最大。有研究表明,在不同生态条件下,施氮水平对烟株的干物质积累过程影响不同(罗慧等,2009;刘文兆等,2002)。中上部烟叶质量优于下部烟叶,因此,生产上应尽可能促进干物质在中上部叶的积累,提高中上部烟叶的产量。本研究条件下,B2处理(水分充足中氮)、A3处理(轻度

干旱高氮)可促进干物质向中部叶积累,B3处理(水分充足高氮)、A2处理(轻度干旱高氮)可增加生物量在上部叶的积累。说明B2处理(水分充足中氮)、A3处理(轻度干旱高氮)可以提高烤烟的中上部烟叶产量。

4 结论

合理协调水分和氮肥的供应,可提高烤烟的产量和质量,从而提高烟株的水肥利用效率。本研究结果表明,施氮615 mg N/kg土有利于烤烟旺长期的生长,轻度干旱胁迫有利于上部叶的生长,而充足的水分有利于中下部叶的生长。本研究条件下,A3(轻度干旱高氮)、B2(水分充足中氮)处理均为合理的水氮耦合,可以提高烤烟的中上部烟叶产量。

参考文献:

蔡寒玉,汪耀富,李进平,陈振国. 2006. 烤烟控制性根分叉替灌水的生理基础研究[J]. 节水灌溉, (2): 11-12, 15.

- Cai H Y, Wang Y F, Li J P, Chen Z G. 2006. Study on physiological basis of controlled partial-rootzone alternative irrigation for flue-cured tobacco[J]. *Water Saving Irrigation*, (2): 11-12, 15.
- 杜太生, 康绍忠, 胡笑涛, 杨秀英. 2005. 根系分区交替滴灌对棉花产量和水分利用效率的影响[J]. *中国农业科学*, 38(10): 2061-2068.
- Du T S, Kang S Z, Hu X T, Yang X Y. 2005. Effect of alternate partial root-zone drip irrigation on yield and water use efficiency of cotton[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 38(10): 2061-2068.
- 金轲, 汪德水, 蔡典雄, 周涌, 郭世昌, 黄峰, 王翠玲. 1999. 水肥耦合效应研究 II. 不同 N、P、水配合对旱地冬小麦产量的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 5(1): 8-13.
- Jin K, Wang D S, Cai D X, Zhou Y, Guo S C, Huang F, Wang C L. 1999. Response and interaction for water and fertilizer II. The effect of different compositions of N, P and water on the yield of winter wheat[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 5(1): 8-13.
- 金轲, 汪德水, 蔡典雄, 周涌, 郭世昌, 黄峰, 王翠玲. 1999. 水肥耦合效应研究 I. 不同降雨年型对 N、P 水配合效应的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 5(1): 1-7.
- Jin K, Wang D S, Cai D X, Zhou Y, Guo S C, Huang F, Wang C L. 1999. Response and interaction for water and fertilizer I. interaction of N, P and water in the year of different precipitations[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 5(1): 1-7.
- 李世清, 李生秀. 1994. 水肥配合对玉米产量和肥料效果的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 12(1): 47-53.
- Li S Q, Li S X. 1994. The effects of applying fertilizers and water on maize production and fertilizer-use efficiency [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 12(1): 47-53.
- 刘文兆, 李玉山, 李生秀. 2002. 作物水肥优化耦合区域的图形表达及其特征[J]. *农业工程学报*, 18(6): 1-3.
- Liu W Z, Li Y S, Li S X. 2002. Graphical presentation and their characteristics of the coupled zones for optimal supplies of water and nutrients to crops[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 18(6): 1-3.
- 刘永贤, 李伏生, 农梦玲. 2009. 烤烟不同生育时期分根区交替灌溉的节水调质效应[J]. *农业工程学报*, 25(1): 16-20.
- Liu Y X, Li F S, Nong M L. 2009. Effects of alternate partial root-zone irrigation on water saving and quality regulating of flue-cured tobacco at different growth stages[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 25(1): 16-20.
- 罗慧, 李伏生, 韦彩会, 余江敏, 韦建玉, 曾祥难, 欧清华. 2009. 灌水方式对不同施肥水平烤烟产量和品质的影响[J]. *中国农业科学*, 42(1): 173-179.
- Luo H, Li F S, Wei C H, Yu J M, Wei J Y, Zeng X N, Ou Q H. 2009. Effect of irrigation method on yield and quality of flue-cured tobacco under different fertilization levels[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 42(1): 173-179.
- 汪耀富, 孙德梅, 徐传快, 程玉渊. 2006. 干旱胁迫对烤烟养分吸收分配及产量品质的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 24(1): 65-69.
- Wang Y F, Sun D M, Xu C K, Cheng Y Y. 2006. Effects of drought stress on absorption and distribution of nutrients and yield and quality of flue-cured tobacco[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 24(1): 65-69.
- 汪耀富, 张福锁. 2003. 干旱和氮用量对烤烟干物质和矿质养分积累的影响[J]. *中国烟草学报*, 9(1): 19-23, 29.
- Wang Y F, Zhang F S. 2003. Effects of drought stress and nitrogen on dry matter accumulation and concentration of mineral elements in flue-cured tobacco[J]. *Acta Tabacaria Sinica*, 9(1): 19-23, 29.
- 张晓海, 苏贤坤, 廖德智, 刘宝泉, 陈发荣, 杨晓芳. 2005. 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*, (6): 36-38.
- Zhang X H, Su X K, Liao D Z, Liu B Q, Chen F R, Yang X F. 2005. Effect of water regulation on yield and quality of flue-cured tobacco during different growth and development period[J]. *Tobacco Science & Technology*, (6): 36-38.

(责任编辑 李小红)