

烤烟产量、产值及氮肥利用率(¹⁵N)与海拔高度和移栽期的关系研究

许汝冰¹, 谢志坚^{2,3*}, 李进平¹, 涂书新^{2*}, 陈振国¹, 郭莉⁴, 于洋²

(1. 湖北省烟草研究所, 湖北 武汉 430030; 2. 华中农业大学 资源与环境学院, 湖北 武汉 430070; 3. 江西省农业科学院 土壤肥料与资源环境研究所, 江西 南昌 330200; 4. 湖北襄阳市烟草公司, 湖北 襄阳 441003)

摘要:采用¹⁵N 同位素示踪微区试验与大田试验,研究了不同海拔高度和移栽期对烤烟产量、产值及氮肥利用率的影响。研究表明,与低海拔地区相比,高海拔地区更有利于烤烟生育中、后期地上部对氮素的吸收利用,提高烤烟产量,但是降低了其产值;低海拔地区则更有利于烤烟地上部对肥料氮的吸收利用,比高海拔地区氮肥利用率提高38%。适当推迟移栽期至5月15—25日有利于烤烟各生育期地上部各部位对氮素的吸收利用,而且烤烟生育前、中期地上部中肥料氮比例平均增加0.8%~11%,烤烟产量和产值分别提高5%~11%和5%~8%。移栽期对生育中、后期烤烟氮肥利用率影响不显著,但推迟至5月25日移栽显著提高团棵期氮肥利用率62%。因此,选取低海拔地区及适当推迟移栽期有利于提高氮肥利用率以及烤烟产值。

关键词:烤烟;海拔高度;移栽期;产量和产值;氮肥利用率;¹⁵N 示踪

中图分类号:S572 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)03-0425-07

A Study on Relationships Between Yields, Market Values, ¹⁵N Using Efficiency of Flue-cured Tobacco and Altitude Height & Transplanting Date

XU Ru-bing¹, XIE Zhi-jian^{2,3*}, LI Jin-ping¹,
TU Shu-xin^{2*}, CHEN Zhen-guo¹, GU Li⁴, YU Yang²

(1. Tobacco Research Institute of Hubei province, Wuhan 430030, China; 2. College of Resource and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 3. Institute of Soil & Fertilizer and Resource & Environment, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 4. Xiangyang Tobacco Company, Xiangyang 441003, China)

Abstract: A field experiment with ¹⁵N isotope tracing micro-plots was carried out to study the relationships between yields, market values & N using efficiency and transplanting date & altitude height. The results showed that compared with lower altitude, higher altitude was advantageous to absorbing and using N in each part of shoot of flue-cured tobacco plants, improving the yields but decreasing the market values of tobacco plants. Moreover, it seemed more useful to improve the proportion of fertilizer-N in total N in each part of shoot of tobacco plants that transplanted in lower altitude area, and increase the N using efficiency by 38%. In addition, postponing the transplanting date might promote the absorption and usage of N in each growing

收稿日期:2010-12-30 修回日期:2011-03-08

基金项目:湖北省科技厅项目(2008BBZ001)、湖北省烟草专卖局重大攻关项目(20070301)和公益性行业(农业)科研专项(200803034)

作者简介:许汝冰(1979—),男,农艺师,主要从事烟草种植与品质分析研究,E-mail: kubingbing@163.com; * 通讯作者:谢志坚,助理研究员;涂书新,教授,博导,E-mail: stu@mail.hzau.edu.cn.

stage and increase the proportion of fertilizer-N in total N in shoot of tobacco plants by 0.8% ~ 11% in early and middle growing stage , also increased the yields and market values by 5% ~ 11% and 5% ~ 8% respectively. The effect of transplanting date on N using efficiency was not significant in the middle and late growing stages , but postponing the transplanting date to 25th May increased N using efficiency by 62% at the rosette stage. So , it was advantageous to improvement of N using efficiency and market value of tobacco plants to transplant tobacco in lower altitude district and to postpone the transplanting date properly.

Key words: flue-cured tobacco; altitude height; transplanting date; yield and market value; N using efficiency; ¹⁵N isotope tracing

烟草具有广泛适应性和对环境敏感性的双重属性。生态环境条件变化对烟叶产、质量均有影响^[1]。在栽培品种和技术相同的前提下,生态环境条件是影响烟草产、质量的重要因素,主要包括气象、土壤等因素,其中气象条件对烤烟品质影响起主导作用^[2]。如,优质烟叶生产对不同生育期内的温度和降雨的要求分别是:还苗期与伸根期为 18 ~ 28 °C 和 80 ~ 100 mm;旺长期为 20 ~ 28 °C 和 100 ~ 200 mm;成熟期为 20 ~ 25 °C 和 80 ~ 120 mm^[3]。可见,充分利用自然资源和当地的生态环境条件是提高烟叶质量的重要措施^[4]。

移栽期不同,烤烟生长期间的各项气候条件(如光、温、水等)也不同。移栽过早或者过晚均不利于烤烟生长发育、产量和产值的形成^[5]。移栽过早,烟株前期处于低温时间过长,易导致早花,不利于提高烤烟产、质量;移栽过晚,烤烟生育后期气温下降,影响烤烟在成熟期对热量的需求,烟株不能充分生长,烟叶不能正常成熟,从而影响烟叶质量^[6]。但适当推迟移栽期有利于促进烟叶中碳代谢而减弱氮素代谢,从而提高烤烟产量、产值^[7]。而氮素营养是影响烤烟生长发育及烟叶质量的最重要的矿物质营养元素^[8],是左右烟叶生长发育的最主要因素^[9],合理施氮对烟草农艺性状、产量、产值、均价、上等烟比例及外观质量等都有较好的影响^[10-11]。

湖北环神农架烟区多为山地,虽然其日照时数和积温均能满足优质烤烟的生长,但是在烤烟生长的还苗期与伸根期温度偏低^[12],旺长期雨水偏少,成熟期降雨量偏大,不利于中、下部烟叶的成熟与采收。另外,海拔高度变化改变烟区的土壤和气候两大主要生态条件,移栽期变化则改变烟株生长发育各阶段的气候条件。湖北省环神农架烟区是我国主要的烤烟产区,至今为止,尚未有关于海拔高度和移栽期的交互效应对烤烟产量、产值及其氮素吸收利用影响的报道。因此,科学确定适宜的海拔高度和移栽期对彰显该区烟叶质量风格特色和提高产量和产值都有重要意义。本试验旨在应用¹⁵N 示踪技术,探索不同海拔高度和移栽期对烤烟的产量以及氮肥利用率的影响,为“金神农”烟叶生产提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

供试土壤为黄棕壤,其基本理化性状见表1。烤烟生育期内(5—9月),低海拔(903 m, N 31°28', E 111°15')地区和高海拔(1 130 m, N 31°27', E 111°14')地区降雨量分别为 885.5 mm 和 891.1 mm,是往年同期降雨量的 134.7% 和 135.5%,日均温分别介于 17.6 ~ 25.5 °C 和 15.7 ~ 23.8 °C。

表1 两个海拔高度试验点土壤(0 ~ 20 cm 20 ~ 40 cm)的理化性状

Tab.1 Some basic properties of the soils (0 ~ 20 cm and 20 ~ 40 cm) at the two altitude heights

海拔高度 Altitude height	土层/cm Layers of soil	全氮/(g · kg ⁻¹) Total N	有效磷/(mg · kg ⁻¹) Olsen P	速效钾/(mg · kg ⁻¹) NH ₄ Ac - K	有机质/(g · kg ⁻¹) Organic matter	pH
低海拔 LAH	0 ~ 20	0.68	34.5	432	52.6	7.31
	20 ~ 40	0.35	14.1	164	11.2	7.62
高海拔 HAH	0 ~ 20	1.25	58.2	377	58.9	6.62
	20 ~ 40	0.29	19.2	143	14.1	6.98

LAH - 低海拔, HAH - 高海拔。

LAH - lower altitude height, HAH - higher altitude height.

1.2 试验设计

供试烤烟(*Nicotiana tabacum* L.)品种为K326。试验田前茬作物为小麦。

试验为2因素试验。设计2个海拔:低海拔(903 m)和高海拔(1 130 m)。每个海拔高度又分别设计3个移栽期处理:5月5日、5月15日和5月25日移栽。共6个处理,每个处理3次重复,随机区组排列。每小区面积为42.9 m²,种植烤烟60株,行距×株距为130 cm×55 cm,分为计产区(40株)和取样区(20株)加保护行。

所有处理施N 72 kg/hm², P₂O₅ 86.4 kg/hm², K₂O 216 kg/hm²。其中,70%的氮肥(NH₄NO₃)和钾肥(K₂SO₄)及全部的过磷酸钙作基肥,单行条施于深为20 cm的沟中,随即盖土覆膜。剩余的30%氮、钾肥作追肥,在移栽后15 d水溶解环施于距烟株两侧10 cm左右,为深10 cm的沟中,用细土将沟掩盖且覆膜。其他田间管理同当地生产优质烟叶生产。

¹⁵N标记丰度随3个不同时期(团棵期、打顶期和成熟期)设计5.0%、7.5%、10.0%3个不同丰度。微区试验施用的¹⁵N同位素氮肥为¹⁵NH₄¹⁵NO₃(丰度为10.28%,由上海化工研究院提供),设在取样区内。每个标记微区分别种植烤烟1株,每株施纯氮4.8 g,并且同步施入其他普通肥料。在微区两端用70 cm×55 cm的铝合金薄板埋进茎体至10 cm露出地面。其他操作同上。

1.3 取样和测定

在团棵期、打顶期和成熟期分3次在采样区分别取1棵烟株。除团棵期外,将植株分成上、中、下部叶和茎4个部分,105℃下杀青30 min后于70℃下烘干,称干重,粉碎,过0.25 mm筛,测定植株含氮量和总¹⁵N丰度。

烤后烟叶根据42级国标法进行分级,并按小区逐级计算产量(t/hm²)。产值(万元/hm²)=当地当年各级单价×该级产量。肥料氮占总氮的比例/% = $\frac{\text{植物样品中的}^{15}\text{N原子百分超} \times 100}{\text{肥料的}^{15}\text{N原子百分超}}$ 。

土壤含水量采用烘干法;有机质采用重铬酸钾滴定法;土壤全氮采用硫酸-双氧水消煮蒸馏滴定法;土壤有效磷采用0.5 mol/L NaHCO₃提取-钼锑钒比色法;土壤速效钾采用醋酸铵浸提-火焰光度法^[13];土壤pH值采用1:1(V:V)的比例加已除CO₂的蒸馏水,玻璃棒搅匀后静置30 min再用pH计测定^[14]。植株全氮采用YC/T 161-2002连续流动注射法^[15]。¹⁵N丰度由中国农业科学院原子能应用研究所质谱(Finnigan mat 251 isotope ratio mass spectrometer)法^[16]测定。

1.4 数据分析

数据统计分析采用SAS 8.1统计软件。图表用MS Excel 2003绘制。百分数做反正弦转换后再做ANOVA方差分析,处理平均数多重比较采用Duncan法。

2 结果与分析

2.1 海拔高度和移栽期

对烤烟产量、产值的影响

不同海拔植烟生态区烤烟产量、产值存在差异(表2)。与低海拔植烟生态区相比,高海拔植烟生态

表2 海拔高度和移栽期对烤烟产量、产值影响的两因素方差分析及平均数Duncan比较
Tab.2 Two-way ANOVON and Duncan tests for yields and market values of FCT plants influenced by different altitude heights and transplanting dates

处理 Treatments	产量/(t·hm ⁻²) Yield	产值/(10 ⁴ 元·hm ⁻²) Market value
移栽期 Transplanting dates		
5月5日 5-May	2.46 b	2.06 b
5月15日 15-May	2.73 a	2.23 a
5月25日 25-May	2.60 ab	2.16 ab
海拔高度 Altitude heights		
低海拔 LAH	2.48 b	2.29 a
高海拔 HAH	2.72 a	2.02 b

同一列数据后的不同字母表示在P<0.05水平上存在显著差异,LAH—低海拔,HAH—高海拔。

Datas followed by different letters are different significantly at P<0.05, LAH—lower altitude height, HAH—higher altitude height.

区烤烟产量平均增加 240 kg/hm², 增幅为 9.7%; 但是产值平均降低 2 700 元/hm², 降幅达 13.4% ($P < 0.05$)。由此可见, 高产量不一定带来高产值。

推迟移栽期有利于提高烤烟产量、产值(表 2)。与 5 月 5 日移栽相比, 5 月 15—25 日移栽烤烟产量平均增加 140 ~ 270 kg/hm², 增幅为 5.7% ~ 11.0%; 产值平均增加 1 000 ~ 1 700 元/hm², 增幅为 4.9% ~ 8.3%。但值得注意的是, 5 月 25 日移栽较 5 月 15 日移栽, 烤烟产量、产值均有所下降, 结果表明并不是移栽越迟越好。

2.2 海拔高度和移栽期对氮素吸收利用及其在地上部各部位中分配的影响

烤烟对氮素营养的吸收与累积主要发生在生育前、中期(从移栽 ~ 打顶期)(表 3)。不论是在不同海拔生态环境还是不同移栽期条件下, 至打顶期, 烤烟地上部总含氮量占全生育期总含氮量的 65% ~ 71%。烤烟上部叶和茎中含氮量随着生育期的推进显著增加, 而中部叶和下部叶中含氮量基本保持平衡, 甚至在下部叶中氮素含量略有降低(表 3)。如, 打顶以后 ~ 成熟期这段时期内, 烤烟上部叶和茎中氮素含量分别平均增加 64.2% ~ 91.0% 和 65.9% ~ 105.8%。结果表明, 烤烟生育后期吸收的氮素主要流向生命活动活跃的上部叶和茎。这种趋势不随移栽期和海拔高度的变化而发生明显变化。

表 3 海拔高度和移栽期对烤烟各部位中氮素吸收利用影响的两因素方差分析及平均数 Duncan 比较

Tab.3 Two-way ANOVON and Duncan tests for N content in different organs of FCT plants influenced by different altitude heights and transplanting dates g · 株⁻¹

处理 Treatments	团棵期 Rosette					打顶期 Topping					成熟期 Mature				
	地上部 Shoot	上叶 UL	中叶 ML	下叶 LL	茎 Stem	地上部 Shoot	上叶 UL	中叶 ML	下叶 LL	茎 Stem	地上部 Shoot	上叶 UL	中叶 ML	下叶 LL	茎 Stem
移栽期 Transplanting dates															
5 月 5 日 5 - May	0.84 b	0.93 a	0.81 b	0.48 a	0.67 b	2.89bc	1.66 a	0.89 b	0.42 b	1.29 c	4.26 b				
5 月 15 日 15 - May		1.00 a	0.99 a	0.53 a	0.90 a	3.42 a	1.75 a	1.03 a	0.50 a	1.54 a	4.82 a				
5 月 25 日 25 - May	1.22 a	1.05 a	0.86 b	0.54 a	0.73 b	3.18 b	1.82 a	1.07 a	0.45ab	1.42 b	4.76 a				
海拔高度 Altitude heights															
低海拔 LAH	1.12 a	0.89 b	0.89 a	0.41 b	0.69 b	2.88 b	1.70 a	0.88 b	0.37 b	1.42 a	4.37 b				
高海拔 HAH	0.94 b	1.09 a	0.88 a	0.62 a	0.85 a	3.44 a	1.79 a	1.12 a	0.54 a	1.41 a	4.86 a				

UL - 上部叶, ML - 中部叶, LL - 下部叶, ST - 茎, 同一列数据后的不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平上存在显著差异, LAH - 低海拔, HAH - 高海拔。

UL - upper leaf, ML - middle leaf, LL - lower leaf and the same of the following tables. Datas followed by different letters are different significantly at $P < 0.05$, LAH - lower altitude height, HAH - higher altitude height.

表 3 结果还可以看出, 在烤烟生育前期(团棵期), 与高海拔地区相比, 低海拔地区烤烟地上部总含氮量显著增加 19.1%, 但是随着生育期的推进, 地上部总含氮量呈现下降趋势, 至打顶期和成熟期, 地上部总含氮量分别平均降低 19.4% 和 10.1%。这可能是高海拔试验田土壤有机质和全氮含量均高于低海拔试验田的缘故。

另外, 不同海拔高度条件下, 在不同生育期内烤烟地上部各部位中氮素的分配也有所差异(表 3)。如, 与低海拔地区相比, 至打顶期, 高海拔地区烤烟上部叶、下部叶和茎中含氮量平均分别增加 22.5%、51.2% 和 23.2%; 至成熟期, 高海拔中部叶和下部叶中含氮量分别平均增加 27.3% 和 45.9%。

推迟移栽期有利于烤烟各生育期地上部及其各部位对氮素的吸收利用(表 3)。与 5 月 5 日移栽相比, 5 月 15—25 日移栽, 至打顶期, 烤烟地上部总含氮量平均增加 10.0% ~ 18.3%, 中部叶和茎中含氮量分别平均增加 6.2% ~ 22.2% 和 9.5% ~ 34.3%; 至成熟期, 地上部总含氮量平均增加 11.7% ~ 13.1%, 中部叶、下部叶和茎中含氮量分别平均增加 15.7% ~ 20.2%、7.1% ~ 19.0% 和 10.1% ~ 19.4%。

2.3 海拔高度和移栽期对肥料氮(¹⁵N)在烤烟地上部各部位中分布的影响

烤烟对肥料氮的吸收主要发生在生育前期(团棵期), 然后随着生育期的推进而减少, 尤其是打顶之后急剧下降(表 4)。如, 在团棵期、打顶期和成熟期, 烤烟地上部吸收的氮素中来源于肥料氮的比例分别平均为 63% ~ 78%、28% ~ 47% 和 22% ~ 36%。另外, 不论是在不同移栽期还是不同海拔生态环境条件下, 肥料氮在各生育期烤烟地上部各部位中分配始终表现为下部叶 > 中部叶 > 上部叶 ~ 茎。结果说明, 吸收的肥料氮优先分配于下部叶中, 而且在生育后期(成熟期), 烤烟主要以吸收土壤氮为主。

表 4 结果表明, 与高海拔地区相比, 在团棵期、打顶期和成熟期, 低海拔地区烤烟地上部各生育期吸

收的肥料氮比例分别平均增加 23.2%、63.5% 和 58.6%。此外,至打顶期,烤烟各部位(上、中、下部叶和茎)中肥料氮比例分别平均增加 99.6%、62.5%、53.2% 和 44.9%;至成熟期,分别平均增加 95.7%、34.0%、5.6% 和 42.9%。

表 4 海拔高度和移栽期对烤烟各生育期各部位中肥料氮占总氮比例影响的两因素方差分析及平均数 Duncan 比较

Tab. 4 The proportion of ¹⁵N to total N in different organs of flue-cured tobacco plants influenced by different altitude heights and transplanting dates

处理 Treatments	团棵期 Rosette		打顶期 Topping				成熟期 Mature				
	地上部 Shoot	上叶 UL	中叶 ML	下叶 LL	茎 Stem	地上部 Shoot	上叶 UL	中叶 ML	下叶 LL	茎 Stem	地上部 Shoot
移栽期 Transplanting dates											
5 月 5 日 5-May	67.0 b	31.7 b	43.4 a	46.2 a	32.3 b	37.0 b	26.9 a	34.4 a	37.7 b	29.9 a	32.8 a
5 月 15 日 15-May		36.6 a	40.3 ab	49.1 a	31.7 b	39.0 a	23.8 b	36.8 a	46.5 a	24.6 b	29.0 b
5 月 25 日 25-May	74.5 a	31.9 b	38.2 b	48.3 a	36.6 a	37.3 ab	22.2 b	30.8 a	45.8 a	24.5 b	26.2 c
海拔高度 Altitude height											
低海拔 LAH	78.1 a	44.5 a	50.4 a	57.9 a	39.7 a	47.1 a	32.1 a	40.2 a	43.4 a	31.0 a	36.0 a
高海拔 HAH	63.4 b	22.3 b	31.0 b	37.8 b	27.4 b	28.8 b	16.4 b	30.0 b	41.1 a	21.7 b	22.7 b

UL - 上部叶, ML - 中部叶, LL - 下部叶, ST - 茎, 同一列数据后的不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平上存在显著差异, LAH - 低海拔, HAH - 高海拔。

UL - upper leaf, ML - middle leaf, LL - lower leaf and the same of the following tables. Datas followed by different letters are different significantly at $P < 0.05$, LAH - lower altitude height, HAH - higher altitude height.

推迟移栽期有利于烤烟生育前、中期(移栽~打顶)地上部对肥料氮的吸收,但不利于烤烟生育后期(打顶以后~成熟期)吸收肥料氮(表 4)。与 5 月 5 日移栽相比 5 月 15—25 日移栽,团棵期~打顶期,烤烟地上部吸收的氮素中来源于肥料氮的比例分别平均增加 0.8%~11.2%,而至成熟期则平均降低 11.6%~20.1%。同样值得注意的是 5 月 25 日移栽较 5 月 15 日移栽,至打顶时烤烟地上部对肥料氮的吸收出现下降,结合产量、产值结果再次表明并不是移栽越迟越好。

同样,推迟移栽期显著增加成熟期烤烟下部叶中肥料氮的比例,却降低上部叶和茎中肥料氮的比例(表 4)。与 5 月 5 日移栽相比 5 月 15—25 日移栽,烤烟下部叶中肥料氮比例平均增加 21.5%~23.3%,但上部叶和茎中分别平均降低 11.5%~21.2% 和 17.7%~18.1%。

2.4 海拔高度和移栽期对氮肥利用率(¹⁵N)的影响

采用¹⁵N 稳定同位素示踪技术测定氮肥利用率结果见表 5,计算公式为:

$$\text{氮肥利用率}(\%) = \frac{[\sum(\text{植物各器官含氮量} \times \text{植物样品}^{15}\text{N 原子百分超})]}{\text{施入肥料氮量} \times \text{肥料}^{15}\text{N 原子百分超}} \times 100$$

表 5 结果表明,不同海拔高度烤烟各生育期地上部对氮肥的利用率有所差异,而且均表现为低海拔显著高于高海拔。如,与高海拔相比,收获时,低海拔地区烤烟氮地上部肥利用率平均增加 8 个百分点,增幅为 38.1%。移栽期对烤烟生育中、后期(打顶期和成熟期)氮肥利用率的影响不显著。3 个移栽期烤烟地上部氮肥利用率均不高,仅为 24%~26%,但是,推迟移栽期更有利于提高生育前期(移栽~团棵期)烤烟地上部对氮肥的利用。如,与 5 月 5 日移栽相比 5 月 25 日移栽,烤烟地上部氮肥利用率平均增加 4.9 个百分点,增幅达 62.0%(表 5)。

表 5 结果还可以看出,烤烟吸收氮肥主要是在打顶之前。如,在打顶以前烤烟地上部氮肥利用率为 18%~27%,仅比成熟期高 1~2 个百分点。结合以上肥料氮分布结果再次说明,烤烟在打顶之后对肥料氮的吸收很少,主要以吸收土壤氮为主。这种趋势同样不随移栽期和海拔高度的变化而发生明显变化。

3 结论与讨论

团棵期,烤烟地上部吸收的氮素中来源于肥料氮的比例为 63%~78%,随着生育期的推进逐渐下降,至打顶时,肥料氮比例小于 50%;打顶之后,吸收的氮素中有近 60%~70% 来源于土壤氮(表 4)。至打顶期烤烟地上部氮肥利用率仅比成熟期高 1~2 个百分点(表 5)。结果说明烤烟在生育前期以吸收肥料氮为主,中、后期则以吸收土壤氮为主。这可能是因为在烤烟大田生产中将 70% 氮肥作为基肥一次性施入,以满足烟株生育前期对养分的需要。

表 5 海拔高度和移栽期对烤烟氮肥利用率影响的 2 因素方差分析及平均数 Duncan 比较

Tab. 5 Two-way ANOVON and Duncan tests for use efficiency of N fertilizer by shoots of FCT plants influenced by different altitude heights and transplanting dates %

处理 Treatments	团棵期 Rosette	打顶期 Topping	成熟期 Mature
移栽期 Transplanting date			
5 月 5 日 5 - May	7.90 b	24.1 a	25.5 a
5 月 15 日 15 - May		24.0 a	25.3 a
5 月 25 日 25 - May	12.8 a	22.2 a	24.1 a
海拔高度 Altitude height			
低海拔 LAH	12.3 a	27.3 a	29.0 a
高海拔 HAH	8.37 b	18.9 b	21.0 b

同一列数据后的不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平上存在显著差异, LAH - 低海拔, HAH - 高海拔。

Datas followed by different letters are different significantly at $P < 0.05$, LAH - lower altitude height, HAH - higher altitude height.

土壤中氮素含量随海拔高度增加而增加^[17]。虽然高海拔地区增加烤烟生育中、后期地上部中氮素含量,更有利于协调烤烟体内碳、氮代谢,增加蛋白质等有机物质在烟叶等器官中的累积,提高烤烟产量。但是,并不是烤烟产量越高越好,产量过高或过低都会影响烟叶品质^[18],当烤烟产量维持在 2.25~2.63 t/hm² 水平上时,有利于保证烟叶质量^[19],本研究结果也表明低海拔地区烤烟产值显著高于高海拔地区(表 2)。可能是因为高海拔试验田土壤有机质和总氮含量均高于低海拔试验田(表 1),烤烟生育后期土壤供氮多,而温度也较低,不利于烟叶及时落黄成熟,另外,低海拔试验田土壤速效钾含量却高于高海拔试验田,一般认为速效钾含量高的土壤更有利于生产优质烟叶。高海拔地区肥料氮占总氮的比例以及对氮肥的利用率均低于低海拔地区。氮肥利用率的高低受土壤肥力等多种因素影响,在肥料种类和施用量相同时,土壤肥力越高氮肥利用率越低^[20]。可见,在土壤肥力较低的低海拔植烟生态区种植烤烟有利于氮肥的调节和控制,提高烟叶成熟度和品质。

光、温度和降水是作物生长发育的重要生态因子,对植物的形态建成与生长具有重大影响,而且光质组成和比例可以调控植物体内的光合作用^[21-23]。移栽过早 2 个海拔地区烤烟生育前期日均温均低于 18℃,尤其是高海拔地区相差近 3℃,影响了土壤中有机的分解、养分离子的扩散以及土壤中水分和空气的运动,因而聚集在烟株根际范围内供其吸收的养分含量较低,从而影响了烤烟对养分的吸收,烟株生长受到抑制,不利于烤烟产量的形成。然而,推迟移栽期至 5 月 15—25 日,气温回升较快,基本都维持在 17.6~24.5℃,非常适合烟苗移栽后在还苗~伸根这段时间内的生长,促进烟苗早生快发,有利于尽早增大光合叶面积^[24],无疑为烤烟以后的生长发育奠定了坚实基础。另外,气温的回升还加速了土壤氮素的矿化,增加土壤中有效氮含量,而光、水等环境因素的改善,促进了烟株的光合作用,为烟株根系的生长与活动以及新根的生成提供了充足的“粮食”,使其更好地吸收土壤中的氮素养分,提高植株的氮素代谢水平,更好地协调了烟株体内的碳、氮代谢,促进干物质累积^[25]和烟株生长。因此,适当推迟移栽期有利于促进烤烟各生育期地上部各部位对氮素的吸收利用,尤其是提高烤烟生育前、中期(从移栽~打顶期)地上部吸收的氮素中来源于肥料氮的比例和产值。另外,本试验条件下,移栽期对生育中、后期烤烟氮肥利用率影响不显著,但推迟移栽有利于提高团棵期氮肥利用率,说明推迟移栽田间更好的光热条件,促进了烤烟生育前期(移栽期~团棵期)对肥料氮的吸收。

参考文献:

[1] 钱时祥, 陈学平, 郭家明. 聚类分析在烟草种植区划上的应用[J]. 安徽农业大学学报, 1994, 21(1): 21-25.
 [2] 黄中艳, 王树会. 云南烤烟内在品质与其环境生态要素关系的研究[J]. 烟草农业科学, 2006, 2(1): 17-22.
 [3] 龙怀玉, 刘建利, 徐爱国, 等. 我国部分烟区与国际优质烟区烤烟大田期间某些气象条件的比较[J]. 中国烟草学报, 2003, 9(增刊): 41-47.
 [4] 周金仙. 不同生态条件下烟草品种产量与品质的变化[J]. 烟草科技, 2005(9): 32-35.

- [5] Patel J A , Patel B K , Patel G R. Influence of dates of planting and nitrogen levels on the smoke constituents of bidi tobacco cultivars [J]. *Tobacco Research* , 1989 , 15(1) : 53-58.
- [6] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [7] 郭鸿雁. 不同施氮水平和移栽期下烤烟碳氮代谢关键酶活性变化及其与品质关系[D]. 广州: 华南农业大学, 2005.
- [8] Elliot J M. Production factors affecting chemical properties of FCT leaf [J]. *Tobacco International* , 1975 , 177: 22-32.
- [9] 周宽余 韩国彪. 不同施氮量对烤烟生长的影响[J]. *山西农业科学* , 1998 , 26(2) : 58-59.
- [10] 单德鑫 杨书海 李淑芹 等. ^{15}N 示踪研究烤烟对氮的吸收及分配[J]. *中国土壤与肥料* , 2007(2) : 43-44.
- [11] Ju X T , Chao F C , Li C J , et al. Yield and nicotine content of FCT as affected by soil nitrogen mineralization [J]. *Pedosphere* , 2008 , 18(2) : 227-235.
- [12] 李进平 高友珍. 湖北省烤烟生产的气候分区[J]. *中国农业气象* , 2005 26(4) : 250-255.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 22-103.
- [14] Thomas G W. Exchangeable cations [M] // Page A L , Miller R H , Keeney D R. *Methods of soil analysis* , Part II: Chemical and microbiological properties. Madison , WI: Soil Science Society of America , 1982: 159-166.
- [15] 中华人民共和国烟草行业标准. YC/T 161 - 2002 烟草及烟草制品总氮的测定——连续流动法[S]. 2002: 409-413.
- [16] Buresh R J , Austin E R , Craswell E T. Analysis methods in ^{15}N research [J]. *Fertilizer Research* , 1982 3: 37-62.
- [17] 熊毅 李庆逵. 中国土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [18] 赵元宽 陈江华. 中烟与菲·莫技术合作开发优质烟叶的收获和体会(一) [J]. *烟草科技* , 2000(7) : 35-38.
- [19] 刘国顺. 国际型优质烟叶质量概念及关键生产技术的再说明[C]. 2003年全国烟叶生产技术研讨会 2003: 379-384.
- [20] 陈萍 李天福 张晓海. 利用 ^{15}N 示踪技术探讨烟株对氮素的吸收与分配[J]. *云南农业大学学报* , 2003 , 18(1) : 1-4.
- [21] Naoya F , Mitsuko K Y , Masami U , et al. Effects of light quality , intensity and duration from diferent artificial light sources on the growth of petunia (*Petunia × Hybrida vilm*) [J]. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* , 2002 , 71(4) : 509-516.
- [22] 史宏志 韩锦峰 官春云 等. 红光和蓝光对烟叶生长、碳氮代谢和品质的影响[J]. *作物学报* , 1999 25(2) : 215-220.
- [23] Kwesiga F , Grace J. The role of the red/far - red ratio in the response of tropical tree seedlings to shade [J]. *Annals of Botany* , 1986 , 57: 283-290.
- [24] 孙在军 易建华 刘建福 等. 双转光地膜对烟草生长与生理特性及地温的影响[J]. *中国生态农业学报* , 2008 , 16(1) : 155-159.
- [25] 李敏华. 施氮水平和移栽期对烤烟碳氮代谢的影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2004.