

不同质地土壤对烤烟地上部生长动态的影响^①

高传奇¹, 刘国顺^{1*}, 杨永锋¹, 刘典三¹, 樊武广², 张园营¹, 贾春雷¹

(1 河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州 450002; 2 南阳市烟草公司, 河南南阳 473000)

摘要: 不同质地土壤的烤烟叶片品质有差异, 探明造成这种烟叶品质差异的烤烟地上部生长动态, 可以为不同土壤质地条件下烤烟栽培措施的提出和完善提供依据。2012年选取不同质地土壤: 砂质壤土、粉砂质黏土和壤土, 以烤烟品种 NC89 为试验材料开展试验。结果表明: 砂质壤土处理的烤烟株高较大、茎围较小, 地上部干重较小, 地上部干重和叶片淀粉积累速率较低但积累时间长, 叶片色素含量显著高于其他两个处理, 色素降解速率较低; 壤土处理的地上部干重和叶片淀粉含量较高, 干重积累速率较高而淀粉积累速率在生长前期较高; 粉砂质黏土处理在生长初期叶片色素含量较高, 但色素降解速率也高, 成熟期叶片色素含量较低, 淀粉含量在成熟期显著高于其他两个处理。砂质壤土处理烤烟叶片的品质最好, 粉砂质黏土烤烟叶片的品质不佳。烤烟在株高不超过 120 cm, 茎围不超过 12 cm 的前提下, 地上部干重和叶片淀粉积累速率较低但积累时间较长, 同时叶片色素含量在成熟期稍高有利于优质烤烟的形成。

关键词: 土壤质地; 烤烟; 地上部; 生长动态;

中图分类号: S572

质地是土壤的重要物理指标之一, 它是土壤中各粒级土粒含量百分率的组合, 反映土壤颗粒和机械组成情况^[1]。不同质地土壤的理化性质差别很大, 机械阻力、颗粒组成和总孔隙度有差异, 这些因素通过影响水、气、热、营养在土壤中的移动和含量而影响作物根系的生长发育, 进而影响到作物产量和品质的形成^[2-3]。不同质地的土壤在相同生态条件下的土壤温度、土壤 pH 和水分含量都有所不同, 而这些指标都会影响到烤烟根系的生长^[4]。侯加民等^[5]的研究表明烤烟根系发育与烟叶生长、抗病性、主要经济性状、烟叶化学成分和吸食品质有密切的关系。由于烤烟根系与地上部的生长存在密切的相关性^[6], 所以由不同质地土壤造成的烤烟根系生长的差异势必造成烤烟地上部生长的不同, 进而影响烤烟烟叶的品质。不同质地烤烟烟叶的化学成分差异较大。质地较轻的砂壤烟叶具有高糖、低碱、低氮和高糖碱比、高氮碱比的特征; 质地较重的粉黏土烟叶具有低糖、高碱、高氮和低糖碱比和低氮碱比的特征^[7]。这些差异与烤烟叶片的生长差异是分不开的。综上, 以往的研究多集中在不同质地土壤对烤烟根系生长、

烟叶品质和叶片组织结构等的影响及不同土壤质地条件下烤烟根系与地上部的相关性等方面^[6-9], 而对不同土壤质地烤烟地上部生长动态的研究较少。

在烤烟的生长发育过程中, 叶片不断进行光合作用, 积累干物质^[10]。烟株干物质积累及其在根、茎、叶器官中的分配比例, 是衡量烤烟生长发育的重要指标^[11]。烟叶光合作用的主要产物是淀粉^[12]。淀粉是烟叶物质和能量的一种储存形式。而且, 在烟叶烘烤调制过程中淀粉可转变为可溶性糖, 对烤烟香吃味有积极作用。叶片质体色素不仅是烤烟进行光合作用的基础, 而且色素及其降解物是烟叶重要的致香物质, 它们的种类和含量直接决定着烟叶的品质^[13]。烟叶质体色素(主要是叶绿素和类胡萝卜素)的降解产物占烤后烟叶中性挥发性致香物质总量的 85% ~ 96%^[14]。所以本试验在同一生态条件下采用盆栽试验, 通过研究不同质地土壤条件下烤烟地上部株高、茎围、干物质重、色素及淀粉含量的生长动态, 来探讨形成优质烟叶的烤烟地上部生长状况, 从而为不同质地土壤条件下的烤烟栽培措施的提出和完善提供依据。

基金项目: 中国烟草总公司特色优质烟叶开发重大专项“浓香型特色优质烟叶开发”项目(合同号: 110201101001(TS-01))资助。

* 通讯作者(liugsh1851@163.com)

作者简介: 高传奇(1985—), 男, 河南舞阳人, 硕士研究生, 主要从事烟草栽培生理生化研究。E-mail: gaocq1213@163.com

1 材料与amp;方法

1.1 试验设计

本试验于 2012 年在河南省南阳市金叶园进行。试验采用盆栽试验，盆钵上口径 45 cm，下口径 40 cm，高度 45 cm，每盆装风干土 25 kg。供试烤烟品种为 NC89。土壤采集于方城县烟田，土壤类型为黄褐土。3 种不同质地的土壤分别为：砂质壤土、壤土、粉砂质黏土。各类土壤的基本性状指标

见表 1。每烟株控制氮肥用量 4 g/株，磷钾肥按照 N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 3 施肥，基肥为烤烟生产专用复合肥(N : P₂O₅ : K₂O = 10 : 10 : 20)，不足的磷钾肥分别施用过磷酸钙和硫酸钾补充。氮、磷肥一次性施入，钾肥的基追肥比例为 7 : 3，追肥于烟苗移栽后 20 天施入。土壤采集后经风干、过筛、熏蒸消毒、称量再装盆。每处理 30 株烤烟，重复 3 次，随机区组设计，于 5 月 6 日移栽，植烟行距 1.2 m，株距 0.55 m，田间管理按照烤烟规范化栽培措施进行。

表 1 不同质地土壤的理化性质
Table 1 Physical & chemical properties of soil textures

土壤质地	砂粒 (g/kg)	粉粒 (mg/kg)	黏粒 (g/kg)	总氮 (mg/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	pH
砂质壤土	706.7	133.5	159.8	746.77	34.17	6.25	34.68	7.56	7.22
粉砂质黏土	78.9	493.4	427.7	1 285.11	82.42	5.57	110.93	17.62	6.83
壤土	337.2	432.7	230.1	865.43	62.95	2.65	38	14.85	7.21

1.2 研究方法

从移栽后 30 天开始，选择各处理中生长发育一致的烟株 3 株，挂牌标记，每隔 15 天测定一次株高、茎围。同时选取另外 3 株测定叶片叶绿素及类胡萝卜素含量。之后把该 3 株烟进行杀青处理，记录干重并保存，以便测定取样时烤烟叶片中的淀粉含量。杀青条件为 105℃ 15 min，60℃ 烘干。参照 C3F 的分级特点选取各处理烤后样的中部叶进行常规化学成分的测定。杀青样和烤后样均粉碎后过 60 目筛。杀青样淀粉含量和烤后样中部叶化学成分及中性致香物含量的测定均是混合样品。

叶绿素和类胡萝卜素含量采用丙酮研磨比色法测定^[15]；淀粉含量采用酸解法测定^[16]；烤后样的常规化学成分(总糖、还原糖、烟碱、总氮、钾、氯)的测定按照行标进行，采用 AA3 型连续流动化学分析仪测定(德国 BRAN+LUEBBE 公司生产)。

中性致香物的测定方法：前处理采用“水蒸气蒸馏-二氯甲烷溶剂萃取”法。在 1000 ml 圆底烧瓶中加入 20.00 g 烟样，1.0 g 柠檬酸，500 μl 内标(302 μg/ml 硝基苯)，再加入 350 ml 蒸馏水。安装同时蒸馏萃取装置，从冷凝管上方加入 40 ml 二氯甲烷于 250 ml 烧瓶中，待开始沸腾时进行同时蒸馏萃取，装置中开始出现分层时开始计时。2.5 h 后，收集 250 ml 烧瓶中的有机相，加入 10 g 左右无水硫酸钠摇匀至溶液澄清，转移有机相到鸡心瓶，水浴浓缩有机相至 1 ml 左右。所得分析样品由 GC/MS 鉴定结果和 NIST 库检索定性。

采用美国 HP5890-5972 气质连用仪对烟叶样品进行定性分析。GC/MS 分析条件：色谱柱：HP-5

(60 m × 0.25 mm, 0.25 μm)；载气及流速：He, 0.8 ml/min；进样口温度：250℃；传输线温度：280℃；离子源温度：177℃；升温程序：50℃(5 min) $\xrightarrow{5^\circ\text{C}/\text{min}}$ 120℃(5 min) $\xrightarrow{5^\circ\text{C}/\text{min}}$ 180℃(5 min) $\xrightarrow{6^\circ\text{C}/\text{min}}$ 250℃(15 min)；分流比和进样量：1 : 15, 2 μl；电离能：70eV；电离方式：EI；质量数范围：50 ~ 500 amu。采用 NIST02 谱库检索定性。假定相对校正因子为 1，采用内标法定量。

1.3 数据分析

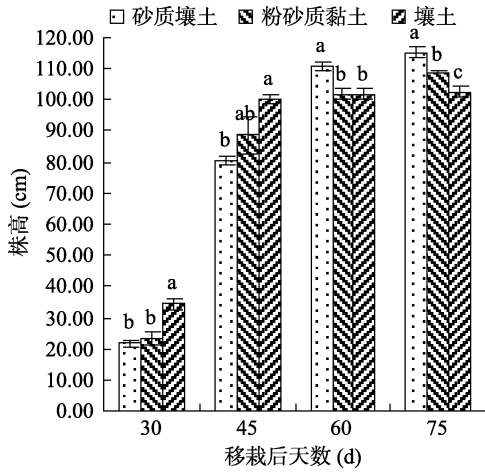
采用 Excel 2003 和 DPS7.05 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 土壤质地对烤烟株高和茎围的影响

烤烟植株的高度和茎围可以直观地反映其地上部生长状况。从图 1 和图 2 中可以看出，移栽后 30 天壤土处理烟株株高和茎围最大，并且与其他两个处理的差异达到了显著水平，这说明不同质地的土壤对烤烟还苗的快慢有影响。从移栽后 30 天到 45 天，这段时间是烟株的旺长期，株高和茎围的增加量和增加速率都是整个生育期中最大的，3 个处理表现出相同的规律。移栽后 75 天的株高是砂质壤土处理最大(115.33 cm)，其次是粉砂质黏土处理(109.00 cm)，壤土处理最小(102.67 cm)，它们的差异达到了显著水平；移栽后 75 天各处理烟株茎围虽有差异但差异不显著，结合移栽后 75 天的株高与茎围来分析，烟株在打顶后的生长状况是砂质壤土栽培的烟株高大粗壮，其次是粉砂质黏土处理。粉砂质黏土处理的烟株从移栽后 60 天到 75 天，其株高又增加了 7 cm，这与粉砂质黏土供肥滞后有关。从图 1 中还可以看出，砂质壤土处理株高增长直到移栽后 60 天才基本停滞，而

其他两个处理的株高增加在移栽后 45 天已基本停滞,说明砂质壤土处理的烟株旺长期较长,这有利于烤烟叶片内含物的积累,从而有利于最终烤烟品质的形成。



(图中不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$), 小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同)

图 1 土壤质地对烤烟株高的影响

Fig. 1 Effects of soil textures on flue-cured tobacco plant height

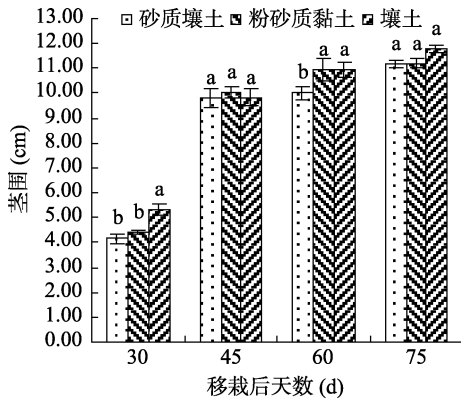


图 2 土壤质地对烤烟茎围的影响

Fig. 2 Effects of soil textures on flue-cured tobacco stem girth

2.2 土壤质地对烤烟地上部干物质积累的影响

图 3 是不同质地土壤处理烟株茎叶干重在移栽后 30 天到 75 天期间的变化规律。从图 3 中可以看出,烟株从移栽后开始,随着烟株地上部生物量的增加其干物质呈递增规律变化。除移栽后 60 天(圆顶期)的数据外,其他 3 次测定中各处理干物质的大小均存在相同的规律,即壤土处理最大,粉砂质黏土处理次之,砂质壤土处理最小。

结合各处理移栽后 30 天和 45 天的地上部干物质量和农艺性状分析,砂质壤土处理在株高、茎围上与壤土处理的差异达到了极显著水平,但与粉砂质黏土处理差异不显著;而在干物质上,砂质壤土处理与其他两个处理相比最小。所以,还苗期和旺长期砂质壤土处理的烟株的茎叶的内含物较少,其物质积累

较慢。从图 3 中还可以看出,在烟株移栽后 45 天到 60 天期间,粉砂质黏土处理的物质积累速率最大 (8.52 g/d),壤土处理的最小(4.33 g/d),这直接导致了移栽后 60 天时,粉砂质黏土处理的烟株茎叶干重最大。从移栽后 60 天到 75 天期间,粉砂质黏土处理干物质积累速率最小(2.10 g/d),壤土处理在这个时期又出现了一次物质积累高峰,积累速率 9.06 g/d。而砂质壤土处理的烟株茎叶物质积累速率一直介于其他两个处理之间。

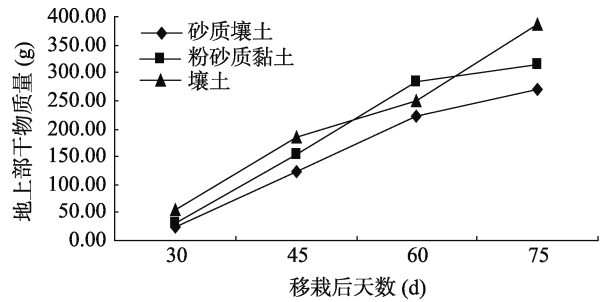


图 3 土壤质地对烤烟地上部干物质质量的影响

Fig. 3 Effects of soil textures on flue-cured tobacco dry weight of overground parts

2.3 土壤质地对烤烟叶片色素含量的影响

从表 2 可以看出,烟苗从移栽后 30 天开始叶绿素 a 和叶绿素 b 的含量呈现出先增加后降低的趋势,这符合已有的研究规律^[17]。砂质壤土栽培的烤烟叶片的叶绿素 a 的含量从移栽后 45 天开始就逐渐下降,然而移栽后 75 天时叶绿素 a 的含量还是砂质壤土处理最高,并且与其他两个处理的差异达到了极显著水平。这说明虽然砂质壤土处理的叶绿素 a 降解时间较长,但其降解速率较低。移栽后 60 天各处理的叶绿素 a、b 的含量差异不显著,说明到移栽后 60 天时各处理的烤烟叶片的潜在光合能力趋于一致。粉砂质黏土和壤土处理的叶绿素 a 的含量从移栽后 60 天才开始逐渐降低,结合移栽后 75 天的数据来看,粉砂质黏土处理的叶绿素 a 含量在此时期降解最快(0.05 mg/(g·d)),壤土处理的介于二者之间。各处理烤烟叶片的叶绿素 b 的含量在不同的生长时期有类似的变化规律。与叶绿素 a 含量变化规律不同的是叶绿素 b 的含量在移栽后 45 天到 60 天期间各处理间的差异不显著。

表 3 中各处理在不同的生育时期叶绿素总量的变化规律与叶绿素 a 的变化规律一致。类胡萝卜素作为烤烟叶片部分重要香气物质的前体其含量直接影响到烤后烟叶的品质。从表 3 中看到,各处理类胡萝卜素的含量的变化规律是从烟株移栽后 30 天开始其一直在降低。移栽后 30 天的数据表明,还苗后粉砂质黏土处理的类胡萝卜素含量最高,其次是砂质壤土

表 2 土壤质地对烤烟叶片叶绿素 a 和叶绿素 b 含量的影响
Table 2 Effects of soil textures on chlorophyll a & b contents in flue-cured tobacco leaves

土壤质地	叶绿素 a (mg/g)				叶绿素 b(mg/g)			
	30d	45d	60d	75d	30d	45d	60d	75d
砂质壤土	1.22 aA	1.54 aA	1.34 aA	1.19 aA	0.36 aA	0.39 aA	0.42 a	0.36 aA
粉砂质黏土	1.28 aA	1.36 bB	1.44 aA	0.73 cC	0.37 aA	0.34 bA	0.44 a	0.23 cC
壤土	1.10 bB	1.30 bB	1.39 aA	0.86 bB	0.30 bB	0.34 bA	0.44 a	0.27 bB

注：表中同列不同大、小写字母表示处理间差异极显著($P<0.01$)和显著($P<0.05$)，下同。

表 3 土壤质地对烤烟叶片叶绿素和类胡萝卜素含量的影响
Table 3 Effects of soil textures on chl & carotenoids contents in flue-cured tobacco leaves

土壤质地	叶绿素(mg/g)				类胡萝卜素(mg/g)			
	30d	45d	60d	75d	30d	45d	60d	75d
砂质壤土	1.58 aA	1.93 aA	1.77 aA	1.55 aA	0.45 bB	0.34 aA	0.26 aA	0.30 aA
粉砂质黏土	1.65 aA	1.70 bB	1.87 aA	0.96 cC	0.50 aA	0.34 aA	0.29 aA	0.18 cB
壤土	1.40 bB	1.64 bB	1.83 aA	1.13 bB	0.39 cC	0.31 aA	0.26 aA	0.20 bB

处理，壤土处理的最小，其差异达到了极显著水平。再结合移栽后 75 天的数据来看，砂质壤土处理的类胡萝卜素降解速率最低(0.003 3 mg/(g·d))，粉砂质黏土处理的类胡萝卜素降解速率最高(0.007 0 mg/(g·d))。

2.4 土壤质地对烤烟叶片淀粉含量的影响

从图 4 中可以看出，在烟株成熟采收之前烤烟叶片的淀粉含量基本呈递增趋势，但是各处理叶片的淀粉含量在不同时期的增长速率是不同的。粉砂质黏土处理的叶片淀粉含量在 60 天时有一个低峰，这可能与粉砂质黏土的供肥滞后导致烟株氮代谢增强碳代谢相对减弱有关。在烟株的不同生长时期各处理烤烟叶片的淀粉含量大小差异较大；移栽后 30 天时砂质壤土处理的叶片淀粉含量最高(25.76 g/kg)，其次是壤土处理(24.37g/kg)；而移栽后 45 天时壤土处理的叶片淀粉含量最大(95.82 g/kg)，砂质壤土处理最小(59.75g/kg)。在烟株从移栽后 30 天到 75 天生育时期中，砂质壤土处理的叶片淀粉含量的增加速率一直在缓慢的变大；壤土处理的增加速率在逐渐变小；粉砂质黏土处理的叶片淀粉含量的变化速率呈先增加后降低再急剧增加的规律。

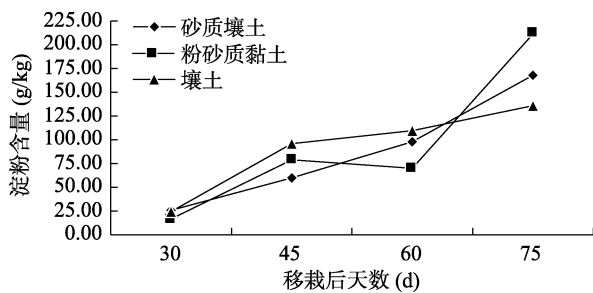


图 4 土壤质地对烟株叶片淀粉含量的影响

Fig. 4 Effects of soil textures on starch content in flue-cured tobacco leaves

2.5 土壤质地对烤后烟叶化学成分及中性致香物含量的影响

表 4 是不同土壤质地处理烤后烟叶中部叶片的化学成分。在一定幅度范围内，糖含量高则烟叶品质好。优质烤烟烟叶总糖含量一般为 180~220 g/kg，还原糖含量为 160~200 g/kg^[18]。烟碱是产生生理强度的物质，烟碱含量的适宜范围为 15~35 g/kg，若含量过高吸食时劲头大，刺激性强，吃味辛辣而且有毒^[18-19]。从表 4 中可以看出，3 种质地土壤的烤烟中部叶的水溶性总糖、还原糖、烟碱含量均处于适宜范围之内，其中粉砂质黏土处理的总糖及还原糖含量均较低而烟碱含量最高；壤土处理的两糖含量最高，烟碱含量介于其他两个处理之间；砂质壤土处理的两糖含量处于两者中间，烟碱含量最低。

烟叶中钾对烟草的燃烧性有明显的促进作用，而氯会影响到烟叶的燃烧。表 4 中的数据表明，3 个处理的钾含量均偏低，而氯含量偏高。这是由当地的生态及土壤条件造成的，也是南阳烤烟的一个弱点。就 3 个处理而言，粉砂质黏土处理的钾含量和氯含量均最高，壤土处理的最低。

烟叶香吃味的好坏不是取决于某种成分的绝对含量，而是依赖于各种成分的比例是否协调。一般认为优质烤烟中水溶性总糖与烟碱的比值接近 10，总氮与烟碱的比值接近 1，两糖比(还原糖/总糖)不低于 85%，钾氯比不低于 4 为佳^[18-20]。由此，结合表 4 中的数据总体来看，在两糖比均较适宜的情况下，砂质壤土处理的氮碱比和糖碱比均最高，而且两糖含量适宜；粉砂质黏土处理的两糖含量最低，但是总氮和烟碱含量最高。

表 4 不同土壤质地处理烤后烟叶中部叶片的化学成分
Table 4 Effects of soil textures on chemical composition in flue-cured tobacco leaves

土壤质地	总糖(g/kg)	还原糖(g/kg)	烟碱(g/kg)	总氮(g/kg)	钾(g/kg)	氯(g/kg)	两糖比	氮碱比	糖碱比	钾氯比
砂质壤土	213.77	190.70	25.95	14.80	10.42	5.82	0.89	0.57	8.24	1.79
粉砂质黏土	183.53	161.84	29.50	16.60	12.73	6.05	0.88	0.56	6.22	2.10
壤土	228.10	200.79	28.70	15.30	9.74	5.05	0.88	0.53	7.95	1.93

表 5 是土壤质地对烤烟中部叶中性致香物含量的影响。不同致香物质对烟叶香气的质、量、型有不同的贡献^[21]。把所测定的致香物质按烟叶香气前体物进行分类,可分为类胡萝卜素类、苯丙氨酸类、棕色化产物类、类西柏烷类等 4 类。类胡萝卜素降解产物是中性挥发性香气成分中种类最多的一类,类胡萝卜素降解产生的香味物质阈值相对较低、刺激性较小,香气质较好,对烟叶香气贡献率大,是影响烟叶香气质和量的重要组分^[22-23];苯丙氨酸类致香物质对烤烟的果香、清香贡献较大;棕色化产物类致香物质与烟叶醇化后的坚果香、甜香等优美香气有密切的关系;类西柏烷类致香物质通过一定的降解途径可形成多种醛、酮等致香成分^[22]。

表 5 不同土壤质地处理烤后烟叶中部叶片中性致香物的含量(μg/g)
Table 5 Effects of soil textures on neutral aromatherapies content in flue-cured tobacco leaves

土壤质地	苯丙氨酸类	类胡萝卜素类	类西柏烷类	棕色化反应产物	新植二烯	除新植二烯外总量
砂质壤土	5.88	71.81	19.83	8.46	1 685.00	105.99
粉砂质黏土	5.86	71.06	16.29	8.51	1 531.00	101.72
壤土	6.13	70.98	17.40	8.37	1 710.00	102.88

3 结论与讨论

不同土壤质地条件下,烤烟叶片的品质差异较大。从烤烟叶片化学成分含量及各成分比例协调性和中性致香物质含量来看,砂质壤土处理的烤烟叶片品质最好,这与左天觉和朱尊权^[25]的研究结果一致,壤土处理的次之,粉砂质黏土处理的最差;而且砂质壤土栽培的烤烟对南阳地区浓香型特色的彰显最好。所以,以砂质壤土处理的烤烟烟株生长动态为基准来栽培烤烟,可以得到品质趋于砂质壤土栽培烤烟的优质烟叶。

土壤质地对烤烟株高和茎围及其生长规律的影响较大。砂质壤土栽培的烤烟旺长期较长,最后形成的地上部较其他两个处理高大,这有利于烤烟叶片的光合作用和内含物的积累,但烟株高度在不高于 120 cm 和茎围在 10 ~ 12 cm 之间。与之相比可以调节粉砂质黏土的肥料施用量及方式或者调节土壤的体积质量^[26]来控制粉砂质黏土烤烟的株高和茎围生长,使其能够适时降低光合作用和氮代谢强度来获得

从表 5 中可以看出,砂质壤土处理的类胡萝卜素类和类西柏烷类香气物质含量较多。类西柏烷类中最主要的香气物质是茄酮,李章海等^[24]研究表明茄酮是南阳烟区浓香型风格形成贡献最大的香气物质,所以,3 个处理中砂质壤土栽培的烤烟浓香型彰显最好。从表 5 中还可以看出,砂质壤土处理除新植二烯外中性致香物质的总量最大,粉砂质黏土处理最小。苯丙氨酸类香气物质含量差别并不大;棕色化反应产物的含量与其他中性致香物的含量规律相反:粉砂质黏土>砂质壤土>壤土。新植二烯是烟草体内一种重要的增香剂,其含量虽然最大,但是其香气微弱,主要由叶绿素降解形成。所以,综合来看砂质壤土处理的香气质量最好。

优质烤烟;而壤土栽培的烤烟应想办法延长其旺长期的时间同时降低代谢强度来促进其内含物积累。

土壤质地影响烤烟地上部干物质重的积累量及积累速率。在成熟期时烟株地上部干物质的积累量是壤土>粉砂质黏土>砂质壤土。这表明砂质壤土栽培的烤烟产量可能较低。干物质质量的积累速率 3 个处理有很大差异。粉砂质黏土处理的烤烟地上部干物质在移栽后 60 天前积累速率较高,之后积累速率急剧降低;壤土处理的地上部干物质积累速率有两个高峰,一个是移栽后 30 天到移栽后 45 天之间,另一个是移栽后 60 天到 75 天之间;砂质壤土处理的地上部干物质的积累速率一直介于其他两个处理中间,但在成熟期前的整个生长过程中变化不大。

土壤质地影响烤烟叶片的叶绿素、类胡萝卜素含量及其降解速率。砂质壤土和粉砂质黏土处理的叶绿素 a、b 及叶绿素总量在旺长期之前含量较高,显著高于壤土处理的含量。但在成熟期之前粉砂质黏土处理的叶绿素 a、b 及叶绿素总量降解速率最大,砂质壤土处理的最小。成熟期各处理叶绿素含量是砂质壤

土>壤土>粉砂质黏土,且差异达到显著水平。类胡萝卜素含量以团棵期粉砂质黏土处理最高,砂质壤土处理含量最低。但是在成熟期前类胡萝卜素的降解速率粉砂质黏土处理也是最大,壤土处理次之,所以到成熟期时砂质壤土处理的叶片类胡萝卜素含量最高,粉砂质黏土处理的最低。结合各处理烤后样的香气数据,可以得出结论:在烤烟进入成熟期时烟叶需要在色素含量上有绝对量,这样才会在烟叶成熟的过程中色素降解从而形成烤后烟叶的香气物质。

不同质地土壤栽培的烤烟叶片各时期淀粉含量有差异,而且淀粉的积累速率也不同。淀粉是烟株光合作用的积累产物,其含量也能反映烟株碳代谢强度。烟叶在生长期,淀粉含量逐步增加,随叶片的衰老而显著减少^[25],淀粉转化形成的糖含量的高低,直接影响烟叶燃吸的香吃味特性^[27]。本试验结果表明:壤土处理的烤烟叶片淀粉含量在移栽后 60 天含量较高,随着成熟期的到来,其积累速率变小导致其含量在成熟期时与另外两个处理相比最低;砂质壤土处理的烤烟叶片淀粉含量及其积累速率在烟株生长期一直处于较低水平;粉砂质黏土处理的烤烟叶片淀粉含量在移栽后 60 天有一个低峰,但之后又急剧增加,粉砂质黏土处理的烤烟叶片在成熟期的淀粉含量是 3 个处理中最高的。

烤烟耕作栽培措施的制订应该考虑土壤质地的差异。本试验施肥条件适宜砂质壤土烤烟的栽培特点,粉砂质黏土和壤土烤烟的栽培可以以此为标准加以调节。粉砂质黏土可以考虑添加外源物质减小土壤体积质量,增大通气孔隙,促进烤烟根系和叶片的协调生长;壤土可以采取多次施肥或利用缓释肥来控制其前期长势,同时注意后期水肥管理,从而使其地上部生长动态趋向于砂质壤土栽培的烤烟。

参考文献:

- [1] 侯光炯. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999:1-73
- [2] Paul WU, Thomas CK. Soil compaction and root growth: A review[J]. *Agronomy Journal*, 1994, 86: 759-766
- [3] Bernd S, Harald S, Reinhold G, Norbert C. Root production and root mortality of winter wheat grown on sandy and loamy soils in different farming systems[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2001, 33: 331-339
- [4] 高家合, 周清明, 晋燕. 烤烟根系研究进展[J]. *中国农学通报*, 2007, 23(7): 160-162
- [5] 侯加民, 张忠锋, 任明波, 厉昌坤, 周忠仁, 姜鹏超, 李文清. 烤烟根系发育与烟叶产量质量关系的研究[J]. *中国烟草科学*, 2003, 24(2): 16-18
- [6] 马新明, 刘国顺, 王小纯, 倪纪恒. 烟草根系生长发育与地上部相关性研究[J]. *中国烟草学报*, 2002, 8(3): 26-29
- [7] 陈杰, 何崇文, 李建伟, 郭光东, 唐远驹. 土壤质地对贵州烤烟品质的影响[J]. *中国烟草科学*, 2011, 32(1): 35-38
- [8] 马新明, 王小纯, 倪纪恒, 刘国顺. 不同土壤类型烟草根系发育特点研究[J]. *中国烟草学报*, 2003, 9(1): 39-44
- [9] 张国, 时向东, 季学军, 沈思灯, 马称心. 皖南砂壤土和水稻土烤烟叶片组织结构发育规律研究[J]. *中国烟草科学*, 2011, 32(6): 37-42
- [10] 滕永忠, 李素华, 王瑞宝, 杨光华, 张洪玲. 滇东南烟区烤烟干物质和养分的分配状况研究[J]. *中国烟草科学*, 2005, 26(1): 17-19
- [11] 张翔, 毛家伟, 黄元炯, 李文勋, 桂炎伟, 陈启龙. 不同施肥处理对烤烟干物质积累与分配的影响[J]. *中国土壤与肥料*, 2011(3): 31-34
- [12] 周冀衡. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1996: 331
- [13] 周冀衡, 王勇, 邵岩, 杨虹琦, 李永平, 朱列书. 产烟国部分烟区烤烟色素及主要挥发性香气物质的含量比较[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2005, 31(2): 128-132
- [14] 史宏志, 韩锦峰, 官春云. 烟叶香气前体物在成熟和调制过程中的变化[J]. *作物研究*, 1996, 10(2): 22-25
- [15] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001
- [16] 王瑞新, 韩富根, 杨素琴. 烟草化学品质分析方法[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1990: 70-77
- [17] Court WA, Hendel JG. Changes in leaf pigments during senescence of flue-cured tobacco[J]. *Can. J. Plant Sci.*, 1984, 64: 229-232
- [18] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 72-74
- [19] 闫克玉. 烟草化学[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2002: 1-3
- [20] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 157, 170-174
- [21] 汪耀富, 高华军, 刘国顺, 于建军, 韩富根. 氮、磷、钾肥配施对烤烟化学成分和致毒物质含量的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2006, 12(1): 76-81
- [22] 史宏志, 刘国顺, 杨慧娟, 姬小明. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 139-157
- [23] 周冀衡, 杨虹琦, 林桂华, 杨述元. 不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究[J]. *湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2004, 30(1): 20-23
- [24] 李章海, 王能如, 王东胜, 朱显灵, 许增汉. 烤烟香型的重要影响因子及香型指数模型的构建初探[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(5): 2 055-2 057
- [25] 左天觉, 朱尊权. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海: 上海远东出版社, 1993: 370, 386-396
- [26] 张红艳, 高家合. 不同含砂比例粘土土壤对烤烟生长及根系发育的影响[J]. *云南农业大学学报*, 2011, 26(4): 495-498
- [27] 官长荣, 王能如, 汪耀富. 烟叶烘烤原理[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 105

Effect of Different Textural Soils on Dynamic Growth of Flue-cured Tobacco Overground Parts

GAO Chuan-qi¹, LIU Guo-shun^{1*}, YANG Yong-feng¹, LIU Dian-san¹, FAN Wu-guang²,
ZHANG Yuan-ying¹, JIA Chun-lei¹

(1 *National Tobacco Cultivation & Physiology & Biochemistry Research Center, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China*; 2 *Nanyang Tobacco Company of Henan Province, Nanyang, Henan 473000, China*)

Abstract: The quality of flue-cured tobacco leaves on different soil textures was different. Exploring the difference of aerial parts dynamic growth could help to raise and perfect the basis of flue-cured tobacco cultivation measures under different soil texture conditions. Sandy soil, clay soil and loam soil were selected for the experiment with flue-cured tobacco breed NC89 in 2012. The results showed that the quality of flue-cured tobacco leaves was the best in sandy soil, while poor in clay soil. For sandy soil, the flue-cured tobacco plants were much taller, and its stem girth and dry weight (DW) were smaller. Though its DW and starch accumulation rate were lower, the accumulated time was longer in sandy soil, which contributed to the significantly higher of pigment content and the lower of pigment degradation rate comparing with the other two treatments. For loam soil, the DW and starch content were higher, and the DW accumulation rate was higher, but the starch accumulation rate was higher only in early growth stage. For clay soil, the pigment content in early growth stage was higher, but the degradation rate was also fast. As a result, the pigment content was lower and the starch content significantly higher than the other two treatments in mature stage. Under the premise of flue-cured tobacco plant height within 120 cm, and stem girth within 12 cm, the DW and starch accumulation rate are lower, but they accumulated for a long time. Meanwhile, the little higher content of pigment, the better quality of tobacco leaves.

Key words: Soil texture, Flue-cured tobacco, Overground parts, Dynamic growth