河南农业科学,2013,42(9):43-48
Journal of Henan Agricultural Sciences

土壤质地对烤烟生长期叶片和根系矿质营养含量的影响

高传奇[1],刘国顺[1]*,樊武广[2],杨永锋[1],刘典三[1],张园营[1],何永秋[1]
(1.河南农业大学 国家烟草栽培生理生化研究基地,河南 郑州 450002;2.南阳市烟草公司,河南 南阳 473000)

摘要:为给不同质地土壤烤烟施肥措施的完善提供依据,2012年选取砂质壤土、粉砂质黏土、壤土和沙培,以烤烟品种NC89为试验材料开展盆栽试验,研究同一土壤类型不同土壤质地烤烟生长期间叶片和根系矿质元素含量的变化。结果表明:土壤质地影响烤烟叶片Mg、Fe、Cu、Zn含量和根系Mg、Fe、Cu含量随时间的变化规律。烟株移栽后90 d,粉砂质黏土处理的叶片N、P、K、Ca、Mg、Fe、Zn含量和根系Mg、Cu含量较高;根系N、P、K和Zn含量以壤土处理的较高,砂质壤土的最低;而根系Fe、Ca含量以砂质壤土的最高。烤烟叶片和根系的矿质元素含量随烟株生长期的变化规律只有K是一致的。所以,针对植烟土壤的不同质地采取不同的矿质营养供应措施是有必要的。

关键词:土壤质地;烤烟;叶片;根系;矿质元素
中图分类号:S572　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1004-3268(2013)09-0043-06

Effect of Different Textural Soils on Mineral Nutrition Content in Leaves and Roots of Flue-cured Tobacco during Growing Period

GAO Chuan-qi[1],LIU Guo-shun[1]*,FAN Wu-guang[2],YANG Yong-feng[1],
LIU Dian-san[1],ZHANG Yuan-ying[1],HE Yong-qiu[1]
(1. National Tobacco Cultivation and Physiological and Biochemical Research Center,Henan Agricultural University,Zhengzhou 450002,China;2. Nanyang Tobacco Company,Nanyang 473000,China)

Abstract: Exploring the difference of mineral nutrition contents in leaves and roots of flue-cured tobacco during growing period could help to provide the basis for flue-cured tobacco cultivation measures under different soil texture conditions. Sandy loam,silty clay,loam soil and sand culture were selected to develop this experiment with flue-cured tobacco breed NC89 in 2012. The results showed that the contents of Mg,Fe,Cu,Zn in leaves and Mg,Fe,Cu in roots of flue-cured tobacco were influenced by different textural soils. Ninety days after tobacco transplanting,the contents of N,P,K,Ca,Mg,Fe,Zn in leaves and Mg,Cu in roots were higher in silty clay treatment. The contents of N,P,K,Zn in roots were higher in loam soil treatment,but lowest in sandy loam treatment. While the content of Fe,Ca in roots were highest in sandy loam treatment. The variations of mineral nutrition content in leaves and roots were different except potassium during the growing period. Therefore,tobacco mineral nutritional status can be regulated through supply of nutrients under different soil texture conditions.

Key words: soil texture; flue-cured tobacco; leaf; root; mineral nutrition

收稿日期:2013-03-17
基金项目:中国烟草总公司特色优质烟叶开发项目[合同号:110201101001(TS-01)]
作者简介:高传奇(1985-),男,河南舞阳人,在读硕士研究生,研究方向:烟草栽培生理生化。E-mail:gaocq1213@163.com
*通讯作者:刘国顺(1954-),男,河南叶县人,教授,本科,主要从事烟草栽培生理研究。E-mail:liugsh1851@163.com

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

矿质营养是烤烟生长发育的物质基础，对烤烟体内的生理生化代谢有着重要作用[1-2]。氮、磷、钾等必需矿质营养元素是烟草细胞结构和代谢化合物质的组成成分，也是维持正常的代谢和各种酶活动所必需的调控物质，对于烤烟的生命活动至关重要[3]。这些矿质元素与烟叶的产量及品质密切相关，其在烟叶中的含量对烟叶的外观特征、香吃味、刺激性等有显著影响[4-9]。大量研究表明，烤烟对矿质元素的吸收与分配状况受土壤、生育期、栽培措施、基因型遗传特性等一系列因素的影响[10-13]。土壤－植物系统内矿质营养元素的交互作用对作物的矿质营养有显著影响[14-15]。

不同质地土壤的机械阻力、颗粒组成和总孔隙度等理化性质差异大，这些因素通过影响土壤中的水、气、热及矿质营养的移动和含量而影响作物根系的生长发育，进而影响作物产量和品质的形成[16]。不同质地土壤中各种矿质元素的含量及有效性差异很大，这些差异通过土壤－植物系统影响烤烟的生长发育。虽然烟草可以在多种类型的土壤中生长，但优质烟的生长对一定地区土壤的类型与理化性质有严格要求。目前，我国烤烟营养结构尚不够协调，主要表现为养分含量偏低[3]。近几年，关于烤烟生长期矿质营养的研究多集中在不同品种及其影响因子方面[17-20]，而关于土壤质地对烤烟营养元素吸收及分配规律的影响研究尚未见报道。鉴于此，研究了砂质壤土、壤土、粉砂质粘土 3 种土壤质地烤烟生长期的矿质营养吸收与分配差异，旨在为不同质地土壤烤烟施肥措施的完善提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试烤烟品种为 NC89。试验用盆上口径 45 cm，下口径 40 cm，高 45 cm，每盆装风干土 25 kg。供试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。不同质地土壤的基本理化性状及矿质元素含量分别见表 1、表 2。土壤采集后经风干、过筛、熏蒸消毒、称质量再装盆。

表 1 不同质地土壤的理化性质

土壤质地	砂粒%	粉粒%	黏粒%	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	70.67	13.35	15.98	746.77	34.17	6.25	34.68	7.56	7.22
粉砂质黏土	7.89	49.34	42.77	1 285.11	82.42	5.57	110.93	17.62	6.83
壤土	33.72	43.27	23.01	865.43	62.95	2.65	38.00	14.85	7.21

注：砂粒、粉粒、黏粒分别指直径为 0.05～2 mm、0.002～0.05 mm、＜0.002 mm 的土壤颗粒。

表 2 不同质地土壤全量矿质元素含量

土壤质地	大量元素/(g/kg)					微量元素/(mg/kg)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
砂质壤土	0.75	0.06	1.32	0.87	0.77	3 016.79	91.95	0.80	8.81
粉砂质黏土	1.29	0.12	1.96	0.82	1.05	3 518.87	80.09	1.33	14.85
壤土	0.87	0.07	1.84	0.77	0.92	2 985.92	67.55	1.02	6.70

1.2 试验设计

试验于 2012 年在河南省南阳市金叶园进行，采用盆栽试验。以沙子＋Hoagland 完全营养液（沙培）处理为对照，保证各种矿质元素理想供应，营养液 pH 值为 6.8，全生育期控制 Hoagland 50 L/株（按照氮素利用率 40%计算）。砂质壤土、壤土、粉砂质黏土 3 种土壤质地为试验因素，每处理烤烟 30 株，随机区组设计，重复 3 次。

烤烟于 5 月 6 日移栽，植烟行距 1.2 m、株距 0.55 m，每株烤烟 N 肥用量 4 g/株，按照 N∶P_2O_5∶K_2O=1∶2∶3施肥，基肥为烤烟生产专用复合肥（N∶P_2O_5∶K_2O=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 d 施入，田间管理按照烤烟规范化栽培措施进行。

1.3 样品采集

从移栽后 30 d 开始，每隔 15 d 选择各处理中生长发育一致烟株 3 株，分根、茎、叶取杀青样，记录干质量并保存，以便测定取样时烤烟叶片和根系中的各种矿质元素含量。杀青条件为 105 ℃ 15 min，60 ℃烘干。杀青样分部位粉碎后过孔径 0.25 mm 筛。测定的样品均为 3 株的混合样。

1.4 测定项目及方法

准确称取样品 0.4 g 至坩埚中，滴加 95%的乙醇 3～4 滴湿润样品；将装有样品的坩埚置于马弗炉

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中升温至 100 ℃,稳定 0.5 h;将马弗炉升温至 250 ℃,稳定 1 h;将马弗炉升温至 500 ℃,稳定 3 h;冷却后用 5%的盐酸溶解,用胶头滴管小心洗涤,过滤至 50 mL 容量瓶,同时制备空白溶液。测定 K、P、Ca、Mg 等大量元素时须使上述溶液稀释 10 倍,Fe、Mn、Cu、Zn 等微量元素含量的测定直接上机。使用 ICP-MPX 光谱仪检测,用标准曲线计算各矿质元素含量。样品总 N 含量的测定利用浓硫酸消化连续流动分析仪法[21]。

1.5　数据分析

采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 进行数据处理。

2　结果与分析

2.1　土壤质地对烤烟叶片和根系 N 含量的影响

从表 3 可以看到,从移栽后 30 d 开始,各处理烤烟叶片的总 N 含量随烤烟生育期的推进而逐渐降低。移栽后 45～75 d,叶片 N 含量降低幅度较小,这是由于此段时间是烤烟的旺盛生长期,N 代谢较为活跃。移栽后 30 d(团棵期)和 90 d(成熟采收期),与沙培处理相比,砂质壤土和壤土栽培处理的叶片 N 含量均较低,粉砂质黏土处理的含量最高,2 个时期分别为 4.93、1.73 g/kg。与沙培相比,成熟期粉砂质黏土烤烟叶片的 N 含量与其最为接近。但后期叶片 N 含量较高可能会不利于烟叶的烘烤。

随生育期的推进,各处理烤烟根系 N 含量呈先降低后升高之后再降低的变化趋势。在移栽后 60～75 d,各处理根系 N 含量都有 1 个高峰,其中,沙培和粉砂质黏土处理的根系 N 含量高峰出现在移栽后 60 d,而另外 2 个处理出现在移栽后 75 d。除沙培移栽后 75 d 和 90 d 外,各处理叶片 N 含量均高于根系 N 含量。

表 3　不同质地土壤烤烟生长期间叶片和根系的 N 含量　　g/kg

部位	处理	移栽后时间/d				
		30	45	60	75	90
叶片	砂质壤土	4.47	3.31	3.21	2.50	1.60
	粉砂质黏土	4.93	3.57	3.50	2.77	1.73
	壤土	4.45	3.35	3.30	2.27	1.55
	沙培	4.88	4.22	3.50	2.38	1.72
根系	砂质壤土	2.58	2.20	2.02	2.51	1.19
	粉砂质黏土	2.68	1.72	2.06	1.76	1.53
	壤土	2.73	1.67	1.89	2.12	1.71
	沙培	3.28	2.60	2.73	2.46	2.29

2.2　土壤质地对烤烟叶片和根系 P 含量的影响

由表 4 可见,不同土壤质地的烤烟在生长期间叶片 P 含量差别较大,整体上表现为随生育期的推进而逐渐降低的趋势,各处理叶片 P 含量在移栽后 60～75 d 降低幅度最大。移栽后 30 d,砂质壤土和沙培处理的叶片 P 含量相对较低;成熟期 3 种土壤质地的烤烟叶片 P 含量均高于对照沙培处理(1.17 g/kg)。

与叶片 P 含量的变化相比,各处理根系 P 含量变幅较小;粉砂质黏土处理的根系 P 含量与对照的最为接近。比较各处理各时期烤烟叶片和根系的 P 含量,在烟株生长前期(移栽后 60 d 之前)叶片 P 含量高于根系,烟株生长后期则表现为根系 P 含量高于叶片。

表 4　不同质地土壤烤烟生长期间叶片和根系的 P 含量　　g/kg

部位	处理	移栽后时间/d				
		30	45	60	75	90
叶片	砂质壤土	2.96	2.23	2.13	1.34	1.22
	粉砂质黏土	3.49	2.27	2.07	1.52	1.49
	壤土	3.58	2.21	1.92	1.37	1.29
	沙培	3.20	2.24	2.26	1.48	1.17
根系	砂质壤土	2.39	2.06	2.09	1.91	1.26
	粉砂质黏土	2.44	1.68	1.99	1.94	1.95
	壤土	2.96	1.57	1.99	2.01	2.08
	沙培	2.68	1.99	2.54	1.97	1.71

2.3　土壤质地对烤烟叶片和根系 K 含量的影响

从表 5 可以看出,烤烟叶片 K 含量随生育期的推进呈逐渐降低的趋势。移栽后 30 d 时,粉砂质黏土和沙培处理的叶片 K 含量较高,这一优势一直延续到烟叶的成熟采收期。与沙培处理相比,3 种质地土壤处理的叶片 K 含量较低,这也是烤后烟叶 K 含量较低的原因。结合表 2 中土壤的 K 含量可以发现,烤烟叶片 K 含量与土壤中的 K 含量可能存在正相关性。

各处理根系 K 含量随生育期推进的变化与叶片 K 含量的变化一致,也呈逐渐降低的趋势。3 种质地土壤的烤烟根系 K 含量均低于对照沙培。移栽后 60 d 之前,3 种土壤质地中粉砂质黏土处理的烤烟根系 K 含量最高,但当烟叶趋于成熟时,壤土处理的根系 K 含量最高。

表 5　不同质地土壤烤烟生长期间叶片和根系的 K 含量　　g/kg

部位	处理	移栽后时间/d				
		30	45	60	75	90
叶片	砂质壤土	34.89	21.23	16.83	13.28	9.91
	粉砂质黏土	43.56	24.45	17.32	14.28	11.66
	壤土	29.18	19.44	15.18	14.38	10.26
	沙培	42.44	32.14	26.75	24.13	17.43
根系	砂质壤土	23.87	21.78	14.02	11.14	5.64
	粉砂质黏土	30.75	20.61	17.69	12.11	9.20
	壤土	29.25	18.64	17.55	13.63	10.96
	沙培	43.39	39.57	26.16	23.96	17.20

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.4 土壤质地对烤烟叶片和根系 Ca 含量的影响

由表 6 可知，不同质地土壤条件下烤烟叶片和根系 Ca 含量在烟株生长期间差别较大。随着烟株的生长发育，砂质壤土、粉砂质黏土和沙培的叶片 Ca 含量呈先升高后降低的变化规律，而壤土处理的叶片 Ca 含量则是先降低后升高再降低；3 种土壤质地处理烤烟叶片 Ca 含量峰值出现的时期晚于对照，且峰值较对照(28.50 g/kg)高得多。到成熟采收期时，仅有砂质壤土处理的烤烟叶片 Ca 含量(20.97 g/kg)低于对照。各处理根系 Ca 含量随烟株的生长呈先升高后降低再升高的趋势。各处理烟株叶片 Ca 含量高于根系 Ca 含量。

表 6 不同质地土壤烤烟生长期间叶片和根系的 Ca 含量 g/kg

部位	处理	移栽后时间/d				
		30	45	60	75	90
叶片	砂质壤土	30.86	36.18	36.63	29.77	20.97
	粉砂质黏土	25.50	28.54	35.95	28.69	27.30
	壤土	32.12	29.78	36.59	34.97	22.62
	沙培	23.26	28.50	26.62	22.43	21.88
根系	砂质壤土	21.62	26.56	13.02	17.53	18.68
	粉砂质黏土	10.19	10.66	14.19	12.22	16.17
	壤土	11.94	12.56	12.05	15.09	16.82
	沙培	11.68	14.04	12.07	16.70	16.72

2.5 土壤质地对烤烟叶片和根系 Mg 含量的影响

表 7 表明，从移栽后 30 d 开始，砂质壤土与对照的烤烟叶片 Mg 含量均表现为先升高后降低，在移栽后 45 d 出现峰值；粉砂质黏土和壤土处理烤烟叶片 Mg 含量呈先降低后升高再降低的趋势。各处理叶片 Mg 含量均在成熟采收期最低；该时期不同处理间比较，粉砂质黏土处理的叶片 Mg 含量最高(3.89 g/kg)，砂质壤土处理的叶片 Mg 含量最低(2.74 g/kg)。随烤烟生育进程的推进，砂质壤土和沙培处理根系 Mg 含量呈先升高后降低的趋势；壤土处理根系 Mg 含量呈逐渐降低趋势；粉砂质黏土处理的根系 Mg 含量随时间的变化是先降低后升高。除移栽后 30 d 外，沙培处理烤烟根系 Mg 含量均高于其他处理；成熟采收时，砂质壤土处理的根系 Mg 含量最低(1.83 g/kg)。

表 7 不同质地土壤烤烟生长期间叶片和根系的 Mg 含量 g/kg

部位	处理	移栽后时间/d				
		30	45	60	75	90
叶片	砂质壤土	4.53	5.03	4.86	4.58	2.74
	粉砂质黏土	5.69	5.11	5.78	4.20	3.89
	壤土	6.83	5.37	5.82	5.65	3.15
	沙培	5.20	5.87	5.15	3.83	3.73
根系	砂质壤土	5.16	5.84	3.00	2.94	1.83
	粉砂质黏土	4.16	3.25	3.17	2.00	3.51
	壤土	4.79	4.22	3.43	2.85	2.67
	沙培	3.09	7.52	7.20	6.37	5.08

2.6 土壤质地对烤烟叶片和根系微量元素 Fe、Mn、Cu、Zn 含量的影响

从表 8 可以看出，沙培作为对照，在营养元素供应充足的条件下，从移栽后 30 d 开始，叶片 Fe、Mn、Zn 含量呈先升高后降低的趋势，这 3 种微量元素在烤烟叶片中的含量均在移栽后 45 d 达到最大值，分别为 262.79、151.79、66.50 mg/kg。与对照相比，砂质壤土栽培的烤烟叶片 Fe、Mn、Zn 含量和粉砂质黏土处理的烤烟叶片 Mn 含量随烟株生长发育的变化规律与其一致。随着移栽后时间的推移，粉砂质黏土叶片 Fe、Zn 含量和壤土处理的叶片 Fe、Mn、Zn 含量整体上呈逐渐降低的趋势。各处理烤烟叶片 Cu 含量变化规律与 Fe、Mn、Zn 的变化规律有差别。从移栽后 30 d 开始，沙培和砂质壤土栽培的烤烟叶片 Cu 含量呈现先降低后稍微升高再降低的变化规律；而粉砂质黏土和壤土栽培的烤烟叶片 Cu 含量整体上呈逐渐降低的变化规律。移栽后 90 d 时，对照沙培处理的叶片 Fe 含量(140.24 mg/kg)高于其他处理；叶片 Mn、Zn 含量仅表现为砂质壤土处理低于对照；叶片 Cu 含量表现为沙培处理最低(16.00 mg/kg)。

表 8 不同质地土壤烤烟生长期间叶片微量矿质元素 Fe、Mn、Cu、Zn 的含量 mg/kg

矿质元素	处理	移栽后时间/d				
		30	45	60	75	90
Fe	砂质壤土	216.26	249.03	179.44	118.90	96.69
	粉砂质黏土	205.14	202.73	133.00	123.78	113.85
	壤土	216.35	166.16	146.58	140.20	88.11
	沙培	215.21	262.79	199.63	174.90	140.24
Mn	砂质壤土	70.75	121.62	114.12	52.45	44.56
	粉砂质黏土	94.44	165.32	100.01	88.86	69.90
	壤土	318.67	225.40	220.80	115.27	89.64
	沙培	61.55	151.79	87.05	80.38	48.79
Cu	砂质壤土	32.83	19.75	24.36	16.21	16.42
	粉砂质黏土	55.29	53.80	25.35	17.89	16.72
	壤土	30.17	19.92	14.27	14.20	20.87
	沙培	41.98	25.48	29.42	20.06	16.00
Zn	砂质壤土	28.93	29.39	24.37	24.02	14.06
	粉砂质黏土	59.08	43.22	33.18	24.40	18.41
	壤土	53.11	30.57	26.61	17.35	17.74
	沙培	58.20	66.50	47.60	30.17	15.62

由表 9 可见，从移栽后 30 d 开始，各处理根系 Mn 含量呈现逐渐降低的变化规律，根系 Zn 含量则表现为先降低之后稍升高再降低。粉砂质黏土和壤土处理的烤烟根系 Fe 含量从移栽后 30 d 开始一直降低；砂质壤土和沙培处理的根系 Fe、Cu 含量表现

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为先降低后升高再降低;粉砂质黏土和壤土处理的根系 Cu 含量的变化则表现为降低－升高－降低－升高。成熟期,沙培处理的根系 Mn 含量高于其他处理,而 Fe 含量则低于其他处理。3 种土壤质地处理中,砂质壤土处理的根系 Fe 含量最高,而 Cu、Zn 含量最低。

综合表 8 和表 9,各处理根系中的 Fe 含量高于叶片中的含量,Cu、Zn 含量在叶片和根系中的差别不大,叶片中的稍高。

表 9　不同质地土壤烤烟生长期间根系微量矿质元素 Fe、Mn、Cu、Zn 的含量　　mg/kg

矿质元素	处理	移栽后时间/d				
		30	45	60	75	90
Fe	砂质壤土	1 935.41	1 733.98	996.60	1 421.57	1 406.84
	粉砂质黏土	2 406.67	2 063.33	2 000.92	1 392.43	1 314.11
	壤土	2 075.20	1 969.06	1 851.47	1 385.67	1 322.74
	沙培	2 661.05	1 413.49	1 798.36	1 310.35	1 266.65
Mn	砂质壤土	192.17	159.03	112.60	74.53	55.95
	粉砂质黏土	221.75	140.64	129.57	61.50	38.81
	壤土	610.92	196.92	185.44	171.28	93.69
	沙培	260.51	233.99	212.97	206.02	131.90
Cu	砂质壤土	32.90	26.39	27.10	22.04	12.89
	粉砂质黏土	25.27	14.94	21.06	19.52	34.21
	壤土	38.26	14.45	21.44	20.73	23.53
	沙培	30.36	25.49	29.16	24.60	22.30
Zn	砂质壤土	47.09	22.52	25.65	24.28	19.14
	粉砂质黏土	39.20	25.44	27.82	24.96	20.06
	壤土	35.67	21.98	22.85	21.64	21.69
	沙培	37.79	32.09	33.10	34.09	19.37

3　结论与讨论

烟草中矿质养分的含量不仅决定于其遗传性状,也与气候、土壤等生态环境因素以及施肥、灌溉等生产管理措施密切相关。张晓林等[22]研究认为,烤烟的矿质营养含量受根区土壤性质影响的变异大于品种间的差异。本试验结果表明:

(1)在烟株移栽后 30～90 d 期间,各处理烤烟叶片的 N、P、K 含量均呈逐渐下降的趋势;烤烟叶片 Mg、Fe、Cu、Zn 含量随生育期推进的变化规律表现为砂质壤土和沙培处理一致,粉砂质黏土和壤土处理的一致;这说明土壤质地对烤烟叶片 Mg、Fe、Cu、Zn 的含量随生长期的变化规律产生了影响。

(2)叶片矿质元素含量在处理间差异较大。烟株在成熟期时,粉砂质黏土的叶片 N、P、K、Ca、Mg、Fe、Zn 的含量较高,其原因可能是,一方面粉砂质黏土矿质元素含量较高,另一方面粉砂质黏土的土壤 pH 值较低,其营养元素的有效性较高[23];砂质壤土处理的叶片 Mn、Cu、Zn 的含量在 3 种土壤质地中最低。

(3)土壤质地影响烟株根系 Mg、Fe、Cu 含量随其生育期的变化规律。这种差异可能是立地土壤元素含量差异导致的,也可能是元素在烟株内的分配规律不同导致的。

(4)烟株移栽 45 d 后,对照沙培的根系 N、K 和 Mg、Mn 的含量高于 3 种土壤处理的根系含量,而 Fe 含量则低于其他 3 个处理,这可能是因为土壤与营养液的养分供应情况不一致导致。因此,通过调节土壤的肥料施用量和施用方式可以调节烟株对营养元素的吸收。

(5)烤烟叶片和根系同种元素含量随烟株生长期的变化规律一致的只有 K,其他元素均存在一定的差别,说明随烟株的生长,矿质元素在烟株叶片和根系的分配也发生着变化。在各处理烟株生长的大部分时间里,叶片 N、Ca、Mg 元素的含量高于根系;P 元素前期叶片含量高,后期根系含量高;Fe、Mn 元素的含量表现为根系高于叶片。各处理根系 Fe 元素的含量高出叶片数倍至数十倍,这与以往的研究结果[24]不同,其原因有待进一步研究。

综上所述,土壤质地影响了烤烟生长期根系和叶片的矿质元素的含量及部分元素随时间的变化规律。所以,针对不同的土壤质地,通过调节营养元素的供应可以调节烟株对元素的吸收和分配。本试验只研究了烤烟根系和叶片的矿质营养含量,而土壤质地对烤烟根系和叶片矿质元素积累总量的差异有待于进一步研究。

参考文献:

[1] Krishnamurthy V, Ramakeishnayya B V, Murthy N S. Distribution pattern of potassium in different segments of flue-cured tobacco leaf[J]. Communications in Soil Science & Plant Analysis, 1997, 28(9&10): 372-381.

[2] Collins W K, Hawks S N Jr. Principles of flue-cured tobacco production[M]. North Carolina: North Carelirm State University, Raleigh, 1994: 9-23.

[3] 龙怀玉,张认连,刘建利,等. 中国烤烟中部叶矿质营养元素浓度状况[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(3): 450-457.

[4] 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, 1987.

[5] 金闻博,戴亚. 烟草化学[M]. 北京:清华大学出版社, 1994.

[6] 卢剑,王龙,孙曙光,等. 不同钾肥种类对烤烟品质的影响[J]. 山西农业科学, 2012, 40(12): 1277-1281.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[7] 盖亚波，娄翼来，王玲莉，等. 腐殖酸钾肥对烤烟烟叶产量和质量的影响[J]. 现代农业科技，2008(8)：117.
[8] 李敏，杨天旭，严锦申，等. 烟草水肥耦合的研究进展[J]. 天津农业科学，2010，16(4)：96-98.
[9] 李德强，凌寿方，伍运林. 有机氮与无机氮不同配比对烟叶产量质量的影响[J]. 现代农业科技，2006(8)：101-102.
[10] Petrersson S，Jensen P. Variation among speciesand varieties in uptake and utilization of potassium[J]. Plant and Soil，1983，72：23l-237.
[11] 苏贤坤，张晓海，汪自强. 烤烟 K 素营养特性的基因型差异研究[J]. 植物营养与肥料学报，2005，11(4)：536-540.
[12] Court W A，Elliot J M，Hendel J G. Influence of applied nitrogen fertilization on certain lipids，terrenes，and other characteristics of flue-cured tobacco [J]. Tobacco Science，1984，28：69-72.
[13] Marschner H. Mineral nutrition of higher plants(2nd) [M]. London：Academe Press，1995.
[14] 香如坤. 土壤植物营养学原理和施肥[M]. 北京：化学工业出版社，1998：226-232.
[15] 王家玉. 植物营养元素交互作用研究[J]. 土壤学进展，1992，20(2)：1-6.
[16] Bernd S，Harald S，Reinhold G，*et al*. 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.
[17] 杨龙祥，杨明，李忠环，等. 不同品种烤烟大田期几种营养元素积累与分配研究初报[J]. 云南农业大学学报，2004(8)：428-432.
[18] 赵铭钦，李元实，刘友杰，等. 不同基因型烤烟生长期间叶片矿质元素的差异分析[J]. 华北农学报，2010，25(1)：199-203.
[19] 刘友杰，赵铭钦，杨智晓，等. 不同烤烟基因型大田期矿质元素含量的因子分析[J]. 云南农业大学学报，2009，24(3)：430-435.
[20] 曹槐，张晓林，刘世熙，等. 烤烟矿质营养分布的因子分析[J]. 植物营养与肥料学报，2001，7(3)：318-324.
[21] 全国烟草标准化技术委员会. 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.
[22] 张晓林，和丽忠，陈锦玉，等. 土壤－烤烟矿质营养元素相互关系的主组分分析[J]. 土壤学报，2001，38(2)：193-203.
[23] 吴礼数. 土壤肥料学[M]. 北京：中国农业出版社，2004：10-15，186-187.
[24] 韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京：中国农业出版社，2003：120-122，130-131.

(上接第 24 页) 播种密度增加，群体成穗数增加，穗粒数及粒质量呈下降趋势[4,11-12]。本研究表明，推迟播期，郑麦 9962 成穗数、穗粒数和千粒重及产量降低，增加播量可以提高成穗数和产量、降低千粒重和穗粒数，且播期和播量对产量的互作效应显著。综合考虑，10 月中下旬播种以 225 kg/hm^2 的播量、晚播(11 月上旬)条件下以 300 kg/hm^2 的播量有利于提高郑麦 9962 的产量水平。

参考文献：

[1] 吴政卿，何盛莲，雷振生，等. 国审小麦新品种郑麦 9962 的选育及配套栽培技术[J]. 作物杂志，2012(2)：146-147.
[2] 李宁，翟志席，李建民，等. 播种期和密度对不同穗型小麦品种荧光动力学参数及产量的影响[J]. 华北农学报，2009，24(增刊)：199-204.
[3] 曹广才，吴东兵，杨万深，等. 精量播种条件下冬小麦的高产优质初探[J]. 华北农学报，2004，19(4)：92-95.
[4] 屈会娟，李金才，沈学善，等. 播种密度对冬小麦不同穗位与粒位结实粒数和粒重的影响[J]. 作物学报，2009，35(10)：1875-1883.
[5] 胡焕焕，刘丽平，李瑞奇，等. 播种期和密度对冬小麦品种河农 822 产量形成的影响[J]. 麦类作物学报，2008，28(3)：490-495.
[6] 陈素英，张喜英，毛任钊，等. 播期和播量对冬小麦冠灌层光合有效辐射和产量的影响[J]. 中国生态农业学报，2009，17(4)：681-685.
[7] 郜庆炉，薛香，梁云娟，等. 暖冬气候条件下调整小麦播种期的研究[J]. 麦类作物学报，2002，22(2)：46-50.
[8] 田文仲，温红霞，高海涛，等. 不同播期、播种密度及其互作对小麦产量的影响[J]. 河南农业科学，2011，40(2)：45-49.
[9] 赵会杰，邹琦，郭天财，等. 密度和追肥时期对重穗型冬小麦品种 L906 群体辐射和光合特性的调控效应[J]. 作物学报，2002，28(2)：270-277.
[10] 王晨阳，欧阳光，马冬云，等. 播期对小麦面粉粉质参数及糊化特性的影响[J]. 华北农学报，2005，20(2)：52-55.
[11] 刘艳阳，张洪程，蒋达，等. 播期对不同筋型小麦品种淀粉糊化特性的影响[J]. 华北农学报，2009，24(4)：169-173.
[12] 丁锐钦，丁亨，裴雪霞，等. 不同年份下播期对旱地小麦产量及水分利用率的影响[J]. 山西农业科学，2013，41(4)：342-344.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net