

四川植棉紫色土养分对棉花营养和纤维品质的影响*

张建辉 唐时嘉 罗有芳

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

胡尚钦 杨 晓

(四川省农业科学院棉花研究所 简阳 641400)

提 要 在分析植棉紫色土养分对棉花营养影响的基础上,讨论了土壤养分对棉花纤维品质的作用. 比强度、2.5%跨距长度、伸长度、麦克隆值和整齐度五个纤维品质指标中,前三者与土壤养分显著相关. 土壤养分中对纤维品质影响较大的是微量元素硼、铜及大量元素磷、钾,其中以硼和铜与棉花纤维品质的关系最为密切.

关键词 四川 紫色土 养分 棉花营养 纤维品质

四川植棉紫色土养分与棉花产量的关系已有系列研究报道^[1,2],认为大量元素氮(N)、磷(P)、钾(K)是制约棉花产量的最主要土壤营养因子,微量元素钼(Mo)、锌(Zn)、铜(Cu)也起着重要的作用. 那么土壤营养因子对棉花营养及纤维品质又有如何的影响和关系呢? 拟在前期有关对棉花产量影响研究的背景下,对此问题作一探讨.

1 材 料 和 方 法

供试土壤采自四川盆地的下白垩统城墙岩群(K_{1c})、上侏罗统蓬莱镇组(J_{3p})、上侏罗统遂宁组(J_{3s})、中侏罗统沙溪庙组(J_{2s})四种母岩发育成的植棉紫色土. 试验方法采用盆栽,每盆盛风干且过筛(孔径≤10mm)土样32.5kg,每一处理重复11次,均不施肥,试验连续进行三年.

测试采取土植并析的方法,播种前测定供试土壤的N、P、K、Mo、硼(B)、Cu、Zn等基础有效养分含量;棉花生长絮期测定叶片相应的诸元素含量;棉花收获后采用美国900系列纤维测定仪测定棉花的麦克隆值、2.5%跨距长度、整齐度、比强度和伸长度等纤维品质指标. 结果分别见表1,2.

2 结 果

2.1 土壤养分与棉株体内营养的关系

棉花纤维品质的优劣直接受制于棉株体内的营养状况,而后者在相当程度上又依赖

* 四川省科学技术委员会应用基础项目.

本文收稿日期:1996-08-13.

于地下部土壤的养分供给。因此分析土壤养分与棉株体内营养的关系,是深入认识营养元素对棉花纤维品质影响的重要基础。

表 1 播种前供试土壤的有效养分含量和棉花絮期棉株体内元素含量

Table 1 Available nutrient contents of the soils for pot-culture experiment before seeding and element contents of cotton leaves at the boll-opening stage

编号	土壤	N		P		K		Mo(mg/kg)		B(mg/kg)		Cu(mg/kg)		Zn(mg/kg)		
		土壤 (mg/kg)	棉株 (g/kg)	土壤 (mg/kg)	棉株 (g/kg)	土壤 (mg/kg)	棉株 (g/kg)	土壤	棉株	土壤	棉株	土壤	棉株	土壤	棉株	
1	K _{1c}	a	66.0	27.3	9.6	2.05	121.7	10.3	0.120	1.07	0.21	27.1	0.66	10.2	0.93	34.0
2		b	63.0	31.2	4.1	1.69	148.0	5.6	0.051	0.66	0.34	35.9	0.66	6.9	0.57	21.6
3		c	59.4	13.0	3.8	1.53	128.2	3.7	0.045	0.19	0.42	53.3	0.66	11.3	0.72	31.9
4	J _{3D}	a	50.0	26.5	11.8	2.27	83.8	4.0	0.140	1.16	0.27	20.5	0.84	6.4	1.11	24.8
5		b	58.0	24.5	7.2	1.60	85.0	1.9	0.067	0.92	0.32	28.3	0.70	6.2	0.74	23.5
6		c	50.4	14.1	6.6	2.07	68.2	2.4	0.052	0.14	0.50	53.1	0.71	10.7	0.85	26.8
7	J _{3S}	a	42.0	29.9	7.0	2.12	72.8	4.9	0.140	1.57	0.28	22.3	0.35	7.9	0.77	27.4
8		b	48.0	31.1	3.6	1.20	74.0	3.2	0.053	1.20	0.28	38.5	0.39	6.4	0.48	25.1
9		c	46.8	13.5	4.0	1.00	69.7	2.6	0.056	0.16	0.40	41.2	0.46	9.9	0.70	31.0
10	J _{2S}	a	53.0	28.7	7.8	1.49	111.7	9.3	0.130	1.53	0.28	16.9	0.50	6.3	0.76	25.6
11		b	48.0	32.7	3.3	1.10	124.0	7.8	0.051	1.30	0.34	32.6	0.48	15.2	0.46	22.2
12		c	45.9	13.8	2.5	1.42	124.0	6.7	0.049	0.15	0.39	41.7	0.48	9.9	0.61	31.9

a. 试验第一年; b. 试验第二年; c. 试验第三年。

由表 3 见,棉株营养元素与土壤养分间有下列关系:1)对应元素之间的正相关关系.棉株体内 P,K,Mo,B 含量与土壤中对有效元素含量均呈极显著正相关(相关系数 r 分别为 0.7704,0.6171,0.6902,0.8398; p 均为 ≤ 0.05),其中棉株 B 含量与土壤有效 B 的相关关系最为紧密;2)互为消长关系:棉株 Mo 含量与土壤 B 含量、棉株 B 含量与土壤 Mo 含量均呈极显著负相关(r 分别为 $-0.8156^{1)}$, $-0.8283^{1)}$,上角标的含义见表 3,下同),表明了棉株 Mo, B 与土壤有效 B, Mo 之间的消长关系,即 Mo 和 B 之间存在拮抗效应^[3];3)其他非对应元素间的相关关系:棉株 N 含量与土壤有效 B 呈极显著负相关(r 为 $-0.7585^{1)}$,棉株 P 含量与土壤有效 Zn, Mo, Cu 分别在 $p < 0.01$, $p < 0.05$, $p < 0.10$ 水平上达到显著正相关(r 分别为 0.7917¹⁾, 0.6278¹⁾, 0.5456³⁾);棉株 K 含量与土壤有效 B 在 $p < 0.10$ 水平上呈显著负相关(r 为 $-0.5166^{3)}$).

由此表明,土壤 B 对棉株 N 的吸收有抑制作用.而土壤 Zn, Mo, Cu 有促进棉株对 P 素吸收的作用.这一结果与从土壤养分对棉花产量影响的角度得出的研究结果十分吻合^[2].土壤 B 对棉株吸收 K 有一定的抑制作用,而土壤 P 又对棉株吸收 B 有抑制作用.

以上分析结果表明,土壤养分对棉株营养的影响是错综复杂的.棉株体内营养元素含量与土壤中相应的有效养分含量并非都有相关性;换言之,棉株体内营养元素的含水量

表 2 棉花纤维品质测定结果

Table 2 Determined results of cotton fibre quality

编号	麦克隆值	2.5%跨距长度(mm)	整齐度(%)	比强度(g/tex)	伸长度(%)
1	4.6	27.81	52.3	19.8	7.2
2	4.7	27.99	53.6	19.2	8.8
3	4.3	26.88	55.3	17.8	7.3
4	4.5	28.38	51.5	20.0	6.9
5	3.9	27.19	53.3	19.1	6.8
6	3.5	26.66	52.7	17.3	6.6
7	4.4	26.58	53.2	18.5	6.7
8	4.4	27.09	53.8	19.2	5.9
9	4.2	25.90	53.1	16.8	6.7
10	4.5	26.51	52.7	18.3	7.2
11	4.6	26.95	53.6	18.1	8.3
12	2.9	28.04	51.0	16.9	6.3

平并非仅仅取决于土壤中相应元素含量的多少,而是棉株自身营养属性和土壤养分间相互影响的综合反映.

表 3 土壤养分含量与棉株体内元素含量的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between the contents of soil nutrients and the element contents of cotton plants

棉株元素	土壤有效养分						
	N	P	K	Mo	B	Cu	Zu
N	0.0900	0.2491	0.1508	0.4171	-0.7585 ¹⁾	-0.1765	-0.1760
P	0.2029	0.7704 ¹⁾	-0.1315	0.6278 ²⁾	-0.2145	0.5456 ³⁾	0.7917 ¹⁾
K	0.2673	0.1494	0.6171 ²⁾	0.3903	-0.5166 ³⁾	-0.1587	-0.0083
Mo	-0.1043	0.4437	-0.0706	0.6902 ²⁾	-0.8156 ¹⁾	-0.2545	0.0516
B	0.0314	-0.6256 ²⁾	0.0308	-0.8283 ¹⁾	0.8398 ¹⁾	0.0591	-0.3136
Cu	-0.0863	-0.4091	0.2693	-0.4129	0.4174	-0.1181	-0.2748
Zu	0.0838	-0.0157	0.0211	0.0452	0.0933	-0.0875	0.2810

1) $p \leq 0.01$, 2) $p \leq 0.05$, 3) $p \leq 0.10$.

2.2 土壤养分对棉花纤维品质的作用

对植棉紫色土上生长的棉花,按常规考察了麦克隆值、2.5%跨距长度、整齐度、比强度、伸长度五个纤维品质指标.将这五个指标分别作为因变量与土壤营养元素(自变量)建立复回归方程,查明棉花纤维品质与营养因子的关系,以及营养因子的作用和大小.

从五个纤维品质指标的逐步回归分析中发现,麦克隆值、整齐度与土壤营养因子间的回归均未达到显著效果;但比强度、2.5%跨距长度和伸长度与土壤营养因子的回归则均达到显著水平.它们的回归方程分别如下:

$$\begin{aligned} \text{比强度} \quad Y &= -0.0091X_3 - 13.0981X_5 + 5.7405X_6 - 2.4851X_7 + 22.2429, \\ F_{\text{总}} &= 17.9665^{1)}, SSE = 0.4025, \\ F(X_3) &= 2.8803, F(X_5) = 57.8098^{1)}, F(X_6) = 19.3545^{1)}, \\ F(X_7) &= 4.9878^{3)} \text{ (各上角标含义见表 3,下同);} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{2.5\%跨距长度} \quad Y &= -0.05084X_1 - 0.2609X_2 - 10.3192X_5 + 7.3944X_6 + 30.6065, \\ F_{\text{总}} &= 3.8091^{3)}, SSE = 0.5237, \\ F(X_1) &= 2.3499, F(X_2) = 5.6680^{2)}, F(X_5) = 9.1784^{2)}, \\ F(X_6) &= 10.4326^{2)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{伸长度} \quad Y &= 0.02056X_3 + 4.9838, \\ F &= 10.5433^{1)}, SSE = 0.5899; \end{aligned}$$

以上各式中 X_1 为土壤碱解 N; X_2 为土壤有效 P; X_3 为土壤有效 K; X_5 为土壤有效 B; X_6 为土壤有效 Cu; X_7 为土壤有效 Zn.

回归结果表明,在与土壤养分之间的回归效果达到显著的三个纤维品质指标中,以比强度与土壤养分的关系最为密切,其次是伸长度和 2.5%跨距长度.从反映各因素对总回归效果贡献大小的 $F(X_i)$ 值可以看出,对纤维比强度影响较大的主要因素是土壤大量元素有效 K、微量元素有效 B, Cu 和 Zn, 其中 B, Cu 的作用呈极显著, Zn 的影响则在 $p < 0.10$ 水平上达到显著,而对 2.5%跨距长度这一指标有显著影响的有土壤有效 P、微量元素有效 B, Cu, 它们的作用大小顺序: $Cu > B > P$. 纤维伸长度仅与土壤有效 K 相关,其相关性达

到极显著水平。

由上可见,土壤养分对纤维品质的影响可概括如下:1)土壤微量元素对棉花纤维品质起着十分重要的作用。在比强度回归方程的四个自变量中,有三个为微量元素,其中二个达到极显著影响,一个在 $p < 0.10$ 水平上达到显著影响;唯一的一个大量元素K的作用并未达到显著水平。对2.5%跨距长度有显著影响的三个元素中,虽然有一个大量元素有效P,但其 F 值却十分明显地较其余二个微量元素的 F 值低。2)土壤大量元素对纤维品质也有一定影响,但其作用属次要地位。以上三个方程显示,三个营养元素中,碱解N的作用并不显著,而有效P仅达到显著水平,只有有效K在对伸长度的影响中表现出极显著性。K素对棉花纤维品质的重要作用在其他地区的研究中也得到证明^[4,5]。3)微量元素中,有效B,Cu又是最主要的棉花纤维品质的影响因子。

3 讨 论

在植棉紫色土的自然肥力状态下,微量元素对棉花纤维品质有重要作用,其中尤以土壤有效B的作用突出。但需要注意的是,土壤有效B的作用是一种负效应。其原因可能是B素在棉花营养过程中表现出对某些棉花必需营养元素产生强烈的拮抗效应所致。例如:土壤有效Mo对纤维品质(比强度)产生正效应(两者间相关系数为0.5184²⁾),但由于土壤有效B对棉株吸收Mo的极强的抑制作用,使得棉花营养中Mo素缺乏,进而导致纤维品质降低。土壤有效B对棉株N吸收的显著抑制作用(见表3)也导致棉株N素营养不足。至于土壤有效P、有效Zn对纤维品质有某些负效应,也可结合前面的分析得到解释。前述(2.1)可知,土壤有效P对棉株吸收B素有显著抑制作用,并对Cu素的吸收也有一定的抑制。因此随着土壤有效P的增加,棉株体内B,Cu元素就会愈感缺乏。土壤Zn也对棉株吸收B,Cu元素有一定的抑制,对纤维品质的影响就表现出一定的负作用。

从以上分析可见,虽土壤B素对纤维品质的影响表现出负效应,但并非是棉株营养和纤维的生长发育不需B素,只是因为土壤B素与某些棉花营养必需的重要元素之间的拮抗效应是如此之强烈,以致土壤B素的增加所产生的正效应(土壤有效B与棉株B含量的相关系数为0.8398¹⁾),还不如因其增加而加强对Mo,N元素吸收的抑制所产生的负效应强,致使棉株营养和纤维生长发育受到不良影响。土壤P和Zn对纤维品质所表现出的一定负效应,其原因也类似于土壤B的作用。

土壤有效K和有效Cu对棉花纤维品质产生正效应,但所影响的品质指标各异;有效K主要影响伸长度,而有效Cu主要对比强度和2.5%跨距长度产生作用。

综上所述,鉴于土壤B,Cu,Zn,K,P诸元素对棉花纤维品质的重要影响,尤其是B,Zn,P等的影响方式,在生产实践中就要充分考虑对植棉紫色土的优化施肥问题。虽增施B,P,Zn肥可提高棉株对应元素的营养水平[其中土壤B,P含量与棉株B,P含量均呈极显著正相关(见表3)],但需考虑到它们对其他营养元素吸收的抑制作用。此外施肥上还应兼顾对棉花产量有重要影响的元素(如大量元素)的补充,使棉花在质和量上达到最优组合。至于施肥中各元素的具体配比问题,则尚待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 张建辉,唐时嘉,罗有芳等. 土壤营养对棉花产量影响的优劣分析. 土壤农化通报,1995,10(1),13~17.
- [2] Zhang Jianhui, Tang Shijia, Luo Youfang *et al.* Mathematical analyses for the influence of soil conditions and nutrient interactions on cotton yields. *Pedosphere*, 1996, 6(3), 255~264.
- [3] 唐时嘉,胡尚钦,罗有芳等. 提高棉花品质和产量的植棉紫色土营养因子的研究: I. 四川紫色土棉花钼素营养的特性. 西南农业学报,1996,9(2),48~52.
- [4] Cassman K G. Potassium nutrition effects on lint yield and fiber quality of Acala cotton. *Crop Science*, 1990, 30(3), 672~677.
- [5] 王北松. 钾对棉花产量和纤维品质的影响. 石河子科技, 1991, (4), 53~54.

INFLUENCE OF COTTON-PLANTING PURPLE SOILS
IN SICHUAN PROVINCE ON COTTON NUTRITION
AND FIBRE QUALITY

Zhang Jianhui Tang Shijia Luo Youfang

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041*)

Hu Shangqin Yang Xiao

(*Cotton Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences Jianyang 641400*)

Abstract

The pot-culture experiments were conducted under conditions of natural soil fertility for successive 3 years with several types of cotton-planting purple soils in Sichuan Province taken as experiment materials. The effects of the soil nutrients on cotton fibre quality were discussed on the basis of analysing the influence of the soil nutrients on cotton nutrition. Among 5 fibre quality indices including Strength, Length, Elong, Mike and Uniformity, the 3 former were affected by the soil nutrients. The effect of the soil nutrients is characterized by the following; 1. The microelements played an important role in affecting cotton fibre quality. 2. The macronutrients gave rise to certain effect on cotton fibre quality but the effect was in the minor place. 3. Of the microelements, B and Cu of the soil were the most important factors affecting cotton fibre quality. The results further showed that Cu and K of the soil exerted a positive influence on cotton fibre quality, whereas B of the soil presented a negative effect. The reason for this kind of B behavior was possibly that B of the soil brought about antagonistic effect on such elements as Mo and N.

Key words purple soil, nutrient, cotton nutrition, cotton fibre quality