

# 砂姜黑土养分监测10年总结报告\*

徐 强

(安徽省蒙城县农业引用外资办公室)

## 摘 要

本文对蒙城县农业引用外资项目区, 23个砂姜黑土养分监测点的10年(1983—1992)化验数据进行了系统整理。结果表明, 土壤有机质、全氮、碱解氮和速效磷、钾含量呈增长趋势, 其中尤其速效磷最为显著, 氮、磷比例也趋于协调。

安徽省蒙城县是黄淮海平原农业引用外资综合治理中低产土壤重点县之一。本县农业引用外资项目治理区(简称项目区), 耕地面积20.10万亩, 基本上都是砂姜黑土<sup>[1]</sup>。其中以普通砂姜黑土为主, 占99.6%; 碱化砂姜黑土只占0.4%。前者包括黑姜土、黄姜土、淀白黑姜土和淤黑姜土等土属, 各土属又各包括若干个土种, 大部分都是中低产土壤<sup>[2]</sup>。从1983年开始, 由世界银行贷款, 对项目区的砂姜黑土进行综合治理。与此同时, 在项目区内设立了23个土壤养分监测点, 进行了连续10年的土壤养分监测, 目的在于掌握砂姜黑土在综合治理过程中的养分变化规律, 为改土培肥提供科学依据。现将结果报道于后。

## 一、监测点土壤的基本性质

砂姜黑土是黄淮海平原南部的古老耕作土壤, 是由草甸潜育土经过长期耕种而形成的<sup>[1]</sup>。项目区内的砂姜黑土具有下列特点:

### (一)土壤质地粘重

颗粒组成以粉砂为主, 其含量在50—65%之间; 粘粒次之, 多数在30—40%之间; 砂粒含量最少, 多数<10%。各个土种之间略有差异, 例如淀白黑姜土耕层粘粒的含粒较少, 只有22—24%, 其粉砂和砂粒的含量相对较高。就质地而言, 大多数砂姜黑土全剖面都是粉砂粘土, 只有淀白黑姜土的耕层属粉砂粘壤土。

### (二)呈中性至碱性反应

从表1可知, 砂姜黑土的pH多数在7.2—8.6之间, 呈中性至碱性反应。但应指出的是, 碱化砂姜黑土的碱化表土层则呈强碱性反应, pH9—10。

### (三)游离碳酸钙含量较低

多数砂姜黑土游离碳酸钙的含量都<10gkg<sup>-1</sup>。但有两种情况例外: 一是底土层出现“面砂姜”(未硬化的碳酸钙结核)的砂姜黑土, CaCO<sub>3</sub>含量可达100gkg<sup>-1</sup>以上; 二是受黄泛物质影响的红花淤黑姜土, 剖面上部有较多的CaCO<sub>3</sub>, 可达50—100gkg<sup>-1</sup>。

\* 本项研究承中国科学院南京土壤研究所张俊民先生指导, 谨致谢意。

表 1

监测点主要土种的基本性质

土种	测点代号	深度 (cm)	颗粒组成(%) 粒径: mm			质地 (美国制)	pH (水提)	CaCO <sub>3</sub> (gkg <sup>-1</sup> )	交换量 (cmol/kg)
			砂粒 (2~0.05)	粉砂粒 (0.05~0.002)	粘粒 (<0.002)				
青黑姜土	4	0—20	4.6	63.9	31.5	粉砂粘土	8.15	0.7	26.4
		20—50	10.1	50.3	39.6		8.17	1.1	28.3
		50—70	5.2	52.0	42.8		8.15	0.8	30.8
		70—100	5.3	56.1	32.6		8.25	0.9	24.5
黑姜土	14	0—23	7.0	63.1	29.9	粉砂粘土	8.21	0.5	22.6
		23—40	6.4	51.6	42.0		8.34	1.0	30.2
		40—70	5.9	53.9	40.2		8.56	2.3	25.1
		70—100	6.4	56.3	37.3		8.86	126	20.5
青黄姜土	18	0—21	5.1	65.7	29.2	粉砂粘土	8.46	1.0	23.7
		21—30	8.5	63.7	27.8		8.58	1.5	23.5
		30—47	7.7	57.1	35.2		8.68	1.4	27.4
		47—68	7.0	47.8	45.2		8.54	3.2	28.4
		68—100	7.1	53.3	39.6		8.41	1.7	25.4
黄姜土	23	0—25	5.7	64.8	29.5	粉砂粘土	7.69	1.8	23.1
		25—45	8.0	63.4	28.6		7.98	1.4	23.1
		45—65	6.1	54.1	39.8		8.05	2.8	26.9
		65—100	7.0	53.3	39.7		8.70	148	21.3
淀白黑姜土	10	耕层	10.2	65.7	24.1	粉砂粘壤土	7.46	1.7	21.5
	17	耕层	12.5	63.8	23.7	粉砂粘壤土	7.18	0.6	20.7
	19	耕层	13.1	64.4	22.5	粉砂粘壤土	7.32	0.4	20.5
红花淤黑姜土	9	0—23	7.7	52.7	39.6	粉砂粘土	8.78	47.5	23.2
		23—48	5.5	52.1	42.4		8.96	104	21.8
		48—60	6.5	64.6	28.9		8.39	9.4	20.8
		60—77	7.9	51.8	40.3		8.55	2.0	28.6
		77—100	6.2	50.3	43.5		8.69	3.1	25.3

#### (四)阳离子交换量较高

砂姜黑土不仅粘粒含量高,而且粘土矿物以蒙脱为主,故具有较高的交换量,达20—30 cmol/kg,淀白黑姜土的耕层明显低于其它土种。

## 二、土壤养分监测方法

各养分监测点以附近的地形地物作标记,于每年9月下旬秋播前(未施肥),在定点地块内,采取100个点的耕作层土样,充分混合均匀,经多次用“四分法”舍取,最后保留约500克的土样备用。与此同时,对监测点的农业生产措施,如作物种类、耕作方式、肥料及产量等,详为记载并建档。

土壤养分监测项目包括有机质、全氮、碱解氮、全磷、速效磷、全钾和速效钾。均按常规分析方法进行。

### 三、土壤养分监测结果

1983—1992年,各监测点的土壤养分监测结果,经整理以后列在表2和表3,现按土种分别予以表述。

表2 各监测点10年内有机质和氮素含量的变化

土种	测点代号	有机质 (gkg <sup>-1</sup> )				全氮 (gkg <sup>-1</sup> )				碱解氮 (mgkg <sup>-1</sup> )			
		1983	1992	增或减	$\bar{x}$	1983	1992	增或减	$\bar{x}$	1983	1992	增或减	$\bar{x}$
青黑姜土	4 5	13.6	15.7	+2.1	14.5	0.92	0.96	+0.04	0.93	57.6	100.4	+42.8	77.6
黑姜土	3 6 7 14 16	9.9	13.3	+3.4	11.5	0.78	0.82	+0.04	0.81	54.7	92.7	+38.0	69.0
青黄姜土	18 21	12.3	14.4	+2.1	14.2	0.86	0.89	+0.03	0.95	55.2	99.4	+44.2	70.1
黄姜土	1 2 15 20 22 23	10.1	12.8	+2.7	11.8	0.74	0.83	+0.09	0.80	68.5	92.0	+23.5	77.1
淀白黑姜土	10 17 19	10.3	13.7	+3.4	11.6	0.74	0.86	+0.12	0.78	48.9	91.1	+42.2	68.3
薄淤黑姜土	12	10.7	(11.9)	+1.2	11.1	0.76	(0.85)	+0.09	0.77	47.0	(98.3)	+51.3	65.1
挂淤黑姜土	8 13	9.8	13.3	+3.5	11.4	0.82	0.84	+0.02	0.86	51.6	89.5	+37.9	68.4
厚淤黑姜土	11	13.4	16.0	+2.6	14.0	0.82	1.03	+0.21	0.95	50.4	119.3	+68.9	83.9
红花淤黑姜土	9	18.2	19.6	+1.4	20.2	1.23	1.16	-0.07	1.20	86.4	126.0	+39.6	103.8
加权平均值		10.8	13.8	+3.0	—	0.81	0.87	+0.06	—	58.5	95.0	+36.5	—

注: 1. 表中的“增或减”系指1992年与1983年比较; 2.  $\bar{x}$ 为1983—1992年的加权平均值; 3. 括号内为1991年数据。

表3 各监测点10年内磷和钾含量的变化

土种	测点代号	全磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (gkg <sup>-1</sup> ) $\bar{x}$	速效磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (mgkg <sup>-1</sup> )				氮磷比*		全钾 (K <sub>2</sub> O) (gkg <sup>-1</sup> ) $\bar{x}$	速效钾 (K <sub>2</sub> O) (mgkg <sup>-1</sup> )			
			1983	1992	增或减	$\bar{x}$	1983	1992		1983	1992	增或减	$\bar{x}$
青黑姜土	4 5	0.91	5.2	(25.1)	+19.9	15.3	11.1	4.0	17.6	137	148	+11	136
黑姜土	3 6 7 14 16	0.68	5.4	33.7	+28.3	16.4	10.1	2.8	16.6	125	138	+13	133
青黄姜土	18 21	1.14	7.6	24.5	+16.9	16.9	7.3	4.1	17.3	148	144	-4	153
黄姜土	1 2 15 20 22 23	0.73	8.6	(36.6)	+28.0	18.7	8.0	2.5	16.6	101	126	+25	113
淀白黑姜土	10 17 19	0.72	3.3	30.1	+26.8	15.7	14.8	3.0	16.3	120	141	+21	131
薄淤黑姜土	12	0.76	5.8	22.7	+16.9	12.0	8.1	4.3	17.0	148	134	-14	145
挂淤黑姜土	8 13	1.13	7.3	21.1	+13.8	17.2	7.1	4.2	18.4	187	160	-27	185
厚淤黑姜土	11	1.11	5.3	30.6	+25.3	14.3	9.5	3.9	19.9	181	234	+53	197
红花淤黑姜土	9	1.55	14.0	28.0	+14.0	24.2	6.2	4.5	24.0	151	212	+61	208
加权平均值		—	6.7	30.5	+23.8	—	—	—	—	131	146	+15	—

\* 氮磷比指碱解氮/速效磷。

### (一)有机质、全氮和碱解氮

砂姜黑土在综合治理初(1983年),土壤有机质、全氮和碱解氮的含量,在土种之间存在明显的差异,其中以青黑姜土、青黄姜土、厚淤黑姜土和红花淤黑姜土等土种明显高于其它土种。经10年治理后(1992年),有机质、全氮和碱解氮都有不同程度的提高。23个监测点统计,有机质和全氮分别提高了 $3\text{gkg}^{-1}$ 和 $0.06\text{gkg}^{-1}$ ,而碱解氮则提高了 $36.5\text{mgkg}^{-1}$ 。各个土种有机质、全氮和碱解氮10年(1983—1992)的加权平均值,也都高于监测开始的1983年。

### (二)全磷、速效磷和氮磷比

土壤全磷含量因土壤类型而异,同类土壤在短期内是不可能显著的增减的,因此表3中的全磷含量只列入10年(1983—1992)的加权平均值。从中可以看出:(1)受黄泛物质覆盖的淤黑姜土属各土种,除薄淤黑姜土外,其余3个土种全磷含量都较高,在 $1\text{gkg}^{-1}$ 以上;(2)同一土属中,熟化程度较高的土种(如青黑姜土和青黄姜土)高于熟化程度较低的土种(如黑姜土和黄姜土);(3)淀白黑姜土全磷含量较低,只有 $0.72\text{gkg}^{-1}$ 。

土壤速效磷含量是土壤磷供应水平的重要指标。项目区内的砂姜黑土,在监测开始的1983年除个别土种(如红花淤黑姜土),速效磷的含量较高( $14\text{mgkg}^{-1}$ )外,其余都很低( $3-8\text{mgkg}^{-1}$ ),严重影响到作物生长。但近10年来由于连续施用磷肥,速效磷含量显著提高,达到 $12-24\text{mgkg}^{-1}$ 。

10年来氮磷比也由 $6-15:1$ 变为 $3-5:1$ ,这是一个突出的变化。

### (三)全钾和速效钾

土壤全钾含量也因土壤类型而异,同类土壤在短期内是不可能显著的增减的。因此表3中的全钾含量也只列入10年(1983—1992)的加权平均值( $\bar{x}$ )。从表中可以看出,全钾含量有与全磷含量类似的规律,即:(1)淤黑姜土属中除薄淤黑姜土外,其余3个土种全钾含量都较高,在 $18.4-24.0\text{gkg}^{-1}$ 之间;(2)在同一土属中熟化程度高的土种高于熟化程度较低的土种;(3)淀白黑姜土全钾含量最低,只有 $16.3\text{gkg}^{-1}$ 。

项目区砂姜黑土速效钾的含量原来就比较高,通过综合治理有增加的趋势,其加权平均值( $\bar{x}$ )由1983年的 $131\text{mgkg}^{-1}$ ,增加到1992年的 $146\text{mgkg}^{-1}$ ,但不同土种之间有增有减。

### (四)土壤腐殖质组成

关于砂姜黑土的腐殖质组成,过兴度曾进行过研究<sup>[3]</sup>。他指出了下列特点:(1)活性腐殖酸的相对含量极低;(2)腐殖酸的相对含量较低;(3)腐殖酸中残渣的相对含量较高;(4)腐殖质中HA/FA比值较大;(5)腐殖质中胡敏酸的光密度值较大。为了探讨项目区砂姜黑土腐殖质的组成特点和综合治理前后的变化,特选择了12个监测点,对1983年和1992年所采的耕层土样,进行了腐殖质组成的分析(表4)。研究结果表明,项目区砂姜黑土腐殖质组成几无变化,与过兴度的上述研究结论是一致的。但10年来HA/FA比值略有升高,这可能与土壤熟化度的提高有关。有的研究者指出:“黄棕壤、红壤、砖红壤耕垦后,在早耕条件下,腐殖质的性状因土壤熟化程度的不同而有较大的差异,熟化程度高的其HA/FA比值和胡敏酸的芳化度常较自然植被下的相应土壤为高,熟化程度低的则没有多大差别”<sup>[4]</sup>。砂姜黑土有与之相类似的变化规律。

表 4

主要土种的腐殖质组成

土 种	测点 代号	年份	有机质 gkg <sup>-1</sup>	有机碳 gkg <sup>-1</sup>	腐殖酸碳		胡敏酸碳 占有机碳 %	富里酸碳 占有机碳 %	胡敏素碳 占有机碳 %	HA FA	E <sub>4</sub> E <sub>6</sub>
					gkg <sup>-1</sup>	占有机碳 %					
青黑 姜土	4	1984	13.4	7.75	2.03	26.19	12.39	13.81	73.81	0.90	3.54
		1992	14.4	8.35	2.16	25.87	12.34	13.53	74.13	0.91	3.55
姜土	5	1983	16.4	9.52	2.45	25.74	12.18	13.56	74.26	0.90	3.74
		1992	17.0	9.86	2.33	23.63	11.56	12.07	76.37	0.96	4.03
黑姜 土	14	1983	11.4	6.59	1.80	27.31	13.05	14.26	72.69	0.91	3.48
		1992	12.6	7.31	1.93	26.40	13.27	13.13	73.60	0.93	3.91
土	16	1983	14.1	8.16	2.16	26.47	12.13	14.34	73.53	0.85	3.52
		1992	13.8	8.00	1.95	24.38	11.37	13.01	75.62	0.88	4.06
青黄 姜土	18	1983	14.5	8.39	1.98	23.60	12.04	11.56	76.40	1.04	3.58
		1992	14.7	8.53	2.03	23.80	12.19	11.61	76.20	1.05	4.33
黄姜土	1	1983	12.6	7.29	1.92	26.34	12.35	13.99	73.66	0.88	3.93
		1992	13.4	7.77	2.06	26.51	12.87	13.64	73.49	0.94	4.11
	22	1983	12.1	7.03	1.82	25.89	9.67	16.22	74.11	0.65	4.74
		1992	12.8	7.42	1.89	25.47	10.11	15.36	74.53	0.66	5.43
	23	1983	12.3	7.12	1.57	22.05	9.83	12.22	77.95	0.80	3.68
		1992	12.3	7.13	1.59	22.30	10.38	11.92	77.70	0.87	3.78
淀 白	17	1983	11.0	6.83	1.78	27.90	12.54	15.36	72.10	0.82	3.58
		1992	12.5	7.25	2.01	27.72	12.83	14.89	72.28	0.86	4.32
黑姜土	19	1985	13.4	7.80	1.96	25.13	12.17	12.96	74.87	0.94	3.95
		1992	14.8	8.58	2.07	24.13	11.77	12.35	75.87	0.95	3.89
挂 淤 黑姜土	13	1983	12.6	7.33	1.94	26.47	12.28	14.19	73.53	0.87	3.58
		1992	14.9	8.64	1.18	21.76	9.26	12.50	78.24	0.90	4.05
红花淤 黑姜土	9	1985	23.2	13.43	2.90	21.59	10.72	10.87	78.41	0.99	3.08
		1991	21.8	12.65	2.79	22.06	11.07	10.99	77.94	1.01	4.40

#### 四、土壤养分增减原因的分析

综上所述, 10年来土壤有机质、全氮和碱解性氮的含量普遍有所增加, 速效磷增加尤为显著, 氮磷比例也趋于协调, 速效钾也有增加的趋势。与之相呼应的是, 10年来粮食产量也有了显著提高, 由亩产 250kg(1980—1982 三年平均值), 提高到近几年的 600kg 上下。这除了与排灌条件的改善和推广良种有关外, 连年增施肥料则是重要的原因之一[5,6]。据调查, 80 年代初, 每亩只施农家肥 0.7 方和饼肥 0.1kg, 而近年每亩约施农家肥 2.0 方和饼肥 1.2kg。化肥用量也明显增多, 80 年代初, 每亩化肥用量约合纯氮(N)3.4kg 和纯磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)1.8kg, 而近几年每亩化肥用量约合纯氮(N)10.5kg 和纯磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)7.3kg。化肥的施用促进了有机肥(农家肥和饼肥等)用量的增加和质量提高。这便是所谓“化肥起步”和“以无机促有机”。同时化学磷肥的施用, 促进了生物固氮和氮素循环, 这便是所谓“以磷促氮”。

有人认为, 随着化肥用量的增加作物产量虽然提高了, 但土壤肥力却降低了。但从蒙城县项目区 23 个土壤养分监测点的资料来看, 似乎粮食增产与土壤肥力的提高并不矛盾。二者可以兼得。不过砂姜黑土原来是一种肥力退化的土壤, 基础肥力不高, 有机质含量不足, 严重缺磷少氮, 加上质地粘重, 耕性不良, 因此需要较多的有机质以改良其不良的理化性质[5]。

它当前的有机质含量虽然有了提高,但一般只有 $13\text{gkg}^{-1}$ 左右,有待进一步增施有机肥,以提高其有机质含量。同时还要进一步施用化学氮肥和磷肥。后者用量较前者可相对减少。至于化学钾肥,在高产情况下,对需钾多的作物(如甘薯)也要适当施用。此外,在增施大量元素肥料的同时,还需有针对性的施用微量元素肥料。如禾本科作物施用锌肥,豆科作物施用钼肥,十字花科作物施用硼肥,这虽是微肥适用的一般规律,但对砂姜黑土也同样适用,这已被有关试验和蒙城县项目区的实践所证明的。

### 参 考 文 献

- [1] 张俊民、过兴度,安徽省外资治理区砂姜黑土的性质特征,砂姜黑土综合治理研究,安徽科技出版社,1988。
- [2] 杜国华、周明枫、张效朴、陆长青等,涡河中下游砂姜黑土资源特点和综合治理开发对策,淮北区水土资源开发与治理研究,科学出版社,1992。
- [3] 过兴度,砂姜黑土腐殖质的特征与肥力的关系,砂姜黑土综合治理研究,安徽科技出版社,1988。
- [4] 熊毅、李庆远主编,中国土壤(第二版),第二篇,第六章,科学出版社,1988。
- [5] 张俊民,砂姜黑土综合治理与开发利用的配套技术,淮北区水土资源开发与治理研究,科学出版社,1992。
- [6] 吴文荣、周恩嘉、方世径等,砂姜黑土综合治理的理论与实践,砂姜黑土综合治理研究,安徽科技出版社,1988。

### (上接第190页)

- [2] 何同康,土壤学报17(2):156—193页,1980。
- [3] 赵其国,中国红黄壤地区土壤利用改良区划,农业出版社,1—192页,1985。
- [4] Tinker, P. B., J. Soil Sci. 36:1—8, 1985。
- [5] Greenland, D. J., Soil Sci. 151(1): 19—23, 1991。
- [6] Wild, A., J. Soil Sci. 40 (2): 209—221, 1989。
- [7] 史学正,龚子同,土壤地理学的未来,土壤23(4):174—177页,1991。
- [8] 龚子同,土壤环境变化,中国科学技术出版社,1—347页,1992。
- [9] Simonson, R. W., Soil Sci. 151 (1) : 7—18, 1991。
- [10] Marionf. Baumgardner, A 1:1 million world soil and terrain digital database. the 14th International Congress of Soil Science, 1990。
- [11] Jacobs, H. M., J. of Soil and Water Conservation. 47(1): 32—34, 1992。
- [12] FAO, Land Use Planning Applications, World Soil Resources Reports. PP. 1—206, 1991。
- [13] Foster, G. R., J. of Soil and Water Conservation. 46: 27—29, 1991。
- [14] Lafflen, J. M., J. of Soil and Water Conservation. 46:39—44, 1991。
- [15] FAO, Soil Bulletin. 13: 1—105, 1971。
- [16] FAO, Soil Bulletin. 34: 1—81, 1977。
- [17] Peters, W. L., Proceeding of the First Regional Workshop on a Global Soil and Terrain Digital Database and Global Assessment of Soil Degradation. UNDP, 1988。
- [18] Shields J. A., Development, documentation and testing of the soil and terrain (SOTER) database and its use in the global assessment of soil degradation (GLASOD), 120—125. the 14th International Congress of Soil Science, 1990。
- [19] UNEP/ISRIC, World map on status of human-induced soil degradation. UNEP, Nairobi, Kenya, 1990。
- [20] 郑国清等,我国农村经济区分类的定量研究,全国首届青年农学学术年会论文集,中国科学技术出版社,28—35页,1992。
- [21] FAO, World soil resources at 1:25000000 scale, World Soil Resources Reports 66: 1—58, 1991。
- [22] 倪绍祥等,我国土地评价研究的近今进展,地理学报48(1): 75—81页,1993。