

淮阴市高产土壤肥力指标的研究

王克孟 马玉军

(江苏省淮阴市土肥站)

高、中、低产土壤是一个相对概念,不同的土壤,不同的生产水平,其划分标准不尽相同。本文从淮阴市目前农业生产水平出发,就其高产土壤的肥力指标作一探讨。

在农业生产实践中,人们常以土壤基础产量作为划分土壤高、中、低产的指标,这虽是一个有效的方法,但这一产量难于获得,更由于基础产量与施肥产量密切相关:凡施肥产量高的土壤一定表现为基础产量也高,故以土壤常年施肥产量来划分高、中、低产土壤更为可行,便于大面积推广。

根据淮阴市目前生产水平,将常年亩产粮食700公斤以上的土壤定为高产土壤;350—700公斤的为中产土壤;350公斤以下为低产土壤。然后对具体田块进行田间测定,同时采集土样进行化验,再进行分析统计,并对相应的高、中、低产土壤的土壤样品进行有关性质测定和比较,找出它们的差异,从而确定中低产土壤的主要症结所在和改良措施。

根据测定结果及调查,可将高产土壤肥力指标分为生产条件、形态特征、物理性状、化学性状等4个方面。现分述如下。

一、高产土壤的生产条件

土壤的生产条件,是指土壤的灌排设施及状况、土地平整状况、地下水的深度及林网化水平等。据调查,凡高产田块,其灌排沟渠配套,灌、排、降能力强,一般情况下不会发生水旱灾害。高产土壤的地下水位一般较深,根据观测资料统计,高产土壤地下水位出现深度最高为72厘米(淤土),平均出现深度为 106.3 ± 20 厘米,静止水位最高为60厘米(湖黑土),平均为 97.3 ± 22 厘米。

高产土壤的林网化水平都是比较高的,一般是200亩左右有一个林网,做到了沟、渠、路、林配套,农田生态环境较好。但也有少数高产田,如灌南县的淤土地区,农田的林网化水平较低。看来,农田林网化是高产土壤的重要生产条件。

二、高产土壤的形态特征

(一)土体构型 土体构形,即1米深的土体内质地层次排列状况,这是土壤的重要属性。据调查,在高产田块中,通体砂质土的仅1例,占3%;通体壤质的2例,占7%;“下粘上壤”“蒙金型”的3例,占10%;“下砂上粘”的1例,占3%;通体重壤土以上质地的22例,占76%。可见,保水保肥是高产土壤必备的属性。

(二)耕层厚度 据调查(表1),高产土壤的耕层厚度一般在10—23厘米之间,平均为

表 1

淮 阴 市 高 产 土 壤 形 态 特 征

土 壤		n	年产量 (kg/亩)	地下水深度(cm)		耕层厚度 (cm)	水稳性团聚体 (g/kg; 粒径: mm)						
				出 现	静 止		合计	>5	5—2	2—1	1—0.5	0.5—0.25	
全 市		29	748±85	106±20	97±22	14±3	429±160	63±60	59±50	54±50	129±80	123±45	
水 稻 土	合 计	12	792±90	120±25	108±21	14±2	590±175	99±85	100±70	80±45	174±80	121±45	
	渗育水稻土	3	750±109	132±28	125±25	15±4	629±174	122±92	92±41	88±47	197±89	130±46	
	潜育水稻土	8	803±89	118±13	105±16	14±2	547±170	65±46	93±75	75±39	173±59	129±41	
	潜育水稻土	1	825	100	80	11	815	401	178	91	117	28	
湖 潮 土	合 计	13	700±77	110±16	94±16	15±4	257±140	22±15	22±10	28±21	76±64	102±42	
	黄 潮 土	合 计	10	688±79	112±19	98±17	14±4	239±151	24±18	23±24	27±23	82±65	90±43
		沙 土	2	650	125±7	108±4	19±6	151	36	9	11	39	55
		两合土	3	742±101	122±8	106±4	11±1	116±13	38±16	11±1	9±5	37±16	45±24
		淤 土	5	670±66	100±21	88±20	15±2	259±73	11±15	21±17	31±12	86±22	110±21
棕 潮 土		3	742±72	107±6	83±15	15±1	315±119	19±12	17±1	30±9	58±50	142±13	
砂姜黑土		3	758±138	105±15	74±24	12±3	624±129	112±59	68±46	75±26	210±85	156±22	
黄 棕 壤		1	800	100	85	10	147	23	15	22	44	44	

13.9±3.0厘米。其中高产水稻土耕层厚度较低为13.9±2.1厘米,旱作高产土壤耕层较厚,为14.5±3.5厘米。高产土壤中也有耕层很薄的,如高产的两合土、湖黑土、姜黑土、青泥土、黄岗土等,它们的耕层厚度仅10—11厘米,这样的田块,占高产田块数的24%。可见,土壤耕层厚度应在10厘米以上才具备高产土壤的条件。

(三)耕层土壤结构 高产土壤耕层的水稳性团聚体的含量较高。据测定统计,耕层中>0.25毫米水稳性团聚体的含量变化在103(两合土)—815克/千克(青泥土),平均含量达429±160克/千克。其中,旱作高产土壤水稳性团聚体含量较低,最低只有103克/千克,最高为721克/千克(湖黑土),平均只有257±140克/千克,比高产土壤的平均值低40%。而高产水稻土的水稳性团聚体含量是很高的,最低含量也达294克/千克(粘黄土),高的达815克/千克,平均为59±175克/千克,比高产土的平均值高38%,比旱作高产土壤高130%。而有些高产土壤如两合土,其水稳性团聚体总量很低,平均只有116±13克/千克,比高产土壤的平均值低73%,这样的田块占调查的高产田块总数的17%。一般情况下,耕层土壤水稳性团聚体总量,旱作土壤能达150克/千克,水稻土能达350克/千克以上,即具备高产土的基本条件。

三、高产土壤物理性状

(一)颗粒组成

高产土壤<0.01毫米物理性粘粒的含量变化较大,最低仅有130克/千克,属砂壤土;最高含量达730克/千克,属轻粘土;平均含量达493±106克/千克,属重壤土。各种类型的高产土壤,其物理性粘粒的含量都非常接近,为490克/千克左右。但有些高产土壤质地很轻,如高产的沙土,其物理性粘粒的含量平均仅188±57克/千克,属砂壤土,占调查的高产田块总数的19%;而另一些高产土壤的质地却又很粘,如淤土,其物理性粘粒的含量平均高达691±62克/千克,属轻粘土,占调查的高产田块总数33%。可见,高产土壤对耕层土壤物理性粘粒的含量要求不严格,其含量在150—700克/千克范围内,都能成为高产土壤。

高产土壤 <0.001 毫米的粘粒含量变化也较大,最低值仅有60克/千克,最高含量达430克/千克,平均为 293 ± 96 克/千克。不同类型的高产土壤,其粘粒含量差别较大,高产的水稻土粘粒含量最高,平均达 361 ± 69 克/千克,高产的黄潮土平均仅 242 ± 85 克/千克。但有些高产土壤,其粘粒含量是很低的,如高产的沙土,其平均含量仅为 106 ± 54 克/千克,比全市的平均值低187克/千克,这样的田块占调查高产田块总数的19%;而另一些高产土,其粘粒含量则较高,如高产的渗育型水稻土,其平均值达 374 ± 52 克/千克,比全市的平均值高28%,这样的田块占调查高产田总数的39%。可见,粘粒含量在100—400克/千克范围内,都具备成为高产土壤的可能。

(二)容重与孔隙度

高产土壤的容重是比较低的。一般在 $1.23—1.36$ 克/厘米³之间,平均为 1.28 ± 0.18 克/厘米³。其中,高产的砂姜黑土容重稍高,平均为 1.33 ± 0.09 克/厘米³,其次为高产的黄潮土,平均为 1.29 ± 0.14 克/厘米³,高产水稻土容重最低,平均只有 1.25 ± 0.12 克/厘米³,且变异很小,变异系数只有9.6%。但高产黄潮土的耕层土壤容重变化较大,最低为 1.10 克/厘米³,最高为 1.48 克/厘米³(沙土)。可见,只要耕层土壤的容重在 $1.15—1.40$ 克/厘米³之间,都可能成为高产土壤。

高产土壤的耕层孔隙度较高,低者为44%,高者为56%,平均为 $50.9 \pm 6.6\%$ 。其中,高产的水稻土耕层土壤孔隙度最高,平均为 $52.6 \pm 5.1\%$,其次是高产的黄潮土,平均为 $50.2 \pm 7.2\%$,高产的砂姜黑土孔隙度最低,平均为 $49.3 \pm 3.8\%$ 。在这些高产的土壤中,耕层土壤孔隙度也有很低的。如沙土,平均只有 $46.7 \pm 5.2\%$ (表2),这样的田块占调查的高产田块数的20%。可见,只要耕层土壤的孔隙达到45—56%,都具备高产土壤的条件。

表 2 高 产 土 壤 耕 层 物 理 性 状

土 壤 类 型		<0.01 mm 物理性粘粒 (g/kg)		<0.001 mm 粘粒(g/kg)		容 重 (g/cm ³)		总孔隙度 (%)		非毛管孔隙度 (%)		渗透性* (mm/min)	
		n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
合 计		57	493 ± 106	51	293 ± 96	111	1.28 ± 0.18	110	50.9 ± 6.6	78	9.8 ± 6.6	29	0.230 ± 0.276
水 稻 土	合 计	21	508 ± 47	21	361 ± 69	32	1.25 ± 0.12	32	52.6 ± 5.1	23	10.3 ± 5.7	11	0.248 ± 0.291
	渗育水稻土	4	538 ± 41	4	374 ± 52	12	1.23 ± 0.12	12	53.1 ± 5.0	9	4.2 ± 1.7	3	0.223 ± 0.216
	潜育水稻土	17	500 ± 47	17	358 ± 69	20	1.25 ± 0.12	20	52.4 ± 4.2	14	14.3 ± 5.7	8	0.162 ± 0.099
黄 潮 土	合 计	34	484 ± 132	28	242 ± 85	73	1.29 ± 0.14	72	50.2 ± 7.2	52	9.3 ± 7.1	10	0.235 ± 0.244
	沙 土	11	188 ± 57	9	106 ± 54	20	1.36 ± 0.20	20	46.7 ± 5.2	16	9.6 ± 4.3	2	0.625 ± 0.092
	两 合 土	5	464 ± 132	5	225 ± 50	17	1.29 ± 0.09	16	51.7 ± 3.7	11	10.3 ± 7.1	3	0.214 ± 0.247
	淤 土	18	671 ± 62	14	335 ± 85	36	1.25 ± 0.10	36	51.5 ± 3.9	25	8.7 ± 6.9	5	0.202 ± 0.150
砂 姜 黑 土		2	492 ± 12	2	288 ± 7	6	1.33 ± 0.09	6	49.3 ± 3.8	3	14.3 ± 3.8	3	0.193 ± 0.321

* 为亚耕层渗透速度。n为29的包括高产棕潮土3个、青泥土1个、黄岗土1个,都采用室内环刀法测定。

高产土壤的非毛管孔隙度平均只有 $9.8 \pm 6.6\%$,但变异很大,变异系数达67%。其中,高产的砂姜黑土非毛管孔隙度最高,平均为 $14.3 \pm 3.8\%$ 。而高产的水稻土与黄潮土是很接近的,均为9.8%左右。但也有非毛管孔隙度很低的土壤,如渗育型水稻土,其平均值仅为 $4.2 \pm 1.7\%$ 。高产两合土中也有非毛管孔隙度很低的田块,占调查的高产田块数的18%。总之,耕层土壤的非毛管孔隙度以5—16%为宜。

(三)渗透性

高产土壤的渗透速度较低,但变化范围较大。最低的是潞育型水稻土,其渗透速度为 0.162 ± 0.099 毫米/分,最高的是沙土,其渗透速度达 0.625 ± 0.092 毫米/分,二者相差1倍,平均为 0.230 ± 0.276 毫米/分。尽管轮作制度不同,但其渗透速度平均值还是比较接近的,均为0.23毫米/分左右。通常,旱作土壤对渗透性要求很低,而水稻土,则必须具有一定的渗透性。统计结果表明,高产的水稻土的渗透速度稍高于旱作田,应保持在0.10—0.60毫米/分。

四、高产土壤的化学性状

(一)pH值

高产土壤的耕层pH变化在6.5—8.5之间(表3),平均为 7.9 ± 0.6 ,属微碱性的土壤。但高产水稻土皆为中性,其pH值平均为 7.4 ± 0.6 ,而高产的黄潮土及砂姜黑土皆属微碱性的土壤,均在8.0左右,最高也只有8.5。不论是什么类型的土壤,只要耕层土壤的pH保持在6.5—8.5之间,都具备高产土壤的条件。

表 3 淮 阴 市 高 产 土 壤 化 学 性 状

土 壤 类 型		pH (H ₂ O)		有 机 质 (g/kg)		全 氮 (g/kg)		速 效 磷 (mg/kg)		速 效 钾 (mg/kg)		代 换 量 (cmol/kg)	
		n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
合 计		161	7.9 ± 0.6	180	16.0 ± 6.2	169	1.07 ± 0.41	166	8.1 ± 4.5	147	144 ± 45	52	17.6 ± 6.3
水 稻 土	合 计	44	7.4 ± 0.6	47	20.6 ± 8.0	45	1.42 ± 0.50	47	6.8 ± 7.6	47	141 ± 40	11	22.1 ± 9.5
	潞育水稻土	21	7.7 ± 0.6	24	21.8 ± 8.7	24	1.50 ± 0.50	24	6.7 ± 4.0	24	154 ± 46	3	24.0 ± 9.5
	潞育水稻土	23	7.2 ± 0.6	23	19.3 ± 7.2	21	1.23 ± 0.50	23	7.0 ± 4.0	23	128 ± 35	8	21.4 ± 5.4
黄 潮 土	合 计	107	8.1 ± 0.5	123	14.3 ± 4.3	114	0.94 ± 0.29	109	8.8 ± 6.1	90	147 ± 46	31	15.3 ± 3.6
	沙 土	26	8.1 ± 0.5	31	12.3 ± 3.4	30	0.83 ± 0.27	31	10.3 ± 7.1	28	102 ± 27	11	11.5 ± 3.6
	两 合 土	38	8.0 ± 0.5	39	13.2 ± 3.6	37	0.84 ± 0.92	37	7.8 ± 5.3	29	141 ± 45	5	13.6 ± 2.6
	淤 土	45	8.1 ± 0.4	48	16.7 ± 4.4	47	1.10 ± 0.30	41	8.6 ± 6.0	33	189 ± 65	15	19.0 ± 3.6
砂姜黄土		10	7.9 ± 0.3	10	18.5 ± 6.5	10	1.05 ± 0.31	10	6.7 ± 4.1	10	137 ± 31	10	21.0 ± 4.3

(二)有机质和全氮

在淮阴市的土壤中,高产土壤的有机质含量的变化在9.0—30.0克/千克之间,平均为 16.0 ± 6.2 克/千克(表3)。其中,高产水稻土的有机质含量更高一点,含量最低的潞育水稻土也有12.0克/千克。但也有些高产土壤有机质含量较低,如高产的沙土,其平均值只有 12.3 ± 3.4 克/千克。可见,旱作土壤只要耕层土壤的有机质含量能达10.0克/千克以上,水田达15.0克/千克以上,即具备高产土壤条件。

高产土壤的全氮含量也较高(表3),其含量变化在0.5—1.55克/千克之间,平均为 1.07 ± 0.41 克/千克,其中也以高产水稻土的全氮含量较高,平均达 1.42 ± 0.50 克/千克。而高产的黄潮土全氮含量较低,平均仅为 0.94 ± 0.29 克/千克。一般而言,在旱作土壤中,耕层土壤的全氮含量达0.8克/千克以上,水稻土达1.0克/千克以上,都具备高产土壤的条件。

(三)速效磷

高产土壤的速效磷含量较高(表3),其含量范围在3.0—17.0毫克/千克之间,平均达 8.1 ± 6.5 毫克/千克。其中,以高产的旱作黄潮土速效磷含量最高,平均为 8.8 ± 6.1 毫克/千克。但不同的高产田块差异很大。而高产的水稻土和砂姜黑土速效磷稍低,平均为6.7毫克/千克

左右，变异相对较小，但有相当一部分高产土壤的速效磷含量较低，如高产的沙土、两合土、淤土，及高产的水稻土、砂姜黑土等。

(四)速效钾

高产土壤的速效钾含量较高(表3)，其含量范围变化在70—200毫克/千克之间，平均为 144.1 ± 45.2 毫克/千克，其中，高产黄潮土速效钾含量较高，平均为 146.5 ± 45.5 毫克/千克，其次是高产的水稻土 140.9 ± 40 毫克/千克，而高产的砂姜黑土速效钾含量较低。可见，耕层土壤的速效钾含量能达到100毫克/千克以上，即有条件成为高产土壤。

(五)代换量

淮阴市的高产土壤的代换量较低，其变化范围在7—33厘摩/千克土之间，平均值仅为 17.6 ± 6.3 厘摩/千克土。其中，高产水稻土的代换量最高，平均为 22.1 ± 9.5 厘摩/千克土，其次为高产的砂姜黑土，其平均值为 21.0 ± 4.8 厘摩/千克土。高产的黄潮土代换量最低，平均仅为 15.3 ± 3.6 厘摩/千克土。有些高产土壤的代换量很低，如高产沙土，其代换量平均仅有 11.5 ± 3.6 厘摩/千克土，高产的两合土代换量也只有 13.6 ± 2.6 厘摩/千克土。高产土壤的代换量一般应在10—20厘摩/千克土左右。

综上所述，培育高产土壤必须重视两项投入：一是劳动投入，即改善土壤环境，搞好农田水利基本建设，平整好土地，使土壤达到遇旱能灌、遇涝能排、遇渍能降，同时搞好林网化，达到沟、渠、路、林配套，创造良好的生态环境；二是肥料投入，大量增施有机肥，实行秸秆还田，合理增施氮、磷、钾化肥及微量元素肥料，以满足农作物的需要，达到高产。

(上接第238页)

别为56%和1%。看来，秸秆与化肥氮配施时，化肥氮的利用率的降低和残留率提高的幅度不但因化肥氮的施用量而异，而且与肥料的施用方法以及土壤的性质等有关。

我们认为，C/N比较窄的有机肥将显著地降低化肥氮的利用率，提高其残留率。但是它们是以有机肥氮利用率的提高和残留率的降低为代价的。从表2、4、5的结果来看，C/N比较宽的秸秆对化肥氮命运的影响基本上也是如此。就其对土壤氮素储量的影响而言，大致印象是，配合施用的处理对土壤氮素储量的影响基本上相当于化学氮肥及稻草二者单独施用时的影响的总和。但由于本试验中化肥氮和稻草氮的施用量相差悬殊，单施和配合施用的处理未必能作严格对比，这个问题还值得作进一步的研究。

矿质态氮的生物固定量和一些有害物质的积累量，包括各种低分子脂肪酸和芳香酸的积累量随还田秸秆量的增加而增多，在决定秸秆还田量时必须考虑到这一因素。虽然，Wang等^[7]和Kuwatsuka等报道了香豆酸和其他酚酸有抑制早稻、豌豆和甘蔗生长的作用，但本工作中风干稻草用量虽达500公斤和80mg/kg的N，并在移栽后一个月内发现有抑制水稻生长的现象，但并未引起稻谷减产。说明毒害物质的积累未必是一个严重的问题——或者因其尚未达到抑制的剂量；或者由于中稻的生育期较长，作物具有一定的调节能力。(参考文献略)