

淮阴市中低产土壤的特点及其培肥

王克孟 陈凤英 马玉军 姜井军

(江苏省淮阴市土肥站)

中低产土壤,是指常年年亩产粮食低于600公斤的土壤,淮阴市有1291.9万亩,占全市土壤面积的84.5%。泗洪县的中低产土壤面积最大,其次为沭阳、盱眙、宿迁和泗阳等县。

根据影响产量的因素,中低产土壤可分为6大类:

1. 缺素类。其面积最大,达540.2万亩,占全市中低产土壤面积的41%。各县均有分布,其中以沭阳、盱眙、灌南和涟水等县较多,各占该类土壤面积的17%、13%、12%、12%。这类土壤一是缺磷(速效磷 $< 3 \text{ mg/kg}$),二是缺氮(全氮含量 $< 0.05 \text{ g/kg}$),三是缺少微量元素。

2. 砂板瘦类。面积达330.7万亩,占全市中低产土壤面积的26%,除金湖县外,其余各县均有分布,其中以泗阳县面积最大,其次为涟水县、沭阳县,各占该类面积的23%、17%和16%。这类土壤一是质地砂, $> 0.01 \text{ mm}$ 物理性砂粒含量一般 $> 520 \text{ g/kg}$,平均为 826 g/kg ; $< 0.001 \text{ mm}$ 粘粒含量 $< 100 \text{ g/kg}$;二是土壤板结,浸水容重 $> 0.8 \text{ g/cm}^3$,平均达 $0.9 \pm 0.1 \text{ g/cm}^3$,三是缺少氮、磷、钾及微量元素等养分。

3. 障碍层类。面积达314.6万亩,占全市中低产土壤面积的24%。这类土壤一般分布在丘陵上,其中以泗阳县最多,其次为盱眙及沭阳县,分别占该类土壤的45%、25%、12%。这类土壤大多具有紧实粘重的心土层,容重达 $1.52 \pm 0.11 \text{ g/cm}^3$, $< 0.01 \text{ mm}$ 物理性粘粒为 $527 \pm 91 \text{ g/kg}$, $< 0.001 \text{ mm}$ 粘粒为 $359 \pm 50 \text{ g/kg}$,孔隙度只有 $42.9 \pm 3.9\%$ 。

4. 盐碱类。面积为63.4万亩,占全市中低产土壤面积的5%。以淮阴最多,其次为涟水和灌南县,分别占该类的33%、21%和20%。这类土壤一是耕层土壤含盐碱,全盐含量 2 g/kg ,pH达 8.82 ± 0.34 ;二是土壤质地砂, $< 0.01 \text{ mm}$ 物理性粘粒平均达 769 g/kg , $< 0.001 \text{ mm}$ 粘粒仅 107 g/kg ,三是缺少氮、磷、钾及微量元素等养分。

5. 水湿粘类。面积较小,仅34.9万亩,占全市中低产土壤面积的3%左右。其中以沭阳面积最大,占41%,其次为泗洪县,占17%。这类土壤地势低洼,土壤质地粘重,水、洪、渍灾害经常发生。

6. 土层薄类。全市只有8万亩,占全市中低产土壤面积的0.6%。以盱眙县面积较大,占该类的84%。这类土壤土层很薄,一般不到100cm,其下即为母岩,水土流失严重。

一、中低产土壤的特点

淮阴市不同类型的中低产土壤产量平均为 $436 \pm 125 \text{ 公斤/亩}$,比高产土壤(744.3 公斤/亩)低41%(表1)。中低产土壤与高产土壤相比,在以下几方面表现较差。

(一)环境条件方面

首先,灌排条件差。大部分中低产土壤无灌溉条件,少部分中低产土壤缺少排水条件,

或排水条件很差,使农作物遇旱不能灌,遇涝不能排,土壤的潜在肥力得不到发挥,致使农作物不能正常生长发育而产量很低。

其次,水土流失严重。处于丘陵地区的障碍层类、土层薄类等中低产土壤尤为突出。据有关部门测定,障碍层类土壤每年水土流失模数为 $3242\text{t}/\text{km}^2$,年侵蚀深度为 2.16mm ,土层薄类为 $4500\text{t}/\text{km}^2$,年侵蚀度为 3mm ,平均每年每平方公里随土流失的有机质达 48.6t 、氮 5t 、 P_2O_5 2.3kg 以及 K_2O 91.5kg 。其他中低产土壤也有类似的情况。只是数量较低。

第三,地下水位较深。除水湿粘类外,其他类地下水位均较深,平均深度达 $175\pm 110\text{cm}$ (表1),明显地低于高产土壤。地下水位深,使补给与协调作物生长所需水分的能力差,因此使农作物长势差而产量低。

表1 高、中低产土壤产量、地下水位和耕层厚度

土 壤	产 量 (公斤/亩·年)	地下水位(cm)		耕层厚度 (cm)		
		出现	静止			
		n	$\bar{x}\pm s$		$\bar{x}\pm s$	$\bar{x}\pm s$
高产土	平 均	29	747.5 ± 85	106.3 ± 20	97 ± 22	13.9 ± 3.0
	水 稻 土	12	791.7 ± 90	120 ± 25	107.6 ± 21	13.9 ± 2.1
	旱 作 土	17	710.9 ± 88.5	120.2 ± 16.0	90.2 ± 16.0	13.8 ± 3.5
中低产土壤	平 均	39	436 ± 125	175 ± 110.3	150 ± 90	17.6 ± 6.5
	缺 素 类	14	490 ± 90	122.7 ± 60.6	106.6 ± 45	20 ± 5.0
	砂板瘦类	4	312.5 ± 6.3	185 ± 83	160 ± 44	20 ± 2
	障碍层类	9	402 ± 100	266 ± 98	230 ± 70	15.5 ± 5.0
	盐 碱 类	7	492 ± 163	128 ± 34	113.7 ± 25	15.4 ± 3.3
	水湿粘类	3	408 ± 6.3	78.3 ± 17.6	53.3 ± 3.6	10.7 ± 1.2
	土层薄类	2	450	325 ± 177	271 ± 176	27.5 ± 10.6

(二)物理性状方面

1. 水稳性团聚体:中低产土壤耕层的 $>0.25\text{mm}$ 水稳性团聚体含量,平均为 $367\pm 260\text{g}/\text{kg}$,比高产土壤的平均值低 11.5% ,差异较明显(表2)。其中,盐碱类和砂板瘦类分别比高产旱作土低 58% 和 58% ,差异极为显著,这可能是造成这2类土壤低产的原因之一。但其他中低产土壤的耕层水稳性团聚体含量,有的比高产土壤的高,有的无显著差异,因而并不成为影响其产量的因素。

2. 机械组成:中低产土壤的机械组成复杂,变化较大。 $<0.01\text{mm}$ 物理性粘粒的含量平均为 $446\pm 120\text{g}/\text{kg}$,比高产土壤的平均值 $493\text{g}/\text{kg}$ 低 9.5% ,差异较明显; $<0.001\text{mm}$ 粘粒的含量,中低产土壤平均为 $201\pm 105\text{g}/\text{kg}$,比高产土壤的平均值 $293\text{g}/\text{kg}$ 低 31% ,差异极为显著(表2)。其中,砂板瘦类与盐碱类的含量比高产土壤(旱作)的低 50% 以上。因此,这可能是影响其低产的因素之一。其他中低产土壤的物理性粘粒或粘粒含量,都接近或高于高产土壤的含量,所以不是影响它们产量的因素。

3. 容重:中低产土壤耕层容重较高,平均为 $1.33\pm 0.14\text{g}/\text{cm}^3$,比高产土壤的平均值 $1.28\text{g}/\text{cm}^3$ 高 3.9% ,差异不太明显。但除水湿粘、土层薄类的容重接近或稍低于高产土壤外,其余中低产土壤的容重均高于高产土壤,这样的田块占调查总数的 96% (表2)。因而,中低产土壤的容重虽不是限制作物高产的主要原因,但对农作物的生长发育有一定的影响。

4. 孔隙度:中低产土壤的总孔隙度平均值为 $49.8\pm 6.5\%$,比高产土壤的平均值低 2.2% ,差异不大(表2)。所以,总孔隙度的高低,不致影响中低产土壤产量的提高。但非毛

管孔隙度差异较大,中低产土壤的平均值为 $12.3 \pm 10.5\%$,比高产土壤的平均值高 25.5% ,差异极为显著,除水湿粘类土壤以外,其它类型的中低产土壤的非毛管孔隙度全部高于高产土壤,非毛管孔隙度过高,也可能是中低产土壤低产的原因之一。

5. 渗透性:中低产土壤渗透性总的来说是比较高的,其平均值达 $1.06 \pm 2.55\text{mm/分}$,比高产土壤的平均值 $0.230 \pm 0.278\text{mm/分}$ 高 2.6 倍,看来这是中低产土壤低产的一个原因。大致分两种情况,一是渗透性高,如中低产土壤中的缺素类、砂板瘦类、盐碱类、土层薄类,其渗透速度普遍高于高产土壤的 2.5 倍以上,故这类土壤漏水、漏肥,其潜在肥力很低,从而影响农作物的产量。另一是渗透速度低,如障碍层类、水湿粘类,前者渗透速度比高产土低 35% ,后者低 84% ,差异均极为显著,土体内多余的水不能及时排掉,造成囊水包浆,影响土壤肥力的发挥,农作物不能正常发育而产量低下。

(三)化学性状方面

1. pH:中低产土壤的pH值平均为 8.08 ± 0.60 ,比高产土壤的高 2.3% ,而和高产的旱作土壤pH平均值基本相同,可见大部分中低产土壤的pH值和高产土壤没有明显差异,但盐碱类中低产土壤的pH平均值高达 8.8 ± 0.34 (表3),比高产土壤平均值高 12% ,比高产旱作土壤也高 9% ,可见盐碱类土壤含有盐碱,是影响其作物生产及产量的主要因素。

2. 有机质:中低产土壤的有机质含量较低(表3),各类型中低产土壤平均有机质含量仅为 $10.7 \pm 8.2\text{g/kg}$,比高产土壤的平均值低 33% ,差异极为显著,象这样的田块,占调查的中低产土壤田块数的 96% ,可见绝大部分土壤有机质含量很低。在施肥水平较低的情况下,必然成为限制作物生长的因素。但也有些中低产土壤,如水湿粘类、土层薄类,其有机质含量较高(表3),但由于水湿粘类土体水分过多,土层薄类土壤水分又较少,都限制了土壤潜在肥力的发挥故其作物产量仍较低。

3. 全氮:中低产土壤的全氮含量较低,其平均含量仅为 $0.75 \pm 0.60\text{g/kg}$ (表3),比高产土壤的平均值低 30% ,差异显著。其中砂板瘦类的含量最低,比高产土壤的平均值 1.07g/kg 低 50% 左右。水湿粘类的全氮含量虽比高产土壤高 51% ,但由于土体水分过多而难以被作物利用。故总的说来,中低产土壤的全氮较低,是其限制作物生长发育的因素之一。

4. 速效磷:中低产土壤的速效磷含量较低(表3),平均只有 $4.6 \pm 1.5\text{mg/kg}$,比高产土壤的平均值低 44% ,差异极为显著。再者,所有类型的中低产土壤,其速效磷平均值均低于高产土壤(表3),可见,速效磷含量较低,应是中低产土壤限制作物生长的因素之一。

5. 速效钾:中低产土壤速效钾的含量比较高(表3),平均含量达 $126.6 \pm 75\text{mg/kg}$,比高产土壤的平均值仅低 12% ,差异也较显著。但较中低产土壤其它养分含量与高产土壤的差异明显的小,除砂板瘦、盐碱类速效钾含量较低以外,其它类型的中低产土壤速效钾含量均大于 100mg/kg 。就目前淮阴市大部分中低产土壤来说,其速效钾的含量不影响农作物的生长。但长期不补充钾肥,则会使土壤速效钾含量逐年下降,最终成为限制作物生长的因素。目前,淮阴市飞砂土、沙土等质地轻的土壤上种植的棉花明显缺钾,严重限制了棉花的生产。

6. 代换量:中低产土壤的代换量较低(表3),平均为 $15.4 \pm 7.5\text{cmol/kg}$,比高产土壤的平均值低 13% ,差量较显著,但与高产旱作土壤相比,仅差 7% ,但砂板瘦类、盐碱类只有 8cmol/kg ,与高产土壤相差 50% 以上,影响到土壤的肥力;对其它大部分中低产土壤则影响不大。

表2 高、中低产土壤的物理性状

土壤	<0.01mm:粘粒 (g/kg)		<0.001mm:粘粒 (g/kg)		>0.25mm:水稳性团聚体(g/kg)		容重 (g/cm ³)		总孔隙度 (%)		非毛管孔隙度 (%)		渗透性 (mm/min)		浸水容量 (g/cm ³)	
	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	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
高平	57	493±106	51	293±96	29	429±160	111	1.28±0.18	110	50.9±6.6	78	9.8±6.6	29	0.230±0.276		
产水稻土	21	508±47	21	361±69	12	590±180	32	1.25±0.12	32	52.6±5.1	23	10.3±5.7	12	0.248±0.291		
土旱作土	36	485±132	30	245±85	17	315±40	79	1.29±0.20	78	50.1±4.2	55	9.6±7.1	17	0.225±0.244		
平	971	446±120	954	201±105	39	367±260	1715	1.33±0.14	1676	49.8±6.5	599	12.3±10.5	43	1.055±2.55	390	0.76±0.13
中	647	506±130	647	207±110	14	442±250	1103	1.32±0.13	1049	50.1±4.9	375	11.4±7.3	17	1.014±1.69	253	0.73±0.13
红砂板硬类	115	174±56	115	69±46	4	131±29	161	1.34±0.16	148	49.1±4.7	82	13.7±5.3	6	1.69±1.06	47	0.90±0.10
产障碍层类	101	435±96	101	274±69	9	408±160	360	1.36±0.08	375	48.7±3.5	50	11.9±5.7	11	0.15±0.12	58	0.75±0.13
土盐碱类	53	226±87	33	88±34	7	100±40	28	1.31±0.09	37	50.7±2.9	43	17.4±7.0	6	2.54±5.7	19	0.96±0.29
壤水湿精类	31	650±94	31	103±83	3	707±15	39	1.22±0.17	39	52.1±5.6	27	8.5±5.2	3	0.038±0.159	13	0.70±0.11
土层薄类	19	159±105	19	263±96	2	722±64	24	1.27±0.25	28	52.2±8.0	22	17.6±11.0	5	1.25±0.90		

表3 高、中低产土壤化学性状

土壤	pH		有机质(g/kg)		全氮(g/kg)		速效P (mg/kg)		速效K (mg/kg)		缓效K (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	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
高平	161	7.9±0.60	180	16.0±6.2	169	1.07±0.41	166	8.1±4.5	147	144.1±45.2			52	17.59±6.28
产水稻土	44	7.40±0.60	47	20.6±8.0	45	1.42±0.50	47	6.8±4.6	47	140.9±40			11	22.1±9.5
土旱作土	117	8.08±0.51	133	14.6±5.3	124	0.95±0.31	119	8.6±3.1	100	145.6±65			41	16.71±3.7
平	1337	8.03±0.60	3673	10.7±8.2	3650	0.75±0.60	3621	4.6±1.5	371	126.6±75	801	645±239	783	15.40±7.50
中	786	8.13±0.45	1623	10.7±4.6	1613	0.73±0.23	1561	4.8±4.1	1563	136.9±80	457	713.5±360	397	15.75±3.37
低	203	8.48±0.63	561	7.2±3.6	561	0.54±0.20	555	4.7±3.9	541	89.9±53.9	125	626±220	94	7.45±3.27
产障碍层类	178	7.61±0.95	1309	11.9±4.4	1306	0.84±0.27	1306	4.2±3.3	646	133.1±42.5	146	493±223	144	11.49±6.11
土盐碱类	31	8.84±0.34	34	7.5±2.6	74	0.73±0.14	74	5.1±4.2	67	71.0±36.8	54	569±277	24	8.0±3.7
壤水湿精类	40	7.64±0.69	63	24.8±21.7	13	1.65±1.02	62	5.3±2.8	63	163±46.8	19	634±182	53	27.6±7.1
土层薄类	78	7.14±0.48	78	18.7±3.0	78	0.87±0.76	63	5.5±3.7	31	110.3±25			31	21.48±5.65

二、中低产土壤的改良与培肥

改良低产土，培肥中产土，建设吨粮田，是一项艰巨的工作。在改造低产田方面，首先改良需资较少的砂板瘦、盐碱类及水湿粘类土壤，然后改良需投资较多的丘陵地区障碍层类及土层薄类土壤。培肥中产田方面，首先培肥水稻土，水稻土是淮阴市高产土壤，水利配套土壤肥力高，只要科学施肥，即可能培育成吨粮田。然后再培肥平原地区其它土壤，如砂姜黑土、潮土等，这些地方土壤水利已基本解决，主要是土壤养分含量低而限制了作物高产只要坚持合理施肥，即可培肥土壤。改土培肥的技术措施，主要有以下几个方面。

1. 加强农田基本建设，改善灌排条件。一是扩大高亢丘陵地区的水浇地面积，搞好丘陵岗地区引水工程，增加蓄水能力；同时搞好农田水利基本建设，平整土地，均匀灌水。二是增强低洼地区的排涝能力，增加机电排灌设备和建筑配套工程。三是搞好灌区的改造，变大灌区为小灌区，充分挖掘水资源的潜力，充分利用雨水、灌溉水和地下水，增加梯级控制，节约用水，以扩大灌溉面积。

2. 增加肥料投入。一是合理的增加化肥的投入，以补充土壤的速效养分。目前，中低产土壤每年每亩耕地化肥实物施用量在60公斤左右，折算每年每亩施用有效成分10公斤左右，这样的施肥量不能满足农作物生长的需要，这是其低产的重要原因之一，故应增加无机肥的投入，以增施氮肥为主，氮、磷结合，使氮、磷、钾有效成分年施用量逐步提高到每亩30公斤以上，同时注意增施微量元素肥料。二是大力增施土杂肥，主要应提高土杂肥的质量，稳定施用数量，使土杂肥有机质含量逐步提高到100g/kg以上，每亩施用量在1000公斤左右。三是秸秆还田，最好是过腹还田，以提高还田效果。

3. 合理轮作。根据土壤本身的性状，采取合理的轮作制度。对于水湿粘、盐碱类以及砂板瘦类土壤，应采取水旱轮作，既充分利用了水湿粘土壤水多的特点，又利于盐碱土的洗盐淋碱，又可以防止砂板瘦土壤的次生盐碱化，利于改土培肥，促进作物高产。对于障碍层类土壤，地势比较低平而又有水源条件的，也应实行水旱轮作，对于高亢丘陵，以及土层薄类土壤，则宜发展旱作农业，实行麦花生、麦玉米、麦山芋、麦豆等轮作，发展水浇农业，进行节水栽培，夺取高产。

4. 改革耕作制度，提高复种指数。没有充分利用光、热、水、土壤资源，复种指数低也是中低产土壤低产的原因之一。所以应在充分施足肥料的基础上，大力改革耕作制度，提高复种指数，变一年一熟或两年三熟为一年两熟，把复种指数逐步提高到200%以上，以充分利用光、热、水、土资源，提高农作物产量。

5. 植树种草，促进生态平衡，防止水土流失。中低产土壤的生态不平衡，尤其是土壤水的支出大于收入，不利于发挥土壤的潜在肥力，这与该地林木覆盖率较低有密切的关系，如泗洪等地障碍层土壤，林木覆盖率还不到5%，秃路、秃岗、秃岭、秃村庄。生态环境不良难以获得高产，故在中低产地区，应搞好植树造林和种草工作。首先搞好农田林网化，150—200亩地一个林网，实行沟、渠、路、林配套，在乔木下栽灌木，灌木下种草，使荒山秃岭披上绿树盛装。其次，搞好村庄植树为主的四旁植树，大力鼓励个人植树。为改土培肥夺高产创造良好的生态环境。