

丹阳市土壤肥力演变趋势及原因分析

谢金学¹ 张炳生² 谭荷芳¹ 周培华¹

(1. 江苏省丹阳市土肥站 丹阳 212300; 2. 丹阳市里庄镇农技推广站)

摘 要 本文对 15 年来丹阳市土壤肥力变化趋势及原因进行了分析,认为土壤有机质、速效 P 呈上升趋势,速效 K、基础地力产量呈下降趋势,不同土壤类型养分变化不尽一致;秸秆还田是维持和提高土壤有机质的重要措施;化学肥料的大量使用是土壤 N 素、P 素水平提高的重要原因,土壤 K 素匮乏是农作物产量进一步提高的主要障碍。

关键词 土壤肥力;演变趋势;原因分析

丹阳市地处长江下游南岸,为太湖平原、宁镇丘陵、沿江圩区 3 大农业区的交接地带,土壤发于长江冲积物、湖积物、下蜀系黄土,主要土壤类型为水稻土(95.2%),另有黄棕壤、石灰岩土、潮土共 4 个土类、10 个土属、30 个土种。为了解土壤肥力动态变化情况,从第 2 次土壤普查开始对土壤肥力进行了跟踪调查,现将结果报道如下:

1 土壤肥力监测的基本方法

1.1 定位监测

固定某一田块,设常规施肥区、长期无肥区 2 个处理,1988 年开始增设当季无肥区。全市先后建立定位监测点 13 个,分布于各农业区,其中监测 15 年以上点 1 个、10 年以上点 1 个、5 年以上点 5 个。

1.2 土壤普查复查点监测

在原土壤普查(1983 年)农化样采样点上,定期或不定期重新采集耕层土样分析化验土壤养分。

1.3 试验监测

通过有关试验,进一步监测基础地力产量以及有关施肥参数。

1.4 肥情调查

按生产季节每年分夏、秋两季对全市肥料施用情况、产量结构进行调查,以掌握大面积肥料投入与产出情况。

2 土壤肥力演变趋势

2.1 有机质、全 N

全市土壤有机质、全 N 含量呈上升趋势。据农化样监测(表 1):有机质 1999 年比 1991 年增 11.82%,年递增 1.41%;1991 年比 1983 年增 7.07%,年递增 0.86%。全 N 的增加幅度超过有机质,1991 年比 1983 年增加 17.33%,年递增 2.02%。各农业区中,以孟河平原区有机质增加最多,1983~1999 年 16 年增加 22.96%,年递增 1.34%;沿江圩区有机质持平略减。全 N 含量以沿江圩区增加最多,1983~1991 年 8 年增加 25.04%。

表 1 有机质、全 N 变化情况 (g/kg)

地区	1983 年			1991 年			1999 年	
	样点数	有机质	全 N	样点数	有机质	全 N	样点数	有机质
全市	79	18.80	1.200	59	20.13	1.408	71	22.51
孟河	26	17.90	1.130	19	20.05	1.336	22	22.01
沿江	10	23.90	1.310	7	22.33	1.638	9	23.62
洮隔	28	19.30	1.250	22	21.16	1.461	26	22.89
丘陵	15	17.70	1.190	11	18.16	1.324	14	21.27

另据定位监测点资料：常规施肥区土壤有机质总体呈上升趋势，如里庄刚黄泥土 1999 年耕层有机质为 21.67g/kg，比 1985 年增 3.2g/kg，增 17.3%，年增 1.15%；云林灰沙土 1993 年有机质 22.41g/kg，比 1984 年增 8.16%，年增 0.88%；新桥油沙土、吕城灰沙土有机质持平略减。无肥区有机质、全 N 均呈下降趋势，5 个点 7 年平均分别下降 4.5%、15.6%。

2.2 全 P、速效 P

全 P 含量基本持平，速效 P 含量增加。1991~1999 年 8 年速效含量增加 2.9mg/kg，增 41.4%。各农业区中，以沿江圩区速效 P 增加最快，其次为孟河平原区，见表 2。

表 2 速效 P、速效 K、缓效 K 变化情况 (mg/kg)

地区	1983 年				1991 年				1995 年				1999 年		
	样点数	速 P	速 K	缓 K	样点数	速 P	速 K	缓 K	样点数	速 P	速 K	缓 K	样点数	速 P	速 K
全市	79	6.0	75	439	59	7.0	73	381	79	9.6	63	346	71	9.9	69
孟河	26	4.8	56	297	19	4.3	50	269	26	8.0	45	242	22	9.2	49
沿江	10	4.0	102	376	7	5.6	80	479	10	8.8	66	361	9	8.3	72
洮隔	28	6.9	80	425	22	8.3	83	381	28	10.4	71	360	26	10.4	82
丘陵	15	7.2	79	561	11	8.2	76	443	15	10.8	73	441	14	13.5	83

定位监测结果：常规施肥区，速效 P 含量有升有降，里庄、新桥两点上升，云林、导墅两点降低，吕城、大泊两点基本持平；无肥区速效 P 下降迅速，7 年下降 71.4%。

2.3 速效 K、缓效 K

速效 K 含量变化有明显的阶段性，总体仍是下降。1983~1991 年持平略减；1991~1995 年急剧下降，短短 4 年下降 10mg/kg；1995~1999 年有所回升（表 2）；尤其是原来富 K 的沿江圩区速效 K 下降速度非常惊人，1995~1999 年 4 年下降 14mg/kg。各农业区速效 K 含量均呈这种阶段性变化规律。各农业区土壤缓效 K 均有明显的下降趋势，全市从 1983 年的 439mg/kg 骤降到 1995 年的 346mg/kg，12 年下降 93mg/kg，年均下降近 8mg/kg。

另据里庄、导墅、云林、新桥、吕城等定位监测点资料，常规施肥区速效 K 含量 7 年下降 13.6mg/kg，年均下降 2mg/kg，其中沿江圩区的新桥点下降 22mg/kg，年均下降 3mg/kg；孟河平原的云林、吕城点下降速度也非常快；洮隔平原的里庄、导墅持平略减。无肥区速效 K 7 年下降 20mg/kg。

2.4 基础地力产量

基础地力产量是评价土壤肥力高低的综合指标，一般以当季无肥区的土壤产出能力来

表示,为了便于比较常用基地率(即基础地力产量占农作物常规施肥区产量的百分率)来代表土壤基础地力的高低。定位监测结果(表3)表明,丹阳市的土壤基础地力呈逐年下降的趋势,基地率15年内下降了15.1个百分点。

表3 土壤基础地力产量及基地率变化情况

作物	基础地力产量 (kg/hm ²)				基地率 (%)			
	1980~1984年	1985~1989年	1990~1994年	1995~1999年	1980~1984年	1985~1998年	1990~1999年	1995~1999年
小麦	2295	2260.5	1683	1710	61.1	45.7	37.9	40.6
水稻	5805	815.5	5271	5271	73.6	66.2	65.3	61.3
合计	8100	8076	6954	6981	69.6	59.1	55.6	54.5

3 土壤肥力变化的原因分析

3.1 秸秆还田与作物根茬对保持和提高土壤有机质起决定性作用

秸秆还田对于提高土壤有机质含量具有决定性作用。据本站试验^[1],每100kg稻草(或麦草)入土1年后,可以生成30kg左右有机质。有机质年矿化率4%^[2],按全市历年土壤有机质平均测定值20.34g/kg计算,年矿化量为1830kg/hm²,也即每年还田6000kg/hm²秸秆就能维持有机质的平衡。一般每生产100kg籽粒产量,根茬(割高10cm)残留量约为55kg左右;1983~1999年全市稻麦平均产量为11568kg/hm²,其根茬残留量为6360kg,仅此就能维持有机质的平衡,再加上每年秸秆还田1650kg,这样就有2010kg秸秆用于提高有机质含量,理论上每年平均可提高0.27g/kg,和实际值基本接近。

3.2 化肥投入量增加是土壤全N、速效P上升的主要原因

长期施用化肥,尤其是N肥可以提高土壤中全N及有效N含量^[3];长期施用P肥,能显著提高全P及有效P含量^[3]。据统计:全市“九五”期间每公顷耕地年平均化肥投入总量(折纯,下同)为718.5kg,比“八五”、“七五”、“六五”期间分别增加1.20、1.67、2.09

表4 植株养分含量表(g/kg)

试验年限	水稻						经济系数	小麦						经济系数
	茎秆			籽粒				茎秆			籽粒			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1984~1990	7.765	1.988	17.171	12.621	5.882	2.802		4.950	1.004	8.500	19.546	7.787	4.070	
1991~1999	7.675	2.262	17.420	13.065	4.858	3.619	5.349	3.398	0.962	10.303	20.000	7.689	4.217	
平均	7.720	2.125	17.296	12.843	5.370	3.211		4.174	0.983	9.402	19.773	7.738	4.144	4.669

表5 年投入产出表(kg/hm²)

年限	产量				吸收量			投入量*			盈亏(+、-)		
	水稻		小麦		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	茎秆	籽粒	茎秆	籽粒									
1984~1990	6769.5	7785	4179	3660	243	91.5	189	528	120	199.5	+285	+28.5	+10.5
1991~1999	7305	8401.5	4459.5	3906	259.5	91.5	220.5	625.5	171	253.5	+366	+79.5	+33
1996~1999	7758	8922	4494	3936	270	96	231	639	193.5	273	+369	+97.5	+42
1984~1999	6115.5	8119.5	4332	3793.5	252	91.5	204	564	139.5	219	+312	+48	+15

* 投入量中含有有机养分

(下转第155页)

- 3 吕家珑, 张一平, 张君常等. 土壤磷素运移研究. 土壤学报, 1999, 36(1): 75~82
- 4 程传敏, 曹翠玉. 干湿交替过程中石灰性土壤磷吸附和解吸的变化. 土壤肥料, 1994, 1: 12~16
- 5 David A. Richard. Review of phosphorus acid and its salts as fertilizer materials. Journal of Plant Nutrition, 2000, 23(2): 161~180
- 6 陈国潮. 土壤固定态磷的微生物转化和利用研究. 土壤通报, 2001, 32(2): 80~83
- 7 沈仁芳, 蒋柏藩. 石灰性土壤无机磷的形态分布及其有效性. 土壤学报, 1992, 9(1): 80~85
- 8 顾益初, 李阿荣等. 不同磷源在石灰性土壤中的供磷能力. 土壤, 1991, 22(5): 296~301
- 9 王光火, Syers, J. K. 石灰性土壤与磷源的反应及吸持态的同位素交换. 土壤学报, 1993, 30(4): 374~379
- 10 王永和, 蒋仁成等. 石灰性土壤有机无机肥配施对土壤供磷的影响. 南京农业大学学报, 1993, 16(4): 36~42
- 11 陈欣, 宇万太等. 磷肥低量施用制度下土壤磷库的发展变化. 土壤有效磷及无机磷组成. 土壤学报, 1997, 34(1): 81~88
- 12 鲁如坤, 时正元等. 土壤积累态磷研究. 几种典型土壤中积累态磷的形态特征及其有效性, 土壤, 1997, 2: 57~60
- 13 南京农业大学主编. 土壤农化分析, 北京: 农业出版社, 1981

(上接第 151 页)

倍。另据本站肥情调查:1991~1999 平均每年(稻麦两熟)N 肥投入量 $501\text{kg}/\text{hm}^2$, 比 1984~1990 年平均增加 1.38 倍; P_2O_5 1991~1999 年平均投入 $87\text{kg}/\text{hm}^2$, 比 1984~1990 年增加 2 倍。根据产量水平以及有关试验求得的植株养分含量(表 4)计算得知。N 肥的投入量远大于吸收, 一方面使土壤、籽粒 N 素含量提高(表 5), 另一方面会造成 N 素的大量损失和引起较严重的环境污染; 同样 P_2O_5 的投入(尤其是 1991 年以后)也超过了吸收, 土壤 P 素水平提高。

3.3 投入与产出不平衡是导致土壤 K 素难以提高的根本原因

据王柏英、徐菊芳等研究^[1]: K 肥的投入量大于吸收量的 1.2 倍时, 土壤 K 素才有积累。由表 5 可见, 1984~1999 年 K 肥投入量是吸收量的 1.1 倍, 故总体上土壤速效 K 呈下降趋势; 1996~1999 年投入量是吸收量的近 1.2 倍, 这段时间土壤速效 K 含量有所提高。

另据定位试验, 连续 3 年免少耕(稻麦双免)耕层 0~7cm 土壤速效 K 含量比常规耕作(稻耕麦免)下降 2.7%、7~14cm 下降 10.4%, 这可能是土壤速效 K 含量下降的又一原因。由于免少耕, 土壤得不到冬耕晒垡, 不利于土壤缓效 K 的释放。

参 考 文 献

- 1 王柏英, 徐菊芳等. 丘陵低产黄刚土有机质和磷钾养分平衡研究. 江苏农业研究, 2000, 21(1): 48~51.
- 2 王伯华. 秸秆直接还田作用的探讨. 土壤, 1984, 16(5): 183~184.
- 3 史吉平, 张夫道, 林葆. 长期施用氮磷钾化肥和有机肥对土壤氮 PK 养分的影响. 土壤肥料, 1998, (1): 7~10.