

83-88

第28卷 第6期
2000年12月西北农业大学学报
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol. 28 No. 6
Dec. 2000

[文章编号] 1000-2782(2000)06-0083-06

泾惠灌区土壤养分状况研究

党银侠¹, 王增信¹, 梁理民¹, 李生秀², 徐福利², 周建斌²

(1 西北农林科技大学 农学院棉花所; 2 资环学院, 陕西 杨陵 农科院校区 712100)

[摘要] 分别测定了泾惠灌区 0~20 cm、20~50 cm 土层 36 个作物种植点的土壤有机质、全氮、全磷含量, 18 个作物种植点的速效养分含量。结果表明, 泾惠灌区 0~20 cm、20~50 cm 土层中有机质、全氮、全磷含量分别为 10.62 ± 0.36 , 6.03 ± 0.06 ; 0.90 ± 0.02 , 0.60 ± 0.03 和 1.74 ± 0.10 , 1.58 ± 1.45 g/kg。全磷含量较高, 有机质、全氮含量较低。速效养分的供应状况为 $K > P > N$, 约 80% 的土壤出现潜在性缺钾, 83% 的土壤速效磷含量较低或缺乏, 88% 的土壤速效氮较低或缺乏。对应该研究, 应用聚类分析得出了高、中、低土壤肥力类型, 有机质、全氮、全磷、速效钾含量范围分别为: ≥ 12 , ≥ 1.0 , ≥ 2.0 g/kg 和 ≥ 150 $\mu\text{g/g}$; $10 \sim 12$, $0.8 \sim 1.0$, $1.5 \sim 2.0$ g/kg 和 $120 \sim 150$ $\mu\text{g/g}$; ≤ 10 , ≤ 0.8 , ≤ 1.5 g/kg 和 ≤ 120 $\mu\text{g/g}$ 。

[关键词] 泾惠灌区; 作物种植区; 土壤养分; 肥力划分

土壤肥力类型 陕西

[中图分类号] S158.3 **[文献标识码]** A

泾惠灌区是陕西省粮食主产区之一, 也是最大的蔬菜生产基地。该区农业生产条件优越, 有着得天独厚的渠井灌双保险, 孕育着巨大的增产潜力。同时是陕西省粮食生产“吨粮田”项目的实施地区之一, 弄清该区的土壤养分状况对本地区农业生产的持续发展有重要指导意义。

1 材料和方法

1.1 土样采集

采土于 1996 年秋季进行。分别在泾惠灌区的三县——泾阳、三原、高陵按照一个自然乡镇选取一个代表性的作物种植点(除自然环境极相似剔除 4 个外), 共采土样 36 个, 用于有机质、全氮、全磷测定, 每相临两点选一个点共 18 个土样作速效养分分析。取土深度为 0~20 cm、20~50 cm, 土样采集选用对角线法。前茬为玉米、棉花、蔬菜及少量其他作物, 所占比例分别为总采样点的 42%, 30%, 22% 和 6%。

1.2 分析方法

土壤有机质采用重铬酸钾容量法, 全氮用开氏法, 全磷用钼锑抗比色法, 铵态氮用扩散法, 硝态氮用酚二磺酸比色法, 有效磷用 0.5 mol/L NaHCO_3 浸提(Olsen)法, 速效钾用四苯硼钠比色法^[1]。

[收稿日期] 2000-08-29

[基金项目] 国家九五攻关资助项目(96-004-04-05); 杨陵基金资助项目

[作者简介] 党银侠(1962—), 女, 助研。

2 结果与讨论

2.1 泾惠灌区全量养分含量

2.1.1 土壤有机质含量 土壤有机质是土壤中多种营养元素特别是氮、磷的重要来源,其含量的高低直接影响土壤的理化性状和对水、肥、气、热四大肥力因素的协调能力。国内外的生产和实践都表明,高产田块土壤有机质含量一般都在 20 g/kg 以上^[2~4]。

由表 1 可见,0~20 cm 土层中有机质含量为 8.4~13.6 g/kg,平均为(10.62±0.36) g/kg,按照农田土壤有机质丰缺指标^[5,6],有机质含量>12.5 g/kg 的中上等肥力土壤和 10~12.5 g/kg(含 10 g/kg)的中下等肥力土壤各为 4 个,都占总调查点数的 11.11%,<10.0 g/kg 的 28 个,占总调查点数的 77.8%;20~50 cm 土层,有机质含量为 5.4~7.8 g/kg,平均为(6.03±0.06) g/kg。依照农田土壤有机质丰缺指标^[5,6],灌区 0~20 cm 土层有近 78% 的土壤有机质较低,20~50 cm 土层土壤有机质含量皆在低肥力有机质指标(<10.0 g/kg)以下。因此,泾惠灌区土壤有退化危险。

表 1 泾惠灌区土壤有机质、全氮、全磷含量

地点	样本数	土层/ cm	g·kg ⁻¹								
			有机质			全氮			全磷		
			范围	标准差	平均值	范围	标准差	平均值	范围	标准差	平均值
泾阳	12	0~20	9.3~11.0	0.80	10.25	0.60~1.13	0.16	0.92	1.39~1.95	0.2	1.70
		20~50	5.4~7.8	0.81	6.08	0.49~0.8	0.16	0.53	1.15~1.78	0.02	1.43
三原	14	0~20	8.4~11.4	1.50	10.5	0.68~0.92	0.13	0.89	1.13~2.00	0.3	1.70
		20~50	5.5~7.2	0.96	6.04	0.25~1.14	0.12	0.60	1.35~1.86	0.2	1.54
高陵	10	0~20	9.7~13.6	1.54	11.10	0.84~1.14	0.14	0.89	1.38~2.28	0.3	1.82
		20~50	5.9~6.5	0.52	5.96	0.37~0.46	0.08	0.47	1.08~2.23	0.5	1.78
总计	36	0~20	8.4~13.6	0.36	10.62	0.60~1.14	0.01	0.90	1.13~2.28	0.5	1.74
		20~50	5.4~7.8	0.06	6.03	0.25~0.92	0.03	0.60	1.08~2.23	1.5	1.58

不同地点比较,高陵有机质含量较其他两县为高,同一地点不同采样点比较,有机质含量有很大差异(表 1)。如高陵点最高的土壤有机质含量 13.6 g/kg,最低的 8.4 g/kg,差值 5.2 g/kg。据调查,有机质含量高的农田,近年来一直施用油渣、鸡粪等。由此可见,有机肥施用对土壤有机质含量提高有显著效果。

2.1.2 土壤全氮含量 土壤中全氮含量的高低是衡量土壤肥力高低的另一重要指标,是土壤有效氮的主要来源。从测定结果(表 1)看,36 个点 0~20 cm 土层全氮含量为 0.60~1.14 g/kg,平均 0.90 g/kg。按照农田土壤全氮含量分级标准^[5,6],全氮含量为 1.0~2.0 g/kg 的高肥力土壤 8 个,占总调查点数的 22.22%,0.8~1.0 g/kg(含 0.8 g/kg)的中上等肥力土壤 16 个,占总调查点数的 44.44%,0.6~0.8 g/kg(含 0.6 g/kg)的中下等肥力土壤 10,占总调查点数的 27.78%,<0.6 g/kg 的低肥力土壤 2 个,占总调查点数的 5.56%。20~50 cm 土层全氮含量为 0.25~0.92 g/kg,平均 0.60 g/kg,1.0~2.0 g/kg 的高肥力土壤为 0 个,0.8~1.0 g/kg 的中上等肥力土壤 2 个,占总调查点数的 5.56%,0.6~0.8 g/kg 的中下等肥力土壤 4 个,占总调查点数的 11.11%,<0.6 g/kg 的低肥力土壤 30 个,占总调查点数的 83.33%。由此可见,泾惠灌区 0~20 cm 土层,约有 33% 的土壤全氮含量较低或缺乏,20~50 cm 土层近 83% 的土壤全氮含量极低。

不同地点相比,泾阳县略高于其他两县。同一地点不同种植点相比,全氮含量有较大差异。如0~20 cm 土层高陵点最大值 1.14 g/kg,最低值 0.60 g/kg,相差近 1 倍,泾阳点也有类似结果。据调查,与有机质施用相类似。由此可见,农户施肥水平的高低直接反映在土壤肥力的结果上,最终影响到作物的产量水平。

2.1.3 土壤全磷含量 土壤全磷含量的高低是衡量土壤肥力高低的又一重要指标。由表 1 可见,0~20 cm 耕层全磷含量为 1.13~2.28 g/kg,平均(1.74±0.5) g/kg;20~50 cm 土层全磷含量为 1.08~2.23 g/kg,平均(1.58±1.5) g/kg,按照农田土壤养分(肥力)含量分级指标^[5,6],1.5~2.0 g/kg 为高含磷土壤,1.0~1.5 g/kg 为中等偏上,0.7~1.0 g/kg 为中等偏下,≤0.7 g/kg 为低含磷土壤。由此可见,泾惠灌区土壤全磷含量居较高水平。

不同地点相比,高陵较高,三原次之,泾阳最低。同一地点不同样点比较,无明显差异。总的结果表明,灌区土壤全磷含量较高。据调查,灌区农户因为受 80 年代北方土壤缺磷的土壤普查结果影响,一直重视磷肥施用。

2.2 泾惠灌区速效养分含量

2.2.1 土壤铵态氮含量 土壤速效养分是作物根系吸收养分的直接来源,与当季作物的生长发育密切相关。通过测定 18 个点土壤铵态氮含量,结果表明,灌区 0~20 cm 土层铵态氮含量为 5~20 μg/g,平均 10.83 μg/g(表 2),其中铵态氮含量≥20 μg/g 的 2 个,占调查点数的 11.11%,10~20 μg/g 的 15 个,占调查点数的 83.33%,≤10 μg/g 的 1 个,占调查点数的 5.56%。20~50 cm 土层铵态氮含量为 5~20 μg/g,平均 11.11 μg/g,其中含量≥20 μg/g 的 3 个,占调查点数的 16.67%,10~20 μg/g 的 13 个,占调查点数的 72.22%,≤10 μg/g 的 2 个,占调查点数的 11.11%。因此,灌区土壤铵态氮普遍较低,这与铵态氮在旱地土壤中迅速转化为硝态氮有关。

表 2 泾惠灌区土壤速效养分含量

地点	样本数	土层/ cm	铵态氮		硝态氮			速效磷			速效钾			
			范围	标准差	平均值	范围	标准差	平均值	范围	标准差	平均值	范围	标准差	平均值
泾阳	6	0~20	5~20	4.91	10.8	2.5~10	3.92	4.58	2.5~10	2.92	4.58	130~300	64.2	180
		20~50	6~20	4.91	10.0	2.5~10	2.92	4.58	0~5.0	1.90	2.87	90~160	27.39	115
三原	7	0~20	10~20	3.80	11.43	2.5~5.0	1.34	3.93	2.5~40	3.59	14.29	130~160	27.39	115
		20~50	5~20	3.80	11.43	2.5~10	2.78	4.23	2.5~20	3.6	7.5	90~130	17.18	114.29
高陵	5	0~20	~10~	0.0	10	2.5~10	4.10	5.50	2.5~10	3.2	4.5	160~200	21.91	184.0
		20~50	10~20	4.47	12.0	2.5~10	3.35	4.0	2.5~7.5	2.09	4.5	90~160	35.07	124.0
总计	18	0~20	5~20	3.54	10.83	2.5~10	3.02	4.86	2.5~40	6.60	8.75	130~300	39.54	171.11
		20~50	5~20	4.39	11.11	2.5~10	2.75	4.58	2.5~20	4.91	5.44	90~160	25.16	117.2

2.2.2 土壤硝态氮含量 硝态氮含量是反映旱地土壤速效氮供应状况的重要指标。由表 2 可知,0~20 cm 土层硝态氮含量为 2.5~10 μg/g,平均 4.86 μg/g,其中含量≥10 μg/g 的 4 个,占调查点数的 22.22%,5~10 μg/g 的 4 个,占调查点数的 22.22%,≤5 μg/g 的 10 个,占调查点数的 55.56%。20~50 cm 土层硝态氮含量为 2.5~10 μg/g,平均 4.58 μg/g,≥10 μg/g 的 4 个,占调查点数的 22.22%,5~10 μg/g 的 6 个,占调查点数的 33.33%,≤5 μg/g 的 8 个,占调查点数的 44.45%。由此可见,泾惠灌区土壤硝态氮普遍

偏低。

2.2.3 土壤速效磷含量 泾惠灌区 18 个点 0~20 cm 土层速效磷含量为 2.5~40 $\mu\text{g/g}$, 平均 8.75 $\mu\text{g/g}$ (表 2)。其中速效磷含量 $\geq 20 \mu\text{g/g}$ 的 3 个, 占调查点数的 16.67%, 10~20 $\mu\text{g/g}$ 的 4 个, 占调查点数的 22.22%, $\leq 10 \mu\text{g/g}$ 的 11 个, 占调查点数的 61.11%。20~50 cm 土层土壤速效磷含量为 2.5~20 $\mu\text{g/g}$, 平均 5.44 $\mu\text{g/g}$ 。其中含量 $\geq 10 \mu\text{g/g}$ 的 1 个, 占调查点数的 5.57%, 5~10 $\mu\text{g/g}$ 的 2 个, 占调查点数的 11.11%, $\leq 5 \mu\text{g/g}$ 的 15 个, 占调查点数的 83.33%。结果表明, 泾惠灌区土壤速效磷普遍偏低。

不同地点相比, 0~20 cm 土层有效磷含量三原明显高于泾阳、高陵两点, 而后两点差异不明显, 三原与其他两点平均值相差近 10 $\mu\text{g/g}$ 。20~50 cm 土层有效磷含量三县同样有较明显差异, 三原最高, 高陵次之, 泾阳最低。同一地点不同种植点相比, 土壤有效磷含量差异明显。如三原点有效磷含量最大的棉张村南为 40 $\mu\text{g/g}$, 而栎阳明都村东部仅为 2.5 $\mu\text{g/g}$, 两者相差 37.5 $\mu\text{g/g}$ 。据调查, 前者为种植蔬菜的田地, 施用厩肥 3 700 kg/hm^2 , 而后者几乎没有施用有机肥, 由此可见, 有机肥施用对速效磷含量有显著影响。

2.2.4 土壤速效钾含量 在所测定的 18 个作物种植点中, 0~20 cm 土层速效钾含量为 130~300 $\mu\text{g/g}$, 平均 $(171.1 \pm 39.54) \mu\text{g/g}$ 。其中含量 $\geq 150 \mu\text{g/g}$ 的高钾土壤^[7] 15 个, 占调查点数的 83.33%, 120~150 $\mu\text{g/g}$ 的 3 个, 占调查点数的 16.67%, $< 100 \mu\text{g/g}$ 的缺钾土壤 0 个。20~50 cm 土层速效钾含量为 90~160 $\mu\text{g/g}$, 平均 117.2 $\mu\text{g/g}$ 。其中含量 $\geq 150 \mu\text{g/g}$ 的土样 3 个, 占调查点数的 16.67%, 120~150 $\mu\text{g/g}$ (含 120 $\mu\text{g/g}$) 供钾中上等土样 8 个, 占调查点数的 44.44%, 100~120 $\mu\text{g/g}$ 的供钾中下等土样 1 个, 占调查点数的 5.56%, 小于 100 $\mu\text{g/g}$ 供钾不足的土样 6 个, 占调查点数的 33.33%。

由此可见, 泾惠灌区 0~20 cm 表层土壤供钾丰富, 20~50 cm 土层土壤已有 40% 土壤供钾中下和缺乏。近些年灌区的钾肥试验显效性也证明钾肥的效果在泾惠灌区很显著 (陕西省土肥所合阳点试验报告)。

不同地点相比, 0~20 cm 耕层土壤, 泾阳、高陵两点差异不明显, 而三原点相对较低。据调查, 泾阳、高陵两县近年已注重钾肥的效果, 小麦在扬花期前后施用磷酸二氢钾已相当普遍。蔬菜作物除了磷酸二氢钾外, 氯化钾肥也一度出现热潮。20~50 cm 土层三县点比较, 差异不明显, 高陵略高, 为 124 $\mu\text{g/g}$, 泾阳、三原接近, 分别为 115 和 114.3 $\mu\text{g/g}$ 。

同一地点不同种植取样点比较, 差异也较明显 (表 2), 如泾阳点最大值与最小值相差 170 $\mu\text{g/g}$, 这主要是泾阳点的蔬菜种植户尝试了施钾的益处, 自 1994 年一直施用 $\text{K}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ 和含钾丰富的油渣等, 而粮食种植户几乎不施钾肥。其他点间比较, 差异 30~60 $\mu\text{g/g}$, 变异系数 $> 10\%$ 。同一地点同一土壤上下层比较说明 (表 2), 速效钾含量差异较大, 如泾阳点泾阳县城南坊村和三渠乡角锥村就有上下层含钾量分别是 300、160 和 200、90 $\mu\text{g/g}$ 的现象, 相差 1 倍左右。

综上所述, 泾惠灌区约有 80% 的土壤速效氮缺乏, 约 70%~90% 的土壤速效磷缺乏; 约 40% 的土壤出现潜在性缺钾, 而耕层速效钾含量丰富。

2.3 泾惠灌区土壤肥力水平划分结果

为了更科学有效地指导农田施肥, 对各取样点的冬小麦产量作了统计, 并以灌区 18 个代表性土样的 7 个养分性状作为分类指标 (表 3), 应用相似性尺度绝对值距离聚类分

析(由西北农林科技大学资环学院计算机软件处理)^[7,8],综合各种养分指标,最终将泾惠灌区土壤按主要影响因素(有机质、全氮、全磷、速效钾)划分为3类土壤(表4)。

表3 泾惠灌区土壤样品聚类分析数据

土样编号	OM/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	NH ₄ ⁺ -N/ (μg·g ⁻¹)	NO ₃ ⁻ -N/ (μg·g ⁻¹)	P ₂ O ₅ / (μg·g ⁻¹)	速效钾/ (μg·g ⁻¹)	产量/ (kg·hm ⁻²)
1	11.4	0.09	0.11	10.00	2.50	20.00	130	5 580
2	10.5	0.09	0.16	10.00	2.50	10.00	130	5 500
3	9.3	0.09	0.18	10.00	5.00	2.50	200	6 000
4	11.0	0.09	0.17	10.00	2.50	2.50	130	5 600
5	11.5	0.11	0.19	10.00	2.50	2.50	300	6 200
6	10.0	0.10	0.16	5.00	10.00	5.00	160	6 050
7	9.9	0.08	0.15	10.00	10.00	10.00	200	6 050
8	12.2	0.09	0.14	10.00	2.50	2.50	200	6 200
9	10.6	0.10	0.34	10.00	10.00	5.00	160	6 180
10	13.6	0.14	0.22	10.00	10.00	20.00	160	6 180
11	10.1	0.08	0.15	10.00	2.50	40.00	130	5 750
12	10.1	0.07	0.20	10.00	2.50	10.00	120	4 600
13	9.1	0.07	0.15	20.00	5.00	5.00	160	5 900
14	8.4	0.09	0.15	10.00	5.00	2.50	120	4 300
15	10.3	0.09	0.18	10.00	2.50	10.00	130	5 500
16	9.7	0.08	0.20	10.00	2.50	2.50	200	6 100
17	9.4	0.06	0.14	20.00	5.00	5.00	160	5 900
18	10.4	0.10	0.20	10.00	5.00	2.50	160	5 900

表4 灌区土壤肥力等级划分结果与相应冬小麦产量

肥力等级	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	速效钾/ (μg·g ⁻¹)	平均产量/ (kg·hm ⁻²)	产量范围/ (kg·hm ⁻²)
高	≥12	≥1.0	≥2.0	≥150	6 060	5 900~6 200
中	10~12	0.8~1.0	1.5~2.0	120~150	5 580	5 500~6 000
低	≤10	≤0.8	≤1.5	≤120	4 450	4 300~4 600

据调查分析结果(表4)并参照目前对东部灌区冬小麦产量的研究报道^[9],可以看出灌区高、中、低肥力水平土壤均未达到最高产量。

3 小 结

(1)泾惠灌区土壤有机质、全氮含量普遍偏低,全磷含量较高。0~20 cm 土层有机质含量≤10.0 g/kg 的低肥力土壤有 77.8%,33%的土壤处低氮状态;20~50 cm 土层有机质含量均≤10.0 g/kg,有近 83%的土壤全氮含量极低。因此,应加大有机肥投入,深施粪肥、饼肥,提倡秸秆还田,以防土壤退化危险。

(2)速效养分供应状况是 K>P>N,含量普遍较低,约有 80%的土壤出现潜在性缺钾,83%的土壤速效磷较低或缺乏,88%的土壤速效氮缺乏。

(3)从土壤肥力划分结果可知,泾惠灌区 3 种肥力水平土壤均未达到最高产量。这可能是土壤养分不平衡所致,有待进一步研究。

致谢:泾惠渠灌溉试验站潘公平、董志勇、杨宏德同志协助工作,对他们谨致谢意。

[参考文献]

- [1] 南京农学院. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1982.
- [2] 朱显谟. 黄土高原土壤与农业[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [3] 周建斌, 李辉桃. 渭北塬区土壤养分状况研究[J]. 西北农业大学学报, 1993, 21: 79~83.
- [4] 郭兆元. 陕西土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [5] 贾维农. 农业常用数据资料[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [6] 北京农业大学. 农业化学[M]. 北京: 农业出版社, 1979.
- [7] 袁志发, 孟德顺. 多元统计分析[M]. 陕西杨陵: 天则出版社, 1993.
- [8] 周静宇, 宋世德. 全翅夜蛾亚科(鳞翅目夜蛾科)数值分类研究[J]. 西北农业大学学报, 1995, 23(6): 28-32.
- [9] 谷 洁, 刘常宏. 陕西东部灌区小麦合理施肥数学模型的研究[J]. 西北农业大学学报, 1993. (增刊): 94-98.

The Study of Soil Fertility on Jinghui Irrigating Area

DANG Yin-xia¹, WANG Zeng-xin¹, LIANG Li-min¹,LI Sheng-xiu², XU Fu-li², ZHONG Jian-bin²

(1 Cotton Institute, College of Agronomy, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry; 2 College of Resources and Environmental Science, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In this research tests, organic matter, total N, total P contents in 0—20 cm and 20—50 cm soil layers in 36 crop growing spots are determined in Jinghui Irrigating Area, and the available soil nutrient in 18 spots are determined as well. The determined results show that organic matter, total N and P contents are 10.62 ± 0.36 , 6.03 ± 0.06 ; 0.90 ± 0.12 , 0.60 ± 0.03 and 1.74 ± 0.10 , (1.58 ± 1.45) g/kg in soil layer of 0—20 cm and 20—50 cm depth, the total P contents is rich, the organic matter and total N is poorer. The supplies of available N, P and K in soil are $K > P > N$, and about 80% of soil appears deficient in latent available K, 83% and 88% soil are relatively deficient in available P and N. Through the classification of the nutrient ingredients and yields, the result shows that soil fertility is divided into higher, middle and lower types, and corresponding with these the range, contents of organic matter, total N, total P and available K are proper in order; ≥ 12 , ≥ 1.0 , ≥ 2.0 g/kg and ≥ 150 $\mu\text{g/g}$; 10—12, 0.8—1.0, 1.5—2.0 g/kg and 120—150 $\mu\text{g/g}$; ≤ 10 , ≤ 0.8 , ≤ 1.5 g/kg and ≤ 120 $\mu\text{g/g}$.

Key words: Jinghui Irrigating Area; crop growing spots; soil nutrient; fertility classification