

土壤养分丰缺诊断研究

李玉颖 梁 红 滕险峰 赵洪凯

黄延秋

(黑龙江省农科院土肥所)

(方正县农技推广中心)

摘要 本文采用系统研究法对黑龙江省四种土壤进行营养诊断研究。结果表明:哈尔滨薄层黑土缺氮减产 60%*, 缺磷减产 15%, 缺钾减产 8%, 缺硫减产 25%*; 林口白浆土缺氮、磷和钾分别减产 80%*、53%* 和 17%, 缺锌减产 21%*; 双城中厚黑土缺氮、磷和钾分别减产 58%*、20% 和 22%, 缺锌减产 29%*; 庆安草甸黑土缺氮、磷、钾、和硫分别减产 77%*、58%*、23% 和 7%。供试 4 种土壤除对硫吸附强度较小外, 对磷、钾、锌、硼、铜、锰都有较强的吸附能力。

关键词 土壤分析 吸附研究 盆钵试验

中图分类号 S153.6

在建立肥料田间试验或指导经济施肥之前, 首先应了解土壤养分丰缺状况, 找到作物产量限制因子, 才能有针对性地施肥, 达到肥料最大的增产效益。如何准确地掌握土壤养分丰缺状况呢? 美国国际农化服务中心主任 A. H. Hunter 博士(1980)首次提出了土壤养分系统研究法^[1], 后经 Sam Portch 博士(1988)修改^[2], 现已被很多国家采用。我国自 1988 年引入该方法, 现已在 20 多个省(市、自治区)推广应用^[3]。该方法的特点是, 土壤基础肥力分析项目多, 信息量大; 充分考虑了土壤对施入元素的吸附作用, 并给予量化; 盆钵试验用土量少, 处理多, 信息量大。我们采用该方法对我省 21 种土壤进行了系统研究, 本文以其中 4 种土壤为例进行探讨。

1 材料与方法

1.1 土样采集与分析

供试 4 种土壤分别为薄层黑土(哈尔滨), 代号 001, 白浆土(林口), 代号 002, 草甸黑土(庆安), 代号 003, 中厚黑土(双城), 代号 004。样品风干磨碎后, 送美国国际农化服务中心(加拿大钾磷研究所北京办事处, 中一加合作化验室)。按 ASI 法进行土样常规分析^[4](见表 1)。其中活性钙、镁以 INHCl 浸提, 活性铁以 ASI 浸提剂提取, 速效硫和硼, 以 0.88M $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$ 提取。

1.2 土壤吸附试验

吸附试验的目的是判定加入的营养元素是否与土壤发生不正常的反应(不可逆附, 固定)。一般是对土壤中含量较低的几种营养元素进行吸附研究。本吸附试验所选择的营养元素有钾、磷、硫、硼、铜、锰和锌。首先按要求配制不同浓度的待测元素溶液, 加入一定量的土壤中(1 600 毫升土, 共 4 次重复)培养七天, 风干后充分混匀, 用 ASI 浸提液浸提, 测定以上各元素的有效含量。根据元素加入量与培养后浸提量绘制土壤吸附曲线。

1.3 盆钵生物鉴定试验

1.3.1 试验处理的确定 在土壤基础肥力分析和吸附试验的基础上确定盆钵试验处理。它的

注: 该研究内容为中一加钾肥合作项目的一部分
收稿日期 1994-10-19

突出特点是设最佳处理(OPT),其方法是确定土壤养分临界值,然后在吸附曲线上查出 3 倍于临界值(钾是 2 倍于临界值)所需元素加入量,作为最佳处理肥料用量。其它处理均在 OPT 的基础上增加或去除某元素,以充分验证最佳处理是否最佳及土壤养分丰缺诊断的正确性。

1.3.2 试验实施 试验在网室内进行,栽培容器为 500 毫升的正方形塑料盒。缺氮和 CK 处理用蒸馏水,其它处理用 0.3 克/升 NH_4NO_3 溶液灌溉。将配制好的储备液按不同用量一次性加入土壤中,阴干后搅拌均匀。每盒装土 400 毫升,4 次重复。指示作物为高粮,每钵定苗 8 株,一般生长 4~5 周,使土壤养分尽量耗竭,然后收获地上部分称干重。以最佳处理的生物量为 100,计算其它处理的相对产量。

2 试验结果与分析

2.1 土壤基础肥力分析与评价

土壤基础肥力分析是判断土壤养分丰缺状况及作物产量限制因子的基本步骤之一,是系统研究法各步骤的基础。供试 4 种土壤养分分析结果见表 1。

表 1 供试土壤化学特性的分析

测定项目	土 壤				临界值
	001	002	003	004	
pH	6.4	5.7	6.0	6.2	
有机质(%)	2.9	4.4	5.3	5.1	
阳离子代换量(meq./100ml)	26.2	14.9	26.8	28.5	
Ca(meq./100ml)	20.8	11.9	21.5	22.5	
Mg(meq./100ml)	5.56	2.79	5.06	5.57	
K(meq./100ml)	0.20	0.19	0.19	0.28	0.20
Ca/Mg	3.7	4.3	4.2	4.1	1.2~6.2
Mg/k	27.8	14.7	26.6	19.9	1.6~14
N($\mu\text{g}/\text{ml}$)	24	14	6	12	
P($\mu\text{g}/\text{ml}$)	34	17	15	22	14
S($\mu\text{g}/\text{ml}$)	9	28	16	16	14
B($\mu\text{g}/\text{ml}$)	0.52	0.25	0.3	0.55	0.3
Cu($\mu\text{g}/\text{ml}$)	2.8	3.9	2.1	2.2	1.0
Fe($\mu\text{g}/\text{ml}$)	16	23.1	27	11	12
Mn($\mu\text{g}/\text{ml}$)	19.8	18.8	17.7	13.2	5.0
Zn($\mu\text{g}/\text{ml}$)	2.8	1.9	1.7	1.2	2.0

薄层黑土磷的含量较高,氮、钾、硫含量较低,处于亏缺状态,微量元素较充裕。白浆土硫的含量较高,氮、磷、钾、锌、硼含量较低,均可成为作物产量限制因子。草甸黑土氮、磷、钾、硫、硼、锌、铜含量都不充裕,在条件不当时,均可能成为产量限制因子,中厚黑土磷、硼和锰的含量相对较高,但并不富裕,氮、钾、硫、锌处于亏缺状态,从表 1 可以看出,4 种土壤 Ca/mg 值均在合适范围,而 Mg/k 值都超出了合适范围,说明镁的含量较高,而钾相对较低。

2.2 供试土壤吸附特性

土壤吸附研究的目的是明确施入元素在土壤中的吸附、固定情况,从而确定经济施肥量,供试 4 种土壤吸附研究结果见下图 1~4。

4 种土壤对钾的吸附强度均较大,曲线坡度平缓,加入的钾有 60%以上转化为不可提取形态。吸附强度为中厚黑土>草甸黑土>白浆土>薄层黑土,但差异不大。除薄层黑土外,其它

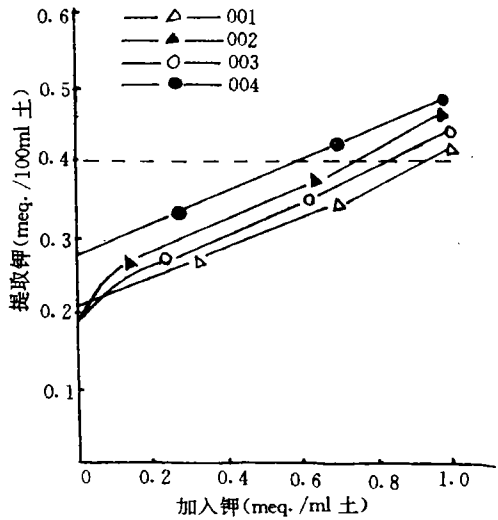


图 1 钾的吸附曲线

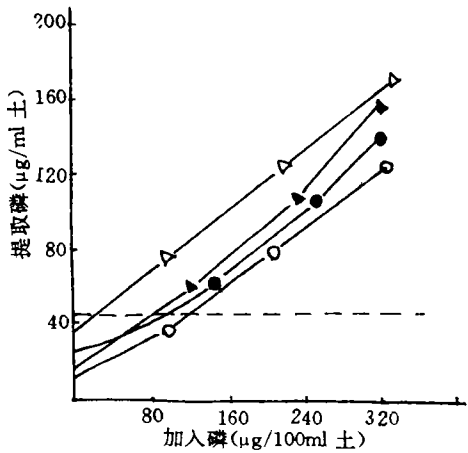


图 2 磷的吸附曲线

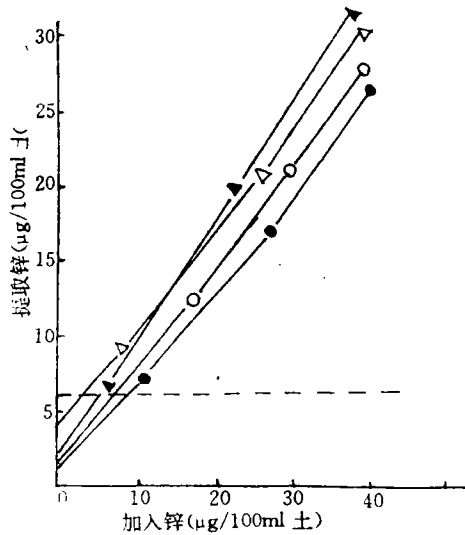


图 3 锌的吸附曲线

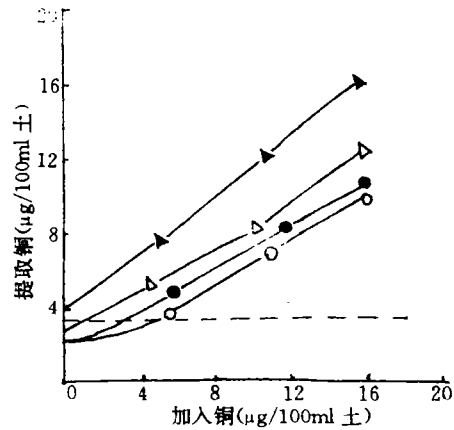


图 4 铜的吸附曲线

3 种土壤对磷的吸附作用也较大,加入的磷约有 70%以上转化为不可提取形态,吸附强度为草甸土>中厚黑土>白浆土>薄层黑土。供试土壤对硫的吸附强度最小(图略),加入的硫有 83%以上可以提出,但土壤中硫的本底含量不高,施肥时应适当施入硫肥。该 4 种土壤对微量元素硼也有一定的吸附能力,加入的硼约有 50%转化为不可提取态(图略),吸附强度为中厚黑土>草甸黑土>薄层黑土>白浆土。中厚黑土对锌的吸附强度最大,加入的锌约有 40%以上不可提取态存在,其它土壤的吸附较小,可提取率为 75%,吸附强度为中厚黑土>草甸黑土>薄层黑土>白浆土。白浆土对铜的吸附作用最小,加入的铜有 70%以上可提取,其它 3 种土壤加入的铜有 60%转化为不可提取态,吸附强度为草甸黑土>中厚黑土>薄层黑土>白浆土。该 4 种土壤锰的本底含量较高,除中厚黑土外,其它 3 种土壤锰含量都在 3 倍临界值以上(图略)。锰的吸附曲线较特殊,薄层黑土加入锰(<60μg/100ml 土)的 98%可提取,而其它 3

种土壤 80%以上转化为不可提取态,曲线斜度很小,趋于水平,施肥上应予以注意。

2.3 盆钵试验结果与评价

根据土壤分析和吸附试验,设计了 4 种土壤的最佳处理(OPT),在此基础上建立其它处理结果见表 2。

表 2 最佳处理所需元素及其储备液用量 (400ml 土)

土 壤	N	P	K	B	Cu ml	Fe	Mn	Mo	S	Zn
	←-----				-----→	-----	-----	-----	-----	-----
001	4	1	16	0.5	0	0	0	0	4	2
002	4	3.5	10	1.5	0	0	0	0	3	2
003	4	4.5	18	12.5	5.5	0	0	0	4	2.5
004	4	3.25	11	0.5	4	2.5	0.5	0	5	3

盆钵试验在网室进行,用塑料布搭防雨棚,以免雨水淋湿土壤。6 月 24 日催芽播种,7 月 25 日收获,试验结果统计见表 3。

表 3 4 种土壤盆钵试验植株干重

001			002			003			004		
处理	生物量 (g/盆)	相对产量 (%)	处理	生物量 (g/盆)	相对产量 (%)	处理	生物量 (g/盆)	相对产量 (%)	处理	生物量 (g/盆)	相对产量 (%)
CK	2.72	76*	CK	0.95	24*	CK	0.84	21*	CK	1.55	41*
-N	1.45	40*	-N	0.82	20*	-N	0.90	23*	-N	1.58	42*
-P	3.04	85	-P	1.91	47*	-P	1.63	42*	-P	3.01	80
2P	3.88	108	$\frac{1}{2}$ P	2.88	71*	$\frac{1}{2}$ P	3.79	96	$\frac{1}{2}$ P	3.04	81
-K	3.29	92	-K	3.37	83	-K	3.06	77	-K	2.94	78
$\frac{1}{4}$ K	3.89	108	$\frac{1}{4}$ K	3.90	97	$\frac{1}{4}$ K	4.01	101	$\frac{1}{4}$ K	4.03	107
$\frac{1}{2}$ K	4.29	119	$\frac{1}{2}$ K	3.38	96	$\frac{1}{2}$ K	2.78	70*	$\frac{1}{2}$ K	3.56	94
1 $\frac{1}{2}$ K	3.42	95	1 $\frac{1}{2}$ K	2.94	73*	+Fe	3.16	80	1 $\frac{1}{2}$ K	3.05	81
+Fe	4.30	120	+Fe	3.85	95	+Mn	3.75	94	+Fe	3.50	93
+Mn	3.91	109	+Mn	3.28	81	-Cu	3.46	87	+Mn	3.36	89
+Cu	4.46	124	+Cu	3.57	88	+Mo	3.78	95	-Cu	3.62	95
+Mo	3.27	91	+Mo	3.31	82	-Zn	3.55	89	+Mo	3.57	96
-Zn	4.03	101	-Zn	3.19	79*	-B	3.97	100	-Zn	2.69	71*
-B	3.52	98	-B	3.85	96	-S	3.68	93	-B	3.05	81
-S	2.69	75*	-S	4.31	107	OPT	3.97	100	-S	2.94	78
OPT	3.59	100	OPT	4.04	100				OPT	3.77	100
5%L.S.D	0.76		0.77			0.97			1.01		

表 3 结果表明,薄层黑土缺氮减产 60%*,磷、钾亏缺程度较轻,不施磷和钾分别减产 15%和 8%。该土壤缺硫较为严重,不施硫减产 25%*。加铁、锰和铜处理相对产量均超过 100,这一点与土壤分析和吸附试验结果不一致,有待于进一步探讨。白浆土缺氮、磷、钾严重,不施分别减产 80%*、56%*和 21%*。缺钾减产 17%,1/2K 和 1/4K 用量较为适宜,其它各元素的丰缺与土壤分析和吸附试验结果基本一致,该土壤养分限制因子为氮、磷、钾和锌。草甸黑土缺氮、磷、钾较为严重,不施分别减产 77%*,58%*和 23%,不施铜和锌分别减产 13%和 11%。该土

壤养分限制因子为氮、磷、钾,潜在限制因子为铜和锌。中厚黑土缺氮和锌严重,不施分别减产 58% 和 29%。缺磷和钾程度较轻,不施分别减产 20% 和 22%。缺硫和硼分别减产 22% 和 19%。该土壤养分主要限制因子为氮、锌和硫,次要因子为磷、钾和硼。生物鉴定试验结果与土壤分析和吸附试验基本一致。

3 小结

实践证明,系统研究法在土壤养分丰缺诊断上十分有效。在高产栽培条件下,作物从土壤中携走的养分越来越多,新的障碍因子不断产生,已经排除的障碍因子可重新出现。我们建议在开展肥料田间试验和推广平衡施肥前,采用系统研究法对土壤进行养分丰缺系统诊断,从而大大增加肥料试验的准确性,提高施肥效率。

参 考 文 献

- 1 Arvel H Hunter Laboratory and greenhouse technique for nutrient Survey studies to determine the Soil amendments required for optimum plant growth. Agro Service International Inc. USA. 1980
- 2 Portch, S. Greenhouse/screenhouse Soil nutrient survey procedures. Potash and phosphate Institute, Hong Kong. 1988
- 3 加拿大钾磷研究所北京办事处,土壤养分状况系统研究法,1992
- 4 Arvel H Hunter ASI Soil analysis for P, K, Cu, Fe, Mn, and Zn by ASI extracting Solution. Agro Services International Inc. USA. 1983

Study on Diagnosis of Soil Nutrient in Abundent or Deficient Status

Li Yuying et al.

(Soil and Fertilizer Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences)

Abstract in this paper we have studied the diagnosis of soil nutrition by using the systematic approach on four kinds of soil in Heilongjiang province. The result shown that the black soil with thin layer were deficiency in N,P,K and S. Without the nutrients application, the yield decreased by 60%*, 15%, 8% and 25%*, respectively. The Lessive were deficiency in N,P,K and Zn, without the nutrients application, the yield decreased by 80%*, 53%*, 17% and 21%*, respectively. The black soil with medium layer were deficiency in N,P,K and Zn, without their application, the yield reduced by 58%*, 20%, 22% and 29%*, respectively. Meadow black soil were deficiency in N,P,K, and S, Without their application, the yield reduced by 77%*, 55%*, 23% and 7%, respectively. Except for S, the four kinds of soil have fairly strong intensity of adsorption for P, K, Zn, B, Cu and Mn.

Key words Soil analysis, Adsorption study, Greenhouse experiment