

# 应用土壤诊断数据 指导科学施肥的探讨

## ——长岭县土壤普查成果应用简介

李 龙

姚 铭

(长岭县农业局)

(吉林省农科院土肥所)

随着农业生产条件的改变和科学种田水平的提高,如何根据作物的生物学特性和土壤本身的供肥能力进行经济合理的施用化肥,以实现增产增收的目的,是发展农业生产中急待解决的问题。近年来,结合长岭县第二次土壤普查,对全县各类土壤的养分进行了化学和生物诊断,应用这些成果对因土施肥问题进行了初步的探讨。

### 一、长岭县开展土壤诊断简介

长岭县开展土壤诊断施肥,有一个发展的过程。1970年以前,长岭县通过生物诊断推动了磷肥施用,每斤过磷酸钙一般可增产3~5斤粮食。这是我县开展生物诊断指导施肥技术的第一阶段。1970~1975年随着磷肥施用量的增加,除了盐碱化土壤及施用磷肥较少的地块外,磷肥增产效果已不十分明显,在施磷基础上增加氮素营养,有较好的增产效果。但如何确定适宜的氮磷配比,以充分发挥化肥的增产作用,成为急待解决的问题。多年来,我们在全县范围内进行了玉米、高粱、谷子、小麦和向日葵等作物的氮磷配比试验,初步确定了全县不同土壤、不同地块上的氮磷配施比例,在生产上取得了较好的效果。这是我县化肥施用技术上的第二阶段。1975年以后,随着生产条件的改变,全县化肥用量迅速增加,单位面积施肥量也随着提高。但有的社队对部分地块盲目增加化肥用量,出现了增产不增收的现象。土壤普查期间,全县开展了用化学和生物诊断结果指导科学施肥的活动,收到了较好的效果。这是我县化肥使用上的第三个阶段。

### 二、长岭县耕层土壤化学诊断结果及其评价

耕层是作物所需养分的主要供应层次,其养分的丰缺情况是决定土壤肥力高低的重要指标。长岭县第二次土壤普查期间,对全县耕层土壤养分状况进行了详细的分析,共化验了7,300多个土样,土壤速效性养分化验2.1万多项次。土壤速效养分是指可供作物近期吸

本文承吉林省农科院土肥所杨国荣同志审阅,特致谢意。参加诊断施肥试验的还有张庆学、李连茹、刘长君等同志。

吸收利用的养分，其含量不够稳定，易受土壤的水、热条件和生物活动的影响，但它却能反映当年可供植物吸收利用的养分状况。

1、碱解氮。长岭县土壤的碱解氮含量，主要集中出现在60~90ppm，属于缺少范围。其中碱解氮大于150ppm的属极丰级（按吉林省养分丰缺指标划分。磷、钾同）占6.34%，120~150ppm属丰富级占5.54%，90~120ppm的属适量级占24.18%，60~90ppm的属缺少级占47.94%，30~60ppm的属甚缺级占15.64%，小于30ppm的属极缺级占0.36%。

2、速效磷用奥尔申法测定。 $P_2O_5$ 含量普遍偏低，绝大多数在10ppm以下，一般3~20ppm，属于甚缺和极缺范围。其中出现机率大于40ppm的属极丰级占2.27%，20~40ppm的属丰富级占6.79%，10~20ppm属适量级占24.26%，5~10ppm的属缺少级占40.94%，3~5ppm的属甚缺级占22.87%，小于3ppm的属极缺级占2.37%。

3、速效钾用四苯硼钠法测定。 $K_2O$ 含量也普遍偏低，一般为50~100ppm。含量大于200ppm的属极丰级占7.45%，150~200ppm的属丰富级占8.12%，100~150ppm的属适量级占16.91%，50~100ppm的属缺少级占35.17%，30~50ppm的属甚缺级占19.49%，小于30ppm的属极缺级占12.86%。

上述可见，长岭县土壤速效性养分，按全省划分标准评价，属于缺氮、少磷、钾尚足的水平。

#### 4、土壤速效养分与全量养分的相关性。

通过大量的资料整理，土壤速效养分含量与全量养分含量呈正相关。碱解氮含量为全氮含量的9.15%，速效磷含量为全磷含量的1.02%。因此，通过土壤全量养分的测定，可概括了解土壤速效养分的丰缺情况。

### 三、根据化学诊断数据设计施肥方案

利用化学诊断结果来指导施肥，是进行化学诊断的主要目的。

（一）应用播前一次化学诊断进行施肥设计 在春播前一次测定速效养分的结果，是否能代表土壤的供肥水平，目前尚有争论，但用来指导科学施肥仍有现实意义。

1、海青公社良种场在淡黑钙土上按照播前土壤诊断结果，碱解氮为22.74ppm，速效磷为13.32ppm，速效钾为17.9ppm。进行了亩产400斤、500斤、600斤、700斤的玉米施肥试验，按照化学诊断数据计算施肥量，施用氮、磷、钾肥。试验的产量结果是：对照区亩产123斤，计划亩产400斤、500斤、600斤、700斤处理的，实际亩产分别为341斤、426斤、490斤和550斤。随着计划产量的增加和补入肥料的增多，实收产量有相应提高的趋势；同时发现随着施肥量的增加，而实收产量与计划产量的差距离拉大，其原因尚待进一步研究。

2、1980年县农科所的30亩小麦试验田，计划亩产400斤，按习惯每亩施三料过石26.7斤、硝酸铵26.7、尿素13.3斤、氯化钾7斤；但按土壤诊断结果计算，只需亩施三料过石4.8斤、硝酸铵26.7斤，根本不需要施钾肥。这样，大部分麦田按习惯施肥，中间10米宽的一条地按诊断结果施肥，每亩节省费用7.30元。麦收时实测：按习惯施肥的亩产348.2斤；按土壤诊断结果施肥的亩产373.5斤，每亩增产25.3斤（即提高8%），收到增产增收的效果。

3、太平山公社平安一队1980年也进行了应用土壤诊断结果指导施肥的试验。这个生产队有耕地1,950亩,全部进行了播前一次营养诊断,根据诊断数据指导施肥,在1979年习惯施用磷肥数量的基础上,增加了16吨硝酸铵,总产量由1979年的565吨增加到1980年的731吨,即增产29.5%。

从上述结果可以看出,按播种前一次测定土壤速效养分数据,可作为施肥的参考。

## (二)有关化学诊断“参数”的探讨

应用土壤诊断数据确定施肥方案时,除了依据各种作物每形成百斤籽实(包括秸秆)需吸收的养分量及计划产量指标外,合理的确定肥料利用率及土壤速效养分(不同测定项目、测定方法)的利用系数等,也是很重要的。

### 1、关于化学肥料利用率问题

化学肥料的利用率,因肥料品种不同而异,也和土壤类型、物理化学性质,特别是与土壤水、热条件密切相关。在依据化学诊断数据进行施肥量计算时,一般根据肥料试验结果,氮、磷、钾肥的当年利用率暂定为50~60%。其中氮、钾肥为60%,磷肥为50%。其中磷肥利用率定为50%,可能偏高一些,有待进一步研究。

### 2、关于土壤速效性养分利用系数问题

在应用土壤速效养分数据进行施肥量计算时,过去习惯用速效养分的利用率加以校正,作为土壤供肥能力的“参数”。实践证明,由于土壤速效养分的测定项目及方法不同,所代表土壤速效养分的利用率变化很大。我们认为,改用某种速效养分测定项目(如速效氮的铵态氮、硝酸态氮或碱解氮)及方法(如测速效钾用四苯硼钠法或亚硝酸钴钠法)的利用系数,代替土壤养分的利用率较为适合。在这次土壤普查过程中,土壤水解氮是用碱解法测定的。一般情况下,碱解氮含量都在60~90ppm,有的高达150ppm以上,远比土壤中的铵态氮和硝态氮之和高几倍。如按过去掌握的土壤中速效氮的利用率计算(有的单位提出速效氮的利用率为50%),则发现一些田块即使玉米亩产达到500斤,也不必施用氮肥,这是不符合客观实际的。因此,为了用化学诊断结果指导施肥,我们主张改用各种速效养分不同测定项目及方法的利用系数。现应用我县一些资料,作如下初步探讨:

#### (1)碱解氮的利用系数

1979年,我们对全县400个土样的碱解氮及铵态氮加硝态氮测定数据计算得出,土壤中铵态氮加硝态氮之和是碱解氮的五分之一(22.2%)。如果用土壤中铵态氮加硝态氮作为速效性养分含量,而其利用率定为50%时,则用碱解氮作速效性氮素时,其利用率应为11%左右,说明利用率常因测定项目、方法不同而异,如果以碱解氮代表土壤速效性养分,则其利用率为50%,显然过高。通过我们实测的三个材料(见表1)土壤中的碱解氮利用系数实际上也是0.1~0.13,为计算方便,我们暂定碱解氮的利用系数为0.15。

#### (2)速效磷的利用系数

通过三个材料的计算,用奥尔申法测定的土壤速效磷的利用系数为0.56~0.72(表1),为计算方便起见,我们暂定为0.6。

#### (3)速效钾的利用系数

通过对上述两个材料的计算证明,用四苯硼钠比浊法测定的土壤速效钾的利用系数为0.9~1.33(表1)为计算方便起见,其利用系数我们也暂定为1.0。

表 1

土壤营养化学诊断量利用系数计算表

化学诊断	土壤中速效养分含量		作物产量吸收养分 (空白区)(斤/亩)	利用系数	材料来源(无肥处理)
	PPM	斤/亩(PPM×4.5)*			
碱解氮	83	370	37	0.10	小麦1214斤/亩(县农科所)
	81	365	47	0.13	小麦1500斤/亩(先锋大队)
	230	1,040	104	0.10	玉米4140斤/亩(前进公社)
速效磷 (奥尔申法)	6	27	15	0.56	小麦1500斤/亩(先锋大队)
	18	81	50	0.60	玉米4140斤/亩(前进公社)
	11	50	36	0.72	玉米3000斤/亩(广太公社)
速效钾 (四苯硼钠 比浊法)	30	135	180	1.33	葵花1000斤/亩(海青公社)
	18	80	75	0.90	玉米3000斤/亩(海青公社)

\*4.5为(亩)土重450万斤

表 2—1

旱田作物化肥施用标准参考表(氮肥)

计划产量 (斤/亩)	作物 种类	按产量 所需氮素 (斤/亩)	按产量所需氮肥(硝酸合氮34%, 利用率按60%)斤/亩						
			未扣土壤中量		扣除土壤中含量				
18,000	玉米	450	2206	1710	1760	1860	1961	2061	2111
15,000	玉米	375	1838	1342	1392	1492	1593	1693	1743
12,000	玉米	300	1471	975	1025	1125	1226	1326	1376
	高粱	312	1529	1033	1083	1183	1284	1384	1434
10,000	玉米	250	1225	729	779	879	980	1080	1130
	高粱	260	1275	779	829	929	1030	1130	1180
	谷子	240	1177	681	731	831	932	1032	1082
8,000	玉米	200	980	484	534	634	735	835	885
	高粱	208	1020	524	574	674	775	875	925
	小豆	192	941	445	495	595	696	796	846
	小麦	248	1216	720	770	870	971	1071	1121
6,000	玉米	150	735	239	289	389	490	590	640
	高粱	156	765	269	319	419	520	620	670
	谷子	144	706	210	260	360	461	561	611
	大豆	138	676	180	230	330	431	531	581
4,000	小麦	186	912	416	466	566	667	767	817
	玉米	100	490	0	44	144	245	345	395
	高粱	104	510	14	64	164	265	365	415
	谷子	96	471	0	25	125	226	326	376
	大豆	92	451	0	5	105	206	306	356
	小麦	124	608	112	162	262	363	463	513
2,000	玉米	50	245	0	0	0	0	98	146
	高粱	52	255	0	0	0	7	106	156
	谷子	48	235	0	0	0	0	86	136
	大豆	46	225	0	0	0	0	76	126
小麦	62	304	0	0	0	56	155	205	
土壤速效N可利用量换成化肥数(斤/亩)			495	446	348	250	147	98	
土壤速效N可利用量(斤/亩)			101	91	71	51	30	20	
土壤速效N含量(斤/亩)			675	608	473	338	203	135	
土壤速效N含量(ppm)			平均分幅	均级度	极丰	丰富	适量	缺少	极缺
			>150	120—150	90—120	60—90	30—60	<30	

说明: 1、作物生产100斤籽实包括秸秆所需N素(斤): 玉米2.5, 高粱2.6, 谷子2.4, 小麦3.1, 大豆2.3(大豆需N为6.9斤, 扣除根瘤固N自给2/3)。2、土壤中速效N含量(斤/亩)=土壤速效Nppm数×4.5(每亩地土重450万斤)。3、土壤速效N可利用量, 为土壤中速效N含量×利用系数(0.15)。

### (三) 施肥标准参考表的制定

农作物的产量常受综合因素影响,其中包括气象因素,作物品种,栽培管理措施及土壤水、热、气条件等。但在其它条件基本一致的前提下,合理施肥是构成作物产量的关键因素。应用土壤诊断结果进行科学施肥时,其计算方法比较复杂,为方便生产,便于掌握,我们初步拟了一个根据作物产量指标、土壤供肥能力的施肥标准“参考”表,这样就可根据土壤化学诊断数据,不同作物要达到的产量指标,概括地提出氮、磷、钾肥的参考施用数量(参阅表2-1, 2-2及2-3)。

表2-2 旱田作物化肥施用标准参考表(磷肥)

计划产量 (斤/亩)	作物 种类	按产量所 需P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (斤/亩)	按产量所需磷肥(过石含F <sub>2</sub> C <sub>5</sub> 17%利用率50%)(斤/亩)						
			未扣土壤中量	扣除土壤中含量					
18,000	玉米	216	2541	1270	1588	2065	2303	2414	2446
15,000	玉米	180	2118	847	1165	1642	1880	1991	2023
12,000	玉米	144	1694	423	741	1218	1456	1567	1599
	高粱	156	1835	564	882	1359	1597	1708	1740
10,000	玉米	120	1412	141	459	936	1174	1285	1317
	高粱	130	1529	258	579	1053	1291	1402	1434
	谷子	120	1412	141	459	936	1174	1285	1317
8,000	玉米	96	1129	0	176	653	891	1002	1034
	高粱	104	1224	0	271	748	986	1057	1129
	谷子	96	1129	0	176	653	891	1002	1034
6,000	小麦	80	941	0	0	465	703	814	846
	玉米	72	847	0	0	371	609	720	752
	高粱	78	918	0	0	442	680	791	823
	谷子	72	847	0	0	371	609	720	752
	大豆	90	1059	0	106	583	721	832	864
4,000	小麦	60	706	0	0	260	468	579	611
	玉米	48	565	0	0	89	327	438	470
	高粱	52	612	0	0	136	374	485	517
	谷子	48	565	0	0	89	327	438	470
	大豆	60	706	0	0	230	468	579	611
2,000	小麦	40	471	0	0	0	233	344	376
	玉米	24	282	0	0	0	44	155	187
	高粱	26	308	0	0	0	68	179	211
	谷子	24	282	0	0	0	44	155	187
	大豆	30	353	0	0	0	114	225	257
	小麦	20	235	0	0	0	0	108	140
土壤速效P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 可利用量换成肥料(斤/亩)			1271	953	482	235	129	94	
土壤速效P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 可利用量(斤/亩)			108	81	41	20	11	8	
土壤速效P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 含量(斤/亩)			180	135	68	34	18	14	
			平均	40	30	15	7.5	4	3
土壤速效P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 含量(ppm)			分级	极丰	丰富	适量	缺少	甚缺	极缺
			幅度	>40	20-40	10-20	5-10	3-5	<3

说明: 1、作物生产100斤籽实包括秸秆所需P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(斤): 玉米1.2, 高粱1.3, 谷子1.2, 小麦1.0, 大豆1.5。  
2、土壤速效P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量(斤/亩)=土壤中速效P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量ppm×4.5。3、土壤速效P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>可利用量为土壤速效P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量×利用系数(0.6)。

表 2-3

旱田作物化肥施用标准参考表(钾肥)

计划产量 (斤/亩)	作物 种类	按产量所 需K <sub>2</sub> O (斤/亩)	按产量所需钾肥(硫酸钾含K <sub>2</sub> O50%利用率按60%)(斤/亩)						
			未扣土壤中量		扣除土壤含量				
18,000	玉米	450	1500	0	0	0	375	825	1050
15,000	玉米	375	1250	0	0	0	125	575	800
12,000	玉米	300	1000	0	0	0	0	325	550
	高粱	360	1200	0	0	0	75	525	750
10,000	玉米	250	833	0	0	0	0	158	383
	高粱	300	1000	0	0	0	0	325	550
	谷子	200	667	0	0	0	0	0	217
8,000	玉米	200	667	0	0	0	0	0	217
	高粱	240	800	0	0	0	0	125	350
	谷子	160	533	0	0	0	0	0	83
	小麦	240	800	0	0	0	0	125	350
6,000	玉米	150	500	0	0	0	0	0	50
	高粱	180	600	0	0	0	0	0	150
	谷子	120	400	0	0	0	0	0	0
	大豆	108	360	0	0	0	0	0	0
	小麦	180	600	0	0	0	0	0	150
4,000	玉米	100	333	0	0	0	0	0	0
	高粱	120	400	0	0	0	0	0	0
	谷子	80	267	0	0	0	0	0	0
	大豆	72	240	0	0	0	0	0	0
	小麦	120	400	0	0	0	0	0	0
2,000	玉米	50	167	0	0	0	0	0	0
	高粱	60	200	0	0	0	0	0	0
	谷子	40	133	0	0	0	0	0	0
	大豆	36	120	0	0	0	0	0	0
	小麦	60	200	0	0	0	0	0	0
土壤速效K <sub>2</sub> O换成化肥量(斤/亩)			3000	2627	1877	1127	677	450	
土壤速效K <sub>2</sub> O可利用量(斤/亩)			900	788	563	338	203	135	
土壤速效K <sub>2</sub> O含量(斤/亩)			900	788	563	338	203	135	
土壤速效K <sub>2</sub> O含量(ppm)			平均 分级 幅度	200 极丰 >200	175 丰富 150—200	125 适量 100—150	75 缺少 50—100	45 甚缺 30—50	30 极缺 <30

说明: 1、作物生产100斤籽实包括秸秆所需K<sub>2</sub>O(斤): 玉米2.5, 高粱3.0, 谷子2.0, 小麦3.0, 大豆1.8。  
2、土壤速效K<sub>2</sub>O含量(斤/亩)=土壤速效K<sub>2</sub>O ppm×4.5。 3、土壤速效K<sub>2</sub>O可利用量为土壤中速效K<sub>2</sub>O含量×可利用系数(1.0)。

## 四、化学诊断与生物诊断结合指导施肥

农作物的施肥是个复杂的科学技术问题，必须着眼于科学施用，以提高肥料的经济效益。既不能无根据盲目施肥，又不能在设计施肥时引用繁琐公式。通过几年试验，我们认为化肥施用配比与数量的确定，必须以化学诊断与生物诊断相结合。既不能单纯用化学的方法来计算施肥量，又不能每个地块都搞生物诊断。而应采取“化学诊断作参考”，“生物诊断定方案”的方法，来决定不同田块的施肥计划。

应用化学诊断结果，不仅可以看出不同土壤类型本身的供肥能力，而且可以得知速效氮、磷、钾含量的比例数。对照各种作物每形成百斤籽实所需的氮、磷、钾的比例，可以计算出要达到计划产量时，土壤中缺少营养元素的种类和数量，这样可以定性的指导施肥。例如每形成一百斤玉米，需要从土壤中吸收2.5斤氮素，1.2斤磷酸（ $P_2O_5$ ），2.5斤氧化钾（ $K_2O$ ）。其需要营养元素大致为2：1：2，假若测定土壤中的氮（N）、磷（ $P_2O_5$ ）、钾（ $K_2O$ ）养分含量的比例为3：1：5，从数据中就可以判断出种玉米时，土壤中相对缺氮（因为碱解氮利用系数仅为0.1）、缺磷（速效磷利用系数为0.6）而钾素较足（速效钾利用系数为1）。在施肥时，以氮：磷为1：1和不施钾肥为适宜。

根据化学诊断结果，又可作定量指导施肥的参考。其计算步骤如下：

（1）求出某种作物计划产量指标所需的各种养分数。其养分数等于产量指标数乘以形成每百斤籽粒所需的养分倍数。

（2）求出每亩土壤中可供的速效养分量。其养分量等于测定的养分（ppm）数乘上0.3（亩耕层土重30万斤，等于0.3百万斤）再乘以各养分的利用系数。

（3）求出需施入的各元素养分数。其养分数等于计划产量所需养分数，减去土壤中可供的养分量。

（4）把需要施入的养分量换算成肥料用量

$$\text{各种肥料用量} = \frac{\text{需要施入养分数}}{\text{肥料含有效成分量} \times \text{肥料利用率}}$$

依据化学诊断指导科学用肥，目前尚存在一些问题。例如，播前一次测定，作为评价土壤养分含量的高低，是不够的。只有取得全年不同时期养分变化数据后，才能加以评价。土壤中各种养分的利用率，也要靠较多的试验材料才能求得。土壤速效性氮素，有的以铵态氮（水田）为代表，有的以硝酸态氮（旱田）为代表，有的主张用二者之和，最近又有人以碱解氮为代表。测定的项目不同，求得的速效养分含量有高有低。就是同一项目，分析方法不同，其含量也有很大差异。例如速效性钾，用亚硝酸钴钠法就比四苯硼钠法测得的数据为高。关于土壤速效养分利用率或利用系数，也是急需解决的问题。只有这些有关“参数”得到解决后，才能使化学诊断指导科学用肥的可靠性提高一步。