

运输、贮藏、施用都要有耐压设备。但据我国某些单位的实践认为，耐压设备并不如原来认为地那样复杂。在肥效方面，它和任何铵态氮肥一样有效，只是要深施在12—15厘米即可。

最后，还要强调一下，从长远看，聚磷酸类肥料也

应该是发展的一个方向，它的优点是大家熟知的，肥效至少等于一般磷肥。

以上仅根据资源，土壤和作物等因素提出的一些供考虑的意见，由于专业所限，对生产工艺方面考虑很少，这是要说明的。

## 宁夏固原县土壤评价及其培肥\*

中国科学院南京土壤研究所宁夏队

固原县深处内陆，地势高亢，海拔1320—2928米。黄土丘陵广布于东部，六盘山脉蜿蜒于南西两侧，清水河、茹河、红河、葫芦河贯穿县境南北。大陆性气候显著，年均温7.0—8.0°C， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温2100—3000°C，无霜期120—140天。气温由南向北递减。年降雨量约300—500毫米。季节分配不均匀，7—9三个月降雨量占全年总雨量60—70%，2—4三个月仅占10%左右。地区分布亦不平衡，山南部500毫米向北递减至300毫米。该县气候总的特点是：春旱秋涝，南部相对温暖湿润，北部寒冷干燥<sup>1)、2)、3)</sup>。

### 一、土壤形成的一般特点

固原县土壤形成与分布，与上述气候特征密切相关。温暖湿润的南部地区，形成有机质层深厚的黑垆土(当地称黑土)，而寒冷干燥的北部地区，则形成有机质层较浅薄的淡黑垆土(当地亦称黑土)，有机质含量也相对减少。此外，南北气候条件的差异，对土壤的淋溶过程、粘化程度和酸碱度，均有不同的影响。土体中 $< 0.001$ 毫米粘粒的含量由北向南从14%逐渐增多至17%左右，而碳酸钙含量相反，从15%减少到11%左右。土壤pH亦自北向南变小，北部在8.0以上，而南部大多在8.0以下。

县境内广泛分布的黄土母质，对土壤形成过程和剖面特征，具有深刻影响。深厚疏松的黄土层，透水性大，有利于植物根系向下穿透。在温暖湿润的季节，植被生长旺盛，土壤微生物的活动，亦深入土层深处，有

机质在剖面中相对富集。在干旱季节，疏松多孔的黄土母质，为好气性微生物活动创造有利条件，加速土壤中有机残体的分解。因此有机质层虽然深厚，但一般含量不高(1—2%)。

南部六盘山区，在山地气候条件影响下，则发育山地土壤，具有明显的山地土壤垂直带谱。由于山区低温多雨，山地土壤的生物积累过程强，有机质含量丰富。

应当指出，人类长期的生产活动，对固原县土壤形成过程，产生了深刻的影响。在耕作过程中，由于大量施用土粪肥，耕作层逐渐增厚，在原黑垆土(或淡黑垆土)上面，覆盖了一层不同厚度的黄土层，形成暗黄土(包括黑黄土和青黄土)。该类土壤熟化过程占优势。熟化程度进一步提高后，可向海綿土方向发展。人为活动对土壤形成过程的作用，还包括对坡耕地土壤的巨大影响。长期以来，由于旧社会掠夺式的土地利用制度，导致严重的土壤侵蚀，许多坡地上的自然土壤剖面遭到不同程度的剥蚀，有的甚至已全部冲失，黄土母质裸露地表，形成一种特性类似黄土母质的土壤——香黄土(群众名称，色淡黄，松散无结构，类似香灰，故名<sup>2)、4)、5)</sup>。

### 二、土壤的肥力特点及评价\*\*

(一)土壤养分含量情况：固原县主要耕种土壤有机质含量在0.3—2.4%之间。其中以黑垆土、淡黑垆土较多1.0—2.4%，黑黄土、青黄土次之0.7—1.7%，香黄土最低0.3—1.0%。南部阴湿山区，土壤有机质

\* 本文由史德明同志执笔。参加工作的有金厚玉、姚玉成、贾义、仇继才、李仲林和曹锦铎等同志。

1) 固原县规划队，1976年：固原县1976—1985年农业发展规划报告。

2) 宁夏农林局综合勘察队，1975年：宁夏固原地区土壤。

3) 固原地区气象站资料，1970—1975年。

4) 《宁夏农业地理》编写组，1976年：宁夏农业地理，科学出版社。

5) 中国科学院南京土壤研究所宁夏队，1978年：我国黄土地区耕种土壤的发生分类问题(未刊稿)。

\*\* 该县土壤中钾含量均较多，能满足作物生长要求，故本文未予讨论。

含量普遍较高，阴黑土可达2.4—4.0%，山地灰褐土5.3—7.3%，山地草甸土最高，可达11.0%以上。100厘米土层内养分贮量计算表明(表1)，黑垆土、淡黑垆

土有机质含量分别为22240斤/亩和15680斤/亩，黑黄土(及青黄土)为12960斤/亩，香黄土最少9425斤/亩，阴黑土却高达51200斤/亩。

表1 主要耕作土壤(1米土层内)养分比较

项 目 土 壤	容重* (克/厘米 <sup>3</sup> )	有机质*		全 氮		全 磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		全 钾 (K <sub>2</sub> O)		全磷 /全氮	全钾 /全氮	交 换 量 (毫克当量/ 100克土)
		%	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩			
阴 黑 土	1.20	3.20	51200	0.167	2672	0.150	2400	2.49	39840	0.90	15.0	14—20
黑 垆 土	1.20	1.39	22240	0.085	1360	0.160	2560	2.31	36960	1.88	27.0	10—15
淡 黑 垆 土	1.20	0.98	15680	0.065	1040	0.130	2080	2.10	33600	2.00	32.3	8—13
黑 黄 土 (包括青黄土)	1.20	0.81	12960	0.060	960	0.140	2240	2.11	33760	2.30	35.0	—
香 黄 土	1.12	0.65	9425	0.046	667	0.130	1885	2.33	23785	2.83	50.6	5—8

\* 均为1米土层内平均值。

在这些土壤中，除阴黑土外，其他土壤有机质和全氮量均偏低，是农业持续增产的障碍因素。同时，根据分析资料统计，黑垆土的表土及有机质层的有机质含量，均约为其底土的三倍，淡黑垆土约为2倍。全氮

量有同样趋势，分别为1.5—2.0倍(表2)。因此，在农村基本建设中，避免打乱土层是非常必要的。保留表土(和有机质层)即可把土壤中丰富的养分集中在根系分布层内，否则，将降低土壤肥力，造成减产。

表2 几种耕作土壤主要土层(30厘米)养分贮量比较

土 壤	容 重 (克/厘米 <sup>3</sup> )	土 层	有 机 质		全 氮		全 磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		全 钾 (K <sub>2</sub> O)	
			%	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩
黑 垆 土	1.20	表 土	1.45	6960	0.100	480	0.165	792	1.95	9360
		有机质层	1.60	7680	0.100	480	0.160	768	1.95	9360
		底 土	0.55	2640	0.050	240	0.120	576	2.00	9600
淡 黑 垆 土	1.20	表 土	1.10	5280	0.080	384	0.165	792	1.90	9120
		有机质层	1.20	5760	0.085	390	0.150	720	1.75	8400
		底 土	0.60	2880	0.055	264	0.130	624	1.85	8880
黑 黄 土	1.20	表 土	0.75	3600	0.057	274	0.136	653	2.03	9740
		有机质层	0.89	4272	0.056	273	0.134	643	—	—
		底 土	0.34	1632	0.032	154	0.125	600	—	—
香 黄 土	1.12	表土*	0.90	3960	0.070	308	0.135	594	1.78	7832
		底土	0.60	2640	0.045	198	0.125	550	1.87	8228

\* 实际厚度不足30厘米，为便于比较，按30厘米折算。

上述土壤中全氮与全磷之比差异很大。阴黑土的全磷与全氮比值小于1，黑垆土、淡黑垆土2.0左右，而黑黄土(及青黄土)和香黄土均在2.0以上(表1)。故各类土壤中氮、磷营养元素处于不同的不平衡状态。全磷全氮比的明显差异，为合理施肥提供了必要的依据。生产实践表明，阴黑土有明显缺磷现象，对磷肥的施用要求较迫切，而黑黄土(或青黄土)和香黄土对氮肥的要求则更为迫切。

(二)土壤的生产性能：固原县主要土壤生产性能

的差异性，与各土壤类型的形成条件和形成特点密切相关。在热量方面，表现有冷、凉、温、热等差异；在水分方面，则有湿、润、燥等区别。在水热条件的综合影响下，土壤的供肥特性，有滞效、缓效、长效、速效等不同情况。结合土壤肥力水平，固原县主要土壤的生产性能，可归纳为高肥滞效性、中肥缓效性、中肥长效性和低肥速效性四种类型。

高肥滞效性：主要土壤有阴黑土及其它耕种山地土壤。这些土壤处于阴湿山区，生物积累强度大，有机

质和养分总贮量高。但由于低温多雨,土壤湿度大,通气性差,水、气、热不协调,土壤中养分的有效性较低。冷与湿是上述土壤供肥滞效性的主要原因。未经耕作的阴黑土(大庄大队),氮、磷的释放强度均最低,分别为2.0%和0.54%。耕种后的阴黑土(黄堡大队),氮、

磷的释放强度虽有提高,但一般仍低于其他土壤,分别为5.7%和0.77%(表3)。这种土壤不发小苗,但入伏以后,养分活化速度加快,发老苗,后劲足。同时因土质较粘,土块大,漏风漏墒,不保暖,冬春季节常造成幼苗死亡。

表3 主要土壤有效养分(氮、磷)含量比较

土 壤	地 点	深度 (厘米)	全 氮 (%)	全 磷 (%)	水解氮 (%)	速效磷 (ppm)	养分释放强度* (%)	
							氮	磷
阴 黑 土	什字公社大庄大队	0—30	0.167	0.150	0.0034	8.2	2.0	0.54
	张易公社黄堡大队	0—20	0.118	0.175	0.0069	13.5	5.7	0.77
黑 垆 土	彭阳公社海巴大队	0—30	0.0778	0.144	0.0049	13.0	6.3	0.90
	古城公社古城大队	0—30	0.0782	0.190	0.0045	11.0	5.7	0.58
淡黑垆土	黑城公社团庄大队	0—23	0.0613	0.120	0.0030	9.0	5.0	0.75
	七营公社马连大队	0—18	0.0667	0.132	0.0041	12.0	6.1	0.91
黑 黄 土	古城公社古城大队	0—20	0.0598	0.140	0.0048	17.5	8.0	1.25
	红河公社韩堡大队	0—20	0.0501	0.130	0.0040	15.9	8.0	1.22
香 黄 土	王洼公社王洼大队	0—20	0.0761	0.130	0.0068	13.9	9.0	1.10

$$* \text{养分释放强度} = \frac{\text{该元素速效态含量}(\%)}{\text{该元素全量}}$$

中肥缓效性;黑垆土、淡黑垆土,属于这种类型。这种土壤生物积累强度,仅次于阴黑土。有机质含量和养分贮量均较丰富。但凉与润的水热条件,决定这类土壤养分释放的缓慢性。黑垆土和淡黑垆土氮、磷释放强度,仅高于阴黑土,而低于黑黄土和香黄土(表3)。由于养分释放迟缓,春季不发小苗,入伏后,土温增高,有效养分增多,能发老苗,后劲长。这些土壤还具有壮籽性强的优良生产特性和口紧难耕、适耕

期短、保苗性差等不良生产特性。

中肥长效性;黑黄土、青黄土属之。有机质和养分贮量次于黑垆土、淡黑垆土,而高于香黄土。水热条件适中,既温且润,有利于养分的不断释放,从而决定了土壤养分的长效性。黑黄土的氮、磷释放强度,都高于黑垆土、淡黑垆土和阴黑土。特别当黄土覆盖层小于30厘米情况下,长效性特点表现更为突出。如图1所示,黄土层为幼苗提供速效养分,至中后期黑土层

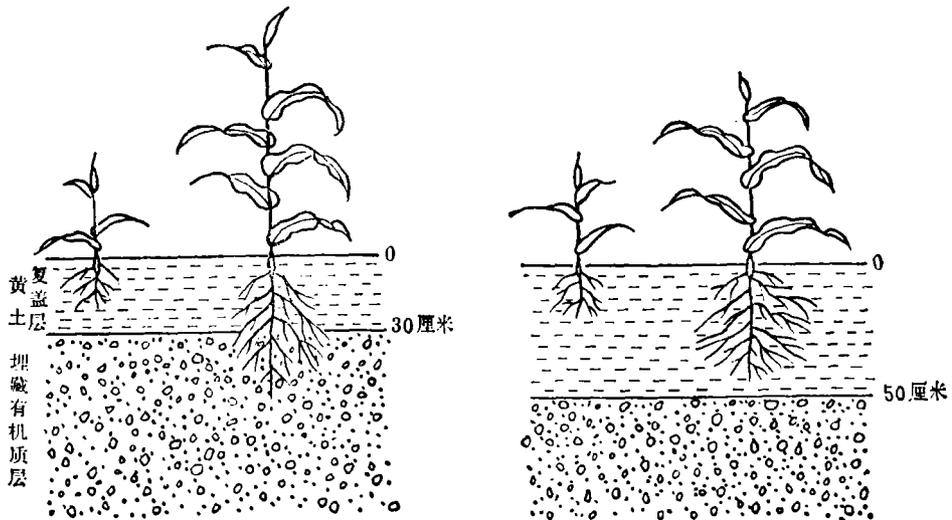


图1 黄土覆盖层厚度变化对作物生长的影响

又为作物供应营养物质,显示出养分的接力作用,既发小苗又发老苗。故长效性生产特性与上下土层的厚度和排列情况有关。在农田基本建设中,应该注意上下土层的排列和对比关系。这类土壤还具有口松易耕,适耕期长,保苗性好等特性。

低肥速效性:主要为香黄土。由于土层薄,水分少,易干燥,春季土温增高快,热性大,具有热燥的特

征,土壤养分容易释放,增强速效性。但由于有机质和养分的总贮量较低,容易脱力,仅有速效而无长效,发小苗不发老苗。氮的释放强度为几种土壤中最高者,达9.0%,磷的释放强度亦高达1.1%(表3)。由于土壤过干干燥,作物吸取养分受到限制,特别在春旱季节,常有大量死苗或幼苗生长不良现象。固原县主要耕作土壤生产性能比较见表4。

表4 固原县主要耕作土壤生产性能的比较

肥力类型	水热条件	生产性能反应	土壤类型	耕作施肥措施
高肥滞效性	冷、湿	有机质、养分总贮量多;早期供肥滞性大,但有后劲;发老苗,不发小苗。	阴黑土及部分耕种山地灰褐土	以沙掺粘,改良质地;晒垡、冻垡,促进养分释放,多施热性肥料,提高土温;细耨绵,保墒保温。
中肥缓效性	凉、润	有机质、养分总贮量中等,早期供肥稍缓慢,有后劲;发老苗好,发小苗差。	黑垆土 淡黑垆土	掌握墒情,适时耕翻;细耨绵,保墒保温,施热性肥,提高土温;早施磷肥,促幼苗生长。
中肥长效性	温、润	有机质、养分总贮量中等偏低;供肥平缓持久,既发小苗,又发老苗。	黑黄土 育黄土	重施有机肥,注意氮、磷配合;深层条施肥料,提高水、肥利用率;合理耕作,适当深翻,抗旱保墒。
低肥速效性	热、燥	有机质、养分总贮量少;供肥速而不持久,发小苗,不发老苗。	香黄土	防治水土流失,重施有机肥;及时追肥,防止脱力。

(三)磷氮平衡对产量的影响:根据对固原县丰产土壤条件的调查资料证明,在高肥高产情况下,可溶性磷、氮元素的合适比例,对夺取高产有重大作用。此外,当土壤中水解氮含量较高,但速效磷含量低时,小

麦产量也受到影响。如团庄、任何两大队土壤中水解氮基本相同,为0.0049%和0.0048%,但速效磷含量分别为17.8ppm和10.30ppm,则小麦产量相应为500斤和100斤(表5)。生产实践也证明,在高氮肥情况下,

表5 固原县土壤中磷、氮养分比与作物产量的关系

小麦产量 (斤/亩)	地 点	水 解 氮		速 效 磷	
		%	斤/亩	ppm	斤/亩
800	城郊六队	0.0069	20.70	56.60	16.98
	古城公社 任何大队	0.0039	11.7	28.70	8.61
500	彭阳公社 赵磨大队	0.0051	15.30	20.90	6.27
	黑城公社 团庄大队	0.0049	14.70	17.80	5.30
300	彭阳公社 赵磨大队	0.0054	16.20	13.00	3.90
	黑城公社 团庄大队	0.0043	12.90	12.50	3.80
100	古城公社 任何大队	0.0048	14.40	10.30	3.10
	黑城公社 团庄大队	0.0036	10.80	8.00	2.40

常因磷肥不足影响作物持续增产。因此,增施磷肥保持高水平的磷、氮平衡,是当前固原县夺取高产稳产的重要措施之一。

### 三、改土培肥措施

(一)搞好农田基本建设:在统一规划、合理布局

的基础上,实行山、水、田、林、路综合治理。按照不同土质条件、土地类型,因地制宜地进行。在农田基本建设中,必须抓住当前关键问题,明确主攻目标,如土地复平,配套,挖潜,修复梯田,加固堰埂等<sup>1)</sup>。坚持科学施工,维持地力,做到死土搬家,活土还原,为当年增产打下良好基础。

1) 固原地区科委简报,1977年:关于固原县大搞农田基本建设的几个技术问题。

(二)因土施肥,精耕细作:阴黑土土性阴凉,须施热性肥料,如骡马粪、炕土等,以提高土温,改变其滞效性,并增施速效性氮、磷肥,保证作物苗期养分的需要。对缓效性的黑垆土和淡黑垆土,亦可采用类似的方法,改变缓效性能。对上述土壤要特别注意掌握适耕期,避免形成大圪塔。耕后压碎糖绵,保持细瓣(或细粒)结构,便于保墒保暖,有利幼苗扎根发芽。

(三)种植绿肥牧草,实行草田轮作:固原县人少地多,发展绿肥牧草有充分条件,苜蓿和草木栖是本地优良牧草,对改土培肥效果很好。据测定,团庄四队二年苜蓿地有机质和全氮含量分别为1.02%和0.0508%,三年的为1.09%和0.0589%,四年的提高到1.18%和0.0643%。同时,苜蓿改良了土壤结构。据测定,根际土壤(0—15厘米)水稳性团粒含量比根外土壤(0—15厘米)提高4.7%。苜蓿和草木栖除留下大量根系于土壤中,其地上部分可作堆肥、饲料和燃料。

(四)深耕改土,伏耕晒垡:固原县主要农业土壤耕作层有机质和全氮量,较下部埋藏的有机质层少,深翻可以增加土壤中有有机质和氮的含量。据测定,深耕比浅耕分别增加速效氮、磷三分之一到一倍左右<sup>1)</sup>。伏耕加速土壤风化过程,促进土体内养分的释放,特别是对滞效性、缓效性土壤,效果更大。群众经验证明,伏耕二次,秋耕一次,增产效果显著。一般要做到早耕、深耕、细耕。

(五)保持水土,维持地力:保持水土,必须结合农田基本建设,修筑水平梯田。沟谷中闸沟打坝,节节拦蓄,层层设防,达到水不下山,泥不出沟。在黄土丘陵营造以薪炭林为主结合发展经济林、用材林和木本油料林。严禁陡坡开荒和倒山种植,在提高粮食单产的基础上,大于10°的坡耕地,逐步退农还林还牧。同时,加强草山建设,实行封山轮牧,建立人工饲料基地,发展畜牧业。

## 低丘红壤新造田的磷素演变和磷肥肥效

张连佳 程宗利

(浙江省十里丰农场农科所)

浙江省十里丰农场地处金(华)衢(县)盆地,绝大多数耕地发育于第四纪红色粘土母质。建场初期进行坡耕旱作,年亩产粮食仅82斤。遵照伟大领袖毛主席“农业学大寨”的伟大号召,于1964年冬有计划地进行早改水与造田运动。1968年完成了万亩造田。由于早坡地改成水田,改善了土壤环境条件,防止水土流失,改变了耕作制度。双季稻、大小麦、绿肥比例扩大,提高了复种指数,加速了土壤熟化,培肥了土壤,促进了农牧业生产发展,粮食总产量迅速提高。1977年比1964年增长80.24%,年亩产958斤,增加了74.46%。现仅将我们在开发黄土丘陵,扩大耕地面积,提高单位产量,建设高产稳产农田的过程中,关于红壤性稻田合理施用磷肥问题加以总结。

### 一、红壤旱地改为稻田后 土壤的磷素演变

红壤全磷含量低,无效态比例高,磷的供应水平低,这是一个重要特点。改水田前虽经过十年的旱坡

耕种,但由于雨水冲刷严重,保水保肥能力差,土壤肥力提高较慢。就全磷而言,含量仍只有0.05—0.06%,荒地更低,仅0.04%左右。速效磷极缺乏,只能测到痕量。新改稻田施用磷肥,是粮食、绿肥作物增产的重要措施。

增施有机肥料是改良红壤稻田的主要措施,而重视磷肥和有机肥的施用,则是土壤磷素含量增加的根本途径。旱地改水田种稻,加快了土壤熟化,迅速提高土壤肥力,土壤磷素也相应显著增加。据统计,经17年旱地耕作,土壤全磷增加0.022,而只经10年的水田种植,其全磷增加值达0.032,比前者高41.3%(表1)。

同时,随着水田熟化程度和土壤肥力的迅速提高,速效磷也随之增加(表2)。

由于耕作环境和施肥、土壤管理等人为因素的影响,虽成田年份相同,土壤中全磷含量有较大的差异。据分析,目前我场红壤水稻土含磷量只有0.078%,而场农科所为0.124%,速效磷含量差异也较大,分别为2.07和6.33ppm。

1) 梅冬青,1975;宁夏南部山区的抗旱耕作法。宁夏农业科技,第一期。