

黑土肥力特性与培肥技术的研究

第二报：改革农肥积制技术， 发挥有机肥料培肥增产作用

于天德 孙宏德 李 军 尚惠贤

(吉林省农科院土壤肥料研究所)

本文着重论述了有机肥料在实现粮食大幅度增产中，提高中、低产土壤肥力的重大作用。培肥地力要以增加土壤有机质为中心，在增加土壤有机质的措施中，要看到农业生产责任制落实后广大社员改革农肥积制技术的前景。通过典型社队增施优质农肥与合理施用化肥达到高产稳产的事例，说明改革农肥积制技术，是培肥增产的根本措施。

一、培肥地力是实现粮食高产稳产的根本措施

胡耀邦总书记在党的十二大报告中，关于发展农业生产部分指出：要“在有限的耕地上生产出更多的粮食和经济作物”，这就要求在农业科学技术上采取相应的有效措施。总结我国千百年来的，特别是建国三十年来农业生产的技术经验，集中到一点，就是要把培肥地力放在首位。在当前只有把中、低产土壤培肥为高产土壤，才能达到高产稳产低成本的目的。高肥土壤，不但能供应作物充足的养分，满足作物生长发育的需要，同时，还具有适宜的水分、热量和通气等特性，为作物生活创造良好的土壤环境条件。高肥土壤的基础肥力（指无肥条件下所获得的产量）所决定的产量可达70%左右，而低肥土壤的基础肥力只有50%左右。根据我省一些试验资料^[1]，充分证明基础肥力对增产的重要作用（表1）。

表 1 土壤基础肥力与产量的关系

项 目 土 壤	肥力等级	作 物	施 肥 处 理 (斤/亩)	产 量 (斤/亩)	肥 力		肥 料		说 明
					斤/亩	占 %	斤/亩	占 %	
黑 土	中 肥 力	小 麦	无肥(对照) 硫酸+过石+硫酸钾 800 880 320	4,500 6,860	4,500 —	65.4 —	— 2,350	— 34.6	榆 树
	低 肥 力	小 麦	无肥(对照) 硫酸+过石+硫酸钾 800 880 320	3,100 9,050	3,100 —	51.2 —	— 2,950	— 48.8	
黑 钙 土	高 肥 力	玉 米	无肥(对照) 硫酸+过石 800 400	10,050 10,240	10,050 —	98.0 —	— 190	— 1.9	白 城 市 长 岭
	中 肥 力	玉 米	无肥(对照) 硫酸+过石 800 400	5,050 6,810	5,050 —	74.5 —	— 1,760	— 25.3	
	低 肥 力	玉 米	无肥(对照) 硫酸+过石 800 400	2,424 5079	2,424 —	42.7 —	— 2,655	— 52.3	长 岭

本文承蒙杨国荣研究员审阅，特此致谢。参加工作的还有王柏涛、宋钢同志。

理想的高肥土壤作物的光能利用率可达到3%左右，低肥土壤作物光能利用率为0.1~0.2%，高肥土壤比低肥土壤的作物光能利用率提高15~30倍。土壤肥力高低对作物的成熟期有明显的影 响。同一玉米品种，在高肥黑土上种植可以比低肥黑土上种植早熟10~15天⁽⁴⁾（表2）。高肥土壤亩产800斤以上，中肥土壤亩产500~600斤，低肥土壤亩产200~300斤。所以保持和提高土壤肥力，对高产稳产低成本具有战略意义。

表2 黑土肥力和玉米生育期的关系
(公主岭)

土壤肥力	品 种 生育 日数	吉单101	吉单102	吉双83
		高肥黑土	130	121
中肥黑土		136	133	129
低肥黑土		140	135	133

我省一些高产稳产典型，都是在培肥地力上下笨功夫。例如，以大搞优质农肥著称的九台县卢家公社段家二队⁽²⁾，1970年平均每亩施农肥1吨，粮食平均亩产只有334斤。自1971年以来，重视农家肥的积制和施用，施肥数量逐年增加，粪肥质量不断提高，1974年以后平均每亩施农家肥3~4吨，粮食平均亩产达到800

~1,000斤。土壤耕层0~20厘米腐殖质由1.83%增加到2.79%，提高52.5%；全氮由0.119%增加到0.192%，提高61.3%；全磷由0.065%增加到0.069%，提高6.2%。速效氮磷钾均有显著增加。耕层容重降低23%，总孔隙度增加8%，通气孔隙度增加7%，田间有效含水量增加7%，活土层增厚，耕层“湿而不粘，干而不板，聚而不紧，松而不散”，透水通气，保水保肥，为粮食高产稳产创造了良好基础。

二、我省土壤肥力状况及培肥指标

1、我省土壤肥力现状

我省6,000余万亩耕地中肥力较高的黑土、河淤土、黑钙土和稻田土壤，约占40%左右；中肥力土壤如棕壤、黑黄土、淡黑钙土等，约占35%左右；低产土壤和有障碍因素的白浆土、涝洼粘质草甸土、风砂土和盐碱土等，约占25%左右。

多年来，由于只用地不养地，重化肥轻农肥，忽视培肥地力和水土保持，土壤肥力有明显下降趋势。主要表现黑土层变薄，耕层有机质普遍减少。新开垦的厚层黑土，有机质含量都在4%以上，而现在耕层有机质平均只有1.5%左右。土壤有机质减少不仅影响土壤的物理性状，也影响土壤养分的供应。根据化验结果表明，我省各类土壤普遍缺氮，严重缺磷，部分土壤缺钾和某种微量元素，致使化肥施用量越来越多，而增产效果和经济效益却有所减少，增产不增收。

土壤肥力下降的原因是复杂的，从代表土壤肥力水平的土壤腐殖质变化来看，主要是由于土壤在利用过程中腐殖质的自然矿化，其下降速度就我省一些典型地块调查资料（表3），每年土壤腐殖质下降速度大体0.008~0.033%。就农业生产措施来看，造成土壤有机质下降的主要原因有以下四点：一是有机肥数量少质量差。全省1959年农肥抽样化验结果，有机质含量平均为11.5%；1980年抽样化验结果，有机质含量平均下降到5.5%。农肥中土多粪少，混入的有机物质更少，土壤中有有机质的消耗大于积累，引起有机质下降，土壤板结，物理性质变坏。二是重化肥轻农肥。有许多社队在施肥上存在着农肥与化肥、氮磷化肥比例失调，品种单一。三是玉米等耗地作物增加，大豆等养地作物减少，打乱了合理的轮作制度。四是水土流失严重，特别是东部山区的坡耕地，由于毁林开荒耕作不

表 3

在耕种条件下土壤腐殖质的变化

调查地点 (土壤)	项目 测定项目	始年及含量		终年及含量		阶段(年) 变化量(%)	年均减少 (%)	说 明
		年份	含量%	年 份	含量%			
吉林农安(黑钙土)	腐殖质	1959	2.35	1983	2.13	20年 -0.22	-0.011	县土普资料耕地(1980)
吉林长岭(淡黑钙土)	"	1959	1.50	1980	1.34	20年 -0.16	-0.008	县土壤志(1981)
吉林辉南(白浆土)	"	1959	3.50	1980	2.63	20年 -0.67	-0.033	县土壤志(1982)
黑龙江(黑土)	"	1950	3.38	1975	7.00	25年 -2.38	-0.0095	为开荒地

合理，黑土层大量流失。西部风砂干旱区，由于缺少防护林带，耕层土壤风蚀相当严重，土壤有机质下降到1%以下。

国内外生产实践证明，凡属高产稳产农田，其有机质含量都在3~5%。而我省的黑土、黑钙土和草甸土有机质含量仅2~3%，白浆土有机质含量1~2%，淡黑钙土、风砂土和盐碱土有机质含量1.0~1.5%。这是我省粮食产量长期增长很慢的主要原因之一。这种土壤肥力状况同商品粮基地建设的要求是不相适应的。我们必须采取得利措施，切实搞好提高土壤肥力的工作。

2、高产土壤的肥力指标

高产肥沃土壤应具有充足地、全面地和持续地供应作物生长的水、养、气、热能力。高产肥沃土壤指标应具备以下几个条件：

①有良好的土体构造。肥沃土壤要有深厚的耕作层(30厘米左右)，腐殖质含量高，孔隙多，容重小，通气透水状况好，砂粘适中，便于耕作。

②供肥保肥性能好。有机质、全量氮磷钾的基本储备，是土壤潜在肥力高低的重要标志。肥沃土壤有机质含量在2~3%以上，全氮0.2~0.3%，全磷0.1~0.15%，全钾1.0~2.5%。全量养分只有转化为速效养分，作物才能吸收利用。所以肥沃土壤不仅要求有丰富的全量养分，而且还要求有较多的速效养分，变化幅度小，肥劲足而长。肥沃土壤要求水解氮80PPM，速效磷20PPM以上，速效钾100PPM以上。

③土壤水、气、热状况好。土壤水分、通气、热量是土壤肥力的三个重要因素。它们存在的形式、数量和相互关系，是除了养分之外影响作物生长发育最为关键的三个因子。肥沃土壤要求蓄水通气良好，水气协调，水分适中，保墒耐旱，土温适宜变幅小，适种期长。以黑土为例，我们调查了榆树、德惠、怀德等县的100多个田块。根据常年产量确定高肥土壤和低肥土壤，亩产玉米800斤以上的为高肥土壤，低于600斤的为低肥土壤。对200多个样本进行了理化性质的测定。结果表明，土壤腐殖质、养分含量和物理性状，高低肥力土壤有明显差异。高肥黑土(亩产玉米800斤以上)耕层腐殖质含量为2.8%，全氮为0.22%，速效磷为21PPM；容重为1.0~1.2克/cm²，总空隙度为53%，有效含水量为17~22毫米。比低肥土壤(亩产玉米600斤以下)腐殖质高35%，全氮高90%，速效磷高1.5倍，容重低7%，总空隙度多12%，有效含水量多0.5~1.0倍。

三、要重视农肥在培肥增产中的作用

我国农民一向重视农家肥料对培肥增产的作用。解放前后，全国化肥施用总量只有30万吨左右，主要依靠农家肥料增产粮食。随着我国化学工业的发展，化肥数量大幅度增

加。1981年全国化肥总量已达到6,700万吨,平均每亩施82斤,无疑对全国粮食生产起了很大的作用。今后要在经济合理用好现有化肥的基础上,大幅度增加化肥用量和调正氮磷钾化肥品种比例,使化肥进一步发挥更大的经济效益。但是,随着化肥用量的增加,各地出现了忽视有机肥的偏向,这是当前值得重视的一个重要问题。

1、有机肥料对作物产量和培肥土壤的作用

在大量施用化肥的情况下,怎样评价有机肥料的作用,这是一个值得探讨的问题。根据我国农业生产实践经验,我们认为应该继承我国施用有机肥料的优良传统,坚持以有机肥料为主、有机肥与化肥配合施用的正确施肥方针。从物质循环来看,把植物从土壤中吸收的各种养分,经过人畜利用(或造肥)后再归还给土壤,这是最经济的途径。一些国家由于劳动力成本高,不能充分利用有机肥料,这是一项很大的资源浪费。但从养分含量和增产效果来看,有机肥料的养分含量较低,当年的增产效果没有化肥大。每吨优质农肥增产粮食约25~50斤(表4)相当于10~20斤化肥的增产效果。今后为了大幅度增加产

表4 有机肥料的增产效果

有机肥料	项 目	质 量 粪 : 土	施 用 效 果		增 产 效 果 斤粮/吨肥	说 明
			施用 吨/亩	增产 斤/亩		
土 粪		1 : 5	—	—	30(粮豆)	1965年省农科院土肥所资料
草 炭		纯腐熟	—	—	27(粮豆)	"
农 肥		优 质	5	273	55(大豆)	1976年长春所资料
农 肥		优 质	—	—	50(粮豆)	1930年白城所资料
马 粪		优 质	10	352	35(玉米)	1965年省农科院土肥所资料
平 均 数		—	—	—	41斤	

量,还必须增施化肥。我们提倡以有机肥为主,是从培肥地力、改善土壤环境条件考虑的,这种作用是任何化肥所难以代替的。

关于农肥对土壤的培肥作用,首先是增加和更新土壤有机质并不断供给作物所需要的养分。根据资料证明,土壤中氮素95%,磷素20~50%,硫素90%,硼和钼的大部分来自土壤有机质。其次,有机质能改善土壤的物理和化学性质。据我们初步观测(4月20日~6月10日),含有机质3%的黑土比含有机质2.2%黑土耕层土温增高0.5℃左右,含水量提高1~3%。此外,土壤的结构性、通透性和渗漏性等都直接受有机质含量的影响。有机质还具有吸附性、缓冲性和激发性等性能,可以减轻农药的残毒污染。第三,有机质能供给土壤微生物所需的能量和养料,促使其大量繁殖,从而加速有机质的矿化有利于作物的吸收。因此,在农业生产中必须坚持以有机肥为主,有机肥与化肥配合施用的原则。

2、重视农肥在有机肥源中的地位

在我省开展以增加土壤有机质为中心的中、低产土壤的培肥工作,首要问题是要开辟有机肥料的来源。目前被认为主要有四条途径,即①积制以人畜粪尿为中心的优质农家肥;②大搞作物秸秆还田,我省东部半山区可拿出30~50%的秸秆还田,中部平原地区可拿出10~20%的秸秆还田;③扩种绿肥,实行间混套复种和粮草轮作,肥田喂畜发展畜牧业;④大挖草炭造肥改土,我省草炭储量13亿立方米以上。上述四个方面都是重要的有机

肥源。但其中积制农家肥更具有广泛的现实意义，特别是大包干生产责任制落实之后，广大社员的生产积极性空前高涨，各农户为了发展生产，养畜积肥，增施农肥合理使用化肥的经济观点，将不断得到加强，为改革农肥积制技术开创了新的前景。如怀德县四道岗公社1982年实行包干到户到组生产责任制以后，大牲畜得到了发展，1981年全公社大牲畜2,400头，1982年发展到3,500头，农肥数量和质量都有提高。怀德县双榆树公社落实生产责任制以后，大搞养猪积肥，全公社实现了一人一猪的指标，由于连年施用优质猪过圈粪，增加了土壤有机质，培肥了地力，粮豆总产1977年为11,348吨，人均收入75元，1981年增加到30,137吨，人均收入214元。人均卖给国家粮食由1977年的425斤，增加到1981年的2,006斤，成为全县培肥增产的典型公社。

四、改革农肥积制技术，挖掘培肥增产潜力

我省近几年，在农肥积制和施用方面，存在着重数量轻质量、高产土壤施肥多、中低产土壤施肥少的问题，特别是在化肥用量较多的社队，农肥与化肥脱节，存在单纯施用化肥的倾向。根据我们深入农村对农肥的调查研究，针对目前在农肥积制和施用上的主要问题和落实生产责任制的新情况，提出以下改革意见。

1、根据有机肥源，确定农肥积攒数量，不断提高农肥质量

一个县、一个农业户或一个生产单位，一年应该积攒多少农肥，要根据本地区、本单位的有机肥源多少来确定。否则积肥量过多，只有加大混土量，既降低了农肥质量，又浪费积造和往返运输的劳畜力。相反，如果积肥量过少，起不到保肥作用，其养分损失浪费严重，同样保证不了农肥质量。根据我们对全省主要农肥种类的抽样化验结果，相隔20年农肥质量明显下降。1959年农肥有机质平均含量11.49%，全氮0.601%，全磷0.406%，全钾0.737%。1980年农肥有机质平均含量5.51%，全氮0.237%，全磷0.198%，全钾2.24%。

据调查，梨树县的做法比较好，他们就是根据本县的有机肥源确定积肥数量的，保证了农肥质量。这个县有机肥源大体上有四大种类（表5），即人粪尿、猪粪尿、大牲畜粪尿和作物秸秆。全县人口73万人，猪32万头，大牲畜8.2万头，人畜粪尿年排泄总量为141.5万吨，利用率按50~60%计算，可积拈人畜粪尿总量77.2万吨。这个县1981年利用20%左右的作物秸秆造肥还田，每亩按生产秸秆1000斤计算，共160万吨，半腐熟后可达80万吨。可利用的有机肥源共157.2万吨，混3~4倍土，全县每年可积优质农肥472~629万吨，

表5 梨树县有机肥源情况

肥源种类	年排泄量(斤)	年排泄总量(万吨)	利用率(%)	可利用数量(万吨)	混4倍土(万吨)
人粪尿	1,000	36.5	50	18.3	73.2
猪粪尿	4,000	64.0	60	38.4	153.6
大牲畜粪尿	10,000	41.0	50	20.5	82.0
作物秸秆	亩产1000斤	利用20%,160万吨	半分解减半	80.0	320.0
合计	—	—	—	157.2	628.8

平均551万吨。因此，在没有扩大有机肥源的前提下，每年积肥任务保持在600万吨上下比较科学。全县286万亩耕地，每亩平均2吨农肥。

要想再增加农肥数量，必须进一步扩大有机肥源。最根本的途径是发展畜牧业和扩大作物秸秆还田数量，还要积极地扩种绿肥和挖掘草炭造肥等。农业生产责任制落实后，要搞好社员家庭积肥，搞好五有建设，进一步提高人畜粪尿利用率。有计划地营造薪炭林和发展农村沼气，逐步解决农村能源问题。在没有扩大有机肥源的情况下，盲目追求农肥数量的做法是不对的。必须在增加土壤有机质上下功夫。

2、优质农肥的积制方法和质量指标

目前我省农肥质量很低，主要表现混土过多，有机质和全氮含量都不高。此外，有些社队积制方法也不够合理，损失浪费严重。我们在长春和四平两个地区采集10个农肥样本，化验结果，有机质含量2.3~5.5%，平均3.0%左右。全氮含量0.18~0.36%，平均0.27%，与肥沃黑土相似。

为了提高农肥质量，我们总结群众经验，提出三种农肥积制方法，应大力提倡推广。一是大牲畜和猪实行常年过圈，勤起勤垫，多垫一些草炭、秸秆、格菱和杂草等有机物质。起出的过圈粪堆成大堆拍实。二是冬春大搞暖心肥和秸秆堆肥。这种农肥以作物秸秆为主要原料，并混入一些人畜粪尿和泥土，群众称为“暖心肥”和“四合一秸裸堆肥”。具体做法是，一层铡碎的秸秆，一层人畜粪尿，并加入少量的过磷酸钙，加水，堆积到二米高为止，周围用土盖上拍实。注意调节碳氮比，以25:1为宜，堆肥含水量60~75%较为适宜，也可加入2~3%的草木灰调节酸碱度。堆积后要翻倒2~3遍，以防止腐烂过度。这种积制方法冬季冻不实，倒粪送粪方便，节省劳畜力，深受群众欢迎。四平地区1982年积制的秸秆肥和暖心肥626万吨，占农肥总量的25%。怀德县积制的暖心肥150万吨，秸裸堆肥104万吨，这两种肥占农肥总量30%左右。三是夏季大搞坑沤肥。在住宅附近和田头挖1.0~1.5米深的积肥坑，以野生蒿草、草皮土、垃圾、各种肥土和人畜粪尿为主要原料，分层沤制。秋后起出堆成大堆，施用前倒细。

根据我们调查总结，优质农肥质量标准暂定三项：第一，农肥有机质含量10~15%以上，全氮0.5%以上；第二，粪土比例1:3~1:4；第三，半腐熟到基本腐熟。

3、根据土壤肥力高低，建立施肥制度

增施有机肥的目的是为了培肥改土，不断提高土壤肥力，达到稳产高产。为了改善施肥制度，要做到在合理耕作、合理轮作的基础上，因土因作物施肥，根据土壤肥力和作物产量指标确定施肥数量和适宜的化肥品种。实行以有机肥为主，有机肥与化肥配合施用，氮磷钾配合施用。在讲究经济效益的前提下，既要提高单产又要增加总产，既要提高当年产量又要考虑到持续增产。因此，应根据土壤肥力现状合理分配肥料，把用地和养地结合起来，建立合理的施肥制度。

肥料的合理分配是合理施肥的前提，只有把有限的肥料分配得当，才能发挥更大的增产作用和经济效果。生产实践证明，中低产土壤增产潜力最大。因此，要把农肥和化肥重点投放到中低产地区。就是在高产社队中也有中低产田块，在分配肥料时也要考虑到这一点。我省不论有机肥或化肥都是不足的，有机肥平均每亩不到2吨，化肥平均每亩仅64斤，低于全国平均水平。因此，可以实行两年一茬粪，轮施底肥。即50%耕地每亩4吨底肥，中低产土壤可以多施一些，高产土壤少施一些。这样可以起到培肥增产的作用。在化

肥的分配上同样要考虑到这个原则，把有限的化肥应重点投放到中低产田块上，可以发挥更大的增产效果。有机肥和化肥配合施用，不仅能起到培肥增产的作用，而且能提高化肥利用率，减少氮肥损失，提高磷肥的增产效果。

为了保持和提高土壤肥力，不断增加土壤有机质是个重要指标。根据上述试验资料，每年土壤腐殖质大体上以0.01%速率下降，即每亩减少腐殖质约40斤（干物质），目前的情况是入不抵出，消耗大于积累。为了更快地达到土壤有机质收支平衡，并力争略有增加，我们提出一个粗略的指标，每年每亩施含有有机质10~15%的有机肥2~3吨，这样就可以保持和提高土壤肥力。

参 考 文 献

- 〔1〕杨国荣、于天德等：论吉林省中部地区土壤肥力现状与培肥途径，《吉林农业科学》1982年第1期。
- 〔2〕于天德、孙宏德等：吉林省中部地区农家肥料考察报告《吉林农业科学》1981年第3期。
- 〔3〕孙宏德、李军等：吉林省中部商品粮基地土壤肥力及其培肥途径《经济资料》1981年第34期。
- 〔4〕李维岳等：玉米早熟丰产栽培技术试验研究报告，内部资料，1981年。