

紅壤丘陵地区有机无机肥料的效果及其配合

裴德安 刘 勤 郭才蔣

(江西省农业科学研究所)

有机肥料,是我国农村的基本肥源,也是提高农作物产量的根本保证。大跃进以来,各地千方百计大闹积肥,虽然种类很多,数量大有增加,但仍不能满足生产发展需要,特别是紅壤丘陵地区,土壤肥力低,需肥多,而肥源有限,这一矛盾更为突出。因此,探求有机肥料与无机肥料的經濟施用方法与合理分配,既是制訂区域性施肥制度的必要环节,也是当前利用与改良紅壤的关键問題。

有机肥料的优越性,早为农业生产所証实,特别是近年来許多高额丰产记录的出現,与大量施用有机肥料是分不开的;但由于各地土壤、气候与耕作制度的不同,因此对有机肥料与无机肥料的想法并不是完全一致的。通常认为,有机肥料作为植物营养元素的直接来源(特别是氮素的供应)对当季作物的效应远不及无机肥料好,甚至对有机肥料的后效,也得出相反的結論。如英国洛桑姆斯太特試驗站、苏联 С. Л. 弗兰克斯尔特所进行的多年試驗說明:在連續施用廐肥的情况下,均未发现优于矿质肥料。我們为了弄清这一問題,从 1955 年起坚持連續試驗,分別进行有机肥料与无机肥料在不同季节,不同作物与不同类型紅壤的当季效果与后效以及两者配合比例的試驗研究,田間試驗計 18 个,盆栽試驗 3 个。茲将其結果,綜合分析如下:

一、試驗經過

試驗主要是在本所紅壤丘陵地进行的,土壤为第四紀沉积物发育的砂质壤土;荒地肥力极低,表土(0—20 厘米)有机质含量 0.83%,pH 5.7,代換性酸 4.5 毫克当量/100 克土,盐基代換量每 100 克土 1.07 毫克当量,全氮量 0.058%,全磷 0.06%,全鉀 0.09%,前后供試驗的作物計有:花生、紅薯、黑麦、芝麻、油菜、猪尿豆、蘿卜菜等 8 种(后两种为綠肥),并在国营刘家站綜合垦殖場壤粘质紅壤上驗証过;此外,还在甘家山紅壤試驗場粘质紅壤进行了对比。設計处理历年基本相同,即(1)純有机肥料,(2)2/3 有机肥料 + 1/3 无机肥料,(3)1/3 有机肥料 + 2/3 无机肥料,(4)純无机肥料;并以不施肥作对照,重复 3—4 次不等。

有机肥料是以堆肥为供試材料,这是紅壤上广泛施用的肥源,因为它是廐肥、草皮、藁秆堆制而成,其性能介于廐肥与藁秆之間,并且有一定的代表性。堆肥历年堆积時間大致相同,氮碳比为 1:14—18,中等腐熟程度。无机肥料則为常用的硫酸銨、过磷酸鈣与硫酸鉀。

各个处理的肥料用量,其氮、磷、鉀总含量一致,除紅薯外,一般均施用等量石灰,但为要与純有机肥料处理对应,氮、磷、鉀比例是以有机肥料全量为标准,而不可單純按作物要求变更。历年堆肥基本相同,所含氮、磷、鉀比例約为 1:1:0.5。全部試驗均采用較低的施肥水平,当时因考虑到紅壤地区肥源缺乏,一般折合施純氮 3.5—6.5 斤,磷酸 3—4 斤,氧化鉀 2—5 斤,但根据作物需肥情况,用量均有变动。所有肥料均作基肥集中施用,不再追肥,耕作管理与大田一样,较为粗放,因而产量很低。大跃进以后,曾拟提高施肥量与管理水平,但考虑前后試驗的一致性,故未予变更。

二、結果分析

1. 有机无机肥料对当季作物的效果

有机肥料是一种完全肥料,除富含有机质外,还有一定的氮、磷、鉀与其他灰分营养元素,但

通常对其肥效评价主要是以氮、磷、钾对植物利用率为依据,因有机肥料(包含廐肥)所含氮素除了部分可给态氮素外,大部分是以不溶性有机态氮存在。许多研究结果说明:当季的有效率比无机肥料低,一般只及 25—50%。日本研究者认为:中等腐熟廐肥当季作物能利用其中的氮 13%,磷 18%,钾 50%,硫酸铵可达 34%的氮,而有机肥料中磷、钾的有效率通常都认为比无机肥料高。本试验所用的堆肥仅有 30% 的廐肥(猪粪),大部分均为草皮泥与藁秆。其施用效果见表 1。

表 1 有机无机肥料对当季作物产量影响 (单位:斤/亩)

处 理 \ 作 物	红 薯 (块 根)	猪 屎 豆 (茎 秆)	花 生 (荚 果)	春 粟 (籽 实)	黑 麦 (籽 实)	蘿 卜 菜 (茎 叶)
对 照	47.2	558.6	25.30	0	2.6	272.2
无 机 肥 料	340.1	1226.2	77.55	18.12	102.8	1697.8
有 机 肥 料	637.2	1465.4	69.70	31.80	52.7	844.2
1/3有机肥+2/3无机肥	620.8	1080.0	79.21	103.22	92.1	1225.0
2/3有机肥+1/3无机肥	731.3	1140.4	81.05	82.84	75.57	940.9

注:表中花生产量是三年平均数,红薯与黑麦是二年平均数,其他为一年产量。

从表 1 看出,无机肥料优于有机肥料者有黑麦、花生及萝卜菜,而有机肥料优于无机肥料者有红薯、猪屎豆、春粟,各占一半。

如果将有机与无机肥料处理产量对比,就可看出有机与无机肥料的功效(表 2),无机肥料对黑麦、萝卜菜的功效看,相当于有机肥料 1 倍,而有机肥料对红薯的功效也相当于无机肥料 1 倍。

表 2 有机无机肥料对不同作物功效比较 (斤/亩)

处 理 \ 作 物	红 薯	猪 屎 豆	春 粟	花 生	黑 麦	蘿 卜 菜
无 机 肥 料	100	100	100	111	195	201
有 机 肥 料	188	120	175	100	100	100

如果这里主要考虑养分的功效,首先是氮素的功效,我们曾设想由于红壤缺磷,可能影响植物对磷的吸收,因此我们特用 1:1 与 1:2 的二种氮磷比例,进行萝卜菜对比试验,重复三次(表 3)。

表 3 不同氮磷比例对有机肥料功效的影响

处 理	产 量 (斤/亩)			
	I	II	III	平 均
纯有机肥料 (N:P=1:1)	538.80	1185.6	908.80	844.2
纯无机肥料 (N:P=1:1)	1401.9	1834.4	1818.80	1697.8
有机肥增加磷肥 (N:P=1:2)	897.80	1052.6	1187.6	1068.0
纯无机肥增加磷肥 (N:P=1:2)	1391.6	1953.4	1356.0	1540.0

出人意料之外的是增加磷肥、改变氮磷比例,并未改变有机与无机肥料对萝卜菜的功效,这就说明表 1 中所得出的结果是正确的,并不因作物对三要素(红壤含钾量较高)的要求不一,而影响有机与无机肥料的效应。同时也认为许多农业化学家,肯定有机肥料对当季效果低于无机肥料的结论是没有充分考虑到土壤-气候带的差别,对于高温多雨,分解作用强烈的红壤区并非如此。

2. 有机无机肥料的后效

不少研究者认为,有机肥料的功效在后期的轮栽中比第一次轮栽更为显著,我们为弄清有机无机肥料后效在进行萝卜菜、花生试验后保持原有处理,只耕作,不再施肥,分别播种猪屎豆和油

菜。现将前后作产量结果一并列入表 4。

表 4 不同处理后作产量比较 (单位:斤/亩)

处 理 作 物	对 照	无 机 肥 料	有 机 肥 料	1/3 有机肥+ 2/3 无机肥	2/3 有机肥+ 1/3 无机肥
前作——萝卜菜	272.2	1697.8	844.2	1225.0	940.9
后作——猪屎豆	293.1	569.0	746.2	540.0	570.0
前作——花 生	38.7	129.0	117.0	128.0	138.4
后作——油 菜	0	51.5	48.2	49.3	36.4

注: 前作收割后, 未施肥, 萝卜菜地上部分取走只留残根。

从猪屎豆的产量来看, 虽然并不能说明有机肥料后效比当季效果更好, 但至少证实了有机肥料的后效比无机肥料较高。以油菜的产量来看, 也不能完全肯定这一结论, 无机肥料的后效也不差, 除纯无机肥料高于纯有机肥料外, 2/3 无机肥料也高于 1/3 无机肥料配合的处理。这二种后作所以反应出有机与无机肥料的不同后效, 其主要原因是猪屎豆的前作萝卜菜生长正处于寒冷的冬季与春季, 有机肥料当季利用率较低, 因而后效较大, 相反, 油菜的前作花生生育期正处于炎热的夏季, 有机肥料的利用率较高, 因而后效较小。因此估计有机肥料的后效时, 应充分考虑到前作生育期间的水热条件与利用系数。关于气候因子对有机无机肥料的影响将在最后详细讨论。

3. 有机无机肥料对不同类型红壤的效果

众所周知, 有机肥料功效的大小对不同土壤亦有很大差异, 甚至同类土壤由于机械组成与利用年限不同也有所不同, 一般认为砂性愈重则功效愈高。因此, 特采用本省低丘陵区主要类型的红胶土与红砂土, 进行盆钵试验, 前者为粘土, 其化学性质如下: pH 为 6.0, 有机质含量为 0.44%, 全氮为 0.037%, 磷酸为 0.35%, 代换性钾 0.007%; 后者为砂壤土, pH 6.3, 有机质含量为 0.63%, 全氮为 0.046%, 磷酸为 0.0743%, 代换性钾为 0.005% (均经打碎过筛)。如处理的肥料用量均为田间试验 5 倍, 分别与土混和, 重复 4 次, 供试作物为花生, 每盆种植 3 株, 其结果列入表 5。

表 5 有机无机肥料对红胶土和红砂土效果的比较 (单位:克/盆)

处 理	红 胶 土				红 砂 土			
	茎叶重	根 重	荚果重	仁 重	茎叶重	根 重	荚果重	仁 重
对照	17.59	5.85	7.75	6.49	9.52	5.59	3.50	3.05
无机肥料	99.59	13.75	23.50	16.41	58.11	14.15	28.00	22.15
有机肥料	59.48	9.86	24.25	16.54	60.71	14.63	19.50	17.42
1/3有机肥+2/3无机肥	89.29	10.90	21.00	15.61	54.10	14.25	27.75	21.81
2/3有机肥+1/3无机肥	71.55	11.60	26.50	18.95	64.89	15.63	20.25	19.29

从表 5 看出, 施用有机肥料的花生荚果重与仁重高于施用无机肥料的处理, 2/3 有机肥料又高于 1/3 有机肥料处理, 说明有机肥料对红胶土功效较高; 而红砂土中则无机肥料优于有机肥料, 2/3 无机肥料又优于 1/3 无机肥料的处理, 说明无机肥料对红砂土功效较高。但茎叶重正相反; 根重的变化规律亦不明显。因此我们认为: 有机肥料不仅对砂土的效果好, 而且对改良粘重板结土壤的物理性状亦有重大作用。

4. 有机肥料与无机肥料对不同作物的影响

在田间试验中, 由于影响试验的因素较复杂, 有机无机肥料的功效往往不完全决定于可给养分的利用率, 而决定于气候因素与土壤理化性质的影响。因此以大田试验相同处理进行红薯、芝麻、花生与春粟盆试验, 以便对比, 在自然因素基本上可控制的情况下, 测定有机肥料与无机肥料

对不同作物的差异(表 6,7)。

表 6 花生与春粟对有机无机肥料的反应 (单位:克/盆)

处 理	花 生			春 粟		
	果 荚 重	茎 叶 重	根 荏 重	籽 实 重	茎 叶 重	根 荏 重
对照	4.18	9.52	5.59	0.67	3.29	5.87
无机肥料	29.92	58.11	14.15	12.32	34.54	24.46
有机肥料	23.48	60.70	14.62	3.70	11.96	6.51
1/3有机肥+2/3无机肥	29.35	54.10	14.25	11.68	42.25	22.08
2/3有机肥+1/3无机肥	25.35	64.89	15.62	7.61	28.07	15.35

表 7 紅薯与芝麻对有机、无机肥料的反应 (单位:克/盆)

处 理	紅 薯			芝 麻		
	薯 块 重	藤 蔓 重	根 荏 重	籽 实 重	茎 叶 重	根 荏 重
对照	86.03	15.90	4.10	0.42	1.73	6.78
无机肥料	443.03	163.61	15.20	7.66	16.48	16.38
有机肥料	426.91	103.80	8.08	5.17	14.53	18.87
1/3有机肥+2/3无机肥	451.41	139.25	10.36	6.75	27.66	22.07
2/3有机肥+1/3无机肥	440.71	111.81	9.14	6.10	18.50	17.55

从表 6,7 的作物主产品看,不論是春播作物花生、春粟还是夏播作物紅薯、芝麻,其对有机无机肥料的反应是一致的。随无机肥料配合量增加,产量递增,这一結果与田間試驗是不一致的。不少研究者认为:块根作物如蘿卜、甜菜等对有机肥料有特殊效应,从表 6 看出,虽然紅薯以 1/3 有机肥 + 2/3 无机肥比純无机肥較好,但也不能由此作出結論。因此,单純从作物要求看,对有机无机肥料并无多大差异,可能在大田栽培中由于生育期間环境条件(包括土壤、气候)不同而有所不同,其次在盆栽中水分得到充分供应,且肥料用量較高又集中,因而无机肥料表現良好,这就反面証明了在田間試驗中有机肥料对某些作物的优越性,主要不在于可給性养料比同等含量的无机肥料更充足,而在于保水保肥的作用。

有机与无机肥料对作物生长、发育的影响是不一致的,所有田間試驗結果均說明,純无机肥料处理的作物一般叶色較綠,但发育較迟緩,有机肥料处理的作物前期叶色較淡。在盆栽試驗中,由于肥料用量,在水分充足的情况下,无机肥料延迟成熟,有机肥料促进成熟的趋势更为明显。可見无机肥料氮素利用率高,而有机肥料磷鉀的利用率高不是完全沒有关系的,同时,还可能因为有机肥料中含有微量元素及其他有机質对作物的刺激作用有关。

从田間观察中,无机肥料不仅出苗不齐,而且缺株率較高,而有机肥料則相反,可能因局部施肥浓度較高,或因保水力差,影响种子出苗,因此在生产实践中单純施用无机肥料是不利的。

三、問 題 討 論

1. 影响有机无机肥料功效的主要因素

有机与无机肥料功效的大小,一方面决定于肥料本身的品質,如植物营养元素含量与可給性以及腐熟程度等,另一方面还决定于外界条件如植物、土壤以及气候等。从結果分析,已清楚地說明有机无机肥料的后效随土壤情况不同而不同,甚至同是紅壤,仅仅机械組成不一,也反应出不同的效应,至于对作物的影响,主要表现在生长与发育方面。以盆栽試驗結果看来,作物之間的反应并不是很大的,但是田間試驗却显出极大的差异,如果將紅薯、黑麦、春粟的产量变化繪成曲綫

(图1) 我們就清楚地看出:紅薯产量基本上随有机肥料配合比例增加而升高;黑麦則相反,随有机肥料增加而递降;春粟就不明显。这就充分說明有机肥料对紅薯、猪屎豆增产起主导作用,而无机肥料对黑麦、蘿卜菜的增产起主导作用。

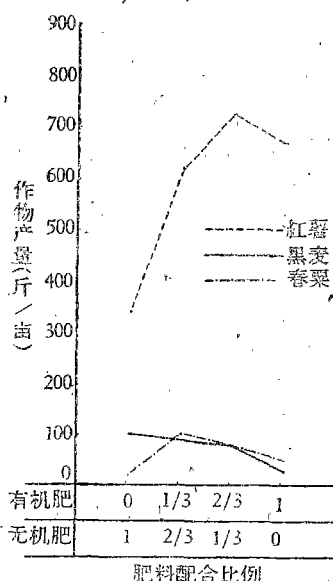


图1 有机无机肥料配合量对作物产量的影响

然而,我們只要考虑到这些作物生长期間的气候条件,就可了解产生这种明显差别的原因不是由于作物本身的反应,而是受气候因素制約的結果。紅薯是夏播作物,正值高温多雨的夏末与秋初,显然有利于有机肥料的分解,而后期秋旱正可显示出有机肥料的蓄水性能,而化肥却由于缺水而不能发挥作用。同样,黑麦生育期正处于寒冷的冬季与春季,有机肥料分解极其緩慢,而无机肥料效果則較好。至于花生、春粟等作物,其主要生育期正处于气温轉变的春末夏初,根据历年花生的生育观察,一般是前期无机肥料处理生长較快,而后期有机肥料处理能逐步赶上(图2),因此有机无机混合处理最好。

甚至由于各年度春暖的早晚不同,都直接影响到有机与无机肥料的功效。如1957年3—6月平均地温較1958年稍低,特别是5月份差异很大,結果花生产量以1/3有机肥+2/3无机肥处理最高,而1958年則2/3有机肥+1/3无机肥处理最高(图3)。

由于气候因素的变化,土壤水分状况也随之变化,因而有机肥料分解的快慢,功效的大小亦有所不同。根据在室内进行的堆肥雨、旱季的分解与轉化規律的研究,充分証明了这点,因此,在评价

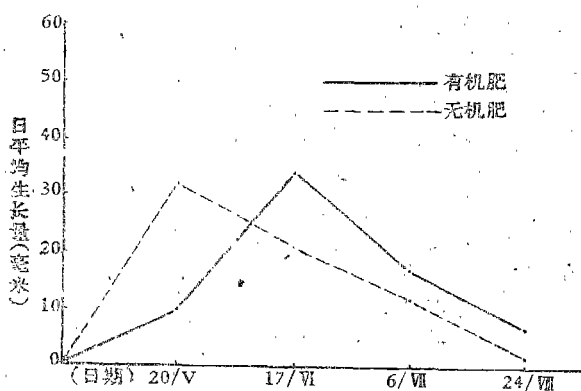


图2 有机与无机肥料对花生生长的影响

有机肥料当季效果及其后效时,主要应考虑不同季节气候条件的差异。

2. 有机无机肥料的分配及其配合比例

在找出有机无机肥料的功效与气候因素的关系后,我們就不难掌握有机与无机肥料在不同季节的分配与使用。从試驗結果来看,冬播作物可以单独施用无机肥料,但經多次观察:施用純无机肥料缺苗率高,发育期延

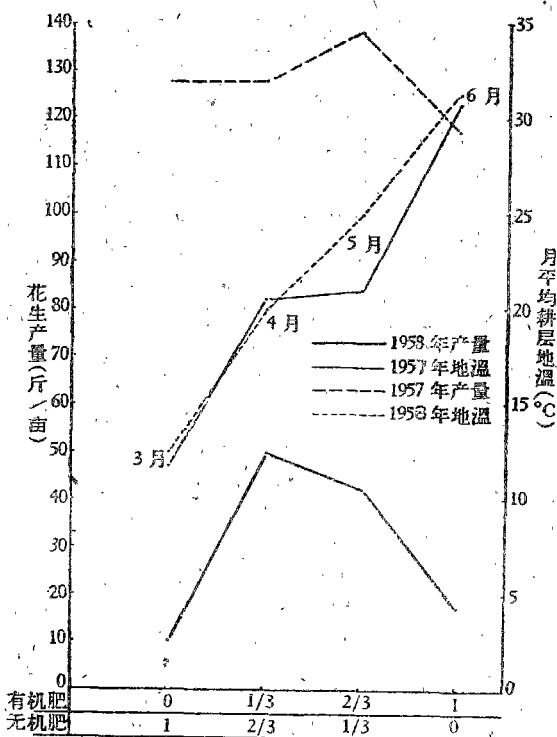


图3 1957和1958年地温与花生产量比較

迟;施用純有机肥料虽然出苗較好,但在前期叶色較淡,虽然氮素不能滿足作物要求,而一般成熟較早,生长赶不上发育,这对作物丰产是不利的。如果考慮到大田生产中施肥不可能象試驗中的那样細致,則單純施用有机或无机肥料对当季功效都可能減低,因此我們认为在大面积生产中,仍然以有机与无机肥料混合施用为宜。从試驗結果中也反映出两者混合施用不仅生长与发育比較協調,同时,在各个季节对不同作物的产量都表現比較穩定。

目前在紅壤旱地中,羣众为求肥料的当季功效,往往将有机肥料燃制为灰肥,或撒于田中任其日晒雨淋,常常經過一个季节后才翻耕,特別在有机肥料紧张或缺乏化肥时,并没有按照季节特点来合理分配肥料,有时将未腐熟的有机肥料施在冬季作物上,或者主要施于春播早熟作物上,因而使春播作物晚熟或夏播作物得不到足够的有机肥料。我們认为,根据本省的气候特点,合理分配的原則是:对冬播作物可少施有机肥料多施无机肥料;对春播晚熟或夏播作物应多施有机肥料。至于春播早熟作物,一般应有机无机肥料等量配合,如春末夏初气温高,有机肥料配合量可增高,否則,宜減低。

因此,按照当地气候特点,合理分配有机无机肥料的原則不仅具有理論上的意义,更重要的是对生产实践的价值。

3. 关于有机肥料的作用

有机肥料的作用是极为复杂的,虽然在各个方面已有許多結論,但通常主要作为植物营养元素的来源的效果来研究。田間試驗指出,在高温多雨的亚热带地区当季效果是显著的,往往不比无机肥料低,但是同样以紅薯、芝麻等夏种作物进行盆栽,在水分供应充足的情况下,則无机肥料效果較好,这就充分說明有机肥料施用于夏秋生长的作物的功效,不能單純从有机肥料中养分的分解与释放的速度作为唯一的根据,重要的还在于有机質的保水作用。在盆栽試驗期間,虽然每天或隔天澆水,但純无机肥料在早期每10—16小时之間都有暂时凋萎,而純有机肥料則生长正常。

有机肥料的功效还表現在保肥的作用上。根据春、夏季节进行的养分淋失測定,有机和无机肥料混合施用比单施氨态氮要少流失氮10—15倍,速效性鉀少損失8—16倍,速效磷亦有所減少,而硝态氮稍有增多,因此春夏多雨季节單純施用化肥是不合理的。

有机肥料的功效还表現在对紅壤理化性状的改善。根据我們进行的改土定位試驗,凡施用有机肥料者,有机質含量提高,酸度降低,特別是盐基代換量比单施化肥为高,这也充分說明有机肥料对改善土壤复合体和吸收性能的重大作用,从而更好地發揮无机肥料的效果創造了基础。此外,有机肥料对促进土壤微生物的活动,加强养分轉化均有良好效果。

总之,对于肥力低,耕性差的紅壤,有机肥料的作用是巨大的,多方面的。

四、摘 要

試驗結果說明:有机与无机肥料的当季功效及其后效与作物关系較小,主要受土壤中水、热条件的制約,在高温干旱季节中,有机肥料分解快,当季利用系数高,后效則低;而无机肥料因缺乏必要的水分,当季效果低,后效較高。在低温与湿润季节,有机肥料分解慢,无机肥料則有較好的效果,后效亦相反。如处于两者間的季节,則有机与无机肥料效果差异不大。因此,不依具体的土壤、气候与季节变化来考虑,武断地說有机肥当季效果低,后效高的結論,是不全面甚至是錯誤的。

同时,試驗結果也說明:有机肥料的功效不仅仅能直接供应植物所需要的养分,就紅壤旱地而言,重要的还在于保水保肥以及改善土壤理化性质的作用。

根据本省气候特点,有机无机肥料的混合比例大致是这样的:冬播作物可多施无机肥料,春播晚熟或夏播作物宜多施有机肥料;春播早熟作物一般有机与无机肥料各半为宜,如春暖早,可酌量多施有机肥料,若春季气温上升很慢,則应多施无机肥料。为了在紅壤丘陵地区达到大面积平衡增产,这一分配原則与配合比例是經濟而实用的,最能充分發揮有机与无机肥料的效果。