

農學概論參考資料

肥 料

中國人民大學農業技術學教研室編

中 國 人 民 大 學

肥 料

1953年12月第1次印刷

1—1014册 97,000字

统一书号:16011·11

定价(8):0.44元

編 者 的 話

际此教学大革命的时代,为徹底地改革教学,貫徹党的社会主义教育方針,尽快地將現代农学、作物栽培学、农业机其学、畜牧学的光輝成就,和我国农民在史無前例的农业大躍进中所創造出来的大量新穎、丰富、珍貴的先进經驗,及时地反映到教学和生产中去。教研室將重新陸續編輯一套比較完整的、既有理論、又有实际經驗的农业技术学参考資料,以供农业經濟系本科、專修科学生和其他各系下乡参加劳动师生学习农业技术之参考。

农业技术学教研室

一九五八年十月六日

目 录

中共中央关于肥料問題的指示.....	1
——一九五八年八月二十九日	
* * *	
施肥的理論基础.....	3
* * *	
廐肥及其施用.....	7
高温速成堆肥 (摘录).....	18
取之不尽, 用之不竭的肥源.....	40
——孟县、新乡原土廐肥法經驗介紹	
介紹几种草炭造肥法.....	45
人工造肥, 增产显著.....	47
* * *	
氮肥工业 (摘录).....	51
磷肥与鉀肥.....	64
綜合性土化肥試制成功.....	77
顆粒肥料的制造和施用方法.....	80
* * *	
談談自生固氮細菌肥料.....	88
多快好省地制造固氮菌肥料.....	91
“抗生菌肥料”的研究.....	94
* * *	
醴陵县积肥、制肥、保肥、用肥的經驗.....	98
附录: 肥料三要素含量表.....	104

中共中央关于肥料問題的指示

一九五八年八月二十九日

(一)一九五八年,每亩耕地平均施肥兩万斤以上。这是今年农业获得史無前例的大丰收的一个重要因素。今后除了繼續增加施肥数量以外,要更多地注意提高肥料的質量。

(二)化学肥料在最近几年內还不能滿足需要,各地除了积极努力增产化学肥料以外,都很注意发展土法制造的化肥。現在已經收集到的比較成功的方法有三十种,按照各省区的规划,一九五九年全国土化肥的总产量,預計將超过三千万吨。希望各省区認真发动專、县、乡、社,組織土化肥的生产,超额完成三千万吨的规划。根瘤菌、固氮菌、磷細菌等細菌肥料和植物生長刺激素的生产,并不那么神秘,有的县、乡、社也可以生产,應該积极发展。

(三)农家积肥、造肥,还是最主要、最大量的肥源。人畜粪尿、綠肥、河泥、塘泥等等,都是有机肥料。化学肥料是无机肥料,中外的經驗都已經証明,必須与有机肥料混合施用,才能更好地發揮肥效,避免土壤惡化,因此,絕不要因为化肥特别是土化肥的增产,而放松了农家积肥造肥。积肥、造肥应该是經常性的,同时一年又要突击几次。現在正是采集和漚制綠肥的最好季节,應該集中力量,突击一番。一九五八年冬季,深耕、改良土壤和兴修水利等等任务很重,但是決不可挤掉积肥。

(四)一九五八年用在肥料方面的劳动量很大,三千几亿担肥料,送到田地里去,是一件大事。今后應該积极研究和推广把农家肥料加以精制的办法,减少运输量,提高肥效;同时,大力提倡田头积肥,在田头地边修起漚肥池,可以大大节省运输力,并且平时零星积,

用时不紧张。

(五)随着粮食的大量增产,单位产量的迅速提高,就不必强调复种,就有可能利用冬季或者麦收以后休闲的田地,种植绿肥作物。

(六)要“按土施肥”,根据不同的土壤,施用不同的肥料,氮、磷、钾等要适当配合。提倡分期施肥,多施基肥,勤施追肥,摸清各种作物成长的规律,迟效肥和速效肥相配合,施用得当;并且同深耕结合起来,分层施肥。总之,不仅要多施肥,还要从施肥方法上尽力提高肥效,及时总结各种不同土壤使用不同肥料的经验,加以推广。

(1958年9月11日“人民日报”)

施肥的理論基础

黄 健 平

对农作物来说，“一水、二肥、三功夫”。水是个关键性的问题，在解决了水利条件的前提下，具有决定性意义的，就在于肥料的保证；在这个基础上，再进一步实行深耕细作和一系列的正确的农业技术措施，这样，农业生产的迅速发展和单位面积产量的普遍提高，那是必然的结果。

为什么要对农作物施肥呢？

施肥是调节植物养料物质循环，直接营养植物，促进植物的新陈代谢过程，调节土壤反应，改善土壤结构，控制土壤微生物的活动以提高土壤肥力。这说明：肥料是增加植物的营养料，改善植物的性质和提高土壤肥沃性的有力工具。

施肥是提高农作物产量和品质的极重要方法。

根据米丘林生物学原理，即从生物有机体及其生活所必需的环境条件的统一性这个理论基础出发，营养的改变，可以引起生物有机体新陈代谢的改变，因而也导致它的遗传性的改变。这样，合理施肥，就可以定向改造植物本性和作物选种条件。因此，合理使用肥料就成为定向选育农作物的因素之一（当然，选种和良种繁育，也是一个重要的手段）。

施肥要考虑作物本身的特性。

也从这个理论基础出发，施肥首先就要考虑作物本身的生物学特性，就是说，作物与某一种肥料的关系，要受到植物本身性质的影

响。例如，在同样的气候与土壤及经济条件下，马铃薯对于钾肥的需要总是比小麦多得多，而棉花和谷类作物（如水稻、麦等），却特别需要磷肥；蔬菜则应多施氮肥。同一种植物对于肥料的需要量，还随着它们的生活时期而不同。植物在最初阶段，主要利用貯藏在种子里的养料；在将近开花和果实形成时期需要从土壤中吸收大量可溶性矿质养料；当果实、种子成熟时，植物对肥料的吸收显著下降，甚至还有一部分无机盐从根部返回土壤中去。我国丰产模范掌握了不同作物的本性，并随着作物的需要，分期施用追肥，以致获得高额产量，就是很好的实例。

由此可见，作物的形态、构造、生理，都是随着环境条件而转移。同一种作物，由于种植在施肥区和不施肥区，作物表现不同，即使在同一个施肥区，施肥种类和施肥时期不同、作物表现也就各有不同。因此正确了解生物有机体和外界环境条件的关系，就愈能利用、调整和创造外界环境条件的可能性来更好地控制有机体。

要了解肥料本身的特点

其次，了解肥料本身的特点，也具有重大的意义。

肥料在成分上，溶解程度以及许多其他重要的性质上，都是很不相同的。施肥不仅要注意肥料对植物的效力，还应当了解肥料影响收获物品质的改变。施肥得当，可以提高农作物的品质，施肥不得当，也可以降低农作物的品质，这和管理施肥可以增产，不合理施肥可以导致减产的道理一样。

施肥也要注意肥料对土壤性质和土壤微生物的影响。例如，硫酸钾（硫酸銨），过磷酸钙等无机肥料，易溶于水、成分单纯，效力迅速，肥效短，故适于作为追肥。厩肥，堆肥等有机肥料，因含有各种营养元素，同时要经过细菌分解后才能被植物所吸收，肥效长而效力较慢，故适于作为基肥。而且有机肥料因含有大量的有机物，所以能改良土壤的结构和促进有益细菌的活动，并使土壤中难溶解盐类变为植物易于吸收利用的状态。而由于土壤中某些细菌的活动，就可以固定空

气中的氮，增加土壤中的含氮量和植物氮素給源（如根瘤菌、自生固氮菌等）。

此外，有机物腐爛分解时所放出的二氧化碳，又可以改善植物的碳素营养，因为植物在进行光合作用的时候，利用水和二氧化碳合成有机物如糖和淀粉等，二氧化碳来源愈充足，植物的光合作用愈旺盛，合成有机物的量也就愈多。所以，同时施用有机肥料和无机肥料，就能为植物創造最好的营养条件。这說明施肥除了要弄清作物对象以外，还要了解肥料本身的性質。

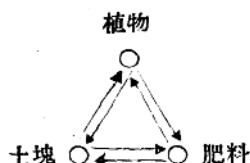
施肥要了解土壤的特点和土壤肥力情况

再其次是：施肥要了解土壤的特性和土壤肥力情况，只有这样，肥料的合理施用才有可能。

肥料对于植物的影响主要地是通过土壤。根据苏联偉大的土壤学家威廉斯的正确的說法，施肥是营养植物，而不是营养土壤。大家知道，肥料可以补給农作物以一部分在該土壤中为了达到高产所不足的营养元素，可是由于不注意或是不了解土壤情况，施肥有时却引起相反的效果。例如在肥沃的土壤上，前作物又是栽种过豆科作物，如果再片面地盲目追求增施氮素肥料，就会引起氮肥过多的不良后果。另外，在紅壤地区，土壤对磷的固定力很强，如果不注意这个問題，施了很多化学磷肥，土壤含磷也很多，但对作物所起的作用不大，这就变成了施肥只是营养土壤，而不是营养植物了。

由此可見，不考慮到土壤中能为植物利用的营养物質的貯有情况，就不可能做到合理施肥。肥料應該施在那些有真正实际需要的地点。例如：我們习惯說每亩施基肥四千斤，施氮肥追肥四十斤，我們只有把这个数量的肥料平均施下的概念，实际上，不一定如此。即使在一亩田地的面积范围内，土壤缺肥的程度也是很不一致的。平均施下，某些地段是合适，某些地段却嫌稍多或不足。有些丰产模范在施肥数量上也細致的掌握到一个田塊的每一角落或通过看苗施肥的經驗来掌握适当增减施肥量的分配，是完全符合科学原則的。

綜上所述，研究植物的营养問題，不單單是解决肥料本身的問題，而是必須把植物、肥料和土壤三者联系起来研究其相互間的关系。植物、肥料和土壤三者的关系可以从下面圖示加以說明：



圖解中双箭头表示每一因素对其他因素的相互影响：

(1) 土壤影响植物生長，植物生長也影响土壤（例如，植物生長，有机質的聚积、氮素养料的增加等等）。

(2) 肥料影响植物生長，植物生長也影响肥料（例如磷矿粉被羽扇豆、油菜、蘿卜菜等植物根分泌的酸所溶解，增加磷矿粉的有效性）。

(8) 肥料改变土壤的化学組成，肥料也因土壤而发生变化（例如酸性紅壤改变了可溶性磷肥被植物利用的效果）。

由此可見，研究植物营养和施肥問題，必須包括土壤、肥料和植物三个部門，而且要辯証地相互联系起来研究它們，以便进一步合理施肥，改善植物生長发育的外界和內在条件，以达到提高农作物的产量和品質的目的。

（选自“云南日报”1958年3月27日）

厩肥及其施用

厩肥是利用家畜的粪尿及褥草混合后经过微生物的作用形成的一种有机肥料,这种有机肥料包括了植物的各种营养元素(称完全肥料),施入土壤后,对土壤植物有很大的作用。厩肥中约含有0.5%的氮,0.2% P_2O_5 及0.6% K_2O ,也就是一吨厩肥中含有5公斤N、2公斤 P_2O_5 及6公斤 K_2O ,在今后大力发展农业生产过程中,如何更有效的利用家畜粪尿是很重要的问题,随着各农业生产合作社饲养家畜一天天的多起来,研究有效的利用厩肥有它的意义,即是在矿质肥料大量生产的条件下,厩肥的利用仍是很有价值的,不能忽视。

厩肥成分中,包括家畜粪尿及褥草,所以先由这两种成分讲起。

一、家畜粪尿的组成及性质

家畜的饲料大多数是植物性物质,由于家畜种类不同,饲料不同,消化情况不同,因此家畜粪便的组成成分也不同,作为肥料的利用上便有差别。各种家畜的粪尿生产量很大,1000斤的马每日产粪40斤,尿10斤,每年产粪尿9.1吨。1000斤的牛每天产粪50斤,尿20斤,每年产粪尿12.7吨。猪1000斤(按五只)每天排粪48斤,尿34斤,每年产粪尿15吨。羊每1000斤(10只)每天排粪22斤,尿11斤,每年产粪尿6吨。

从表1(见下页)看出家畜粪中一般除有机物外含氮较磷、钾多,家畜尿中一般含氮钾比粪中含量多,含磷除羊尿外都很少,家畜粪中含磷也很多,因此家畜粪尿是完全肥料。

从家畜尿的成分来看家畜尿与人尿的组成是有差异的,家畜尿

表1. 家畜粪尿成分表 (%)

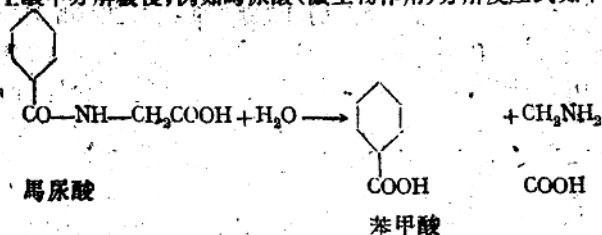
种 类	成 分	水 分	有 机 物	氮	磷	钾	钙
马	粪	75.8	21.0	0.44	0.35	0.35	0.15
牛	粪	83.8	14.5	0.29	0.17	0.10	0.14
羊	粪	65.5	31.4	0.55	0.31	0.25	0.46
猪	粪	81.5	15.0	0.60	0.41	0.26	0.09
马	尿	90.1	7.1	1.55	0.05	1.50	0.25
牛	尿	93.8	3.0	0.58	0.05	1.30	0.09
羊	尿	81.2	8.3	1.95	0.20	2.26	0.16
猪	尿	96.7	2.8	0.43	0.07	0.83	0.01

中除尿素外尚含酸及尿酸, 而人尿中以尿素为主。(见表2)

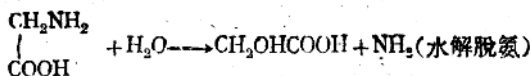
表2. 各种尿的含氮化合物含量 (%)

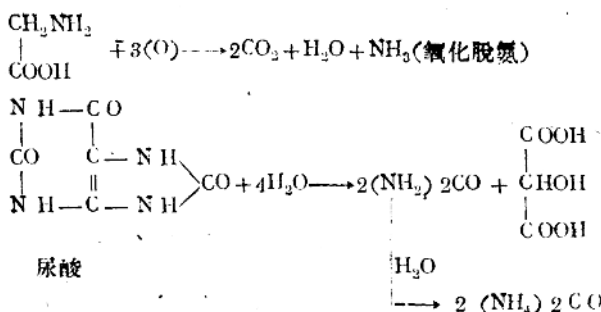
形 态	种 类	人 尿	牛 尿	马 尿	羊 尿	猪 尿
尿 素 态 氮		87	29.7	74.4	53.3	26.2
马尿酸态氮		0.5	22.4	3.0	38.7	9.6
尿酸态氮		0.8	1.0	0.6	4.0	3.2

由于家畜尿中含有相当数量的马尿酸及尿酸形态的氮素, 所以在土壤中分解缓慢, 例如马尿酸(微生物作用)分解反应式如下:



或





馬尿酸及尿酸分解步驟多，分解較尿素慢，試驗證明尿素二日可分解，尿酸則須10天，馬尿酸在24日後僅分解其全氮量的23%。因此對家畜尿的利用上與人尿不同，一般不直接利用（同時易流失，對植物也有害），經堆積腐熟後施用。馬尿中含尿素還是很多的，稍經腐熟即可利用。

家畜尿中呈鹼性反應，這與人尿不同，一般缺乏磷酸。家畜糞的有機成分中主要是纖維素，蛋白質及其分解產物，如有機酸，胆汁以及鉀、鈉、鈣等的硫酸鹽類，磷酸鹽類，氮化物等。由於飼料及家畜消化情況的不同各種家畜糞的性質也不相同，馬吃東西較粗放，飲水較少，消化力弱，因此糞中多含纖維素，質地疏松，通透空氣，並且含有大量纖維素分解細菌，所以馬糞分解快，易發熱稱熱性肥料；施入土壤後容易提高土壤溫度，單獨使用馬糞作發熱材料是適宜的，用於溫床可促進種子發芽防止凍害，對粘重的土壤施用適宜。牛糞質地細密，因為牛是反芻動物，咀嚼細緻，飲水量也多，糞含水分多不易發酵，稱冷性肥料。在排水良好的土壤，土質疏松含有機物少時施用較適，由於分解緩慢，肥效持久。羊糞質地緊密，同時水分含量少，發酸速度在馬牛糞之間，但偏於馬糞故也稱熱性肥料。羊糞的養分濃度對粘重土壤、養分缺乏時施用很好。豬糞的成分因飼料種類差異大而不固定，如果以米糠喂豬則磷酸含量多，糞中水分多也屬冷性肥料。

二、褥 草

褥草是厩肥第二位組成成分，一般农田的产物都可以作褥草，包括藁秆、泥炭、谷糠、落叶、锯末等。这些褥草的利用有二方面的意义，一是为了牲畜生活舒适，創造柔軟干燥温暖的畜床，另外一点更重要的意义是对农业化学肥料为出发点的，就是褥草的利用可以增加厩肥的淨重，使价值低的植物产品变成有价值的有机肥料。从褥草本身来看，褥草含有各种营养元素，这些养分在厩肥貯存变化中，可以由植物不易利用的形态变成植物可以利用的形态。各种褥草养分含量見表3。

表3. 各种褥草养分含量如下：

褥草种类、	含 量 %					每百公斤褥草吸水量 (公斤)	每公斤褥草吸水量 (克)
	水分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO		
禾本科作物							
藁秆	14.3	0.45	0.25	0.85	0.3	180—300	0.8—3.7
豆 科 作 物							
藁秆	16.0	1.50	0.35	0.5	1.6	280—330	5—8
乔木树类	14.0	1.10	0.25	0.3	2.0	200—400	—
泥炭	30.0	1.02	0.06	0.1	0.3	900—1800	15—30
锯木	25.0	0.2	0.30	0.70	1.0	420—445	2—4

褥草可以吸收厩肥中的氨态氮素，保存氮素避免流失。由表中可看出每公斤褥草能吸水2—3公斤及0.8克氨态氮素，泥炭的吸水力和吸氮力最强。褥草可改善家畜粪尿的物理性状，使家畜粪不太湿润松软，使微生物活动旺盛。在褥草中用锯末是应注意的，因为用量太多时使厩肥含氮量低，大量纖維質的存在是造成厩肥品質不良的原因。

在利用藁秆作褥草时，必須將藁秆切碎長达10—15厘米，切碎的藁秆可以增加水分及氮素的吸收量，同时运送操作方便。各种家畜的排泄物成分及数量不同，因此用褥草的数量也不同，每头家畜一晝夜

褥草平均用量如下：

表4. 各种家畜褥草用量

家 畜	料褥草用量 (公斤)	輕度分解泥炭用量 (公斤)
牛	3—5	5—6
馬	2—4	3—4
羊	0.5—1	1—1.5
母猪	5—7	—
公猪	1.5—3	2—3

三、堆積中成分的變化

温度：堆积2、3天后发热，由于微生物作用（主要由家畜粪带来，廐肥中各种微生物约占10%）发热的温度与家畜粪种类及褥草种类有关。

重量及容积：由于有机物的分解重量減輕，容积减小。

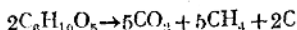
化学成分的变化复杂：蛋白質受細菌的作用形成氨基酸，一部份变成 NH_3 ，一部份与纖維素、木質素結合形成腐植質。尿素及馬尿酸經分解产生氨态氮。

淀粉及糖分：淀粉水解后变成單糖，經過細菌作用可能产生乳酸、酪酸、醋酸等有机酸，因此在分解过程中产生暫时的酸度。

纖維素：通过好气性細菌的分解，温度上升（ 60° — 70°C ）产生 CO_2 及 H_2O



嫌气分解緩慢发热 30°C 产生 H_2 、 CH_4 、 CO_2 及腐植質。



脂肪：产生脂肪酸及甘油，氨态氮是氮素損失主要因素，在廐肥堆积中，硝酸态氮很少，这是因为紧密堆积中空气不足，硝化細菌生長困难，而在通气条件下有机物分解使温度上升也使硝化細菌生長困难，同时硝酸态氮容易被微生物固定。

总之廐肥制造(堆积)的目的,通过有机物发酵分解使养分(特别是褥草)增加,由褥草带来的病菌、害虫杂草种子可以被消灭,另外经过堆积腐熟过程,使成分均匀容重减小,运输施用方便。同时避免有机物在土壤中发酵时产生对土壤生物有毒害的有机酸和各种气体。根据廐肥在堆积贮藏过程中分解程度不同可以分以下四个阶段:

(1)是廐肥轻度的分解,褥草保持原来的颜色,廐肥也有绿色或黄色。

(2)是半腐熟廐肥,廐肥变深褐色,已失原有的韧性,水浸出液为暗黑色体,积占原廐肥70—80%。

(3)腐熟的廐肥、廐肥黑色泥状物,已看不出原状,水浸出液无色,体积占原廐肥50%。

(4)最后形成腐植质,为富含有机物黑色的土状物质,体积占原廐肥25%。

廐肥利用时根据使用的季节,水分条件和作物的情况来决定,廐肥在不同的分解程度施用方法是有区别的,一般施用半腐熟廐肥为宜。

四、廐肥的贮藏方法

(1)紧密贮藏法:将由厩舍每天取出的廐肥(包括褥草)沿廐肥贮藏池边缘堆积厚1米宽2—3米的积肥,立即压紧,然后同样向上堆积压紧,当压紧的廐肥高2米时,再沿这堆廐肥边堆积第二排;相续堆积好后,上铺粪草或土等。

这种贮藏法足使廐肥处于嫌气分解状态,温度的变化不大(15—35°C),有机物分解缓慢,由于空气不流通,在空隙中被 CO_2 饱和,形成碳酸铵,这时碳酸铵很少分解产生 NH_3 ↑,有时氨与其他有机酸结合成铵盐,因此紧密贮藏法氮的损失少。

用紧密贮藏法,廐肥经过3—4个月可以达到半腐熟状态,经过7—8个月达到腐熟状态。一般当廐肥不急需时,利用紧密贮存方法制

造半腐熟的廐肥。

(2)疏松紧密贮藏法:將廐肥堆积在廐肥貯藏池中,先不压紧,放置几天后,在好气分解条件下温度上升到55—60°C,当温度下降时,將廐肥压紧,再在第一層廐肥上堆积第二層,处理与上面相同。堆积的高度到1.5—2.0米为止,上面用藁秆、土等盖复起来,经过1.5—2个月到半腐熟,4—5月成腐熟的廐肥。这种貯藏法在下面的要求下是合适的,即需要較短的时间作成肥料,在高温条件下杀死害虫和病菌等。当使用大量藁秆时,藁秆的分解使氮被生物吸收而不损失氮的情况下,都可以考虑利用疏松紧密貯存法。

(3)疏松貯藏法:疏松貯藏是將廐肥堆积后并不压紧,使廐肥进行好气性的分解,温度迅速上升到50—60°C,由于好气堆积分解旺盛,除有机物质迅速分解以外,氮素的损失很大。疏松貯藏的优点是可以在短時間內作成腐植质,在夏季经过4—5个月即可形成腐植质。在冬季低温时,分解的速度較慢,另外高温可以杀死廐肥的寄生虫卵及杂草种子。

各种堆积法对廐肥中有机物及氮素的损失量是不同的,从表5便可看的很清楚。

表5.不同貯藏方法对廐肥成分损失量

(占原廐肥数量的百分率,貯存4个月后)

貯藏方法	藁秆褥草廐肥		泥炭褥草廐肥	
	有机物	氮素	有机物	氮素
疏松貯藏	32.6	31.4	40.0	25.2
疏松紧密貯藏	24.6	21.6	32.9	17.0
紧密貯藏	12.2	10.7	7.0	1.0

由上表看出氮的损失在紧密貯藏时最小。疏松紧密貯藏时氮的损失主要在疏松阶段。泥炭作褥草,氮的损失很少,因为泥炭能吸收很多氮素(特别在紧密貯藏法)。

堆积廐肥的任务不仅是保存氮素,而且要在廐肥中积累易被植