



广开肥源 科学施肥

北京出版社

广开肥源 科学施肥

广开肥源 科学施肥

刘培棣 编写

北京出版社出版

(北京崇文门外东兴隆街51号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

*

787×1092 毫米 32开本 6.5印张 129,000字

1980年1月第1版 1980年1月第1次印刷

印数1—5,000

书号: 16071·35 定价: 0.47元

前 言

各种农作物，除了要有充足的阳光、温度和水分等条件之外，还必须有充分的养料才能长得快，长得壮，结出丰硕的果实。因此，广开肥源，增施肥料，是夺取农业高产稳产的主要措施之一。有了肥料，还要靠人们科学地合理地施用，才能起到应有的作用。俗话说：“肥是农家宝，还要施得巧”。这个“巧”字就是指的施肥要讲科学。

农业的现代化，就包含着科学地积造和施用肥料。为了普及有关积造、施用肥料的一般科学知识，以便充分发挥各种肥料的增产作用；特别是为了充分挖掘和利用现有的农家有机肥料的肥源，合理地科学地施用化学肥料，以降低农业生产成本，现根据北京郊区农业生产的实际情况和多年来积累的生产经验，编写了《广开肥源，科学施肥》这本书，供农村干部、社员群众和科技人员在生产中参考。

本书重点介绍了各种农家肥料的来源、积造方法、增施有机肥料的好处，以及施用化肥的必要性和合理施用化肥的科学技术。本书编写过程中，参考了北京农业科研部门的和国内外有关的资料，并向部分研究肥料的科技人员和老农征求了意见。本书初稿经过朱姝青、梁境悬、甄保生、樊淑文等同志审查校正。在这里一并表示感谢。

编者 一九七九年六月

目 录

第一章 肥料是植物的粮食.....	1
第一节 我国农田施肥的悠久历史.....	1
第二节 农作物需要的营养元素及氮、磷、钾 三要素的功能.....	3
第三节 农作物需要氮、磷、钾的数量.....	6
第二章 有机肥料.....	9
第一节 有机肥料的十大优越性.....	9
第二节 牲畜粪尿.....	14
第三节 人粪尿.....	22
第四节 堆 肥.....	26
第五节 绿 肥.....	36
第六节 腐殖酸类肥料.....	51
第七节 沼气肥.....	61
第八节 土杂肥.....	66
第九节 草木灰.....	69
第十节 有机肥料的综合施用技术.....	71
第三章 化学肥料的基本知识.....	74
第一节 我国化肥生产的发展.....	74
第二节 化肥的特点.....	75
第三节 化肥的品种和分类.....	77

第四章 常用化肥的性质及其施用方法·····	81
第一节 氮素化肥的性质和施用方法·····	82
第二节 磷肥的性质和施用方法·····	94
第三节 钾肥的性质和施用方法·····	104
第四节 复合肥料的施用方法·····	106
第五节 微量元素肥料的功能和施用方法·····	111
第六节 化学肥料的贮藏保管·····	123
第五章 合理施用化肥的综合技术·····	126
第一节 掌握土壤肥力, 坚持看地力施肥·····	127
第二节 掌握作物的营养特性, 坚持看作物施肥·····	136
第三节 掌握肥料的特性, 坚持看肥施肥·····	148
第四节 掌握气候规律, 坚持看天施肥·····	170
第六章 肥料的田间试验方法·····	173
第一节 肥料田间试验的基本要求·····	174
第二节 肥料田间试验的设计·····	175
第三节 试验小区的田间布置·····	177
第七章 国外的化肥生产和施肥技术·····	181
第一节 国外的化肥生产和施肥水平·····	181
第二节 国外化肥品种的发展趋势·····	183
第三节 国外施肥方法的发展趋势·····	185
附录:	
一、农家肥料有效养分含量表·····	190
二、主要绿肥作物的肥分含量表·····	191
三、常用氮肥的成分和主要性质表·····	192
四、几种主要磷肥的成分和性质表·····	193

五、几种主要钾肥的成分和性质表·····	194
六、各种肥料的肥效发挥速度表·····	195
七、农作物对几种肥料的利用率表·····	196
八、主要农作物对土壤酸碱度适应范围表·····	197
九、常用计量单位和符号·····	198
(一) 常用的单位 ·····	198
(二) 常用的符号 ·····	198
(三) 测定养分 P.P.M 数换算成每亩斤数 的计算公式 ·····	199

第一章 肥料是植物的粮食

第一节 我国农田施肥的悠久历史

我国是世界上农业生产发展最早的国家之一，农田施肥的起源很早。殷墟甲骨文中已有“粪田”之说，说明我国用肥至少已有三千年的历史，比欧洲一些国家早一千余年。我国最早使用的肥料是土粪和绿肥。土粪主要是人畜粪便、泥土和草木灰等。绿肥，西周时已经使用，《诗经》中有“荼蓼朽止，黍稷茂止”的记载，这是说叫天然的杂草在田里腐烂，使土壤变肥，促使农作物生长繁茂。《礼记》和《吕氏春秋》，都有关于人们在盛夏时割野草使其腐烂变成肥料的记载，并指出它“可以粪田畴，可以美土疆”。土粪和绿肥这些农家的主要肥料，在我国一直沿用了几千年，直到现在还在使用。

秦、汉时期，我国农业生产进一步得到发展，肥源也日益扩大，除土粪、绿肥外，很多垃圾、废物、河泥都被用来肥田。汉武帝时修成著名的白渠，人们用渠中的淤泥作肥料，史书上记载有：“泾水一石，其泥数斗，且灌且粪，长我禾黍。”（《汉书·沟洫志》）。西汉的《汜胜之书》还有施用种肥的记载，名之曰“溲种法”，就是用马骨煮出的清汁泡中药附子，再加入蚕粪和羊粪，搅拌成稠汁，然后用它浸拌种子，既能使种子免受虫害，又能使萌发的种子及时得到营养供

应。魏晋南北朝时，北方有些地区种植绿豆、小豆、胡麻作绿肥；南方水稻区种苕草作绿肥。北魏贾思勰在《齐民要术》中把肥料分为人粪尿、厩肥、兽骨、蚕矢、草木灰和缣蛹汁等，还提出用农家旧墙土作肥料，并记载了有的地区实行的绿肥轮作制。

我国劳动人民，在长期的农业生产实践中创造了许多制肥方法，积累了丰富的施肥经验。南宋时期的农学家陈旉，在所著《陈旉农书》（成书于1149年）中曾总结了当时农民的四种积肥方法，同我国农村目前广泛实行的堆肥、沤肥的方法很相似。他在《农书》中阐述了“用粪犹用药”的道理，明确指出，施肥只要“治之得宜”，土壤肥力不仅不会减退，还会提高，早在法国的杜尔阁（1727年—1781年）提出“土地肥力递减律”这个错误理论之前几百年，就得出了“地力常新壮”的正确结论。我国古代人民就懂得施肥要因地制宜的科学道理。清代农学家杨岫总结农民的实践经验，提出施肥要注意“三宜”，即时宜、土宜、物宜。时宜，是“寒热不同，各应其候”；土宜，是“随土用粪，如因病下药”；物宜，是“物性不齐，当随其情”；用现代的语言说，就是施肥要因时制宜、因土制宜、因作物制宜。

我国近代农民继承了古代劳动人民的传统经验，并积累了更加丰富的实践经验，无论是对施肥重要意义的认识方面，还是在施肥的科学技术方面，都不断有新的发展。群众中流传的很多农谚，就反映了劳动人民对于农田施肥的重要意义和科学用肥的正确认识，有些还包含着深刻的科学道理。譬如：“庄稼一枝花，全靠肥当家”，“肥是庄稼宝，没肥长不好”，“没有万斤肥，难打千斤粮”，“有收无收在于水，

收多收少在于肥”，等等。这些生动的农谚，形象地概括了农作物的生长好坏与施肥多少的密切关系。

伟大领袖毛主席，一九五八年根据我国农民群众的实践经验和科学研究的成果，总结出农作物八项增产措施，名曰“农业八字宪法”，“肥”是其中的重要内容之一。毛主席还用“肥料是植物的粮食”这样形象、生动的语言，科学地阐明了肥料对农作物增产的密切关系，就好比人与粮食的关系一个样。

中华人民共和国成立以来，特别是近些年，北京郊区的肥料工作有了很大发展，有机肥料和化学肥料的施用量均有显著增加，施肥技术也不断提高。但是，随着农作物复种指数的提高，各种农作物需要肥料的种类和数量更多了，对施肥的技术要求也更高了。因此，高产与缺肥、用地与养地的矛盾，以及如何广开肥源、科学施肥，不断地降低农业生产成本，增加社队收入，已成为当前生产中急待解决的突出问题。建设现代化农业，加快农业的发展速度，必须抓好肥料工作，认真解决上述问题。

第二节 农作物需要的营养元素及 氮、磷、钾三要素的功能

近代科学家，为了弄清楚农作物生长、丰收所必需的各种条件，曾经进行了大量的科学研究工作。结果证明，农作物的生长发育，不仅需要适宜的光照、空气、水分和温度，还需要各种营养元素。这些营养元素大约有九十多种。其中，碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁等十种元素在植物

体内含量较多，称为十大元素；硼、锰、锌、铜、钼等元素在植物体内含量虽然很少，但也是植物生长所不可缺少的成分，这些元素叫微量元素。

表 1-1 植物体的元素组成表

元素	符号	干 重 %	元素	符号	干 重 %
碳	C	49	硫	S	0.05—1.5
氧	O	43	铁	Fe	0.001—0.15
氢	H	6	铜	Cu	0.0003—0.0075
氮	N	1—3	锌	Zn	0.0003—0.015
磷	P	0.05—1.0	锰	Mn	0.0005—0.15
钾	K	0.3—6.0	硼	B	0.0003—0.0075
钙	Ca	0.1—3.5	钼	Mo	0.00005—0.0005
镁	Mg	0.05—0.7			

农作物所需要的各种元素，以碳、氢、氧的数量最大，约占植物体总量的 95% 以上；农作物能够从来源丰富的空气和水中吸取这些元素。农作物需要的其它元素，则要从土壤中吸取，其中，对钙、硫、镁、铁的需要量较少，对微量元素的需要量更小，一般只占植物体总量的万分之几或十万分之几；而对氮、磷、钾的需要量比较大，土壤中的贮存量又不能满足农作物持续高产的需要，必须依靠经常施肥来补充。因此，氮、磷、钾便成为人们对农田所施肥料中的主要元素。

人们通常把氮、磷、钾称为“肥料三要素”，为什么？它们对农作物有哪些功能呢？我们分别介绍一下。

一、氮

氮，是构成植物蛋白质和叶绿素的重要成分。没有氮素，就没有蛋白质；没有蛋白质，就没有植物的生命。没有氮素，叶绿素就不能形成，植物体就不能进行光合作用，也就谈不上植物的生长发育和开花结果。

氮，在空气中大量存在。但是，一般作物都不能直接吸收利用空气中的氮，而主要靠土壤来供给。施用氮肥，满足农作物对氮素的营养需要，能促使农作物枝叶茂盛，获得较多的光合作用的产物。氮素供应不足，农作物的生长就要受到阻碍，叶色会由绿变黄，植株瘦弱矮小，甚至死亡。农作物缺氮在籽实上的表现是籽实小而少，千粒重降低，严重影响产量。

二、磷

磷，是植物体内核蛋白质、磷脂和核酸等化合物的组成部分。一般种子中含磷较多。磷在植物细胞分裂和把淀粉转化为糖的过程中起重要作用。磷能促进植物幼苗生长和根系发育，能促进农作物早熟和增加籽实对茎秆的比例，还能增强越冬作物的抗寒能力。

土壤中缺磷，会使农作物植株生长缓慢，成熟晚，根系生长与结实不良，叶尖、叶缘或茎秆呈紫红色，有的叶片呈不正常的深绿色。严重缺磷，会使禾谷类作物的茎秆变成赤褐色，会使土豆块茎内有红褐色伤疤，会使农作物开花迟、籽实不整齐、果实品质低下和种子发芽力减退。

三、钾

钾，能促使植物提高光合作用强度，促进单糖形成蔗糖、淀粉、纤维素等。因此，糖用作物，如甜菜、甘蔗以及果树

等，有充足的钾素营养，能提高它们的产量和含糖量。钾，对白薯、土豆等块根类作物中淀粉的形成有明显的促进作用。钾，能提高纤维作物如棉花、麻类的产量和纤维长度及拉力，还能提高油料作物的含油量。

钾，能促使农作物维管束的发育，使厚角组织细胞加厚，使韧皮部变得坚韧。所以，适当的钾素营养能使农作物的茎秆健壮，增强禾谷类作物的抗倒伏能力。

钾，对农作物吸收氮素和形成蛋白质有良好的促进作用。在其它营养元素的配合下，钾能促进禾谷类作物分蘖，提高有效分蘖率，提高籽实的千粒重和蛋白质的含量。

此外，钾对增强农作物的抗寒、抗旱、抗病能力也有一定作用。

第三节 农作物需要氮、磷、钾的数量

农作物究竟要从土壤中吸取多少氮、磷、钾呢？由于作物的种类、产量、栽培条件的不同而有所区别。一般可以根据农作物籽实和茎秆中的各种元素含量计算出来。以小麦为例，麦种含氮量约为 2.5%，茎秆中含氮量约为 0.7%；每生产 100 斤小麦，约需吸收纯氮 3 斤多；若生产 800 斤小麦，约需 24 斤纯氮。根据类似的计算方法，能计算出各种农作物对氮、磷、钾的需要量。

要获得一定的农作物产量，就要从土壤里取走一定量的氮、磷、钾养分。那么，土壤供给氮、磷、钾的能力又有多大呢？这需要对土壤肥力状况和有效养分的含量进行具体分析。

表 1-2 几种农作物每生产 100 斤经济产品
所需的营养元素表(斤)

作 物	氮	磷	钾	作 物	氮	磷	钾
小麦	3.0	1.2	2.4	谷子	2.5	1.3	1.8
水稻	3.1	1.0	1.8	白薯 (鲜重)	0.3	0.1	1.0
大麦	3.2	0.7	1.7	大豆	2.4	2.6	1.8
玉米	2.6	1.2	2.9	花生	3.57	1.1	3.4
高粱	3.7	1.4	3.2	籽棉	4.6	1.6	4.8

(注：“经济产品”，包括农作物的籽实、秸秆、茎蔓等。)

表 1-3 北京地区土壤三要素含量表

土 壤 情 况	全 氮	全 磷	氧 化 钾
一般土壤含量% (0—20厘米)	0.06—0.15	0.09—0.17	0.3—0.7
总量(斤/亩)	240—600	360—680	1,200—2,800

从上表可以看出，土壤中含有的氮、磷、钾数量并不很少。但土壤所含的氮、磷、钾，大部分是植物不容易吸收利用的形态。拿氮素来说，在中等肥力的土壤中，容易被农作物吸收利用的氮素只不过占氮素总量的千分之几，一般不超过百分之一。假如耕作层的氮素含量为 0.1%，耕作层土壤按每亩 40 万斤计算，氮素总量为 400 斤；其中，容易被农作物吸收利用的氮素按总量的 1% 计算，也只不过 4 斤。所

以，要亩产 800 斤小麦，最少还得补充纯氮二十斤。实际上，一般土壤的含氮量要比上述数字低，而且愈是下层土壤含有效氮的数量愈少。磷、钾的情况也是如此。因此，要获得农作物高产，必须增施大量有机肥料和一定量的无机肥料，以补充土壤含量不足的氮、磷、钾和其它营养元素。

有机肥料中含有氮、磷、钾等多种营养元素，而且肥效期长，并且富含有机质，对农作物的生长和土壤的改良非常有利。但是，有机肥料所含的养分多呈有机态，必须经过分解变为可给态，才能被农作物吸收利用，故被称为迟效肥料。因此，要保证农作物经常不断地从土壤中吸取各种营养元素，除大量施用有机肥料外，还需要配合施用化学肥料。化学肥料的特点是有效成分高，肥效快，施用方便。但是，施用化肥必须科学、合理，否则，就不可能充分发挥肥效，甚至于起反作用，导致生产上的浪费和损失。目前，许多社队在肥料工作中存在着一种十分有害的倾向，就是认为积造、施用农家肥料费工、费事而又见效慢，施用化学肥料省工、省事而又见效快，因而不注意积造农家肥料，有大量的农家肥料被弃置不用，造成自然资源的浪费；同时又大量购买化肥，并且在施用上不讲科学，不分时节、作物和化肥品种，认为施用化肥越多越好，结果增产效果不显著，而生产成本却急速提高。因此，我们必须克服这种偏向，一方面要挖掘一切可以利用的农家肥源，多积多施有机肥料，一方面还要认真了解各种化学肥料的特点，按照农作物的需要合理施用化学肥料，为实现农业生产的高产稳产低成本而努力。

第二章 有机肥料

有机肥料，是指含有大量有机物质的肥料。这类肥料，在广大农村可以利用各种秸秆、人畜粪便就地堆沤，就地施用，因此，又常称它为农家肥料。目前，北京郊区普遍施用的有机肥料，主要有人粪尿、猪圈肥、牲畜粪尿、堆肥、绿肥、饼肥、土肥和各种杂肥。

第一节 有机肥料的十大优越性

土壤中有机质含量的多少，是土壤肥力高低的主要标志之一。北京郊区土壤有机质的含量普遍较低，一般只有1%左右，尤其是一些新平整的地块，有机质含量更少。土壤有机质含量低，土壤的保水保肥能力和其它理化性能就差。毛主席早就指出：“有机化学肥料比无机化学肥料优胜十倍”。为什么有机肥料这样重要？这是因为有机肥料不仅能供给农作物生长发育所必需的各种营养元素，同时还能培肥土壤，不断提高土壤肥力。因此，它比化学肥料有许多优越性，总结起来，有以下十点：

一、有机肥料的来源广，潜力大

北京地区有机肥料的肥源十分广泛。群众说：“只要肯动手，肥料到处有。”农村有大量的人畜粪尿、秸秆、杂草、炕

坯土、各种废弃物、河泥，以及城市粪稀、污水和垃圾等，都是良好的有机肥料。近几年来，北京郊区又推广施用腐殖酸肥料、沼气肥料和种植豆科绿肥作物，为增施有机肥料开辟了新的途径。

有机肥料不但来源广，而且潜力大。就以养猪积肥这一项来说，以 1977 年为例，全市共养猪 400 多万头，平均每头猪一年可积圈肥 1 万斤左右，其中除有大量有机质外，还有相当于 100 斤硫酸铵、60 斤过磷酸钙、70 斤氯化钾的营养元素。如果每年把全市的猪粪全部收集、利用起来，相当于施用 9 亿多斤优质化肥，差不多等于北京市一年氮素化肥供应的总量。

二、有机肥料的养分全，肥效长

有机肥料除含有农作物生长所需的氮、磷、钾三要素外，尚有钙、镁、硫、铁等多种营养元素。此外，还富含刺激植物生长的某些特殊物质，如胡敏酸、维生素和抗生素等。因此，在某种意义上说，有机肥料是一种完全肥料。但有机肥料所含的营养元素多呈有机状态，必须经过微生物的分解，才能逐步转化为能被植物吸收、利用的可给态养分，并且能够在较长时间内供给农作物生长发育的需要。同时，有机肥在分解过程中，常常产生大量的二氧化碳和各种有机酸与无机酸。二氧化碳可以直接被农作物吸收，而有机酸和无机酸都能促进土壤中难溶性矿物质养料的溶解，从而增加土壤中的有效养分。

三、有机肥料能够改善土壤结构

有机肥料中有机质腐殖化的结果，增加了土壤腐殖质的含量。腐殖质与土壤中的二价阳离子特别是钙离子结合，就