

The background of the cover is a complex abstract design. It features large, overlapping geometric shapes in shades of brown, tan, and light green. There are also smaller, scattered circles in brown and green. The overall style is reminiscent of mid-20th-century graphic design.

**ZENYANG
SHIYONG
HUA FEI**

李 建 中

怎样使用化肥

湖 北 科 学 技 术 出 版 社

怎样使用化肥

李 建 中

湖 北 科 学 技 术 出 版 社

怎样使用化肥

李建中

湖北科学技术出版社出版 湖北省新华书店发行

黄冈报印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 4.75印张 1插页 107,000字

1983年12月第1版 1983年12月第1次印刷

印数：1—32,400

统一书号：16304·21 定价：0.45元

编 者 的 话

肥料是农作物的粮食，而化肥是其中的一大类。合理使用化肥。既可提高农作物产量，又能降低生产成本。化肥的品种繁多，性能各异。要使化肥发挥最大的效益，就必须掌握各种化肥的特性，了解化肥与环境条件的关系，懂得化肥的一些基本科学知识和先进施肥技术。所以，普及化肥知识十分重要。本书就是为适应这种需要而编写的。

本书除简要地介绍化肥的分类、合理施肥的基本原理及化肥鉴别、保管等知识外，着重阐述了各种化肥的性能与用法。在编写中，力求结合实际，根据近年来推广使用化肥中的经验和问题，用比较通俗的语言，介绍化肥的基础知识和使用技术，主要供农村基层干部、社员、知识青年和从事农业生产资料工作的同志学习参考。

本书经华中农学院农化教研室杨竹青、伍素辉等老师审阅，特致谢意。

由于编者水平所限，虽经多次修改，书中仍难免有错误和不足之处，敬请读者批评指正。

一九八三年二月

目 录

一、合理施用化肥	1
(一) 肥是农家宝	1
(二) 化肥的特点	4
(三) 化肥的分类	6
二、合理施肥的基本原理	10
(一) 最小养分律	10
(二) 限制因子律	11
(三) 最适因子律	12
(四) 报酬递减律	13
三、影响施肥的有关因素	17
(一) 作物营养特性	17
(二) 气候条件	23
(三) 土壤性质	24
(四) 化肥性质	30
(五) 农业技术措施	39
四、氮素化肥	40
(一) 氮的营养作用	40
(二) 铵态氮肥	40
硫酸铵 (41) 碳酸氢铵 (43) 氨水 (49)	
氯化铵 (54) 液氨 (56)	
(三) 硝态氮肥	57

硝酸钠 (57) 硝酸钙 (58)	
(四) 铵态—硝态氮肥	59
硝酸铵 (59) 硝酸氮钙 (60) 硫硝酸铵 (61)	
(五) 酰胺、氰氨态氮肥	62
尿素 (62) 石灰氮 (64)	
五、磷素化肥	66
(一) 磷的营养作用	66
(二) 水溶性磷肥	66
过磷酸钙 (67) 重过磷酸钙 (70)	
(三) 枸溶性磷肥	71
钙镁磷肥 (71) 钢渣磷肥 (72) 偏磷酸钙 (72)	
沉淀磷肥 (73) 脱氟磷肥 (73)	
(四) 难溶性磷肥	74
磷矿粉 (74) 骨粉 (76) 含磷风化物 (77)	
六、钾素化肥	79
(一) 钾的营养作用	79
(二) 水溶性钾肥	79
硫酸钾 (79) 氯化钾 (81) 草木灰 (81)	
(三) 枸溶性钾肥	84
窑灰钾肥 (84) 钾镁肥 (86) 钾钙肥 (86)	
七、复合化肥	93
(一) 复合化肥的作用	93
(二) 氮磷复合化肥	94
氯化过磷酸钙 (94) 磷酸铵 (95) 硫磷铵 (96)	
偏磷酸铵 (96) 硝磷铵 (96) 液体磷酸铵 (97)	
(三) 氮钾复合肥	98
氮钾混合肥 (98) 硝酸钾 (98)	

(四) 磷钾复合化肥.....	99
磷酸二氢钾 (99) 偏磷酸钾 (100) 磷钾复合 肥 (101)	
(五) 氮磷钾复合化肥.....	101
硝磷钾 (101) 铵磷钾 (102) 尿素—钾—磷 复合肥 (102) 氮磷钾复合肥 (102)	
八、微量元素化肥.....	107
(一) 微量元素化肥的意义.....	107
(二) 钼肥.....	108
(三) 硼肥.....	110
(四) 铁肥.....	113
(五) 锌肥.....	114
(六) 锰肥.....	116
(七) 铜肥.....	117
九、间接肥料.....	120
(一) 间接肥料的意义.....	120
(二) 石灰.....	120
(三) 石膏.....	123
(四) 农盐.....	125
(五) 卤水.....	126
(六) 明矾.....	127
十、化肥合理分配与计算.....	128
(一) 化肥合理分配的原则.....	128
(二) 化肥合理分配的方法.....	128
(三) 化肥用量的计算.....	131
十一、化肥品种的鉴别.....	136
(一) 物理鉴别法.....	136

(二) 化学鉴别法	138
十二、科学保管化肥	143
(一) 防潮湿和雨水	143
(二) 防分解和挥发	144
(三) 防火灾和爆炸	145
(四) 防腐蚀和中毒	145
(五) 防品种混杂	146

一、合理施用化肥

肥料是提高农作物产量的物质基础之一。合理施用肥料，不仅能营养作物，还能调节土壤化学反应，改善土壤结构，协调土壤中水、肥、气、热，提高土壤肥力，有利农作物生长发育，增加产量。对促进农业发展、实现农业现代化都有重大意义。

（一）肥是农家宝

自然界中，我们常常可见，一粒小小的种子播到土壤里后，在适当的条件下，就会生根、发芽、长叶，接着不断地成长，经过几个生育阶段后，又会开花、结果。作物在这种生长发育过程中，需要许多的生活条件，而养分就是其中的条件之一。

养分即为肥料。一般根据其特性和来源可分为三大类：一是有机肥料，又称农家肥，如人粪尿、家畜粪尿、绿肥、堆肥、饼肥、沤肥、塘泥、河泥、湖泥、沟泥等。二是无机肥料，又称化学肥料，如硫酸铵、碳酸氢铵、尿素、过磷酸钙、硫酸钾、磷酸二氢钾、钼酸铵等。三是微生物肥料，如根瘤菌肥、固氮菌肥、磷细菌肥、钾细菌肥和“5406”抗生素肥等。

肥料是农业生产中不可缺少的物质，但要靠我们科学地使用它，才能起到应有的作用。农民说得好：“肥是农家宝，要靠施得巧，人勤肥料足，增产保得牢。”

表1 主要作物不同生育期对氮、磷、钾三要素的吸收率

作物		生育时期	氮(%)	磷(%)	钾(%)
水	早	移栽至分蘖期	35.5	18.7	21.9
		幼穗分化抽穗期	48.6	57.0	61.9
		结实成熟期	15.9	24.3	16.2
稻	晚	移栽至分蘖期	22.3	15.9	20.5
		幼穗分化抽穗期	58.7	47.4	51.8
		结实成熟期	19.0	36.7	27.7
小	麦	分蘖初期	12.7	6.5	4.5
		分蘖盛期	34.4	20.9	21.7
		孕穗期	44.0	54.5	64.5
		抽穗期	0.9	7.8	9.3
		成熟期	8.0	10.3	—
棉	花	出苗至真叶期	0.69	0.28	0.44
		真叶期至现蕾期	3.79	1.69	2.31
		现蕾期至初花期	10.95	7.94	9.02
		初花期至盛花期	56.66	24.16	36.53
		盛花期至成熟期	27.91	65.92	51.70
油	菜	幼苗期	45.00	50.00	43.00
		现蕾开花期	50.00	41.00	40.00
		成熟期	5.00	9.00	17.00
玉	米	幼苗期	5.00	5.00	5.00
		孕穗期	38.00	18.00	22.00
		开花期	20.00	21.00	37.00
		乳熟期	11.00	35.00	15.00
		完熟期	26.00	21.00	21.00

绿色作物的体内，除含有80~90%的水分外，剩下的主要是碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、铜、锰、锌、钼、氯等16种元素。这些都是作物生长发育不可少的基本物质，我们称它为营养元素。当然作物对它们的需要量也是有多有少的。习惯上将前9种称为大量营养元素（铁元素也可包括在内），后7种为微量营养元素。

大量营养元素中，以碳、氧、氢三种元素的比重为大，约占作物干重的96%。它们都可以从空气及水中不断获得，所以，在正常情况下，这三种营养元素是不会缺少的。其次是氮、磷、钾、钙、镁、硫的含量较多，约占作物体干重的3.5%。这些营养元素要靠作物从土壤中吸收，如果土壤中缺乏这些元素，就会影响作物生长发育。一般土壤中比较缺乏的是氮、磷、钾三种营养元素。作物常由于缺少它们而生育不良。所以，通常把氮、磷、钾称为“肥料三要素”。这三种主要营养元素在作物生长发育的各个不同时期的需要量也不一样（表1）。

微量元素在作物体内含量很少，约占干重的万分之几或百万分之几。尽管如此，但一旦缺少它，也会影响作物正常的生长发育。如缺硼会使甘蓝型油菜发生萎缩不实之症；缺锌会使果树发生小叶病。所以，在缺乏微量元素的土壤上，施用含微量元素化肥也是必要的。各种营养元素占作物干重的百分比见表2。

不同的营养元素，在作物生长发育过程中所起的作用不同。碳、氧、氢主要是构成作物体有机物质，如纤维素、淀粉、蛋白质、糖、脂肪、有机酸、维生素等的主要成分。氮、磷、硫是作物细胞里蛋白质的组成成分，对作物细胞的生长和分裂起着重要的作用。钾、钙、镁对作物体内有机物质和养分的合成、转化与运输起着重要的作用。铁、锰、硼、铜、锌、钼与

作物体内酶的形成有密切关系，对调节作物的新陈代谢有重要的作用。氯既是植物光合作用中水的光解参与者，又是细胞液和植物细胞本身渗透压的调节剂，且有时能加速作物的成熟。

表2 作物体内主要营养元素的含量

营养元素		作物可利用的形态	在干物质中的含量	
			百分率(%)	PPm
大量 营 养 元 素	碳(C)	CO ₂	45	450000
	氧(O)	O ₂ , H ₂ O	45	450000
	氢(H)	H ₂ O	6	60000
	氮(N)	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	1.5	15000
	钾(K)	K ⁺	1.0	10000
	钙(Ca)	Ca ⁺⁺	0.5	5000
	镁(Mg)	Mg ⁺	0.2	2000
	磷(P)	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻⁻	0.2	2000
	硫(S)	SO ₄ ⁻⁻	0.1	1000
微量 营 养 元 素	氯(Cl)	Cl ⁻	0.01	100
	铁(Fe)	Fe ⁺⁺⁺ , Fe ⁺⁺	0.01	100
	锰(Mn)	Mn ⁺⁺	0.005	50
	硼(B)	BO ₃ ⁻⁻⁻ , B ₄ O ₇ ⁻⁻	0.002	20
	锌(Zn)	Zn ⁺⁺	0.002	20
	铜(Cu)	Cu ⁺⁺ , Cu ⁺	0.0006	6
	钼(Mo)	MoO ₄ ⁻⁻	0.00001	0.1
合 计			99.52961	

(二) 化肥的特点

化肥与有机肥相比，有其四大特点：

1.养分含量高，施用量少 化肥的有效养分含量多数在15%以上。如普遍施用的碳酸氢铵的含氮量约17%，而人粪尿含氮量仅为0.6~0.8%。从含氮素有效成分这个角度上看，每施用1斤碳酸氢铵相当于施用人粪尿21.25~28.33斤。至于高效化肥的有效养分含量更高。可见，作物要得到同等数量的某种养分，施用化肥的数量要比施用有机肥少得多，这样可以大大节省劳力。此外，各种化肥均注明其中所含有效养分的含量，便于人们掌握对不同土壤、不同作物和不同生育期施用的数量，从而可以充分发挥它的作用，减少浪费。

2.肥效迅速，增产显著 化肥除少数如磷矿粉等不溶于水外，多数是易溶于水的，容易被作物吸收利用，其肥效比有机肥快，一般用后3~5天就可见效。也有部分化肥是枸溶性的，如钢渣磷肥、沉淀磷肥、脱氟磷肥、偏磷酸铵、磷矿粉等难溶于水，但能通过作物根部分泌的根酸溶解后，被作物吸收利用。这类化肥的肥效，虽不及水溶性化肥见效快，但肥效持久，后劲大，若连续施用，效果也很显著。

3.原料较广，生产量大 化肥的原料一般是矿物。如氮肥的原料主要是煤、天然气和石油等；磷肥的原料主要是磷矿石；钾肥的原料主要是钾石盐、湖盐、光卤石或难溶性钾盐矿（如钾长石、明矾石等），这些矿物在我国贮藏量都很丰富。至于空气和水更是取之不尽，用之不竭的化肥原料。由于化肥原料来自天然矿物，便于机械生产，所以，又具有产量大的特点。

4.贮运、施用方便 化肥多数是粉状或粒状，少数是液体，它们都具有养分含量高、体积小、用量少、便于机械施肥和贮运的特点。不象有机肥料那么笨重，运输、施用不方便，堆积占面积等。此外，化肥还有多种用途。如施用氨水或碳酸氢铵后可杀死田中的蝼蛄、刺蛾等害虫；石灰氮可以作棉花的脱

叶剂和防治血吸虫病的危害；尿素又是工业上制造塑料、合成纤维、医药等物质的一种原料；硝酸铵可作制造炸药的原料等。

任何事物都不是绝对的，化肥与有机肥比较，也有其不足之处。

首先，有机肥是一种三要素俱全的完全肥料，特别是含有有机物质和刺激作物生长的植物生长激素。施肥后可以增加土壤中的腐殖质，改善土壤的团粒结构，使土壤疏松，便于耕作，增强土壤保水、保温、透气、保肥的能力，有利于作物根系的生长。而化肥含养分单纯，不含有机质，如硫酸铵只含氮和硫；过磷酸钙只含磷和钙；硫酸钾只含钾和硫。另外，如果施用化肥不当，还会使土壤变坏，如长期施用硫酸铵，铵离子被土壤胶体物质吸附，慢慢被作物吸收，而硫酸根逐渐累积在土壤里。时间长了，酸性不断加强，土壤就会变板，不利于作物生长。所以，应该把化肥和有机肥结合施用，将大量有机肥作底肥，起到既能增产又能培肥地力的双重作用。

其次，化肥施用时有一定的选择性，如硫酸铵不适宜长期单独施用于酸性土壤；氯化铵对于忌氯作物，如马铃薯、甜菜、烟叶、甘蔗等就不宜施用；石灰氮不宜用于碱性土壤等等。

所以，在发展化肥的同时，必须大力加强有机肥料的积造工作。要以“有机肥是基础，化肥是补充”为原则。即使将来化肥产量达到很高的水平，也不能放弃有机肥的施用。也就是说，有机肥和化肥两者不能偏废，应该取长补短，配合施用。

(三) 化肥的分类

化肥种类繁多，在分类上因需要不同，分类方法也不完全

一样，现列举几种常见的方法。

1.按所含养分不同分类

(1) 氮素化肥：以可被作物利用的氮素为主要成分的化肥。根据其含氮化合物的形态不同，又可分为铵态氮肥，如硫酸铵、碳酸氢铵、氯化铵等；硝态氮肥，如硝酸钠、硝酸钙等；硝铵合态氮肥，如硝酸铵、硫硝酸铵等；酰胺态氮肥，如尿素；氰氨态氮肥，如石灰氮等。

(2) 磷素化肥：以可被作物利用的无机态磷素为主要成分的化肥。根据磷素的溶解性，又可分为水溶性磷肥，如过磷酸钙、重过磷酸钙等；枸溶性磷肥，如钙镁磷肥、沉淀磷酸钙、脱氟磷肥等；难溶性磷肥，如磷矿粉、骨粉、含磷风化物等。

(3) 钾素化肥：以可溶性无机态的含钾化合物为主要成分的化肥，如硫酸钾、氯化钾等。

(4) 复合化肥：化肥中同时含有氮、磷、钾三种营养元素中的两种或两种以上的化肥，如磷酸铵、氨化过磷酸钙、硝酸钾、钾氮肥、液体磷胺、磷酸二氢钾、硝酸磷肥、偏磷酸盐、氮磷钾肥等。

(5) 微量元素化肥：硼肥、锰肥、铜肥、锌肥、钼肥等。

2.按肥效快慢不同分类

(1) 速效化肥：是指氮素化肥（石灰氮除外）、钾素化肥以及磷素化肥中的过磷酸钙、重过磷酸钙等能很快溶解在土壤水分中，被作物吸收利用的化肥。

(2) 迟效化肥：钙镁磷肥、磷矿粉、钢渣磷肥、沉淀磷肥、脱氟磷肥、偏磷酸钙、石灰氮等。这类化肥施到田地后，必须经过较长时间的转化，才能被作物吸收利用，但肥效比较

持久，且不易流失。

3.按水溶液的酸碱反应分类

(1) 酸性化肥：水溶液呈弱酸性反应的化肥，如硫酸铵、过磷酸钙、重过磷酸钙等。

(2) 碱性化肥：水溶液呈碱性反应的化肥，如碳酸氢铵、氨水、石灰氮、钙镁磷肥、钢渣磷肥、液氨、窑灰钾肥、碳酸钾等。

(3) 中性化肥：水溶液呈中性反应的化肥，如尿素、硫酸钾、氯化钾、硝酸钾、硝酸铵等。

4.按对土壤反应的性质分类

(1) 生理酸性化肥：化肥施入土壤后，溶解在土壤溶液中，并解离成阳离子和阴离子，通过作物选择吸收，吸收阳离子多于阴离子，最后在土壤中残留较多的阴离子，并与 H^+ 离子结合，使土壤变酸。这种通过生物选择吸收所产生的酸度称为“生理酸性”，具有这种性质的化肥，称为“生理酸性化肥”。如硫酸铵、氯化铵、硫酸钾、氯化钾、硝酸铵等。

(2) 生理碱性化肥：化肥施入土壤后，通过作物选择性吸收，吸收阴离子多于阳离子，如硝酸钠解离成 Na^+ 离子和 NO_3^- 根离子， NO_3^- 根离子可被作物吸收利用而不被土壤吸附，作物在吸收 NO_3^- 根的同时，由于离子交换排出 HCO_3^- 根， HCO_3^- 根再和土壤中 Na^+ 离子化合，生成碳酸氢钠，碳酸氢钠进一步水解形成 $NaOH$ ，增加了土壤溶液中 OH^- 离子的浓度，从而使土壤反应变碱。这种化肥称为“生理碱性化肥”。如脱氟磷肥、沉淀磷肥、硝酸铵钙、磷矿粉等。

(3) 生理中性化肥：化肥施入土壤后，溶解在土壤溶液中，并解离成阳离子和阴离子，两者都能被作物吸收利用，不残留其他副成分，对土壤反应无影响，如尿素、硝酸钾、偏磷

酸铵等。

5.按所含养分种类分类

(1)完全化肥：化肥中含有氮、磷、钾三种营养元素的化肥，如氮磷钾肥等。

(2)不完全化肥：化肥中只含氮、磷、钾三种营养元素中的一种或两种元素的化肥，如硫酸铵、过磷酸钙、硝酸钾等。大部分化肥均属此类。

6.按所含营养元素多少分类

(1)单元化肥：化肥中只含三元素中的一种营养元素，如硫酸铵只含氮元素；过磷酸钙只含磷元素；硫酸钾只含钾元素等。凡氮素化肥、磷素化肥、钾素化肥都算是单元化肥。

(2)多元化肥：化肥中含有两种以上的营养元素，如磷酸铵含有氮元素和磷元素等。凡复合化肥都属多元化肥。

7.按形态不同分类

(1)固体化肥：凡是颗粒状、粉末状的化肥，如磷肥、钾肥和大部分氮肥，都是固体化肥。

(2)液态化肥：即液体形态的化肥，如氨水、液氨等。

此外，还可以按化肥中所含有效养分的高低，分高效化肥和低效化肥。