



化肥施用技术

J I S H U

H U A F E I - S H I Y O N G

化肥施用技术

苗其硕 编写

贵州人民出版社

化肥施用技术

苗其硕 编写

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州省新华书店发行 贵州新华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 32开本 2.5印张 51千字

印数 1—5,800

1981年7月第1版 1981年7月第1次印刷

书号: 16115·325 定价: 0.22元

前 言

化肥的肥分含量很高，常比一般农家肥料的肥分高出五十至六十倍甚至百倍，且见效快，增产效果十分显著。由于化肥品种多，性能不一样，无论是目前已推广施用或未推广施用化肥的地区，都应当熟悉化肥基本知识，掌握科学施用化肥的技术。

为了尽快实现农业科学技术现代化，提高我省粮、油单产，改善人民生活，特编写这本《化肥施用技术》供农村干部、社员及农业技术员阅读参考。由于作者水平有限，缺点和错误难免，请读者批评指正。

本书在编写过程中，承有关同志帮助审阅及提供意见，特此表示衷心感谢。

编 写 者

一九八一年三月

目 录

一、农业生产与化肥·····	(1)
(一) 化肥生产的发展对农业生产的贡献·····	(1)
(二) 我国发展化肥的道路·····	(5)
(三) 化肥科研的成果·····	(6)
二、庄稼体内营养元素的发现·····	(8)
三、几种化肥的性能、肥效和施用条件·····	(15)
(一) 化学氮肥·····	(15)
1. 碳酸氢铵·····	(21)
2. 尿素·····	(22)
3. 硝酸铵·····	(25)
4. 氨水·····	(25)
(二) 化学磷肥·····	(26)
1. 普钙·····	(34)
2. 钙镁磷肥·····	(35)
3. 磷矿粉肥·····	(35)
(三) 化学钾肥·····	(36)
1. 硫酸钾·····	(36)
2. 氯化钾·····	(37)
3. 窑灰钾·····	(38)
(四) 微量营养元素化肥·····	(40)
1. 硼肥·····	(42)

2. 锌肥	(42)
3. 锰肥	(43)
4. 钼肥	(43)
5. 铜肥	(43)
(五) 复合化肥	(43)
1. 磷酸铵	(48)
2. 硝酸磷肥	(48)
3. 氮化普钙	(49)
4. 磷酸二氢钾	(49)
(六) 腐植酸类肥料	(50)
1. 腐铵	(52)
2. 腐磷、腐铵磷	(54)
3. 腐钠	(56)
4. 腐植酸堆肥	(56)
四、氮(N)、磷(P_2O_5)、钾(K_2O) 三要素的配合	(59)
五、几种主要农作物的科学施肥技术	(63)
(一) 水稻	(63)
(二) 玉米	(66)
(三) 小麦	(70)
(四) 油菜	(72)

一、农业生产与化肥

(一) 化肥生产的发展对农业生产的贡献

1942年英国开始制造普通过磷酸钙。1870年欧洲首次进行钾矿提纯和施用钾素化肥。1919年哈伯的合成氨方法被推广以后，才开辟了氮肥工业大发展的广阔前景。化肥作为发展农业生产的一项重要措施，并得以大量的生产和施用，在世界上还是最近一百多年的事情。但是，从化肥在农业生产上应用的普遍意义来讲，大量施用化肥，则是最近三十多年来农业发展史上所开创的新局面。

化肥生产发展的速度，差不多每十年翻一番。例如全世界氮、磷、钾三种主要化肥的总产量，按有效成分计算，1955年为2051万吨，1965年为4122万吨，1975年为8980万吨。其中氮肥约占一半，磷肥占四分之一强，钾肥占四分之一弱。若把化肥所含有效成分按20%折算，则1975年全世界化肥总产量约为45000万吨。

大量化肥的出现，为发展农业生产提供了重要的物质保证。据报道，世界粮食产量在近二十年左右增加了一倍，主要是通过提高单位面积产量而获得的。其中施用化肥所获得的增产效果约占30—60%。西欧各国小麦大幅度的增产，被认为其中50%是由于普遍施用化肥的结果；30%是由于农作物品种的改良；20%是由于耕作制度的改进。近些年来，美

国粮食增产40%以上，其中仅施用化肥这一项措施，就占总增产效果的50%左右。据称，一吨化肥的增产效果相当于扩大20—40亩耕地。由此可见，施用化肥是提高单位面积产量最重要的措施之一。据1968—1969年资料，按每亩施化肥的有效成分计算，荷兰为80斤（折合标准氮磷肥400斤），日本为51.4斤，法国为25.8斤，美国为11.3斤，苏联为4.5斤。近年来，各国对改进化肥的施用技术、提高施肥效果，日益重视。对微量元素肥料的研究也做了大量工作。日本的肥料利用率已由原来的30%提高到60—70%。六十年代中期以来，许多国家又注意到氮肥增效剂的研究和施用。

各国化肥发展的经历表明：在化肥施用量达到较高的水平以后，氮、磷、钾三要素化肥必须按照土壤和庄稼需要的一定比例，才能获得最经济和最大的增产效果。不同土壤、不同庄稼、不同时期施用氮、磷、钾的比例是有所差别的，而且是不断发展变化的。以日本水稻为例，1950年平均亩产436斤时，其所需氮、磷、钾的比例为1:0.5:0.29。1968年平均亩产提高到604斤时，其三要素比例发展为1:0.93:0.84。因此，各国发展化肥，都注意到了三要素的比例协调。此外，次要元素硫、镁、钙肥料和微肥对农业增产和改良品质，都有一定的作用，已普遍受到重视。

为了降低化肥的贮存和运输费用，减少有效成分的挥发流失，防止非营养成分对土壤的危害，提高三要素化肥互相配合，更好地发挥增产的连应效果，节约施肥人工成本，世界各国在化肥品种的发展上，大体是这样的：

1. 向高浓度肥料发展

化肥含有效成分在30%以上的都叫高浓度肥料。近些年

来，高浓度化肥的生产和施用，是化肥发展的一大特点。如硝铵、尿素、无水液氨、重钙、偏磷酸钙、聚磷酸钙等，有效成分浓度均在30—90%以上。如含氮量较高的尿素，由原来占氮肥的8%增加到15%；含氮量较低的硫铵，由原来占氮肥总量的23%下降为40%。普钙由原来占磷肥总量的68%下降为15%，逐渐为高浓度的磷酸铵、重钙、三料过磷酸钙等所代替。美国生产的固态多磷酸钙，含磷酸(P_2O_5)57%，含氧化钾(K_2O)37%，同时也在研究黄磷和硫磷液作为磷肥。东德正在研究三磷化氮(P_3N_3)、磷氧酰胺 $[PO(NH_2)_2]$ 和磷氮酰胺 $[P_3N_3(NH_2)_6]$ 作为氮磷肥料。

通过提高营养成分含量，可以节省运输费用。美国还设有地方化肥混合站，以节省包装和运输。如有的州就设有二、三百个混合站。这种混合站一般都设在铁路沿线。散装化肥由厂运到混合站，便进入库房。农民可以按照生产上实际需要的氮、磷、钾比例向混合站提出要求，由混合站按需要配合，其中大部分是制成粒肥后交给农民施用。液体肥料也有这样的中间站。

2. 发展液体肥料

近年来，正在把液氨、氨水、含氮的液体以及其它的悬浮液体直接用作肥料，有的则把一部分制成氮、磷、钾液体肥料，使庄稼容易吸收，以发挥更大的肥效。

3. 复合化肥的比重越来越大

国外复合化肥的生产数量已经超过单一肥料，目前除生产含氮、磷、钾三要素二元、三元复合化肥外，有的国家还在复合化肥中填充锰、硼等微肥，如磷酸铵、磷酸铵镁、偏磷酸钾、聚磷酸铵、聚磷酸钾等，含营养成分在30—100%

之间。各种不同配合比例的多元复合化肥，可以保证满足庄稼对营养的需要，减少施肥次数，节省劳力。六十年代中期，英国复合化肥占肥料总量的83.3%；美国占60%；法国占57.5%；西德占44.6%；意大利占30%；日本占65%。

日本生产普通复合化肥和高浓度复合化肥两种。高浓度复合化肥的氮、磷、钾，总量都在30%以上。

4. 长效肥料日益受到重视

为了减少施肥次数，节省劳力，解决肥料损失太快的缺点，许多国家正在研制和生产长效肥料。如美国用尿素与甲醛缩合制成尿醛，能使氮肥肥效延长几个月，缓慢地释放氮素养分，不断供给庄稼的需要。西德生产的尿素——硝酸磷酸钾肥料，含有效成分75%，可以在生长期长的庄稼上施用。也有用化肥和离子交换树脂配合的离子交换性肥料，如Osmocote是复合肥料，加上树脂包衣合成。还有的采用粘着剂如硫磺、石蜡、沥青油脂、塑料及胶囊等物质，包在肥料颗粒外层或者拌在颗粒之中，使容易挥发的化肥减少挥发，并能阻止营养成分快速释放，减少被土壤固定和从土壤中流失。

5. 掺入农药的化肥有所增加

根据防治各种病虫害和杂草的需要，在化肥中加入不同成分的杀虫剂、杀菌剂、除莠剂等，做到施肥和防治病虫害相结合。美、日等国都重视这种肥料的研制和生产，特别是日本，已研究出五氯酚石灰氮、五氯酚尿素等农药化肥，既有除莠作用，又有肥效表现。也可在喷施杀虫、杀菌药剂时，把液体化肥或溶液混合起来。

6. 施用化肥与农产品质量问题，特别受到国际间肥料研究的重视

对庄稼特别是水稻的生育后期，单一化大量猛追氮肥，会使过量的铵盐或硝酸盐进入庄稼体内不参加新陈代谢，而转化为某种物质存留在庄稼体内，如硝酸根离子被还原为亚硝酸或氰等有害物质，使人畜受到危害。超过一定数量的亚硝酸等进入人畜体内，它就可能与血液中的血色素化合，降低血液输送氧气的能力。1972年5月第七届国际肥料会议的总结特别强调：“在评价肥料功效时，现在特别着重于产品质量和生物学价值。”可见科学施用化肥，还与人民的身体健康有关。

(二) 我国发展化肥的道路

我国和西欧各国化肥的发展途径与施用经历是完全不同的。西欧是先发展磷肥，再发展钾肥。在农业生产上，磷、钾化肥配合施用，大约经历了五、六十年之后，氮肥才开始广泛应用。

我国发展化肥生产，基本上是在全国解放后开始的。解放前，我国化肥工业几乎等于空白，只有两个生产氮肥的工厂和一个小量生产的磷矿。技术落后，设备陈旧，最高年产量还不到现在三天的日产量。化肥施用水平也很低，仅沿海的广东、福建、浙江、江苏、台湾等省的部分地区有少量施用。由于过去广大地区肥料不足和受灌溉条件的限制，单位面积产量很低。建国以来，我国化肥工业飞速发展，化肥产量比解放前提高了一百多倍，化肥工厂，由解放前的两个发展到一千多个。随着化肥工业的迅速发展，我国广大农村的

化肥施用水平，也有很大的提高。据报道，1978年平均每公顷施用化肥89公斤，比1977年增加25公斤。化肥品种增加到二十多种，复合混合肥料的比例，正在逐渐增多。

（三）化肥科研的成果

“肥料是植物的粮食”。党和政府对化肥的生产和合理施用，是十分重视的。早在五十年代后期，国务院就曾指示：“应该加强进行有组织、有系统的化肥肥效研究和示范工作，以得出全国各种土壤和各种主要作物对化肥的需要情况，并找出在不同地区、不同土壤、不同作物需要什么肥料和那些品种的化肥，以及最有效的施用技术，作为国家计划生产和合理施用的根据。”并将这项具体工作落实到中国农业科学院土肥所。通过召开全国会议，组织全国农业科研单位、农业院校，在全国范围内主要地区和不同土壤类型上按作物种类进行氮肥、磷肥、钾肥的大量试验。

六十年代初，磷肥研究取得了很大进展。在此期间，明确了磷肥有效施用条件，总结出低产施磷，以磷增氮、以氮促磷、氮磷配合等一套施磷技术。找出了不同土壤类型缺磷诊断指标。同时，研究了中低品位磷矿粉肥直接施用的有效条件。全国每年就地开采，就地施用磷矿粉肥700万吨，施用面积达7000万亩。磷肥被称为低产缺磷地区的“翻身肥”，高产地区的稳产肥。

农业生产的发展，使土壤有效钾不断消耗。七十年代开始，南方各省（区）稻、麦、棉、油料等，在缺钾土壤上，氮钾配合施用，可提高产量10—40%，并能改善产品品质、

增加庄稼抗病、抗逆性能。

七十年代以来，微量元素肥料日益显示出重要作用。各地相继发现土壤缺锌会引起水稻、玉米新叶失绿退色，光合作用减弱，植株矮小等症。施锌肥则增产显著。施用硼肥可有效地防治油菜花而不实、棉花蕾而不花、小麦花而不孕等病症。豆类施用钼肥，增产可达5—10%，高的达20%。

化肥试验网长期协作研究，为科学施用化肥和国家生产适宜的化肥品种，确定氮、磷、钾化肥比例，提供了科学依据，对促进工农业生产起了重要的作用。

二、庄稼体内营养元素的发现

庄稼含有哪些营养元素和非营养元素？要回答好这个问题是很困难的。现在就从科学家们对庄稼体内营养元素的发现开始谈起吧。

我国有着历史悠久的施肥实践，解放前，由于长期受封建统治的压迫与剥削，人民群众的聪明才智被扼杀，发明创造被淹没，科学技术被摧残。因此，对于施肥肥田、庄稼体内含有什么营养元素等道理，都未曾有过科学的解释。

从十六世纪以来，外国科学家通过无数次化学分析，才揭示了庄稼体内的许多营养元素的谜。例如把鲜嫩的庄稼放在烘箱中烘干，所含的水分就跑掉，剩下的就是干物质。一般新鲜庄稼大约有75—95%的水分和5—25%的干物质。再将干物质燃烧，就有很大一部分物质变成气体跑掉，跑掉的是有机质，叫“挥发元素”；燃烧后剩下的灰分，叫“灰分元素”。挥发元素大约占干物质的95%，灰分元素大约占5%。

科学家们将挥发元素收集来进行分析，其中含有碳(C)、氧(O)、氢(H)、氮(N)四种，依次各占庄稼体干重的45%、43%、6.5%和2%。再将收集的灰分元素进行分析，其中含有钾(K)、钙(Ca)、磷(P)、硫(S)、镁(Mg)、锰(Mn)、铁(Fe)、锌(Zn)、硼(B)、铜(Cu)、钼(Mo)等十一种，它们依次各占庄稼体干重的1.5%、0.6%、0.5%、0.3%、0.05%、0.02%、0.01%、0.005%、0.001%和

0.0001% (表 1)。

表1 庄稼体内主要营养元素含量及来源 (%)

营养元素及符号		占庄稼体干重	来 源
碳	C	45.0	空 气 和 水 中
氧	O	43.0	
氢	H	6.5	
氮	N	2.0	1.从土壤中吸收。 2.豆类利用空气中的氮。
钾	K	1.5	从土壤中吸收
钙	Ca	0.6	
磷	P	0.5	
硫	S	0.5	
镁	Mg	0.3	
锰	Mn	0.05	
铁	Fe	0.02	
锌	Zn	0.01	
硼	B	0.005	
铜	Cu	0.001	
钼	Mo	0.0001	
合 计		99.9861	

化学分析还确定，构成庄稼体的元素约有七十多种。其中庄稼生活所必需的元素是营养元素，而混入庄稼体内并不是庄稼所必需的元素，叫非营养元素。

科学家们利用溶液培养的方法进行科学实验，弄清楚了庄稼的营养元素主要就是表 1 列的十五种。它们都是庄稼生长发育不可缺少的营养元素，对庄稼的生长发育各有其不同

的作用。

碳、氧、氢三种元素，庄稼需要量最大。科学家们经过长期研究，揭开了其中的秘密，即在阳光下，庄稼靠自己的绿色茎叶，能将从空气中吸收的二氧化碳与从根部运来的水分和无机养分结合起来，转化成糖类，同时放出氧气，这就是光合作用的过程。光合作用所合成的糖，能进一步转变成复杂的淀粉、纤维素、蛋白质、脂肪、维生素等。这些东西，既是维持庄稼生长发育和生命活动的重要物质，也直接或间接地作为人类和全部动植物的有机食物。人们吃的粮食、穿的衣服、烧的柴炭等，都是光合作用的产物。没有绿色植物的光合作用，动物便不能生存，工业燃料也没有来源。碳、氧、氢三种元素，是光合作用的基础材料，没有这些材料，也就没有什么光合作用。碳、氢、氧三种元素来源于空气和水。庄稼能从二氧化碳中摄取碳和氧两种营养元素，从水中摄取氢元素。

氮是构成蛋白质的一种重要元素。当氮被庄稼吸收到体内以后，就会和有机酸结合，形成氨基酸。各个氨基酸相互联结在一起，就构成了蛋白质。

磷和硫也是构成蛋白质和酶的基本元素。庄稼体内的核蛋白、核酸和磷脂，含有不少的磷。庄稼体内有很多种酶，离开磷元素就难以形成。

氮素供应充足时，庄稼植株高大、枝叶繁茂、根系发达、花多果繁，呈现出一片欣欣向荣的景象；氮素供应不足时，庄稼植株矮小、根系衰弱、分枝减少、叶小色黄，甚至新芽枯死。氮素过多，庄稼枝叶便会生长过旺，互相遮荫，造成郁闭，使茎秆柔软、贪青晚熟，从而招致病虫危害和倒伏，

产量反而不高。

氮素充足，叶绿素的形成也加强，叶色加深，光合作用加快；氮素不足，叶绿素含量就显著减少，庄稼的绿色就日渐消退。

镁、铁、硫、锰等元素对叶绿素的形成都有关系。如果缺少这些元素，庄稼同样会失去绿色。

科学家们发现，引起花青素（紫红色）在叶子中的累积有很多原因，其中磷素不足是一个重要因素。磷素参与产品的运输，磷素缺少了，叶片中的糖类不能运走，就容易导致花青素的形成。磷素不但能帮助运输，而且还能帮助装卸。它能把运转到庄稼不同组织的各个小分子化合物，转化成各种大分子的化合物，供给庄稼吸收利用，也能把一些大分子的化合物，分解成各个小分子的化合物，满足不同的用途。

磷素帮助形成的复杂化合物有淀粉、蛋白质、脂肪等。由于磷素能促进这些化合物的形成，加速庄稼体内物质运输，所以施用磷素后，庄稼发育较快，成熟提早。

磷素充足，能够促进庄稼根系的发育，增加从土壤中吸收养分的能力，增加分枝和分蘖，增强庄稼抗寒、抗旱的本领，促进花、果实的形成和发育，使子粒饱满。

庄稼若缺磷，就会表现出许多不正常的现象。如庄稼叶子呈紫红色，生长缓慢，花、果实的形成和发育受到阻碍，空秆、空壳、秕粒增多，产量降低，品质变坏等等。

钾素在增强庄稼抗逆能力方面，有特大的作用。庄稼所有的器官和组织中，都有它的行迹，而且多集中在庄稼生命活动最旺盛的幼芽、嫩叶、根尖等处。

钾能把水分子吸收到自己周围而“肿胀”起来，形成一