

崔英德 编

复合肥的生产与施用



化学工业出版社

复合肥的生产与施用

崔英德 编

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

复合肥的生产与施用/崔英德编. —北京:化学工业出版社,1994.12

ISBN 7-5025-1450-3

I. 复… II. 崔… III. ①复合肥料:混合肥料-生产
②复合肥-施用 N. ①TQ444②S143

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 11558 号

责任编辑:孙绥中

封面设计:于兵

化学工业出版社出版
北京市朝阳区惠新里3号
河市科教印刷包装集团印刷
新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/32 印张 3.5 字数 211 千字
1995 年 5 月第 1 版 1995 年 5 月北京第 1 次印刷
印数 1—3,000
定 价 11.50 元

内 容 提 要

本书主要介绍含氮、磷、钾两种以上营养元素的液体和固体复合肥的生产原理、工艺过程、主要设备及其施肥方法。书中还介绍了氮、磷、钾三元素作用与确定,相互间的协合与拮抗。并对微量元素肥料、专用肥料和缓释复合肥料做了详尽介绍。本书特点是在生产中以混配、掺和为主,在施肥中以元素之间影响,针对不同土壤及植物施肥方法为主,做了较详尽的介绍。还介绍了有机质复合肥如晒盐硝皮、糖肥、腐植酸复合肥等的施肥方法。本书可供复合肥生产尤其是乡镇企业工程技术人员,广大农业战线技术干部和农民学习参阅。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 复合肥的种类	1
一、化成复合肥	1
二、配成复合肥	2
三、混成复合肥	2
第二节 复合肥的施用和肥效	6
第三节 我国复合肥生产和应用现状	8
第四节 我国复合肥料的发展趋向	10
一、发展高浓度复合肥	11
二、发展专用型复合肥	11
三、发展复合肥与农化服务相结合	12
第二章 三元复合肥	14
第一节 概述	14
第二节 三元复合肥生产原料	16
一、尿素	16
二、过磷酸钙	19
三、钙镁磷肥	20
四、氯化钾	22
五、硫酸钾	23
六、氯化铵	23
七、硫酸铵	24
八、碳酸氢铵	26
第三节 肥料元素的确定	27
一、氮的作用与确定	27
二、磷的作用与确定	28
三、钾的作用与确定	29
四、其它营养元素的作用与确定	30

第四节 复合肥配方的制定	30
第五节 复合肥中各元素之间的协合与拮抗	35
一、氮与磷钾	36
二、氮磷钾与锌	36
三、磷钾与铁	36
四、钙钾与硼	37
五、其它元素	37
六、各种原料相互影响	37
第六节 以过磷酸钙为原料生产复合肥	39
一、生产过程物化原理	39
二、主要生产工艺	41
三、主要造粒设备	54
四、过磷酸钙生产复合肥总流程	59
五、消耗定额	61
第七节 以钙镁磷肥为原料生产复合肥	61
一、生产过程的物化原理	61
二、生产工艺	63
三、消耗定额及产品成本	66
四、主要设备规格	67
第八节 以碳铵为原料生产复合肥	67
一、生产过程的物化原理	67
二、生产工艺	68
三、碳铵复合肥肥效	74
第九节 含有机质复合肥	74
一、以晒盐硝皮为原料生产复合肥	77
二、糠肥	78
三、腐植酸复合肥	81
四、用糖厂废料生产复合肥	84
五、利用人畜禽粪便生产复合肥	85
六、速成高效有机肥料	87

第十节 散混复合肥料	89
第三章 磷酸铵盐复合肥	92
第一节 磷酸铵盐的物理化学性质	92
第二节 磷酸铵盐的生产	94
一、中和法	94
二、离子交换法	96
第三节 磷铵钾三元复合肥的生产	100
一、磷铵料浆氨化造粒法	100
二、直接法生产磷铵钾	102
第四节 年产 10000 吨磷铵装置设计实例	105
第四章 硝酸分解磷矿制造复合肥	109
第一节 物化原理与相图	109
第二节 硝酸磷肥的生产方法	128
一、碳化法	128
二、混酸法	130
三、硫酸盐法	130
四、冷冻法	132
第三节 工艺条件	132
第五章 液体复合肥	133
第一节 概述	133
第二节 湿法磷酸生产液体复合肥	134
第三节 用尿素、硝铵生产液体复合肥	137
第四节 用磷酸二铵生产液体复合肥	140
第五节 以重钙为原料生产液体复合肥	141
第六节 添加焦磷酸钾的液体肥料干料	142
第七节 磷酸二氢钾的配制	144
一、配方	144
二、操作	144
三、产品规格与消耗定额	145
四、施用方法	145

第八节 液体复合肥的施用	146
第六章 含微量元素复合肥	148
第一节 微量元素肥料的发展	148
第二节 微量元素肥料在农业生产中的作用	151
一、硼肥的作用	154
二、锌肥的作用	157
三、钼肥的作用	158
四、锰肥的作用	160
五、钴肥的作用	161
六、铜肥的作用	162
七、铁肥的作用	162
八、稀土肥料的作用	162
第三节 微量元素复合肥料生产方法	164
一、包裹在颗粒肥上	165
二、在工艺过程中加入	165
三、与肥料散装掺混	166
四、生成螯合物	166
五、与液体肥料混和	167
第四节 微量元素复合肥的生产与施用	167
一、含硼复合肥的生产与施用	167
二、含钼复合肥的生产与施用	175
三、含锌复合肥的生产与施用	178
四、含铁复合肥的生产与施用	182
五、玻璃微量元素肥料的生产与施用	182
六、螯合微量元素复合肥的生产与施用	184
第七章 专用复合肥	185
第一节 专用肥料配方设计	185
一、设计参数和计算方法	185
二、配方设计	188
第二节 甘蔗复合肥	191

第三节 蔬菜复合肥	192
第四节 柑桔复合肥	196
第五节 烟草复合肥	198
第六节 西瓜复合肥	200
第七节 药材复合肥	200
第八节 毛竹复合肥	202
第九节 海藻复合肥	204
第十节 叶面复合肥	205
第八章 缓释复合肥	208
第一节 概述	208
第二节 缓效化肥	210
一、化学法	210
二、物理法	216
第三节 缓释复合肥	218
附录	222
附录一、复合肥专业标准	222
附录二、土壤分析常用方法	252
附录三、粒状复合肥的物理性能的测定	274
附录四、氮素单位换算成含氮肥料和复合肥料单位	279
附录五、磷酸盐(P_2O_5)单位用量换算成含磷肥料和复合肥料单位用量	280
附录六、钾(K_2O)单位用量换算成钾肥和复合肥单位用量	281
附录七、不同作物吸收氮、磷、钾养分的大致数量	281
附录八、各种复合肥的主要性状	283
附录九、几种常用化学氮肥的成分、性质和施用要点	284
附录十、常用磷肥的成分、性质和施用技术要点	286
附录十一、常用钾肥的成分、性质和施用技术要点	287
附录十二、微量元素肥料的种类、性质和施用	288
附录十三、几种主要化学肥料的快速鉴别	290

第一章 绪 论

第一节 复合肥的种类

复合肥料是指含有两种或三种主要植物营养元素——N、P 或 N、P、K 的肥料的总称。复合肥料中含 N、P 或 N、K 两种主要营养元素的称为二元复合肥料，含 N、P、K 三种元素的称为三元复合肥料。有的复合肥料中除含 N、P、K 主要营养元素外，还含有多种微量元素。这些含多种营养元素的复合肥料称为多元复合肥料。复合肥料的品位是以含 $(N-P_2O_5-K_2O)\%$ 的总量来表示，但其每种养分最低不少于 4%。一般总含量在 25~60% 的范围。总含量在 25~30% 的为低浓度复合肥；30~40% 的为中浓度复合肥；大于 40% 的为高浓度复合肥。

复合肥通常有固态和液态的两种。固态复合肥主要以颗粒状的较多，少数为粉状的；液体复合肥是含有植物生长所需营养元素的溶液。液体复合肥具有肥分分配均匀，施肥过程机械化程度高，易为作物吸收，设备投资少，工艺流程简单等优点。

复合肥由于制造工艺的不同，又分为下面几种复合肥。

一、化成复合肥

化成复合肥是在一定的工艺条件下，用化学合成的方法，或者用化学提取、分离的过程制得的，具有固定的养分含量和比例及固定化学组成，含很少副成分的肥料。如磷酸铵

[$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$]、硝酸钾 (KNO_3)、偏磷酸钾等。

二、配成复合肥

配成复合肥是根据用户的要求，使高浓度的肥料，如尿素、氯化钾、磷酸铵等按照一定比例，经混和制造成粒，如二元复合肥，三元复合肥均属此类。目前我国多数复合肥厂生产的复合肥都属于这一类。这一类的养分含量和比例可按不同的要求进行配制。一般由于加工工艺过程要加入一定的助剂、填料、所以这类复合肥多数含有副成分。如硫酸、高岭土等。

三、混成复合肥

这类复合肥料是以单元肥料或化成复合肥料为原料，只通过简单的机械混合制成。在混合过程中无显著的化学反应发生，只是把几种肥料混合，便于施用并提高肥力，因此也称为掺混肥料。由于这种肥料无固定规格的颗粒，可以散装运输，所以又称为散装掺混肥料。如由硫酸铵、磷酸铵和硫酸钾固体散装掺混三元混肥等。这类复合肥料的养分含量和比例范围较宽，针对性更强，常含副成分，一般应随混随用，不宜长期存放。

复合肥还可根据它们的使用范围分为通用型和专用型复合肥。通用型复合肥的主要养分含量，比例和形态，完全依据工艺流程而定，一般不予调节。例如：磷酸铵是一种中氮高磷，氮磷比 ($\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5$) 为 1 : 2.5 的二元复合肥；有的则加入钾盐将调节成养分完全而比例平衡的类型。例如：氮磷比例为 1 : 1 : 1，可配成 15-15-15 和 19-19-19 的复肥。专用复合肥是针对特定土壤条件和作物营养要求配制的专用肥料。国外专用型复合肥的施用对象主要是经济作物，高档蔬菜、林木、果树以及庭院草地等。表 1-1 列出了若干专用复合肥的主要成分。

表 1-1 若干经济作物专用型复肥的主要成分

适 用 作 物	配 比 举 例	
	N—P ₂ O ₅ —K ₂ O—MgO(%)	
茶 桑	25-0-15-0	
	8-8-6-2	
橡 胶	8-12-12-0	
花 生	5-10-15-0	
油 棕	15-15-6-4	
蔬 菜	12-22-12-3	
葡 萄	8-6-14-0	

注 1. 适用于同一种(类)作物的专用复肥可能有几种配比;

2. 视实际需要,可对某种专用复肥添加一种或几种微量元素。

我国用于烟草的三元复肥。其含量为: 13.9—9.5—7.7 (%); 蔬菜作物和部分经济作物的专用型复肥, 其养分浓度为 20~30%。

复合肥由于其化学元素成分不同又有有机复合肥和无机复合肥。复肥中除含有植物主要营养元素氮磷钾外, 还含有有机质肥料的称为有机复合肥。目前我国有机复合肥主要是含有滤泥、泥炭土、污泥等物料中的有机质。复肥中含有机质的为无机复肥, 目前我国农业用的复合肥大多数为无机复合肥, 表 1-2 列出了几种作物常用的施肥量和配方。

表 1-2 几种作物常用的施肥量和配方

作物	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O 配 比	试验推 广地点	养分浓度 (NPK%)	施肥量 (斤/亩)	比照增产 (斤/亩)	备 注
玉米	1 : 1 : 1.8	东 阳	59	20~40	178~274	

续表

棉花	1:1:1.2	慈溪、上虞	40	80	16~20 等氮比	产量指皮棉
麻	1:1:1	萧山	58.6	20~40	191~240	产量指生麻
作物	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O 配 比	试验推 广地点	养分浓度 (NPK%)	施肥量 (斤/亩)	比照增产 (斤/亩)	备 注
油茶	1:3:0 2:1:1 2:1:0.5	常 山	26~28 34 31	100	20~40	产量指茶油
油桐	1:3:0	富阳、建德	26~28	56/年	25.5~ 31.4	桐仁含油提高 2.4~4.3%
毛竹	2:1:1:1.5 (SiO ₂) 2:1:0.5:1.5 (SiO ₂)	安 吉	30	54~ 57.6	411~506	
茶叶	2:1:0.5 2:1:1	上虞、余姚、 新昌、龙游、 遂昌	32.5 33	百斤干茶 施12斤 纯氮计	36.7~ 265.3 36.5~ 159.6	氨基酸、茶多 酚、咖啡碱含 量都有提高
甘蔗	3:1.2:1.5 3:1.2:2 3:1.2:1	义 乌	30	243~289	3315~ 4187	只施复肥

注：比照增产除油桐，油茶为空白对照外，其余为等氮比照。

表1—3列出了我国主要作物 NPK 施肥量和配比。

表 1-3 我国主要作物 NPK 施肥量和配比

作物	试验 点数	对照 (斤/亩)	最高纯收入				最高产量			
			产量 (斤/亩)	斤养分 增产 (斤/斤)	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	化肥 用量 (斤/亩)	产量 (斤/亩)	斤养分 增产 (斤/斤)	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	化肥 用量 (斤/亩)
粮食作物	水稻	559	758	8.3	1 : 0.28 : 0.15	23.9	781	5.8	1 : 0.55 : 0.7	38.3
	小麦	407	597	9.4	1 : 0.58	20.4	612	7.1	1 : 0.74	28.8
	玉米	584	801	10.6	1 : 0.52	20.5	818	8.4	1 : 0.63	27.8
	谷子	327	469	8.6	1 : 1	16.4	497	5.4	1 : 0.94	31.6
	黍稷	421	547	10.9	1 : 0.53	11.6	554	8.6	1 : 1	15.5
经济作物	棉花(皮棉)	92.6	123	1.1	1 : 0.75 : 0.13	27.2	125	0.96	1 : 0.81 : 0.16	33.2
	大豆	239.5	281	3.5	1 : 66	12.1	286	2.8	1 : 1.4	16.5
	油菜	208.2	315	4.4	1 : 0.52	24.1	319	3.9	1 : 0.73	28.1

注: 1. 最高纯收入系指增施化肥时, 每斤纯养分增产产品的价值大于化肥的投资。具体计算标准: 化肥每斤养分按 0.5 元; 农产品水稻、玉米、谷子 0.11 元; 小麦 0.16 元; 大豆、油菜 0.3 元; 皮棉 1.2 元;

2. 根据农科单位 1980~1981 年数据整理;

3. 摘自化工部上海化工研究院 1984 年磷复肥技术报告。

第二节 复合肥的施用和肥效

土地长期偏施氮肥，结果会使 N、P、K 失调，土壤板结，地力减退，影响农业增产。施用复合肥料不仅可以改良土壤，提高肥料的利用率，又能改善农产品的质量。我国研制的各种系列复合肥料，在推广使用中取得了显著的农业效果，据 1983～1986 年高浓度复合肥料攻关研究协作组在全国 9 省（市、自治区）的 10 个土类 12 种作物所进行的 238 个田间肥效试验表明，在亩施复合肥料 10～25kg（按有效养分计）时，平均每公斤养分增产稻各 5.2～15.3kg；小麦 3.7～11.2kg；玉米 3.8～11.6kg；谷子 5.6～6.8kg；甘薯 30.2kg；大豆 5.1kg；油菜籽 3kg；花生 2.5～4.7kg；甘蔗 54.7kg；棉花（皮棉）1.5～2.6kg。在各种条件一致的情况下，粉状和粒状复合肥相比，以造粒型（二次加 2）的和掺混型复合肥相比，它们之间产量效应也基本相近。由于每种作物产品的经济价值和市场价格不同，因此，同样的复合肥施用不同的作物上，其经济效益有很大差别。研究表明，一般用于经济作物的经济效益高于粮食作物 2～10 倍，产投比高 2～3 倍。下面是四种复合肥的施用和对作物的影响。施用单位为浙江省化工研究所，供试土壤为黄泥土，含有机质 1.82%，水解性氮 133.1ppm，速放磷 45ppm，速放钾 92.3ppm，pH6.6。

施用肥料见表 1—4、1—5、1—6。

表 1-4 供试肥料的产地、标明量及基础肥料

供试肥料	产地	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (标明量)	基 础 肥 料
进口复肥	丹麦	15-15-15	硝酸铵、磷酸铵、硫酸钾
国产复肥-1	浙江	10-9-11	尿素、过磷酸钙、钙镁磷肥、氯化钾
国产复肥-2	浙江	9-8-9	氯化铵、尿素、过磷酸钙、钙镁磷肥、氯化钾
国产复肥-3	浙江	10-8-8	尿素、磷酸铵、碳铵、过磷酸钙、氯化钾

表 1-5 供试肥料的氮、磷、钾状态含量 (%)

肥 料	氮 (N)				磷 (P ₂ O ₅)			钾 (K ₂ O)
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NH ₃ -N	共计	水溶磷	枸溶磷	共计	
进口复肥	7.75	7.05	—	14.80	7.98	6.75	14.73	15
国产复肥-1	1.03	—	8.93	9.96	3.52	5.79	9.31	11.26
国产复肥-2	7.37	—	1.81	9.18	4.39	3.79	8.18	8.71
国产复肥-3	3.16	—	6.72	9.88	6.58	1.50	8.08	7.65

表 1-6 供试肥料的物理化学性质 (%)

肥 料	pH	CaO	MgO	SO ₂	Cl ⁻	颗粒强度, 牛顿/粒
进口复肥	5.8	7.77	0.21	4.10	0.28	13.72
国产复肥-1	5.4	15.15	0.98	13.71	9.75	9.26
国产复肥-2	4.8	14.18	0.61	14.27	22.54	11.27
国产复肥-3	4.5	13.79	0.28	22.72	7.54	6.37

注：颗粒强度是肥料放置半年后测定的。

四种复合肥对作物的增产效果见表 1-7、1-8。

表 1-7 四种复肥对大麦产量和品质的影响

处 理	籽粒产量	增产率	粗蛋白质	淀 粉
	g/盆	%	%	%
对 照	67.8	—	11.3	62.71
进口复肥	82.8	22.12	18.4	58.32
国产复肥-1	82.7	22.98	18.7	55.46
国产复肥-2	89.9	32.60	19.8	56.02
国产复肥-3	83.3	22.86	19.4	54.63

表 1-8 四种复肥对水稻的增产效果 (后效)

处理 \ 项目	株高 cm	有效穗数 个/株	产 量	
			g/盆	增产.%
对 照	66.8	2.4	26.1	—
进口复肥	66.8	3.4	36.8	41.0
国产复肥-1	67.3	3.5	39.4	50.9
国产复肥-2	65.7	3.2	35.6	36.4
国产复肥-3	65.3	3.6	36.7	40.6

第三节 我国复合肥料生产和应用现状

我国复合肥料的生产和使用起步于 70 年代末。80 年代,我国各级农业部门开展测土施肥、配方施肥,并根据土壤和作物的需要,研究和生产各种专用复合肥料。1991 年,全国复合肥的实际产量达 400 多万吨,为当年全国化肥生产量的 4.2%。目前全国已生产用于粮棉油、林果、蔬菜、花木等作物 5 大类 50 个系列与品种的专用复合肥。为了发展复合肥生产和推广应用,“高浓度复合肥料品种、应用技术和二次加工技术研究”被列为“六五”、“七五”国家科技攻关项目,配方施肥技术列为“八五”期间国家十大重点推广的农业技术之一。由于大规模多层次多部门的协作研究,使化肥使用效率提高 3% 以上,进一步肯