

全国高等农业院校教材

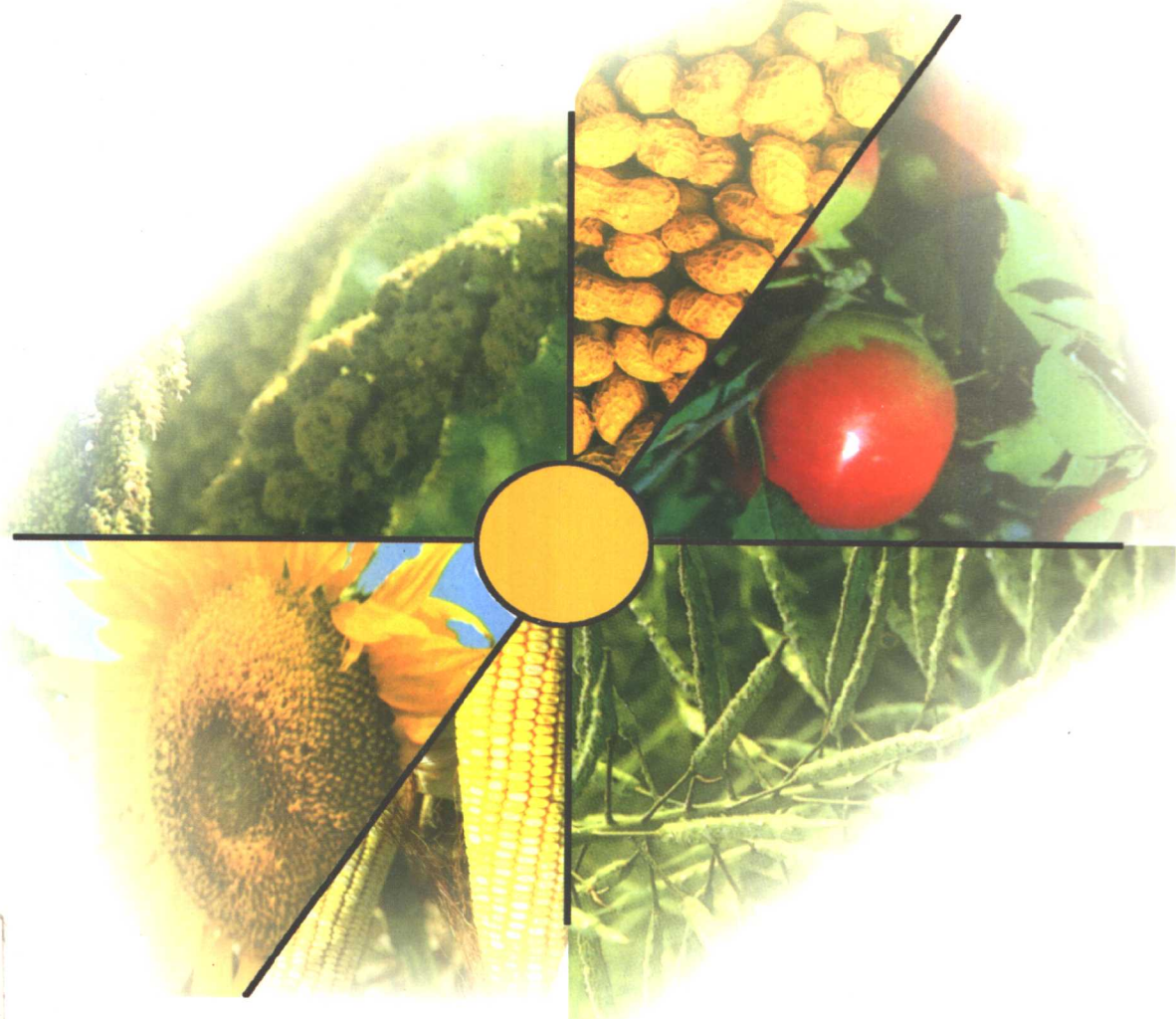
全国高等农业院校教学指导委员会审定



ZUOWU YINGYANG YU SHIFEI

作物营养与施肥

浙江农业大学 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材

作物营养与施肥

浙江农业大学 主编

中国农业出版社

封面设计： 姜 欣

图书在版编目（CIP）数据

作物营养与施肥/浙江农业大学主编. —北京：中国
农业出版社，2000.5 重印
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-01268-9

I. 作… II. 浙… III. ①作物-植物营养-高等学校-
教材②施肥-基本知识-高等学校-教材 IV. S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（1999）第 68524 号

出 版 人	沈镇昭
责任编辑	赵立山 贺志清
出 版	中国农业出版社 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
发 行	新华书店北京发行所
印 刷	北京市密云县印刷厂
	* * *
开 本	787mm×1092mm16 开本
印 张	27.5 字数 633 千字
版、印次	1990 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月北京第 7 次印刷
印 数	16 571~20 570 册 定价 32.10 元

| 书 号 | ISBN 7-109-01268-9/S·906 |

主编 孙 羲 (浙江农业大学)
编者 孙 羲 (浙江农业大学)
陶勤南 (浙江农业大学)
秦遂初 (浙江农业大学)
马国瑞 (浙江农业大学)
王建东 (浙江农业大学)
张国平 (浙江农业大学)
裴保义 (南京农业大学)
徐光壁 (南京农业大学)
尹崇仁 (北京农业大学)
刘武定 (华中农业大学)
王方维 (沈阳农业大学)
李仁岗 (河北农业大学)
陈举鸣 (福建农学院)
周厚基 (中国农业科学院果树研究所)
仝月澳 (中国农业科学院果树研究所)
张必泰 (江苏省农业科学院作物研究所)
戴起伟 (江苏省农业科学院作物研究所)
王统正 (上海市农业局蔬菜处)

前 言

本书是在原农牧渔业部的领导下编写的。参加编写的有浙江农业大学、南京农业大学、北京农业大学、华中农业大学、沈阳农业大学、河北农业大学、福建农学院、中国农业科学院果树研究所、江苏省农业科学院作物研究所和上海市农业局蔬菜处。先在无锡召开教学大纲讨论会，并提出编写分工。到1985年在桂林召开审稿会。由于撰写人裴保义教授和张必泰研究员不幸先后逝世，并在逝世前留下遗言，一定要把这本教材编好，感人至甚。全书到1986年基本完稿。由于所用单位不一以及所用地图的审定，根据国家度量衡制定统一单位作了修改，到1987年定稿。

全书共分十三章。第一章阐明合理施肥的原则。第二、三章分别介绍肥料的增产效应与经济合理施肥和电子计算机在合理施肥中的应用。第四章至第六章分别介绍水稻、麦类和棉花的营养与施肥。第七、八章分别介绍油菜和大豆的营养与施肥。第九章至第十二章分别介绍甘薯、玉米、蔬菜和果树的营养与施肥。最后一章为植物营养诊断。编写分工是这样：合理施肥的原则和水稻营养与施肥由孙羲编写，其中水稻施肥技术由马国瑞编写；肥料的增产效应与经济合理施肥由李仁岗编写；电子计算机在合理施肥中的应用由陶勤南、王建东编写；麦类作物的营养与施肥由张国平编写；棉花的营养与施肥由裴保义，徐光壁编写；油料作物有油菜和大豆，分别由刘武定和尹崇仁编写；玉米的营养和施肥由王方维编写；甘薯的营养与施肥由张必泰、戴起伟编写；蔬菜营养与施肥由王统正编写；果树的营养与施肥由周厚基、陈举鸣、仝月澳编写，其中果树的营养特性和苹果树的营养与施肥由周厚基和仝月澳编写，柑橘的营养与施肥由陈举鸣编写；植物营养诊断由秦遂初编写。马大羽编写的内容偏向一般营养，在此表示感谢。

全书的初稿编好后，邀请了专家审阅，其中有陈锡巨、陶勤南、郑泽荣、刘芷宇和于容扬提出了很多宝贵意见，最后由孙羲全面审阅修改，在麦类作物和棉花两章作了补充，最后定稿。对审阅所提出的宝贵意见的同志表示感谢。

本书编写工作始终是在浙江农业大学党委领导下进行的。江苏省农业科学院作物所、南京农业大学土化系和浙江农业大学土化系的领导在工作中给予了大力支持和热心协助，表示十分感谢。

由于各地气候、土壤、作物种类不同，采用这本教材可按照各地区的特点增减内容。如华北、西北地区的学校，可精简油菜、柑橘、部分蔬菜等作物的营养，施肥及其诊断内容。南方地区可精简大豆、苹果的营养及其诊断内容。

本书除作土壤及植物营养专业同学使用外，农学和园艺专业以及从事以上作物的农业科研工作人员均可作为参考教材。

由于作物营养与施肥因气候、土壤和品种的差别，加上内容又较为广泛，难免有错误和不妥之处，热忱地希望采用这本教材的教师和同学多多提出宝贵意见，以便再版时修订。

孙 羲

1987年8月

目 录

前言

第一章 合理施肥的原则	1
第一节 施肥与农业生态	1
第二节 施肥与作物产量	5
一、最小养分律 (Law of minimum nutrient)	5
二、米采利希 (E. A. Mitscherlich) 方程	5
三、费佛尔 (Pfeiffer) 方程	6
第三节 施肥与食物链 (Food chain)	8
第四节 作物施肥原理	9
一、气候条件与施肥	9
二、土壤肥力与施肥	12
三、作物营养与施肥	20
四、栽培技术与施肥	23
五、合理施肥体系	26
第二章 肥料的增产效应与经济合理施肥	30
第一节 肥料的增产效应	30
一、单元肥料效应	30
二、多元肥料效应	35
第二节 肥料效应函数模式	37
一、多项式	37
二、指数函数	41
三、逆多项式	43
四、两条相交直线	43
第三节 肥料增产效应的经济分析	44
一、肥料增产效应的阶段性	44
二、合理施肥的经济界限	46
三、肥料养分的经济最佳配比	49
第四节 经济合理施肥量的确定	52
一、一元肥料效应经济合理施肥量的确定	53
二、二元肥料效应经济合理施肥量的确定	55
三、三元肥料效应经济合理施肥量的确定	57
第三章 电子计算机在合理施肥中的应用	59
第一节 概述	59
一、电子计算机在合理施肥中的应用	59
二、PC1500 袖珍电子计算机的性能及其在合理施肥中的应用	60

三、提高程序质量	60
第二节 单因素肥料试验的电算方法	61
一、选择适当的肥料效应函数模式	61
二、多项式模式肥料效应函数的统计分析	63
三、多项式回归方程的电子计算机程序	66
四、多项式肥料效应函数边际分析图	72
五、推荐施肥量的计算	75
六、程序的运行及计算结果的比较	76
第三节 二因素施肥量试验的电算方法	79
一、数学模式与统计分析	79
二、二因素肥料效应函数模式的电算方法	80
三、二因素肥料效应函数绘图与推荐施肥程序	84
四、二因素肥料试验程序的运行	87
五、计算结果的比较	92
第四章 水稻营养与施肥	102
第一节 水稻土的农业化学性质	102
一、水稻土的氧化还原性质	102
二、各种植物营养元素在水稻土中的变化	104
第二节 水稻的营养作用	108
一、水稻的氮素营养	108
二、水稻的磷素营养	112
三、水稻的钾素营养	114
四、微量元素及硅的营养作用	118
五、水稻品种与无机营养	128
第三节 水稻对养分的吸收与转运	130
一、水稻对养分的吸收	130
二、影响水稻根部吸收养分的外界条件	134
三、营养元素在稻体内的转运和分布	136
第四节 水稻根系活力与水稻生长的关系	138
一、水稻根系活力与它的代谢特点	138
二、水稻根系活力与产量形成的关系	140
三、根的老化及其调节	143
第五节 施肥技术	146
一、水稻的需肥规律	146
二、土壤供肥能力	148
三、施肥技术要求	151
第五章 麦类作物的营养与施肥	156
第一节 小麦的生育特性与需肥规律	156
一、小麦的生育特性	156
二、小麦的需肥规律	158
第二节 小麦的矿质营养生理	161

一、氮	161
二、磷	163
三、钾	165
四、钙、镁、硫	166
五、微量元素	166
第三节 小麦根系特性和矿质元素的吸收	168
一、小麦根系生长过程及其影响因子	168
二、小麦根系的生理功能	169
第四节 小麦施肥技术	172
一、影响小麦施肥量的因素	172
二、小麦各生育期施肥的生理作用	174
三、合理施肥与提高肥料的利用率	178
第五节 大麦的营养与施肥	181
一、大麦的营养特点	181
二、大麦施肥技术	184
第六章 棉花的营养与施肥	187
第一节 棉花对土壤条件的要求	187
一、对土壤紧实度的要求	187
二、对土壤通气性的要求	188
三、对土壤温度的要求	188
四、对土壤水分和地下水位的要求	189
五、对土壤盐分的要求	190
六、对土壤养分的要求	191
第二节 主要营养元素对棉花生长发育的影响	193
一、氮的营养作用	193
二、磷的营养作用	196
三、钾的营养作用	198
四、微量元素的营养作用	201
第三节 棉花的需肥规律及施肥技术	204
一、棉花的需肥规律	204
二、施肥技术	207
第四节 地膜棉的环境与施肥	209
一、地膜覆盖对土壤性状的影响	209
二、地膜覆盖对棉株生长发育的影响	212
三、地膜棉的营养特点和施肥要点	213
第五节 棉花蕾、铃脱落与施肥	214
一、棉花蕾、铃脱落的一般规律	214
二、影响棉花蕾、铃脱落的因素	214
三、蕾、铃的脱落的机制	216
第七章 油菜营养与施肥	220
第一节 油菜养分的含量、吸收和分配	220

一、氮的含量、吸收和分配	222
二、磷的含量、吸收和分配	223
三、钾的含量、吸收和分配	225
四、钙、镁、硫的含量、吸收和分配	226
五、微量元素的含量和分配	227
第二节 油菜营养与产量、品质以及菜饼的利用	228
一、油菜营养与生长发育、产量的关系	228
二、油菜营养与油脂形成	233
三、油菜营养与油脂品质	236
四、油菜营养与菜饼利用	238
第三节 油菜施肥	241
一、油菜施肥技术及其理论依据	241
二、油菜施肥实例	246
第八章 大豆的营养与施肥	251
第一节 大豆的营养特性	251
一、大豆的化学成分	251
二、大豆对主要营养元素的需求量	252
三、大豆在不同生育时期对氮、磷、钾的吸收、积累和分配的一般趋势	253
四、大豆的氮营养	254
五、大豆的磷营养	263
六、大豆的钾营养	265
七、大豆的钙营养	265
八、大豆的镁营养	266
九、大豆的微量元素营养	266
第二节 大豆的施肥技术	267
一、基肥	267
二、种肥	269
三、微量元素肥料	269
四、菌肥	269
五、追肥	270
第九章 玉米营养与施肥	272
第一节 玉米营养特性	273
一、玉米所需的营养元素及其利用形态	273
二、营养元素对玉米生长发育和物质代谢的影响	273
三、玉米不同生育期干物质积累和其氮、磷、钾的吸收情况	277
四、玉米各生育期体内养分的转运和分配	281
五、养分对玉米产量和品质的影响	282
第二节 套种玉米高产、低耗养分的剖析	287
一、生产干物质的比较	288
二、摄取氮、磷、钾养分的比较	288
第三节 轮作施肥制对于地力和玉米产量的影响	290

一、轮作施肥对土壤有机碳的影响	290
二、轮作施肥对土壤氮的影响	291
三、轮作施肥对于玉米产量的效应	291
第四节 玉米施肥技术	293
一、前作类型与后作玉米的施氮量	293
二、施肥技术	294
第十章 甘薯的营养和施肥	297
第一节 甘薯对养分的吸收和分配	297
一、甘薯的需肥特性	297
二、甘薯不同生育阶段三要素的吸收特点	298
三、不同土壤条件下甘薯吸收三要素的变化	300
四、甘薯不同产量与氮磷钾需要量的关系	300
五、甘薯植株中营养物质的分配	301
第二节 甘薯的生长和氮素的关系	303
一、氮对甘薯根部生长的影响	303
二、氮对甘薯叶面积和光合效能的影响	305
三、氮与甘薯植株碳氮代谢和干物质分配的关系	306
第三节 甘薯的生长和磷的关系	308
一、磷对甘薯植株生长的影响	308
二、磷对甘薯干物质生产和分配的影响	309
三、磷对甘薯品质的影响	310
第四节 甘薯生产与钾的关系	310
一、钾对甘薯块根产量和品质的影响	311
二、钾对甘薯光合效能的影响	312
三、 K_2O/N 比与薯块产量	314
第五节 甘薯生长与其他营养元素的关系	316
一、锌	316
二、锰	317
三、硼	317
四、钙与镁	317
第六节 甘薯的施肥	318
一、基肥与追肥的分配	318
二、基肥与追肥的施用方法	319
三、根据气候、土壤和薯块生长情况合理施肥	321
第十一章 蔬菜营养与施肥	323
第一节 蔬菜的营养生理	323
一、蔬菜吸收土壤养分的特点	323
二、土壤养分与蔬菜生长、发育的关系	325
第二节 蔬菜的施肥技术	328
一、蔬菜施肥技术的一些特点	328
二、茄果类蔬菜的施肥技术	330

三、瓜类蔬菜施肥技术	332
四、薯芋类蔬菜施肥技术	333
五、白菜类蔬菜施肥技术	334
六、绿叶菜类蔬菜施肥技术	335
七、豆类蔬菜施肥技术	337
八、葱蒜类蔬菜施肥技术	339
九、根菜类蔬菜施肥技术	340
十、水生蔬菜施肥技术	342
十一、多年生蔬菜施肥技术	343
第三节 保护地条件下蔬菜的施肥问题	344
第四节 施肥对蔬菜品质的影响	345
一、施肥与蔬菜的商品品质	345
二、施肥与蔬菜的食用品质	345
三、施肥与蔬菜的工艺品质	345
第十二章 果树的营养与施肥	348
第一节 果树的营养特点	348
一、果树的生命周期	348
二、果树的年周期	348
三、果树缺素的普遍性	349
四、砧穗组合与栽培技术	349
五、靶子树器官的营养	349
六、营养诊断的特点	349
第二节 苹果树的营养与施肥	350
一、苹果树的根系特性与养分吸收	350
二、苹果树的各种营养元素的生理作用	352
三、苹果树的施肥	362
四、苹果树营养障碍的矫治	365
第三节 柑橘的营养与施肥	367
一、柑橘的生态环境条件和土壤管理	367
二、柑橘的矿质营养	371
三、柑橘的施肥	378
第十三章 作物营养诊断	384
第一节 营养诊断概述	384
一、作物发生元素缺乏的一般原因	384
二、营养诊断的一般方法	387
三、诊断指标的拟订	391
四、元素平衡状况诊断法——DRIS 法	392
第二节 主要作物营养缺乏症	395
一、水稻营养缺乏症	395
二、麦类营养缺乏症	399
三、玉米的营养缺乏症	401

四、甘薯营养缺乏症	403
五、棉花营养缺乏症	404
六、油菜营养缺乏症	406
七、果树营养缺乏症	407
八、蔬菜作物营养缺乏症	409
第三节 营养缺乏症的防治	412
一、农业措施	413
二、矫正施肥	415
附录 作物化学诊断速测法	420
一、氮营养的组织速测法	420
二、磷营养的组织速测法	422
三、钾营养组织速测法	423
四、特殊元素硅的简易诊断法	426

第一章 合理施肥的原则

第一节 施肥与农业生态

研究农业生产，首先要树立大农业的观点，施肥也不能例外。农业现代化的任务之一，就是应用先进科学原理和现代科学技术，结合我国实际，实行农林牧副渔的结合，建立起符合农业发展的良好生态系统，使农业各部门的结构合理，比例协调，进而以合理施肥以及其他农业技术措施来加速和扩大良好的农业生态系统的循环，这样才能生产更多、更好的农牧等产品，同时也能不断地提高土壤肥力，达到长期高产稳产优质。因此，要把农、林、牧、副、渔看成是一个整体。

但是，事物之间总是既有联系，又有区别。农、林、牧、副、渔虽然是一个整体，但在不同条件下，可有主次之分。农业的主体——植物生产是植物利用日光光能制造有机物质，所以它属第一性生产；动物生产是利用植物生产的物质来进行的，是能量的再利用，所以属第二性生产。因此离开植物生产而发展畜牧业，那是不可能的。发展牧草或在轮作制中包括绿肥作物，就能生产一些饲料，以促进动物生产。

我们知道，土壤—植物系统（Soil-Plant System）是生物圈的基本结构单元，而植物生产又属第一性生产。因此如何提高土壤肥力，合理供给植物养料，以促进植物生产是农业生产中一个关键性问题。图 1-1 是植物生产、动物生产和施肥之间建立能量转换和物质循环的陆地生物系统。

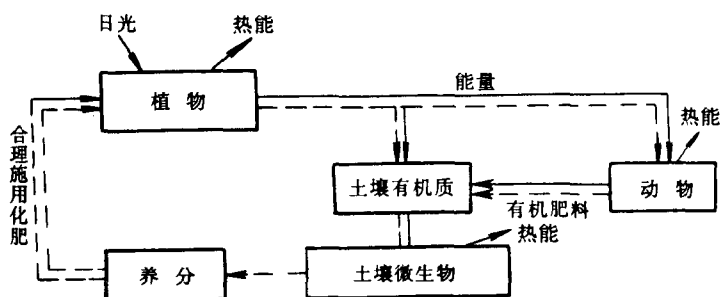


图 1-1 陆地生物系统中能量的转换和养分的循环

图 1-1 阐明合理施用有机肥料和化学肥料，结合适当的豆科植物轮作，能提高动植物的生产，故有利于大农业的发展。如果只用有机肥料，不用化肥，尤如我国古代有机农业，土壤肥力虽能保持生态平衡，作物产量虽能保持在一定的水平，但不能大幅度的提高。表 1-1 是我国从先秦到清代约 2000 年历史各主要朝代的粮食平均产量。

南宋陈旉总结中国施用有机肥料的经验，在《农书》(1149)中提出“地力常新壮”

表 1-1 中国古代稻、麦产量的变化情况^[1]

朝 代	北 方 麦		南 方 稻	
	kg/hm ²	%	kg/hm ²	%
先秦 (前 221—前 206)	823.5	100		
西汉 (前 206—公元 24)	904.5	109.8	580.5	100
魏、西晋 (220—316)	889.5	108.0	889.5	147.6
东晋、南朝 (420—589)	—	—	1 249.5	207.3
北朝 (386—589)	772.5	93.7	—	—
隋、唐 (581—907)	852.0	102.9	1 278.0	211.9
宋朝 (960—1279)	781.5	94.8	1 560.0	258.8
元朝 (1291—1369)	1 084.5	131.7	2 167.5	359.5
明、清 (1368—1911)	1 465.5	177.9	2 929.5	485.8

的见解,认为长期施用有机肥料,地力就能常新。中国古代施肥的特点是用地与养地相结合,保证了农业生态系统的平衡。所以粮食产量几千年来非但没有下降,而且还有提高。施用有机肥料是能量和养分的再利用。由于其养分的释放与作物的需要常不相一致,所以增产幅度很小,每 10 年每公顷小麦平均增产 3.0kg、水稻 11.1kg。因此必须合理增施化肥,才能大幅度提高作物产量。尽管如此,有机肥料在提供植物养分和提高土壤肥力还是起着一定作用的,特别是在土壤肥力方面起着重要的作用。

欧洲在 18 世纪,农业生产是以轮作制为主,没有严格的施肥制度。单靠轮作制来恢复土壤肥力是不可能的。1840 年德国著名的农业化学家李比希 (J.V.Liebig) 发表了《化学在农业和植物生理学上的应用》一书,强调矿质营养的重要作用,创出“矿质营养学说”(Mineral nutrition theory)。李比希认为由于不断地栽培作物,土壤中矿质养料势必引起损耗,当时欧洲是以轮作制来恢复土壤肥力。李比希认为轮作制只能缓和土壤中养分的贫瘠,但不能恢复土壤肥力。如要恢复就必须把作物从土壤中摄取的矿质养分归还给土壤,办法就是施用矿质肥料,使土壤中养分的损耗与营养物质的归还之间保持一定的平衡。这一论断在科学上称为“归还学说”。由于矿质营养学说的建立,促进了肥料工业的兴起,对于工农业的生产均起到促进作用。欧洲在 1840—1885 年小麦产量每公顷平均只有 1 500~1 700kg,并稳定在这个水平约半个世纪。以后由于化肥工业的兴起和广泛地施用矿质肥料,到 1925 年小麦产量由原来 1 500~1 700kg/hm² 增至 3 000kg/hm²,几乎翻了一番。

由于化肥增产显著,世界各国化肥用量大幅度增加,加之优良品种的推广,农田水利的改善,病虫害的防治等等,粮食生产随着大幅度的增加。表 1-2 是中国各年间化肥用量、谷物产量和人均粮食量。

表 1-2 指出,中国化肥发展很快,从 1965 年至 1985 年,化肥用量增加了 5.9 倍,粮食产量增加 1 843.3 万 t,人口约增加了 1/3,但人均粮食量仍然提高了 93kg。在这 20 年里,化肥发展很快,但是氮肥用量普遍较高,磷肥较少,而钾肥用量更少,造成氮磷钾比例失调。如果适当增加磷钾肥,粮食生产还能进一步提高。图 1-2 是世界 54 个国家化肥用量与谷物产量的关系。

表 1-2 中国各年间化肥用量、谷物产量和人均粮食量

年 份	粮食产量 (万 t)	化肥用量 (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O) (万 t)	人均粮食量 (kg)
1949	11 320	—	209
1952	16 392	7.8	288
1957	19 505	37.3	306
1965	19 455	194.2	272
1975	28 450	536.9	309
1980	32 052	1 269.4	327
1985	37 888	1 335.0	365

(中国农业年鉴, 1985; 中国百科年鉴: 经济, 1986)

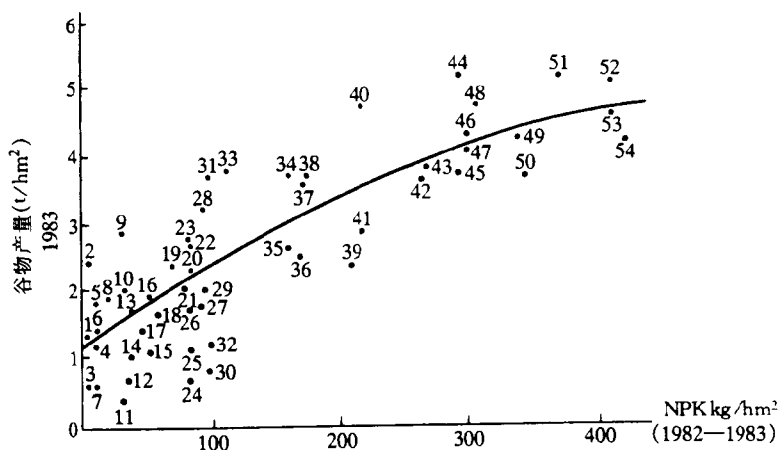


图 1-2 世界 54 个国家化肥用量与谷物产量的关系 (IPI/FAO)

1. 埃塞俄比亚 2. 阿根廷 3. 苏丹 4. 坦桑尼亚 5. 马达加斯加 6. 阿富汗 7. 尼日利亚 8. 尼泊尔
9. 缅甸 10. 泰国 11. 阿尔及利亚 12. 摩洛哥 13. 澳大利亚 14. 叙利亚 15. 肯尼亚 16. 菲律宾
17. 印度 18. 巴西 19. 加拿大 20. 孟加拉 21. 土耳其 22. 越南 23. 哥伦比亚 24. 津巴布韦
25. 伊朗 26. 巴基斯坦 27. 西班牙 28. 印度尼西亚 29. 墨西哥 30. 南非 31. 美国 32. 苏联
33. 南斯拉夫 34. 中国 35. 罗马尼亚 36. 希腊 37. 意大利 38. 瑞典 39. 波兰 40. 奥地利
41. 芬兰 42. 丹麦 43. 保加利亚 44. 朝鲜民主共和国 45. 德意志民主共和国 46. 匈牙利 47. 埃及
48. 法国 49. 捷克斯洛伐克 50. 南朝鲜 51. 英国 52. 日本 53. 瑞士 54. 德意志联邦共和国

近年来, 由于化肥的大量施用, 引起环境污染。据大量田间试验, 作物对氮肥的利用率只有 50% 左右, 施入土壤中的氮素约有一半左右挥发、淋失, 造成硝酸盐的富集, 污染水体; 如用作饮料, 影响人、畜健康。磷肥的主要原料是磷灰石, 大多是氟磷灰石 $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\cdot\text{F}_2]$ 。叶片对氟有强烈的富集作用, 从而影响植物生长。在氟污染区, 草食动物易患氟中毒症。在动物中蚕和蜜蜂对氟最为敏感, 如桑叶含氟量较高时, 影响蚕丝的品质, 严重时可使幼蚕致死。

牧草施肥, 不仅要考虑牧草的需要, 还要了解家畜的营养特性, 例如钾肥施用量过多, 对牧草并无不良影响, 如用这种牧草喂牛, 就会产生不良的后果。因钾、镁有拮抗作用, 钾肥用量过多, 必然影响镁的吸收。由于牧草中钾多镁少, 牛食后造成血浆中缺镁, 严重时则患猝倒病致死。表 1-3 是试验结果^[21,22]。

表 1-3 牧草中过量钾对于牛血浆中镁含量的影响

钾肥用量	牧草中钾、镁、钠的含量 (%, 干重)			饲喂牧草前 饲喂牧草后 日期: 4/23 4/25 5/3		
	K	Mg	Na	100ml 血浆中含 Mg 量 (mg)		
少 量	2.33	0.16	0.13	2.52	2.38	2.18
大 量	3.59	0.13	0.07	2.40	1.74	0.58

由此可见,施肥不仅要了解作物或牧草的营养特性,还要了解家畜、家蚕的营养生理特性。就是说,施肥要站在农业生态的观点,考虑到大农业的发展,这样才符合合理施肥的原则。

此外,施肥还要考虑到对于土壤肥力的影响以及肥料的经济效益。根据浙江省农业厅和浙江省农业科学院调查资料,全省有机肥料占总施肥量的比重:1977年为73%,1978年60%,1979年57%,1980年50%,1981年49%,平均每年下降6%。化学氮肥施用量增加很快,而磷、钾肥供应增长缓慢,造成N、P、K比例失调。由于有机肥料施用量减少,土壤肥力有所下降,特别是双三熟(麦、稻、稻),耕作层变浅,犁底层增厚,出现青泥层,阻碍水分垂直渗透和土壤环境更新。江苏省、上海市等地都有类似情况。这些现象说明有机肥料不足,化肥比例失调,影响土壤肥力,不利于农业发展。

再从全国情况来看,虽然中国化肥发展很快,但重氮、轻磷、缺钾。磷、钾远远不足。根据中国土壤磷、钾含量分布图的估计,中国土壤约有1/3左右的耕地土壤缺磷,1/4左右耕地缺钾,作物需要量与土壤供应量相差悬殊。根据浙江农业大学试验^[2],畜禽粪中的磷、钾有效性较高,有效磷占全磷量的25%~55%,有效钾占全钾量的50%~80%。增施有机肥料,以有机肥料中的磷、钾补化肥磷、钾的不足,既可增加土壤中的有机质,提高土壤肥力,又可改变我国目前化肥比例失调,从而可以提高肥料的生产率。这样施肥是符合中国农业生产实际,也是一项行之有效的增产措施,而且投资少,耗能低,效益高。根据浙江省农业科学院与黄岩县农业科学研究所合作,于1974年到1979年进行三熟(麦、稻、稻)六年定位试验,每公顷每年平均施氮素412.5kg,试验结果表明,有机肥料占总施肥量的40%或60%,历年产量都比较稳定,六年平均产量分别达14865kg/hm²和14820kg/hm²;而有机肥只占总肥量的20%,历年产量都比较低,而且不稳定。至于各地土壤有机肥料与化肥如何配合施用,这要看各地气候条件、土壤肥力、耕作制度、作物种类和品种、水利条件、病虫害的情况以及各种肥料种类和性质,不能千篇一律。总之,合理施肥主要根据有以下4条原则:

1. 提高作物、果树、蔬菜等的产量和品质;
2. 提高土壤肥力;
3. 增加经济效益和社会效益;
4. 不污染土壤、水质和作物。

总之,一切农业技术措施,包括施肥技术,都要从农业生态的观点来考虑,这样才有利于农业长期的全面发展。