



农业科学家服务台丛书

实用配方施肥技术

王运华 胡承孝 编著

本书从水稻、小麦、油菜、棉花、蔬菜、果树、烟草、茶树等作物的需肥特性出发，详细地介绍了作物配方施肥的新知识和新技术。

对照

施肥

湖北科学技术出版社

农业科学家服务台丛书

实用配方施肥技术

王运华 胡承孝 编著

湖北科学技术出版社

农业科学家服务台丛书

实用配施肥技术

© 王运华、胡承孝 编著

责任编辑:曾 素

封面设计:戴 旻

出版发行:湖北科学技术出版社
地 址:武汉市武昌东亭路2号

电话:86782508
邮编:430077

印 刷:湖北科学技术出版社黄冈印刷厂
督 印:刘春尧

邮编:438000

787mm×1092mm
1999年9月第1版

32开

4印张

86千字

1999年9月第1次印刷

印数:0 001—5 000

ISBN7-5352-2340-O/S·235

定价:5.50元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

农业科学家服务台丛书

- 主办单位** 华中农业大学
湖北省科技传播学会
- 顾问** 蒋祝平 王生铁 关广富 韩南鹏
王之卓 孙樵声 孙德华
- 主编** 孙济中
- 常务副主编** 余国瑞
- 副主编** (按姓氏笔画排列)
王威孚 刘健飞 向进青 汪季贤
赵守富 程世寿 彭光芒
- 编委** (按姓氏笔画排列)
王威孚 刘洪峰 刘健飞 孙济中
向进青 余国瑞 肖琼玲 杨锦莲
赵守富 曾素 曾凡亮 程为仁
程世寿 彭光芒 廖贵深
- 本册特约编辑** 肖琼玲

内容简介

配方施肥技术是我国 80 年代形成的一项农业新技术。这一技术的推广应用，标志着我国农业生产中科学计量施肥的开始。本书系统地介绍了配方施肥技术的发展、作用及其基本方法和技术环节；简述了配方施肥技术的基本原理和理论依据，并结合生产实际，介绍了合理施肥与作物、土壤条件、气候条件和轮作制度的联系以及不同肥料配合施用技术；详细介绍了水稻、小麦、棉花、油菜、烟草、茶树及多种蔬菜、果树的需肥规律及其配方施肥技术，并简要介绍了复合肥料的基本知识。本书内容新颖，针对性和实用性强；编排层次清晰，语言通俗易懂。适合农村基层领导干部、农业技术员及广大农民朋友阅读，也可作为农业专科学校相关专业、各种农业技术培训班相关专业的教材或参考书。

目 录

一	配方施肥技术的发展和作用	1
	(一) 配方施肥技术的发展	1
	(二) 配方施肥的内涵	2
	(三) 配方施肥在“两高一优”农业中的作用	3
二	配方施肥技术的理论依据	6
	(一) 配方施肥技术的基本原理	6
	(二) 配方施肥技术的基本依据	9
二	配方施肥基本技术和方法	24
	(一) 配方施肥的基本方法	24
	(二) 配方施肥的技术环节	32
	(三) 不同肥料的配合施用技术	39
四	主要农作物配方施肥技术	45
	(一) 水稻配方施肥技术	45
	(二) 小麦配方施肥技术	51
	(三) 棉花配方施肥技术	56
	(四) 油菜配方施肥技术	63
	(五) 蔬菜配方施肥技术	71
	(六) 果树配方施肥技术	84
	(七) 烟草配方施肥技术	99
	(八) 茶树配方施肥技术	102
五	复(混)合肥料基本知识	110
	(一) 复合肥料的涵义	111

(二)复合肥料的商品质量·····	112
(三)肥料的混合、贮存·····	114
(四)专用复合肥料·····	117
(五)复合肥料的施用技术·····	118

一 配方施肥技术的发展和作用

人口的增长,资源的短缺和环境的恶化,使人类面临着严峻的挑战和威胁。目前,我国可利用耕地仅 0.95 亿公顷,人均占有耕地只 850 平方米,有 1/3 的省份已不足 650 平方米,且耕地面积在逐年减少;而我国人口的每年净增 1300 多万,人地矛盾日益突出。

根据《国民经济发展“九五”计划及 2010 年远景目标纲要》制定的蓝图,到“九五”末,我国粮食产量要达到 4.9 亿吨,力争 5 亿吨,农民人均纯收入年递增 4%,要基本解决现处贫困线以下的 6500 万人口的温饱问题。要实现这一目标,必须依靠科教兴农,提高农业投入中的科技含量,提高土地资源的利用效率。

(一) 配方施肥技术的发展

配方施肥是我国 80 年代形成的一项农业新技术。这一技术的推广应用,标志着我国农业生产中科学计量施肥的开始。

我国广大土壤肥料工作者在历时 14 年的全国土壤普查工作中积累了大量数据,基本查清了我国土壤情况,为科学施肥工作奠定了基础。随后,土肥工作者们着眼于利用这些数据和成果,广泛开展了肥料田间试验和土壤有效养分测定。首先在湖北、广东两省,针对农民偏施氮肥和投肥效益下降等现象,根据土壤养分含量状况、作物需肥规律以及肥

料效应，提出氮、磷、钾肥料配合施用和适时施用技术，成效显著。

1983年，农牧渔业部农业局在广东湛江召集14省、市、自治区的科研单位和肥料工作专家，就配方施肥的科学性、可行性进行了论证。一致认为，配方施肥路子对头，目标明确，办法可行，增产效果显著。随后农业就在全国范围内组织试验、示范和推广。

1986年5月，农牧渔业部农业局又在山东沂水县召开全国配方施肥技术经验交流会，进一步肯定了配方施肥是当前施肥技术上一项富有成果的革新，并制定了配方施肥技术规范。

实践证明，实施配方施肥技术可使农作物提高产量8%~15%以上，高的可达到30%，同时每666.7平方米降低化肥成本10元左右。“七五”、“八五”期间全国推广配方施肥技术面积近3亿公顷，累计增产粮食800多亿千克，增加经济效益500多亿元，取得了明显的经济效益和社会效益。

(二) 配方施肥的内涵

配方施肥主要是指合理供应和调节作物必需的各种营养元素，以满足作物生长发育的需要，从而达到提高产量和改善农产品品质、减少肥料浪费、防止环境污染的目的。

配方施肥定义为：根据作物需肥规律、土壤供肥性能与肥料效应，在有机肥为基础的条件下，提出氮、磷、钾和微肥的适宜用量和比例以及相应的施肥技术。

配方施肥是一套技术体系，包含着“配方”和“施肥”两个程序。“配方”是肥料的计量，在作物播种之前，通过各种手段确定达到一定目标产量的肥料用量，回答“获得多少产量，该施多少氮、磷、钾等肥料”这一问题。“施肥”

是肥料配方在生产中的执行，保证目标产量的实现；要根据配方确定的肥料用量、品种和土壤、作物、肥料的特性，合理安排基肥、种肥和追肥比例，以及施用追肥的次数、时期和用量等。

(三) 配方施肥在“两高一优”农业中的作用

1. 提高作物产量，增加施肥效益

为解决人多地少的矛盾，保持作物高产稳产是施肥的主要目标。实行配方施肥，各种作物增产幅度在 8% ~ 15%，高的达 30% 以上，平均每 666.7 平方米增产粮食 25 ~ 50 千克，棉花 5 ~ 10 千克，花生、油菜籽 15 ~ 30 千克。配方施肥的效果在水稻上主要表现为提高有效穗数和增加每穗粒数，同时对株高、分蘖均有明显的促进作用；在油菜上则主要是提高了单株角果数、角粒数和千粒重。配方施肥对经济作物如麻类、瓜果、蔬菜等的增产效果尤为明显。

配方施肥能较好地维持作物体内各种营养元素的平衡供应，从而促进作物的生长和发育，提高肥料利用率，减少肥料浪费及其对环境（尤其是地下水）造成的污染。能节省化肥 10%，每 666.7 平方米增纯收 10 ~ 15 元。因而配方施肥具有显著的经济效益，社会效益和生态效益。

配方施肥增产增收作用在实践中表现为三个方面：

(1) 调肥增产。即在不增加化肥投资的前提下，调整化肥中氮、磷、钾及微肥的比例，纠正偏施，提高产量，如湖北黄冈县农业局，1982 年把化肥 $N:P_2O_5:K_2O$ 比例从 1980 年的 1:0.17:0.025 调整到 1:0.57:0.7，使稻谷生产效率提高 64%。

(2) 减肥增产。即在经济比较发达、以高肥换高产、施肥经济效益低的地区，适当减少某一肥料的用量，能取得增

产或平产的效果，如在广东省珠江三角洲高产稻区推广水稻“氮调”施肥法，氮肥用量比习惯用量减少 40% 左右，水稻单产却还提高 10% 以上。

(3) 增肥增产。即在化肥施用量水平很低或单施一种养分肥料的地区，农作物产量未达到最大利润施肥点或者土壤最小养分已成为限制作物产量提高的因子，适当提高肥料用量或配施某一养分元素肥料，即可大幅度增加作物产量。

2. 克服障碍因子，提高土壤肥力

配方施肥的理论依据之一是最小养分律，即作物的产量是受土壤中相对含量最少的养分制约的，因地矫正偏施，克服土壤障碍因子是配方施肥的重要内容。在农业生产中，由于微量元素的缺乏，出现了棉花缺硼“花而不实”、“蕾而不花”，水稻缺锌僵苗，玉米缺锌花白苗，湖北省高产麦区冬小麦缺钼于越冬期黄化死苗等现象，配施微量元素，能消除土壤障碍因子，克服生理病害；同时还有利于促进作物吸收氮、磷、钾等养分而提高肥料利用率。

配方施肥还能培肥地力，维持土壤的持续生产力，河南省博爱县界沟乡连续 5 年施行配方施肥，全乡土壤有机质增加 0.21%，碱解氮增加 14 毫克/千克，速效磷增加 5.2 毫克/千克，速效钾增加 18 毫克/千克，土壤理化性质改善。

3. 提高农产品品质

由于偏施氮肥而引起蔬菜中硝酸盐积累，这是城乡人们身体健康的一大威胁。研究表明，地下水和城乡饮用水中硝酸盐的含量与氮肥用量呈正相关关系，一些地区饮用水中硝酸盐含量已超过卫生标准。控制氮肥，调配磷、钾肥及其他微量元素，一方面能降低蔬菜中硝酸盐含量，减少硝酸盐对地下水的污染，同时能提高蔬菜、瓜果中维生素 C 和可溶性糖的含量。在缺钙土壤上对蔬菜和果树配施钙肥或改善其他土壤条件而提高土壤有效钙水平，不仅能克服由高氮

肥而诱发的脐腐病、顶腐病、苦痘病而改善外观品质，而且还能提高内含营养物质水平。在湖北省酸性黄棕壤上，钼、氮配施能降低冬小麦籽粒硝态氮含量，提高蛋白氮与非蛋白氮的比例而改善面筋品质。配方施肥能显著提高棉花衣分、绒长和铃重，减少蕾、铃脱落。尤其是施钾肥能增加衣分长度和强度。

4. 高效利用有限肥源

配方施肥中肥料效应函数法是应用边际分析法与计算机模型决策的一种科学施肥方法。现在我国主要省、市、自治区的土壤肥料工作部门大多掌握了当地主要农作物在各种土壤上的一元、二元甚至三元肥料效应回归方程，各地的肥效有可比性，为区域间、作物间合理分配有限肥源提供了确切的依据，对指导地区间、作物间肥料的分配具有重要的作用。另外，还可指导轮作制度中肥料在各种作物上的分配，如在湖北省咸宁市的油—稻—稻轮作制中，分别建立了早稻、晚稻及油菜的肥料效应函数，明确了早稻对磷肥反应特别敏感，而对钾肥反应较差；晚稻对钾肥非常需要，而对磷肥反应较差；油菜对磷、钾、硼肥均有较好反应。因此在油—稻—稻轮作制的肥料分配上，强调“早稻磷，晚稻钾，油菜硼、磷、钾”或者是“晚稻、油菜多施氮、钾肥，磷肥优先分配在早稻和油菜上，早稻控氮，晚稻少磷”。在冬作物—双季稻的三熟制中，小麦比其他冬作物消耗钾多，因而施钾更为重要；但在土壤供钾水平很低的情况下，油菜、早稻、晚稻施钾肥增产效果都十分明显。综上所述，根据肥料效应函数确定轮作制中肥料分配，能克服平均分配中的肥料浪费并提高有限肥源的养分效率。

二 配方施肥技术的理论依据

(一) 配方施肥技术的基本原理

1. 养分归还学说

1840年，德国化学家、现代农业化学的倡导者李比希(J. V. Liebig)以矿质营养理论为基础，提出了养分归还学说。其内容为：“由于人类在土地上种植作物并把这些产物拿走，这就必然会使地力逐渐下降，从而土壤所含的养分将会愈来愈少。因此，要恢复地力就必须归还从土壤中拿走的东西，不然就难以指望再获得过去那样高的产量，为了增加产量就应该向土壤施加灰分。”这一学说的要点可归纳如下：①随着作物的每次收获(包括籽粒和茎秆)必然要从土壤中取走大量养分。②如果不正确地归还养分给土壤，地力必然会逐渐下降。李比希曾写道：“土壤中贮存的植物养分到底有多少，可能谁也不能明确地说出来，但是只有愚人才相信它是取之不尽，用之不竭的。”③要想恢复地力就必须归还从土壤中取走的全部东西。④为了增加作物产量就应该向土壤施加灰分元素，就其实质来讲，就是强调，为了作物增产必须以施肥方式补充植物从土壤中取走的养分。在这里不仅是保持土壤原有的基础肥力水平，而是要通过合理施肥，改良土壤，培肥地力，适应作物高产。

2. 最小养分律

1843年李比希提出了最小养分律，其中心内容是：植物为了生长发育需要吸收各种养分，但是决定和限制作物产量的却是土壤中那个相对含量最小的营养元素，产量也在一定限度内随着这个元素含量的增减而相对地变化。因而无视这个限制因素的存在，即使继续增加其他营养成分也难以再提高植物的产量。最小养分律明确了作物施肥应解决的主要矛盾，是配方施肥的主要原理之一。在利用它指导配方施肥时，应把握以下几个要点：①决定作物产量的是土壤中某种对作物需要相对含量最少而非绝对含量最小的养分。如棉花蕾而不花和油菜花而不实都是由于土壤中缺硼，则硼是最小养分，但硼并不是该土壤中含量最低的养分。②最小养分不是固定不变的，而是随条件而变化的。当土壤中的最小养分得到补充后，作物产量就会迅速增加，而原来的最小养分就不再是最小养分了。我国50年代农田土壤普遍缺氮，氮就是当时限制作物产量提高的最小养分，所以氮肥的增产效果显著；到60年代，随着化肥工业的发展，农田中氮素化肥施用量急剧增加，氮肥的增产作用明显下降，磷成为限制作物产量提高的、新的最小养分，因此，在施用氮肥的基础上增施磷肥，可以协调氮磷养分比例，获得良好的增产效果；70年代后，由于氮、磷肥的施用，高产作物品种的推广及复种指数的提高，土壤中钾的耗竭加剧，在我国长江以南，钾转化为最小养分，氮、磷、钾配合施用能保持作物高产、稳产；80年代以后，随着作物综合耕作措施的推广和应用，作物产量水平大幅度提高，氮、磷、钾等大量元素肥料施用量也随之增加，伴随发生了土壤中微量元素的缺乏，微量元素成为最小养分，严重阻碍作物产量的提高，其中我国耕地中缺乏面积较大的微量元素是锌、硼、钼，其缺乏面积分别为486万公顷、328万公顷、445万公顷，分别占我国

耕地面积的 51.1%、34.5%、46.8%。③继续增加最小养分以外的其他养分，不但难以提高产量，而且还会降低施肥的经济效益。如湖北的酸性黄棕壤，由于土壤中钼有效性低，不能被作物吸收利用而发生缺钼，继续增施氮肥不仅不能提高产量，反而激化冬小麦缺钼而发生冬小麦越冬期黄化死苗现象，使生长严重受阻而减产。生产上偏施氮肥能诱发番茄脐腐病和苹果苦痘病，并导致蔬菜品质下降和产品中硝酸盐积累。

3. 肥料报酬递减律

报酬递减律早在 18 世纪后期由欧洲的经济学家杜尔哥和安德森同时提出，它作为经济学上一个基本法则，广泛应用于工业、农业以及畜牧业生产等各个领域。它的一般表述是：“从一定土地上所得到的报酬随着向该土地投入的劳动和资本量的增加而有所增加，但随着投入的单位劳动和资本的增加，报酬的增加却在逐渐减少。”米采利希通过试验提出：①在其他技术条件相对稳定的前提下，随着施肥量的渐次增加，作物产量也随之增加，但作物的增产量却随施肥量的增加而呈递减趋势；②如果一切条件都符合理想的话，作物将会产生出某种最高产量，相反，只要有任何某种主要因素缺乏时，产量便会相应地减少。

当人们认识了化肥的增产效应后，总误认为施肥越多，产量越高，其实不然。报酬递减律表明，单位肥料所获得的报酬，随着施肥量的递增而递减，即产量与施肥量之间不是直线增长关系，而是曲线关系。配方施肥就是根据作物对肥料的效应曲线，确定获得最大经济效益的施肥量，讲求经济合理施肥。

4. 因子综合作用律

合理施肥是作物增产的综合因子（如水分、养分、光照、温度、空气、品种、耕作等）中起作用的重要因子之

一。作物丰产不仅需要解决影响作物生长和提高产量的限制因子，其中包括养分因子中的最小养分，而且只有在外界环境条件足以保证作物正常生长和健壮发育的前提下，才能充分发挥施肥的最大增产作用，收到较高的经济效益。因此，肥料的增产效应必然受因子综合作用律的作用。

因子综合作用律的中心意思是：作物丰产是影响作物生长发育的各种因子，如水分、养分、光照、温度、空气、品种以及耕作条件等综合作用的结果，其中必然有一个起主导作用的限制因子，产量也在一定程度上受该种限制因子的制约。为了充分发挥肥料的增产作用和提高肥料的经济效益，一方面，施肥措施必须与其他农业技术措施密切配合；另一方面，各种养分肥料要配合施用以使各养分元素之间比例协调，维持作物体内的营养平衡。如施肥与灌溉结合，可以同时提高肥料和灌溉的经济效益，起到以肥调水和以水调肥的良好效果。

(二) 配方施肥技术的基本依据

1. 作物的营养特性

(1) 作物必需的营养元素。植物生长发育所必需的营养元素有 16 种，即碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锰、铜、锌、钼和氯。这 16 种元素在植物体内的含量是不同的，其中碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫等营养元素在植物体内的含量较高，约为植物干物重的百分之几十至千分之几，一般称其为“大量元素”。尤其是植物对氮、磷、钾需要量大，而土壤所能供给的有效量又较少，在农业生产中往往需要通过施肥才能满足作物生长的需要，因此，氮、磷、钾被称作“植物营养三要素”或“肥料三要素”。

植物体内的铁、锰、锌、铜、硼和氯等营养元素的含量较小，只有植物干物重的千分之一到十万分之几，因而被称为“微量元素”。

尽管 16 种营养元素在植物体内的含量不同，但每种营养元素在植物体内都有自己的生理功能，不能被其他元素所替代，具有同等重要性，其中任一元素缺乏都会阻碍作物的生长发育，严重时甚至不能完成其生命周期。因此，在生产实践中，必须满足作物对各种营养元素的需要，配方施肥，避免偏施单一肥料，保证作物的正常生长。

(2) 作物对营养元素需求的特殊性。有一些作物除需要 16 种必需营养元素外，还需要其他有益元素。如硅是水稻生长发育不可缺少的元素，所以水稻需要施硅肥；钠对糖用甜菜及某些蔬菜的生长有良好的促进作用；钴是豆科植物共生固氮所必需的；喜酸性土壤的茶树树体中含有较多的铝，土壤中活性铝低时茶树生长不良。

不同作物对营养元素需求的比例也不同。如块茎块根类作物需要较多的钾；豆科作物对磷、钾的需要量比一般的作物多，同时也是喜钙作物；叶用蔬菜、茶、桑等叶用作物需要较多的氮；棉、麻等纤维作物则需要较多的氯；油菜、甜菜需要较多的硼；而马铃薯、烟草、葡萄、柑橘等忌氯作物则不应施含氯化肥。

各种作物对营养元素需求的形态也不同。如水稻喜铵态氮肥；烟草及蔬菜均为喜硝态氮肥。

(3) 作物营养需求的阶段性。作物从种子萌发到种子形成的整个生育过程中，要经历许多不同的生育阶段。在整个生育过程中，除萌发期靠种子营养和生育末期根部停止吸收养分外，作物都要通过根系从土壤中吸收养分。作物在不同的生育阶段中，对营养元素的种类、数量和比例等有不同要求，这就是作物营养的阶段性。