

★★★★★ 送教下乡系列图书

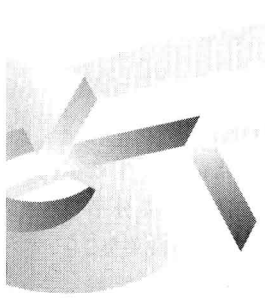
SONGJIAO XIAXIANG XILIE TUSHU

测土配方 施肥技术

于立芝 由宝昌 孙治军 编著



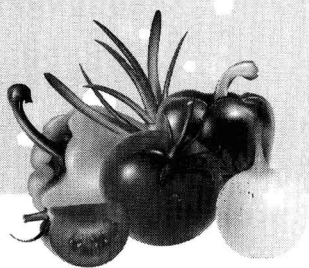
化学工业出版社



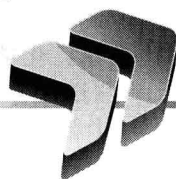
★★★★★送教下乡系列图书

SONGJIAO XIAXIANG XILIE TUSHU

测土配方 施肥技术



于立芝 由宝昌 孙治军 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

测土配方施肥是新农村建设必需的一种先进合理的施肥技术。本书结合我国当前农业生产实际状况,介绍了测土配方施肥的基本知识和技术,重点介绍了测土配方施肥方法中的养分平衡法,并介绍了苹果、葡萄、梨、大樱桃等果树,以及瓜类、豆类、茄果类、叶菜类、根菜类、葱蒜类蔬菜的营养特点和测土配方施肥技术。应广大农民技术员的要求,书末收录了涉及肥料的有关法规与标准。

本书内容丰富系统,技术先进实用,全书尽量通过实例讲解测土配方施肥技术的基本原理与方法,可操作性强,文字通俗易懂。

本书可作为新型农民科技培训教材,可供各级农业技术推广人员、果蔬生产基层技术人员和肥料企业农化服务人员使用,也可供土壤肥料和作物生产领域科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

测土配方施肥技术/于立芝,由宝昌,孙治军编著.
北京:化学工业出版社,2011.9
(送教下乡系列图书)
ISBN 978-7-122-12126-4

I. 测… II. ①于…②由…③孙… III. ①土壤
肥力-测定②施肥-配方 IV. ①S158.2②S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 169648 号

责任编辑:梁静丽 李植峰
责任校对:陈 静

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 9 字数 174 千字 2011 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00 元

版权所有 违者必究

“送教下乡系列图书”编委会

主任委员：俞守能

副主任委员：李兴佐 由宝昌 李光武

委 员：俞守能 李兴佐 由宝昌

李光武 孙治军 陈玉波

李 军 刘 峰 陈照平

序



农业是国民经济的基础，也是社会安定的基础。我国是一个农业大国、人口大国，农业的地位十分突出和重要。走中国特色农业现代化道路，建设社会主义新农村，首先应加快农业科技进步。农业要发展，关键在人才，人才是科技发展的第一要素。在我国全面建设小康社会，最艰巨、最繁重的任务是“三农”问题，解决“三农”问题的根本是农民问题。农民是新农村建设的主力军，是推进农业及农村经济发展的决定性力量。重视农民教育，就是重视农业的未来。“送教下乡”就是把农业院校的优质教育资源送到农村，为农村培养有文化、懂技术、会经营的新型农民。“送教下乡”是时代的召唤，是新农村建设的需要，是提高农民科技文化素质的有效途径。

“送教下乡系列图书”是针对当前我国新农村建设，为农村培养实用型人才而编写的通俗性图书。它具有浅显、易懂、科学、实用的特点，更注重知识、技术、信息与市场的结合，注重实际应用。系列图书作者大多数是具有多年农业教育、农民培训及农业生产实践经验的专家、教授，编写内容来源于实践，贴近于生产。

由于编写时间紧促，水平所限，不尽如人意的地方在所难免，敬请广大读者批评指正。

“送教下乡系列图书”编委会
2011年7月

前言



《测土配方施肥技术》是“送教下乡系列图书”分册之一，是根据“送教下乡”培训需要，为新农村建设培养新型农民而编写的实用图书。基于此，我们在参阅国内外出版的相关教材及相关研究的基础上，结合多年的教学实践与生产实践经验编写了本书。

本书详细阐述了测土配方施肥的理论依据和客观依据，重点介绍了测土配方施肥方法中的养分平衡法，具体分析了常见果树和蔬菜的营养特点及施肥技术要点；同时，在附录中列出了涉及肥料的有关法规与标准，以便于广大农民和土壤肥料工作者阅读和学习。全书除绪论和附录外，共分五章，包括测土配方施肥的依据、测土配方施肥的方法与实施、主要果树营养与施肥、主要蔬菜营养与施肥和技能实践等内容。

作为送教下乡配套性图书，本书旨在通过通俗简明的语言向广大读者阐述测土配方施肥技术最基本的理论和方法，以基本知识和强化应用为重点，突出专业及应用知识，注重新技术新成果的引进和应用，并力图突出以下特点：内容浅显易懂，方法科学实用，全书尽量通过实例讲解测土配方施肥技术的基本原理与方法，培养读者的实际运用能力。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者
2011年7月

目 录



绪论	1	五、土壤生物	23
一、施肥的效应	1	六、土壤养分	25
二、测土配方施肥	5	七、土壤酸碱性	31
第一章 测土配方施肥的依据	7	八、土壤培肥	34
第一节 测土配方施肥的理论依据	7	第四节 肥料	36
一、土壤肥力是决定作物产量的基础	7	一、化学肥料	36
二、作物营养元素同等重要和不可代替律	7	二、有机肥料	46
三、养分归还学说	8	三、生物肥料	49
四、最小养分律	8	四、生物有机肥料	51
五、限制因子律	10	五、缓控释肥料	52
六、报酬递减律与米氏学说	10	六、肥料利用率	55
第二节 植物营养与失调症状	11	七、肥料试验	56
一、植物必需营养元素	11	第二章 测土配方施肥的方法与实施	61
二、植物对养分的吸收	12	第一节 测土配方施肥的方法	61
三、植物营养失调症状	14	一、养分平衡法	61
第三节 土壤	16	二、作物需要吸收养分量（作物需肥量）	62
一、土壤的物质组成	16	三、土壤可提供养分量（土壤供肥量）	63
二、土壤肥力	17	四、肥料施用量的确定	64
三、土壤矿物质	17	第二节 测土配方施肥方案的制定与实施	64
四、土壤有机质	21		

一、测土配方施肥方案的制定	64	施肥	93
二、测土配方施肥方案的实施	68	一、番茄	93
三、蔬菜配方施肥方案制定实例	68	二、茄子	94
四、果树配方施肥方案制定的实例	70	三、辣椒	95
第三章 主要果树营养与施肥	71	第四节 叶菜类蔬菜营养与施肥	95
第一节 苹果营养与施肥	72	一、大白菜	96
一、苹果树根系的特点	72	二、结球甘蓝	98
二、苹果树的营养	73	三、芹菜	99
三、苹果树施肥技术	76	第五节 根菜类蔬菜营养与施肥	99
第二节 葡萄营养与施肥	79	一、萝卜	100
一、葡萄根系特点	79	二、胡萝卜	100
二、葡萄的营养	80	第六节 葱蒜类蔬菜营养与施肥	101
三、葡萄施肥技术	81	一、大葱	101
第三节 梨树营养与施肥	83	二、大蒜	102
一、梨树根系特点	83	第五章 技能实践	103
二、梨树的营养	83	实践一 土壤样品的采集	103
三、梨树施肥技术	85	一、目的意义	103
第四节 大樱桃营养与施肥	85	二、仪器用具	103
一、大樱桃的营养	86	三、方法步骤	103
二、大樱桃施肥技术	86	四、果园土壤的采样	105
第四章 主要蔬菜营养与施肥	88	实践二 肥料施用量试验	105
第一节 瓜类蔬菜营养与施肥	89	一、目的意义	105
一、黄瓜	89	二、试验设计	106
二、西瓜	90	三、观察记载	106
三、西葫芦	91	实践三 肥料施用情况记录	107
第二节 豆类蔬菜营养与施肥	91	一、目的意义	107
一、菜豆	91	二、记录方法	107
二、豇豆	92	实践四 常用化肥的简易识别	108
第三节 茄果类蔬菜营养与施肥		一、目的意义	108
		二、识别方法	108

附录 有关肥料的法规与	(GB 15063—2009)	120
标准	110	
附录 1 肥料登记管理办法	110	
附录 2 登记肥料肥效试验技术		
规程 (暂行)	115	
附录 3 复混肥料 (复合肥料)		
附录 4 肥料标识 内容和要求	(GB 18382—2001)	129
参考文献	136	

绪 论



施肥是农业生产的重要措施，是增加作物产量的重要物质基础。我国是一个农业历史悠久的国家，数千年来一直以有机肥维系着农业的稳定和可持续发展。我国于 1901 年开始施用化肥，迄今已有 110 年的历史。1901 年，中国台湾省首先从日本进口化肥，施用于甘蔗；1905 年我国大陆开始从西欧进口化肥，主要应用于沿海诸省的水稻、蔬菜和柑橘。

1949 年以后，我国的化肥工业得到了迅速的发展，化肥的增产效果也相当显著，化肥的施用结构经历了三个阶段的变化。这三个阶段总的趋势是，有机肥的施用量逐渐减少，化肥的施用量逐渐增加，20 世纪 80 年代后化肥作为农业生产当家肥料的局面基本形成。第一阶段是 20 世纪 50~60 年代，有机肥与氮肥配合施用阶段。有机肥作为主要的肥料来源，土壤中磷、钾含量相对丰富，以氮素缺乏为主，氮肥研究推广成为当时的主要任务。第二阶段是 20 世纪 70~80 年代，有机肥与氮、磷肥配合施用阶段。在增加氮肥的基础上，磷的不足成为限制因素，化学磷肥的应用范围不断扩大。70 年代进入了“有机、无机并举”时代，有机肥、化肥配合施用，大力提倡科学施肥、合理施肥。第三阶段是 20 世纪 80 年代后期，有机肥与氮、磷、钾、微量元素肥料配合施用阶段。20 世纪 90 年代以来，随着农业生产产量的不断提高，出现了钾素、微量元素的缺乏，化学钾肥和微量元素开始推广应用，并开始了配方施肥技术、平衡施肥技术、测土配方施肥技术的推广与应用。

一、施肥的效应

（一）合理施肥的良好效应

合理施肥，即根据作物特性、气候条件、土壤状况、肥料性质及耕作制度等所采取的正确的施肥措施。其内容包括有机肥与化肥的配合、各种养分的相互配合、肥料品种的选择、适宜的施肥时期、施肥方法和施肥量的确定等施肥措施。科学合理的施肥措施才能提高作物的产量和品质，提高经济效益。否则，不仅不能提高作物产量，而且造成肥料的浪费和环境的污染。我国各种作物施用化肥已经占施用肥

料总量的 1/3 或 2/3 左右，其中有 30% 左右的化肥由于施用不当造成浪费。

1. 提高作物的产量和品质

肥料对提高作物的产量是非常重要的，农业各项增产措施中化肥所起的作用约占 30%~50%。同时，各种农作物品质的好坏，也应引起人们的重视。随着生活水平的提高，人们不但要吃饱，还要讲究营养价值。因此，合理施肥必须把提高产量和改善品质联合起来考虑。优良的农产品品质与施肥密切相关，肥料不足、过量或养分不平衡，会降低农产品的品质。如禾谷类作物施以氮肥为主的穗肥，能明显提高出粉（米）率，同时增加谷物中蛋白质含量，增加小麦面筋的含量。但作为酒用大麦则应轻施氮肥，否则增加籽粒中蛋白质的含量，不利于麦芽加工品质，适量增施钾肥则可提高其加工品质。施用大量的铵态氮肥会增加油料作物的蛋白质含量，而脂肪的含量会减少。

钾又称为品质元素，可提高蔬菜中维生素的含量，对多种水果的品质具有良好作用，如有利于蔗糖、淀粉和脂肪的积累，提高糖料作物、高淀粉类作物和油料作物产品的品质；提高纤维作物产品品质等。

2. 提高土壤肥力和改良土壤

施肥能增加和平衡土壤养分，从而达到提高土壤肥力的目的。土壤肥力是衡量土壤性质的综合指标，反映了土壤的肥沃程度，是由水、肥、气、热等肥力因素组成的，是作物生长发育不可缺少的因素。合理施肥应该考虑通过施肥，不断培肥地力，创造高产稳产的土壤环境，做到用地与养地相结合。

天津市郊菜地土壤与大田土壤养分比较，见表 0-1。

表 0-1 天津市郊菜地土壤与大田土壤养分比较

类型	有机质 /%	全氮 /%	碱解氮 /(毫克/千克)	全 P_2O_5 /%	速效磷 /(毫克/千克)	全 K_2O /%	速效钾 /(毫克/千克)
菜地土壤	3.07	0.145	85	0.277	84	2.49	227
大田土壤	1.20	0.053	64	0.187	12	2.53	162

西北农林科技大学的试验结果表明，施用有机肥能明显提高土壤有机质的含量，见表 0-2。

表 0-2 施肥对土壤有机质含量的影响

单位：%

项目	原土壤	无肥处理	施有机肥	施化肥
有机质 含量	1.44	1.33~1.46	1.79~1.90	1.33~1.85
	1.09	1.12~1.16	1.31~1.40	1.11~1.16

有机肥料和化学肥料配合施用，还可以起到改良土壤的作用，如改善土壤质地，改良土壤酸碱性等。

3. 施肥能有效地减轻农业灾害

施肥能提高作物的耐旱、耐寒和耐霜冻性能，特别是磷、钾元素在减灾中的作用最大。充足的磷、钾营养能增加糖分和可溶性蛋白质等，可起到抗冻结的作用。同时充足的磷、钾营养，还可促进植物根系的发育，增强根系对水分的吸收能力，有利于在干旱的条件下维持自身体内的水分平衡，减轻作物干旱灾害。

(二) 不合理施肥的不良效应

施肥对人类生活的改善是巨大的，但不合理施肥的负效应也在不断增加。大量施用化学肥料必然引发一系列的环境问题，如带来养分的挥发损失、流失，造成肥料的浪费，同时引起水体富营养化及地下水污染，引起大气污染等；有害物质在土壤中积累，影响土壤质量，破坏土壤的性状，导致农产品污染，危及食品安全。

1. 氮肥的施用与环境污染

氮肥施用对环境造成污染的可能性，从 20 世纪 60 年代开始就引起人们的注意。尤其是关注氮肥施用对水体和大气的影响。如硝态氮 (NO_3^-) 进入饮用水源，使饮用水硝态氮 (NO_3^-) 超标。人们摄入过多的硝态氮 (NO_3^-)，则可能在体内还原为亚硝态氮 (NO_2^-)，引起高铁血红蛋白症，对婴儿危害很大， NO_3^- 、 NO_2^- 都可能形成致癌的亚硝基化合物。对大气的影响主要是氮肥来源的氧化氮 (NO 、 N_2O) 进入大气后导致气候变暖、臭氧层破坏以及形成酸雨等。只要合理施用氮肥，并不至于对环境造成巨大危害，而滥用化学氮肥则会引起严重的环境问题。

氮肥用量、氮肥品种、施肥时间、降雨情况等因素控制着径流中的氮素数量。一般情况下，农业区地表径流中氮的年排出量比林业区或牧场高，因为农业区的氮肥用量更高。水田地表径流中氮的排出量往往高于旱地，这是由于一方面水田径流量大，另一方面水田氮肥用量高的结果。据估计，太湖地区农田径流损失的氮素一般占施氮量的 13.6%~16.6%。太湖地区是我国发达地区之一，农田施氮量很高，例如江苏吴县，施氮量已在 350 千克/公顷左右，因而径流损失氮量也大。在我国西北黄土高原土壤侵蚀较严重的地区，径流氮的损失也较高，达到 16.5 千克/公顷，其中水溶态氮为 3 千克/公顷。

氮肥的渗漏淋失也是氮肥进入环境的另一个主要途径，它主要受氮肥形态、用量、施肥时间、土壤质地、降水量等因素的影响。在土壤中，硝态氮 (NO_3^-) 的移动比较频繁，在降水比较集中的时期以下淋为主，反之则表聚。下淋的 NO_3^- 可直接进入地下水源，从而可能造成地下水源的污染。

随着氮肥用量的持续增加，土壤中氮素的渗漏量也会随之而增加。这不仅在我国长江以南地区普遍存在，而且在华北的部分地区也同样存在。有资料（朱济成，1986）表明，京郊地下水中 NO_3^- 含量与施氮量直接相关。据山东省农科院土肥所 1997 年的调查，地下水硝酸盐的含量最高达到 200 毫克/升，研究结果也表明高硝酸盐与高施肥量有关。微量元素的过量施用和不合理施用，也会污染土壤和作物，

如果进入食物链循环，将对人体健康产生影响。

在农田土壤中，渗漏水中氮的浓度和渗漏损失的氮量均受氮肥施用的影响，同时与作物生长、根系吸收状况也有密切关系，在作物生长发育良好、产量较高的情况下，就会减少土壤中氮的淋失数量。因此，在适当控制氮肥用量的同时，平衡施用其它营养元素肥料，改善作物生长，加强根系吸收利用，就可以使土壤淋漏氮量得到明显控制。改进施氮技术，减少硝态氮（ NO_3^- ）的淋失量，关键是要按照作物和土壤氮素状况合理施用氮肥，包括控制一次性氮肥用量、分次施用、推荐施用缓释氮肥和氮肥增效剂等。

2. 磷肥的施用与环境污染

磷肥施用可造成水体富营养化。在我国，地表水的富营养化已经造成一系列环境问题，如藻类等生物过量繁殖、水体缺氧、透明度差、恶臭、有毒物质积累，进而导致水体不仅不能适于人类饮用、工业利用和鱼类生长，而且也破坏了环境的美化舒适，影响旅游业发展。我国的一些著名的旅游大湖，如北京昆明湖、北京北海、长春南湖、济南大明湖、南京玄武湖、杭州西湖、武汉东湖、广州流花湖、昆明滇池以及江苏太湖等，都不同程度地存在富营养化问题。作为生活污水中主要磷源的洗涤剂可望通过生产和使用低磷产品而得到有效控制，但农业来源的污染正得到越来越多的关注。为了控制进入水体磷的数量，应该合理施用磷肥，以减少磷对环境的负面影响。

3. 不合理施肥引起食品污染

大量施用氮肥，会增加蔬菜产品中硝酸盐的含量，降低蔬菜品质，进而威胁人类的健康。按照联合国世界卫生组织在 1973 年制定的评价硝酸盐含量状况的依据，人的硝酸盐每天最大允许摄入量 36 毫克/千克（体重）人体的体重按 60 千克计算，可推算出各类蔬菜硝酸盐含量的控制指标应低于 1080 毫克/千克。根据各类蔬菜硝酸盐含量普查结果，目前我国各类常见蔬菜中食用菌、茄果类、瓜类、豆类、葱蒜类等蔬菜，硝酸盐含量一般都明显低于 1080 毫克/千克，各类叶菜类，如青菜、大白菜、甘蓝等，硝酸盐含量大都在 1080 毫克/千克左右。而各类根菜类和茎菜类蔬菜，如萝卜、生姜、茼蒿、芹菜、芥菜、榨菜、菠菜等，其硝酸盐的含量普遍在 1500~2000 毫克/千克，明显高于控制指标。

4. 不合理施肥导致土壤质量下降

不合理的施用肥料不仅起不到增产、改良和培肥土壤的作用，反而会导致土壤质量的下降，如土壤板结、酸化和次生盐渍化等问题。

我国 90% 的农田土壤发生了不同程度的酸化现象，土壤 pH 值平均下降约 0.5 个单位，相当于土壤酸量在原有基础上增加了 2.2 倍。以大棚蔬菜和果园为主的经济作物土壤酸化比大田粮食作物更为严重。即使过去被认为对酸化不敏感的华北石灰性、碱性土壤也同样出现了酸化现象。土壤酸化的原因很多，此前，人们更多地关注酸雨导致的土壤酸化，全球氮肥大量施用所引发的土壤酸化一直未引起重视。

而有关数据显示, 20 世纪 80 年代以来, 我国占世界 7% 的耕地上消耗了全球 35% 的氮肥。中国粮食年产量从 1981 年至 2008 年增长了 63%, 而氮肥消费量却增长了近 2 倍。

设施栽培蔬菜土壤次生盐渍化问题也与大量的施用化学肥料密切相关。设施栽培蔬菜是一个封闭或半封闭的系统, 缺少降雨, 土壤中的大部分盐分无法淋洗出土壤, 而累积于土壤表层, 导致土壤的含盐量逐渐增加而产生次生盐渍化。对山东设施园艺土壤盐分状况调查发现, 设施栽培内土壤盐分比设施外土壤高, 一般为露地的 1.34~3.74 倍。发生次生盐渍化的土壤会严重影响蔬菜的正常生长发育, 降低蔬菜的产量和品质。

二、测土配方施肥

配方施肥技术综合考虑了土壤、肥料、作物体系的相互关系, 是在合理施肥的基础上, 结合我国农业生产的实际提出来的。配方施肥的方法分为三大类, 即测土施肥法、肥料效应函数法和作物营养诊断法。测土施肥法是重点强调以测定土壤有效养分含量为依据, 在播前确定施用肥料种类和与产量相适应的经济合理施肥量的方法。

测土配方施肥是以土壤测试和肥料田间试验为基础, 根据作物对土壤养分的需求规律、土壤养分的供应能力和肥料效应, 在合理施用有机肥料的基础上, 提出氮、磷、钾及中微量元素肥料的施用数量、施用时期和施用方法的一套施肥技术体系。测土配方施肥的特征就是“产前定肥”, 即产前决定肥料的种类和数量。

如何在产前提出肥料的适宜用量, 需要全面考虑“作物需肥规律(植物营养)”, “土壤供肥性能(土壤条件)”与“肥料效应(肥料)”三个方面的客观依据, 综合运用现

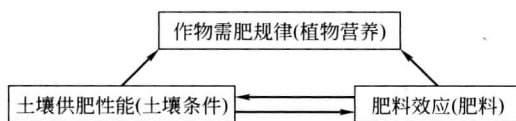


图 0-1 作物、土壤、肥料关系示意图

代农业科技成果而确定下来的。这三个方面的关系, 可用图 0-1 表示。

从图 0-1 可以看出, 土壤供肥和施用肥料, 都是为了作物的需要。作物需肥一般来说是相对固定的, 关键在掌握土壤的供肥能力, 肥料就在其中起一个调剂作用。这种调剂的程度, 决定肥料的用量。土壤供肥性能好, 肥料施用量可减少; 反之土壤供肥性能差, 肥料施用量应增加。但是要处理三者之间的关系, 并不是像图示的那样简单, 它们是处在动态平衡之中, 协调好以上三者的关系, 才能提出适宜的肥料用量, 这是配方施肥的主要课题。

测土配方施肥是一个完整的技术体系, 具体包括三个方面的内容。

1. 测土

用实验室常规分析或速测的方法, 测定土壤中有效氮、有效磷、有效钾的含

量，目的在于充分掌握土壤肥力状况，是确定肥料配方的基础数据。

2. 配方

肥料配方时，首先要明确作物种类、产量水平、需要吸收养分数量、土壤能提供养分数量，然后确定需要补充养分数量，最后确定施用肥料的品种、各种肥料相应的最适宜用量，这就是“产前”提出肥料的“配方”。

3. 施肥

施肥是在生产实践中执行“配方”，以保证目标产量的实现。施肥主要从以下两个方面考虑。

(1) 要根据土壤条件和植物的营养特点，确定最恰当的基肥和追肥的比例、追肥的次数和每次追肥的数量，如某农户露地和保护地黄瓜肥料分配表，见表 0-3、表 0-4。

表 0-3 某农户露地黄瓜氮、钾肥分配表（占肥料总量的比例）

养分	基肥	追 肥			
		苗肥	初花期	初瓜期	盛瓜期
氮	—	10% (1 次)	10% (1 次)	20% (1 次)	60% (2~3 次)
钾	40%	—	10% (1 次)	20% (1 次)	30% (1~2 次)

表 0-4 某农户保护地黄瓜氮、钾肥分配表（占肥料总量的比例）

养分	栽培季节	基肥	追 肥			
			苗肥	初花期	初瓜期	盛瓜期
氮	冬春茬	—	10% (1 次)	10% (1 次)	20% (1 次)	60% (5~6 次)
	秋冬茬	—	10% (1 次)	30% (1~2 次)	40% (2~3 次)	20% (1~2 次)
钾	冬春茬	30%	—	20% (1 次)	20% (1 次)	30% (1 次)
	秋冬茬	30%	—	20% (1 次)	30% (1 次)	20% (1 次)

(2) 要注意肥料的施用时期、施用部位（如深施、表施）和施用方法（集中施、撒施、根外追肥等），以减少肥料的损失和发挥肥料的增产作用。

测土配方施肥时必须注意一个原则：以有机肥为基础。因为化肥只能提高土壤养分的浓度，而对维持和提高土壤肥力的作用很少，因此，必须坚持“用地养地结合，有机无机结合”的肥料工作方针，用、养兼顾，做到土地的可持续利用和农业生产的可持续发展。

第一章



测土配方施肥的依据

测土配方施肥是一项科学技术，提出的技术方案必须有严谨的理论依据和客观依据。其主要理论依据有土壤肥力是决定作物产量高低的基础、作物营养元素同等重要和不可代替律、养分归还学说、最小养分律、限制因子律、报酬递减律与米氏学说等。测土配方施肥的客观依据是植物营养、土壤和肥料。

第一节 测土配方施肥的理论依据

一、土壤肥力是决定作物产量的基础

土壤肥力，可简单理解为土壤的肥沃程度，具体指在作物生长发育过程中，土壤能够同时地、不断地供应和协调植物所需要的水分、养分、空气、热量和其它生活条件的能力。这种能力是土壤的物理、化学和生物性质的综合反映。因此，通常把水、肥、气、热称为土壤的四大肥力因素，它们相互联系、相互制约、综合作用，构成土壤肥力。

土壤肥力水平和作物产量密切相关，一般情况下，二者成正相关，即土壤肥力水平高作物产量高；相反土壤肥力水平低作物产量低。在测土配方施肥中应用“综合指标”来表达土壤肥力的水平。通常把作物种在土壤中而不施任何肥料所得的产量，即空白产量，称为“土壤肥力的综合指标”。另外，在施用肥料的情况下，可以获得的最高产量，代表土壤肥力的最高生产力。土壤肥力也可以根据土壤有机质和土壤养分含量状况来判断。一般情况下有机质和各种养分的含量高的土壤，土壤肥力状况就比较高，是作物高产和稳产的基础。

二、作物营养元素同等重要和不可代替律

植物必需的 16 种营养元素尽管需要量不同，但是它们对植物生长发育所起的

作用是同等重要的，不能相互代替。这就是作物营养元素同等重要和不可代替律。

作物体的组成很复杂，大约含有 70 多种元素，其中有些元素是作物所必需的，称为作物必需营养元素。作物必需的营养元素有：碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、铜、锌、硼、钼和氯 16 种。其中，除碳、氢、氧来自大气中的二氧化碳和水外，其它的几乎全部来自土壤。

某些元素只对一些作物的生长有一定作用，如钠对纤维作物、硅对水稻等禾谷作物、碘对紫云英、钴对豆科作物，称为有益元素，而不是一般作物所必需的。

为什么作物必需的营养元素不能互相代替？因为每一种元素都有它特殊的生理功能，在作物生长过程中所起的作用不同。如氮是作物体内蛋白质的组成元素，没有氮就不能构成作物体；钾是作物体内酶的活化剂，以离子态存在，不参与作物体的组成。氮、钾的生理作用不同，因此不能互相代替，无论缺钾还是缺氮，作物生长都将受到影响。

在施肥的实践中，缺什么养分应该施含有该种养分的肥料，施用其它肥料是无效的，即要注意养分的全面供应，不要偏施某种肥料。

三、养分归还学说

19 世纪中叶，德国化学家李比希提出了养分归还学说，其中心内容是：植物仅从土壤中摄取其生活所必需的矿质养分，随着作物的每次收获，必然引起这些养分的贫化；如果长期不归还从土壤中带走的全部养分，土壤将变得非常贫瘠，甚至寸草不生。轮作倒茬只能减缓土壤养分的贫乏和比较协调地利用土壤中现存的养分，但不能彻底解决问题。要保持土壤肥力，就必须通过施肥归还作物从土壤中带走的全部养分。

作物所需要的养分有 40%~80% 来自土壤，而土壤中的养分是有限的，并不是取之不尽、用之不竭的“养分库”，它必须要依靠施肥的形式，把被作物取走的养分“归还”给土壤，才能使土壤保持原有的肥力。

养分归还学说是合理施肥的理论基础，所谓归还实质是养分的补偿。但并不是所有的养分都需要归还，需要归还哪些元素要根据不同条件加以区别，作物虽从土壤中带走某些养分，但同时又以残留的根茬将部分养分归还。

四、最小养分律

最小养分律是由德国化学家李比希 1843 年提出的，它的中心内容是：作物为了生长发育，需要吸收各种养分，但决定作物产量的却是土壤中那个相对含量最小的有效养分。作物产量在一定限度内，随着这个最小养分的增减而变化，忽视这个限制因素，即使继续增加其它养分，作物的产量也难以提高。最小养分律是正确选择肥料种类的基本原理。最小养分律的内涵应包括以下几点。