

蔬菜 配方施肥



菜篮子工程丛书

全国土壤肥料总站肥料处 编著

农
业
出
版



菜篮子工程丛书

蔬菜配方施肥

全国土壤肥料总站肥料处 编著

农业出版社

(京)新登字060号

编写者 黄德明 白纲义 樊淑文

菜篮子工程丛书

蔬菜配方施肥

全国土壤肥料总站肥料处 编著

• • •
责任编辑 罗梅健

农业出版社出版(北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 北京市双桥印刷厂印刷

787×1092mm32开本 5.5印张 1插页 117千字

1990年9月第1版 1992年10月北京第2次印刷

印数 7,701—13,100册 定价 2.75元

ISBN7-109-01709-5/S·1130

出版说明

1988年中华人民共和国农业部经过深入细致的调查研究，提出了“菜篮子工程”规划和实施方案。所谓“菜篮子工程”，即国家象对待一个大的工程建设一样，拿钱定政策，运用系统工程的方法，在理顺副食品价格的基础上，改革生产流通体制，合理开发利用国土资源，调整副食品供给结构，推广实用技术，强化基础设施，逐步提高副食品供给水平。“菜篮子”的内容不仅仅是指蔬菜，而是指整个副食品，更多的还是指肉、禽、蛋、奶、鱼等。“菜篮子工程”只是一个形象化的通俗名称。这项工程对缓解我国副食品消费的供需矛盾，调整消费结构，实现供给和需求的均衡发展具有重要的指导意义。

为配合“菜篮子工程”的实施，农业出版社特邀请了具有较高理论水平并有丰富实践经验的专家编写了一套“菜篮子工程丛书”。丛书内容包括肉、禽、蛋、奶、鱼、菜等方面的实用生产技术，着重叙述生产的关键性技术和增产技术措施，以及如何解决生产中普遍存在的问题等。试图通过这套丛书的出版，对“菜篮子工程”的实施起到一定的促进和推动作用。

由于初次组织编写这一类型的丛书，缺点和不足之处，恳请读者批评指正。

1989年5月

前 言

蔬菜生产与城乡人民生活有着十分密切的关系。蔬菜产量的高低与质量的好坏直接关系到人民的生活和健康水平。配方施肥(亦称平衡施肥)技术在蔬菜作物种植上的应用,有利于提高蔬菜作物的产量,改善其品质。

蔬菜作物具有生长期短、产量高、根系分布一般较浅等特点,对土壤养分供应和配方施肥技术的要求都比较高。近几年来,我国蔬菜生产的总面积迅速扩大,老菜地减少,新菜地增加,通过配方施肥不仅应适时满足蔬菜作物对养分元素种类及其配比的要求,还要实行有机肥和无机肥相结合,以利于培肥地力,提高新菜地的土壤肥力水平。因此,蔬菜作物配方施肥的问题应当引起广泛的重视。目前,我国蔬菜配方施肥技术正处在试验、示范和推广的阶段,许多地区已取得了明显的增产增收的成效。掌握蔬菜配方施肥技术也是城市郊区菜农及广大农民的迫切要求。为了配合我部“菜篮子”工程的实施,也基于以上认识,我站肥料处组织力量编写了《蔬菜配方施肥》这本书。

这本书的编写人员都是长期从事施肥技术的理论研究和生产指导的农业科技人员,具有比较深厚的理论素养和丰富的实践经验。他们采用的材料,尽管有一些引自国内外文献,但其大部分都来源于他们自己的亲手实践。因此,这本书所介绍的技术在应用上具有较高的科学性和较强的实用

性。这是这本书的显著特点。

蔬菜作物种类繁多，又有大田栽培和设施栽培之别，需肥特点差异很大。蔬菜又是一种商品，为适应上市的要求，在肥料施用上有其特点，这些都增加了实施配方施肥技术的难度。同时，配方施肥技术在我国应用的时间较短，在蔬菜作物上应用的时间尤短，在实用技术形成中所需的实验数据明显不足，采用的试验和分析手段与该项技术的要求还不完全适应。因此，蔬菜配方施肥技术从整体上讲仍处于起步阶段，技术重点还停留在蔬菜产量水平的提高上，对质量的要求尚未摆上应有的位置。这本书自然就不够完美了。

这本书的不足之处，还有如收集资料的面不够宽，局限于华北地区，这些是显而易见的。所以，广大菜农在应用该书中介绍的技术时，最好能征询一下当地土肥工作者的意见，使之更能切合实际些。土肥工作者在技术指导过程中应用本书作参考时，应注意多方印证和收集资料，为该项技术进一步向成熟化的方向发展多作些努力。

参加这本书编写的有：黄德明研究员（北京市农科院土肥所）、白纲义高级农艺师（北京市海淀区农科所）、樊淑文高级农艺师（北京市土肥站）。还有张兰芬同志参加了第五章的编写。

这本书如果能对菜农（农民）在蔬菜生产上、土肥工作者在技术指导中起到一定的积极作用的话，正是我站肥料处组织编写这本书的初衷，同时也是编写人员的心愿。

全国土壤肥料总站 唐近春

1989年10月

目 录

出版说明

前言

第一章 菜地土壤肥力与养分平衡	1
第一节 菜地土壤的一般肥力状况	1
第二节 菜地土壤的土体构造和水分物理性状	8
第三节 菜地土壤施肥水平及其特点	10
一、以有机肥为主	12
二、偏重施用氮肥	13
三、粪肥在有机肥中占较大比重	13
四、施用的化肥品种单一	14
第四节 菜地土壤养分收支状况	15
一、肥料施入养分量大于产品携出养分量	17
二、氮、磷、钾的施入与携出量极不协调	17
三、氮在蔬菜生产中作用重大，但有浪费	18
四、磷的来源丰富，并有积累	19
五、钾施用量偏少	19
第二章 蔬菜营养和施肥特点	21
第一节 蔬菜的根系及其对营养物质的吸收	21
一、根系对矿质元素的吸收	22
二、蔬菜作物养分吸收的特点	23
第二节 各类蔬菜作物的养分吸收	27
一、果菜类作物	27
二、叶菜类作物	28

三、根菜类作物	29
第三节 蔬菜作物施肥特点	30
第三章 蔬菜配方施肥技术	34
第一节 什么是配方施肥	34
第二节 配方施肥的科学依据	35
一、作物产量与养分吸收量	35
二、作物产量与土壤养分供应量	37
三、作物产量与肥料	44
第三节 蔬菜的配方施肥	59
一、菜区土壤调查是配方施肥的基础	59
二、配方施肥技术	60
第四章 蔬菜配方施肥方案的制定	73
第一节 蔬菜配方施肥计算中的基础参数	73
一、作物携出养分量	74
二、土壤可提供养分量	78
三、增施养分量的系数	79
四、所施肥料养分的利用率	80
第二节 蔬菜配方施肥计算的基本列式	84
一、计算作物携出养分量	84
二、求土壤可提供养分量	85
三、求应补施养分量	86
四、求增施养分量	86
五、求应施肥料量	86
第三节 蔬菜配方施肥计算示例	86
第四节 蔬菜配方施肥实施中的几个问题	92
第五章 主要蔬菜作物的施肥	97
第一节 叶菜类蔬菜施肥	97
一、大白菜施肥	98
二、结球甘蓝(洋白菜)施肥	106

三、花椰菜(菜花)施肥	107
四、菠菜施肥	109
第二节 茄果类蔬菜施肥	111
一、番茄(西红柿)施肥	113
二、茄子施肥	115
三、甜椒施肥	116
第三节 瓜类蔬菜施肥	118
一、黄瓜施肥	118
二、西葫芦施肥	120
三、冬瓜施肥	121
第四节 根菜类蔬菜施肥	122
一、萝卜施肥	122
二、胡萝卜施肥	124
第六章 化学肥料和有机肥料	126
第一节 氮肥	128
一、氮在植物营养中的作用	128
二、氮肥的种类、性质及施用	129
第二节 磷肥	137
一、磷在植物营养中的作用	137
二、磷肥的种类、性质及施用	138
第三节 钾肥	143
一、钾在植物营养中的作用	143
二、钾肥的种类、性质及施用	143
三、钾肥的有效施用条件	145
第四节 微量元素	147
一、土壤中微量元素的存在情况	147
二、常见的微量元素肥料的种类、性质及施用	147
第五节 复混肥料	150
一、复混肥料的种类	150

二、复混肥料的优点	153
三、复混肥料的施用方法	153
第六节 有机肥料	153
一、人粪尿	153
二、猪粪尿及猪圈粪	155
三、马粪尿及马厩肥	156
四、禽粪	157
五、草炭和腐殖酸类物质	158
第七节 有机肥料在现代蔬菜生产中的施用与发展	160
一、菜地施用有机肥的状况	160
二、现代农业施用有机肥存在的问题	161
三、有机肥工厂化加工研制简况	163

第一章 菜地土壤肥力与养分平衡

菜地土壤是经多年精耕细作、勤灌高肥等措施人工熟化培育成的，是耕作土壤中肥力最高，经济产出较高的土壤，一般称之为“菜园土”或“园田土”。菜园土的分布均靠近居民点，在城市多在近郊区，但随着城市人口的增长，种菜面积相应扩大，分布向外扩展，也随着城市建设的发展，原种植多年的菜地有的变为道路高楼。因此菜地土壤在分布上及其肥力状况正在发生显著的变化，土壤肥力最高的老菜地土壤面积日益减少，土壤肥力中等或偏低的，刚由粮田改为菜地的土壤面积日益增多。这对蔬菜单产与总产的增长都有一定影响，有必要今后加强菜地土壤培肥及蔬菜栽培管理。

第一节 菜地土壤的一般肥力状况

在我国北方地区菜地土壤多属排水较好的潮土、褐土及其过渡类型，少量或为其他类型土壤，原多为粮田，经多年连续种植蔬菜，在肥力性状及剖面形态上，均有别于未改种菜的同一土壤类型。以菜地土壤分布面积较多的北京市郊区菜地为例，随着蔬菜种植的发展，可将菜地土壤区分为：

(1) 种菜历史在20—30年至100年以上的，称为老菜地，一般地块较小，多为3—5亩，在居民点附近呈零星分布，因城镇建设占用，面积日益减少。耕层土壤有机质 >

3.0%、全氮量 $>0.12\%$ 、全磷(P_2O_5) $0.3-0.5\%$ 、速效磷(P_2O_5) $50-250\text{ppm}$ 或更高、速效钾(K_2O) $150-400\text{ppm}$ 。耕层表土及亚表土层，土壤颜色多为浅棕灰色至灰色，土体疏松多小孔隙，团块状结构或不稳定的团粒结构，土体中夹有或多或少的碎砖、石、玻璃、煤渣等侵入体杂物。这一层次厚度可达 $30-50$ 厘米，系长期大量施用有机肥，在适宜的水、气、热环境条件下，矿化与腐殖化同时进行，一般是累积大于消耗，逐渐形成质量并不太好的类腐殖质层。实际上这一层次的加厚，来源于以土垫圈的厩肥（一般每年为 5000 公斤/亩左右），及以土为主或掺有城市垃圾的堆肥等农家土杂肥，大约每年可使耕层加厚 $4-5$ 毫米，形成逐渐堆垫加厚的耕层。

(2) 自50年代后期起由粮田改种菜的土壤，有20多年种菜历史，称为新菜地，较为连片集中分布。耕层土壤有机质 2.5% 左右，全氮量 $0.10-0.12\%$ ，全磷量(P_2O_5) $0.2-0.3\%$ ，速效磷(P_2O_5) $30-150\text{ppm}$ ，速效钾(K_2O) $100-200\text{ppm}$ 。耕层表土及亚表土层与老菜地相比，类腐殖质层厚度 $20-30$ 厘米，土色以浅棕灰为主，土壤侵入体杂物稍少。

(3) 最近10年左右由粮田改种菜的土壤，称为新改菜地。一般地块面积较大，连片分布，距城区稍远，耕层土壤有机质 $<2.0\%$ 、全氮量 $<0.10\%$ 、全磷量(P_2O_5) $<0.2\%$ 、速效磷(P_2O_5)一般为 $20-50\text{ppm}$ 、速效钾(K_2O) $85-130\text{ppm}$ 。个别地块由于重点培肥其肥力水平也有接近新菜地的标准。耕层多为灰棕色，类腐殖质层小于 20 厘米，土壤侵入体杂物极少，亚表土层土色浅灰棕色，性状均同粮田。

这三种类型菜地的土壤在轮作、耕作、灌溉、排水特别是施肥等作用下，其肥力高低与种植蔬菜的历史长短有关，

表1-1 北京市郊不同利用类型耕层土壤养分含量

利 用 类 型	有机质 (%)	全 N (%)	C/N	全P ₂ O ₅ (%)	速效 P ₂ O ₅ (ppm)	速效 K ₂ O (ppm)		
菜 地 土 壤	老 菜 地	褐潮土(海淀、大有庄)	4.25	0.1730	14.24	0.5060	168	394
		褐潮土(四季青远大11队)	3.77	0.1190	18.37	0.3135	157	300
	新 菜 地	潮褐土(东升、八家三队)	2.30	0.1050	12.70	0.2260	175	125
		潮褐土(东北旺、马连洼)	2.62	0.1090	13.94	0.2484	32.5	90
粮 田 土 壤	新 改 菜 地	褐潮土(东北旺、西北旺南队)	1.98	0.0890	12.90	0.1426	7.8	87
		碳酸盐褐土(四季青、西山11队)	1.83	0.0812	13.07	0.2143	14.5	63
	粮 田 土 壤	碳酸盐褐土(四季青粮5队)	1.29	0.0819	9.13	0.1460	2.5	66
		潮褐土(东北旺、马连洼)	1.62	0.0882	10.65	0.1552	14.8	94
粮 田 土 壤	褐潮土(温泉、温泉村北)	1.57	0.0800	11.35	0.1196	7.4	73	
	潮土(永丰、辛店)	1.59	0.0778	11.85	0.1288	7.1	51	

(白纲义等, 1986)

与未改种菜的粮田土壤相比较，随种菜的年限而有明显的上升(表1-1和表1-2)。

表1-2 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 (ppm)	全P ₂ O ₅ (%)
菜地土壤	3.07	0.145	85	0.277
大田土壤	1.20	0.053	64	0.187
差 值	1.87	0.092	21	0.090
富集系数	2.56	2.74	1.33	1.480

类 型	速效 P ₂ O ₅ (ppm)	全K ₂ O (%)	速效 K ₂ O (ppm)	代换量 (毫克当量/ 100克土)
菜地土壤	84	2.490	227	17.95
大田土壤	12	2.530	162	14.62
差 值	72	-0.040	65	3.33
富集系数	7.0	0.98	1.40	1.23

(赵振达, 1989)

从表1-1、表1-2及大量统计表明，菜地土壤是同一土壤类型中的高肥土壤，是经过几十年种菜培肥利用而形成的，与未改种蔬菜的粮田相比较，土壤肥力有相当大的提高，其中，土壤有机质和全氮可高1倍左右，全磷含量高50—100%，速效磷高5—20倍，速效钾高0.5—1.6倍，氮、磷、钾三种元素增长幅度相差如此之大，与菜地施肥及蔬菜吸肥特点有关。当为蔬菜作物制定配方施肥方案时，就要充分考

考虑菜地土壤肥力的特点，考虑在不同肥力水平下的菜地土壤，氮、磷、钾养分含量的差异性，例如充分利用老菜地土壤中丰富的磷，对新菜地土壤磷、钾作些补充，新改菜地土壤氮、磷、钾的全面平衡，以及重点增施氮、磷肥，以获得较高的蔬菜产量。

从表1-1的结果还反映出，种菜历史长，土壤碳、氮比有增高的趋势，这一异常现象，表明在种菜土壤培肥过程中，碳与氮的累积量并不成比例的增加。现广泛采用重铬酸钾容量法——外加热法测碳，开氏法测氮，对京郊菜地土壤碳、氮的测定，初步明确碳、氮比的幅度为：老菜地耕层土壤在14—19，最高达24.7；新菜地在12—15，最高16.3；新改菜地在10—12，最高为13.7，而一般粮田多为9—11。具体结果见图1-1，从图中断线可查出临近某点其碳量或氮量异常的幅度值（这是假定土壤C/N为11.6，依土壤有机质与全氮之比为20:1计算而来）。菜地土壤C/N异常的原因与菜地施用城市垃圾有关，垃圾的成分极为复杂且不均一，其中做为燃料垃圾的炉灰、煤核所占比重较大，正是这些燃烧不完全的煤炭残渣施入土壤，受其影响，土壤碳的测定结果偏高，致使土壤C/N偏高，老菜地施用垃圾年代也多，土壤C/N也高。如测定民用煤燃烧过的炉灰，将其所含碳量折算为有机质，可达2—8%，甚至>10%。因此，菜地土壤有机质高有其因混入炉灰而造成的假象。

菜地土壤碳、氮比偏高的现象，也是因施用垃圾，土壤受到各种杂质污染的标志。施用未经处理的垃圾，其中砖石、玻璃、塑料、橡胶、金属等较大的固体杂物，均不易分解，影响耕作，但尚可用大量人力清除（事实上无人力去清除）；而炉灰、煤核则易粉碎，与土壤颗粒相似，混入土体根

表1-3 垃圾(炉灰)污染对土壤肥力的影响

测定项目	无污染的山区原壤 (北运河、平台)		有少量污染的潮土 (永丰、辛店)		有污染的潮土 (四季青远大)		炉灰
	全部土壤	土壤中含有 20%炉灰	全部土壤	土壤中含有 20%炉灰	全部土壤	土壤中含有 20%炉灰	
pH (H ₂ O)	6.8	8.7	8.0	9.2	7.9	11.5	
有机质 (%)	2.38	2.56	1.59	2.04	3.77	3.22*	
全氮 (%)	0.1352	0.1072	0.0778	0.0658	0.1190	0.0162	
C/N	10.21	13.95	11.85	17.98	18.37	115.57	
NH ₄ -N	0.28	1.07	0.10	4.08		8.08	
加入10毫克NH ₄ -N放置4天的挥发量							
加入土壤吸附量	14.0	4.9	9.17	2.45	9.97	0.00	
50毫克折算为1%有机质土壤吸附	5.88	1.91	5.76	1.20	2.64	0.00	
NH ₄ -N因含有炉灰降低吸附的%	—	65.0	—	73.2	—	—	
土壤速效氮	1.79	1.72	4.93	4.30	7.71	0.79	
(毫克/100克土)	4.10	3.98	7.44	5.31	9.37	0.36	
培养前	2.31	2.26	2.51	1.01	1.66	-0.43	
培养矿化后							
经培养增加量							

* 为测定碳量折算。

(白纲义等, 1985)

本无法清除。一般民用燃料的炉灰，是煤炭及掺入的生黄土、石灰等经过燃烧后的“灰分”物质，呈强碱性(pH 11以上)，为砂壤质，少粘结力，高度分散，代换吸附能力极低，不保水，不保肥。因此，当土壤中混有一定量的炉灰后，对土壤性质有着明显影响，见表1-3。

从表1-3可看出，土壤混入垃圾炉灰后，土壤pH、有机质、C/N均明显增高，但全氮量则降低。垃圾炉灰对土壤肥力性质产生有害的影响：一是增加了土壤 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的挥发量；二是降低了土壤吸附 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的能力。由此看出菜地土壤虽然有机质、全氮量均较高，在经培养矿化后，速效氮增加的却较少，此种状况除土壤pH、C/N等性质影响 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的释放、导致供氮能力降低外，也与 $\text{NH}_4\text{-N}$ 易挥发损失有关。可见垃圾污染对土壤保肥、供肥性能有较大的破坏作用。应当庆幸，城市垃圾施入农田的有害作用日益显现，也就为更多的人所觉察，给予关注并采取措施，故北京近郊菜区已逐渐减少施用垃圾或已杜绝施用，这样曾施用过的农田可免进一步恶化；而没有施用过的农田将不会受到污染。但是，有些地方为解决城市垃圾问题，提出只要将垃圾中的较大固体杂物清除，再加入城市粪稀堆腐，甚至再加入无机化肥以提高其养分含量，做为肥料施入农田。从农业生产角度看，这并没有改变垃圾的性质，虽然有加入的真正肥料，也能有增产作用，但这加入的真正肥料如单独施用同样增产或增产更多，故不能因此掩盖垃圾的有害作用。土壤作为自然资源是不可再生的，在人口众多的我国土壤资源是宝贵的，在城市郊区土壤更加宝贵。当然，在市政建设发展、集中供热、供气的条件下，垃圾组成发生变化，其农业利用应另作研究。