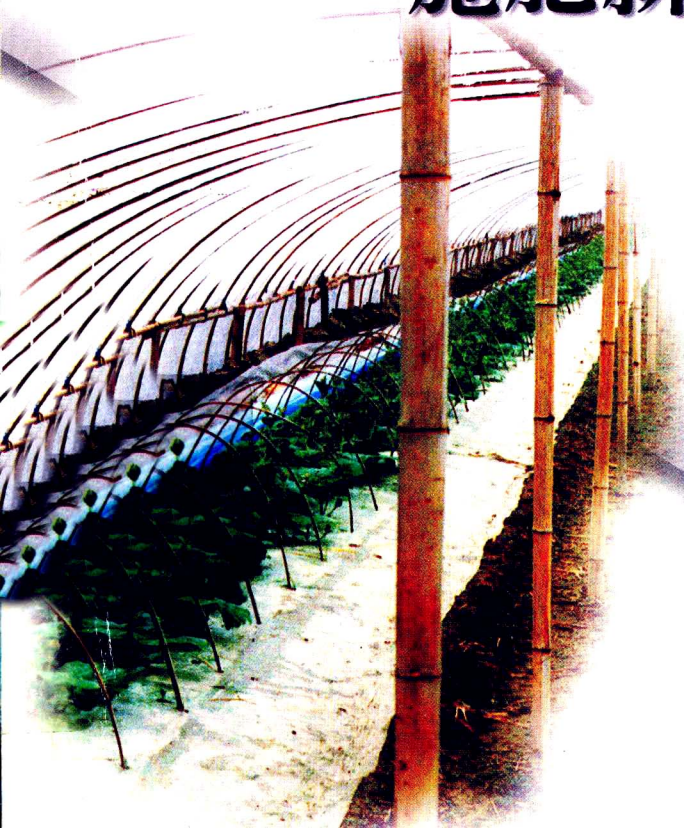


新世纪农村文库

XINSHIJI NONGCUN WENKU

效益农业丛书

大棚蔬菜 施肥新技术



单英杰

石伟勇

马国瑞

编著

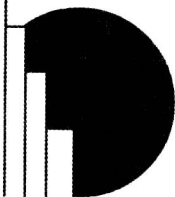


浙江科学技术出版社

新世纪农村文库

XINSHIJI NONGCUN WENKU

效益农业丛书



大棚蔬菜施肥新技术

马国瑞

石伟勇

单英杰

编著

浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

大棚蔬菜施肥新技术/马国瑞, 石伟勇, 单英杰编著.
—杭州: 浙江科学技术出版社, 2000. 8

(新世纪农村文库. 效益农业丛书. 第1辑)

ISBN 7-5341-1423-3

I. 大… II. ①马…②石…③单… III. 蔬菜-温室
栽培-施肥 IV. S626.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第18982号

新世纪农村文库·效益农业丛书

大棚蔬菜施肥新技术

马国瑞 石伟勇 单英杰

浙江科学技术出版社出版

浙江良渚印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本 787×1092 1/32 印张 2.75 字数 53 000

2000年8月第1版 2000年8月第1次印刷

ISBN 7-5341-1423-3/S·232

总定价(第1辑共10册): 40.00元(每册4.00元)

封面设计 潘孝忠

出版前言

中国是一个人口大国，中国又是一个国土大国。概言之，中国是一个农业大国。党的十五届三中全会制定的贯彻加强农业、以农业为基础的根本国策，进一步明确了当代中国的农业、农村、农民课题，是中国跨世纪改革和发展的重点、热点，中国的发展系于兹，中国的希望系于兹，中国的腾飞系于兹。

党的十一届三中全会以来，我国农村在邓小平理论指引下，认真贯彻执行党的基本路线和一系列方针、政策，不断深化改革，农村经济快速发展，农民收入大幅度增加，农村面貌发生了翻天覆地的变化。改革与发展，使浙江农村实现了由温饱向小康的历史性跨越，进入了提前基本实现农业和农村现代化的新时期。

实现农业现代化，关键是要大力实施科教兴农战略，提高农业的科技含量和农民的科技文化素质，使科学种田、科技致富在广袤的农村家喻户晓并成为现实。随着浙江农业提前跨入一个新阶段，农业发展面临的市场挑战已日显严峻，农业产业结构、产品结构与人们消费结构、市场需求变化之间的矛盾越来越突出，农产品“卖难”和农民增产不增收的问题日益严重。因此，积极调整和优化农业结构，依靠科技进步，大力发展优质高效农业，实现农业增效、农民增收，走效益农业之路，已经成为广大农民的迫切愿望。

江泽民总书记在江、浙、沪农村视察时指出“沿海发达

地区要率先基本实现农业现代化”，从而为全面实施《浙江省农业和农村现代化建设纲要》、推进浙江省农业和农村现代化建设指明了方向。从历史和现实的检索中，从中国国情和新世纪的脚步声中，我们清醒地看到了自己肩负的历史重任，清醒地看到了农业图书出版发行与农业发展的辩证关系。为了配合这一形势的需要，我们在浙江省政府有关部门的大力支持下，会请有关厅、局和专家、学者联合组织编写了这套《新世纪农村文库·效益农业丛书》，采用通俗易懂的形式，以市场需求为导向，围绕产前、产中、产后这一主线，将一大批优质高效农业新技术、新品种、新动态介绍给广大农村读者，使他们从中可以了解新情况、学习新技术、掌握新方法，以达到提高自身素质、增产增收的目的。

科技兴农，前景广阔，任重道远。出版兴农，利在当代，功在千秋。我们期望着，这套丛书的出版，将对加强广大农民的教育和培训、发展效益农业、促进科学技术知识在农村的传播、加快推进农业现代化建设能起到推动作用。同时，我们也真诚希望广大读者对这套丛书的出版提出宝贵意见和建议，以便不断修订、完善。

浙江科学技术出版社

新世纪农村文库·效益农业丛书

书 目

- ☐ 美国青蛙人工养殖技术
- ☐ 鳊鱼养殖技术
- ☐ 稻田养虾新技术
- ☐ 稻田养蟹新技术
- ☐ 稻田泥鳅养殖技术
- ☐ 基围虾、草虾淡水养殖技术
- ☐ 实用养鳖新技术
- ☐ 乌鳢养殖技术
- ☐ 特种水产饲料配制技术
- ☐ 山羊饲养与经营指南
- ☐ 规模养猪实用技术
- ☐ 优质高产牧草栽培技术
- ☐ 西瓜、甜瓜高效栽培
- ☐ 蜜梨栽培新技术
- ☐ 杨梅生产实用新技术
- ☐ 菇农手册
- ☐ 花菇代料立体栽培技术
- ☐ 菜农手册——蔬菜栽培农事历
- ☐ 番茄反季节栽培技术
- ☐ 大棚蔬菜栽培技术
- ☐ 大棚蔬菜施肥新技术
- ☐ 大棚蔬菜病虫害防治新技术
- ☐ 长豇豆和南方白菜优质高效栽培
- ☐ 高温蘑菇和地栽蘑菇栽培技术
- ☐ 高山蔬菜栽培技术
- ☐ 无公害蔬菜生产技术
- ☐ 经济作物栽培新技术
- ☐ 名优茶栽培与加工新技术
- ☐ 杭白菊栽培加工技术
- ☐ 桑苗繁育实用新技术

编者的话

大棚栽培蔬菜，人为地改变了田间小气候，能使“春提前，秋延后”，是缓和蔬菜生产和供应淡旺矛盾的一项重要措施。然而，大棚栽培由于处在封闭或半封闭的环境中，加之蔬菜品种单一、施肥量高等原因，土壤营养障碍时有发生，诸如土壤盐渍化、土壤酸化以及连作障碍等，致使蔬菜生长不良、病害加重、产量降低、品质变差，对蔬菜生产构成威胁。虽然在以往有关设施栽培的著作中，也涉及到一些大棚蔬菜土壤及施肥问题，但不够系统，也缺乏针对性的防治措施，特别是对大棚蔬菜作物的施肥技术缺乏具体描述。本书在阐述大棚蔬菜土壤管理的基础上，对大棚蔬菜的施肥技术作了详尽介绍，同时对大棚蔬菜的滴灌施肥、二氧化碳肥料及种衣剂等新技术进行了讨论，以适应现代农业发展的要求。

本书强调实用性和可操作性，介绍了一般情况下的营养失调症的矫治措施及施肥技术，所以在具体应用时还需根据当地实际情况进行适当调整。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，热忱希望读者批评指正。

目 录

一、大棚蔬菜土壤管理.....	(1)
(一) 大棚蔬菜对土壤的要求	(1)
(二) 大棚蔬菜土壤的主要障碍因子及其防治	(3)
二、大棚蔬菜施肥技术.....	(9)
(一) 大棚蔬菜施肥中存在的问题	(9)
(二) 大棚蔬菜常见营养失调症及其防治方法	(10)
(三) 大棚蔬菜平衡施肥技术	(35)
(四) 大棚蔬菜施肥要点	(38)
三、大棚蔬菜施肥新技术	(54)
(一) 二氧化碳肥料	(54)
(二) 滴灌施肥	(58)
(三) 种衣剂包衣种子	(62)
附录一 蔬菜常用化肥和有机肥三要素含量	(66)
附录二 常用肥料可否混合施用参考表	(68)
附录三 蔬菜常用微量元素肥料	(69)
附录四 大棚内几种有害气体对蔬菜的影响	(70)
附录五 蔬菜作物的耐酸性	(71)
附录六 蔬菜作物营养失调症出现难易一览表	(72)

一、大棚蔬菜土壤管理

（一）大棚蔬菜对土壤的要求

大棚中的蔬菜，品种较单一，重茬多，产量高，因而对土壤条件有较高要求。归纳起来，主要有以下 3 个方面。

1. 土层深厚，团粒结构好

蔬菜根系发达，要求深厚而疏松的土层，其熟化层厚度应在 30 厘米以上，容重为 $1.1 \sim 1.3$ 克/厘米³，这样土壤既有一定的保水、保肥能力，又具有良好的通氧性，以利于根系进行正常的呼吸，增加对肥、水的吸收。同时，还要求土壤有良好的团粒结构，因为具有团粒结构的土壤热容量大、稳温性好，其蓄积的热量是冬季蔬菜阴天和晚间主要的热量来源，这对根系生长和养分吸收有积极的影响。

2. 土壤肥沃，有效养分高

大棚栽培蔬菜要求土壤有机质含量 2%~3%、碱解氮 100 毫克/千克、有效磷 30~50 毫克/千克、速效钾 150 毫克/千克、氧化镁 150~240 毫克/千克、氧化钙 0.1%~0.14%。同时还需含有一定数量的有效态硼、锰、锌、铜、铁、钼等，盐分含量应低于 0.3%。土壤反应呈微酸性到中性，因为大多数蔬菜

适宜生长的 pH 值范围在 6.0~6.8 之间 (表 1)。

表 1 部分蔬菜生长的适宜酸碱度

蔬菜种类	pH 值适宜范围	蔬菜种类	pH 值适宜范围
黄 瓜	5.5~6.8	菠 菜	6.0~6.8
南 瓜	5.0~6.8	大 葱	5.9~7.4
西 瓜	5.0~6.8	洋 葱	6.0~6.8
甜 瓜	6.0~6.8	韭 菜	6.0~6.8
番 茄	5.5~6.8	大 蒜	6.0~7.0
茄 子	5.5~6.8	萝 卜	5.5~6.8
甜 椒	5.5~6.8	胡萝卜	5.5~6.8
马铃薯	4.8~6.0	芋 头	4.1~9.1
白 菜	6.0~6.8	芦 笋	6.0~6.8
甘 蓝	5.5~6.8	菜 豆	6.0~7.0
花椰菜	5.5~6.8	豇 豆	6.0~6.8
芥 菜	5.5~6.8	豌 豆	6.0~6.8
莴 苣	6.0~6.8	毛 豆	6.0~6.8
芹 菜	5.5~6.8		

3. 土壤中有害物质少，病虫害发生轻

蔬菜对多种重金属的富集量较其他作物大得多，其富集系数一般为 3~6，即在被污染的菜地上种出的蔬菜，重金属含量可达土壤的 3~6 倍，所以要求土壤未受“三废”污染和有害重金属含量低。据汪雅谷报道 (1993)，蔬菜生产土壤可根据污染程度划分为 4 级 (表 2)。第一级为背景值级区，土壤基本上未受人为污染影响，是洁菜生产最优良的土壤。第二级为安全区，其值是土壤背景值的 1 倍，土壤轻度污染，但对蔬菜未造成危害及污染。第三级为警戒区，土壤明显污染，一

般蔬菜不致受到危害和污染物超标，但对敏感蔬菜及高富集蔬菜易产生明显影响。第四级超过警戒区为不宜区，土壤污染严重。

表 2 无污染蔬菜生产的土壤标准（毫克/千克）

级别	蔬菜基地	生态影响	区别	Cu	Zn
1	优良	正常	背景区 $\leq$	35.9	103.0
2	可	基本正常	安全区 $\leq$	71.8	206.0
3	大面积不宜	敏感蔬菜受影响	警戒区 $\leq$	125.0	500.0
4	不宜	影响较重	不宜区 $>$	125.0	300.0

级别	Pb	Cd	Cr	As	Hg	Ni
1	37.1	0.29	85.4	13.6	0.21	38.7
2	74.2	0.58	170.8	17.8	0.42	77.4
3	400.0	1.00	200.0	22.0	0.70	100.0
4	400.0	1.00	200.0	22.0	0.70	100.0

同时，还应选择历年病虫发生轻的田块用作大棚栽培。这样可减轻病虫害的发生。

（二）大棚蔬菜土壤的主要障碍因子及其防治

随着大棚向大型化和固定化发展以后，就不会轻易搬动，加上棚内种植的蔬菜种类单一，因而容易出现土壤障碍，其障碍因子突出表现在 3 个方面。

1. 土壤盐害

（1）棚栽土壤盐分升高的原因。大棚蔬菜土壤盐害的本质是硝酸盐积累，这与滨海盐土的盐害以氯化钠为主是截然不

同的。引起棚栽土壤盐分升高主要有 3 个原因。

大棚蔬菜施肥量比露地蔬菜高：大棚蔬菜施肥量一般为露地栽培施肥量的 4~10 倍。据程美廷报道（1990），有的大棚黄瓜每亩追施硝酸铵高达 700 多千克，折纯氮（N）250 千克，若以黄瓜亩产 7500 千克计算，仅需氮素 23 千克。可见，大部分肥料仍残留在土壤中，致使土壤盐分浓度提高。肥料的高投入是土壤中可溶性盐分增加的根本原因。

土壤中水分运动方向不一样：露地土壤水分运动总是时上时下，而保护地是一个封闭或半封闭系统，棚内温度高，有利于土表水分汽化，致使地下水和土层内的水分不断上升，从而使盐分也随水带到表层。由于棚内没有雨水淋洗，造成盐分在土表积聚（图 1）。据上海市蔬菜科技推广站研究，大棚耕层土壤（0~25 厘米）全盐含量约为露地土壤的 4 倍。

此外，浅耕、面施肥料、表面灌溉等栽培措施也加剧了盐分向表土集中；大棚土壤的地下水位高，排水不畅，也容易引起积盐。

（2）土壤盐害的防治措施。为了减轻大棚土壤中的盐分对蔬菜的危害，可采用以下防治措施。

合理地使用肥料：蔬菜施肥除了应根据需肥数量进行计划施肥以外，还要采用少量多次的施肥方法，防止一次用肥过多。同时，要注意施肥种类。常用化肥致盐能力由高到低的排列顺序为：氯化钾>硝酸钾>硝酸铵>硫酸钾>过磷酸钙>磷酸铵。我们对杭州菜区目前常用的几种肥料的致盐情况也作过研究（1995），在等用量情况下，各种肥料的致盐能力从高到低依次是：氯化铵>氯化钾>硫酸钾>尿素>过磷酸钙。可见，含氯化肥的致盐能力较强，在大棚土壤施用时要特别加以注意，其次是硫酸盐肥料，而尿素、过磷酸钙的致盐能力较弱。

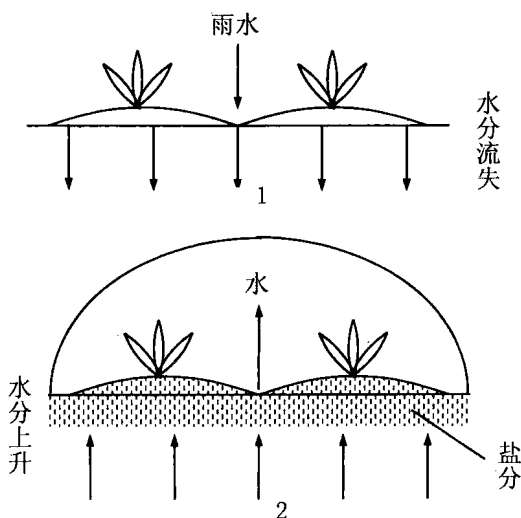


图1 大棚栽培和露地栽培土壤水分移动示意图

1. 露地 2. 塑料大棚

以水化盐，化害为利：大棚栽培蔬菜土壤积聚的盐分，其阴离子以硝酸根离子 (NO_3^-) 为主，阳离子以钙离子 (Ca^{2+}) 居多，而这些离子都是蔬菜生长所必需。问题是当它们大量积聚后，会提高土壤溶液中的盐分浓度，引起根部吸收障碍，出现盐害。目前可采用两种办法防治：①利用闲季间隙连续灌深水，对减少盐害及病害有良好效果。②在夏季撤除薄膜，经雨水淋洗，并挖深大棚周围的排水沟，使耕层多余盐分随水排走。据我们对杭州大棚蔬菜灌水试验表明，灌水后 2 天，耕层中 (0~20 厘米) 的盐分可减少 30%~40%。至于开始灌水的时间，在杭州一般在 4~5 月 (视天气而定)，每隔 10~15 天沟灌一次水，最好能在栽种前深灌一次。虽然灌水的增产效

应是综合的，但灌水压盐的作用不容忽视，所以有的菜农说，大棚灌水有时比施肥效果还要好。

选种耐盐蔬菜，注意避盐育苗：不同蔬菜的耐盐能力各异。综合各地报道，耐盐性强的蔬菜有花椰菜、结球生菜、菠菜、食用甜菜等，耐盐性中等的有番茄、芦笋、莴苣、胡萝卜、洋葱、茄子，耐盐性差的有甘蓝、甜椒、黄瓜、菜豆等，而草莓的耐盐性最差。因此，在积盐较重的大棚，宜选种花椰菜、结球生菜、番茄、茄子等蔬菜，只有当土壤盐分降至 0.2% 左右时，才可以种植黄瓜、甜椒等，并应注意肥水等综合管理措施。

利用地膜等覆盖物，减少土表盐分积聚：大棚蔬菜畦面覆盖透明、黑色或银灰色地膜，除了起保温、保水、保肥和驱蚜等作用外，还有抑制土表盐分的效果。据童有为（1989）对盖膜与露畦的对比测定：0~5 厘米土层盖膜的含盐量为露畦的 57%，25~50 厘米土层为露畦的 35%，而 5~25 厘米土却为露畦的 160%。说明盖膜后土面水分蒸发受抑，土壤层次间的盐分分布也因此起了变化。0~5 厘米土层可能受地膜回笼水的影响，含盐量明显降低，而较多地积累在 5~25 厘米土层内，0~50 厘米整个土层内总盐量并不比露畦显著减少。因此，揭膜后盐分的潜在威胁仍然存在。看来这只是一种治标措施。

2. 连作障碍

（1）连作障碍的表现。大棚种植的蔬菜仅限于黄瓜、番茄、红茄、辣椒等少数几种经济效益高的蔬菜，所以很难像露地那样实行轮作，其连作障碍比露地多。集中表现在两个方面：

病虫害增加：连作条件下，由于土壤与蔬菜关系相对稳定，容易造成相同病虫害的发生，尤其是土传病害，如黄瓜、

西瓜的枯萎病，茄子黄萎病、褐纹病、绵疫病，番茄早疫病、晚疫病、白绢病、青枯病、病毒病，辣椒炭疽病，菠菜、葱类的霜霉病，菜豆叶枯病，豇豆煤霉病，大白菜软腐病、根肿病，以及土栖害虫如线虫、根蛆（种蝇、葱蝇）等，因获得适宜环境而大量发生、繁殖。

土壤养分比例失调：同一种作物的根系分布范围及深浅一致，吸收的养分相同，致使某种养分消耗量增加，而造成缺乏。据我们在杭州郊区对大棚蔬菜的调查，蔬菜缺钾、缺镁、缺钙、缺硼等十分普遍。

(2) 连作障碍的防治。防治连作障碍的主要措施有 3 点：

轮作：即在同一个大棚不要连续种植同种蔬菜，最好采用瓜果类蔬菜与葱蒜类蔬菜进行轮作，因为葱蒜类蔬菜对土壤具有一定的杀菌作用，能降低土壤病原菌数量，减少病害发生。也可实行水旱轮作，如浙江省嘉善县蔬菜基地，采用早春种植大棚蔬菜，夏秋季除去大棚种植水稻，可以使土传病害及草害受到有效抑制。

适当休闲，消灭病原菌：即利用盛夏高温季节进行土地休闲灭菌。具体做法是先进行秸秆还田，深翻入土，然后用稀释 100 倍的福尔马林液喷洒表土，灌足水，加覆地膜闷棚 15~20 天，棚内地表温度可达 70℃ 以上，一般能杀死土壤中多种病原菌。

增施有机肥，平衡施用化肥：坚持有机肥和无机肥相结合的施肥体系，对促进土壤微生物活性、改善土壤理化性状、提高土壤肥力有重要作用。对已经发生缺素症的蔬菜应及时采取针对性矫治措施，如萝卜、芹菜等出现缺硼时，应用 0.2%~0.3% 硼砂溶液进行地面喷施；番茄、大白菜发生缺钙时，可用 0.2%~0.3% 硝酸钙喷施；大豆出现缺钾时，可用 1% 硫酸

钾喷施；菜豆发生缺镁时，可用 1%硫酸镁溶液进行叶面喷施，均可获得良好效果。

3. 土壤酸化

在大棚栽培条件下，施到土壤中的氮肥除被蔬菜吸收一部分外，大部分则残留在土壤中，特别是在多年连续进行大棚栽培时，氮的累积越来越多。蔬菜土壤处于通气条件，土壤中氮肥会进行硝化作用而形成硝酸，因而使土壤酸度增加。尤其是在连续施用硫酸铵、氯化铵肥料时，土壤酸化进程迅速，土壤 pH 值下降明显。据上海市蔬菜科学技术推广站测定，大棚耕层土壤（0~25 厘米）中的硝酸含量为露地土壤的 6 倍。据我们对杭州郊区大棚土壤测定（1993），pH<5.5 的土壤已占 30%以上。又据浙江省嘉兴市对 9 个乡镇菜园地耕层土壤调查，土壤 pH<5.0 已占总数的 28%。因土壤酸度高，种植的菠菜、茼蒿等蔬菜的生长受到明显抑制，急需施用碱性物质加以改良。目前菜地施用钙肥，是以适宜蔬菜生长的土壤 pH 值 6.5 来作为确定施钙标准的，其用量决定于土壤 pH 值高低、土壤质地及钙肥种类。表 3 是不同质地土壤 pH 值计划达到 6.5 时所需碳酸钙用量。如用石灰，一般为 50~100 千克，对减轻土壤酸害有良好效果。

表 3 不同土壤 pH 值计划达到 6.5 需要的碳酸钙数量

原土壤 pH 值	碳酸钙数量（千克/亩）		
	砂性土	壤土	重壤土
4.8	270	470	670
5.0	240	430	570
5.5	160	290	410
6.0	80	150	170

二、大棚蔬菜施肥技术

(一) 大棚蔬菜施肥中存在的问题

综观各地报道，当前大棚蔬菜施肥中存在 3 个突出问题。

1. 有机肥用量少、质量差

有机肥的使用不仅能保证蔬菜优质高产，又是提高菜地土壤肥力的物质基础。近年来，随着市场经济的发展，劳动力价值的提高，积制土杂肥日益减少，而且家庭养猪也大幅度下降，尤其是可提供碳、钾等元素的秸秆肥，所占比例甚微。据我们对杭州郊区部分菜地的调查，有机肥只占全年施肥总量的一成左右。有的地块甚至不施有机肥，仅靠残根、烂叶补充。由于有机肥用量大幅度减少，导致部分菜地有机质下降，酸度增加，耕性变差，产量降低，品质变劣。

2. 超量施用氮、磷肥，土壤缺钾十分突出

合理使用肥料，是获得优质、高产的重要保证。然而不少菜农存在着只要肥料用得越多就能夺高产的片面认识，既浪费了肥料，又容易引起蔬菜养分失调。据白纲义等报道（1982），如以亩产 6000 千克蔬菜计算，约从土壤中吸收的养分，氮（N）为 18.4 千克，磷（ P_2O_5 ）9.4 千克，钾（ K_2O ）23.1 千克。但