



裴孝伯 主编

绿色蔬菜

● 配方施肥技术



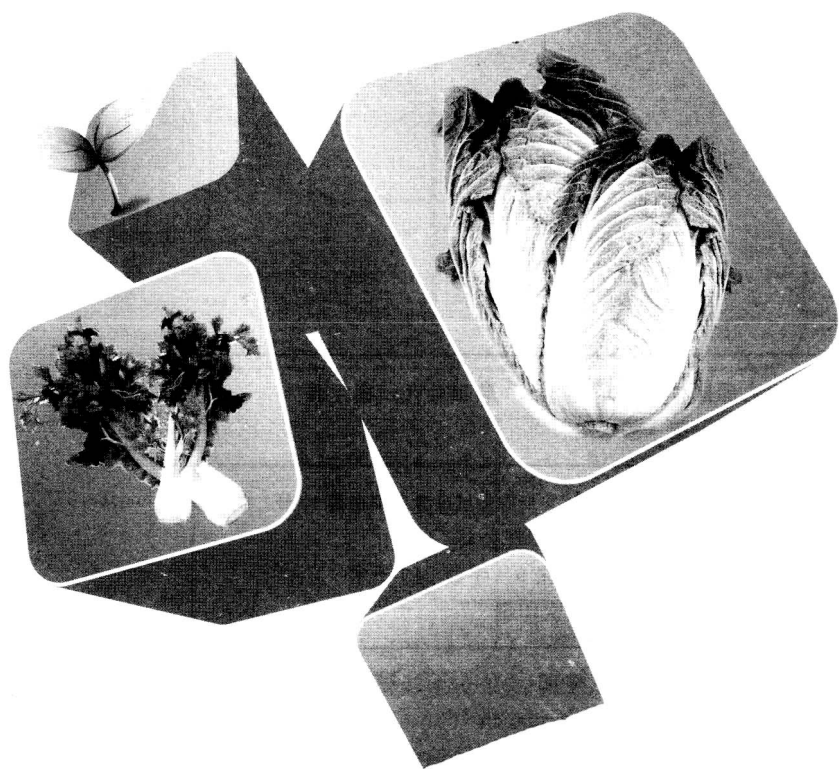
化学工业出版社



裴孝伯 主编

绿色蔬菜

配方施肥技术



化学工业出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色蔬菜配方施肥技术/裴孝伯主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 1

ISBN 978-7-122-09973-0

I. 绿… II. 裴… III. 蔬菜-配方-施肥 IV. S630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 230441 号

责任编辑: 邵桂林

装帧设计: 杨 北

责任校对: 郑 捷

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 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 249 千字

2011 年 3 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: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

通过蔬菜生产的科学计量施肥，不仅可促进蔬菜作物稳定增产、农民持续增收，普及和提高科学施肥水平、加强生态环境保护、促进农业持续发展，而且为确保蔬菜品质的提高提供科技支撑。

实践证明，配方施肥与传统施肥方法相比，节本增效作用明显。据测算，对包括蔬菜在内的经济作物增产增收效果更为明显，增产 20% 以上，亩节本增效在 1 200 元以上。特别是在我国耕地面积减少、水资源趋紧、化肥价格居高不下的条件下，促进蔬菜作物增产增收目标的实现，有利于加强以耕地产出能力为核心的农业综合生产能力的建设，确保广大消费者获得优质、营养、安全的蔬菜这一重要副食品，蔬菜配方施肥技术将发挥其重要作用。

全书共分 5 章，包括测土配方施肥概论、蔬菜营养诊断、绿色蔬菜生产土壤培肥、绿色蔬菜测土配方施肥常用肥料、绿色蔬菜生产的施肥技术等内容。第一章测土配方施肥概论，介绍测土配方施肥、配方施肥的概念、作用，测土配方施肥的方法以及实施的程序；第二章蔬菜营养诊断，阐述蔬菜营养诊断的理论基础、常用方法以及蔬菜营养失调的症状，为评价蔬菜营养的状况提供科学依据；第三章绿色蔬菜生产土壤培肥，针对绿色蔬菜生产，就菜田土壤培肥、影响菜田土壤肥力的因素，土壤培肥的要求和措施进行阐述，为绿色蔬菜生产提供可靠的土壤肥力保障；第四章绿色蔬菜配方施肥常用肥料，围绕绿色蔬菜生产，分别就化学肥料、复混肥料、有机肥料和微生物肥料的常见类型、作用、特点、使用注意事项、制作方法等进行系统介绍；第五章绿色蔬菜生产的施肥技术，分别选择叶菜类蔬菜、茄果类蔬菜、瓜类蔬菜、根茎类蔬菜、葱蒜类蔬菜和水生蔬菜等 6 类主要蔬菜，选择具有代表性的种类品种，就其生长发育规律、对环境条件的要求，以及绿色生产的生产管理、配方施肥技术进行专题介绍。

本书内容全面，重点突出，为广大蔬菜生产者、基层科技人员以及绿色蔬菜生产农资营销人员提供重要技术支持和参考。

本书成稿过程中，关立颖参与了第一章的编写，方基建参与了第二章的编写，张素玲参与了第三章的编写，李娜参与了第五章第一节至第三节的编写，沈娟参与了第五章第四节至第六节的编写，书稿资料图片由罗敏提供，全书书稿由裴孝伯统稿修改与定稿。

由于编写时间仓促，书中可能存在疏漏和不足之处，敬请读者提出宝贵意见。

编 者
2010 年 10 月

目 录

第一章 测土配方施肥概论	1
第一节 测土配方施肥的概念与作用	2
一、配方施肥的概念	2
二、测土配方施肥技术	3
三、测土配方施肥的作用	4
第二节 测土配方施肥的方法	6
一、测土配方施肥的内容	6
二、测土配方施肥的依据	7
三、常见配方施肥的方法	9
四、常用蔬菜配方施肥方法	12
第三节 测土配方施肥的实施	14
一、土壤调查与取样	14
二、土壤有效养分的测试	17
三、土壤测试结果的分析	21
四、肥料用量的计算	22
五、肥料的选择与施用	27
六、蔬菜测土配方施肥的田间实施	29
七、测土配方施肥的效果评价	31
第二章 蔬菜营养诊断	33
第一节 营养诊断的理论基础	33
一、土壤的营养状况	33
二、养分供应与蔬菜产量、品质的关系	36
三、土壤营养失调的原因	41
四、改善土壤营养的主要措施	45
第二节 营养诊断的方法	46
一、形态诊断	46

二、化学诊断	47
三、施肥诊断	49
四、酶学诊断	50
第三节 蔬菜营养失调的症状	50
一、蔬菜氮素失调症	50
二、蔬菜磷素失调症	53
三、蔬菜钾素失调症	54
四、蔬菜钙素失调症	57
五、蔬菜镁素失调症	60
六、蔬菜硼素失调症	62
七、蔬菜缺铁症	64
八、蔬菜锰素失调症	65
九、蔬菜缺钼症	68
十、蔬菜盐害	69
十一、蔬菜气害	71

第三章 绿色蔬菜生产土壤培肥 74

第一节 菜田土壤的肥力特征	75
一、土壤肥力的概念	75
二、土壤理化性质与土壤肥力	76
三、菜园土壤的肥力特征	92
第二节 影响菜田土壤肥力的因素	93
一、自然环境对菜田土壤肥力的影响	93
二、过量施肥对土壤肥力的影响	94
三、栽培制度对土壤肥力的影响	95
四、长期定位施肥对设施土壤肥力的影响	97
五、菜田土壤退化的原因	98
第三节 绿色蔬菜生产的土壤培肥要求	99
一、绿色蔬菜生产的要求	100
二、绿色蔬菜生产对土壤的要求	101
三、绿色蔬菜生产对施肥的要求	103
四、菜田土壤环境污染的治理	104

第四节 保障绿色蔬菜生产的菜田土壤肥力的措施	106
一、科学合理施用有机肥	106
二、改进施肥方法	107
三、配方施肥	108
四、其他培肥菜田土壤的措施	109
第四章 绿色蔬菜配方施肥常用肥料	111
第一节 化学肥料	111
一、化肥在蔬菜生产中的应用	111
二、常见的不合理施肥现象	112
三、菜地常用的化肥类型及其特性	113
第二节 复混肥料	124
一、复混肥料的主要类型	125
二、选购复混肥料的注意事项	126
三、菜地常用的复混肥料	127
第三节 有机肥料	129
一、有机肥料的类型	129
二、有机肥料的作用	137
三、菜地有机肥料施用的注意事项	137
第四节 微生物肥料	138
一、微生物肥料的常见类型	139
二、微生物肥料的作用	141
三、微生物肥料的制作	142
四、微生物肥料的施用	144
第五章 绿色蔬菜生产的施肥技术	146
第一节 叶菜类蔬菜配方施肥技术	146
一、大白菜配方施肥技术	146
二、甘蓝配方施肥技术	157
第二节 茄果类蔬菜配方施肥技术	166
一、番茄配方施肥技术	166
二、茄子配方施肥技术	177

三、辣椒配方施肥技术	186
第三节 瓜类蔬菜配方施肥技术	194
一、黄瓜配方施肥技术	195
二、南瓜配方施肥技术	204
第四节 根茎类蔬菜配方施肥技术	213
一、萝卜配方施肥技术	214
二、马铃薯配方施肥技术	224
三、莴笋配方施肥技术	230
第五节 葱蒜类蔬菜配方施肥技术	236
一、洋葱配方施肥技术	236
二、大蒜配方施肥技术	246
三、韭菜配方施肥技术	251
第六节 水生蔬菜配方施肥技术	265
一、茭白配方施肥技术	265
二、莲藕配方施肥技术	271
参考文献	278

第一章 测土配方施肥概论

所谓测土配方施肥，是指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，提出包括氮、磷、钾等大量营养元素和微量元素在内的肥料的施用数量、施用时期和施用方法的一套施肥技术体系。

我国配方施肥的研究与推广工作经历了几个发展阶段。其中，20 世纪 70 年代末到 80 初期是快速发展时期，这一时期开展了第三次全国化肥肥效试验研究，对氮、磷、钾及中、微量元素肥料的协同作用、因缺补缺、配方施肥和平衡施肥技术的研究和推广，在我国农业生产中发挥了重要作用，标志着我国农业生产中科学计量施肥的开始。进入 21 世纪以来，测土配方施肥项目的推广不断深化。如农业部从 2005 年组织实施测土配方施肥项目，到 2008 年底全国累计减少不合理施肥 160 万吨，项目县（场）从最初的 200 个增加到 2 498 个，基本覆盖了所有县级农业行政区，实现了由试点向全面推进的转变。2009 年全国测土配方施肥推广面积已达 10 亿亩，5 年累计减少不合理氮肥施用量达 430 万吨。预计有 1.5 亿农户从中直接受益。技术推广普及不到位作为一个最薄弱的环节，成为下一步测土配方施肥深化发展的瓶颈。

实践证明，配方施肥与传统施肥方法相比，节本增效作用明显。据测算，粮食作物一般增产 6%~10%，亩节本增效达到 30 元以上；包括蔬菜在内的经济作物增产增收效果更为明显，亩节本增效在 1 200 元以上。

第一节 测土配方施肥的概念与作用

一、配方施肥的概念

所谓配方施肥，是指根据农作物需肥规律，综合考虑土壤供肥性能与肥料效应，达到预先设定的产量水平的情况下，需要施用的肥料数量及其比例。配方施肥可通过施肥手段来调节土壤供肥与作物所需营养元素的供需平衡，找出最佳用量与适宜比例，做到科学化、合理化、定量化。

现阶段，我国肥料施用中仍存在一些问题，测土配方施肥技术亟待进一步普及推广应用。

这些问题概括起来主要有：

耕地平均数量不足，蔬菜作物超量施肥。2002年全国耕地化肥施用量平均每667平方米（1亩）为22.2千克，计算复种指数平均为18.5千克，在世界居中等水平。蔬菜等经济作物施肥量过大。

肥料品种结构不合理。化肥使用量增加，而有机肥施用量减少；化肥中单质肥料和低浓度复合肥比例大，高浓度复合肥比例只有15%左右；普广性肥料多，专用性肥料少。

氮、磷、钾比例不合理。化肥氮、磷、钾比例为1：0.39：0.22，氮、磷比例趋于合理，但钾肥比例过低。

施肥技术不当。肥料表施和撒施较为普遍，浪费较为严重。

肥料利用率低。我国化肥当季利用率氮为15%~35%，磷为10%~20%，钾为35%~50%，其中氮的损失严重。

中、微量元素养分缺乏。我国耕地缺镁、缺硫面积在扩大，锌、硼、锰、铜缺乏面积较大。中量、微量养分肥料施用不足。

钾亏缺严重。在农田养分收支上，氮、磷已由亏缺趋于平衡，而钾因投入不足仍严重亏缺。耕地缺钾面积不断扩大，部分地区农田仍然缺氮、缺磷。

环境污染问题较为突出。部分地区施肥不当已引起环境污染，出现地表水富营养化、地下水和蔬菜中硝酸盐含量超标等问题。

这些问题，不仅造成肥料利用率低、生产成本增加、耕地地力下降，而且还会产生环境污染问题，影响农产品品质。

由于缺乏推广力度和资金支持，曾一度导致我国测土配方施肥技术推广进度缓慢。进入 21 世纪，全国高度重视推进配方施肥技术的普及与推广，如 2005 年中央一号文件明确提出，要大力推广测土配方施肥技术，农业部在全国范围内实施测土配方施肥行动，在全国建立测土配方示范县，通过测土配方施肥，减少不合理化肥施用，节本增效 120 多亿元，减缓了肥料价格上涨，保障了农业生产，促进农业科技进步，提高农业综合生产能力。

二、测土配方施肥技术

科学施肥包括的内容很多，如施肥量的确定、肥料种类的选择搭配、施肥时期和施肥方法，施肥与其他措施的配合等。蔬菜配方施肥是研究蔬菜作物高产优质栽培时肥料需要量和肥料养分种类配比的一种技术。科学施肥的核心是正确确定施肥量。只有在肥料用量和配比合理的前提下，才能保证施肥时期和施肥方法的科学性。

测土配方施肥技术，综合运用现代科技成果，根据作物需肥规律、土壤供肥能力、肥料效应和农业生产要求，在施用有机肥为基础的条件下，产前提出所需施用氮、磷、钾等营养元素肥料的适量、适时、适法施用的科学施肥技术。

测土配方施肥，需要考虑到作物、土壤、气候、耕作制度、肥料体系的相互联系，主要考虑以下几个方面因素。

1. 作物的营养特征

正常的营养是作物高产优质的基础。科学施肥必须根据作物的营养特点、土壤、气候等因素，最大限度地满足作物对各种养分的需求，以达到获得最高产量和最大经济效益的目的。作物的营养特点是合理施肥的最重要依据。

2. 作物的根部营养和根外营养特点

作物的根部营养即通过根系从土壤中吸收养分。长期的生产实践总结出包括蔬菜在内的作物“干长根，湿长苗；有氧长根，无氧长苗；瘦土长根，肥土长苗；磷促长根，氮促长苗”等系列特征，

了解作物的根部营养特征，就可以按照根系分布特点，在施肥中得到深、浅施结合，有利于作物吸收养分和充分发挥肥效。同时，根据作物不同发育时期根系生长情况，合理施肥，能促根长苗。

作物的根外营养是土壤施肥的补充手段，是重要的施肥措施之一。它可以防止养分在土壤中被固定，特别是易被土壤固定的元素，如铜、锰、铁、锌等，叶面喷施效果更好。能及时满足植物对养分的需要，叶部对养分的吸收和转化比根部快，能及时满足植物的需要，尤其是在根部营养受阻的情况下（如干旱等），通过叶部营养能进行及时补救。根外营养能直接促进植物体内代谢，有利于延缓根系衰老和促进地上部生长，特别是在作物生长后期，通过叶部营养能有效地促进营养吸收利用而增产。

3. 土壤条件

土壤是作物生长的介质。一般情况下，作物吸收的养分大部分来自土壤（或通过土壤施肥）。因此，根据土壤的性质进行施肥决策是测土配方施肥的关键。

在集约化的蔬菜栽培中，普遍存在有机肥料用量减少，化学肥料用量增多的现象。养分施用不当可能出现肥害，不仅降低蔬菜产品的数量和质量，还会使病虫害增加，破坏土壤结构，造成浪费和不必要的经济损失。

三、测土配方施肥的作用

应用测土配方施肥技术，不但有利于在耕地面积减少、水资源趋紧、化肥价格居高不下、包括蔬菜在内的农产品价格上涨空间有限的条件下，促进增产增收目标的实现，而且有利于加强以耕地产出能力为核心的农业综合生产能力的建设。搞好测土配方施肥，提高科学施肥水平，不仅是促进作物稳定增产、农民持续增收的重大举措，也是节本增效、提高农产品质量的有力支撑，更是加强生态环境保护、促进农业持续发展的重要条件。推广应用测土配方施肥技术在当前解决我国“三农”问题中的作用主要表现在：提高肥料利用率，提高作物产量，改善农产品品质，培肥地力保障农业持续发展，保护环境，节支增收等。

1. 增加产量

增加作物产量，提高施肥效益是测土配方施肥的首要目的。

配方施肥增加产量的 3 种主要形式：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。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。③增肥增产，即在化肥施用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提高作物产量的因子，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. 提高产品品质

根据土壤供肥能力和作物需肥特性来进行配方施肥，不但能大幅度提高作物产量，而且能明显改善产品品质。大量的研究和生产实践表明，测土配方施肥能提高食品中矿物质含量，提高蔬菜、瓜果中维生素 C、可溶性糖的含量及其他营养物质含量，降低蔬菜硝酸盐含量。

3. 提高土壤肥力，均衡土壤养分

矫正偏施、克服土壤障碍因子，提高土壤肥力是配方施肥的重要内容。作物生长发育需要 16 种必需营养元素。测定土壤养分，可以了解所种植的土壤里有哪些营养元素，缺少哪些营养元素，再根据预计产量计算出应该施用哪种肥料及其施用量，以利于均衡土壤中各种养分的含量，配方施肥能培肥地力，维持土壤的持续生产力。如配施微量元素肥料，能消除土壤因缺乏该种元素引起的生长障碍和生理病害。如缺硼引起的“花而不实”、缺锌僵苗等土壤养分不足导致的作物营养失调问题，均可通过施用相应肥料来解决。通过调整作物的施肥比例，增加中、微量元素和长效剂的施用量，肥料品种从单质肥料转变到高浓、长效、复合、多元的配方肥，可有效提高耕地地力。

4. 提高资源利用效率

利用农作物肥料效应回归方程，可以比较不同作物、土壤的肥效，为区域间、作物间合理分配有限肥源提供准确的依据，对指导

地区间、作物间肥料的分配具有重要的作用。指导轮作制度中肥料在各种作物上的分配。有利于农业资源综合利用能力建设,不断促进农业综合生产能力的提高。

5. 保护环境

生产中施用的化学氮肥,如果不能被作物吸收,则会经过一系列的转化,被淋洗到土壤深层,发生还原,生成致癌作用很强的亚胺类化合物。磷肥中大都含重金属以及放射性元素,危害着人类的健康。而且有资料显示农田氮、磷是水体富营养化的主要营养源。

测土配方施肥技术的推广应用能最大限度地满足作物对科学施肥技术的需求,降低生产成本,提高耕地质量,减少土壤和水源污染,实现农业可持续发展。

通过测土施肥,使施入土壤中的化学肥料尽可能地被作物吸收利用,同时可以减少剩余肥料在土壤中的残余量,降低了肥料对土壤、水源和空气的污染,保护了农业生态环境,为高产、优质的农产品生产提供了保障,为无公害绿色食品生产创造了条件,为农业的可持续发展提供了土肥技术保障。

6. 更新施肥观念,提高科学施肥的效果

通过建立测土配方施肥示范区、示范片,使广大农民看到其实际应用效果,“粪大水勤,不用问人”的传统施肥观念正在被“缺什么补什么”、“按需施肥”、“作物吃饱吃好不浪费”的科学施肥观念所取代,越来越多的农民群众开始摒弃传统施肥方法,农家肥和配方肥施用量正在逐年增多。

测土配方施肥,改变了农民一些传统的施肥误区,带去了很多新的知识,如深耕深施、肥料鉴别、抢墒播种、引种、防病等。逐步改变农民传统的施肥习惯,从尿素、二铵等单质肥料转变到高浓、长效、复合、多元配方肥的施用。

第二节 测土配方施肥的方法

一、测土配方施肥的内容

蔬菜配方施肥技术,是在蔬菜栽培中,由传统的经验施肥向科

学定量化施肥技术的转变。根据栽培蔬菜作物需肥规律，及土壤供应养分性能与所施肥料性质，制定出的施肥技术，通过实施配方施肥技术，以获取蔬菜优质高产及经济有效的肥料效应。配方施肥技术是由配方与施肥两个方面所组成。

“配方”是指需施营养元素的种类与数量，通常需考虑以下3个因素：①栽培的蔬菜作物在一定产量下，需要各种营养元素的数量；②种植该蔬菜作物的土壤，所能提供的各种营养元素的数量；③所施肥料的特性及其所含养分数量。

“施肥”是指在已确定需施肥料量的前提下，根据栽培作物生长发育的特点，结合蔬菜作物各阶段的需肥规律及土壤特性，合理分配基肥、追肥的比例，确定追肥的时期、次数及施用量，以及最能发挥肥效的施肥方法。

蔬菜配方施肥总的原则就是根据作物生长的需要，土壤供应养分如不足，缺什么养分，施什么肥料；缺多少量，补充施用多少量的肥料。

通过配方施肥，可协调土壤与蔬菜作物的供需养分矛盾，可减少普遍存在的盲目过量施氮所造成的浪费，避免土壤磷的富集及钾的过量消耗，有利于维持土壤养分平衡，进而提高土壤肥力，为蔬菜生产持续发展奠定基础。

二、测土配方施肥的依据

测土配方施肥技术是一项较复杂的技术，但同其他技术一样，有其理论基础，只要理解了它的理论基础，也就不难掌握它的实质。简单地讲，测土配方施肥技术主要是建立在植物矿质营养学说、营养元素同等重要与不可替代律、养分归还学说、最小养分律、肥料报酬递减律、因子综合作用律等植物营养学说基础上的。

1. 植物矿质营养学说

德国化学家、现代农业化学的倡导者李比希在1840年提出了“矿质养分学说”，为化肥的生产与应用奠定了理论基础。矿质养分学说的主要内容：土壤中矿物质是一切绿色植物的养料，厩肥及其他有机肥料对植物生长所起的作用，并不是其中所含的有机质，而

是这些有机质分解后所形成的矿物质。该学说的确立，驳斥了过去占统治地位的腐殖质营养学说，建立了植物营养学科，明确了作物主要以离子形态吸收养分，无论是化肥还是有机肥其营养对植物同等重要，从而促进了化肥工业的兴起。该学说对腐殖质作用认识不够，在实践中应该注意克服和避免。

2. 营养元素同等重要与不可替代律

植物所需的各种必需营养元素，包括大量元素、中量元素和微量元素，不论它们在植物体内含量多少，均具有各自的生理功能，它们各自的营养作用都是同等重要的。每一种营养元素具有其特殊的生理功能，其作用是其他元素不可替代的。

作物体内各种营养元素的含量，从高到低相差可达十倍、百倍，甚至万倍，但它们在作物营养中的作用并无重要与不重要之分。以大量元素中的氮、磷为例，作物体内氮素不足时，不仅蛋白质的合成受到阻碍，而且会降低叶绿素含量，当氮缺乏时，叶片变黄，甚至枯萎早衰，施用除氮以外的任何元素均不能解除这种症状。如果作物供氮充足时，只有磷缺乏时，由于核蛋白不能形成，影响细胞分裂和糖代谢，就会导致作物茎叶停止生长，叶色由绿变紫，只有补充磷肥才能促使作物正常生长。需要特别注意的是，尽管作物对某些微量元素养分的需求量甚微，但缺乏时也会导致作物生长发育受到抑制，严重者甚至死亡，与作物缺乏大量元素所产生的不良后果是完全相同的。因此，在作物施肥时要有针对性，凡土壤缺乏的，不能满足作物生长发育和丰产优质的营养元素，都必须通过施用相应肥料来补充，而不能用一种肥料去代替另一类肥料，必须遵循因缺补缺的原则进行平衡施肥。

3. 养分归还学说

其核心内容：作物在生长发育中不断地从土壤中吸取氮、磷、钾等矿质养分，为了保持土壤肥力，保护土壤肥力不下降，应通过施肥向土壤归还被农作物形成产品所收获（取走）的各种养分，使土壤中养分保持一定的平衡状态，否则就会造成地力衰退。

4. 最小养分律

其核心内容：作物产量的高低决定于土壤中最不能满足该作物