

小麦营养失调 症状图谱及调控技术

沈阿林 王朝辉 主编



科学出版社

小麦营养失调症状图谱及调控技术

沈阿林 王朝辉 主编

本书由现代农业产业技术体系建设专项经费资助

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书简要介绍了小麦生长发育所必需的营养元素及其主要功能,分析了我国主要麦区土壤养分的状况。利用水培、砂培和土培试验,结合田间调研,研究并收集了小麦十三种营养元素缺乏和过量症状的图片,详细描述了不同营养元素失调时小麦各生育阶段的外观表现及主要特征,并针对性地提出了各种营养元素失调症的发生条件、诊断方法及主要调控措施。同时,对小麦在干旱、盐碱、低温冻害、渍害、药害等多种环境胁迫下出现的器官损害导致的营养失调问题及其调控方法,作了比较详细的论述。以期更好地指导我国小麦施肥,提高小麦产量和品质,实现农业节本增效和农民增产增收。

本书可供从事土壤肥料与小麦施肥研究与技术推广的人员,以及大中院校从事土壤养分研究与教学的师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

小麦营养失调症状图谱及调控技术 / 沈阿林, 王朝辉主编.
—北京: 科学出版社, 2010
ISBN 978-7-03-029705-1
I. ①小… II. ①沈…②王… III. ①小麦-植物营养缺乏症-防治
IV. ①S435.121

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 236906 号

责任编辑: 莫结胜 / 责任校对: 郭瑞芝
责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 12 月第 一 版 开本: 889×1194 1/32

2010 年 12 月第一次印刷 印张: 3

印数: 1—4 000

字数: 85 000

定价: 18.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《小麦营养失调症状图谱及调控技术》

主 编	沈阿林	王朝辉
编 者	沈阿林	王朝辉
	王 凡	李富翠
	寇长林	黄彩变
	刘兆辉	王小英
顾 问	肖世和	李生秀

前 言

正确识别小麦营养缺乏和过量的症状，是判断麦田土壤养分丰缺、指导小麦科学施肥的一个简捷途径。目前国内关于小麦缺素症状的图片资料缺乏，有限的一些图片也多是国外翻版，没有一本系统介绍小麦营养缺乏症状以及如何进行调控的书籍。特别是考虑到国内不少地区过量施肥的问题仍然比较突出，却没有营养过量后出现症状的原色图谱可资对照与甄别。在国家小麦产业技术体系的资助下，土壤施肥与水分研究室经过两年的努力，利用水培、砂培和土培试验，结合田间调研，初步得到了小麦十三种营养元素缺乏和过量的照片。现编辑成册，以期更好地指导我国小麦施肥，提高小麦产量和品质，实现节本增效和增产增收的目的。在这些资料成册的过程中得到了国家小麦产业技术体系首席科学家肖世和研究员、西北农林科技大学的李生秀教授和郑险峰博士的支持和指导。在此，谨向他们表示诚挚的谢意！

由于是初次研究制作小麦营养缺乏和过量症状的图谱，不足之处在所难免。欢迎读者不吝提出批评意见，使我们在今后的工作中做得更好。

编 者

2010年11月2日

目 录

前言

第一章 小麦必需营养元素及其生理功能	1
第一节 碳、氢、氧	1
第二节 氮、磷、钾	1
第三节 钙、镁、硫	4
第四节 铁、硼、锰、锌、钼、铜、氯	6
第二章 我国主要麦区土壤养分状况	10
第一节 大量营养元素	10
第二节 中量营养元素	11
第三节 微量营养元素	12
第三章 小麦营养缺乏和营养过量的症状	13
第一节 氮营养缺乏和过量的症状	13
第二节 磷营养缺乏和过量的症状	20
第三节 钾营养缺乏和过量的症状	24
第四节 钙营养缺乏和过量的症状	27
第五节 镁营养缺乏和过量的症状	31
第六节 硫营养缺乏和过量的症状	34
第七节 铁营养缺乏和过量的症状	36
第八节 锰营养缺乏和过量的症状	40
第九节 铜营养缺乏和过量的症状	43
第十节 锌营养缺乏和过量的症状	47
第十一节 钼营养缺乏和过量的症状	51
第十二节 硼营养缺乏和过量的症状	55
第十三节 氯营养缺乏和过量的症状	59

第四章 小麦营养缺乏或过量的基本调控措施	61
第一节 营养元素缺乏或过量的发生条件	61
第二节 营养元素缺乏或过量的诊断	62
第三节 营养元素缺乏或过量的补救措施	64
第五章 环境胁迫下小麦的营养缺乏与调控	70
第一节 干旱小麦的营养失调与调控	70
第二节 冻害小麦的营养失调与调控	71
第三节 盐害小麦的营养失调与调控	74
第四节 渍害小麦的营养失调与调控	76
第五节 药害小麦的营养失调与调控	77
参考文献	83



第一章 小麦必需营养元素及其生理功能

与其他农作物一样，小麦正常生长必需 16 种基本元素，它们分别是：碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锌、锰、钼、铜、氯。这些元素在小麦体内作为结构和功能物质，具有各自特定的生理作用。这些元素相互作用，保证了小麦的生长发育。

第一节 碳、氢、氧

碳是小麦生命体的基础构成和功能物质，是构成有机物的骨架元素，在小麦体内的含量达 40% 左右。碳原子与其他元素的不同结合形式，决定了小麦体内化合物的多样性。碳、氢、氧通过叶绿素在光能的参与下进行光合作用，首先合成了简单的碳水化合物糖类，然后进一步形成淀粉、纤维素、蛋白质、脂肪等重要有机物，最终形成农产品。氢、氧不仅参与碳水化合物的合成，而且在小麦合成有机物生化过程的氧化还原反应中起重要作用。

第二节 氮、磷、钾

氮 氮在作物体中的含量约为干物质重量的 0.3%~5%，在小麦不同生育阶段和不同器官的含量差异明显。氮素的生理功能主要有以下三个方面。

第一，氮是构成蛋白质和核酸的主要成分。小麦播于土壤中通过吸水膨胀后，种子内细胞原生质开始活动，种子萌发并开始生长。构成作物细胞原生质的基本物质是蛋白质，它由 22 种氨基酸组成（表 1），这些氨基酸在维持小麦生命过程中起着重要的作用。小麦吸收无机态的铵盐和硝酸盐，先生成氨基酸，然后

进一步合成蛋白质，其中氮的含量约为 16%~18%。因此，没有氮的参与，就没有细胞的形成，更谈不上生命的存在。核酸也是含氮的有机化合物，小麦体内所有的活细胞都含有核酸，核酸常与蛋白质相结合，构成核蛋白。在小麦生长发育过程中，小麦细胞的生长和分裂，必须有蛋白质和核酸的参与，否则小麦的一切生长发育和生命活动就无法完成。

表 1 作物蛋白质中氨基酸组成

甘氨酸	丙氨酸	缬氨酸	羟基脯氨酸
亮氨酸	异亮氨酸	己氨酸	脯氨酸
丝氨酸	苏氨酸	苯丙氨酸	胱氨酸
谷氨酸	色氨酸	精氨酸	半胱氨酸
组氨酸	赖氨酸	天冬氨酸	甲硫氨酸
羟基谷氨酸	酪氨酸		

第二，氮作为叶绿素的重要成分，参与光合作用。小麦叶片中，叶绿体占叶片干重的 20%~30%。叶绿体干物质中，蛋白质占总量的 45%~60%，叶绿素 a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) 和叶绿素 b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) 都是含氮化合物。叶绿体是小麦吸收光能进行光合作用的主要场所，叶绿素含量的多少，直接关系到碳水化合物形成的数量，与小麦生长发育和产量构成密切相关。小麦缺氮时，叶绿素的形成会受到抑制，小麦叶片表现出缺绿症状，从而导致光合作用减弱，碳水化合物合成数量减少。

第三，氮素是酶和多种维生素的组成成分。酶的主要成分就是蛋白质，小麦体内各种代谢过程都必须有酶的参与才能完成。酶在代谢过程中是生物催化剂，没有酶的参与，一切代谢过程都无法进行。所以，氮素又间接地通过酶的活动影响着小麦新陈代谢过程。小麦体内许多维生素，如维生素 B₁、B₂、B₆ 等，都含有氮元素，有些植物激素和生长素、生物碱等物质中也含有氮元素。因此，氮是小麦的主要营养元素，它对小麦的生命活动及对小麦品质和产量有着极其重要的影响。

磷 磷是小麦进行生命活动的重要元素，它分布于小麦体各个部位。磷被小麦吸收后，转运到生长旺盛的芽、根尖、子粒等部位，促进细胞增殖。由于磷在小麦体内能够活跃地移动，所以小麦体内不同部位的含磷量有很大差异，主要分布于进行重要代谢反应的部位。磷的生理功能主要有三种。

(1) 磷是构成小麦体中许多重要有机化合物的组成成分。组成小麦有机体及小麦生命活动过程中的许多有机化合物，如核蛋白、核酸、磷脂、植素、磷酸腺苷和许多酶的组成成分中，都含有大量的磷。核酸和核蛋白是构成细胞核和原生质的主要成分，在小麦生长和繁殖中起着重要作用。脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）是小麦生命过程中的重要遗传物质，它直接影响蛋白质的合成。磷脂是类似脂肪的物质，它不仅是原生质不可缺少的成分，也是原生质膜的重要成分，它与蛋白质结合形成的膜质结构在小麦细胞对养分的选择性吸收过程中起重要作用。同时它还可以增强细胞的渗透性，促进脂肪的代谢和转化。植素也是磷脂类化合物的一种，大量积累于种子中，在种子萌发时通过酶促作用形成游离态磷酸，满足幼苗生长对磷的需求。没有这种物质的存在，植物幼苗就无法健康生长。磷酸腺苷是一种高能化合物，它水解时可释放出大量能量，这种物质在能量代谢过程中起着贮存和供应能量的作用，进而参与光合作用中碳的固定与还原以及各种需要能量的生理过程。由磷参与构成的许多酶都具有特殊的催化能力，常见的辅酶Ⅰ（NAD）、辅酶Ⅱ（NADP）、黄素酶（FAD）等在小麦体的生物化学过程，如呼吸作用、光合作用、氮代谢中，都具有重要作用。

(2) 磷参与小麦的代谢过程。磷是小麦代谢过程中的调节剂，小麦体内糖和淀粉的合成，含氮化合物及脂肪的代谢都需磷的参与。

(3) 磷能促进小麦花芽分化，缩短花芽分化时间，缩短小麦生长发育期，同时可增强小麦的抗旱能力和耐寒能力。

总之，磷对小麦的生长具有重要作用。在小麦生育初期细胞

数量急剧增加，如果此时能够吸收适量的磷，可促进分蘖、伸长及开花结实，使小麦强壮，提高抗病能力。小麦吸收适量的磷，可提高子粒与茎叶的比率，增加产量。

钾 钾在小麦体细胞液中以离子形式存在。在小麦生长发育初期，茎叶中含钾量高，从子粒形成开始，茎的钾含量增加。在小麦体内，钾是易于移动的元素。钾的生理功能可归纳为以下两种。

(1) 钾影响小麦代谢过程。许多代谢过程需要钾元素，如光合作用，有了钾的参与，代谢强度及效率大大提高，这主要因为钾是小麦代谢过程中许多酶的活化剂，对代谢过程起加速器的作用。小麦从根部吸收的硝酸盐，大部分在地上部被还原，并用于蛋白质合成。缺钾时，硝酸盐的转运受阻，使硝酸盐在体内积累。由此可见，钾不仅能促进碳水化合物形成，而且在核酸和蛋白质合成过程中，也起重要作用。

(2) 钾能够提高小麦的抗逆性。增施钾肥可提高小麦的抗旱能力、抗寒能力、抗病能力和抗倒伏能力。钾离子对原生质胶体具有调节作用，可与钙离子共同作用，使原生质胶体保持一定的分散度，同时保持一定透性和黏滞性，使水分顺利进入细胞，增强细胞持水力，从而增加抗旱能力。缺钾时，调节小麦体内水分代谢的作用减弱，小麦水分蒸腾强烈，易萎蔫。相反，钾充足时细胞可以维持膨压，茎叶挺立。由于钾可促进碳代谢，当叶片合成的碳水化合物，以蔗糖为主要形式向子粒运输时，钾起重要作用。钾充足时可增加小麦体内糖的含量，从而提高了小麦细胞的渗透压，增强小麦的抗寒能力。钾还参与小麦茎秆的纤维素合成，增施钾肥可提高小麦茎秆中的纤维素含量，促进维管束发育，使小麦茎秆强度增加，从而提高抗倒伏能力，并且能够提高小麦对许多危害茎叶疾病的抵抗能力。

第三节 钙、镁、硫

钙 钙对小麦生长发育和新陈代谢过程都有一定作用。

(1) 以果胶酸钙的形态存在于细胞壁的中胶层中，可以加固细胞，并促进细胞壁的形成；在根系发育过程中，缺钙时根尖细胞受到破坏，细胞壁产生黏性，根系停止生长，不能形成根毛，影响小麦对水分和养分的吸收。

(2) 它可使细胞原生质脱水浓缩，增加原生质黏滞性；与钾离子在这方面的功能恰好相反，正是钙、钾的这种拮抗作用，才能使细胞质保持生命活动所需的正常状态。

(3) 钙是某些酶的活化剂，可增强碳水化合物的代谢，对促进小麦的有氧呼吸具有一定的作用。

(4) 钙在小麦体中与代谢过程的有机酸结合，起到中和过多有机酸的作用，从而调节小麦体内 pH。因此，叶片中含钙量比茎和子粒多。如果叶片中积累有机酸，就会使细胞液呈酸性，阻碍小麦的正常生理活动。

(5) 钙与某些离子产生拮抗作用，消除营养环境中其他过多离子的毒害作用。钙与铵离子拮抗，消除土壤溶液中过多的铵毒害，与氢、铝、钠离子拮抗，减少酸性土壤中氢、铝离子和碱性土壤中钠离子积累过高对小麦产生的毒害作用。

镁 镁主要存在于植物幼嫩组织器官中，植物成熟时则集中转移存在于种子中。其生理功能表现在四个方面。

(1) 镁是叶绿素的重要成分。叶绿素 a 和叶绿素 b 都是含镁化合物，因此镁对小麦的光合作用具有重要影响，没有镁的参与，叶绿素不能形成，光合作用就无法完成。缺镁时常出现叶脉之间失绿现象。

(2) 镁是植素的组成成分，小麦在开花期缺镁，植素形成受阻，无法在小麦种子贮藏磷，因而使幼苗生长时供磷能力受阻，幼苗因缺磷而生长迟缓。缺镁时，以磷为中心的核蛋白和核酸的合成衰退，因此，即使施用充足的磷也不易被小麦吸收，而且小麦的营养生长及花芽形成会明显受阻。

(3) 镁是许多酶的活化剂，能加速酶促反应，促进碳水化合物的代谢和呼吸作用。

(4) 镁能促进植物合成维生素 A 和维生素 C, 改善小麦品质。镁是叶绿素的组成成分, 缺乏时叶片变黄, 光合作用下降。症状较轻时, 叶色变淡, 对茎叶的生长及产量影响不大, 但缺乏严重时老叶几乎完全失绿, 落叶严重, 导致糖分减少, 产量降低, 品质下降。

硫 硫是构成蛋白质和酶的组成成分, 特别是甲硫氨酸、半胱氨酸等含硫氨基酸的组成成分。硫在植物体内除以有机态存在外, 有相当多的硫是以无机态存在。硫的生理功能表现在三个方面。

(1) 促进蛋白质的合成。一些决定小麦产品营养价值的氨基酸中含有硫, 直接影响着农产品品质。缺硫时, 这些氨基酸合成蛋白质受阻, 影响小麦生长发育和产量、品质形成过程。

(2) 硫在小麦体内通过氧化还原过程, 参与有机物的形成。缺硫时, 呼吸作用受阻, 有机酸形成减少, 进而影响蛋白质的合成。

(3) 虽然叶绿素中不含硫, 但硫对叶绿素形成具有一定作用, 硫间接地参与叶绿素生成。缺硫时叶绿素形成减少, 严重时叶片失绿。

硫在体内的移动状况与氮、磷类似, 它被小麦吸收后, 从茎向叶鞘、叶片移动, 在叶片合成蛋白质后向穗部移动。缺硫时, 由于蛋白质合成受阻, 根部发育衰退, 影响养分的吸收。缺硫的叶片全部变黄, 老叶比幼叶严重, 而且叶片变小, 与缺氮相似。缺氮时, 叶片黄化是从前端开始, 而缺硫时, 是整个叶片同时黄化。

第四节 铁、硼、锰、锌、钼、铜、氯

铁 植物体内铁含量一般占干重的千分之三, 呈有机化合物存在, 有三个主要营养生理功能。

(1) 铁是植物光合作用不可缺少的元素。铁在小麦体内的含量为 100ppm^① 左右, 虽然铁元素不是叶绿素的组成成分, 但小

^① ppm 为百万分之一。

麦体内相当一部分铁存在于叶绿体中，与叶绿体的磷蛋白结合在一起。铁对叶绿素的合成具有重要作用，缺乏时叶绿素不能合成，叶片黄白化。

(2) 铁对植物的有氧呼吸具有重要作用。小麦体内许多重要的呼吸酶如细胞色素氧化酶、过氧化氢酶、过氧化物酶等都是含铁有机化合物，铁通过二价铁 (Fe^{2+}) 和三价铁 (Fe^{3+}) 的相互转化，参与体内的氧化还原反应，还可能在呼吸作用中起运氧作用。因此铁参与小麦的呼吸作用，影响小麦与能量有关的生理活动。

(3) 铁和氮代谢有关，缺乏时蛋白质的合成受阻，小麦体内积累可溶性氮化合物，抗病能力下降。

与钙一样，铁是在小麦体内不易移动的元素之一，故缺乏症常出现于新叶。不管处于哪个生育期，只要根部的吸收减弱，除新叶中脉及侧脉残留一点绿色外，整个叶片变黄白色。如果小麦处于缺铁状态下，对其放任不管，新长出的幼叶会变小，幼芽不生长而萎缩。

硼 硼在植物体中的含量一般为干物质的百万分之一至百万分之三，多集中于植物的幼嫩分生组织和生殖器官，柱头、子房、花药中都富含硼。小麦等禾本科作物中硼的含量远低于双子叶植物特别是豆科和十字花科作物。硼的生理功能表现为以下几个方面。

(1) 硼对小麦生殖器官的形成具有重要作用。硼能促进柱头萌发、花粉管伸入子房以及种子的形成。花药和花丝对缺硼特别敏感，缺硼时造成花药和花丝退化。

(2) 硼对植物体内的碳水化合物运输具有良好的促进作用。研究表明，缺硼可使蔗糖的运输速度明显下降，因为硼可与糖类形成络合物，这种络合物通过细胞膜的速度比单一的糖分子更快。

(3) 硼对光合作用有一定的影响。叶绿体内的硼含量较高，缺硼时叶绿体容易发生退化现象。



(4) 硼可提高小麦抗性。小麦细胞壁中含硼较多，它可提高小麦细胞原生质的黏滞性，增强原生质胶体与水的结合能力，从而起到控制水分的作用，提高小麦抗旱抗寒能力。

锰 锰的生理功能主要有三种。①锰参与光合作用，小麦施用适量的锰，体内的抗坏血酸含量显著提高，而抗坏血酸可有效促进光合作用。②锰能提高小麦的呼吸强度。锰对糖酵解过程中的许多酶有活化作用，同时也是三羧酸循环中某些酶的活化剂，因此，它影响着小麦体内的氧化还原作用，适量的锰对小麦呼吸作用具有重要意义。③锰对小麦利用硝酸盐具有一定影响，锰是硝酸还原酶的活化剂，缺锰时植物对硝酸盐的吸收和同化能力下降，从而降低小麦对硝态氮的吸收能力。

健康的小麦含有 50~100mg/kg 的锰，缺锰时叶片的绿色变浅。锰和铁在小麦体内紧密联系，参与叶绿素的形成，促进氧化酶的作用，并参与氮代谢、碳水化合物的同化以及抗坏血酸（维生素 C）的生成。小麦吸收过多的锰可引起铁吸收下降，铁吸收增多也可引起锰吸收减少。

锌 相对于需锌较多的豆科作物，小麦对锌的需求较低。其生理功能主要有三个方面。

(1) 锌参与植物的光合作用和呼吸作用。锌是小麦体内碳酸酐酶的组成成分，碳酸酐酶可催化二氧化碳和水分子作用而形成碳酸，这个过程与光合作用、呼吸作用及碳水化合物的合成关系密切。

(2) 锌对小麦体内某些酶具有活化作用，使小麦保持正常的氧化还原势。

(3) 锌对植株生长和种子形成有重要影响。锌在小麦体内参与生长素（吲哚乙酸）的合成。缺锌时，小麦体内色氨酸形成受阻，从而影响生长素的合成，导致植株生长矮小，种子形成受到影响。

锌在生长旺盛的新叶和茎节中含量较高。在一片叶中，主脉及叶缘较多。缺锌时小麦节间的伸长受阻，呈丛生状，小麦不能

正常生长，严重缺乏时叶片变小，脉间出现明显的黄色斑纹。此外，缺锌时小麦根系受侵害，水分及养分的吸收受阻，产量和品质均下降。

钼 钼的生理功能主要表现在参与氮代谢作用。钼能促进小麦吸收利用硝态氮。钼是硝酸还原酶的组成成分，参与硝态氮的还原过程。缺钼时，小麦施用硝态氮肥，体内的硝酸根积累增加，蛋白质合成减少，引起毒害。此外，钼与维生素 C 的生成有关，缺钼时其含量减少，施钼则增加。小麦适当地吸收钼，可以减轻锌、铜、镍等重金属的过剩毒害，并且促进磷的有机化。

铜 铜在小麦体内含量为 5~20ppm，属需要量较少的微量元素。铜主要存在于小麦体的幼嫩部分，其生理功能主要体现在影响小麦的氧化还原过程和光合作用。

(1) 铜对小麦的氧化还原过程有重要作用。铜是小麦体内许多酶如多酚氧化酶和抗坏血酸氧化酶的组成成分。在茎叶中铜作为各种氧化酶的组成成分，在生物体内起氧化催化剂的作用。与叶片和茎相比，铜在根中含量较多，因此它与根系的酶有关，参与氧化还原。

(2) 铜影响小麦的光合作用。多酚氧化酶是一种含铜酶，这种酶是叶绿体的组成成分，它影响着叶绿素的合成。同时，铜参与叶绿体内光化学反应生成氧气。缺铜时叶绿素减少，光合作用减弱。

氯 氯在小麦体内的含量与磷、硫相似，大量存在于小麦茎、叶柄和叶尖部分，容易移动。氯的生理功能主要体现在它对小麦光合作用的影响。氯在叶绿体内光合反应中是不可缺少的元素，氯在叶绿体正常光合作用受阻时起活化光合反应的作用。其次，氯参与淀粉、纤维素、木质素等生成，当存在适量的氯时，这些高分子化合物则增加。小麦缺氯时，叶尖黄化，整株生长不良。氯还可以促进小麦对阳离子的吸收和促进小麦成熟。



第二章 我国主要麦区土壤养分状况

我国主要小麦产区土壤养分的丰缺状况因地区和养分种类而异。

第一节 大量营养元素

氮 我国小麦种植区土壤全氮含量的基本分布特点是：东北平原较高，黄淮海平原、西北高原、蒙新地区较低，华东、华南、中南、西南地区中等。大体呈现南北较高，中部略低的分布。一般认为土壤全氮含量小于 0.2% 即有可能缺氮。我国大部分小麦种植区的土壤全氮含量都在 0.2% 以下，所以我国几乎所有小麦种植区都需要施用化学氮肥。我国小麦种植区相对缺氮的土壤主要分布在我国西北和华北地区。一般把土壤全氮含量等于 0.075% 作为严重缺氮的界线，等于或低于这一界线的地区主要分布在山东、河北、河南、陕西、新疆等地。

20 世纪 80 年代开始开展全国第二次土壤普查工作，并在此基础上推广测土配方施肥技术，不仅小麦产量达到持续不断地提高，而且土壤肥力也逐步提升，土壤全氮和有效氮含量有了较大幅度的提高。但是我国部分地区出现氮肥投入过量现象，应引起特别重视。调查表明，北京 150 块地小麦平均施氮量为 309kg/ha；河北辛集小麦平均施氮量为 359kg/ha；山东桓台小麦平均施氮量为 652kg/ha。根据当前的小麦产量水平和地力状况，氮肥 (N) 用量应控制在 120~240kg/ha 范围内。

磷 我国小麦种植区缺磷土壤主要分布在北方石灰性土壤、东北白浆土、红壤、紫色土等。一般认为土壤有效磷 (P) 小于 10mg/kg 的土壤为缺磷土壤，小麦施用磷肥，一般都有明显的增产效应。当土壤有效磷 (P) 大于 20mg/kg 时，施用磷肥没有