

化肥与无公害农业

林葆 主编



中国农业出版社

化肥与无公害农业

林 葆 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化肥与无公害农业/林葆主编. —北京: 中国农业出版社, 2003.3

ISBN 7-109-08148-6

I. 化... II. 林... III. ①化学肥料—基本知识
②农业生产—无污染技术 IV. S

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 011933 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 贺志清

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 6.25

字数: 152 千字 印数: 1~4 000 册

定价: 15.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序 言

施用化肥在农业增产中的作用是无可争议的事实。近年来随着我国化肥用量的迅速增加，局部地区和某些作物上出现过量和不合理施用化肥现象，产生了一些负面影响，这是不可忽视的，也为化肥的施用提出了新的研究方向和课题。

党的十一届三中全会以来，农村实行联产承包责任制，调动了亿万农民的积极性，解放和发展了生产力。各级政府及时在农业生产上给予有力扶持。我国农产品已经实现了由长期短缺到供需基本平衡，丰年有余的历史性转变，全国农村总体上由温饱进入了小康的新阶段。在这一新形势下，施用化肥在提高产量的同时，应当更加注重提高农产品质量，增加农民收入，同时，要改善生态环境，注重农产品的安全，保障人民健康。此方面的工作处在刚刚开始阶段，社会上却出现了一些关于施用化肥不科学的宣传，这些宣传存在相当大的片面性，有的甚至是没有根据的商业性炒作，从而对我国的化肥生产和化肥施用产生了不良影响，起了误导的作用。这些片面和不正确的宣传，主要集中在化肥与绿色食品、化肥与土壤肥力和化肥与生态环境三个方面。

—

何谓肥料？肥料是“以提供植物养分为其主要功效的物料”^①，简言之，肥料是植物的“粮食”。这一术语为什么是肥

① 引自国家标准《肥料和土壤调理剂 术语》(GB/T 6274-1997)。

料，什么不是肥料划定了界线。根据国家标准中的这一术语，植物激素类（如生长素、赤霉素、细胞分裂素等）和人工合成的植物生长调节剂（如萘乙酸、2, 4-D、矮壮素等）不属于肥料之列，虽然使用生长调节剂与施肥有关，有时两者可配合使用。声、光、电、磁等物理因素也不是肥料，如磁肥的名称是不正确的。这些物理因素对植物的生长、发育有影响，尤其是光，是植物生长、发育必需的外界条件之一，但不属于肥料之列。肥料通常有三大类，即有机肥料、化学肥料（矿质肥料）和微生物肥料（菌肥或菌剂）。从农业生产中养分的循环来看，三者之间性质存在着不同。有机肥料是人们最早开始施用的肥料，有机肥料的历史几乎与农业中的种植业同样久远。农民把人、畜不能利用的有机废弃物，以有机肥料的形式归还于土壤，是农业生产中物质和能量循环利用的最好方式。否则，不仅会造成很大的浪费，还会引起环境的污染。有机肥中含有大量有机碳、氮等物质，同时具有肥料和土壤调理剂（用于保持和改善植物营养和土壤物理化学性质以及生物活性的各种物料）的作用。但是，施用有机肥料，本质上是农业生产内部物质和能量的循环利用。历史资料证实，只施有机肥料，可以维持土壤肥力和产量，但从总体上看，难以大幅度提高产量。化学肥料的施用虽然只有 160 年的历史（不包括施用天然的矿质肥料），但是，施用化肥是在农业本身养分和能量的循环中，投入了外界新的养分和能量，使作物产量得以迅速地、大幅度地提高。因此，化肥的生产量和使用量增加很快。在我国肥料使用的总量中，以养分计算约占 $2/3$ ，其中氮素养分占 80%，磷素养分占 75%，只有钾素养分，仍以有机肥中的钾为主。微生物肥料是有益微生物的活体制品，施用后由于有益微生物的作用，或有益微生物以及与之共生的作物相互作用，起改善植物营养条件，或兼有刺激植物生长的作用。由于起作用的是微生物活体，这类肥料的作用往往与施用的土壤条件有十分密切的关系，即在该条件下，这些有益微生物要能够生长、繁殖，并

发挥作用。其中以生物固氮类的微生物（共生或自生的）及其制剂受到普遍重视。

二

化学肥料的生产和使用，是以德国农业化学家李比希（J.V.Liebig）提出的植物矿质营养理论为基础的。绿色植物生长、发育需要光、热、水分、养分和空气。植物到底从周围环境中吸取了一些什么养分（养料），这是从 17 世纪以来，人们就开始通过试验进行探索的问题。自 18 世纪后期以来有过多次数争论，有人认为植物仅仅以水为营养，也有人认为植物以土壤中的腐殖质为营养。直到 1840 年德国化学家李比希发表了“化学在农业和植物生理学上的应用”的论文，提出植物吸收矿物质为营养的论断，并为实践证实。同期，法国学者布森高（J.V.D. Biussingault）于 1843 年建立了第一个农业试验站，对各种轮作制中产量的成分进行了较为精确的分析。根据试验结果指出，作物中的碳来自空气中的二氧化碳，而不是土壤腐殖质。轮作中有豆科作物时，收获物中的总氮量常超出肥料中的氮，发现了豆科作物有增加收获物中氮素的能力。正是李比希的植物矿质营养理论和布森高的植物碳、氮营养学说，为肥料科学的发展奠定了基础。1886—1888 年德国学者赫尔里格尔（H. Hellriegel）在砂培条件下证明，豆科作物只有形成根瘤才能固定空气中的氮。1888 年荷兰学者贝叶林克（M.W. Beijerinck）分离出了根瘤菌，这是微生物肥料方面的突破。100 多年来世界各国在植物营养研究方面取得了长足的进步，先后肯定了植物必需的 16 种大量、中量和微量营养元素，搞清了它们的来源和植物主要吸收、利用的形态和途径，以及植物从土壤中吸收矿质养分后，与空气和水中的碳、氢、氧如何通过光合作用，合成糖、蛋白质和脂肪等等。在正确科学理论的指导下，化肥生产和使用的发展如火如荼。

1842 年在英国开始用硫酸分解骨粉（或磷矿石粉），生产出过磷酸钙。1860 年前后，德国人从钾盐矿中提炼出钾肥。20 世纪初，相继有用电弧法生产硝酸，制成硝酸钙；用电炉法生产碳化钙（电石），制成氰铵化钙（石灰氮）；用合成氨法生产硫酸铵。这些是早期的氮肥。此后随着生产工艺的发展，化肥的浓度（养分含量）逐渐提高，养分由单一向复合发展。自 1950 年到 1980 年的 30 年中，世界化肥的产量以每 10 年翻一番的速度增长，以后增长速度开始放慢。1998 年世界化肥总产达到 1.47 亿 t（ $N + P_2O_5 + K_2O$ ，下同）。我国自上世纪的 30 年代开始生产化肥，化肥工业的体系是新中国成立后建立起来的。进入 20 世纪 70 年代，化肥产量增加很快，同时每年还进口大量化肥。2000 年我国化肥产量达到 3 185.73 万 t，使用量达到 4 146.34 万 t，约占世界总量的 20% 和 30%，均居世界第一位。化肥在农业生产中发挥了十分重要的作用。根据联合国粮农组织的资料，发展中国家施肥可提高粮食单位面积产量 55%~57%，提高总产 30%~31%。根据我国全国化肥试验网 1981—1983 年的大量试验结果，施用化肥比不施化肥可提高水稻、玉米、棉花单位面积产量 40%~50%，提高小麦、油菜等越冬作物单位面积产量 50%~60%，提高大豆单位面积产量 20%。粗略地说，施用化肥比不施化肥可提高单产 50%，作物总产中有 1/3 是施用化肥的贡献。

从以上概况可以清楚看出，植物营养理论上的突破和化肥工业的兴起，在农业生产上起到巨大作用。直到今天，作为化肥生产和使用的理论基础——矿质营养理论并没有过时，更没有被推翻。施用有机肥后，植物吸收的主要不是有机物，而是被微生物分解后的矿物质。这些矿质养分和化肥中的矿质养分的成分是一样的。正是基于植物矿质营养理论，用化肥生产出的农产品，其营养价值和安全性也是不存在问题的。由于化肥是“浓缩”的养分，合理施用化肥不会对生产的食品造成污染，而且化肥比起现在的许多有机肥，如城镇垃圾堆肥、工厂化养殖场的畜、禽粪

尿，从对食品和环境的污染来看要清洁得多。因此，在绿色食品生产中，把有机肥和化肥对立起来，认为只能使用有机肥，不能使用化肥的说法，不论从科学道理上，还是从生产实践上都是站不住脚的。他们是在国外有机农业的影响下，对我国肥料使用的误导。其实，我国才是有机农业的发祥地和“老祖宗”。关于这个问题留待以后再进行论述。

三

施化肥会不会破坏土壤，降低土壤肥力？其实这是一个从理论到实践上已经解决的问题。但是，在我国还经常有文字材料见诸书本和报端，说施用化肥会破坏土壤。在口头上把施用化肥可能产生的负面作用说得更为严重。可见在部分人内心并没有解决这个问题。一方面觉得离不开化肥，不用化肥就要减产；另一方面又对施用化肥存在疑虑，甚至有恐惧心理。其实从化肥诞生起，人们就开始比较化肥与有机肥的作用。最早的试验可追溯到1842年在英国洛桑试验站（Rothamsted Experimental Station）布置的肥料长期定位试验，施用化肥的小麦产量和施用有机肥是一致的。我国有不少人去过了这个位于伦敦不远的试验站，并亲眼目睹了这一事实。1976年在法国的Grignon举行了一次长期试验的国际会议，出示的资料都是50年以上的。这样的试验全世界大约有30多个。结果证实，在施入养分（氮、磷、钾）数量基本相同的情况下，施化肥的产量一般高于施有机肥的产量。在有机肥的养分量高于化肥的情况下，在试验的初期作物产量仍以施用化肥的为高，以后施用有机肥的产量与施用化肥相当，或超过施用化肥的产量。在对土壤肥力的影响方面，由于有机肥中含有大量含碳的有机成分，对增加土壤有机质的作用明显高于化肥，因而对土壤的某些理化、生物性状有改善作用。但是，在氮、磷、钾化肥配合施用的情况下，由于作物生长茂盛，根系等有机物残

留较多，土壤有机质也是缓慢增加的。至于土壤中的养分是否增加，主要取决于各种养分投入与产出的平衡状况。不论是施用有机肥或化肥，如果投入大于产出（包括各种途径的损失），养分有盈余，土壤中养分表现为积累（增加）的趋势；反之，养分有亏缺，则土壤中养分表现为消耗（减少）的趋势。其中以磷素养分表现最为明显。从世界各地大量的试验看，也有某些特殊的情况。例如新开垦的多年生草地或砍伐后的林地用于种植一年生作物，或质地疏松的砂土，不论施用有机肥或化肥，都很难保持试验开始时的土壤肥力。

我国的肥料长期试验也不少，只是时间没有国外长，有的也已经坚持了 20 年以上。1992 年我们曾经对 52 个连续 10 年以上的试验进行了阶段性总结，有关资料已经在《长期施肥的作物产量和土壤肥力变化》（中国农业科技出版社，1996）一书中发表。不论从施用化肥还是施用有机肥对作物产量和土壤肥力的影响看，其结果与国外是一致的。但从中也可以看出，我国耕地的土壤肥力是比较低的；与无肥区相比，施肥的增产幅度比较大；单施氮肥在试验开始时产量较高，但由于对土壤中磷、钾养分的消耗，产量很快大幅度下降。所有试验，都得出有机肥与化肥配合施用，对产量和土壤肥力的提高最为有利的结论。

四

近年来人们对生态环境状况给予了更多的关注，但是化肥施用对我国生态环境的不良影响有多么严重，是一个值得探讨的问题。根据现有资料，过量和不合理施用化肥作为面源污染的因素之一，影响是多方面的，主要有大气、地表水和浅层地下水三个方面。

在讨论化肥可能引起的面源污染前，我们首先应当看到施用化肥在环境方面所起的正效应，例如对大气中的温室气体的影

响。有资料认为，在全球变暖中 CO_2 所起的作用最大。工业化社会中大量消耗石油、煤炭、天然气等是 CO_2 增加的主要原因。但是，在生物圈中，人和各种动物，还有一些微生物是消耗氧气，排放 CO_2 的。而绿色植物正好相反，是同化 CO_2 释放氧气的。施用化肥在增加绿色植物的生物量方面，也就是同化 CO_2 释放氧气，从而在清洁空气方面有重要的作用。同时，施用化肥，促使植物茂盛生长，地上部覆盖良好，地下部根系增加，可以减轻地表径流和土壤中矿质营养的下渗，从而减轻地表水和地下水可能因肥料引起的污染。

近年来我国一些湖泊的富营养化发展迅速，太湖、巢湖、滇池的水质恶化严重。根据近年在太湖流域的研究，水体中的氮素主要来源于人、畜排泄物和生活废弃物，甚至有些水面淡水养殖的饲料中养分的投入量也超过农田的养分流失量。而磷素的来源也以人、畜排泄物和淡水养殖为主。因此，单纯减少化肥用量是否就能有效防治湖泊的面源污染，值得考虑。而浅层地下水中的硝酸盐超过饮用水的标准，已有试验证实和过量施用氮肥密切相关，尤其是在保护地的蔬菜种植区更为明显。看来，化肥引起的面源污染问题还应当进一步研究。

五

正是针对以上三个方面的问题，在本书中我们组织了三方面的文章：第一，针对施用化肥与农产品质量和安全方面；第二，针对施用化肥与土壤肥力方面；第三，施用化肥与生态环境方面。上海市农业科学院土壤肥料研究所奚振邦研究员以其对上述问题的敏感性，较早指出了目前对化肥施用方面的一些片面认识，他的文章涉及到上述三个方面的问题。在施肥与环境方面，中国科学院南京土壤研究所曹志洪研究员结合自己的研究工作，进行了综述。鉴于硝态氮问题是目前讨论的一个热点，我们请西

北农林科技大学资源与环境科学系李生秀教授撰写了“土壤和植物中的铵、硝态氮”一文，对土壤—植物系统中的铵态氮和硝态氮做了一个全面的论述。关于硝酸盐与人体健康是一个相当复杂的问题，由于我们不从事这方面的工作，今后只有仰仗医学方面的专家来进一步阐明了。同时，我们讨论化肥问题，也离不开有机肥。我们请中国农业科学院土壤肥料研究所张夫道研究员撰文，特别对当今有机肥的状况以及施用不当，也完全可能造成环境污染进行了阐述。另外，对 21 世纪化肥的作用和使用前景，由中国农业科学院土壤肥料研究所李家康研究员等撰文进行了剖析。全书由林葆研究员进行了统稿和编排。各篇文章的篇幅和撰写的格调不尽一致，尊重作者意见，未做大的删改。编写本书的目的，在于使广大读者对化肥有一个比较全面的认识，以利在新世纪的开端，在化肥的生产和使用的导向上有所帮助。由于作者知识水平有限，书中不妥和错误之处难免，欢迎读者提出宝贵意见。

中国农业科学院土壤肥料研究所 林葆

2002 年 12 月

目 录

序言

绿色食品、有机食品与化肥	奚振邦 (1)
化肥与无公害食品	林葆 李家康 金继运 (13)
化肥与农产品质量问题	奚振邦 (24)
化肥与土壤肥力	林葆 金继运 (36)
化肥与生态环境的宏观视角	奚振邦 (48)
施肥与环境	曹志洪 (58)
土壤和植物中的铵、硝态氮	李生秀 王朝辉 (101)
无公害农业中有机肥料的作用和地位	张夫道 (141)
化肥与农业	奚振邦 (159)
21 世纪中国化肥应用前景	李家康 林葆 梁国庆 (175)

绿色食品、有机食品与化肥^①

奚振邦

(上海市农业科学院土壤肥料研究所, 上海 201106)

摘 要

生产和消费绿色食品、有机食品正在成为我国的一种时尚。本文主要讨论了以下内容: ①绿色食品、有机食品的基本意义; ②绿色食品、有机食品的发展与农业现代化; ③化肥不是农药, 两者不能同样对待; ④发展绿色食品、有机食品的积极意义和可能面临的问题。

作者认为, 发展无污染、洁净而面向公众的农产品, 提高农产品的公众信誉度, 可能是一个真正的“商机”。

一、绿色食品与有机产品

当今农产品的绿色象征清洁与无公害, “有机”象征生态安全与回归自然, 正在我国悄然风行。生产和消费“绿色食品”或“有机产品”已成为一种时尚。

众所周知, 农产品的绿色含义, 可能源于叶片中进行光合作用的叶绿素的绿色。叶绿素是制造世上一切有机物和启动无机—有机物转化循环的初始物质基础。由此可以认为, 绿色食品或绿色产品的本来意义, 应是作物在自然背景下, 在无人为干扰及环

① 本文以“正确认识绿色食品、有机食品与化肥”的标题曾刊登于2002年第2期《磷肥与复肥》上, 收入本书时做了修改与补充。

境污染下生产的产品，即无污染的洁净农产品。人们喜欢绿色，崇尚绿色食品，反映了一种回归自然、享受洁净食品的良好愿望。国家为此建立了“中国绿色食品发展中心”。制定了AA级与A级两类绿色食品的环境质量标准、生产操作规程（标准）、产品标准与包装标准。

有机农产品或有机食品的含义则没有“绿色食品”那样清晰。一般认为，这类产品①要求生产环境接近天然、无污染与生态安全；②严格控制产品的生产过程，投入的生产资料（肥料、农药、农用水）应源于自然，回归传统。只允许应用天然有机物和若干规定的矿产品，原则上禁用任何人工制造的生产资料（把加工过程也看成是一种污染）；③作物的生育缓慢，能保持产品的传统、风味，使消费者能感觉出与市场上大宗产品的差异。这反映出人们回归自然的心态和享受天然洁净食品的愿望。国际有机作物改良协会（OCIA）的基本原则认为，农民比其他任何人更了解农业生产系统，要使消费者信任、识别和赞赏那些（从事有机产品生产的）自然遗产的忠实管理者。OCIA（1998）的颁证标准中对有机作物产品的生产过程与贮运加工等都有严格的规定。由于农业生产本质上是经由作物将无机物变为有机物的过程，因而从一般的科学意义上讲，任何农产品都应是有机产品。但鉴于目前有机作物生产的基本特征是生态环境无公害，生产过程回归传统，应用天然有机物生产资料（有机肥、有机农药、天然矿物），实现有机物再循环。故可以这样认为，有机食品是在生态安全的自然环境中，在有机物再循环过程中生产的洁净食品，或简称为有机再循环食品（organic recycling food）。

可见，绿色食品与有机食品，既有相同要求，又有不同特点。两者都要求生产环境的安全与产品的洁净优质。但绿色食品似强调上市产品的无污染与不超控制标准；而有机食品则更强调对产品生产过程和生产资料的控制，力求回归传统，保持产品的

洁净与天然风味。可以认为，有机食品的生产控制要求更高。

二、农业现代化与绿色和有机食品

地球上自从有了人类，有了人类的生存竞争，以及与此相伴的智能发展，人口随之不断增长，科学技术与生产力突飞猛进。人们在充分利用有限的自然资源的同时，必须用现代科技和物质手段去影响、加速农作物的自然生产过程，以获得更多的农产品，满足人类日益增长的要求。这种对农作物生产过程的影响和加速，我们称之为“农业现代化（机械化、化学化、水利化、智能化）”。随着大量化肥、农药和农业机械的投入，农作物产量迅速增长，农业生产的面貌日新月异。但在收获充足、丰富农产品的同时，其副作用也随之产生。从生产农药、化肥的工厂“三废”到将其施入农田后，在环境中的残留，水体的富营养化；从农机具的燃料消耗，对土壤表层肥沃结构的影响，到大量难以降解薄膜的“白色污染”，都有扩大和加剧之势，已引起人们的警惕和极大关注。于是一个“提倡绿色，回归自然”的口号回响，跟在这一口号后面，一个开发“绿色食品、有机食品”的“商机”似乎降临。

然而农业现代化能够停滞、减速甚至走回头路吗？中国近几年的粮食总产量达到创记录的约5 000亿 kg，人们丰衣足食。如果因为回归自然，改变生产方式，产量可能降到20年前的3 000多亿 kg，那是一种什么局面呢？还能够使13亿人口温饱小康吗？还能有那么多的耕地用来种植棉、油、麻、果、茶、菜、糖、药等经济作物来改善我们的生活，丰富我们的餐桌吗？显然，这是不现实的。我们的农业生产不可能在总体上回归自然，实施那种基本上是封闭的有机再循环生产。即使是那些耕地很富裕，人均耕地达到 $0.33\sim 0.67\text{hm}^2$ 的国家，实施有机再循环生产的农作物也只占极小比例，或局限于小规模耕作单元，如一个农场、一个有条件实施三区轮作的耕作单元等。在这些单元内，可以实施相对封闭的有机物再循环。如在种粮区、种牧草区

和休闲区的三区轮作单元内，可将粮食区与牧草区的收获物饲喂畜禽，产生的粪便和其他有机废弃物用作第二轮粮食区的肥料。前一轮的休闲地和牧草地，分别用作后一轮的牧草地和粮食地。如此，既有休闲地自然生草与牧草以恢复地力，又有内部有机废弃物再循环的恢复地力。故只要对其补充少量商品生产资料和平衡地出售其农牧产品，即可实现其较长期而相对封闭的有机再循环生产，保持其生态环境的相对安全和获得更为洁净的农产品（三区轮作见图 1）。

第一年	粮食	牧草	休闲
第二年	休闲	粮食	牧草
第三年	牧草	休闲	粮食

图 1 耕地三区轮作示意图

同时应看到，由于农业生态环境的大范围相互影响（如大气环流带来的酸雨，降尘甚至沙尘暴，水体的富营养化，江、湖、河、海的赤潮等），以及受有机耕作单元周边非控制的、现代化生产的生态环境影响，实际上很难实现真正的、封闭的有机再循环生产。而对那些人多地少，复种指数高，无法实施轮作，年复一年地种植单一作物（连作），农牧业发展不平衡的国家和地区，即使划分出单一的有机作物生产单元，因为没有土地用于休闲和种牧草，没有配套的畜禽生产，缺乏足够的有机产品和废弃物，就很难在内部实施有机物再循环，恢复地力，实施有一定生产水平的有机产品生产。这些单元往往只能从外部引入一定的农产品和大量有机肥等生产资料。而引入的这些有机物的产地，尽管其生产环境可能较安全，有机肥也可能经过无害化处理，但因其所处的生态环境未加监控，每年每季都要施用大量化肥、农药，就无法保证其产品能达到有机再循环生产的要求。

三、化肥不是农药

由工厂合成的农药，往往与天然产品完全不同，是一些在自然环境中不存在的有机物。使用农药的目的是有针对性地“杀生”，用以消灭虫害、病原或杂草，人们自然会认为，农药对人体也有害，不安全。事实上，一些农药成分能在人体和动物体内积累，如有机氯；一些成分可能致癌，如某些芳香族环状化合物。农药施入农田将有部分残留土壤，降解为有害产物，若在生态环境中参与循环，将会产生长期影响。因此，人们对农药污染和农产品中残留农药的恐惧可以理解。但化肥则不同。

1. 现代化肥工业的基础是农业化学。农业化学的研究和实践证明，所有绿色植物均以无机营养方式生活，吸收无机物，即无机态的必须营养元素，如 C、H、O、N、P、K、Ca、Zn 等，已知的共 16 种，进而制造有机物，如糖、脂肪、蛋白质等。化肥工业就是生产那些土壤供应不足，作物又必须的营养元素，主要是 N、P、K 三要素。施用化肥的目的是“促生”，用以满足作物平衡营养和制造有机物的要求。

2. 不同化肥品种所含的营养元素，以不同的化合物形态施于农田，解离成有效态离子（如 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- ），为作物所吸收。有些化肥品种还会带入一些副成分（如普钙中的 CaSO_4 ，钙镁磷肥中的 CaO 、 MgO ，或其中的有些微量元素）。而所有这些化合物或离子，在任何自然土壤或耕作土壤中都能找到。即使是有机态化肥尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，在任何土壤和有机肥中也都能找到。在畜禽粪尿与人粪尿中，约含尿素 0.05%~0.2%。而且什么地方存在尿素，什么地方就同时存在分解尿素的脲酶。在脲酶作用下，尿素分解出 NH_4^+ ，供应作物氮素；也可由硝化微生物将 NH_4^+ 转变成 NO_3^- 。因此，早在千百年前，人们已经知道从易积聚尿的厕所边，或墙土处取“硝”，用以制造黑火药。作物能直接吸收的尿素量极少。可见，在任何现代化耕作的土壤中，其存在的某一具体的养分形态，如 NH_4^+ 、