

全国中等农业学校试用教材

土壤肥料学

(北方本 下册)

河北省昌黎农业学校主编

农学、果林、茶叶、蚕桑等专业用

农业出版社

全国中等农业学校试用教材

土 壤 肥 料 学

(北方本) 下 册

河北省昌黎农业学校主编

农学、果林、茶叶、蚕桑等专业用

农 业 出 版 社

全国中等农业学校试用教材

土 壤 肥 料 学

(北方本) 下 册

河北省昌黎农业学校主编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行

农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 6.875 印张 145 千字

1979 年10月第1版 1979 年10月北京第1次印刷

印数 1—29,000 册

统一书号 16144·2038 定价 0.65 元

目 录

第三篇 肥 料 学

第八章 化学肥料	367
第一节 概述	367
一、化学肥料的概念、种类和特点	367
二、我国化学肥料的发展概况	369
三、国外化学肥料的发展动态	370
第二节 氮肥	371
一、氮在植物营养中的作用	371
二、氮肥的种类、性质及其施用	372
三、氮肥的合理施用	388
第三节 磷肥	393
一、磷在植物营养中的作用	393
二、磷肥的种类、性质及其施用	394
三、磷肥的合理施用	401
第四节 钾肥	406
一、钾在植物营养中的作用	406
二、主要钾肥的性质及其施用	407
三、钾肥的合理施用	410
第五节 微量元素肥料	412
一、硼肥	413
二、锰肥	414
三、铜肥	416
四、锌肥	417

五、钾肥	418
六、铁肥	419
第六节 复合肥料	420
一、复合肥料的概念及其特点	420
二、主要复合肥料的性质及其施用	421
第九章 有机肥料	425
第一节 概述	425
一、有机肥料的特点	425
二、有机肥料的作用	426
第二节 人粪尿	427
一、成分和性质	428
二、积存和管理	429
三、合理施用和肥效	433
第三节 家畜粪尿和厩肥	435
一、养猪积肥的重要意义	435
二、猪粪尿及猪圈粪	436
三、马粪尿及马厩肥	442
四、牛粪尿及牛栏粪	444
五、羊粪尿及羊圈粪	445
第四节 堆、沤肥	447
一、堆肥	447
二、沤肥	454
三、沼气发酵肥料	455
四、秸秆直接还田	456
第五节 绿肥	458
一、发展绿肥的重要意义	459
二、我国北方栽培绿肥作物的几种方式	461
三、我国北方几种主要绿肥作物的种植和利用	467
第六节 草炭和腐植酸类肥料	482
一、草炭	482

二、腐植酸类肥料	485
第七节 土杂肥	489
一、泥土肥	489
二、饼肥	494
三、家禽粪与蚕沙	496
四、垃圾	497
第十章 微生物肥料及其它肥料	498
第一节 微生物肥料	498
一、根瘤菌剂	498
二、固氮菌剂	501
三、磷细菌剂	502
四、“5406” 抗生素剂	503
第二节 海肥	505
一、动物性海肥	505
二、植物性海肥	507
三、矿物性海肥	508
第三节 肥水	509
一、肥水的形成和分布	509
二、肥水的成分和性质	511
三、肥水水质评价	511
四、肥水的利用与肥效	512
第四节 三废的农业利用	513
一、三废在农业生产上利用的意义	513
二、工业废渣的处理和利用	513
三、污水的处理和利用	515
四、工业三废引起的土壤污染及其防治	520
第十一章 合理施肥	521
第一节 合理施肥的原则	522
一、肥料的合理分配	522
二、肥料的合理施用	523

第二节 施肥的环节和方法	526
一、基肥	527
二、种肥	528
三、追肥	529
第三节 肥料利用率和施肥量的计算	529
一、肥料的利用率	529
二、施肥量的计算	531
第四节 土壤与作物营养诊断	533
一、土壤与作物营养诊断的意义	533
二、土壤与作物营养诊断的内容	533
三、土壤与作物营养诊断的应用	534
第五节 肥料的混合施用	537
一、混合后引起肥效损失的不宜混合	539
二、混合后引起肥料物理性质变坏者不宜混合	539
三、混合后易溶性养分转化为难溶性养分者不宜混合	539
四、施用时期不同的肥料不能混合	539
第十二章 肥料试验	539
第一节 肥料的田间试验	540
一、田间试验的目的和要求	540
二、田间试验的设计	540
三、田间试验的实施	546
四、田间试验的观察、记载和取样	546
五、田间试验的收获和总结	547
第二节 盆栽试验	550
一、土培试验法	550
二、水培试验法	553
三、砂培试验法	554
第三节 同位素在肥料试验中的应用	555
一、同位素的概念	555
二、示踪原子的应用	557

附录 I	肥料学实验实习指导书	559
实验一	氨水含氮量的测定	559
实验二	过磷酸钙中有效磷和游离酸的测定	563
实验三	化学肥料鉴定	566
实验四	绿肥作物的田间观察	572
附录 II	主要参考文献	576

第三篇 肥料学

第八章 化学肥料

第一节 概 述

一、化学肥料的概念、种类和特点 凡是用化学方法制造的或者开采矿石经过加工制成的肥料，统称为化学肥料。化学肥料一般不含有机物质，所以又称为无机肥料。

化学肥料种类很多，一般按其所含的主要养分，可以分为以下几类：

（一）氮肥 所含的主要养分为氮素。如：硫酸铵、氨水、碳酸氢铵、硝酸铵、尿素等。

（二）磷肥 所含的主要养分为磷素。如：过磷酸钙、钙镁磷肥、磷矿粉等。

（三）钾肥 所含的主要养分为钾素。如：氯化钾、硫酸钾等。

（四）复合肥料 含有氮、磷、钾等营养元素中两种以上成分的肥料。如：硝酸钾、磷酸铵、氨化过磷酸钙和氮磷钾复合肥料。

（五）微量元素肥料 含有硼、锰、铜、锌、铁、钼、钴等微量元素的肥料。如：硼砂、硫酸锰、硫酸铜、硫酸锌、

钼酸铵等。

为了正确施用化学肥料，应当对它有全面的认识。一般就施用方面来说，化学肥料具有以下几方面的特点：

(一) 养分含量高，成分单纯 化学肥料与有机肥料相比，养分含量高。例如：1斤硫酸铵所含的氮素，可相当于人粪尿30—40斤；1斤过磷酸钙中所含的磷素，相当于厩肥60—80斤。高效化学肥料则含有更多的养分。便于运输、贮存和施用。

化学肥料所含的养分成分单纯，一般只含有一种或少数几种营养元素，便于根据土壤情况和作物需要选择施用。

(二) 肥效快，肥效短 多数化学肥料易溶于水，施入土壤后能很快被作物吸收利用，及时满足作物对养分的需要。但肥效不如有机肥料持久。

(三) 有酸碱反应 化学肥料有两种不同的酸碱反应——化学酸碱反应和生理酸碱反应。

化学酸碱反应指肥料溶于水以后的酸碱反应。如过磷酸钙是酸性，碳酸氢铵为碱性，尿素为中性。

生理酸碱反应指肥料经作物选择吸收后产生的酸碱反应。分为生理碱性和生理酸性。生理碱性肥料是作物吸收肥料中的阴离子多于阳离子，从根胶体代换下来的 HCO_3^- 与阳离子形成重碳酸盐，水解后产生 OH^- 离子，增加土壤溶液的碱性。如：硝酸钠。生理酸性肥料是作物吸收肥料中的阳离子多于阴离子，从根胶体代换下来较多的 H^+ 离子，增加土壤溶液的酸性。如：硫酸铵。

(四) 一般不含有机物质 化学肥料一般不含能改良土壤的有机物质，在施用量大的情况下，长期单纯施用某一种

化学肥料会破坏土壤结构，造成土壤板结。

基于化学肥料以上的特点，在施用中技术要求比较严格，要十分注意合理施肥和经济用肥，使化学肥料在农业生产中发挥更大的作用。

二、我国化学肥料的发展概况 化学肥料在我国施用的历史较短，一九〇五年从国外第一次进口化学肥料，直至一九三五年国内才开始有了化肥制造工业。但在帝国主义侵略战争和国民党反动统治下，处于十分落后的状态。化肥品种很少，生产能力很低，到解放前夕，十五年中化肥累积产量未超过六十万吨。

解放后，我国化肥工业得到了迅速的发展，逐步形成了一个中、小型厂矿相结合的化肥工业体系。化肥产量大幅度增长，从建国初期的年产化肥几万吨发展到一九七五年的三千万吨左右，对促进农业丰产起了重要作用。近二十多年以来，我国“小化肥”迅速发展，全国有小化肥厂一千五百多个，生产的化肥数量占化肥总产量的一半左右。我国化肥增长的速度是世界上最快的。一九七三年我国化肥的生产和消费已经超过法国、西德、加拿大等国，跃居世界第三位。

我国化肥在增加数量的同时，注意提高化肥质量，并积极发展化肥新品种，试制成功多种复合化肥和高浓度化肥。

粉碎“四人帮”以后，由于清算了林彪、“四人帮”的极左路线，落实了党和政府的各项正确的政策，并且制定了一些适合情况的新政策，使国民经济有了很大的发展，在一九七七年和一九七八年两年中，化肥（按有效成分计算）由五百

二十四万吨增加到八百六十九万吨，增长百分之六十六。目前我国社会主义革命和社会主义建设进入了新的发展时期。为在本世纪内全面实现四个现代化，适应农业生产高速度发展的需要，在广辟肥源，增施有机肥料的基础上，要大力发展化学肥料。在化肥品种上要发展高效化肥和复合化肥。同时要加速实现施肥机械化和合理施肥，进一步提高化肥的利用率。使我国农业主要产品的单位面积产量在本世纪末达到或超过世界先进水平。

三、国外化学肥料的发展动态 近年来世界化学肥料发展较快，一九五〇年至一九七〇年间产量翻了两番，一九七五年度化肥总产（指有效成分）超过九千万吨。不仅在数量上增长很快，在种类上也有新的发展。七十年代以来总的趋势有以下几个方面：

（一）继续提高化肥中的有效成分 提高化肥中的有效成分，可以大幅度地减少包装、运输、贮存和施用的费用。近年来制成了一些含有效成分达50—80%的高效肥料。

（二）发展复合肥料 复合肥料中除含有多种主要营养元素外，有的还含有微量元素、除草剂和农药等成分。

（三）变固体肥料为液体肥料 由于高效液体肥料生产成本低、便于管道运输和施用方便，成为化学肥料发展的一个方向。

（四）加强农业化学研究，提高化肥利用率 许多国家设立了专门从事研究合理施用化肥的机构，在科学施肥方面取得了较好的效果。

第二节 氮 肥

一、氮在植物营养中的作用 氮是蛋白质的主要成分，而蛋白质作为细胞原生质的重要组成部分是构成一切植物体最基本的物质。氮素供应充足，蛋白质合成的多，原生质的构成就有充分的物质基础。细胞分裂快，增长迅速，植株高大，枝叶茂盛，根系发达，为丰产奠定了良好的基础。

氮又是叶绿素的重要组成成分，而叶绿素是植物体进行光合作用，制造有机物质的基质。氮素供应充足，叶绿素形成的多，叶色深绿，光合作用加强，制造更多的碳水化合物。

另外，在植物体内很多酶、维生素、植物碱里都含有氮，参与多种生化过程。

由此可见，氮与植物的生命活动有着密切的关系。

农业生产实践和科学实验结果都充分证明，氮素对作物的增产效果是非常显著的。氮肥施用得当，一斤氮素可增产稻谷 15—25 斤，小麦 10—20 斤，玉米 15—30 斤，籽棉 5—10 斤，油菜籽 10—20 斤。适当地提高作物的氮素营养水平，还可以改善农产品的品质。例如可以提高谷类作物种子中的蛋白质含量。以收获茎、叶为主的作物，如蔬菜(叶菜)、桑、茶、麻等作物，氮肥对提高产量和品质的影响更为显著。

当植物的氮素营养不足时，生长受到抑制，植株矮小细弱，叶片柔薄色淡，根系不发达，分蘖减少，花器发育不良，结实率下降，籽粒不饱满而严重影响产量。

但是，氮素供应过多，由于植物体内的糖多转化成蛋白质和其他含氮物质，糖的含量相对降低，构成细胞壁的纤维

素和果胶等都相应减少，限制细胞壁的加厚，使组织柔软易倒伏，抗寒性和抗病性也相应降低。营养器官长期停留在幼嫩阶段，贪青徒长，延迟成熟。某些作物如甜菜、薯类品质也会下降。

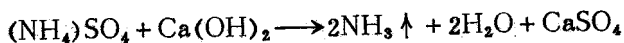
应当指出，植物氮素营养的充足、缺乏或过多都是相对的。例如：低产条件下氮素充足或过多，在丰产时可能变为缺乏。因此，氮素充足、缺乏或过量不能当作不变的教条，而应根据作物要求、产量水平、各种营养元素的配合、农业技术条件等综合考虑。

二、氮肥的种类、性质及其施用 氮素化学肥料种类很多，根据氮肥中氮素存在的形态可以分为：铵态氮肥、硝态氮肥和酰胺态氮肥。各种形态的氮肥有其共性，每个品种又有其个性。正确认识和掌握氮肥的性质，才能合理施用，充分发挥其增产作用。

(一) 铵态氮肥 铵态氮肥有氨水、碳酸氢铵、硫酸铵、氯化铵等。其氮素形态都以铵离子形态存在。这类氮肥的共性是：

1. 易溶于水，易被作物吸收利用，肥效迅速，施后可及时供应作物对氮素的需要。

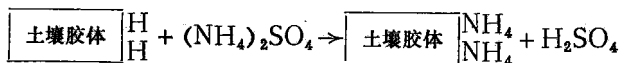
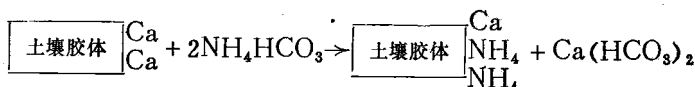
2. 遇碱性物质，易分解放出氨，使氮素损失。



因此在贮存、施用时，切忌与石灰、草木灰或其它碱性物质混合。在碱性土壤或石灰性土壤中施用时，旱地应注意深施盖土，水田也应立即耙耘或结合耨秧，避免氨的挥发损失。

3. 施入土壤中，铵离子能与土壤胶体上所吸附的阳离子

发生代换作用而被吸附。



由于铵离子可被土壤胶体吸附，铵态氮肥不易随水流失，肥效持续期比硝态氮肥长，可作基肥施用。铵态氮在转化为硝态氮前，移动性小，在施肥深度上要相对地深些，尽量施到根群集中的土层中。

4. 在通气良好的条件下，铵离子经硝化作用转化为硝酸，可以暂时增加土壤的酸性，随着硝态氮被植物吸收，这种酸性就会显著降低或消失。所形成的硝态氮，流动性大，容易流失。

以下分别介绍各个铵态氮肥的性质和施用。

1. 氨水 $[\text{NH}_4\text{OH}]$ 氨水就是氨的水溶液。把合成氨导入水中即成。氨水也是钢铁工业和石油工业的副产品。由于生产氨水工序简单、不耗酸、成本低，所以它是我国许多小化肥厂的重要产品。

(1) 性质 氨水为无色液体，一般工业副产品氨水，因含有杂质而带有不同颜色。含氮量变幅较大，一般为15—17%。在一定温度下，氨水的含氮量与比重有一定的关系，比重越小则含氮量越高。但碳化氨水与其比重无相关性。

氨水属化学碱性肥料。20%的氨水pH为11.2，稀释500倍后，pH仍为10左右。所以有较强的腐蚀性，特别是对铜，而水泥、石头、陶瓷、木材、橡胶、塑料等材料则较耐腐蚀。

氨水施入土壤中后，可以暂时增加土壤碱度，但随着氨被硝化为硝酸，碱性逐渐降低，维持原来的土壤酸碱度，对作物无不良影响。

氨水极易挥发，具有强烈的刺激性臭味，氨气的逸出，造成氮素损失，同时还会灼烧作物。氨水越浓，气温越高，与空气接触面越大，挥发损失就越严重。试验证明：氨水在22—24℃下露天存放两天，氨的损失就达90%。

氨水的渗漏性、腐蚀性、挥发性，给运输、贮存和施用带来一定的困难。

（2）贮运 根据氨水的性质，在贮运中要做到三防：

防渗漏。运送氨水的管道，盛氨水的容器，必须严密，不得漏水跑气。长期大量贮存氨水时，可用水泥、砖或石块砌成氨水贮窖。窖的内壁要用水泥抹面，并用热沥青液刷一次，以防渗漏。

防腐蚀。盛氨水的容器，应选用抗氨水腐蚀的材料制成。氨水对铜的腐蚀性最大，不能用铜器贮运氨水，也不能用铜制造容器的阀门。氨水对铁也有腐蚀性，不宜用铁器长期贮存，如用铁器贮存时，内壁应先涂红丹漆，再涂石油沥青。尽量选用水泥、石头、陶瓷、木材、橡胶、塑料等耐腐蚀材料。

防挥发。常用的方法是严密封闭盛氨水的容器，防止风吹日晒。在氨水表面加0.5厘米厚的废机油或其他矿物油，形成一层保护层，也可阻止氨的挥发。

（3）施用 氨水适用于各种土壤和作物。可作基肥，也可作追肥，但因氨水对作物种子发芽有抑制作用，所以不宜作种肥。

氨水在施用中都应特别注意防止挥发。施用氨水的原则

是：一不离土、二不离水。减少氨水与空气的接触时间；避免与种子或根、茎、叶直接接触，防止烧伤作物。

施用时可具体情况采用以下方式：

①兑水施 旱地施用按氨水用量兑水 30—40 倍，如作基肥条施犁沟中；或作追肥在作物行间开沟条施，施后立即覆土。

水田作基肥时也兑水 30—40 倍，泼于田中，泼后立即耙耘。作追肥时，兑水 100—150 倍（相当于 0.1—0.2% 含氮量），田面保持 1.5—2 寸的水层，泼在水稻行间，泼后中耕。

②顺水流 氨水随灌水施入。采用顺水流的施用方法，田面必须平整，才能施肥均匀，施用时在进水口的地方放置氨水桶，用细橡皮管或塑料管将氨水引入水流中，管口必须插入水面以下。调整氨水流量，使其能在灌水期间按要求的用量均匀流完。每亩氨水用量 30—50 斤，每升灌溉水的含氮量不超过 50—200 毫克（即 50—200ppm），过多将会造成氮素的损失。

水田采用“顺水流”，施前应先排水，以免氨水分布不匀。

③使用专用机具 近年来各地对氨水追肥机具的制作都有很多的创造和发展。如：机引氨水施肥机、犁刀式氨水施肥机、氨水耢、镰刀式氨水钩、注射式氨水施肥器等。这些专用机具，既能防止氨水的挥发，提高肥效，又方便施用，劳动效率较高。

④制腐植酸铵肥料。

（4）碳化氨水的性质和施用 为了减少氨水的挥发损失，在普通氨水中通入一定量的二氧化碳，制成碳化氨水。氨水碳化后，成为碳酸铵、碳酸氢铵的混合液，其主要成分