

高等农业院校試用教材

农业化学

1 肥料

北京农业大学 主編
山东农学院

农学类各专业及土壤农化专业用

农业出版社

高等农业院校試用教材

农 业 化 学

1. 肥 料

北京农业大学
山东农学院 主編

高等农业院校试用教材

农业化学

1. 肥料

北京农业大学 主編
山东农学院

农业出版社出版

北京老铁局一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第108号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

农业出版社印刷厂印刷装订

统一书号 K16144·1112

1961年7月北京制型

开本 787×1092 毫米

1961年7月初版

十六分之一

1963年4月北京第四次印刷

字数 325 千字

印数 27,101—30,100 册

印张 十五又八分之三
定价 (9) 一元四角五分

主 編 北京农业大学
山东农学院

編著者 北京农业大学农业化学教研組
河北农业大学农业化学教研組
山东农学院农业化学教研組
山西农学院农业化学教研組
內蒙古农牧学院农业化学教研組

前 言

这本教材是在华北协作区编写的农业化学教材初稿的基础上修改的。1959年春季华北地区六个农业院校遵照农业部的指示組織教材编写組，于4月中由北京农业大学、山东农学院、河北农业大学、山西农学院、河南农学院和內蒙古农牧学院的农业化学教师代表在北京討論编写计划，并拟定编写大綱，分別由北京农业大学、河北农业大学、山东农学院、山西农学院和內蒙古农牧学院的农业化学教研組执笔编写。1960年2月收齐稿件，由原编写組成員在北京农业大学进行审查，并請北京农业大学农业化学教研組全体教师参加討論，經過修改，完成初稿，油印試用。1960年北京农业大学师生下放农村，参加生产劳动，結合生产展开科学研究工作并总结农民生产經驗，在农业化学方面获得新的資料，对原編的初稿又作了审查和修改，有的部分变动很大，甚至整个章节重新改写。

这本教材包括三部分：肥料、作物施肥法和研究法，分三册出版。在內容安排上和高教部1955年制定的农业化学教学大綱有所不同。这里只包括原大綱中的总論部分和专論中的施肥法部分。在原大綱中总論部分的植物营养和肥料施用，土壤特性与植物营养和肥料施用两部分因为分別和植物生理学及土壤学的有关章节重复太多，并且单纯理論闡述跟具体肥料的作用及肥料施用联系不够紧密，經编写組詳細討論后决定把这两部分删去。这里理論闡述的某些部分，分別併入肥料各論和施肥法原則部分中。例如植物营养中各种营养元素的功用部分，分別併到氮肥、磷肥、鉀肥等章节內。植物营养的定期性和土壤特性跟施肥的关系部分併到施肥法原則中。这样在讀了某种养分的功用紧接着讀它在土壤中的形态和轉化，再讀具体肥料，前后紧密銜接，就易理解，課程重复的矛盾也減少了。

这本教材虽然系集体写作，但是由于编写時間短，执笔人掌握材料有限，限于业务水平，錯誤遺漏在所难免，希望讀者多給指正。

北京农业大学土壤农化系农业化学教研組

1961.4.

目 录

前 言	
緒 論	1
第一編 无机肥料及其营养	10
第一章 氮素营养与氮肥	12
第一节 氮素营养	12
第二节 土壤中氮的含量、形态及其轉化	19
第三节 氮肥及其施用	23
第四节 氮肥的有效施用	43
第二章 磷素营养与磷肥	47
第一节 植物磷素营养	47
第二节 土壤中磷含量、形态及其轉化	54
第三节 磷肥及其施用	60
第四节 磷肥的有效使用	75
第三章 鉀素营养与鉀肥	80
第一节 鉀素营养	80
第二节 土壤中鉀的含量、形态及其轉化	83
第三节 鉀肥及其施用	85
第四节 鉀肥的有效使用	89
第四章 微量元素肥料及复合肥料	93
第一节 微量元素肥料	93
第二节 复合肥料	102
第五章 石灰、石膏及其他肥料	105
第一节 鈣鎂营养与石灰	105
第二节 硫营养与石膏	110
第三节 其他肥料	113
第六章 土化肥	116
第一节 土制化肥是群众在农业大跃进中的創造	116
第二节 几种土化肥的制造和肥效	117
第三节 土化肥的发展前途及注意問題	126
第二編 农家肥料及有机肥料	128
第七章 人粪尿	131
第一节 肥分和性質	131
第二节 人粪尿价值的估計	132
第三节 人粪尿的积、保、存	133

第四节 人粪尿的施用及其肥效·····	140
第八章 猪粪尿及猪圈粪·····	146
第一节 猪粪尿与猪圈粪的性质成分及其优越性·····	145
第二节 养猪积肥的方式与方法·····	148
第三节 猪粪的施用与肥效·····	156
第九章 家畜粪尿及棚粪·····	161
第一节 家畜粪尿的成分及性质·····	161
第二节 棚粪积攒的方法及其在堆积过程中的变化·····	162
第三节 棚粪的施用方法和肥效·····	165
第十章 堆、漚肥·····	167
第一节 堆、漚肥概述·····	167
第二节 堆肥·····	168
第三节 漚肥·····	177
第四节 沼气池粪·····	181
第十一章 绿肥·····	184
第一节 绿肥在农业生产上的重要性·····	184
第二节 主要绿肥作物的种类、特性和栽培要点·····	186
第三节 绿肥的施用·····	192
第十二章 土杂肥·····	196
第一节 泥土肥、塘泥、熏土、炕土、老牆土等的施用及肥效·····	196
第二节 城市污水及工业废弃物的利用·····	203
第三节 海肥的种类、成分和施用·····	207
第四节 家禽粪的种类、性质及施用·····	212
第五节 屠宰场及工业废物的利用及肥效·····	213
第六节 油饼的利用及肥效·····	214
第十三章 草炭及胡敏酸肥料·····	217
第一节 草炭的农业化学性状·····	217
第二节 草炭在肥料方面的利用及效果·····	218
第三节 制造胡敏酸肥料是有效利用草炭的新途径·····	224
第十四章 菌肥·····	232
第一节 细菌肥料在农业生产上的意义·····	232
第二节 根瘤菌剂、固氮菌剂的保存使用方法及效果·····	232
第三节 磷细菌、硅酸盐细菌肥料的保存、施用方法和增产效果·····	235
第四节 抗生素肥料施用方法及效果·····	236
第五节 发挥细菌肥料有效作用的条件·····	237
主要参考文献·····	239

緒 論

一、肥料在农业生产上的意义

在胜利的完成国民經济第一个五年計劃后，全国农业生产在党的总路綫的光輝照耀下有了进一步的发展。农业生产的大跃进証明了人民公社制度的优越性，显示了农业“八字宪法”的显著作用。土、肥、水、种、密、保、管、工这八个字，反映了农业生产措施的辯証关系，农民說得好“水为命，肥为劲，土为根，种为老本”。肥料可以供給作物所需要的各种营养元素，改良土壤的物理性状，化学性状以及微生物的生活条件，沒有肥料要保証作物不断的提高产量是不可能的，几年来我国农业产量的增加与增加施肥数量和扩大施肥面积是分不开的。

肥料在农业生产上的意义不仅反映在多施肥、多打粮这一方面，正如无数的丰产經驗所証明的农民在巧施肥、經济利用肥料上也大大地丰富了农业科学的内容。例如在水稻施肥技术上，以肥为主、水肥相融相成相克的三黑三黄增产規律；棉花施肥上适当的控制前期的氮肥，增施磷肥，防止苗期徒长，促进发育、减少脫落的經驗；在小麦施肥上重施基肥、蜡肥，看土看苗巧施追肥的經驗。这些經驗丰富了合理施肥的内容，使农业“八字宪法”在生产上的应用得到进一步的发展。

解放以来，党和政府十分重视肥料工作，早在国民經济恢复时期，就提出了“以农家肥料为主，商品肥料为輔”的方針，^①采取了积(积肥)、种(种肥)、制(制造各种肥料)、保(保持肥分)、运(运输)、施(施肥)等各项办法，使肥料工作获得了很大的成績。1956年全国合作化高潮引起了全国农业生产的高潮，对于肥料这一項，全国农业发展綱要就有这样的規定：要“大力增加农家肥料和化学肥料”，要求“农业合作社要采取一切办法，尽可能由自己解决肥料的需要。应当特别注意养猪(有些地方养羊)。……要做到猪羊有圈，牛馬有栏。还应当因地制宜地积极发展各种綠肥作物，并且把城乡的粪便，可作肥料的垃圾和其他杂肥尽量利用起来。”

“中央和地方都应当积极发展化学肥料的制造工业，爭取到1962年生产化学肥料500万吨到700万吨左右，1967年生产1500万吨左右。积极发展細菌肥料。”^②

大力发展农家肥料与积极发展化学肥料，是我国农业生产持續跃进的重要保証。我国有

^① 农业部土壤肥料局：“我国肥料工作十年来的成就”（中国农报1959年第17期）。

^② 1956年到1967年全国农业发展綱要（中华人民共和国第二届全国人民代表大会第二次会议于1960年4月10日通过）。

丰富的肥料资源,仅就我国畜牧业的发展来看,就清楚的看到,农家肥料在促进生产上有着巨大的作用。农业的发展可以为畜牧业提供充分的物质基础——丰富的饲料,促使畜牧业的发展,畜牧业的发展又为农业提供更多的肥料、动力和资金,促进农业生产的前进。当前我国的肥料来源,主要是依靠农家肥料,特别是大力开展养猪事业来增加有机肥料。我国农民的长期经验证明,有机肥料有和化学肥料不同的特点。增施有机肥料后,不仅产量增加,并且土壤由板结变疏松,土色由灰黄变油黑,改善土壤物理结构,增加土壤保水能力。

积极生产化学肥料是开辟肥源的另一途径。我国化学肥料随着工业的发展也以快速的步伐向前迈进,不仅肥料的产量增加,而且品种也多样化。从氮肥的品种来看,在1949年前我国只生产硫酸铵,而现在增加了氯化铵、硝酸铵、氰氨化钙等品种,尿素等氮肥也在试行生产。磷肥已生产的包括过磷酸钙、钙镁磷肥、脱氟磷肥、氮磷混合肥等品种,钾肥已生产的有硫酸钾、氯化钾、钾氮混合肥等等。根据中央提出的“……大型企业和中小型企业同时并举、洋法生产和土法生产同时并举”的一套两条腿走路的方针,^①我国不但已建成现代的肥料生产基地,同时也在人民公社中开始建立了小型的化肥工厂。

农民在长期生产实践中创造了丰富的施肥经验。中共中央在1958年关于肥料问题的指示中,就总结了群众这方面的经验,指出:“要按土施肥,根据不同的土壤,施用不同的肥料,氮、磷、钾等要适当配合。提倡分期施肥,多施基肥,勤施追肥,摸清各种作物成长的规律,迟效肥和速效肥相配合,施用得当……”。总之,不仅要多施肥,还要从施肥方法上尽力提高肥效,及时总结各种不同土壤使用不同肥料的经验,加以推广。”^②

二、农业化学的任务

农业化学的对象是研究肥料及利用肥料。为了不断提高单位面积产量,应结合各地具体条件研究广泛开辟肥源及增加肥料新品种。同时,研究施肥理论和施肥技术是农业化学的重要问题。肥料的种类很多,除大量利用农家肥料和生产化学肥料外,其他象城市工厂的某些副产物或废弃物以及各种刺激性的肥料也必须加以研究使用。不放松一点一滴的肥料资源,是农业化学的中心任务的一个方面。另外,农业化学的对象永远不能脱离作物、土壤、肥料三者的相互关系,因为各种肥料施到土壤里后,它就同土壤和生长在土壤上的植物发生依存的关系。肥料可以改变土壤中养分的动态及含量;土壤的性状也直接影响肥料的变化。在酸性土壤里施用过磷酸钙与中性土壤的情况就不相同,各种肥料的转化直接影响作物对养分的吸收,而作物不同的生长发育规律对土壤中养分的转化及吸收也有差异。有机肥料在土壤中发生更复杂的生物化学变化,它对植物的关系更不是能以简单的供给某种养分的关系加以衡量。以养猪积肥为中心,大力发展有机肥料,是我国肥料工作的特点。因此,研究有机肥料的特性以及在土壤中的变化对植物吸收利用的关系,在不同土壤条件不同作物的施用方法,

① 周恩来:政府工作报告(1959年4月18日在第二届全国人民代表大会第一次会议上)第13页。

② 见中共中央关于肥料问题的指示(中国农报1958年第18期)。

是农业化学的另一重要任务。

农业化学是生物科学,因此,首先要研究丰产作物的生长发育规律,同时要研究符合作物生长发育要求的施肥方法。仅仅机械地依靠作物各生长期对氮、磷、钾的吸收情况来判断作物的营养规律和决定施肥的措施,是片面的观点。看天、看地、看苗施肥,是我国农民在农业生产实践中长期累积的经验。深入总结群众的施肥经验,对提高农业化学理论,建立我国的农业化学体系有极其重要的意义。

研究农业化学的方法很多。凡是研究肥料与植物营养行之有效的方法,都可以应用到农业化学研究上。在肥料生产研究上要充分利用科学技术与理论,使实验室的研究与工厂生产过程相结合。在施肥方法及肥效的研究上,可以采用水培、砂培、土培的盆栽方法,也可以采用田间的试验方法。盆栽试验法的优点是易于严格控制养分的供应及作物生长的环境条件,它大都用在探索性的研究上。盆栽试验的结果必须经过田间试验的证实。田间试验是研究施肥问题的主要方法。其他象农业化学分析、同位素的利用对研究肥料问题上都是有利的工具。但是,一切研究方法如果不与总结群众经验相结合就会走弯路,收效慢。在总结农民生产经验所进行的典型调查,是农业化学一项重要的研究方法。在不同的土壤气候条件与不同的生产水平下对丰产作物的施肥量、施肥时期、施肥方法的调查研究,是一项复杂的科学研究工作,1958年以来各地进行的积肥、种肥、制肥、保肥、运肥、施肥的典型调查对于农业化学研究方法,有重要的实践意义。

三、农业化学简史

(一)我国农业化学的发展 从很早的时候起,我国劳动人民已经开始从事农业生产。起初是开垦荒地种植庄稼,种植一段时间就撩荒,再垦新地,以后肥沃的荒地减少,才发展到施用粪肥。这段发展的详细过程,目前知道得不多。但是,从古代文献里,可以知道在两千四百多年以前,农民就已经用粪肥田了,荀子提到“多粪肥田,农夫众庶之事也”。从这里也可以知道施肥已经是当时的重要的农业措施之一。这种措施在农业生产措施中的地位和对其他生产措施的关系,我国农民从长期生产实践中已得到正确的认识。在公元前一世纪记胜之书里提到“凡耕之本,在于趣时,和土,务粪泽,早锄,早获”,这里已经指出,在农业生产措施中土、肥、水和耕作管理都是重要环节,它们相互间是有关系的。这本书里也记载了许多作物的施肥方法,当时所用的粪主要是蚕矢、人粪或是畜粪。用野生青草作肥料在这以前已经知道了,但是有意识地栽培绿肥作物还是在公元以后,在三世纪已有栽培苕子的记载,到六世纪的齐民要术里就讲到用绿豆、小豆、胡麻作绿肥了,并且对绿豆绿肥作了正确的评价。这比西欧在十九世纪才肯定豆科作物的优点早了一千三百多年。在这以后劳动人民在施肥和积肥技术上,更有新的发展,因此常用的肥料种类也就增加了许多,到十四世纪王禎农书里所记载的当时的肥料有踏粪(圈肥)、苗粪(栽培的绿肥作物象大麦、绿豆等)、草粪(栽培绿肥苕子和野生青草)、火粪(熏土)、泥粪(河泥、塘泥)、窖粪(人粪)和石灰等种类。

我国农民在施肥上很重視肥料土壤間的关系，在十二世紀陈敷农书上已經根据农民經驗写出土壤肥瘦不同，施肥处理不能一致。例如，黑土太肥，徒长枝叶，应该掺些生土，破除过肥的缺点，在脊薄的土壤上，只要多施粪肥，就能获得良好的收成。这就是看地施肥的早期記載，从这里引伸出施肥改土，提高肥力。陈敷农书上又有常用粪肥，地力常壮，不致衰竭的說法。十四世紀王禎农书里也有施肥变薄田为良田，化瘦土为肥土的說法。由此可見，在李比西学說出世以前六、七百年，我国劳动人民从生产实践中已經証明地力不会递减。

在文献中施肥方法的記載也很丰富，汜胜之书就已經提到基肥施用和生长期中用粪肥苗，但是关于基肥和追肥的理論闡述，首先見于十七世紀的书籍，在劝农书中有垫底（壟肥）接力（追肥）的說法：“用（粪）于未种之前叫作垫底，用于既种之后叫作接力，垫底之粪在土下，根得之而愈深，接力之粪在土上，根見之而反上，故善稼者皆于耕时下粪，种后不复下也”。关于粪肥土，土肥苗的理論，这本书上也有很好的發揮，如“大都用粪者要使化土，不徒滋苗，化土則用粪于先而使瘦者以肥，滋苗則用粪于后，徒使苗枝暢而实定不繁，故粪田斟酌得宜为善”。从这段記載可以看到，远在西欧科学发展以前，我国劳动人民从生产实践中，已經积累了丰富的經驗，并且提炼成了以有机肥料体系为主的粪肥土，土肥苗的一套理論。这些理論到現在来看，还是正确的，对我国生产实践是完全吻合的。

在二十世紀初期，西欧学术思想传入我国，在农业化学的教学和科学研究上，都是以李比西的矿質营养学說为基础。直到解放前夕，各地做了一些研究工作，累积了一些資料。例如：在植物营养方面罗宗洛教授曾对硝酸氮和氨氮的营养作了仔細的研究，找出了吸收和环境条件的关系；在肥料試驗方面农事試驗場曾作过三要素試驗，查出了一些地区的土壤对肥料的反应；在肥料性質方面有些机构作了不少的分析化驗。另外，关于人粪尿保存中肥分变化的研究有一些結果，在綠肥調查和引种工作上，也累积了一些有用的資料。这些工作在解放前的社会里，未能充分在农业生产中得到应用。

解放以后在中国共产党和毛主席的英明领导下，各种科学都有迅速的发展。农业化学也和其他科学一样，在“理論联系实际和科学为生产服务”这一原則的指导下，展开了工作，改变了解放前农业化学与农业生产实践脱节的现象。尤其是在1958年农业生产大跃进以后，农业化学工作更获得蓬勃的发展，并繼續跃进。

在肥料的試驗工作上，在解放前虽然在十几个省区作了三要素試驗，得到了初步的結果，但是从全国农业地区上看，所包括的点不够多，在土壤类型上不够普遍，对肥料工业发展計劃，还不可能提出完全的数据。在解放后初期各大行政区的农业科学研究所作了些三要素工作，但是包括的地点也还不够普遍。在1958年組織了全国肥料試驗网，包括了全国主要农田土壤类型和主要的作物地带，并在土壤肥料研究所的领导下，作了肥料三要素試驗、氮肥品种和磷肥品种的肥料試驗，以及主要作物的氮磷肥的用量、用法的試驗。

三要素的試驗結果闡明了我国各地农业土壤对三要素肥料的需要情况和需要的数量，这样就給肥料工业生产計劃提供了有利的論据，有利于工业五年計劃的制訂。氮肥品种的試

驗所查明的各種土壤、作物對各種氮肥的施肥效果，為氮肥生產和氮肥分配提供了理論根據。由試驗而得出的氯化銨、碳酸氫銨和氨水的肥效及其有效的施用方法，為肥料製造提供了節省硫酸、簡化設備和工序的可能性。特別是氨水生產，對小型氮肥廠的發展提供了依據。在各種品種的施用方法上的工作，對不同地區的公社提供了使用新型肥料的技术指導。磷肥品種的試驗結果也同樣地對工業生產上和農業施用上提供了科學的依據。特別值得一提的是對鈣鎂磷肥的生產和磷礦粉的利用指出了前途，為國家節省了資金，加速了肥料工業的發展。

各種作物施肥方法的試驗所闡明的對不同作物的最有效的用肥時期和方法，對各個地區經濟地有效的施用化學肥料起了指導的作用，例如小麥的硫酸銨種肥、過磷酸鈣顆粒肥料種肥，以及水稻的過磷酸鈣鈔口肥、沾秧根和硫酸銨穗肥等，在生產上起了指導作用，節省了肥料，提高了生產。

在肥料研究方面，在農家肥積制和保存上作了不少的工作，特別是關於土糞中加土的数量比例和土糞中養分保存的關係得到了初步的結論。對堆肥製造，也作了不少的工作。關於人尿的直接利用，經過華北和西北的試驗找到了經濟用肥的辦法。這些工作對於積肥、保肥工作提供了指導性的理論依據。

綠肥的研究工作是在從前調查研究的基礎上進行的。根據試驗結果總結出以小肥養大肥的原則。這就是利用少量的磷肥和細菌肥料來栽培豆科綠肥作物，大大地提高了青草的產量，在生產上起了很好的作用。

在生產大躍進中進行了群眾性的肥料調查工作，對於各種肥料和造肥原料作了化驗和鑑定。通過這些調查，發現了豐富的肥料資源，包括有機肥料和礦物肥源，為人民公社積肥、造肥提供了材料。特別是草炭黃泥的廣泛存在的發現，給養豬積肥、細菌肥料製造、顆粒肥料製造、營養鉢製造、土化肥製造提供了豐富的原料。1958年農業生產大躍進中，農民群眾響應了黨的制肥號召，展開了轟轟烈烈的土法制化肥的運動，就地取材，創造了簡便設備製造肥料的辦法，在農業生產上起了很大的作用。比較成功的肥料品種有硫磺腳渣提制硫酸銨、硝土提制硝酸鉀、煤夾石制硫酸銨等。

在作物營養的理論研究方面也有不少成績，中國科學院、中國農業科學院和高等農業院校，對我國主要作物如稻麥棉的營養作了深入的理論研究。尤其是1958年和1959年兩年，研究的方面廣，參加的人員多。顯著的成就：如有關水稻體內碳氮代謝和水稻生育期中三黃三黑的表現，棉花體內代謝和蕾鈴脫落的問題，以及小麥密植和倒伏問題等，都作了理論上的闡明，對施肥和管理也都提出了有力的論據。對於各種作物的微量元素營養也做了些研究工作，關於作物的磷營養問題受到廣泛的注意，特別是關於難溶性磷吸收能力方面工作做得比較多，也找出了磷肥性質和吸收的關係，作物性能和吸收力的關係。對於土壤中磷肥固定問題，各地作了不少工作，証明了在石灰質土壤上粉狀過磷酸鈣的肥效不低於粒狀品種，1959年用示踪元素方法也証明了這種理論的正確。

近年来,各地农业干部和群众,通过試驗田、丰产田,对农业生产的技术措施,作了綜合的研究。各級农业行政和研究机构,每年总结广大群众的丰产經驗,結合研究成果,制訂当地的主要作物施肥技术綱要,指导生产,在作物丰产上起了很大的作用。由于总结来自当地群众,自然适合于当地情况,逐年修改,既适应技术改进的要求,又不生硬。在我国农民长久的生产实践經驗的基础上,加上建国十年的发展,逐渐形成了我国的“以基肥为主,追肥为輔,以有机肥为主,化肥为輔,多种肥料配合施用的原則”,“粪肥土,土肥苗”的有机肥料体系,以及施肥改土、提高肥力,加深耕层与施用有机肥料相結合的科学施肥方法。

(二)国外农业化学的发展 从上面的叙述里可以看到,在十七世紀以前祖国劳动人民已在丰富的生产实践中总结出了一套比較完善的植物营养和施肥上的理論。

西欧以植物营养观点来研究施肥問題,是在产业革命以后,化学、植物生理等自然科学发展基础上开始的。当时一些新起的化学家(包括法国学者布森高丁和德国学者李比西等),利用他們的化学知識进行了植物营养的研究,創立了植物矿物質营养学說,刺激了资本主义化学肥料工业的发展。

著名的法国农业化学家布森高丁(V. D. Baussingourt, 1807—1887年),在1836—1841年期间,做了許多植物及同化氮素和碳素問題的重要研究工作,并且写成了論文发表。他用化学分析和田間試驗相結合的方法研究植物营养問題,因此被称为世界上第一个农业化学試驗站的創始人。他特別重視农业上氮素循环,研究輪作中氮素平衡問題,提出了豆科植物从空气中获得氮素营养。由于他卓越的工作,奠定了农业化学的初步基础。

在1840年德国著名的化学家李比西(G. V. Liebig, 1803—1873年)发表了“化学在农业和植物生理学上的应用”一书,肯定地指出了矿物質是一切植物的唯一营养料。他还提出由于栽培植物不断的从土壤中吸取矿物質,最后土壤会变得十分貧瘠,因此他認為要想恢复土壤耗損,唯一的办法是施用矿質化肥,使土壤耗損和营养物質保持一定的平衡。李比西的这种观点,在科学上称为归还学說。

西欧学者們虽然在农业化学方面取得了不少成績,但多是零碎片断的,同时由于他們所处的社会背景所限制,不可避免地存在一些錯誤观点。将农业化学发展成为一套完整的系統的科学,还是在19世紀后半期以后,由俄国和苏联的科学家来完成的。

1865年俄国著名的化学家門得列耶夫(Д. И. Менделеев, 1835—1907年)在莫斯科組織了第一个試驗站,于1867—1869年又在俄国四个省建立了肥料田間試驗站,成为田間試驗网的創始人。試驗結果指出了氮素和磷素在俄国不同土壤气候条件下的重要意义,为肥料合理分配提供了有力的科学依据。在試驗中門得列耶夫特別注意精确試驗方法的应用,提出試驗中重复的必要性和試驗結果数学处理的意义。在这个試驗工作里伟大的植物学家季米里亚捷夫也参加了。

先进的苏联农业化学奠基人普良尼施尼科夫(Д. Н. Прянишников, 1865—1948年)在1896年繼承了季米里亚捷夫的研究工作,发展了植物营养的理論。他以米丘林生物科学的理

論为基础、以土壤植物肥料三者的互相关系为原则,开始了他的卓越的研究工作。

在1892年他进行了植物体内的氮素代谢以及各种形态的吸收和它的外界条件的研究。研究结果证明了氮肥是蛋白质合成的起点物质,也是终点物质,为氨态氮肥的施用提供了理论根据,促进了苏联氮肥工业发展,改变了认为硝态氮肥是植物唯一的氮素营养的片面看法,同时,还解决了作物内部条件和外界环境条件对氨态氮和硝态氮吸收和制备的问题。

在磷肥方面,普良尼施尼科夫也有很大贡献。从1896年起他开始磷灰土粉和粘土相互作用规律的研究,研究了不同作物根分泌物对磷灰土溶解度的影响、作物吸收钙和磷的比例对磷灰土中磷酸利用的关系,以及磷灰土粉的来源和细碎程度及其有效性,并作了磷灰土粉和生理酸性肥料共同施用的试验,提出了使用磷灰土粉的具体措施,开辟了利用廉价磷肥的来源。虽然普良尼施尼科夫的研究着重在植物营养和矿质肥料施用上,但对于厩肥泥炭和绿肥也给予很大的重视。他对羽扇豆作了不少工作,建议在非酸性土壤中用羽扇豆、磷灰土配合利用的方法来提高磷灰土的肥效。

普良尼施尼科夫在生产上的重大贡献,主要是在伟大的十月社会主义革命以后,在1921—1926年间,在他的领导下,给苏联三百多个试验站布置了三千个田间肥料试验,试验结果给国家化肥生产计划提供了可靠的数据。

普良尼施尼科夫一生从事农业化学研究,共发表了400多篇有价值的论文,农业化学在植物营养的理论研究虽起源于西欧,但形成一套完整的科学与普良尼施尼科夫的卓越工作是分不开的。

我国解放十年来,在党的正确领导下,农业化学的蓬勃发展并取得了辉煌的成就,也是与苏联农业化学先进理论的传播密切联系的。

四、肥料及其分类

前面已经讲过,农业化学的中心任务是研究农业物质的循环,以提高农作物的产量和品质,从而满足人类生活不断增长的需要,而调节该循环最基本的措施之一就是施用肥料。但是什么是肥料呢?

广义的来说,即是施于土壤或植物地上部分,能够改善植物生育和营养条件的一切有机的和无机的物质都叫做肥料。

(一)肥料的分类 为了研究和学习方便起见,对种类繁多的各种肥料加以分类。但是,所有的分类方法都是非常相对的,并无一定的格式,下面列举几个最常见的分类方法:

1.按肥料的来源可分为:

(1)农家肥料或当地肥料:如当地农家自种自产的圈粪、堆肥、绿肥、泥炭、人粪尿、草木灰等等。

(2) 工业肥料或商品肥料(或称外运肥料):如工厂制造或开采加工后以商品出售的硫酸铵、磷矿粉、过磷酸钙和工业副产品等等。

2. 按肥料对植物与土壤作用的特点又分为:

(1) 直接肥料:即直接作为植物氮、磷、钾和其他营养元素来源的肥料,如氮肥、磷肥、钾肥与微量元素肥料等等。

(2) 间接肥料:即首先可以改善土壤物理、化学和生物化学性质的那些肥料,如石灰、石膏、细菌肥料以及某些情况下的有机肥料等等。

(3) 刺激性肥料:如胡敏酸肥料、生长素和维生素等等。

3. 按肥料中营养元素成分的多少可分为:

(1) 单元肥料:只含一种主要营养元素的肥料,如 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 、 KCl 等等。

(2) 复合肥料:肥料里同时含有两种或两种以上的营养元素,如 KNO_3 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 、氮磷钾粉等等。

(3) 完全肥料:肥料中含有植物必需的全部营养元素的肥料如圈粪、堆肥、人粪尿等有有机肥料。

4. 按肥料化学成分可分为:

(1) 有机肥料:如圈肥、堆肥、泥炭等等。

(2) 无机肥料(矿质肥料):如 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、草木灰等等。

此外,根据肥料的形态可分为液体肥料、固体肥料、颗粒肥料;按肥效的快慢又可以分为速效肥料和迟效肥料等等,多不胜数。但是,应该注意以上各种分类方法,只是为了应用和研究肥料方便而进行的人为分类方法。例如,畜粪自积自用是农家肥料,但是,如果远运他处销售就成为商品肥料;同时,它不仅可以改善土壤的物理、化学、生物性质,是良好的间接肥料,而且含有许多刺激物质,也有刺激肥料的作用,畜粪分解后产生许多营养元素,可供植物吸收,因此,它也是直接肥料;畜粪含有几乎植物需要的全部营养元素,故又可称为完全肥料等等。可见,所有各种分类方法都是相对的,其间并无一定的严格界限。

(二) 施肥方法的分类 群众在农业生产实践中,创造的施肥方法是极其多种多样的,这一部分我们将在施肥部分详细讲述,现仅简略地提一下。

从施肥时间上可以分为基肥、种肥和追肥。

基肥:为了满足农作物全部生育期内主要养分的需要,一般是在秋天深翻地时或播种前和植株定植前,把肥料撒施在地里,用犁深翻一下,这是大多数农作物主要的施肥方式。多施用有机肥料和部分磷钾无机肥料,在某些情况下,氮肥也可以作基肥施用。

种肥:是为了满足农作物苗期养分的要求,在播种时或移植时,壅施、穴施或撒施的一些肥料。种肥一般施用较浅,多采用腐熟的有机肥料或速效性无机肥料。磷肥做种肥具有特别重要的意义。最好是有机肥料和无机肥料混合施用,用量不宜过多,以免影响种子发芽和幼

苗生长。

追肥：为了调节作物生育期内营养水平和营养比例的变化，以补基肥的不足。它是满足作物不同生育期间对养分特殊的要求而施用的肥料。一般多采用比较腐熟的有机肥料或速效性无机肥料。追肥又分为根部追肥和根外追肥，但以根部追肥为主。

为了获得农作物高额丰产，应把基肥、种肥、追肥三者结合起来应用。

从施肥目的来分，如冬小麦可分为苗肥、返青肥、拔节肥、穗肥等等。

从施肥位置来分，可以分为深施肥、浅施肥、分层施肥、条施肥、穴施肥、沾秧施肥、安苋灰、蒙头粪等等。

从施肥季节来分，又可分为春肥、夏肥、秋肥、冬肥（腊肥）。

上述各种施肥方法，在不同的条件下，各有其特殊的作用。为了满足农作物生育的最良好的营养条件，最好各种施肥方法密切配合起来。

（三）有机肥料和无机肥料同时并举 几年来我国农业生产持续跃进，连年丰产的事实充分地证明，有机肥料和无机肥料同时并举是在经济利用肥料上贯彻“两条腿走路”的方针的具体表现，也是农作物增产的关键。历年的经验证明有机肥料是农作物丰产的基础。有机肥料的良好作用不仅因为它含有植物生活所需要的几乎全部的营养元素，而且据近年来试验证明它也是作物必需的有机养料的来源，如腐殖质、维生素、刺激素、氨基酸、含磷的有机化合物等等。同时，有机肥料不仅是养分的来源，而且能显著改善土壤物理、化学及生物性质，促进土壤结构的形成，调节土壤空气、水分和热状况，提高保水保肥和加速土壤养分的有效化过程，提高无机肥料的利用率。我国1958年和1959年农业生产大跃进证明，只有在大量施用有机肥料的基础上，无机肥料才能发挥其良好的作用。但不应忽视，由于无机肥料的合理施用，又可促进有机肥料更有效的发挥作用，以补充调节有机肥料中养分的种类和含量的不足，从而保证农作物生育期能获得充足的养分。第三届国际肥料会议讨论中，根据近百年来大量的实际材料分析指出：在西欧由于无机肥料的使用，使土壤肥力显著提高，由于在无机肥料的作用下，提高了饲料即藁秆的产量和品质，发展了畜牧事业，因而获得了更多的厩肥，并且，植物收获后，地面残余物增加，促进了腐殖质和养分的累积，因此，土壤肥力不仅获得保持，而且进一步获得提高。

总之，我们应该建立以有机肥料为主的综合性的施肥体系，既注意农家肥料的施用，也应有效的利用无机肥料，最好是两种类型的肥料经常合理配合或混合使用。这是提高肥效最有效的措施之一。避免单施无机肥料，形成某种养分的贫竭和土壤性质变劣。应在增施有机肥料的基础上，有目的地利用无机肥料调节养分含量和比例，从而满足植物生育中养分的需要。在任何情况下，有机肥料和无机肥料都不应互相代替，而应互相配合。因此，有机肥料与无机肥料对农业生产都具有同等重要的意义。

第一編 無机肥料及其营养

無机肥料概述

无机肥料又称矿質肥料,是由某些矿藏的开采加工或者由工厂直接合成制造的,也有一部分属于工业的副产物,無論其来源如何,无机肥料多具有以下通性:

1. 养分含量較高,便于运输、貯藏和施用。施用少量,肥效就很显著,故群众称无机肥料为“庄稼的細粮”。

2. 营养成分比較单纯,一般仅含一种或几种主要营养元素,便于人有意识的調节植物营养水平和比例。但单施一种无机肥料常会发现植物营养不平衡,产生偏食现象,所以应經常配合其它无机肥料或有机肥料施用。

3. 肥效迅速,但后效較短,一般施用3—5天即可見效。因无机肥料多为水溶性或弱酸溶性,故施用以后很快轉入土壤溶液,直接供植物吸收利用,但正因这样,它不仅易被植物利用,也易造成流失,故肥效迅速,后效較差,不过某些磷肥如磷矿粉,磷矿渣等就不是这样。

4. 对土壤性質的影响:施用无机肥料特别是施用一价的易溶性盐后,由于代換反应的结果,造成土壤中鈣、鎂等离子流失,連年大量施用,很易使土壤物理性質变坏造成土壤板結。同时,由于长期大量单独施用某种肥料,由于植物选择吸收的结果使土壤反应发生改变,这在腐殖質含量較少的砂性土壤上更是显著。因此,各种无机肥料配合施用,特别是一价盐和二价盐配合施用具有重要的意义。尤其是有机肥料和无机肥料的配合施用,是防止这种不良作用发生的基本措施。

我国农民很早以前,就知道施用骨粉,石灰,石膏、滴水、明矾、草木灰等无机肥料了。而对硫铵、过磷酸鈣、硫酸鉀应用,还是近年才开始的。1905年我国第一次輸入硫铵,以后輸入量逐年增加,1930年达到最高峰,进口数量达18—19万噸。抗日战争期間又减少了。

我国自制化肥始于1935年南京永利硫铵厂的建立,抗战后迁至成都,以后在广东、四川、陝西、湖南、福建等省也曾設立中小型氮肥、磷肥工厂,但产量很低,直到解放前夕,十五年中化肥总产量不过60万噸左右。

解放以后在党的领导下,我国肥料工业和其他建設事业一样迅速地向前发展。我国无机肥料施用量也和生产量一样在不断地增长,生产的肥料种类,以氮肥最多,約占肥料生产总量的60%左右,磷肥次之約占30%,而鉀肥与其他肥料的生产都很少。在我国各地試驗証明以氮肥肥效最显著,磷肥次之,鉀肥更次之。因此,我国目前肥料工业还是以生产氮肥为重