

高等农业院校試用教材

农业化学

孙 羲(浙江农业大学) 主編
彭家元(四川农学院)

农学、果蔬及土壤农业化学等专业用

农业出版社

高等农业院校試用教材

农 业 化 学

主編单位 浙江农业大学

主 編 人 孙 羲 (浙江农业大学)

彭家元 (四川农学院)

农学、果蔬及土壤~~农业~~化学等專業用

农 业 出 版 社

編 著 者

浙江农业大学：孫 羲、程学达、赵荣琛、秦遂初

四川农学院：彭家元

南京农学院：裴保义、陆炳坤、蔡大同、张耀棟

沈阳农学院：姚归耕、王方維、郭鵬程、邱忠祥

北京农业大学：彭克明

华南农学院：茹皆耀

山东农学院：李永淑、李文炳

福建农学院：陈克文

华中农学院：程見堯

高等农业院校試用教材

农 业 化 学

主編单位 浙 江 农 业 大 学

主 編 人 孫 羲(浙江农业大学)

彭家元(四川农学院)

农 业 出 版 社 出 版

北京老錢局一號

(北京市市刊出版业营业許可証出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海洪兴印刷厂印刷裝訂

統一書 号 K16144·1513

1963年3月北京制型

1963年3月初版

1964年3月上海第三次印刷

印数 7,601—13,100册

开本 787×1092毫米

十六分之一

字数 440千字

印张 二十又八分之五

定价 [科五] 一元九角

前 言

本书是受农业部委托編写的,参加編写的学校有浙江农业大学、四川农学院、沈阳农学院、北京农业大学、南京农学院、华南农学院、华中农学院、山东农学院和福建农学院 共九个农业院校。1960年初在杭州浙江农业大学集体討論了教学大綱和編写分工計劃,1961年10月又于杭州召开教材审修會議。除以上九个农业院校編写同志参加外,还邀請了浙江农大农化教研組全体教师、土壤教研組及蔬菜教研組部分教师共同討論,然后由各校参考討論意見进行修改。

全书除緒論外共分十六章。第一章着重闡述植物营养与施肥的理論,第二章至第十四章分別介紹各种肥料的成分、性质、施用和效果,第十五章介紹我国几种主要作物的施肥,最后一章扼要說明农业化学研究法。編写內容基本上按照1955年高教部頒布的农业化学教学大綱,但将其中植物营养与肥料施用以及土壤特性与植物营养及肥料施用的关系这两部分合併起来,除重点說明植物营养的基本理論外,还分析了我国农民看天、看地、看苗的施肥原則以及土肥苗的相互关系。在肥料种类方面增加了几种化肥新品种,适当地增强了有机肥料內容。編写分工是这样:緒論、植物营养与施肥的理論、微量元素肥料、肥料混合貯藏四章由浙农大孙義編写,氮肥、磷肥二章由南京农学院裴保义、陆炳坤、蔡大同、张耀栋編写,鉀肥由孙義和北农大彭克明合編,石灰、石膏一章由华南农学院茹皆耀編写,人粪尿、厩肥、堆肥、泥杂肥四章由彭家元編写,綠肥由浙农大秦遂初編写,泥炭肥由沈阳农学院郭鵬程編写,菌肥由华中农学院程見堯編写,作物施肥由浙农大程学达、赵荣琛編写,其中果树施肥分別由沈阳农学院王方維編写苹果,福建农学院陈克文編写柑桔,并由山东农学院李永淑、李文炳汇总,农化研究法由沈阳农学院姚归耕、王方維、邱忠祥、浙农大秦遂初共同編写。各章經修改后再分四部分修訂,其中緒論、植物营养与施肥的理論基础、无机肥料各章和肥料混合貯藏由浙农大孙義負責,有机肥料各章与菌肥由四川农学院彭家元負責,农化研究法由沈阳农学院姚归耕負責,作物施肥由浙农大程学达負責,最后由孙義作总的修訂和补充。修訂补充后再寄往各校編者返复討論,然后定稿。在修訂菌肥一章时,华中农学院陈华癸和浙农大錢泽澍两同志提供了很多宝貴意見,蔬菜、果树施肥二节也得到浙农大蔬菜、果树两教研組提出很多意見。此外,参加編写的各校农化教研組大多参予有关章节的討論,对于修訂工作帮助很大。

这里还要提出,不少章节是由几个学校同时編写初稿,然后取长补短进行編写的。如綠肥一章就有南农裴保义、四川彭家元和浙农大三校提供初稿,氮肥、磷肥有南农裴保义等和浙农大孙義編写的初稿,石灰、石膏一章由华南茹皆耀和浙农大孙義提供的初稿,然后汇编。

本书编写工作,始终是在浙农大校党委和系总支的领导下进行的,在工作中给予很多方便,对编写此书帮助很大。

本书分大小字两种,凡深入的及次要的内容则用小字排印。大字供农学、果蔬等专业应用。连同小字则可供土化专业采用。由于各地气候、土壤、肥料种类的不同,采用这本教材时可按照各地区的特点增减内容,如华北及西北地区学校可适当精简水生绿肥、漚肥等内容。

由于农业化学内容广泛,而编者学识有限,内容中难免有错误和不妥当的地方,热忱的希望采用这本教材的教师和同学多多提供意见,以便再版时修订。

孙 羲 于杭州

1962年5月1日

目 录

前言

緒論	1
第一节 农业化学的目的和任务	1
第二节 农业化学的发展概况	2
第三节 农业化学的内容和研究方法	8
第 一 章 植物营养与施肥的理論基础	11
第一节 植物营养成分	11
第二节 各种营养元素对植物生长发育和代謝作用的功效	12
第三节 植物对养料的吸收	31
一、根部吸收	31
二、叶部吸收(根外营养)	38
第四节 植物营养特点	39
第五节 影响植物营养的环境条件	43
一、气候条件	43
二、土壤条件	46
第六节 肥料在农业生产中的作用	59
第 二 章 氮肥	65
第一节 土壤中氮的含量、形态及其轉化	65
第二节 氨态氮和硝态氮的营养意义	67
第三节 氨态氮肥和硝态氮肥	71
一、合成氨	71
二、氨态氮肥	72
三、硝态氮肥	79
四、硝铵态氮肥	80
第四节 酰胺态氮肥和氰氨态氮肥	82
一、尿素(酰胺态氮)	82
二、石灰氮(氰氨态氮)	85
第五节 氮肥的有效施用	86
第 三 章 磷肥	90
第一节 土壤中磷的含量、形态及其轉化	90
第二节 磷矿粉和骨粉	94
一、磷矿粉	94

二、骨肥.....	98
第三节 酸制磷肥	100
一、过磷酸钙.....	100
二、重过磷酸钙.....	107
三、沉淀磷酸钙.....	107
第四节 热制磷肥	108
一、钢渣磷肥.....	108
二、钙镁磷肥	109
三、脱氮磷肥.....	111
四、玻璃磷肥(偏磷酸钙)	111
第五节 磷肥的合理使用	111
第 四 章 钾肥及复合肥料.....	115
第一节 土壤中钾的含量、形态及其转化	115
第二节 钾肥的种类、性质和在土壤中的相互作用	119
一、钾肥的来源和种类.....	119
二、各种钾肥在土壤中的相互作用.....	124
第三节 钾肥的施用和效果.....	125
第四节 复合肥料	128
第 五 章 微量元素肥料	131
第一节 土壤中微量元素的含量和变化	131
第二节 作物缺少微量元素的象征和诊断方法.....	134
第三节 微量元素肥料的种类及其施用	136
第四节 微量元素肥料的效果.....	138
第 六 章 石灰、石膏肥料.....	143
第一节 石灰质肥料	143
第二节 石膏肥料	152
第三节 食盐等肥料	155
第 七 章 人粪尿	158
第一节 人粪尿的成分和它的肥料价值	158
第二节 人粪尿的贮存管理.....	159
第三节 人粪尿的卫生处理.....	165
第四节 人粪尿的施用和效果.....	166
第 八 章 家畜粪尿及厩肥.....	170
第一节 家畜粪尿	170
一、养猪积肥的重要意义.....	170
二、家畜粪尿的成分和性质.....	171
第二节 家畜粪尿的贮存.....	175
第三节 厩肥.....	180
一、新鲜厩肥的成分和性质.....	180

二、厩肥的堆制	180
三、厩肥腐熟特征和厩肥产量估计	185
第四节 家畜粪尿及厩肥的效果	187
第九章 土粪、堆肥和漚肥	191
第一节 土粪	191
第二节 堆肥	193
第三节 漚肥	200
一、草塘泥	200
二、沤肥(挡肥、窖肥、肥圈)	201
三、沼气发酵粪	203
第十章 绿肥	204
第一节 绿肥在农业生产上的意义	204
第二节 绿肥作物的分布、分类和适应性	209
第三节 我国绿肥作物的栽培制度和发展绿肥生产的几个关键性问题	211
第四节 绿肥作物的栽培技术要点	213
一、冬季绿肥作物	213
二、夏季绿肥作物	216
三、多年生绿肥作物	216
四、水生绿肥植物	217
第五节 绿肥的利用	218
第十一章 泥炭肥料	223
第一节 我国泥炭资源的分布概况	223
第二节 泥炭的形成及其分类	223
第三节 泥炭的农化性质	224
第四节 泥炭在农业上的应用	226
第五节 胡敏酸肥料	230
第十二章 泥土肥和杂肥	234
第一节 泥土肥	234
一、土肥	234
二、泥肥	238
第二节 海肥	240
第三节 污水	242
第四节 油饼类	245
第五节 禽粪及其他杂肥	246
第十三章 菌肥	250
第一节 菌肥在农业生产上的意义	250
第二节 根瘤菌剂	251
第三节 固氮菌剂	255

第四节 磷细菌肥料	256
第五节 硅酸盐细菌肥料	257
第六节 综合细菌肥料	258
第七节 抗生素肥料	258
第十四章 肥料的保存和混合	260
第一节 肥料的保存	260
第二节 肥料的混合	261
第十五章 作物施肥法	267
第一节 施肥的原理	267
第二节 水稻的施肥	274
第三节 小麦的施肥	283
第四节 棉花的施肥	289
第五节 蔬菜的施肥	294
第六节 果树的施肥	298
第十六章 农业化学研究法	303
第一节 调查研究	303
第二节 试验研究	306
一、田间试验	306
二、盆栽试验	312
三、农业化学分析	316

緒 論

第一节 农业化学的目的和任务

肥料在农业生产中的作用 施用有机肥料和矿质肥料，对于保证提高单位面积产量和不断提高土壤肥力，起着很重要的作用。因为肥料不仅能营养植物，而且还能提高土壤肥力，有利于植物生长。所以肥料的合理施用，不仅能增加当年作物产量和品质，并由于提高了土壤肥力，还有利于后作的生长，故能不断地提高农业生产。几年来，我国农业生产的增加与增施肥料以及扩大施肥面积是密切相关的。生产实践早就指出，那里肥料用得多了，用得合理，那里增产幅度就大。农谚说得好：“肥是庄稼宝，没肥长不好”。又说“地凭粪养，苗凭粪长”。由此可见，肥料对于农业生产的重要作用。

我国肥料生产在党的正确领导下，贯彻实行了有机肥料和无机肥料同时并举的方针，肥料生产不断发展。如扩大了绿肥作物面积，提高了绿肥单位面积产量，养猪积肥，深入人心，挖河泥、捞青草已成群众运动。农家肥料数量大大增加。同时化学肥料的生产随着国家的工业化，不但数量增加，品种也多样化。又由于我国肥料资源丰富，磷矿广泛分布，钾矿蕴藏也不少，再加上水利条件好，发展化肥潜力很大。

几年来由于党的英明领导，群众生产积极性的高涨，肥料用量的增加和施肥技术的改进，对于提高农业生产起了决定性的作用。

农业化学的目的和任务 农业化学是研究植物营养与施肥的科学。因为施肥的目的是为了营养植物，而植物营养又是指导施肥的理论依据。但是植物生长发育和它的外界环境条件是分不开的。因此施肥不仅要根据植物的营养特点，而且还要考虑到外界环境条件。就是说，要把植物、土壤、肥料联系起来，研究它们之间的相互关系，进而以施肥的措施，来调节营养物质在植物体内和土壤内所起的作用，以便改善植物发育的内在和外界条件，使达到提高产量和品质的目的。因为肥料的作用不仅能营养植物，促进植物的新陈代谢，同时也能调节土壤反应，改善土壤结构，控制土壤微生物的活动，改善土壤的水、肥、气、热，而有利于植物生长。所以肥料在农业生产上的作用有两方面：一方面是营养植物，另一方面是提高土壤肥力，而以提高作物产量和品质的目的，把它们统一起来。我国农民施肥向有“肥肥土、土肥苗”以及“肥肥苗”之说，正是说明了土、肥、苗三者相互间的关系。我们不但要了解土、肥、苗三者相互间的关系，而且还要掌握它们相互间的变化，定向地提高作物产量和品质。这就是农业化学的目的，也是研究这门科学的任务。

由于农业生产是复杂的，所以影响农业生产不仅限于土、肥、苗三者，气候、水利、病虫害

以及田间管理,无一不与农业生产有关。因为它们既能影响植物生长,也会影响肥料效果。所以研究肥料就必须建立在农业“八字宪法”的基础上。以施肥为手段,以增产为目的,来研究肥料在“八字宪法”中的辩证关系,特别是着重在土、肥、苗三者相互间的关系。这是我国农业化学应该努力和发展的方向。下图就是说明农业化学和土、肥、苗以及其他因素相互关系的模式图。

由于作物种类多,土壤肥力不一,肥料性质不同,加之气候条件、田间管理等等不同,要研究它们相互间的关系,就显得很复杂。但是由于我国农民在生产实践中有着极其丰富的经验,如果把各地农民的看天、看地、看庄稼、看肥料的四看施肥经验加以分析,那么肥料就能根据各种土壤、按照不同作物而有计划的分配和使用,就能发挥肥料增产的最大效果。在化学肥料方面,这种有计划的生产、分配和使用,便是农业化学的主要内容。

总之,农业化学的目的和任务,是研究“肥”在“八字宪法”中的关系,以不断地提高农业生产。从认识农业生产过程中营养物质的循环,进而控制它的循环,定向的提高农业生产。也就是从认识客观世界,进而改造客观世界。这就是农业化学的任务和目的。

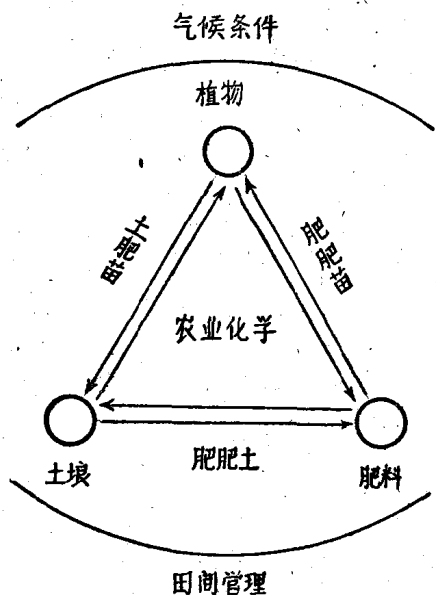


图 緒一1 农业化学和土壤、肥料、植物等相互间的关系①

第二节 农业化学的发展概况

农业化学知识的萌芽 我国农业历史悠久,劳动人民在农业生产实践中积累了极其丰富的生产经验。早在公元前十一世纪至四世纪,我国就有施肥的记载。周頌良耜“荼蓼朽止,黍稷茂止”。说明人们已经把腐烂在田里的荼蓼和生长茂盛的黍、稷联系起来,这可能是我国后来使用绿肥的起源。但在当时还没有证据足以证明人们已经有意地栽培绿肥和利用绿肥。礼记月令季夏之月有“烧薙行水,利以杀草,如以热汤,可以粪田疇,可以美土疆”的记载。礼记时代,人们对腐烂杂草的肥田作用已有明确的认识,但是由“烧薙行水”而腐烂在田中的杂草,只能作为天然肥料看待。至于栽培绿肥专为肥田之用可能在六世纪。在贾思勰撰的“齐民要术”中曾有这样的记载:“凡美田之法,绿豆为上,小豆、胡麻次之。悉皆五、六月中种。七月八月,犁耨杀之。为春谷田,则亩收十石,其美与蚕矢熟粪同。”

① 编者设计。

在肥料积制方面,我們劳动人民早創有“踏糞法”堆制厩肥。制造过程是这样:“凡人家秋收后,治粮場上所有穰、谷穰等,并須收貯一处,每日布牛脚下,三寸厚,每平旦收聚,堆积之,还依前布之,經宿即堆聚,計經冬一具牛踏成三十車糞”。

十四世紀中王禎的“农书”中有粪壤篇，把肥料分为大粪、踏粪（厩肥）、苗粪、草粪（二者都是绿肥）、火粪（草木灰、石灰）、泥粪（肥泥和大粪合用）等数种，并且指出：一切禽兽毛羽亲肌之物，都是很好的肥料。到了十八世紀时，楊岫总结了群众有关肥料方面的經驗，将以上肥料分类加以补充，扩大为十类：人粪、牲畜粪、草粪、火粪、泥粪、骨蛤灰粪（一切禽兽骨、蹄、角及蚌、蛤諸物）、苗粪、渣粪（一切菜籽、棉籽取油成渣再碾細）、黑豆粪（黑豆磨碎，澆以人粪尿，密閉，发酵，合土拌干）和皮毛粪；并且指出，施肥要注意“时宜”、“土宜”和“物宜”。所謂“时宜”就是“寒热不同，各应其候”。例如春季宜于用人粪尿和牲畜粪，夏季宜于用草粪、泥粪和苗粪，秋季用火粪等。所謂“土宜”就是“随土用粪，如因病下药”。例如阴湿地要用火粪，砂土要用草粪和泥粪，高燥的地要用猪粪之类。所謂“物宜”是因为“物性不齐”，所以“当随其情”。例如种麦、粟要用黑豆粪和苗粪，种瓜、菜要用人粪之类。实际上就是看天（季节）、看地（土壤）、看苗（作物种类）施肥。在那样早的时候，我国劳动人民对于施肥已有那样深刻的認識了。

根据肥料施用时期分别为基肥和追肥，我国劳动人民早有说明，而且一向重视基肥的施用。劝农书载有“用肥时候，亦有不同，用之未种之先谓之垫底，用之于既种之后，谓之接力。垫底之粪在下，根得之而愈深，接力之粪在上，根见之反上，故善稼者皆于耕时下粪，种后不复下也”。主张一次施足基肥。至于追肥很早就提出看苗施肥。沈氏农书载有“下接力须在处暑后（指水稻），苗做胎时，在苗色正黄之时。如苗色不黄，断不可下接力，到底不黄，到底不可下也。……”水稻在处暑后孕穗时，如苗色黄，须施追肥。这期追肥就是现在所谓的穗肥，能促使谷粒饱满，增加产量。如这时苗色不黄，断不可施肥，以防徒长。可见我国古代劳动人民对肥料的施用具有极其丰富的经验。在欧洲直到十一世纪，法国和德国中部才开始施肥，英国到十三世纪农田施肥还不很普遍。这种情况到十八世纪还没有多大改变。就农业化学历史发展来看，当时我国劳动人民创造最多，但是在长期封建统治下，残酷的剥削，不仅束缚了生产力的发展，同时也阻碍了科学的发展。几千年的封建社会，使科学停留不前。一直到解放后，在党的英明领导下，组织人力整理祖国遗产，同时积极发展科学，农业化学才得到迅速的发展。

早期农业化学工作 封建社会在欧洲首先崩溃,资本主义社会起而代之。由于生产关系的改变,促进了生产力的发展,科学也随着发展起来。农业化学在当时则以西欧发展较快。

十八世紀末十九世紀初，在西歐流行着所謂腐殖質植物營養學說。這個學說是德國泰伊爾(A. Van Thaer, 1752—1828)首創。

所謂腐殖质植物营养学說包括两方面內容：一方面认为腐殖质是决定土壤肥力的主要因素，另一方面又认为腐殖质是土壤中唯一可作为植物营养的物质。所以这个学說包括了农业实践上关于腐殖质对于土壤肥力有重大意义的正确观察，同时也包括了不正确的形而上学的概念，即认为腐殖质是土壤中可作为植物营养唯一的物质。这个学說虽然在欧洲曾风行一时，但是，当时有很多学者反对这种見解，认为腐殖质不是植物唯一的营养物质，如德国的

李比希,法国的布森高等。

著名的法国农业化学家和植物生理学家布森高(J. V. D. Boussingault, 1802—1887)于1836年在里昂大学任教时,曾在貝海列波农场建立了自己的实验室。在那里用田间试验和化学分析进行了一系列关于农业中物质循环的研究,特别重视各种轮作制中各个作物的产量和成分分析。据试验结果指出,收获物中碳素的累积与厩肥中碳的含量并无直接关系,认为植物碳素的来源取自空气中二氧化碳。嗣后继续研究各种轮作制中氮素平衡问题,试验结果指出:轮作中如有豆科植物,则收获物中的总氮量常常超出肥料中的氮素,轮作中豆科植物所占面积愈大,则超出氮量亦愈多。由此可见,在田间条件下栽培豆科植物能增加土中氮素,转而供给以后作物利用。比如试验中三叶草收割后的小麦产量就比马铃薯及块根类作物收获后的小麦产量高。当时布森高就认为所超出的氮素是植物从空气中获得的。虽然试验结果已经指出,豆科植物有固氮的能力,可是当时对于细菌学还没有正确的概念,因此对于豆科植物的固氮作用未予应有的注意。一直到1865年俄罗斯生物学家伏隆宁(М. Воронин)和1866年德国的微生物学家赫锐格(H. Hellriegel)研究根瘤菌,才找到固氮作用的合理解释。

布森高的研究工作不仅反驳了当时流行的腐殖质植物营养学说,而且还发展了所谓氮素营养学说。这个学说对于氮肥在农业生产上的作用以及栽培豆科绿肥作物提高生产,都起了很大的作用。

德国著名的农业化学家李比希(J. V. Liebig, 1803—1873)于1840年发表了“化学在农业和植物生理学上的应用”一书,首先反对腐殖质营养学说,并认为:如果植物碳营养是来自腐殖质,那么腐殖质首先应该溶解于水中,但腐殖质的溶解度很小,因此植物碳的来源决不是来自腐殖质,而是取自空气。至于腐殖质之所以是植物的养分,不是在于溶解态的腐殖质能被植物吸收和利用,而是在于它分解时不断的供给 CO_2 ;因而腐殖质不是植物生长发育所必需的营养物质。李比希在批驳了腐殖质营养学说以后,又强调了矿物质的营养作用,并肯定地指出:土壤中矿物质是一切绿色植物唯一的养料,厩肥及其他有机肥料对于植物生长所起的作用并不是由于其中所含的有机质,而是由于这些有机物在分解时所形成的矿物质。这种观点在当时即称为“植物矿物质营养学说”。这个学说在发展植物营养与指导施肥方面都起了积极的作用,特别是对于化学肥料的制造与施用意义更大。

李比希还指出:由于不断地栽培作物,土中矿物质势必引起损耗,如果不把作物由土壤中所摄取的那些矿物质归还给土壤,那么到最后土壤会变得十分瘠薄,甚至寸草不生。要想完全避免土壤的这种损耗是不可能的。但是恢复土中所损耗的物质是可能的,办法就是施用矿物质肥料,使土壤的耗损和营养物质的归还之间保持着一定的平衡。李比希这一论断,在科学上称为“归还学说”。这个学说对于如何恢复土壤肥力和提高农业生产均起了积极的作用。

虽然李比希的这些工作对农业化学的发展起了很大的作用。但是从“归还学说”来看,李比希认为土壤肥力是静止不变的,由于农产品的收获和运往都市而造成土壤肥力下降。马克思首先指出,李比希揭露的矛盾仅是资本主义形态的农业所特有的,庞大的社会主义农业

中,由于有着广泛利用全部科学成就的可能性,这种矛盾是不存在的。

关于氮素对于植物生长的重要意义早为农业生产所证实。植物生长不仅需要矿物质,也需要氮素,而李比希认为空气中少量氨态氮随着雨水流入土中,就能满足植物氮的需要,因而就忽略了氮肥的重要性。

由于李比希强调了矿物质的作用,甚至连有机肥料在提高农业生产的综合作用,也单纯的看作是由于其中矿物质的营养作用。但是我国农民千百年来生产经验证明,有机肥料对于提高农业生产作用很大。农谚说得好“地凭粪养、苗凭粪长”,“猪肥苗壮、猪瘦苗枯”等等。这些都是群众对有机肥料在提高农业生产作用的经验总结。由此可见,提高农业生产不单单是把矿质肥料归还给土壤,而是把有机肥料和矿质肥料配合使用。所以我们应该贯彻有机肥料和矿质肥料并举的方针,同时应用看天、看地、看苗的施肥方法来进行施肥。

苏联农业化学的建立和发展 苏联农业化学是在西欧农业化学的基础上发展起来的。特别是在伟大的十月社会主义革命以后,党和政府对各种科学研究工作提供了一切条件,因此这门科学也发展得极为迅速,最后建立起米丘林观点的生理路线的农业化学。

远在1867年,伟大的化学家门捷列也夫(Д. И. Менделеев, 1830—1907),就以田间试验研究肥料对于增产的效果,并于1867—1869年在俄国四个省建立了肥料田间试验网。根据试验结果指出:氮在俄国北方和磷在南方具有很大的意义。他用田间试验来研究土壤肥力,并为肥料的合理分配提供了有力的科学依据。

门捷列也夫以后又用田间试验的实际结果来驳倒当时正在流行的所谓“肥力递减律”和“归还定律”。在他的文献里曾有这样的记载:“……当我作试验之初,那时每俄亩黑麦产量平均不超过6俄担(旧俄担,每担合209.21升),年成好的时候可收8俄担,年成坏的时候只收4或5俄担……。到了第五年,黑麦产量平均已达10俄担,到了第六年已达14俄担了。”门氏结合了俄国化学上的成就和农民丰富的生产经验指出,提高作物产量不在于单纯的和机械的把养料归还给土壤,而应该科学地耕作土壤,并且适当的把矿质肥料和有机肥料结合使用。

继门捷列也夫以后,苏联社会主义劳动英雄普良尼施尼柯夫院士(Д. Н. Прянишников, 1865—1948),根据米丘林生物与环境统一的观点,将土壤、肥料与植物三者联系起来研究它们相互间的关系,进而以施肥来调节营养物质在植物体内和土壤内所起的作用,以改善植物发育的内在和外界条件,达到提高作物产量和品质的目的。根据这个原则进行了一系列的科学研究,建立起生理路线的农业化学学派。

首先他研究植物氮的营养,并确定氮在植物生活中的重要性。以后又继续研究了植物体内氮的代谢以及氨态氮和硝态氮的营养问题,并指出,硝酸铵将是苏联“未来的肥料”。这一假设已经完全被证实,目前这种肥料在苏联氮素肥料品种中占着重要地位。他对于植物氮素营养的研究不仅丰富了农业化学的内容,而且对于苏联氮肥工业的发展也起了一定的作用。由于矿质氮肥还不能满足农业发展的需要,因此他极力提倡栽培多年生豆科植物(羽扇豆)来丰富土壤中的氮素,解决氮肥不足的问题。在磷肥方面,也曾作过一系列的研究,特别是对于磷灰土的使用提出了具体措施。因为磷灰土中的磷属水不溶性,一般作物难于利用。他和

他的学生們首先研究磷灰土在土壤中变化的規律,并指出,在酸性土中,肥料中的磷可借土壤中的酸来溶解,使其轉变为植物可利用的形态;而在非酸性土壤中,則可栽培吸收磷能力强的作物,如羽扇豆、荞麦、芥菜、豌豆等。这些研究在指导农业生产上都有很大的意义。虽然他的研究着重在植物营养和矿质肥料施用,但对于有机肥料,特别是厩肥和泥炭肥料,也給予很大的注意。

普良尼施尼柯夫还很重視田間試驗。当他在肥料科学研究所工作时,曾广泛布置了三千多个田間試驗,包括苏联各种土壤和气候条件。这些試驗結果,对于苏联矿质肥料的計划生产和分配提供了极有价值的科学資料。

在苏联,除門捷列也夫、普良尼施尼柯夫外,И.С. 柯梭維奇对于豆科植物吸收氮素的研究,К.К. 盖德罗伊茨院士对于土壤吸收性的研究等,对于发展农业化学都有一定的貢獻。

解放后我国农业化学的发展 我国农业科学在解放前,由于长期封建統治,科学停留不前。到了二十世紀初期,西欧学术思想传入我国,在当时国内也有一些零星的研究工作。比如在土壤肥力檢定方面,前中农所曾在14个省布置了156个三要素肥料試驗*,同时土壤研究所曾分析我国主要土类中有机质和有效磷鉀含量,結果指出,我国土壤普遍缺乏氮素,磷次之,鉀的含量除个别地区外,一般都比較丰富^{①②}。虽然田間試驗和化学分析并非同时同地进行,但总的趋向是一致的。在植物营养研究方面以罗宗洛教授工作最多,他对于硝态氮和氨态氮的营养問題,曾作过詳細研究,微量元素也有不少試驗。此外,各省科研单位在綠肥調查和引种工作也累积了一些有用的資料。但是这些科研成果在解放前的旧社会里,不可能得到重視,更談不上应用到农业生产中去。

解放以后,在党的正确领导下,首先指出了科学研究的方向,就是科学研究必須为无产阶级服务,为生产服务;研究科学必須建立在辯証唯物主义的观点上。由于党的正确领导和对科学的关怀,在解放后短短的十多年,农业化学就有了很大的发展,并作出很多的成績。比如1958年全国开展了以耕地为主,以人民公社为基础的群众性土壤普查鉴定运动。通过普查初步总结了我国农民在长期生产斗争中所积累的有關土壤方面的丰富經驗,探明了不同土壤的农业化学性质(与农业生产有关的土壤理化性状,如土壤的供肥性、保肥性、土壤反应、有机质含量等等),为合理种植、按土施肥提供科学依据。

在土壤肥力檢定方面,各地农业科学研究所17个省中的100多个点进行了三要素試驗。1958年,中国农业科学院土壤肥料研究所^③在全国主要土区又进行了150个左右的試驗点,表明試驗地区的土壤大約有80%是缺氮,50%左右缺磷,30%左右缺鉀。这个資料对于我国发展化肥,有很大参考价值。

在氮肥試驗中,很多資料指出,水稻宜用氨态氮肥,其肥效都超过硝态氮肥。据华东农业

① 张乃凤,地力的測定,土壤季刊,2卷1期,1941。

② 于天仁等,中国土地几种植物养分的初步研究,土壤会志,1卷2期,1950。

* 三要素肥料試驗,指N、P、K肥料試驗。

③ 中国农业科学院土壤肥料研究所,1958年全国肥料試驗网試驗总结(初稿),1959。

科学研究所試驗說明，水稻不但要用氨态氮肥，还要深施，施到还原层中，可大大提高其肥效。

在磷肥方面，中国科学院土壤研究所李庆逵等研究了磷矿粉在酸性紅壤中的使用，同时还研究了各种植物对于磷矿粉的吸收强度。試驗結果指出：蘿卜菜、油菜、荞麦、苕子对磷矿粉的利用率最强，猪屎豆、田菁、胡枝子、甘薯、豆类次之，禾本科作物如小麦、黑麦、燕麦以及三叶草等对磷矿粉的利用率极低，可以采取适当的輪作，如通过以吸收性較强的綠肥作物来增进后作水稻、小麦、玉米等作物对磷的利用。

在施肥方面，根外追肥首先于 1950 年由彭謙在苏南进行試驗，以少量过磷酸鈣的噴施，对于稻、麦、棉增产，都有較好的效果。

在农家肥料方面，首先是总结了群众施用猪栏粪的經驗，并指出，任何土壤凡多施猪栏粪的都能提高土壤肥力，可使死土变活土，变活土为油土。研究結果指出，猪栏粪中不仅含有較多的有机质和各种养料，而且其阳离子代換量也較高，对于提高土壤保水、保肥性能有很大的作用。

在种植綠肥作物方面，不但扩大了面积，而且还肯定了各地綠肥作物的适应区。如陝西关中小麦田以草木樨，棉田以光叶苕子为宜。长江流域和南方各省适应品种更多，冬季綠肥有紫云英、苕子、黄花苜蓿、蚕豆、豌豆、蘿卜菜，夏季綠肥有田菁、飯豆、猪屎豆、檉麻等。适于酸性紅壤地区的有猪屎豆、茅蔓豆、飯豆等。适于盐碱地的有田菁、苦豆、紫穗槐、檉柳。这些成果和总结資料，对于指导推广綠肥和改良紅壤、盐碱土起了一定的作用。此外，对綠肥作物栽培还总结了一套以小肥养大肥，增施磷、鉀肥的增产經驗。

細菌肥料是在解放后才开始应用。已选出大豆、花生有效根瘤菌剂，并已在全国花生、大豆主要产区广泛应用。还选出有效的固氮菌、磷細菌、鉀細菌、綜合菌剂和抗菌剂也在試用中。在菌肥研究工作中，利用放射性元素刺激有益細菌的生长，也获得很好的效果。

在作物施肥方面，我国农民創造更多。如分层施肥、肥土相融的有机肥料基肥施用法以及看天、看地、看庄稼的施肥經驗，并进行了总结和分析。中国农业科学院江苏分院、中国科学院土壤研究所等单位还与劳模陈永康集体研究了单季晚稻“三黄三黑”的施肥措施及其理論依据。了解了水稻各生长期的长势、长相和叶色的变化，并根据水稻生长的阶段性和連續性，以土、肥、水相互为用的有机联系来調节土壤营养环境条件，进而控制水稻体内碳、氮代謝的协调，使群体获得有益的发展，获得高产。此外，小麦、棉花、油菜等作物的营养与施肥，都进行了試驗。放射性同位素也应用于农业化学科学研究中。这些試驗成果不仅丰富了农业化学的内容，而且对于提高农业生产也起了一定的作用。

从上所述，可見我国农业化学在解放后短短的十几年，取得很大的成績，較之解放前科学停留不前的那种瘫痪状况，不可同日而語。从这个显明的对比，可以說明，只有在优越的社会主义制度下，科学才能高速度的发展，科学成果才能用于生产，推动生产，而为社会主义建設服务。

第三节 农业化学的内容和研究方法

农业化学的内容 农业化学是研究植物营养与施肥的科学。所以它的内容中必须包括植物营养与施肥两部分。但是合理施肥就必须了解各种肥料的成分、性质以及在土壤内的转化。所以有关肥料方面的全部内容,都应该包括在内。总的来讲,农业化学可包括如下三方面:

一、植物营养部分 植物营养是施肥的理论依据,也是农业化学的中心内容。比如施用氮肥就必须了解氮素的营养功效。同时由于植物和外界环境是分不开的,因此施肥不仅要考虑植物营养的特点,而且还要考虑到环境条件,特别是气候和土壤。因为气候和土壤都能影响植物的生长,也要影响肥料的效果,所以施肥要看天、看地、看苗。要把农民的这种看天、看地、看苗的施肥经验加以科学分析,作为施肥的理论根据。此外,土、肥、苗三者互有影响,研究它们之间的相互关系,使肥料不但能肥苗,而且还能通过肥土达到肥苗,使农业生产不断的发展。所以有关肥土、土肥苗以及肥苗的理论也是属于农业化学的范围。

二、肥料部分 合理施肥必须掌握肥料的性质。肥料种类多,性质不一。有的能直接营养植物,如各种氮肥,称为直接肥料^①;有的以改善植物外界条件为主,如石灰能中和土壤酸性,有机肥料能改善土壤的结构等等,称为间接肥料^①。有的肥料在播种或移植前就要施用,称为基肥,其作用是供给植物整个生长期所需要的养料,同时也有改善土壤水、肥、气、热的作用。有些肥料在播种或移植时施用,甚至与种子混播,称为种肥,有促进植物种子发芽和初期生长之效。在植物生长期中,还需要养料,这时所施用的肥料则称追肥。各种肥料所含的成分不同,肥效也有不同。因而有将肥料分为有机肥料和无机肥料(或矿质肥料)。无机肥料中再分氮肥、磷肥、钾肥、复合肥料、微量元素肥料等等。研究肥料的直接、间接作用,基肥、种肥、追肥的合理搭配和各种肥料的成分、性质,在土壤中的转化以及对于作物生长发育和产量品质的影响都是农业化学的主要内容。

三、施肥部分 根据农业“八字宪法”的相互关系来合理安排和使用肥料,这是施肥的原则。所有的施肥制度和施肥法必须符合这个原则。比如在轮作制中根据各个作物的营养特性,按照当地气候、土壤等条件来计划整个轮作制中肥料的分配和使用,这就是施肥制度。对各个作物的施肥就是施肥法。施肥制度是建立在轮作制的基础上,也包括了施肥法的内容。研究施肥法、施肥制度是农业化学另一方面的内容。

将以上三方面内容综合起来就是农业化学的全部内容。

农业化学的研究方法 农业化学的研究方法包括调查研究和试验研究二方面:

一、调查研究 我国农业历史悠久,几千年来劳动人民在生产实践中积累和创造了极为丰富的生产经验,这些经验和创造是国家的宝贵财富。只有通过调查研究才能将这些先进

① 区分直接肥料和间接肥料是相对的。例如石灰不仅能中和土壤酸性,改善土壤理化等性质,而且也能供给植物的钙营养,所以肥料的直接作用和间接作用很难严格划分,一般是根据其主要作用而言。