

高等学校教学用书

农 業 化 学

上 册

A. Γ. 舍斯塔科夫主編

高 等 教 育 出 版 社

高等学校教学用书



农 业 化 学

上 册

A. П. 舍斯塔科夫主编

佘鹤言 梁式弘等译

高等教育出版社

本書系根据苏联国立农業書籍出版社 (Государственное издательство сельскохозяйственной литературы) 1954 年出版的舍斯塔科夫 (А. Г. шестаков) 教授主編“农業化学” (Агрономическая химия) 譯出的。原書經苏联高等教育部批准为农学院农学系教学参考書。

全書共分九章, 中譯本分上下兩册出版。

上册包括: 肥料在苏联提高农作物产量中的作用与农業化学的發展(第一章)、植物营养(第二章)、土壤性質与施肥之关系(第三章)、矿質肥料——工業肥料(第四章)。

本書上册是由北京农業大学和东北农学院尙鶴言、梁式弘、郭兴嘉、陈馥衡、張淑民、楊潔彬、左东峰、尹崇仁等同志合譯, 并經黃希素、孙毅、彭克明等同志审校, 尙鶴言总校。

农 業 化 学

上 册

A. Г. 舍斯塔科夫主編

尙鶴言 梁式弘等譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第051号)

京华印書局印刷 新华書店發行

統一書号16010·106 開本850×1168 $1/32$ 印張97/16 插頁6 字數224,000 印數3,201—8,200

1957年10月第1版 1958年5月北京第3次印刷 定價(10) ¥1.70

序 言

本書是由莫斯科季米里亞捷夫農學院農化教研組全體教師編著的。本書作者們從事這一著作，目的是為了滿足高等農業院校對農業化學新教材的需要。

Л. Н. 普里亞尼施尼柯夫院士著的經典著作“農業化學”多年來曾作為本科目的教課書，無疑地，它將來仍然是學習農業化學的大學生們的極有益的一本參考書。但是，因為這本著作是 Л. Н. 普里亞尼施尼柯夫及其學派多年研究工作的總結成果的豐富的專題論文，所以，雖然有了這本著作，也需要有更加符合現代教學大綱要求的新參考書。

以下是本書各作者所編著的各章節。

緒論、第一章、第二章的“植物對養分的吸收”、“環境反應對植物的意義”、“鹽類的生理反應”、“植物的根外營養”各節及“鈣”、“鎂”、“鐵”、“微量元素”、“鈉、氯、硅”各小節、第四章的“複合肥料”、“微量元素肥料”、“肥料的貯藏和混合”各節及第九章的“研究植物營養、土壤和肥料性質的培養試驗”一節是 А. Г. 舍斯塔科夫教授寫的。

第二章的“碳、氫和氧”、“氮”（除豆科植物的固氮作用這一部分）、“硫”、“磷”、“鉀”各小節及第 64—72 頁這一部分是 В. В. 巴加耶夫副教授寫的。第二章的“在不同的發育期中植物和營養條件的關係”一節及“氮”中的“豆科植物的固氮作用”這一部分是 М. М. 古科娃助教寫的。第三章和第九章的“施用肥料的田間試驗”一節是 В. М. 柯列赤柯夫斯基副教授寫的。第四章的“氮肥”一節是 Ф. К. 沃羅別夫副教授寫的。第四章的“磷肥”一節是 М. А. 庫腊赫

塔諾夫副教授写的。第四章的“鉀肥”一节是 A. B. 彼得尔布尔格斯基教授写的。第五章除“綠肥”一节外全是 З. В. 罗格維諾娃雅副教授写的。第六章和第五章的“綠肥”一节是 X. К. 阿薩罗夫副教授写的。第七章是 A. И. 謝美諾夫助教写的。第八章是 И. В. 古梁金副教授写的。

В. М. 柯列赤柯夫斯基副教授参加本書的校訂工作。

本書作者們对审閱本書手稿提出宝貴意見的 П. А. 巴拉諾夫院士、烏克蘭苏維埃社会主义共和国科学院 А. И. 杜舍奇金院士、И. Л. 科洛沙副教授、М. А. 普罗宁教授、М. Г. 契热夫斯基教授和 Ф. В. 迟利科夫教授表示感謝。

如有批評和意見，請寄下列地址之一：

Москва, А-8, Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, корпус 17 (старый), кафедра агрохимии。

Москва, Б-66, 1-й Басманный пер., Д. З. Сельхозгиз。

目 录

序言	vii
緒論	1
第一章 肥料在苏联提高農作物产量中的作用与农業化学的發展	6
第一节 肥料在苏联提高产量中的作用	8
第二节 农業化学的历史	12
第二章 植物营养	45
第一节 各个元素在植物营养中的作用	48
1. 碳、氢和氧	48
2. 氮	50
3. 硫	60
4. 磷	62
5. 鉀	69
6. 鈣	71
7. 鎂	75
8. 鉄	77
9. 微量元素(硼、鉍、銅)	78
10. 鈉、氯、硅	83
第二节 在不同的發育期中植物和营养条件的关系	85
第三节 植物对养分的吸收	93
第四节 环境反应对植物的意义	100
第五节 鹽类的生理反应	102
第六节 植物的根外营养	104
第三章 土壤性質与施肥的关系	107
第一节 土壤的組成	108
1. 土壤固相的矿質部分的組成	109
2. 土壤有机質	117
第二节 土壤的吸收性能	124
1. 生物吸收	124
2. 土壤中的化学和物理化学吸收	126

第三节 土壤反应139

1. 土壤代换性酸度143
2. 土壤水解性酸度145
3. 土壤鹽基飽和度和緩冲性146

第四章 矿質肥料(工業肥料)150

第一节 氮肥150

1. 土壤中氮的含量及其动态150
2. 氨和硝酸的制造159
3. 銨态-硝酸态肥料163
 - (1) 硝酸銨163
 - (2) 硫酸銨-硝酸銨(列依納硝石和蒙坦硝石)170
4. 銨态肥料171
 - (1) 硫酸銨171
 - (2) 氯化銨178
5. 硝酸态肥料181
 - (1) 硝酸鈉181
 - (2) 硝酸鈣184
6. 酰胺态氮肥料186
 - (1) 尿素(昇尿素)186
 - (2) 脲氯化鈣187
7. 对各个作物氮肥的施用190

第二节 磷肥197

1. 土壤中磷化合物的含量和形态197
2. 赫宾磷灰石203
3. 磷灰土204
4. 普通过磷酸石灰208
5. 重过磷酸石灰221
6. 沉淀磷肥222
7. 湯馬斯磷肥224
8. 热熔磷肥227
9. 磷灰土粉229
10. 骨粉237
11. 藍鉄矿238
12. 磷肥的施用240

第三节 鉀肥248

1. 土壤中鉀化合物的含量和形态249
2. 苏联鉀鹽的矿产地253
3. 鉀肥的生产256

4. 钾肥对各种土壤的作用	257
5. 钾肥对最主要农作物的施用	261
6. 草木灰是钾磷石灰的当地肥料	277
第四节 复合肥料	278
1. 氮化过磷酸石灰	279
2. 过磷酸铵	280
3. 安福粉	281
4. 氯化钾钾(KOTa30T)	283
5. 硝酸钾	283
6. 硝磷钾	284
第五节 微量元素肥料	285
1. 硼肥	285
2. 锰肥	287
3. 铜肥	288
第六节 肥料的贮藏和混合	290

緒 論

施用有机与矿質肥料，在保証提高农作物單位面积产量和不断增加土壤肥力的农业技术措施系統中占有一个極其重要的位置。施肥的主要目的是以营养元素来保証对植物的供应并为获得高額而品質优良的产品給植物創造必需的营养条件。但肥料的作用却远不能只局限于直接增加植物营养元素的供給。肥料施入土壤內即与土壤發生相互作用，并对土壤內所进行的、作为制約土壤肥力之因素并具有極其重要意义的微生物学过程产生了影响。农业化学的任务是研究各种肥料的性質及其与土壤相互作用的特点，制定利用肥料的最有效的措施以便提高土壤肥力并創造最好的植物营养条件。

农业化学和集体农庄、国营农場的实践証明了肥料在苏联各种不同的土壤、气候与經營条件下对提高各种农作物的产量有極其重大的意义。在此基础上党和政府过去曾采取了，而且現在也还在采取着有决定意义的措施以發展与进一步扩大苏联肥料的生产与施用。

十九次党代表大会根据發展苏联的第五个五年計劃的指令，規定在 1951—1955 年的五年期間普遍提高工業生产水平 70%，其中矿質肥料生产提高 88%。同时在化学工業中也規定以最快的速度来增加肥料的生产。为了保証矿質肥料生产的进一步提高，在第五个五年計劃中規定建設新的工厂并在下一个五年內开始生产。这將大大地扩大农业中矿質肥料的供应范围，并給技术作物、谷类作物、果树、蔬菜以及飼料作物地上大量施用矿質肥料提供了可能性。

在苏共中央全体會議 1954 年 3 月 2 日通过的“关于在我国进

一步增加谷物的生产与开垦生荒地和熟荒地”的決議中对有关增加施肥的措施極为重視。在苏共中央全体會議的这一決議中要求党、苏維埃以及农業机关消灭不重視施用有机与矿質肥料的这一进一步提高产量的重要方法的現象。全体會議責成苏联农業部、苏联国营农場部及其地方机关保証大量积累与施用当地肥料(厩肥,泥炭,堆肥等),广泛施用細菌肥料,改善矿質肥料的利用。同时規定保証在泥炭、石灰的开采工作上,在厩肥及其它当地肥料的运输与施用工作上的机械化,以便在最近的兩三年內,在集体农庄与国营农場中使当地肥料的儲备、运输与施用的过程基本上机械化。

苏联矿質肥料的生产正在逐年增加。根据苏共中央九月全体會議的決議,矿質肥料的工業生产(折合成規定單位)至 1956 年要达到年产 1650—1750 万吨左右,至 1964 年将提高到年产 2800—3000 万吨。

苏联拥有巨大的为發展肥料工業所必需的鉀与磷酸鹽原料的貯藏量与煤的蘊藏(煉焦时获得的氫用于氮肥工業中氨的合成)。这些資源的存在与利用水力的广泛可能性为苏联肥料工業的进一步发展提供了良好的条件。

磷灰石是我国主要的磷酸鹽原料,用磷灰石可以制造含磷高的、最优良的过磷酸石灰。而且,苏联欧洲部分与哈薩克苏維埃社会主义共和国磷灰土的大面积蘊藏也給制造磷肥(过磷酸石灰与磷灰土粉)提供了很大的可能性。此外,利用含磷的鉄矿石可制造有价值的磷肥——湯姆斯磷肥。

苏联的鉀肥工業是在索利卡姆斯克鉀矿产地(世界上最大的鉀矿产地)以及西烏克蘭鉀鹽矿产地的基地上發展起来的。目前正在开采白俄罗斯与奥津考夫斯克(烏拉尔安賓斯克区)的鉀矿。鉀肥工業在最近數年內应完全保証社会主义农業对鉀肥的需要。

由于国家工業化在苏联的逐步实现,特别是化学工業的發展,

完成第五个五年計劃內所規定的矿質肥料生产指标已成为可能。远在 1929 年斯大林同志在联共(布)党中央全体會議上就曾談到优先發展工業,全力供应農業机械,拖拉机,肥料,帮助农民在新的技术与集体劳运的基础上改造農業生产的必要性。

在 1930 年联共(布)党第十六次代表大会的決議中曾指令保証不断的与逐步的在国民經济的各个部門中实行化学化以便以最快的速度發展人工肥料与防治農業害虫藥剂的生产。

在十七次党代表大会的总结报告中斯大林同志指出肥料对提高技术作物产量的意义,同时还指出重視在農業中正确而有效的施用肥料之必要性。

联共(布)党第十八次代表大会的決議对發展化学工業,扩大肥料生产与施用的措施極为重視。十八次党代会的決議案中根据 B. M. 莫洛托夫同志关于第三个五年計劃的报告提出了將化学工業改变为完全滿足国民經济与国防要求的主要工業部門之一的任务。所以第三个五年計劃被称为發展化学的五年計劃。

在施用肥料方面,第十八次党代会所提出的任务是,在集体农庄与国营农場实行有机与矿質肥料正确的施用制度,注意廐肥及其它当地肥料的合理保存与利用,消灭浪費矿質肥料的現象,广泛实施在灰化土上的施用石灰与在碱化土上的施用石膏。由此可見,在十八次党代会的決議中無論在肥料的生产方面以及肥料的施用方面都給予了極其重要的指示。

但是由于和希特勒德国的战争而未能完全完成第三个五年計劃中所指定的任务。在战后的五年計劃时期才予以完成。

在 1946—1950 年恢复与發展苏联国民經济的五年計劃条例內除規定充分利用当地有机肥料(廐肥,泥炭)之外,还提出任务——扩大集体农庄与国营农場中矿質肥料的施用,完全保証技术作物(棉花,纖維亞麻,大麻,甜菜,烟草,茶,柑桔类作物)对矿質

肥料的需要并大力增加其它作物，特别是蔬菜与馬鈴薯地上矿質肥料的施用。为了保証施肥操作的机械化还規定了生产相应的机器(肥料撒播机，廐肥撒播机)。

肯定地，在非黑土地帶經常地施用当地肥料与工業肥料的条件下，所有的作物都能获得高額外稳定的产量。在人口众多而且有着非常重要的工業中心的非黑土地帶，提高作物产量，發展畜牧业对我国有着头等重要的意义。在非黑土地帶大規模地有系統地施用廐肥，石灰，泥炭，綠肥以及大量的矿質肥料对完成該地帶提高作物产量的任务將起着根本性的作用。

由于在苏联南部与东南部建成了世界上最大的水力發电站，扩大了灌溉地的面积，所以在灌溉地上就需要增加肥料的施用以便获得高外的产量。在灌溉地上由于以水分供給了植物，因而給矿質与有机肥料更有效的發揮作用創造了条件。

由于在苏联大多数的省施用肥料后作物的产量都得到了提高，所以党与政府認為發展肥料生产的化学工業与农业中施用肥料的問題有很大的意义。为了最高限度有效地利用提高作物产量的这一極其重要的杠杆，农业工作者应当通曉与掌握肥料的施用。因此，研究获得高产所必需的施肥量，根据土壤条件、各种作物的特点及作物在正确輪作中的換茬来制定施用肥料与复土的最合理方式以及結合綜合的高度农业技术研究輪作中当地肥料与工業肥料施用制度的問題都有着重大的意义。特别是研究新开垦的生荒地与熟荒地，灌溉地与排水地的这些問題就更加重要。

應該着重強調当地有机肥料对提高技术作物、谷类作物、飼料作物、蔬菜与其他作物产量的巨大作用，尤其是廐肥这一極主要的当地肥料的作用。施用矿質肥料不仅不减少，相反地，却能增加有机肥料的作用，特别是廐肥在提高技术作物、谷类作物、飼料作物、蔬菜及其它作物产量中的作用。

在正确的輪作中对谷类作物与复盖多年生牧草施用廐肥以及对复盖作物与多年生牧草施用矿質肥料(在酸性土上还施用石灰)均能为获得高额的牧草产量(因而也给牧草对土壤肥力表现出極高的良好作用)創造了条件。

在农業工作者的面前除合理利用矿質肥料之外,还有一个很大的任务,即在农業中利用一切可能性来扩大当地肥料(廐肥,泥炭,綠肥及其它当地肥料)的施用范围。

廐肥和其它有机肥料以及非黑土地帶施用石灰对提高产量有着極其重大的意义,因为在非黑土地帶分布着具有酸性反应的土壤,而且有机質与植物营养所必須的灰分元素与氮素含量甚低。

在十九次党代会的总结报告中Г. М. 馬林科夫同志在談到关于提高苏联欧洲部分非黑土地帶内作物产量的問題时指出,在非黑土地帶为了获得高额而稳定的作物产量必須首先大規模地施行酸性土的施用石灰,同时施用足量的有机与矿質肥料,还必须全力地發展播种牧草并改善土壤的耕作。

党的十九次代表大会在其決議中給苏联的科学提出了新的更高的要求。在党的十九次代表大会联共(布)党中央工作总结报告中,Г. М. 馬林科夫同志談到了科学的重大意义,科学能以自己的發現帮助苏联人民充分地發掘与更好地利用自然界的財富与力量。

农業科学在爭取社会主义农業的进步中有着重大的作用。苏联农業科学的發展是建筑在唯物主义生物学的基础上,它是农業化学近代發展的理論基础。在这一基础上,农業化学家們可以很成功地解决对社会主义农業理論与实践非常重要的植物营养与施肥的問題。

肥料在提高社会主义耕地上作物产量的愈来愈高的作用,向苏联的农学家提出了更高的要求,要求他們了解施肥的理論与实践。因而現在在高等学校中研究农業化学就有着重大的意义。

第一章 肥料在苏联提高农作物产量中的作用与农业化学的发展

农业化学是研究植物营养与施肥的一门科学。而植物营养是农业化学中的中心问题。只有在研究各种栽培植物营养特点的基础上才能以最完善的方式利用土壤内所贮藏的养分和将有机与矿物质肥料施入土壤来保证植物的需要。

农业化学既是一门生物(农业)科学,又是一门化学科学。

农业化学之所以是一门生物学,首先就是由于它与作为农业生产对象的植物发生关系。在农业化学中广泛应用着田间培养方法来研究植物。

阐明各种措施对土壤内的生物学过程,即影响作物品质与产量的过程所起的作用是农业化学的任务。但同时农业化学又是一门化学科学。它研究肥料的性质与施用的方式,所以阐明影响土壤内化学过程的措施以便提高作物的产量与品质也是农业化学的任务之一。在解决这一方面的所有问题中,农业化学广泛应用着化学的研究方法。

农业化学研究各种植物的营养与新陈代谢以及肥料与土壤相互作用的过程(土壤内的生物学、化学与物理化学过程),研究各种肥料的组成与性质及根据植物特点、土壤及其它条件施肥,研究轮作中的施肥制度,农业化学研究法(田间试验与培养试验等)以及植物保护的化学药剂。

我国的农业化学只是在伟大的十月社会主义革命以后才开始有了广泛的发展。

提高作物的产量不可避免地要同工业肥料的大量施用以及腐

肥及其它当地肥料的同时施用发生关系。

施用工业肥料对土壤肥力的提高有着巨大的影响。对这个問題馬克思曾写道：“因此，自然肥力相等的各种土地上，这相等的自然肥力能被利用到何种程度，部分地要看农业化学的发展如何，部分地要看农业机械的发展如何。这就是说，肥力虽然是土地的客观属性，但在经济方面常常包含一种对农业化学发展状态和农业机械发展状态的关系，并且要跟随这种发展状态而变化”。^①馬克思另外又說道“……当代化学的应用时时地改变土壤的性质……”。^②

列宁在分析美国各区农业集约问题时指出，肥料消耗与农业机械价值方面的材料是农业集约化程度最精确的统计学表现。^③

苏联共产党与苏联政府关于国家工业化与农业改造政策的实现，在社会主义农业技术改革重要因素的农业机械化与化学化的基础上为农业生产的高涨、作物产量与土壤肥力不断的提高开辟了极其广泛的可能性。

所谓农业的化学化就是指在农业中大量应用矿质(工业)肥料与植物保护化学药剂。

研究与制定利用工业与当地肥料（以及在农业中有关应用化学的其它药剂）的最有效的措施的农业化学是农业化学化的科学基础。

K.A. 季米里亚捷夫曾这样阐述过农业化学在农业发展中的实际意义：“农业成为现在这种情况，仅仅是依赖于农业化学与植物生理，这是 a priori (先验地自然而然地)很显然的并被全部的历史所证实”。^④然而在资本主义生产方式以及土地私有制存在的条件下极端地限制了农业科学知識在实践中的应用。

① 馬克思：資本論，第三卷，人民出版社 1953 年，第 851 頁

② 馬克思、恩格斯信件集，1932 年，223 頁。

③ 列宁全集，第 4 版，第 22 卷，28—29 頁。

④ 季米里亚捷夫全集，第三卷，农业出版社，1937，51 頁。

第一节 肥料在苏联提高产量中的作用

农业集体化与社会主义工业的发展为农业生产机械化与化学化的广泛应用开辟了道路。例如，结合着农业技术的其它措施，大量的施用矿质肥料使棉花的产量比革命前提高了5倍。还在伟大的卫国战争之前苏联灌溉区棉花的单位面积产量即已达到了世界的首位。

在烏茲別克共和国阿克卡瓦克試驗站由于施用矿质肥料，20年間平均每年每公頃增产籽棉13.5公担。在苏麦試驗站由于施用矿质肥料，10年間平均每公頃增产甜菜塊根95公担。莫洛托夫省索利卡姆斯克試驗站由于施用矿质肥料数年間平均提高冬黑麦产量每公頃达16.9公担。基輔省米罗諾夫試驗站由于施用矿质肥料，20年間平均每公頃提高冬小麦产量达5.2公担。

下面我们列举一些在實踐中成功的应用肥料的例子。

莫斯科省共产主义区集体农庄获得了谷类作物、馬鈴薯、牧草与蔬菜高额而稳定的产量，这些高产的获得在很大的程度上是由于大量累积了厩肥，正确的保存并结合良好的土壤耕作来施用。該区就大田作物的产量而言，多年来始終在苏联占着突出的地位。例如，1948年全区谷类作物（冬作与春作）的平均产量每公頃21.1公担。該区每公頃耕地平均計有7吨厩肥。这就使很多集体农庄有可能在九区輪作中的三塊輪作田地內每公頃施入20吨厩肥。該区集体农庄除广泛应用厩肥作肥料外，还利用泥炭与厩肥作成的堆肥。

在莫斯科省科洛敏斯克区“苏軍”集体农庄內1952年在40公頃左右的面积上采用方形穴播法每公頃收获了400公担以上的馬鈴薯。他們秋季在秋耕地上施用了与磷灰土粉堆腐的厩肥30吨，

春季每公頃又追施了1公担的粒狀过磷酸石灰与氯化鉀。

楚瓦什苏維埃社会主义共和国烏尔納尔区斯大林集体农庄广泛地应用有机与矿質肥料,多年来連續获得高产,該农庄的成就于1940年曾在全苏农業展覽会展出,也是1954年展覽会的参加者。在該农庄內施用肥料是与加深耕作層、积雪与高度农業技术結合着进行的。1951年斯大林集体农庄各种的谷类与豆科作物获得平均产量23.2公担,其中有404公頃的冬黑麦每公頃获得27.44公担的产量。1950年春小麦的产量为24.8公担,1951年39.68公担,1952年分別地在175公頃、172公頃、249公頃的面积上获得了每公頃33公担的产量。該农庄在休閑时施过大量厩肥(每公頃施用60吨)的冬作之后或于多年生牧草(每公頃干草产量为40—60公担)的翻耕地上播种春小麦。播种前每公頃施用1.5—2公担氮肥,2—3公担磷肥,1.5—2公担鉀肥,肥料的盖土深度为10—12厘米。

西伯利亞的先进集体农庄也获得了很大的成就。例如鄂木斯科省留宾斯克区伏罗希洛夫集体农庄在黑鈣土条件下1950年栽培的小麦由于施用由厩肥、草木灰与家禽粪制成的粒狀肥料,每公頃得到22公担的产量。

1954年全苏农業展覽会的参加者加里宁省別日茨克区“新生活”集体农庄获得了亞麻及其它作物的高产。該农庄共有耕地745公頃,其中有100公頃播种亞麻。1953年該农庄亞麻产量每公頃为6公担纖維,4.2公担种子,谷类作物每公頃产量为19.9公担,多年生牧草干草产量51.2公担。該农庄对肥料的施用非常注意。休閑地每公頃施厩肥35—40吨,馬鈴薯地施厩肥25—30吨。1953年每公頃亞麻施入2.4公担磷灰土粉,2.7公担过磷酸石灰,2公担氯化鉀和1公担硝酸氨。

基洛夫省日丹諾夫集体农庄亞麻栽培小組于1951年在自己