

北京农业大学丛书

农业化学讲义

上册

(农业化学总论)

X. K. 阿沙洛夫讲授

高等教育出版社

北京农业大学叢書



农業化学講義

上 册

(农業化学总論)

X. E. 阿沙洛夫講授

北京农业大学譯

高等教育出版社

这本农业化学讲义是苏联季米里亞捷夫农学院土壤农化系农化教研組副教授 X. K. 阿沙洛夫 (Асапов) 專家于 1956—1957 年在北京农业大学农业化学进修班講課时所編的讲义。在这次准备出版前, 阿沙洛夫專家在原講稿的基础上对內容又作了一些修改和补充。

本讲义拟分三册出版。上册为农业化学总論, 中册为农业化学研究法, 下册为农作物的施肥制度。

参加本讲义翻譯工作的有北京农业大学尹崇仁、張淑民、楊潔彬等同志。参加审校工作的有彭克明、黃希素、裴保义、孙毅、吳亨、周正潔等同志。

北京农业大学叢書

农 業 化 学 讲 义

上 册

(农业化学总論)

X. K. 阿沙洛夫講授

北京农业大学譯

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證出字第 054 号)

京華印書局印裝 新华書店發行

統一書号 16910·128 開本 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印張 13 $\frac{5}{16}$

字數 344,000 印數 0501—19500 定價 (8) 洋 1.40

1959 年 1 月第 1 版 1960 年 3 月北京第 2 次印刷

上册目录

緒論	1
第一章 农业化学科学簡史及苏联农业化学現狀	15
第一节 农业化学科学簡史	15
第二节 俄国和苏联的农业化学簡史	22
第二章 植物营养	30
第一节 植物营养的实质	30
第二节 各种元素在植物营养中的作用	32
第三节 氮在植物营养中的作用和意义	33
第四节 磷在植物营养中的作用	38
一、植物体内的有机磷化物	39
二、植物体内的矿质磷化物	42
三、磷是有机体中最重要的生命过程的調节剂(接触剂)	43
四、磷和植物碳水化合物的代謝	43
五、磷和植物体中含氮物质的代謝	46
六、磷的其他重要作用	47
七、各种植物由难溶性磷酸盐中吸收磷的能力	48
八、植物缺磷的特征	49
第五节 硫(S)在植物营养中的作用	49
第六节 鉀在植物体中的生理作用	51
一、植物缺鉀的特征	55
二、各种作物缺鉀的特征	55
第七节 鎂在植物营养中的意义	56
一、鎂在植物体中的分布	57
二、鎂进入植物体内的过程	58
三、植物缺鎂的特征	58
第八节 鈣在植物中的作用	59
第九节 离子拮抗作用的现象及鈣在創造营养溶液平衡中的作用	62
第十节 鉄在植物营养中的作用	66
第十一节 微量元素在植物营养中的作用和意义	63
一、某些微量元素在植物营养中的特殊作用和意义	69
二、硅、氯和钠在植物体中的意义	72
第十二节 限制养分进入植物体内的因素	73

第十三节	营养元素进入植物体内的机制	75
第十四节	物质的吸收作用与呼吸作用的关系	79
第十五节	在植物吸收养分的过程中选择性的现象	79
第十六节	环境反应和营养液的阳离子成分对植物体中新陈代谢的影响	81
第十七节	环境反应及其对作物的影响	85
一、	施肥时环境反应的改变	89
二、	环境反应因盐类的化学成分而发生变化的可能性	89
第十八节	盐类的生理反应	90
第十九节	植物的根外营养	91
第二十节	植物营养的定期性	94
第二十一节	植物营养问题的一些总结	103
第三章	土壤是植物养分的来源	105
第一节	土壤肥力及其提高的途径	105
第二节	土壤的气相及其在植物营养中的意义	109
第三节	土壤溶液及其在植物营养中的意义	110
第四节	土壤固相是植物养分的来源	113
一、	土壤固相的矿质部分	113
二、	土壤有机质	118
第五节	微生物对植物营养的意义	119
第六节	土壤性质与施肥的关系	124
一、	土壤的吸收性能及其意义	124
二、	吸收作用的种类及其对施肥的意义	125
1.	生物学吸收作用	126
2.	物理吸收作用	127
3.	物理化学吸收作用或代换性吸收作用	128
4.	化学吸收作用	131
三、	土壤的吸收量及其意义	132
四、	土壤的吸收力	135
五、	各种土壤中吸收性阳离子的成分和比例	136
六、	土壤反应及其意义	139
七、	土壤的缓冲性及其意义	142
第四章	肥料及其施用	145
第一节	肥料及其分类	145
第二节	工业氮肥及其有效施用的条件	150
一、	土壤中的氮化物及其转化	151
二、	降水、灌溉和硝酸盐	154
三、	氮肥的制造简述	159

四、液体氮肥	162
五、结晶的和颗粒的氮肥	166
1. 硫酸铵	166
2. 氯化铵	169
3. 硝酸铵	170
4. 硝酸铵钙	174
5. 硝酸钠	175
6. 硝酸钙	176
7. 硝酸钾	177
8. 合成尿素	178
9. 氰氨化钙	179
六、各种形态氮肥的肥效	183
1. 氮肥的形态对各种作物的意义	183
2. 氮肥形态的意义与施肥方法的关系	186
3. 氮肥和土壤条件	187
第三节 磷肥	188
一、土壤中的磷化物及其转化	188
1. 土壤中的矿质磷化物	188
2. 土壤中的有机磷化物	190
二、制造磷肥的磷酸盐原料	193
三、磷肥简述	195
1. 磷灰土粉	197
2. 过磷酸钙	205
3. 重过磷酸钙	207
A. 过磷酸钙与土壤的相互作用	208
B. 提高过磷酸钙效果的方法	211
B. 颗粒状过磷酸钙作种肥施用	217
4. 中和的氯化过磷酸钙	221
5. 沉淀磷酸钙	222
6. 汤马斯磷肥或矿渣磷酸盐	224
7. 热制磷肥	225
8. 去氟磷酸盐	226
四、施用磷肥问题的几点总结	227
第四节 钾肥及其有效施用的条件	228
一、土壤中的钾化合物及其转化	228
二、钾矿石	232
三、钾肥简述	234
1. 钾石盐	235

2. 氯化钾	235
3. 40%的钾盐	237
4. 硫酸钾	237
5. 硫酸钾镁盐	238
6. 钾泻盐	238
7. 草木灰	239
四、有效施用钾肥的条件	240
第五节 镁肥	247
第六节 复合肥料	251
第七节 微量元素肥料	253
一、硼肥	254
二、锰肥	258
三、铜肥	259
四、其他微量元素肥料	260
五、用微量元素对播种材料进行的浸湿处理	261
第八节 矿质肥料的贮存	262
第九节 施用前矿质肥料的准备	264
第十节 有机肥料及其有效施用的条件	266
一、有机肥料的意义	266
二、厩肥——主要的有机肥料	267
1. 厩肥及其成分、性质和施用	267
A. 家畜的粪尿	268
B. 褥草	270
2. 厩肥贮存时所进行的生物化学过程	273
3. 厩肥在贮存时的分解阶段	276
4. 厩肥的贮存方法	278
5. 厩肥贮存时减少丢失的措施	281
A. 厩肥的堆腐	281
B. 最简单的厩肥贮存池的建造	287
6. 在施用地上厩肥的分送及其施用(盖土)	290
7. 厩肥中的营养元素对各种作物的有效性	293
8. 厩肥出产量的计算	296
三、厩液及其施用	297
四、家禽粪及其在肥料上的应用	300
五、人粪尿在肥料上的应用	301
1. 人粪尿的堆腐	302
2. 人粪尿粉的制备	304
3. 用水稀释人粪尿的方法以及污水的利用	305

六、泥炭及其在农业上的应用	306
1. 泥炭单作肥料施用	310
2. 泥炭作褥草利用	311
3. 泥炭的堆腐	311
A. 泥炭石灰堆肥	312
B. 泥炭和草木灰的堆腐	312
B. 泥炭磷灰土堆肥	313
Γ. 富有养分的泥炭堆肥	313
Δ. 泥炭开采地上泥炭的堆腐	314
E. 泥炭植物堆肥	314
Ж. 泥炭矿质肥料堆肥	316
3. 泥炭地上的泥炭人粪尿堆肥	316
И. 泥炭厩液堆肥	317
七、栽植秧苗所用的营养盆和营养土方的制法	318
1. 秧苗营养盆和营养土方的成分	319
2. 泥炭腐殖质营养盆的制造	320
3. 腐殖质泥土秧苗营养盆	322
八、当地废物在肥料上的应用	323
九、作有机肥料用的工业废物和工业残渣	324
十、其他当地有机肥料	326
十一、有机肥料和矿质肥料的配合和共同施用	326
第十一节 绿肥	330
一、绿肥的意义	330
二、施用绿肥的主要方式	333
三、某些绿肥作物的简述	336
1. 羽扇豆	338
2. 紫云英	342
3. 苜蓿	342
4. 猪屎豆	342
5. 田菁	343
6. 胡枝子	343
四、在不同的情况下和为不同的目的而施用绿肥的某些特点	343
1. 在灌溉农作条件下绿肥的施用	344
2. 在柑橘类作物、茶和果树作物行间绿肥的施用	345
3. 绿肥在熟化肥力低的土壤方面的利用	347
第十二节 细菌肥料	349
一、细菌肥料的一般意义	349
二、根瘤菌剂及其施用	350

三、固氮菌剂及其施用	355
四、磷细菌剂及其施用	359
五、综合细菌肥料 AMB	360
六、有效施用细菌肥料的一般条件	361
第十三节 酸性土施用石灰	362
一、酸性土施用石灰的意义	362
二、石灰肥料	367
1. 天然石灰石和由它制成的石灰肥料	367
2. 用来消除土壤酸度的工业废物	371
三、土壤施用石灰的必要性的测定法	373
四、石灰施用量及提高石灰效果的措施	378
五、往土壤中施用少量石灰的技术	385
六、泥炭土施用石灰的特点	387
七、往酸性土中定期重复施用石灰的必要性	388
第十四节 碱土施用石膏及石膏肥料的施用	392
一、碱土简述	392
二、碱土施用石膏的意义	392
三、用来改良碱土的石膏及其他材料	399
四、测定施用石膏的必要性的方法	405
五、石膏的施用量	409
六、提高施用石膏效果的措施	413
七、当准备在碱土上造林时石膏的施用	415
八、石膏作为肥料在非碱化土壤上的施用	418
結束語	422

緒 論

苏联和中国的共产党和政府在发展本国的国民經济方面提出了巨大的任务,其中包括迅速提高农业的任务,大家都知道,在1956到1967年中国农业发展綱要中就規定有这样一些巨大的任务。对于农业科学來說再沒有比积极地、有指导性地参加实现这些任务更光荣更重要的了。国家在农业方面的主要任务是尽量提高农作物的单位面积产量。在农业科学、生物科学及化学中,也就是說,在使命为把爭取丰产所必需的知識交給农业劳动者的这些科学之中还有一門农业化学。

什么是农业化学?农业化学是农业生物学,它主要是在化学知識的基础上,在用化学方法研究植物、土壤和肥料的基础上发展起来的。

农业化学是关于植物营养的科学,是关于施用改善农作物发育条件所必需的肥料和各种化学葯剂的科学。由此可見,农业化学主要是以找出各种作物穩定丰产的最好途徑为出发点来研究植物营养中最重要的規律。植物营养是农业化学的中心問題。

最出色的自然科学家,俄国农业化学和植物生理学的奠基人之一, K. A. 季米里亚捷夫曾經写道:“植物靠什么来营养?怎样才能知道这一点?这就是作为合理的农作学之基础的根本問題。”^①在另一个地方 K. A. 季米里亚捷夫又写道:“农作学的全部任务是确定植物营养的条件,并且尽可能使这些条件严格地兌現”^②。

施肥是調节植物营养的重要措施。因此,农业化学非常注意各种肥料性質的研究及它們与土壤相互作用的研究,同时也非常注意栽培

① K. A. 季米里亚捷夫,“农作学与植物生理学”,选集第二卷,1948年版,第49頁。

② 同上第21頁。

具体的农作物时查明各种肥料的最好形态，最适施用量及最好的施用方法的工作。

在土壤气候以及农业技术条件完全相同的情况下，由于作物发育的生物学特性不同，不同的农作物要求不同的营养条件。另一方面，同样的植物在不同的土壤气候条件下或不同的农业技术条件下对于营养条件的要求也是不同的。所以，苏联的农业化学是农业技术中，特别是植物营养及施肥问题中所有教条的敌人。在农业生产中运用每一个新的措施之前，农业化学都要对它进行仔细的生产检验。农业化学认为，为了正确地利用肥料而进行的植物试验和肥料试验有很大的意义。在农业化学中专门有一部分——“农化研究法”，对进行这种试验的方法详细地加以研究。

在各种土壤、气候及农业技术的条件下在不同的农作物地上和不同的轮作中制定最合理和最有效的施肥制度，是农业化学最重要的任务。在农业化学中另外专门有一部分，即轮作中的施肥制度这一部分，对这个问题进行比较深入的研究。

农业化学同时既是生物科学，也是化学科学。因为农业化学所研究的植物营养不是纯化学的过程。而是复杂的生理学和生物化学过程。为了对植物营养有一个正确的概念，首先必须很好地了解在植物的各个不同的发育期中植物有机体内以不同的强度进行的那些生物化学过程。农业化学中也有专门的一部分——植物生物化学来研究这些问题。

要想正确地营养植物，也必须很好地了解土壤中的生物学过程以及化学和物理化学过程。这些过程决定着植物的养分在土壤中的转化和这些养分进入植物内的过程。肥料的效果，多半决定于土壤性质。

为了更好地学习农业化学课，要有广泛而深入的其他许多课程的知识，如化学课、生物课、和农学课程的知识，也要知道农业化学与这些课程之间的紧密联系

學生在學習農業化學之前需要先學習無機及有機化學、植物生理學、微生物學、土壤學和農作學，這也是很重要的。

農業化學是研究植物營養的科學，與植物生理學有密切的聯繫。

關於這些課程的意義，K、A、季米里亞捷夫曾經這樣形容過：“只是因為有了農業化學和植物生理學才有了農作學……”^①。在其他的生理學問題之中植物生理學也研究植物營養，但是，農業化學與植物生理學不同，它不只研究植物營養，而且也研究調節植物營養條件的問題。在農業化學中，調節植物營養的這個強有力的措施就是施肥。

前面已經講過，農業化學是研究植物營養的科學，它與具體的農作物有關。在這方面它與植物栽培學有密切的關係；因為植物栽培學是研究具體的農業技術，其中包括各種作物的施肥。與植物栽培學不同，農業化學不只研究各種作物的施肥，而且也研究整個輪作的施肥制度。農業化學比植物栽培學更深入地研究植物營養的土壤條件及植物內部的生物化學過程。

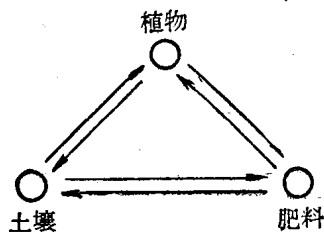
農業化學主要是注意調節植物根的營養，也就是說主要注意植物從土壤中吸收養分的过程。但是它也並不忽略根外營養的問題，即在根外追肥的情況下植物通過葉子進行營養的那些問題。不過對於植物來說，具有頭等重要的意義還是根營養。因此，農業化學把主要注意力首先放在這個問題上。在這方面，農業化學與土壤科學有密切的聯繫。但與土壤學的區別是農業化學把土壤當作植物發育的環境，當作植物養分的來源進行研究，從土壤與施用的肥料所發生的相互作用的觀點來研究土壤。

對於植物發育來講，重要的與其說是土壤中養分的總貯存量，還不如說是對植物有效的或在植物生長過程中可以轉變成有效態的那些養分的數量。

^① 季米里亞捷夫選集，第二卷 1948 年版第 46 頁。

在土壤中的养分变动的过程中，土壤微生物起很大作用。植物的根营养，多半决定于这些微生物的活动。因此，微生物学的知識也是农业化学的基础。农业化学与微生物学不同的地方是，农业化学主要研究如何利用肥料特别是利用細菌肥料和有机肥料来調节土壤微生物区系成分的問題。

农业化学与农作学也有紧密的联系。这两門科学都很注意調节土壤中所进行的过程的問題。这两門科学的主要目的都是提高农作的水平，即提高农作物的单位面积产量。但是，在影响土壤的主要方法上，它們之間还是有区别的。农作学以耕作作为影响土壤的主要方法，而农业化学則以肥料作为这种方法。与上述的科学不同，农业化学是从相互联系、相互制約的观点同时研究植物、土壤和肥料的性質。研究植物、土壤和肥料的相互关系，相互联系和相互影响，过去是，現在仍然是



农业化学的主要任务。农业化学为了农业生产的利益，就按照这三个对象（植物，土壤和肥料）来綜合所有的科学資料。这三个因素的相互关系和相互影响的图式，在农业化学的概念中，可以作如下的理解（I. H. 普良尼施尼科夫的理解）。

同时“土壤”这个詞应当被理解为土壤的一切性質（物理性質，化学性質，生物学性質）。由此可見，这个概念也包括了土壤微生物的作用和意义。图中的双箭头表示这三个对象（因素）中的每个对象都对其余的两个产生彼此的影响。

农业化学是国家农业化学化的科学基础。农业的化学化必須被理解成在农业中广泛施用矿質肥料及植物保护的化学葯剂。在苏联，土壤肥力的提高及农作物产量的不断提高，都是在机械化和化学化的基础上进行的，这两个强有力的杠杆在苏联是同时利用的，它們是社会主义农业技术改造和提高农业劳动生产率的最重要的因素。

农业化学的主要任务之一是研究不同种类和不同形态的各种肥料的性質及其与土壤相互作用的特点，制定利用肥料来提高土壤肥力和給植物創造最有利的营养条件的那些最有效的措施。

在农业化学中肥料是主要的研究对象之一，因为肥料是調节植物营养的一个最强大和最有效的因子。

就广义而言，凡是为了提高产量和改善产品品质而施入土壤中的任何物质都叫作肥料。

施肥的目的多半是用該土壤中所缺少的那些有效养分补充供应給植物。在这种情况下还規定，肥料要在它能最好地滿足植物要求的时期并且用最能满足这种要求的方法来施用，因为植物的要求因发育期的不同而有很大的改变。直接以必需的营养元素供給植物的那些肥料称为直接肥料，所有的氮肥、磷肥、鉀肥、微量元素肥料及复合肥料都属于这一类。另外还有一些主要是为了改善土壤的物理性質，化学性質、物理化学性質和生物学性質而施用的肥料。这时，植物发育的一般条件，其中甚至包括植物用間接肥料成分中所沒有的元素（如氮、磷、鉀等）进行营养的条件，都会得到改善。这样的一些肥料叫作間接肥料，其中有为了进行酸性土的化学改良而施用的石灰以及为了进行碱土的化学改良而施用的石膏。

有时施肥的目的是加强对植物营养有利的那些土壤微生物的生命活动，属于这种肥料的有細菌肥料及有机肥料（厩肥及人粪尿等）。

有机肥料的特点一般說来是具有多方面的作用。它不只是許多营养元素的来源。而且也是显著改善土壤物理性質，化学性質，物理化学性質，生物学性質的材料。

十分明显，直接肥料对土壤性質也有一定的影响，但这不是它們的主要用途。在間接肥料的成分中也可能有植物的营养元素被施入土中，但是，这也不是施用这些肥料的主要目的。

可見，农业化学同时与以下三个对象有关，即植物、土壤和肥料。

这就是說，要想对植物营养过程有一个正确的概念，需要很好地了解植物发育的生物学特性(其中包括植物对营养元素的要求)、栽培这种植物的土壤性質以及为了满足植物的要求而施用的那些肥料的性質。同时，农业化学不是彼此孤立地而是辯証地、相互联系地去研究这些对象。

不了解植物、土壤和肥料之間的相互作用的問題，輪作的施肥制度就不可能有正确的根据。只有很好地了解土壤中的各种过程，所施用的肥料与土壤的相互作用，养分从土壤进入植物体内的过程及其在有机体内进一步的轉化，我們才能正确地保証植物营养。所以，农业化学就从满足植物营养并改善植物发育的一般条件这一点来仔細地研究这三个对象。

农业化学与其他农学課程不同，它首先用化学方法来研究这三个对象。也就是說化学方法是研究农业化学的主要方法。

但是，在农化研究的工作中，农业化学不仅利用化学方法而且也利用其他方法，其中包括田間方法和培养方法和同位素方法来研究植物。这些問題以后在农化研究法那一部分中就会仔細地讲到。

近几年以来，苏联的农业化学也广泛地利用生物物理学方法，即示踪原子的方法。在采用这个方法时，在被研究的肥料成分中所用的不是普通的营养元素，而是示踪营养元素，即有放射綫的元素(放射性同位素)。这些原子的放射綫可以使人們很容易发现它們的存在并追究它們的轉移(这种工作是用計算放射綫数值的計数器或照象胶片来进行的)。

示踪原子的方法使我們可能追究含有这些原子的那些物質所进行的复杂轉移，特别是可追究在土壤中和植物有机体内所进行的化学过程，这些物質进入植物体内的过程及其在植物有机体内部的轉化。

借助于这种方法已經找出了植物营养中新的重要規律，并且檢驗了旧的理論，找出了研究这些規律的新的可能性。

用示踪原子进行的研究工作已經确定：当植物根接触到肥源以后15—20分钟，在叶子中就可发现这些营养元素。这个事实說明，植物本身从土壤中利用养分的积极性是很高的。

利用示踪原子現已証实了植物根外追肥的可能性及其效果。

利用示踪原子現已确定出物质在植物体内轉移的速度，其中包括水在某几种树木中沿着木质部一小时可走14公尺，可塑性物质从叶子中进入根内或果实内的速度是每小时0.7—1.5公尺，而物质从根到叶的流动速度则为每小时2—4公尺。

目前农业化学家利用示踪原子正在研究这样一些很重要的問題，譬如，在不同的土壤气候条件下对某种作物最合适的肥料盖土深度，最适合的肥料形态，施肥量和施肥期。

突出的是，用示踪原子进行的研究工作完全証实了从事这种工作的苏联农业化学家们对植物营养和施肥問題所持的基本观点。

农业化学是唯物的米丘林生物学中重要的部分之一，其基本原则是有机体与外界环境条件的統一和不可分割的联系。利用肥料可以而且也应当使外界条件符合于植物在不同的发育期中对营养元素的要求。利用肥料也可以改造植物的本性。

苏联农业化学的偉大功績是：在研究植物营养时把营养条件与植物的新陈代謝作用之間相互联系的問題提到第一位。

唯物辯証法教导我們永远要把現象看作是相互联系相互制約的。只有这样才能很好地了解这种現象。因此，在我們具体的情况下也应把植物营养看作是与植物生长和发育的所有外界因素相互联系和相互制約的。肥料的效果也决定于許多相互联系和相互制約的因素。如果在施肥之后其他所必要的农业技术条件沒有保証，那么单单肥料并不可能使我們得到稳定的丰产。

苏联农业化学的奠基人Д. И. 普良尼施尼科夫院士經常強調問題的这一方面，在这里，最好引証一下他所說的下面这段話：“植物的生长

和发育,不仅需要养分……为了获得高额而品质优良的收成,必须使植物生长的一切因子有一定的适当的配合,以便能够最大限度地满足植物在生长和发育的相应时期中的需要,由此即可作出结论:植物生活所绝对必需的每种因素的作用,决定于其他因素的量或强度,也决定于其他因素对植物的共同影响。由此可见,肥料对产量和产品品质的影响程度,不仅决定于植物的本性,而且也决定于使作物的生活因子有一定

表1. 肥料在与其他因子相配合的情况下

对马铃薯产量(公担/公顷)的影响

马铃薯栽培研究所, 1934—1935 年

