

矿物肥料 及其使用

[苏联] Н·Д·斯米尔諾夫 著

中 国 工 业 出 版 社

矿物肥料 及其使用

（原书：矿物肥料及其使用）

中国工业出版社

矿物肥料及其使用

[苏联]H·Л·斯米尔诺夫 著

楊立民 盛現田 管冬声 合譯

中国工业出版社

本书主要介绍了苏联各种矿物肥料的性状及使用情况，对各种农作物的施肥量、施肥时期和施用方法都作了详细的叙述；此外，对土壤酸度的测定方法及土壤-农业化学图的编制等情况也作了简要的说明。

本书可供我国农业科学工作者及农村人民公社社员和干部作参考。

Н.Д. Смирнов
МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
СЕЛЬХОЗГИЗ-1960

* * *
矿物肥料及其使用

楊立民 盛琨田 管冬声 合譯

*
中国工业出版社編輯出版（北京修綏門路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*
开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $4^{3/16}$ ·字数88,000
1965年1月北京第一版·1965年1月北京第一次印刷
印数0001—7,020·定价(科二)0.36元

*
統一书号：15165·3475(綜合-29)

譯 序

农业是国民经济的基础。施肥是提高农作物单位面积产量最有效的方法之一。农家肥料是我国目前农业生产中使用的主要肥料，而矿物肥料的应用也日趋广泛。施用矿物肥料不仅是提高农产品产量的一个重要措施，而且还可提高农产品的质量。只要肥料品种选择得当、用量适宜，施肥可以大大提高糖用甜菜的含糖量、馬铃薯的淀粉含量、小麦和饲料的蛋白质含量，增加纖維作物的纖維出率和油料作物的出油率以及改善谷物种籽的播种性能等。

本书介绍了苏联矿物肥料的主要品种及其使用情况。书中着重阐述了植物对肥料的需要及各种作物的施肥条件和施肥效果。还提到了土壤酸度的测定方法及土壤农业化学图的编制和应用，指出在使用矿物肥料的时候必须考虑到土壤的农业化学性质。如果各种肥料都是根据土壤性质有区别地使用，则可收到显著的经济效果。

矿物肥料必须根据不同的土壤特性、不同的气候条件、针对不同的农作物和配合其他农业技术措施因地制宜地使用，而我国的情况和苏联有很大的差别，这是我国农业科学工作者及农村人民公社的农业技术工作者在参考本书时应该加以注意的。

譯 者

1963年12月于北京

目 录

譯 序

植物的营养	1
植物的化学组成及其对化学元素的吸收	1
营养物质进入植物的途径	7
植物对肥料的需要量的测定方法	12
土壤的主要性質和施肥的关系	18
矿物肥料	26
氮肥	26
磷肥	36
鉀肥	49
微量元素肥料	54
复合肥料	57
混合肥料	58
鑑別矿物肥料的簡易方法	62
矿物肥料施用量的计算	64
施肥制度	67
施肥期及施肥方法	67
土壤酸度的測定	71
矿物肥料的施前准备工作	73
土壤-农业化学图的使用	75
重要农作物的施肥	79
谷类作物的施肥	79
多年生豆科草类作物的施肥	88
棉花的施肥	91

糖用甜菜的施肥	96
长纖維亚麻的施肥	103
大麻的施肥	105
馬鈴薯的施肥	107
蔬菜作物的施肥	109
果树浆果作物的施肥	118
草地和牧場的施肥	123
矿物肥料的貯藏	126

植物的营养

綠色植物能够巧妙地利用二氧化碳、水和若干矿物质制造组成自身的各种有机物质(蛋白质、醣、脂肪等)。

经证实,植物的生长和发育必需下列化学元素:碳、氧、氢、氮、硫、磷、鉀、鈣、鎂、铁、硼、錳、铜、鉬、锌。前四种元素称为有机物元素,其余为灰分元素,因其于植物燃烧时留在灰分内。硼、錳、铜、鉬、锌在植物里的含量极微,因此叫做微量元素。

植物体内也含有硅、氯、钠,但它们并非植物的必要元素,因此在人工条件下,没有这些元素也可培育植物。

植物的化学組成及其对化学元素的吸收

植物由水、有机物和矿物质组成。

水在一切植物中的含量都很大。在多汁嫩茎和叶中水的含量极大,达全重的 $\frac{4}{5}$,而在种籽中则不到 $\frac{1}{5}$ 。

植物所含有有机物按其本身组成不同而分成几类。植物中含量最大的有机物是醣类。醣类由碳、氢、氧组成。

属于醣类的有纖維素、淀粉和各种糖。纖維素组成植物的基本骨架和细胞膜。淀粉和糖为植物体内的貯藏物质。

谷物和豆科作物的种籽含醣最多。其淀粉含量超过50%。馬鈴薯块茎干物质的大部分为淀粉。甜菜块根、胡萝卜、香瓜和西瓜含有大量的糖(甜菜块根含糖 15~20%)。

植物中脂肪和蛋白质的含量较小，一部分为原生质的组成部分，另一部则作为贮备养料。亚麻、大麻、洋油菜、芥菜、向日葵、罌粟和其他油料作物的种籽含油达全重的 $1/3$ 到 $1/2$ 。而在其他植物的种籽里含油却很少。例如：燕麦种籽含油不过为自重的 $1/16$ ，而其他谷类作物的种籽含油量还要少。

豆科植物的种籽含蛋白质特别多，例如：豌豆含蛋白质 28% (占种籽重量)；箭筈豌豆——28%；羽扇豆——30%。小麦和黑麦种籽含蛋白较少 (15% 和 14%)。块茎和根茎含蛋白极少，如：馬铃薯块茎仅含 2%，甜菜只有 1% 左右。

植物中还含有少量的色素 (决定植物染色的物质)，有机酸，配糖类和生物硷 (使植物具有刺激味及毒性)，鞣质 (单宁)，树脂，挥发油以及其他各种物质。

各种无机盐也是植物的必要组成部分。无机盐溶于细胞液中，它们组成原生质或细胞膜。属于这一类的有草酸鈣和碳酸鈣等。

植物含有各种酸，其含量随植物的生长而增减。这一点对于果实特别明显，生的果实是酸的，而成熟时就变成甜的了。最常见的酸有：草酸，苹果酸，柠檬酸和酒石酸等。

农作物中蛋白质及其他重要有机物质的含量举例于表 1 (以風干物质百分数计，但对根茎类作物、蔬菜及青饲草则以湿物百分数表示)。

上述植物组成物质都是复杂物质，它们可以分解成组成它们自身的简单物质。

为了更好利用肥料还必须了解每一种营养元素在植物生命中所起的作用。

表 1 有机物在农作物中的含量

植 物 名 称		蛋白质	无氮浸出物 (淀粉、糖等)	脂 肪	纖維素	水
小 麦	种籽	15	66~75	2	2.5	12
	秸	5	35~38	1.6~1.8	33~36	16
玉 米	种籽	11	68	4.5	2	13
	茎	6	39	1.6	25	23
甜 羽 扇 豆	种籽	35	—	4.1	16	—
	秸	4.5	44	1.8	35	13
棉 花	种籽	15	33	17~27	21	10
亚 麻	种籽	25	23	21~47	7.4	8
向 日 葵	(仁)	26~29	5~14	39~58	1.7~3.8	—
甜 菜	根	1.5	15~21	—	1.0~1.5	75~80
	茎、叶	3.5	9.5	1.2	4.2	74
馬 鈴 薯	块茎	2.1	19	0.1	0.6	77
* 草 地 干 草		8.1	42	2.5	25	16
* 苜 蓿 干 草		16	34	2.5	24	15
* 紅三叶草干草		10	37	2.8	25	20
* 青飼料玉米		2.7~4.0	11	0.6	6.6	77

注: 有 * 号者为粗蛋白质。

植物干物质的最大部分(约 45%)是碳元素,它主要是以二氧化碳的形式从空气中进入植物的。

植物用叶吸收二氧化碳,又在叶绿素细胞内借阳光之助将二氧化碳分解为氧和碳。然后,碳又与氧和氢化合成醋,同时放出一部分氧,另一部分氧则用于呼吸。

在植物体内进行的由无机物合成醋的过程称为光合作用,这一过程只有在光线照射之下才能进行,因为过程所必需的能来自光线。这一过程也可称为碳素同化作用。

没有叶绿素的植物不能从空气中吸收碳,它只能借助别

的植物或者从有机基团中摄取碳。

组成每一种植物的第二种简单物质是氧，它在植物中的含量很大，平均为干重的 42%。

氧为植物呼吸及营养所必需。呼吸所需者为游离氧，来自空气。植物吸入氧，氧和碳结合成二氧化碳，再呼出，回至大气中，所以空气中的氧未被直接用以制造有机物质。因为氧是以与碳化合的形态呼出的，所以它还从植物带走了碳。植物呼出的二氧化碳成为空气中二氧化碳的经常补充来源。

植物营养所需的氧来自水。植物自土壤摄取水，使其一部分分解成氧和氢，再利用氧和氢制取有机物质。此外，植物还从土壤所含的各种化合物（磷酸、硝酸和硫酸以及有机物质）吸收氧。植物吸收了大量的水，所以不会感到（营养所需）氧的不足。但是，呼吸所需的氧可能不够，例如：在重粘土里，因其所含空气很少，植物的根就会感到缺氧。

氢在植物干物质里的含量为 6.5%。自然界中游离氢极少，但一切有机物质都含有固定氢。植物则从水中摄取氢。

植物含氮一般为 1~3%。氮对植物的生命具有十分重要的意义，因为它是蛋白质的组成成分，而蛋白质是一切生命过程的物质基础。此外，氮还是核酸、叶绿素、磷脂、多种配糖、生物硷、维生素、酶及其他有机物质的组成成分。

氮在不同的植物里、植物的不同部位里的含量彼此相差甚大。种籽，叶，特别是嫩叶含氮甚多，但茎和根的含氮量就要少得多。氮量足够时，植物的叶表面得到充分发展，叶色暗绿。但如含氮过多，则植物生长期延长，成熟期推迟，粮食作物就会猛长稈而少产粮，甜菜就会增加有害氮，因而降低结晶糖的收率。

在自然条件下植物吸收阴离子 NO_3^- （硝酸盐态氮）或阳离

子 NH_4 (銨盐态或氨态氮) 作为氮的营养。

院士普梁尼施尼柯夫确定：硝酸盐类在植物根部就能很快转化为氨。进入植物体内的氨态氮(或在植物体内由硝酸盐转化成的氨态氮)是合成含氮有机化合物的主要原料,同时氨态氮又是后者的分解最终产物。

在灰钙土、黑钙土及其他中性、碱性土壤里,作为氮的来源,氨要比硝酸盐好,或二者效果相同。与此相反,在酸性灰化土及红壤里硝酸盐反而易被植物吸收。在酸性土壤里施用石灰可以提高銨盐肥料(包括氮肥)的效果。

植物对于过量的硝酸盐,较之大量的氨还易于经受些。与种子含糖多的植物比较,种籽贮糖少的植物利用氨的效果较差。

豆科植物能借助根瘤菌固定空气中的分子氮。根瘤菌从植物取得糖,并将空气中的氮制造成可吸收的氮化合物供给植物。根瘤菌有好多种,并且每一种只适应于某一类豆科植物。

有些土壤中没有根瘤菌,因此建议在播种豆科植物时,施入与之相适应的根瘤菌。

三叶草和苜蓿在生长良好的情况下每年每公顷可积贮氮达 400 公斤。绿肥作物羽扇豆可积贮 100~200 公斤氮,这相当于 20~40 吨厩肥所含的氮。

除了生活在植物根上的根瘤菌以外,土壤中还有一些别的细菌也能吸收空气中的氮并把它固定下来(如固氮细菌、梭菌等)。

灰分元素以化合物的形态溶于水中成稀溶液(每 100 份水中灰分不超过 3 份)随水一起进入植物,为根所吸收。

硫在植物中的含量仅为千分之几,但所有各种蛋白质都

含有硫。此外，硫还含于洋姜、葱、蒜的挥发油里，所以这些植物具有辛辣味。种籽、叶的硫分较茎、根为多。植物从土壤吸收的硫仅为氧化态的硫，即硫酸盐中的硫。

磷为复杂蛋白质——核蛋白的必要成分。磷还含于其他有机化合物——植素(фитин, phytin)、磷脂中。很大一部分的磷(有时达50%)以磷酸盐的形式存在于植物体内。磷在植物的醣类代谢中起着重要的作用。

植物中磷的含量以千分之几计。植物种籽及幼嫩生长部分含磷较多。植物所含的磷大部分都是在生长初期摄入体内的，所以幼嫩植物含磷多于长成植物。植物吸收的磷主要为磷酸根阴离子态的。

钾为植物制造醣类所必需。因此含淀粉和糖很多的植物(如马铃薯、甜菜、蔬菜)摄取的钾要比含醣少的植物为多。

如钾的营养良好，植物就耐寒，茎壮硬，不易倒伏。如缺钾，则植物易受细菌病害。

土壤中含钾素很多，但土壤中的钾不易为植物吸收。因此，当要求高产时常会感到钾的不足。而沙土、泥炭土及河滩地钾更缺乏。

钙主要含于植物的叶里。种籽、根、块茎含钙很少。某些地衣及藻类含钙特多，几达本身重量的一半。

钙以下列形式存在于植物体内：溶于植物液的硝酸盐形式，碳酸盐形式，更经常的是草酸盐结晶形式。

镁含于叶绿素、植素及果胶物质。镁主要存在于植物的叶、种籽、特别是种皮中。

即使在高产时，植物从土壤摄走的镁也并不多。在大多数情况下，土壤都含有足够的镁以保证高产。

铁在植物中含量极微，但它却是植物的必要成分，因为没有铁就不能生成叶绿素。

硅虽然并非植物所必需，但它含于多种植物体内，并对植物有益。

氧化硅微溶于水，硅酸盐则不溶于水。氧化硅含于茎、叶表皮的衰老细胞内和芒内，使它们变得粗糙，这样，植物就能更好地抵抗细菌病害和蜗牛咬蚀。

一般植物含氧化硅不多。但某些植物含量特多。例如，木贼含有大量的氧化硅，可以用来磨木器。禾谷类作物含有较多的氧化硅，特别是茎、叶含量更多(达2.5%)。

营养物质进入植物的途径

植物所需营养物质取自不同来源。

过去认为：碳仅从空气以二氧化碳的形式经叶进入植物体内；植物所需的氧和氢取自水；含氮化合物和灰分元素以矿物盐的形式和水一起自土壤经根系为植物所吸收。

最近苏联生物学家确认：植物的根也能从土壤中吸收二氧化碳及可溶性碳酸盐，并把它们很快地输送到叶部。同时还证明：灰分元素也能经叶进入植物体内。这样，就可以实现矿物肥料的根外追肥。

根系愈强大，植物就能从土壤中摄取愈多的营养物质。各种作物根系伸入土壤的深度示于图1。

植物的根还以水平方向向四周尽量扩展(见图2)。学者作了如下计算：假如把一大棵冬黑麦的全部根和根鬚铺成一条直线，则其长度可达620公里。

根上还长着根毛。根毛长在嫩根鬚上，其寿命不到一昼夜。每一根根毛的长度不超过一毫米。假如把全部根毛也予

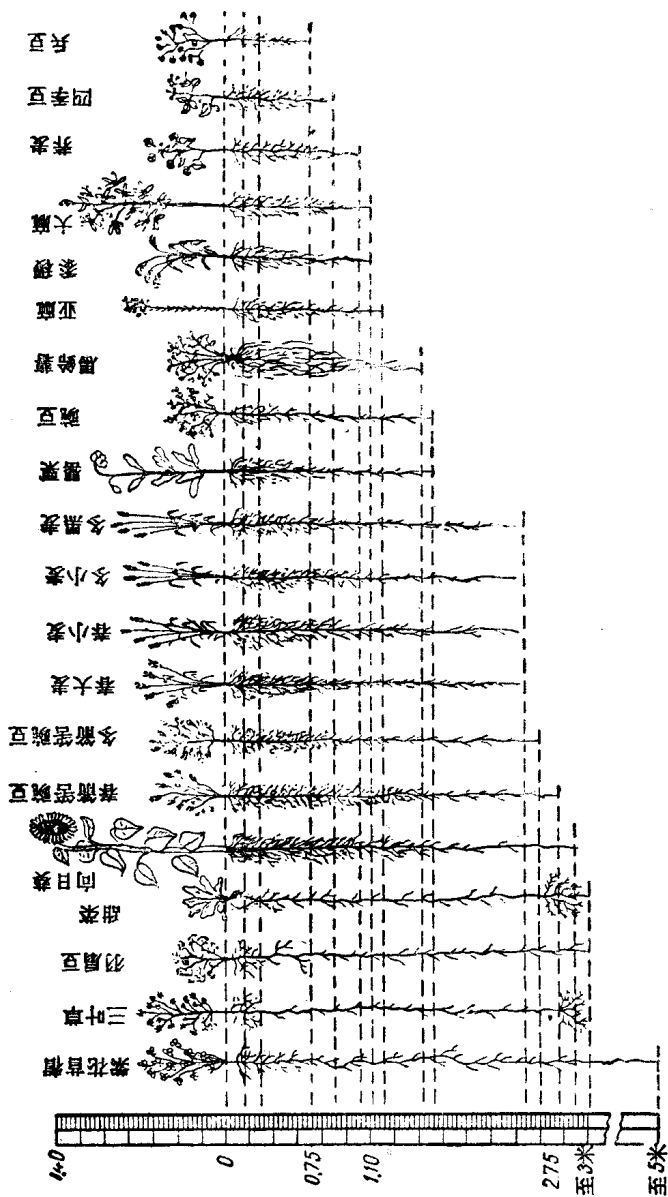


图 1 根伸入土壤的深度

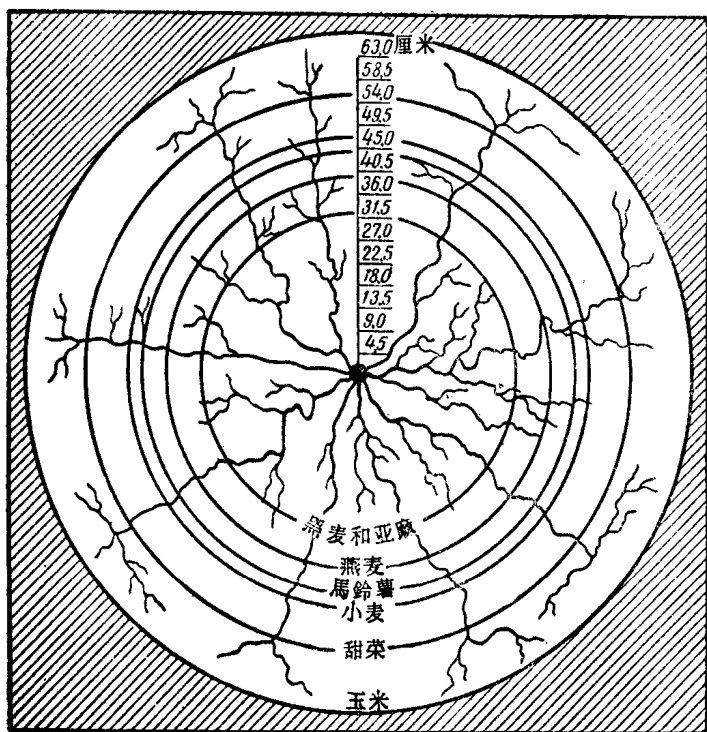


图 2 根在土壤中的水平方向扩展图

以测量并计算，则一棵黑麦在生长期所生出的根毛总长度竟达一万公里以上。

根的重量也不小。种黑麦的一公顷灰化土中根的总重达3~4吨。如条件更好，则根的重量每公顷甚至达到6吨。施肥能促进根在土壤中的发育。

在使用矿物肥料的时候，必须考虑：植物在不同的生长期和发育期需要那些营养物质，其需要量有多大。还应注意：植物的营养过程在其整个生命期间都是进行着的，但是

并不是在整个生命期间都从外界摄取营养物质的。

主要农作物收获物中氮、磷、钾的含量列于表2。

表2 农作物收获物中的氮、磷、钾含量

(公斤/公顷)

作物名称	收获量 (每公顷 公担数)	氮	磷	钾
谷物	15~20	40~60	20~25	40~60
谷物	25~30	85~100	30~40	60~90
马铃薯	200~250	100~125	40~50	140~230
马铃薯	300~350	150~175	60~70	200~320
甜菜	400~500	180~250	55~80	250~400
甜菜	600~700	270~350	85~120	350~550
棉花(籽棉)	15~20	90~120	30~40	90~120
棉花(籽棉)	30~40	160~200	50~70	160~200
棉花(籽棉)	50~60	240~270	80~90	240~270
棉花(籽棉)	90~100	360~400	120~130	360~400
亚麻(茎)	20~30	30~45	15~20	25~40
亚麻(茎)	40~60	60~90	30~40	50~80
三叶草(干草)	50~60	100~120	30~40	60~90
白菜	600	214	79	260
埃及甜菜	300	110	23	143
胡萝卜	300	95	40	150
洋葱	300	80	40	100
黄瓜	209	109	36	103
蕃茄	400	103	16	144
蕪菁	400	160	75	370

产量愈高，则植物从土壤摄走的氮、磷、钾愈多。

各种植物不仅在其收获物中所含氮、磷、钾的量不同，并且从各种不同的化合物中吸收它们的能力也不一样。在这方面特别有趣的是豆科作物能够使土壤含氮量增加，因此它