

农业中学参考读本

肥料知识

河北省昌黎农业学校编



农业出版社

农业中学参考读本

肥料知识

河北省昌黎农业学校 编

农业出版社

主 编：王荫槐

编写者：高宝珍 朱通顺 王莹玉

王介元 张玉积

绘图者：唐山地区农业展览馆 王镇鲁

农业中学参考读本

肥 料 知 识

河北省昌黎农业学校 编

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 5.25印张 107千字

1984年3月第1版 1984年3月北京第1次印刷

印数 1—70,500册

统一书号 16144·2769 定价 0.67元

出版说明

根据中央关于改革中等教育结构，大力发展各种职业技术教育和农业中学的指示，为解决目前农业中学缺乏专业课教材的问题，我们在教育部中专司和农牧渔业部教育司的赞助下，组织有关单位编写了这套《农业中学参考读本》。包括：《植物生理学基础》、《作物育种和良种繁育》、《肥料知识》、《土壤和耕作》、《作物病害》、《作物虫害》、《农药知识》、《作物栽培（水稻）》、《作物栽培（麦类）》、《作物栽培（油菜、大豆、花生、芝麻）》、《作物栽培（棉花）》、《大家畜饲养管理》、《小家畜饲养管理》、《家禽饲养管理》、《兽医知识》、《农副产品加工工艺》、《农村建筑》、《农村用电知识》等共十八册。

《农业中学参考读本》以介绍农业科学的基础理论和基本知识为主，还编写了工副业生产技术方面的内容，以适应农村中蓬勃出现的分工分业和发展商品生产的新情况。在编写上力求浅显易懂，注意系统性和实用性。由于各地情况不同，讲课时可结合具体要求增补内容。

本套读本供具有相当初中文化程度，没有生产实践经验的农业中学学生用，亦可供没有经过专业知识训练的农村干部、社员作培训和自学读本。

目 录

引言	1
第一章 作物营养与施肥	3
第一节 作物需要的营养元素	3
一、作物体的组成	3
二、作物必需营养元素的种类和含量	4
三、几种主要营养元素在作物营养中的作用	6
四、作物对氮、磷、钾的吸收利用	10
五、土壤中各种营养元素的含量	13
第二节 作物对养分的吸收	16
一、根部对养分的吸收	16
二、叶部对养分的吸收	18
第三节 作物营养的基本特性与施肥	19
一、作物营养的选择性	20
二、作物营养的同等重要性	21
三、作物营养的阶段性	25
四、影响作物吸收养分的因素	28
第二章 化学肥料	31
第一节 氮肥	34
一、氮肥的种类、性质和施用	34
二、氮肥的合理分配与施用	53
第二节 磷肥	57
一、磷肥的种类、性质和施用	57
二、磷肥的合理分配	63

第三节 钾肥	66
一、钾肥的种类、性质和施用	66
二、钾肥的合理分配	69
第四节 微量元素肥料	70
一、影响微量元素肥料肥效的主要条件	70
二、微肥的施用技术	72
第五节 复合肥料	74
一、复合肥料的概念及特点	74
二、主要复合肥料的性质及施用	75
第三章 有机肥料	78
第一节 人粪尿	79
一、人粪尿的成分和性质	79
二、人粪尿的积存和管理	80
三、人粪尿的合理施用和肥效	84
第二节 家畜粪尿和厩肥	85
一、猪粪尿及猪圈粪	85
二、马粪尿及马厩肥	88
三、牛粪尿及牛栏粪	90
四、羊粪尿及羊圈粪	91
第三节 堆、沤肥	93
一、堆肥	93
二、沤肥	98
三、沼气发酵肥料	101
四、秸秆直接还田	101
第四节 绿肥	103
一、发展绿肥的重要意义	103
二、绿肥作物的种植方式	105
三、几种主要绿肥作物的种植和利用	110
四、绿肥发展中的几个问题及解决途径	125
第五节 土杂肥	127

一、草炭	127
二、泥土肥	131
三、饼肥	135
四、家禽粪与蚕沙	136
五、垃圾	138
附录 I 化学肥料的简易鉴别法	139
附录 II 常用化学氮肥、磷肥、钾肥的成分和性质表	144
附录 III 微量元素肥料的种类、性质和施用方法表	146
附录 IV 各种复合肥料的种类、成分和施用特点表	147
附录 V 几种主要大田作物缺乏氮、磷、钾养分的 典型症状	148
附录 VI 几种主要果树缺乏氮、磷、钾养分的 典型症状	150
附录 几种主要蔬菜缺乏氮、磷、钾养分的 典型症状	151
附录 VII 几种主要果树缺乏某些微量元素时的 典型症状	152
附录 IX 肥料的混合	154
附录 X 肥料利用率和施肥量的估算	155
附录 XI 主要参考资料	159

引 言

一、肥料在农业生产中的作用 肥料是植物的粮食。肥料不仅提供作物所需要的各种养分，满足作物生长发育的要求，而且有机肥料还有改良土壤，提高土壤肥力的作用。

建国以来，我国农业生产的提高与增施肥料、扩大施肥面积是分不开的。哪里肥料用得多了，用得合理，哪里增产幅度就大。

二、建国以来我国肥料工作的成就 早在1953年，党中央就提出了“以农家肥料为主，商品肥料为辅”的肥料工作方针。1957年中国农业科学院土壤肥料研究所在各省农业科学研究所地力检定工作的基础上，开展了全国肥料试验网工作。在全国150多个试验点上获得的结果表明，我国农田土壤有80%缺乏氮素，50%左右缺乏磷素，30%缺乏钾素。这些结果对化肥生产和分配计划提供了科学根据。1978年8月，《全国化肥使用座谈会总结提纲》中指出：“合理用肥，要以农家肥料为主，农家肥和化肥相结合。”在使用化学肥料上强调要合理用肥，科学用肥，提高肥料利用率。解放以来，绿肥种植面积在不断扩大，适应不同地区的绿肥品种也在试验之中。

三、肥料及其分类 凡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。

肥料的种类很多，分类的方法也不一致。按化学成分可分为：

1. 无机肥料 又叫化学肥料，大多是化学工业的产品，如碳酸氢铵、尿素、过磷酸钙等。

2. 有机肥料 又叫农家肥料，如人粪尿、绿肥、堆肥等。

四、在农业现代化中肥料工作需要迫切解决的几个问题

1. 开展广辟肥源的途径和方法的研究。

2. 有机肥料改良土壤和对植物营养的研究。

3. 开展氮、磷、钾合理配比的研究。

4. 根据土壤类型和作物种类，进行合理施肥，提高肥料利用率的研究。

5. 开展生物固氮的研究。

6. 开展施肥机械的研究。

第一章 作物营养与施肥

作物营养是合理施肥的理论根据。要做到合理施肥就应以作物为主要对象，按照作物需肥原理和作物需肥特性，研究作物对养分的要求。

肥料是作物的粮食，是增产的物质基础。施肥则是农业增产的重要手段。也就是说，作物和外界环境条件是不可分割的。因此，在研究植物营养特性时，还必须联系外界环境条件，尤其是土壤、气候等条件，应该把它们看做是合理施肥的重要外界因素。为了指导生产，发展生产，获得高产稳产，就必需研究它们相互间的关系，找出合理施肥的理论和技術措施。

第一节 作物需要的营养元素

一、作物体的组成 作物的组成很复杂。一般新鲜作物含有75—95%的水分，5—25%的干物质。当然，作物含水分的多少常随作物的部位和器官而有所不同。多汁的组织（如番茄的果实）含水分就高，常在90%以上，而休眠的器官（如种子）水分含量就低，有时可降到10%以下。如果将水分蒸发，剩下的干物质中绝大部分是有机化合物，一般约占95%。无机化合物只有5%左右。在干物质中，按所含化合物的类型来看，约含碳水化合物60%，木质素25%，蛋白质（包括

水溶性蛋白质和粗蛋白质) 10%，脂肪、蜡质、单宁等5%；按元素组成来看，干物质经加热燃烧后，它的有机化合物部分，几乎全部可被氧化而分解，以各种气体 (CO_2 、 H_2O 、 N_2 等) 的形式逸出，据测定，含碳元素44%，氧元素40%，氢元素8%，氮素1.5%。同时留下的残渣，也就是灰分，其灰分元素约占6.5%左右 (图1—1)。

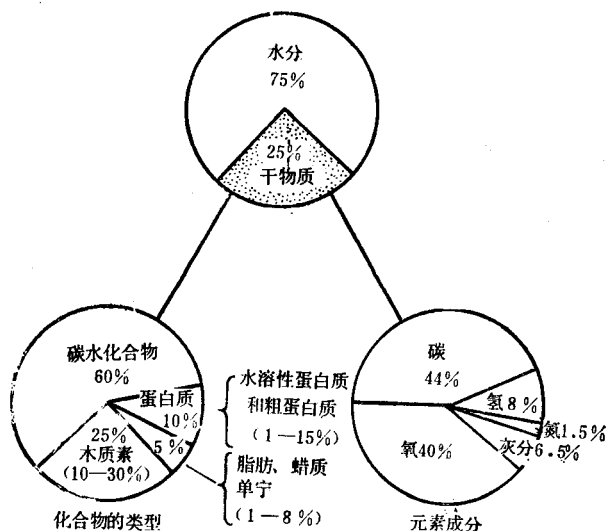


图 1—1 典型绿色植物的组成

在作物灰分中包括有几十种化学元素，其中有作物生长所必需的营养元素和非必需的元素。这也就是说，作物体内所含的灰分元素并不全部都是作物生长发育所必需的。

二、作物必需营养元素的种类和含量 确定某种元素是不是作物生长所必需的，不是根据它们在作物体内含量多少，而是看它们在作物生长过程中所起的作用来决定的。

(一) 确定“必需元素”的三条标准

1. 这种元素是完成作物从种子、生根发芽到结实成熟，整个生活周期所不可缺少的；

2. 缺少这种元素时，会表现出专一的、特殊的缺素症。只有补充了这种元素以后，症状才会消失；

3. 这种元素在作物营养生理上必须具有直接作用的效果，而不只是起改善环境条件的间接作用。

(二) 作物必需的营养元素和适宜的含量 根据植株化学分析和培养试验证明，目前确定作物生长所必需的营养元素有：碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、硼(B)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、钼(Mo)及氯(Cl)等十六种。这十六种必需营养元素，由于它们在作物体内含量不同，又可分为：

1. 大量营养元素 它们在作物体内约占干物质重的千分之几到百分之几十。如碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫等。其中的氮、磷、钾三种元素，由于作物需要的量比较多，而土壤中可提供的有效含量又比较少，往往需要通过施肥才能满足作物生长的需要。因此，人们称它们为“肥料三要素”或“氮、磷、钾三要素”，在提高作物的产量和质量的研究中，也特别重视三要素的作用。

2. 微量营养元素 它们在作物体内约占干物重的千分之几到十万分之几。如铁、硼、锰、铜、锌、钼、氯等(表1—1)。

应当指出，不同作物体内各种营养元素的含量差别很大，即使同一种作物，也因不同器官、不同年龄、不同环境条件，

表 1—1 高等植物必需的营养元素及其较适合的含量

营 养 元 素		植物可利用的形态	在干组织中的含量	
			百分率(%)	ppm
大 量 营 养 元 素	碳(C)	CO ₂	45	450,000
	氧(O)	O ₂ , H ₂ O	45	450,000
	氢(H)	H ₂ O	6	60,000
	氮(N)	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	1.5	15,000
	钾(K)	K ⁺	1.0	10,000
	钙(Ca)	Ca ⁺⁺	0.5	5,000
	镁(Mg)	Mg ⁺⁺	0.2	2,000
	磷(P)	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻⁻	0.2	2,000
	硫(S)	SO ₄ ⁻⁻	0.1	1,000
微 量 营 养 元 素	氯(Cl)	Cl ⁻	0.01	100
	铁(Fe)	Fe ⁺⁺⁺ , Fe ⁺⁺	0.01	100
	锰(Mn)	Mn ⁺⁺	0.005	50
	硼(B)	BO ₃ ⁻⁻ , B ₄ O ₇ ⁻⁻	0.002	20
	锌(Zn)	Zn ⁺⁺	0.002	20
	铜(Cu)	Cu ⁺⁺ , Cu ⁺	0.0006	6
	钼(Mo)	MoO ₄ ⁻⁻	0.00001	0.1

(引自《农业化学》，浙江农业大学，1979)

甚至在一天内的不同时间也有差异。以各种作物干物质中营养元素的一般含量来说，豆类、蔬菜类作物氮的含量较高，甘薯、马铃薯含钾较多；以同一种作物的不同器官来说，种子中一般含磷多，茎叶中含钾、钙较丰富，块根、块茎中含钾量多；以作物不同生育期来说，幼龄植物钾的含量较钙多，而老年植物则钙比钾多。生长在盐土上的作物体内，含有较多的钠和氯。

三、几种主要营养元素在作物营养中的作用

(一) 氮在作物营养中的作用 作物是由无数细胞组成的，氮是蛋白质的主要成分，而蛋白质是原生质的主要成分，

是构成一切作物体的最基本的物质。氮素供应充足，蛋白质合成的多，原生质的构成就有充分的物质基础。细胞分裂快，增长迅速，植株高大，枝叶茂盛，根系发达，为丰产奠定了良好的基础。氮又是叶绿素的重要组成成分，而叶绿素是作物进行光合作用，制造有机物质所必需的物质。氮素供应充足，叶绿素形成的多，叶色深绿，光合作用加强，制造更多的碳水化合物。

此外，在作物体内，氮是很多酶、维生素、植物碱的成分，参加体内许多生命活动的过程。

由此可见，氮与作物的生命活动有着密切的关系。

农业生产实践和科学实验结果都充分证明，氮素对作物的增产效果是非常显著的。氮肥施用得当，一斤氮素可增产稻谷15—25斤，小麦10—20斤，玉米15—30斤，籽棉5—10斤，油菜籽10—20斤。适当地提高作物的氮素营养水平，还可以改善农产品的品质。例如可以提高谷类作物种子中的蛋白质含量。以收获茎、叶为主的作物，如蔬菜（叶菜）、桑、茶、麻等作物，氮肥对提高产量和品质的影响更为显著。

当作物的氮素营养不足时，生长受到抑制，植株矮小细弱，叶片柔薄色淡，根系不发达，分蘖少，花器官发育不良，结实率下降，子粒不饱满而严重影响产量。

但是，氮素供应过多，由于作物体内的糖多转化成蛋白质和其他含氮物质，糖的含量相对降低，构成细胞壁的纤维素和果胶等都相应减少，限制细胞壁的加厚，使组织柔软，易倒伏，抗寒性和抗病性也相应降低，营养器官长期停留在幼嫩阶段，贪青徒长，延迟成熟。某些作物如甜菜、薯类品质也会下降。

应当指出，植物氮素营养的充足、缺乏或过多都是相对的。例如：低产条件下氮素充足或过多，在丰产时可能变为缺乏。因此，氮素充足、缺乏或过多，应根据作物要求、产量水平、各种营养元素的配合、农业技术条件等综合考虑。

(二)磷在作物营养中的作用 作物体内很多重要物质，如核蛋白、植素、磷脂、磷酸腺甙等都含有磷。核蛋白是细胞核和原生质的主要组成，没有磷的供应，就不能形成核蛋白，细胞的分裂与增殖受到抑制，新的器官不能形成，作物的生长发育也就随之停止。磷脂是原生质重要成分，对细胞的渗透性和原生质的缓冲性有一定作用。植素是贮存磷的物质，可供种子萌发和幼苗初期对磷的需要。磷酸腺甙贮藏的能量很高，在作物体内有调节能量的作用。

磷还是多种酶的组成成分。参与作物的呼吸作用、光合作用和蛋白质、糖、脂肪的合成和分解过程。

此外，作物体内还含有无机磷，它不仅是形成有机磷化物的原料，同时也起着创造细胞膨压和调节细胞酸碱反应的作用。

生产实践证明，磷素供应充足，可以使作物根系发达，促进分蘖、加快分枝和缩短生育期，籽粒饱满和提高籽粒或果实中淀粉、糖分和脂肪含量。并增强作物的抗寒性和抗旱性。

当磷素供应不足时，新细胞的形成受阻，幼芽和根系生长受到强烈抑制，生长迟缓，植株矮小，叶子卷曲。由于糖代谢受到抑制，糖相对积累，有利于花青素的形成，使茎叶呈现紫红色条纹或斑点。延迟成熟，穗小粒少且子粒不饱满，造成产量下降。

磷素不均衡的过剩，对作物也是不利的，由于强烈刺激呼吸作用，不利于碳水化合物的积累。植株节间缩短，繁殖器官过早发育，植株早衰，影响作物的产量和品质。

(三) 钾在作物营养中的作用 钾在作物生活中有着多方面的作用。钾有活化酶的作用，促进光合作用的进行，有利于糖分和淀粉的合成。可使甘薯、马铃薯、甜菜、甘蔗等淀粉或糖用作物，提高淀粉和糖分的含量；对禾谷类作物能提高分蘖能力，促使穗大粒多，子粒饱满。对油料作物能提高产量和含油量。

钾还与蛋白质的形成有关。它一方面使光合作用加强，碳水化合物数量增多，为合成蛋白质增加了原料供应；另一方面还促进了蛋白酶的活性。因此，为了提高作物的蛋白质含量，不仅要充分供应氮，还要满足对钾的需要。

钾能增加原生质胶体的亲水性，使植物有较强的持水能力，能忍耐短期的干旱，增强植物的抗旱性。由于钾能增加糖的贮备和增加细胞渗透压，因而可提高植物的抗寒性。

钾还能提高植物体内纤维素的含量，从而促进维管束的发育，增加细胞厚壁机械组织的强度。对禾本科作物来说，还可使茎秆强壮，增强抗倒伏能力和抗病能力。

当钾供应不足时，钾就从老组织里转移到新组织中再度利用。由于钾在植物体内的再利用性较大，所以缺钾症状一般出现较晚，而且先从老叶开始，逐步向上部幼嫩叶扩展，如上部叶出现缺钾症状，则作物已因严重缺钾受到危害。缺钾时，叶子尖端和边缘开始发黄，继而变为褐色，最后干枯呈烧焦状以致脱落。缺钾时的叶片，因输导系统发展不平衡，使叶片形状不正常。此外，缺钾时禾本科作物茎秆柔软易倒

伏，根茎作物的块根、块茎发育不良。极度缺钾还使植物容易感染病害。

但钾素供应过多时，由于离子间的拮抗作用，会影响植物对其他养分离子如钙、镁的吸收利用。

综上所述，氮磷钾是作物生长很重要的营养元素，它们对作物生长所起的作用，不仅不能相互代替，而且彼此间存在着相互联系，相互制约与相互配合的关系，如氮素施用过多，而磷钾供应不足，往往会引起严重的后果；反之，磷钾供应充足，而氮肥不足，也同样难以获得高产，因此在农业生产特别是高产栽培中，必须强调氮、磷、钾三要素的配合施用，才能达到高产优质的目的。

此外其它一些营养元素也各有它独特的作用，如钙能促进作物幼根生长与根毛的形成；硫是构成蛋白质的成分；镁是叶绿素的组成成分；铁与叶绿素的形成有关。至于微量元素，它们在作物体内含量极少，但在作物生育中作用极大，缺少它们，作物的生长发育就会受到障碍，容易得病，严重时也会死亡。如缺硼时，作物不能形成或形成不正常的生殖器官，使油菜出现“花而不实”，棉花“蕾而不花”。缺锌而引起的果树小叶病，玉米的白苗花叶病。此外钼还能促进根瘤菌的固氮作用，铜和锰能促进作物体内的呼吸作用和氧化还原反应等。作物对这些微量元素需要量不大，土壤中也有一定数量，加之有机肥的施用，基本上能满足作物的需要。但在某些地区，某些作物和土壤，由于施肥不当而引起某些营养元素有效性降低，或缺少这些元素，成为生产中的障碍因素，此时，施用微量元素肥料，就具有良好的效果。

四、作物对氮、磷、钾的吸收利用