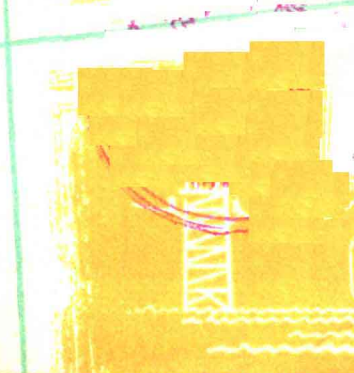
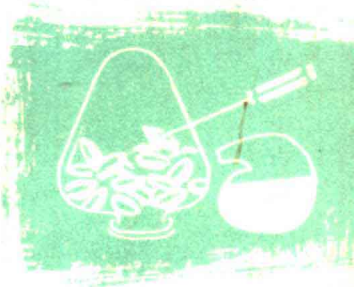


农业科技丛书



山西人民出版社

# 肥料及其使用



74  
46

农业科技丛书

# 肥料及其使用

杨 堃 编

山西人民出版社

# 肥料及其使用

杨 堃 编

\*

山西人民出版社出版 (太原井州路七号)

山西省新华书店发行 山西省七二五厂印刷

\*

开本:  $787 \times 1092 \frac{1}{32}$  印张: 3.125 字数: 62千字

1982年3月第1版 1982年3月太原第1次印刷

印数: 1—10,000册

\*

书号: 16088-188 定价: 0.29元

## 前 言

农业是国民经济的基础。发展农业是关系到国计民生的一件大事。

要加快农业的发展，各地的经验证明，除了靠党的政策外，还必须靠科学技术。特别是随着农业生产责任制问题的解决，科学技术在发展农业中的作用越来越明显，它和农民自己的生活、命运的联系也越来越密切。广大农民从生产、生活的实践中，已逐渐认识到这一点。所以，他们迫切需要懂得农业科学的基础知识，掌握科学种田的技术。为此，省农委、省科协和山西人民出版社共同组织编辑出版了这套《农业科技丛书》。

丛书内容包括农、林、牧、副、渔等方面的科学技术。每种书的作者，都是选择了具有专业知识和生产经验的同志担任，并聘请了我省有声望的专家、学者负责审稿工作。

在丛书的编写中，强调要面向我省农村，紧密联系我省农业生产的实践，传统生产经验同现代科学技术相结合，基础知识与应用技术相结合，以应用技术为主。同时，也注意了丛书的系统性、科学性和稳定性，文字力求通俗易懂，深入浅出。因此，这套丛书不仅可作培训农村干部、技术员的教材，而且也可作广大农民、知识青年自学的读物。

为了早日出版，以应急需，丛书内容或文字，可能有推敲不够之处，恳切希望读者提出修改意见，以便再版时改正。

《肥料及其使用》是丛书的一种，担任此书审稿的是林成谷同志。在此，我们谨表感谢。

丛 书 编 委 会

一九八一年十月

# 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 一、为什么要施用肥料        | 1  |
| (一) 营养元素是从哪里来的    | 1  |
| (二) 氮素的作用         | 3  |
| (三) 磷素的作用         | 4  |
| (四) 钾素的作用         | 4  |
| (五) 作物营养不良的症状     | 5  |
| 二、怎样施用肥料          | 8  |
| (一) 作物如何吸收养分      | 8  |
| (二) 要按肥料特性施肥      | 10 |
| (三) 要根据土壤状况施肥     | 11 |
| (四) 要看作物种类和产量施肥   | 12 |
| (五) 施肥应当注意的问题     | 13 |
| (六) 确定合理施肥的田间试验方法 | 14 |
| 三、有机肥料            | 18 |
| (一) 厩 肥           | 18 |
| (二) 堆 肥           | 23 |
| (三) 人粪尿           | 27 |
| 四、绿 肥             | 30 |
| (一) 绿肥的好处         | 30 |
| (二) 几种绿肥作物及其利用方法  | 31 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 五、无机肥料.....                 | 39 |
| (一) 氮素化学肥料.....             | 39 |
| (二) 磷素化学肥料.....             | 49 |
| (三) 钾素化学肥料.....             | 53 |
| (四) 复合化学肥料.....             | 54 |
| (五) 怎样识别各种化学肥料.....         | 55 |
| 六、微生物肥料.....                | 58 |
| (一) 根瘤菌肥料.....              | 58 |
| (二) 固氮菌肥料.....              | 66 |
| (三) 磷细菌肥料.....              | 70 |
| (四) 钾细菌肥料.....              | 74 |
| (五) “5406” 抗生素肥料.....       | 75 |
| (六) 菌种的复壮和保存.....           | 75 |
| (七) 几点看法.....               | 77 |
| 七、饼肥、熏土肥、卤水、陈墙土和腐殖酸类肥料..... | 79 |
| (一) 饼肥类.....                | 79 |
| (二) 熏土肥.....                | 80 |
| (三) 卤 水.....                | 80 |
| (四) 陈墙土.....                | 81 |
| (五) 腐殖酸类肥料.....             | 81 |
| 附表.....                     | 89 |

## 一、为什么要施用肥料

农作物在生育过程中，要从土壤和大气中吸收各种营养元素。构成作物体有七十多种元素，其平均成分大致如下：碳占作物体干重的45%，氧占作物体干重的42%，氢占作物体干重的6.5%，氮占作物体干重的1.5%，灰分元素占作物体干重的5%。碳、氢、氧、氮四种元素占作物体干重的95%，灰分元素仅占5%左右。但是在作物生育过程中，灰分元素同样很重要。一般把含量占作物体干重千分之几以上的营养元素叫大量元素，含量在万分之几到十万分之几的叫微量元素，含量再低的叫超微量元素。〔见表一〕

试验证明，缺少必须的营养元素，作物就不能正常的生长、发育。作物必须的营养元素有碳、氧、氢、氮、磷、硫、钾、钙、镁、铁、锰、硼、铜、锌、钼等十五种，其中前十种称大量元素，后五种称微量元素；另外，还有硅、铝、氯、钠等几种元素，在作物体中含量不少，但是他们的作用和必需性还不很明确。

### （一）营养元素是从哪里来的

构成作物体的营养元素是从哪里来的？科学研究证明，



碳和氧主要来自空气中的二氧化碳。在一般情况下，一万升空气中含有三升二氧化碳，一亩地上空100公尺高层的空气中，含有73斤二氧化碳，随着空气在流动，还会有另外一些地方的二氧化碳来补充。作物的叶子可以从空气中不断获得二氧化碳，根系也能从土壤中吸收二氧化碳并转运到叶子中，充作光合作用的原料。有机原料在腐烂、分解的过程中产生较多的二氧化碳。

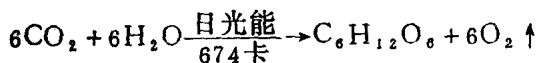
表1 植物体干物质及土壤中的各种元素含量 单位P、P、M

| 元素  | 植物体     | 土 壤     | 元 素  | 植物体 | 土 壤     |
|-----|---------|---------|------|-----|---------|
| 碳C  | 454,000 | 20,000  | 硅Si  | 220 | 330,000 |
| 氧O  | 410,000 | 490,000 | 锌Zn  | 160 | 50      |
| 氢H  | 55,000  |         | 铁Fe  | 140 | 38,000  |
| 氮N  | 30,000  | 1,000   | 硼 B  | 50  | 10      |
| 钙Ca | 18,000  | 13,700  | 锶 Sr | 26  | 300     |
| 钾K  | 14,000  | 14,000  | 铷 Rb | 20  | 100     |
| 硫S  | 3,400   | 700     | 铜Cu  | 14  | 20      |
| 镁Mg | 3,200   | 5,000   | 镍 Ni | 2.7 | 40      |
| 磷P  | 2,300   | 650     | 铅 Pb | 2.7 | 10      |
| 钠Na | 1,200   | 6,300   | 钒 V  | 1.6 | 100     |
| 锰Mn | 630     | 850     | 钛 Ti | 1   | 5,000   |
| 铝Al | 550     | 71,000  | 钼Mo  | 0.9 | 2       |

注：P、P、M即百万分之一 相当于 $10^{-4}\%$

氢元素来自土壤中的水分。作物依靠根系吸收土壤中的水分，利用了氢气，释放出氧气。作物吸收1,000斤水，只有2斤左右存在于作物体内，其余998斤都蒸发掉了。

二氧化碳和水在作物叶子里通过叶绿素进行复杂的光合作用合成葡萄糖，一般反应式如下：



由葡萄糖再经过合成作用生成纤维、淀粉、蛋白质、脂肪等。

其余各种元素，如氮、磷、钾是依靠根系从土壤中吸收的。空气中虽然有五分之四是氮气，但是一般作物不能直接吸收利用，只有豆科作物如花生、大豆、绿豆、豌豆等根部有一种共生细菌叫根瘤菌的才可以直接固定空气中的氮，帮助作物吸收利用。此外，土壤中还有一类非共生的微生物，叫自生固氮菌，也能够直接吸收利用空气中的氮。作物需要氮、磷、钾较多，但通常土壤中的含量不多，满足不了作物生长的需要。解决的办法就是增施肥料。由于这三种元素作物需要量最大，所以在制造和使用肥料上都以氮、磷、钾为主。

## (二) 氮素的作用

氮素是蛋白质的主要成分，没有蛋白质植物细胞内的原生质就不能形成，没有原生质也就没有有机体的生命现象。

氮素既是叶绿素的主要组成物质，也是许多酶的成分。

叶绿素是作物制造养料的“机器”，它能使二氧化碳和水在日光的作用下生成有机物质。如果作物体内氮素不足，光合作用就会减弱，产量也就相应降低。

### (三) 磷素的作用

作物体内许多重要化合物如核蛋白、磷脂和植素，都含有磷。

核蛋白是细胞核的成分，广泛分布在原生质中，集中在富有生命力的幼嫩组织中，对作物生长起着重要的作用。核蛋白是由核酸和蛋白结合而成的，磷是核酸的成分，所以磷也是核蛋白的成分。

磷脂是甘油、脂肪酸和胆碱的化合物，存在于作物种子的胚中和植株的幼嫩部分，通常有卵磷脂和脑磷脂一类的物质。

植素是环己六醇磷酸脂的钙镁盐，存在于作物种子中，供给种子萌发和幼苗初期生长之用。

除上述有机磷酸化合物外，作物体中还含有无机磷化合物，如磷酸钙、磷酸镁和磷酸钾。这些磷酸盐既是供给有机物合成的原料，同时在细胞中也起着膨压作用，对于细胞内部与外界环境的协调起着重要的作用。

磷的化合物能促进作物发育，缩短生长周期，增加籽粒重量。

### (四) 钾素的作用

钾素多分布在作物茎叶的幼嫩组织中，主要以离子状态

存在。

钾能提高光合作用的强度，有利于糖类的合成，促进淀粉的形成。因此，含糖和淀粉多的作物如甜菜、马铃薯、蕃茄等作物需钾量较多。

钾能够促进维管束的发育，增加厚角组织的强度，对于禾谷类作物来说，钾素营养适当能使茎秆强壮，增强抗倒性。

这里分别介绍了“三要素”在作物生理上的作用和特点，但是各种元素的作用是相互联系相互制约的。氮是合成蛋白质的必需原料，而蛋白质在合成过程中又需要磷化合物三磷酸腺甙及核酸的参与，通过这些物质才能使氨基酸合成蛋白质，同时还要有钾离子作为酶参加反应。三者之间缺一不可。如果各种元素配合得不均衡或相对不足，就会影响作物的正常生育。

## （五）作物营养不良的症状

由于缺乏的营养元素不同，作物体表现出的症状也不一样。根据症状的表现，可以判断缺乏哪些营养元素，以便及时补充。

**缺氮的症状：**当氮素营养正常时作物枝叶繁茂，叶色浓绿，如果土壤中氮素不足，作物生长就会缓慢，叶色淡绿，叶片变薄。其原因是作物新生组织得不到足够的氮素供给，老叶子中的蛋白质就逐渐分解为氨和氨基酸，使作物变黄，直致枯死。

**缺磷的症状：**主要表现在作物的苗期阶段，出现生长停滞，叶片逐渐变为紫红色。玉米、蕃茄和小麦的幼苗较为明

显。其原因主要是幼苗因磷素营养不足，在叶部合成的碳水化合物不能及时从叶部转移。糖类在叶中积累形成红色素，致使幼苗发红。作物后期磷素不足，开花和成熟期都会推迟。薯类作物的块茎出现锈斑，是明显的缺磷症状。

**缺钾的症状：**先是老叶的尖端及沿着叶边变黄转褐，渐次枯萎，但在叶脉两边和中部仍保持原来的色泽。这些症状的显现是从下部叶子开始，渐次向上发展，直到大部分的叶子出现。当氮素营养较多而钾素不足时，作物叶子常呈卷曲状态并出现皱纹，禾本科作物则表现为叶子宽大而茎秆软弱，易于倒伏。

钾素在作物体内流动性比氮、磷大，当钾素营养不足时，体内的钾就从老组织中转移到新生组织中，钾的再利用程度大于氮、磷，因此作物缺钾症状表现时间较晚。如蕃茄在生长后期常有外形不圆而显棱角的果实，果肉也出现空隙。

**缺镁的症状：**镁是叶绿素的成分，也是植素与钙镁果胶脂的成分。它参与光合作用，也参与磷的代谢，对细胞生理产生多种影响，缺镁时叶片失去绿色。症状首先出现于老叶，渐次向上发展。老叶的叶脉间失去绿色，而在叶脉附近仍显绿色，作物发育缓慢。通常缺镁的症状不象缺氮、磷那样常见。

**缺铁的症状：**叶绿素不能形成，叶片失绿，这种现象可见于我省石灰性土壤上的作物。在夏季多雨时节，有些苹果树、桃树、洋槐树等新生的叶子变黄和发白，而老叶仍然绿色，这种症状原因是植物生理缺铁所致，老叶中的铁化合物不能转移，也就不能再利用，而新生叶子失绿。每当植物从

土壤中吸收铁的速度不能满足旺盛生长的需要时，也会产生这种生理病态。失绿的植物叶子上，喷施一些铁盐溶液如黑矾（硫酸亚铁）、氯化铁和柠檬酸铁等，可使植物的叶子迅速转绿。

作物需要微量元素不多，但是缺少时就不能正常生育，也表现出各种症状。

**缺硼的症状：**作物生长点枯萎，开花不育，甜菜往往出现烂心。喷施硼酸肥料，效果良好。

**缺锰的症状：**作物嫩叶上出现细小的黄斑点，根系发育减弱，燕麦类作物尤为敏感。

**缺锌的症状：**比较常见的是引起果树小叶病，玉米失绿症。喷施硫酸锌，即可消除病状。

**缺钼的症状：**钼肥对豆科作物固氮菌的固氮能力有所促进，缺钼时虽然病状不很明显，但对产量有很大影响。

总之，各种营养元素，对作物生育都有其特殊作用，既不能缺少，也不能代替。因此我们必须了解各种作物特殊性和当地的自然条件，通过合理施肥改善营养条件，达到高产稳产。

## 二、怎样施用肥料

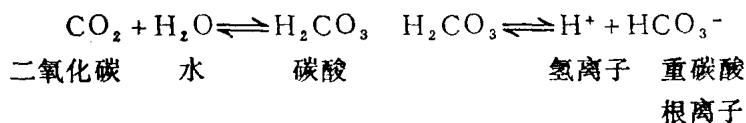
作物是怎样从土壤中吸收养分的呢？只有掌握这个过程，才能做到合理施肥。

### （一）作物如何吸收养分

作物主要是通过根系从土壤中吸收养分。各种作物根系在土壤中分布的范围、深度和密度不同，如小麦根系多数分布在表土2尺以内，少数深达6尺左右，苜蓿根则更深一些。根系越大与土壤的接触面积也越大。强大的根系除吸收部分溶解在土壤溶液中以离子形式的养分外，还吸收吸附于土壤颗粒表面的一些以离子状态存在的养分。作物根系除吸收离子状态的养分外，也能吸收一些不带电荷的分子状态的物质，但后者吸收的很慢。

在作物根毛细胞的细胞膜表层的蛋白质是两性胶体，它的基本成分氨基酸随土壤酸度变化而带有两种电荷，既能吸收带正电荷的离子如铵（ $\text{NH}_4^+$ ）、钾（ $\text{K}^+$ ）、镁（ $\text{Mg}^{++}$ ）等，也能吸收带负电荷的离子如硝酸根离子（ $\text{NO}_3^-$ ）、磷酸根离子 $\text{HPO}_4^-$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、氢氧根离子（ $\text{OH}^-$ ）。根毛表面吸收钾离子和硝酸根离子，硝酸根离子与钾离子再与根毛里

面的原生质的正负离子互相交换，就使营养物质进行到细胞内部。这样不断进行，外边的营养离子就可以转到输导组织，随水分运到茎叶。由此可知，根毛细胞里的蛋白质、氨基酸在吸收交换过程中都有氢离子〔H<sup>+</sup>〕和碳酸根离子〔HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>〕参加，它们是在作物呼吸作用过程中产生的。作物呼吸时产生的二氧化碳溶于水而生成碳酸，碳酸分解生成氢离子和重碳酸根离子，反应原理如下：



根的呼吸是吸收养分的主要条件，根呼吸停止就不能吸收养分。

作物吸收养分具有选择性。吸收的种类和数量不仅决定于土壤中养分存在的数量和种类，而且按作物自身的需要来吸收。这种选择性吸收是由生物特性、生活需要和生物化学变化过程而决定的。不同作物吸收养分不同，同种作物在不同生育时期吸收养分比例也不相同。

作物对养分的选择，不同器管也不相同。一般说来繁殖器官对养分的选择比营养器官严格得多。通过施肥可以影响籽实的成分。

作物选择性吸收也会影响土壤性状的变化。如作物从土壤中吸收硫酸钾肥料，吸收钾比吸收硫酸根多，残留下来的硫酸根累积多了会使土壤向酸性转变；同样，作物从土壤中吸收硝酸钠肥料，吸收硝酸根比吸收钠多，残留下来的钠累积多了会使土壤向碱性转变。

作物除了根系能吸收养分外，茎、叶部分也可以吸收。



茎叶吸收养分可通过气孔渗入。当茎叶表面的角质层处于湿润状态时，溶液中的营养物质能够渗入细胞内部。现在推广的根外追肥就是这个道理。

作物吸收养分，还受着土壤各种因素的影响，通常有以下几个方面：

**土壤温度：**土温高低，影响作物根系的生长和吸收能力。低温使根的生长和呼吸作用减弱，较高的温度则可以加快根的生长和呼吸作用，从而降低或提高根的呼吸能力。适当中耕松土或排除土中过多的水分，可以提高地温，从而促进作物吸收养分。

**土壤空气：**土表板结，通气性能不良，减弱根系呼吸，影响根系新陈代谢，根系对矿质养分的吸收也就减少了。因此，适当中耕松土，破除土壤板结是非常必要的。

**土壤水分：**作物根系只能吸收溶解于水中的养分，因而在缺水的土壤中常易发生作物缺肥现象。如果在土壤水分不足的情况下，施入较多的化肥，就会使土壤溶液浓度过高，引起根部细胞水分外渗而枯萎。这种现象通称“烧苗”。所以，种肥用量不可过多，苗期追肥也应注意土壤水分状况。

## （二）要按肥料特性施肥

使用什么肥料，使用多少和怎样使用，三个方面的问题都和肥料的性质有很大关系。

使用什么肥料，先要知道肥料的种类，否则就无法正确地选择施用的肥料。有的人认为化肥都差不多，尿素、硝酸铵、碳酸氢铵都是氮肥，就不加区别的同样施用，结果发挥