

——主——
——要——
——农——
——作——
——物——
——施——
——肥——
——丛——

苹果树施肥

周厚基 编著



农业出版社

主要农作物施肥丛书

苹果树施肥

周厚基 编著

农业出版社

主要农作物施肥丛书

苹果树施肥

周厚基 编著

责任编辑 徐蒲生

农业出版社出版 (北京朝阳区东晓门)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

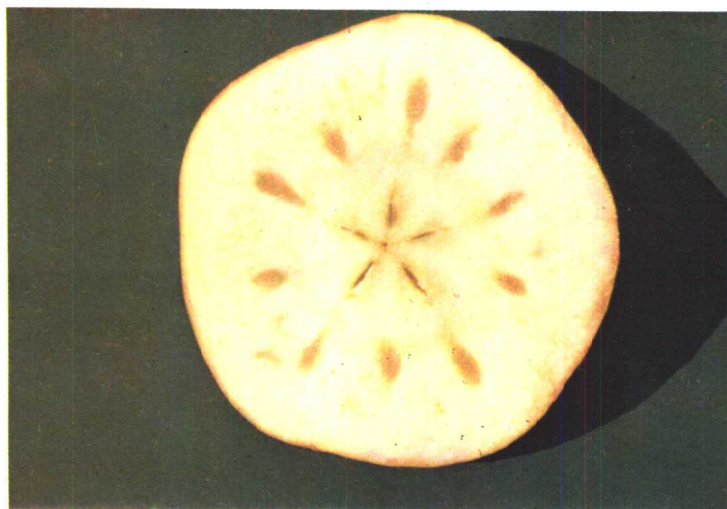
787×1092 毫米 32 开本 2.5 印张 1 插页 50.7 千字

1987 年 5 月第 1 版 1988 年 8 月北京第 2 次印刷

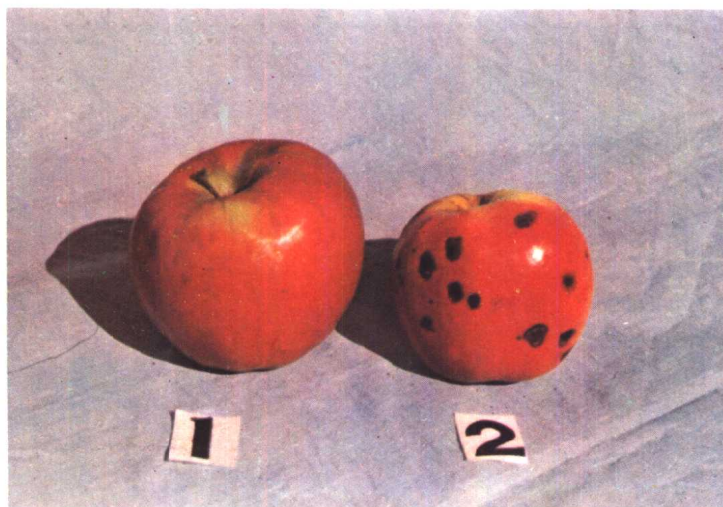
印数 16,101—28,700 册 定价 0.66 元

ISBN 7-109-00028-1/S·17

统一书号 16144·3286

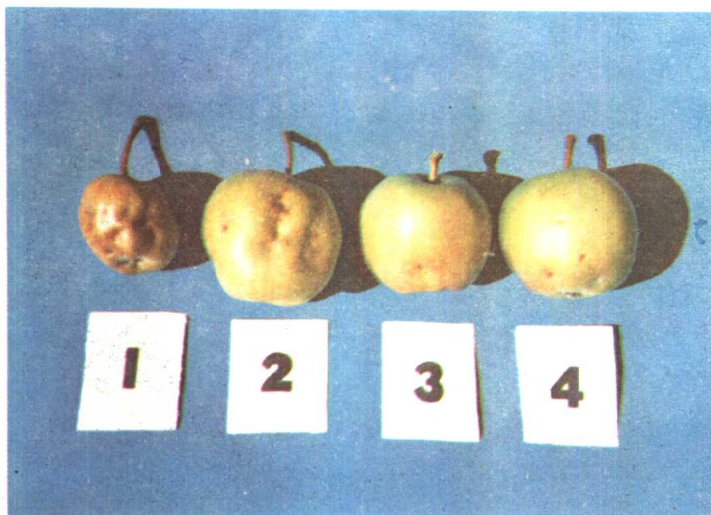


彩图 1 苹果水心病 (缺钙)



彩图 2 苹果苦痘病 (缺钙)

1. 正常果 2. 病果



彩图 3 苹果树缺硼果实



彩图 4 苹果树正常和缺铁失绿叶

出 版 说 明

党的十一届三中全会以来，农村普遍建立和推行了各种形式的联产承包责任制，广大农民学科学、用科学的积极性空前高涨。我国农业进入了技术改造的新阶段。为了普及肥料知识，推广科学施肥技术，提高肥料经济效益，促进农业生产，我们组织编写了一套《主要农作物施肥丛书》，它包括《水稻施肥》、《小麦施肥》、《玉米施肥》、《棉花施肥》、《油菜施肥》、《大豆施肥》、《花生施肥》、《茶树施肥》、《甜菜施肥》、《柑桔施肥》、《苹果树施肥》、《蔬菜施肥》共12个分册。

这套丛书以实用技术为主，同时阐述各种作物的生物、营养特性和需肥规律以及缺素症状等科学知识。丛书系科学普及读物，内容文字力求通俗易懂，并配有插图。基本上具有科学性、知识性、实用性的特点。可供农村县有相当初中文化程度的农民技术员、专业农户和基层干部阅读应用。

前 言

苹果树是我国果品生产中栽培面积最广和产量最多的树种，由于它的经济价值高，可以大幅度增加果农收益，对提供生产资金，全面发展农业生产，以及繁荣市场，改善人民生活能起很大作用。所以，解放以来，在党和政府的领导和扶持下，苹果生产发展很快，与解放初期相比，其产量和面积都增长了二十三倍多。现在不仅老区渤海湾继续发展，而且在全国各地又形成了许多新的生产基地，如黄河故道、华北平原、西北高原以及云、贵、川的高海拔冷凉地区等地。

但是，在苹果生产的发展过程中，也遇到一些问题。例如，人们反映许多果园的苹果味道变差，果品质量较前下降，味淡、质粗、风味不佳，而且有的地区还出现苦痘、水心、褐变、黑心、果肉木栓化等果实病害，果品贮藏性能也下降，直接影响了商品的经济价值。这是什么原因造成的呢？在过去，我国苹果树的栽培面积很小，偏居于渤海湾地区的中性棕壤上，而且，对单位面积产量的要求也不很高，一般很少施肥，即使施点肥料，也只用少量农家肥或氮肥，在这种情况下，一般果品品质尚可，施肥问题也不算突出，但是，当大面积发展以后，果园土壤类型愈趋复杂，如在西北黄土高原，pH值高达8.0—8.2，而云、贵、川的黄壤和

红壤，则pH值只有4.5—5.0；在土壤的养分供应上，各地土壤有很大差距，有的缺氮，有的缺磷，还有的缺硼、锌、铁等微量元素，在树体的生长发育和营养分配上，由于土壤气候条件的差异，也会有所变化。再加上果农对苹果树的产量也有了较高的要求，因而仅用原有的苹果树培肥管理经验，就不足以适应这种形势。单一的重施氮肥，不但会造成果实品质下降与生理病害发生，而且还会因为各种元素间生理不平衡，影响杆、枝、叶、果等的生长，甚至发生梢枯、小叶、开花不结实、组织坏死等，苹果树营养不协调，也会降低树体的抗逆性，如加重腐烂病、早期落叶病的发生等。

怎样施肥才能达到苹果树生产高产、质优、低成本，而又树势健壮连年丰产呢？这首先要了解苹果树需要哪些营养元素？它们在树体中的生理功能是什么？在苹果树生长发育周期中起什么作用？怎样达到生理平衡？这些营养元素是怎样吸收而在体内又是如何运转的？其次要了解果园土壤中能供给多少？哪些营养元素不足，需要施用哪种元素的肥料加以补充？第三，施用各种营养元素的肥料以什么形态较好？肥料在土壤中有什么变化？它们与土壤的相互作用如何？怎样提高肥料的有效性？根据这些了解，知道苹果树需要什么？再用营养诊断技术测知树体缺什么？然后结合苹果树施肥试验和生产施肥经验，我们才能制定出各果区苹果树的合理施肥制度。

编 者

1985年9月

目 录

前 言

一、苹果树的营养原理	1
1. 苹果树体内的主要生理过程	1
2. 各种营养元素在树体内的生理功能	6
二、苹果树的营养特点	11
三、苹果树的根系及其吸收作用	15
1. 苹果树根系的形态特征	15
2. 苹果树根系的生理特征	17
3. 苹果树根系的生态特征	19
四、苹果树的营养诊断	26
1. 苹果树营养诊断的作用	27
2. 苹果树营养诊断的方法	27
五、苹果树上施用的有机肥料	30
1. 农家肥料	30
2. 绿肥	34
六、苹果树氮肥的施用	42
1. 氮肥对苹果树各种器官的形成和生长发育的作用	42
2. 苹果树施用氮肥的适宜时期	43
3. 苹果树的氮肥施用量	51
4. 发挥氮肥最大肥效的最佳施肥量	56

5. 氮肥施用量对苹果树体营养状况的影响	57
七、苹果树磷钾肥的施用	60
1. 磷、钾肥的增产效果	60
2. 磷、钾肥改善品质的效果	61
3. 磷、钾肥减轻病害的效果	61
4. 磷、钾肥对树体营养的影响	61
5. 磷、钾肥的施用部位和方法	62
6. 磷、钾肥的种类和用量	62
八、苹果树的营养障碍及其矫正技术	63
1. 钙	64
2. 锌	66
3. 硼	67
4. 铁	68

一、苹果树的营养原理

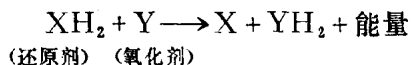
众所周知，高等植物在其生命活动中需要多种营养元素，这并不是说，凡在植物体中能找到的化学元素（约有60种）都叫做营养元素，在植物体内的化学元素中，只有具备下列三个属性的才叫做必要的营养元素，即：①有一定的生理功能；②其生理功能不能为其它元素或化合物所代替；③缺乏这种元素时会发生特定的病症。根据这种标准来衡量，现在已知的高等植物所需要的必要营养元素有16种，其中，需要较多的叫常量营养元素，有碳、氢、氧、氮、磷、硫、钾、钙、镁等，需要量较小的叫做微量营养元素，有铁、硼、锌、锰、铜、钼、氯等。从施肥的角度来考虑，果树施肥要考虑的有氮、磷、钾、钙、镁、硼、锌、铁、锰、铜等十种元素。

便于说明这些营养元素在树体作用的生理功能，我们先把苹果树体内的几个主要生理过程简述一下。

1. 苹果树体内的主要生理过程

在研究苹果树体内的主要生理过程前，必须看到树体本身是由化合物组成，这些化合物又是通过化学反应来进行新陈代谢的。细胞内制造这些化合物和作功都需要能量，而所用的能量也全靠这些化学反应来取得。最普通的能量代谢反

应是氧化还原反应，凡得到电子或氢离子的叫做还原，凡失掉电子或氢离子的叫做氧化。能使其它物质氧化而本身还原的物质叫氧化剂。反之，叫还原剂。在生物代谢反应中氧化和还原总是同时进行的。而这种反应有的可以放出大量能量叫放能反应。有的反应要吸收能量叫吸能反应。由于强氧化剂对电子的亲合力强，而强还原剂对电子的亲合力低，两者相遇很容易发生放能反应。现举一例加以说明。



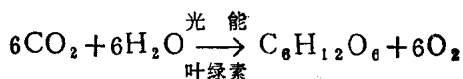
上式中，X 和 Y 各是一种化合物，H₂表示氢，在这个化学反应中的“X”化合物，由“XH₂”变为“X”失掉了“H₂”，故叫做氧化，而“Y”则变成“YH₂”，即“Y”被还原。式中可以看出氧化与还原是同时进行的，在这个反应中放出了能量，故称放能反应。反之，吸能反应必须先提供能量，反应才能进行。

所有的化合物都含有一定的势能，储存在其键结构中，当键裂解时，势能就释放出来，用于做功。在植物体中有一种化合物叫做腺苷三磷酸（ATP）它具有一个高能键（符号为~）可以贮存能量，在植物生命活动需要能量时，即可放出能量，腺苷三磷酸中的高能键是高能磷酸键，它是由腺苷二磷酸（ADP）吸能后生成的。腺苷三磷酸在植物的生理过程中十分重要。

此外，在植物生理过程中，大多数产生能量的氧化反应都伴随着电子传递，这个电子传递过程需要通过底物来进行，而这些底物的氧化一般是和辅酶 I（简称NAD₊，即二

磷酸吡啶核苷酸)发生反应,有时也和辅酶Ⅱ(简称NADP,即三磷酸吡啶核苷酸)反应,使它们还原为辅酶Ⅰ和辅酶Ⅱ的还原状态($\text{NADH}+\text{H}^+$ 或 $\text{NADPH}+\text{H}^+$)。 $\text{NADH}+\text{H}^+$ 和 $\text{NADP}+\text{H}^+$ 都是还原势,每个分子的 $\text{NADH}+\text{H}^+$ 或 $\text{NADPH}+\text{H}^+$ 氧化时,都能产生三个分子ATP。

(1) 光合作用:光合作用是绿色植物利用光能将空气中的二氧化碳和水转变为碳水化合物的反应。



但实际的过程远较此式复杂得多,前人实验已经证明六碳糖(如葡萄糖)中的氧来自 CO_2 ,而产生氧气的氧则来自水。所以,光合作用可分为两个过程:第一叫做光合作用的原初过程,包括水的光解和一系列电子传递;第二是水光解所产生的氢将 CO_2 还原为碳水化合物的过程,这个过程叫碳反应或卡尔文循环。

叶绿体在光合作用中起什么作用呢?原来叶绿体不是一个单一的色素,其中含有许多能吸收光的色素,这些色素可分为两大类:主要色素和辅助色素(天线色素)。主要色素为叶绿素a中的一小部分,它是能引起光合作用反应的色素;辅助色素有叶绿素b、藻蓝素、藻红素和类胡萝卜素等,它们只能将吸收的光子传递给主要色素。

光合作用的第一过程可以概括为:叶绿素吸收的光能,从水中移出电子(水的光解,最后释放氧气),并通过两个阶段的电子传递过程即光系统Ⅱ和光系统Ⅰ,使电子的负电位升高,形成具有还原势的NADPH,以便在第二过程(卡

尔文循环)中还原 CO_2 。在电子传递的过程中还有两个途径产生高能化合物ATP。光系统II和光系统I中的主要色素分别是“P680”和“P700”，它们都是叶绿素a中的一部分。

光合作用的第二个过程是卡尔文循环，就是 CO_2 合成三碳糖、五碳糖和六碳糖的过程，反应是循环的，这个反应需要利用第一过程所生成的NADPH和ATP的能量，但整个卡尔文循环只用了总能量的十分之一，其余的能量储存在六碳糖中用于以后的呼吸作用释放能量。果树将光能转化为化学势加以稳定和储存，这是整个光合作用的重要概念。

过去对光合作用的两个阶段曾称为光反应和暗反应，其实这是不确切的，在光合作用的第一过程中，实际只有光子的吸收是真正的光反应，其中有的反应是受光活化的。但所有的电子传递都是在暗中进行，因此把光合作用分为电子传递和碳素反应两个过程还更好一些。

光合作用的重要性，对人类来说是制造食物和提供氧气。对于果树本身来说，是制造碳水化合物及对能量的捕获、转化和储存。

(2)呼吸作用：呼吸作用就是糖(淀粉、多糖、双糖、单糖、脂肪或蛋白质均可作为呼吸底物)被完全氧化的过程，表现为吸收氧气和放出 CO_2 。从能量的观点来看，糖的氧化过程是释放能量的过程，用以维持植物的生长和发育。植物体内的呼吸作用有几种途径，一种是糖酵解，总反应为一个分子六碳糖，经过一系列酶的作用，生成两个分子的丙酮酸，然后接着是三羧酸循环，完成了糖的完全氧化。

另一种途径是磷酸己糖支路或叫磷酸戊糖途径，主要是将葡

葡萄糖转化为丙糖磷酸和 CO_2 的过程。

从糖酵解——三羧酸循环途径，主要是生成还原态辅酶 I (NADH)，而每一个分子 NADH 氧化，可以产生 3 个分子 ATP ，但 NADH 在呼吸作用中并不能直接被空气中的氧所氧化，只有通过一个电子传递链（或叫呼吸链）以后才能传递到分子态氧，整个过程除去消耗部分 ATP 外，每个分子葡萄糖可产生 38 个分子的 ATP 。

在磷酸己糖支路中，主要生成还原态辅酶 II (NADPH)。每当葡萄糖产生一个分子 CO_2 ，就有两个分子的 NADP 被还原，可生成 6 个分子的 ATP ，所以一个葡萄糖分子可以产生 36 个分子 ATP ，扣去过程中用掉一个 ATP 外，还剩 35 个 ATP 。

呼吸作用中的糖酵解和磷酸己糖支路是在细胞质中进行，但三羧酸循环和呼吸链都是在线粒体中进行的。当缺氧时，三羧酸循环不能进行，这时生成的 $\text{NADPH} + \text{H}^+$ 可用于还原乙醛或丙酮酸，使之生成乙醇或乳酸，这就是通常所谓的酒精发酵或乳酸发酵。这样， $\text{NADH} + \text{H}^+$ 就被无谓地消耗了，所以，通过发酵作用，一个分子葡萄糖只能产生两个分子 ATP ，能量比正常的呼吸低得多。由此可见，在缺氧条件下，如果生物完全靠发酵作用来获得能量，就会消耗大量的糖，这是很不经济的。

植物究竟为什么要进行呼吸？呼吸的作用一方面是底物氧化时也能产生能量和还原势 (ATP 和 NADH 、 NADPH)，另一方面可提供合成代谢作用的中间产物，以保证植物的生存和生长。生存包括修补和重建、周转、运输和各种

梯度的保持等，生长是植物生长所需要的物质的合成和增加。

2. 各种营养元素在树体内的生理功能

树体中各种营养元素的生理功能可以分为两类：一类是细胞结构的组成成分，如碳、氢、氧、氮、硫、磷等组成糖类、脂类和蛋白质等有机化合物；另一类是以离子状态存在，作为酶的辅基或活化剂，或作激素的调节剂，此外，还有些营养元素在生理功能上兼有两种类型的效应，如镁，既是叶绿素的成分，又是酶的活化剂。

营养元素间的相互作用是多方面的，有的相互拮抗，有的相互促进。例如，施用钙肥可以减轻锰过多的毒害，而施用铵盐则减少钙的吸收，在植物体内铁与锰、钾和钙也都会发生拮抗。

各主要营养元素的生理功能如下：

(1) 氮：氮是苹果树生命的物质基础，因为生命系统中的全部反应都是由蛋白质的酶所催化的。作为遗传物质的DNA（脱氧核糖核酸），信使RNA（核糖核酸）及合成的多肽都是含氮化合物。此外，氮还是叶绿素、维生素、酶和辅酶系统以及激素等重要的代谢有机化合物的组成成分。果树可从土壤中主要吸收硝酸盐和铵盐，也可吸收氨基酸和尿素态氮（尿素也可以喷施，通过叶片吸收），硝态氮进入植物体内即还原成铵态氮。铵态氮和碳水化合物可合成氨基酸，如果氮在根内积累则会发生中毒。氮在植物体内可以移动，缺氮时或叶衰老时，氮都可从老的组织流向新的组织，所以，缺氮时总是老叶先出现褪绿、变黄和脱落。新梢短而

细弱呈褐至红色，缺氮的果树花芽少，产量低，但果实着色很好。氮过多时，常发生新梢徒长，叶子大而绿但结果亦少。

(2) 磷：磷是以一价或二价的磷酸根形态为根系所吸收，进入树体后多以有机磷形态存在。但磷在体内的运输可能仍以无机磷酸态进行。磷是构成细胞质、细胞核的主要成分，也是糖磷脂、磷脂、核酸、核苷酸和某些辅酶的组成成分。在光合作用和呼吸作用中，ADP 转化为ATP时，磷是呈高能键存在于ATP中。磷在树体的许多主要的代谢中起重要作用。

磷也可在树体内移动并重新分配。缺磷时，叶子小并带有青铜暗绿色，枝条细，叶柄及叶背面会由于缺磷引起糖运输受阻，形成红色或紫色的花青素。缺磷时，磷酸酶活性大大增加。磷过多时，会在植株各部发生坏死区。

(3) 钾：钾在树体内不形成结构物质，而呈离子状态存在。苹果树对钾的需要量很大，钾可以活化某些酶，如钾可与丙酮酸激酶相结合，它是呼吸和羧化代谢中主要的酶，所以钾对植物代谢是很重要的。此外，钾对碳水化合物的形成和运转，特别是对淀粉的形成，非常重要，蛋白质的合成也需要钾。钾还可以使原生质胶体保持膨胀，有利于新生器官的形成和生长。钾可保持叶子气孔的开张，但过多的钾会使叶子的蒸腾增加，以致失水过多。钾又是硝酸还原酶的诱导，因此，缺钾时，植物不能很好地利用硝酸盐，缺钾初期就像缺氮一样，但后期，因碳水化合物代谢受阻，光合作用受抑制，在叶缘和叶尖有一坏死带，叶片呈特殊的卷曲，并