

肥 施 圃 苗

С. И. 斯魯哈依 著

中國林業出版社

С. И. СЛУХАИ

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ

МОСКВА 1958 ЛЕНИНГРАД

С.И. 斯魯哈依 著

苗 圃 施 肥

鄭世鐸 譯

*

中國林業出版社出版

(北京和平版)

北京市書刊出版營業許可証出字第007号

東單印刷厂印刷 新華書店發行

*

81×43/32 • 2 印張 • 47,000字

1959年7月第一版

1959年7月第一次印刷

印數: 0001—2,000册

定價: (10)0.26元

統一書号: 16046 • 625

目 錄

序言.....	2
各种元素在植物营养中的作用.....	4
乔木樹种幼苗的施肥制度.....	16
施肥.....	28
肥料的种类和性質	28
肥料的貯存和調制	31
施肥量.....	33
施肥方法.....	37
苗圃輪作中和經濟樹种种植園的肥料分配.....	40
施肥对苗木生長的影响.....	54

序 言

迅速發展的蘇聯工業需要植物原料，其中經濟樹種原料，如硬膠、單寧和軟木等占相當重要的地位。

但是有關喬灌木樹種的育苗技術及珍貴經濟樹種種植圃的建立和經營方法還研究得很不夠。有些森林苗圃的育苗工作還存在着一些嚴重的缺點，因此標準苗的出苗量很低。而經濟樹種原料的產量也不能滿足工業部門的需要。

在森林苗圃里培育苗木以及在專門的種植圃內培育經濟樹種，和營造人工林有很大不同。首先，在苗圃和種植圃中，木本植物與土壤及營養條件的關係和在人工林中不同。在人工林中生長多年的木本植物發展了強大的根系，根系深入土壤，利用很厚一層土壤的營養物質。每年秋天，在生長期形成的有機物質（闊葉、針葉、樹皮、果實和植物其他部份）約有90%落到地上，用於形成植物各個部份的營養物質就和這些有機凋落物一起返回土壤。而樹木的樹干、樹皮和枝條中，僅積存着少量的營養元素——氮、磷、鉀等。因此，在森林中土壤幾乎不缺乏營養物質，游离的營養物質的數量甚至還有所增加。由於把下層土壤的營養物質帶到上面來，上層土壤的營養物質就更加豐富了。

在苗圃和種植圃生長的幼年木本植物比人工林需要更高的營養條件。這主要是由於根系不夠發達和幼年有機體對營養條件要求較高。

喬灌木樹種在其生長于苗圃中的較短時間里，對土壤沒有良好的影響。相反，在苗圃和種植圃中由於經常對幼年木本植物進行撫育，如苗圃中的行間整地和種植圃中的局部整地，土壤結構和整個土壤物理特性都變壞了，土壤肥力降低了。

此外，我們經常要由苗圃和種植圃運出苗木和經濟樹種的產品，使土壤失去大量營養物質。這一切要求我們特別注意森林苗圃和種植圃土壤肥力的恢復及提高。在苗圃中必需採取一些措施，保證培育符合標準和單位面積產量高的健康苗木。在專門的種植圃中培育經濟樹種應該要求在最短期間獲得高額產量。

施肥是改善幼年木本植物營養條件最有效的手段之一。森林苗圃施肥的成功決定于所實行的綜合農業措施——實行正確的輪作制和採取能夠改良土壤物理性質的較完善的整地方法，正確地積蓄和利用水份以及經常除草。

施肥效果在很大程度上取決于肥料種類的選擇、肥料的狀況、有機肥料與無機肥料的配合，施肥量和施肥時間以及施肥方法和肥料復蓋方法。

各種元素在植物营养中的作用

与植物营养有關的元素有碳、氫、氧、氮以及各种灰份元素和微量元素。碳、氫、氧和氮是有机化合物的基本組成部份。某些有机化合物的組成还包含灰份元素，灰份元素能促進植物体中有机物質的積累和運輸。各种微量元素在植物生活中也起着重要作用，它們促進土壤中微生物的活動，参加生物化学作用。在酶和維生素的組成中也有微量元素。下面分別叙述以上所提出的各种元素中的氮和幾种灰份元素及微量元素。

氮 氮是一切氨基酸的組成部份，而各种氨基酸又是構成复雜的蛋白質分子的物質。核酸含有氮，而核酸又是構成細胞核的成份。氮在光合作用即有机物質的形成过程中起很大作用，因为在葉綠素的組成中含有氮，而葉綠素是直接参加有机物質合成的。氮还是对植物生命起各种作用的其他氮化合物(核酸、磷脂、葡萄糖、生物鹼等)的組成部份。

不同年齡的木本植物的氮素含量也不一样，幼年木本植物的細胞充滿原生質，其含氮量較成年樹木高。

甚至各樹种一年生苗木的各个部份的含氮量也不一样。根据作者的研究，在基輔附近培育的一年生橡樹苗的含氮量：葉—1.2—1.6%，莖—0.8—1%，根—1.3—1.5%，黃櫨苗木的含氮量較高：葉—1.4—1.6%，莖—1—1.3%，根—1.6—1.8%。綠梣的含氮情况有些不同，在基輔附近同样的条件下，一年生綠梣苗木的含氮量：葉—2%，氮在莖中很少，僅含0.8—1%，根

—1.1—1.3% (与橡樹幼苗一样)。但是,植物体内氮和其他元素的含量还随立地条件、尤其是土壤中的可給态营养物質而改变。

以硝酸鹽和銨鹽形态存在于土壤中的無机化合物是植物氮素营养的來源。在文献上有些意見認為闊葉樹比較喜欢硝酸态氮,而針葉樹則較喜欢銨态氮。但这个意見并不永远可靠,例如作者所做的盆栽試驗說明,在灰色灰化土上,黃菠蘿和千金榆的幼苗喜好銨态氮更甚于硝酸态氮。施用尿素这种有机态氮的結果最好。

我們知道,植物还能由其他有机化合物——醯胺和氨基酸吸收氮作为营养。

植物吸收多少这种或那种形态的氮素,决定于以下因素:植物的生物学特性、土壤溶液的反应、鹽類的濃度、阳离子的有無与比例等。

我們都知道,土壤無机部份中沒有氮。氮是由空气進入土壤的,在局部地方,氮也可以和森林凋落物和农田上的作物殘一起進入土壤。与荳科植物共生的微生物,在土壤中促進氮的固定。在乔木樹种中,洋槐、錦雞兒、皂角、赤楊等都具有根瘤菌,能促使土壤吸收氮素。降雨时很少一部份大气氮素能以氧化物及氮化物的状态進入土壤,因为雨滴在空气中机械地截獲了这些化合物。

氮是植物主要营养元素之一。調節好幼年木本植物的氮素营养,对它們今后的發育有很大意义。例如,在头半个夏季,丰富的氮素营养对幼苗有不好的影响;在后半个夏季,氮素过多会延長生长期,使植物形成疏松的組織,降低植物对不良外界环境的抵抗力。

土壤中氮素不足会延緩植物的生長,使葉过早衰老。因此調節氮素营养对幼苗的正常生長条件具有很大意义。

灰份元素 灰份元素包括磷、鉀、鈣、鎂、硫和鐵。

磷 核酸中含有磷，核酸與蛋白質化合形成核蛋白。核蛋白在細胞核的構造中起着重要的作用。此外，在其他一些對植物有機體生活有巨大作用的有機化合物中也有磷。例如在植物種子中含有大量植物磷酯。一般認為，磷在繁殖器官中是一種貯藏物質。含磷的磷酯在植物組織的活動中起極其重大的作用。在植物種子中，磷酯與蛋白質之間相互有着連繫。在種子的胚中，磷酯的含量特別多。

用同位素試驗證明，磷直接參加光合作用。磷對於植物中糖的積累及其轉化為淀粉、脂肪和其他化合物是一個極重要的因素。在淀粉這種最普通的碳水化合物組成中，總有為數不多的磷酸。很多調節植物體內生物化學作用的酶也含有磷。

植物體內磷的轉化與極重要的生命過程是相關的。例如，在正發芽的種子中，磷轉變為非有機狀態，轉移到形成地上部份新器官的地方，在那里參加光合作用。種子形成時，輸入種子的磷量增加，磷主要以植物磷酯的形態存在於種子中。

秋天，有一部份磷由正在枯死的葉移至樹枝、樹干，甚至根，次年又隨着春季流動的樹液流入嫩葉和正在形成的芽。

有些研究工作者指出，將放射性同位素用於活的植物可以看出，秋季一部份磷由根系進入土壤，這種現象已為作者所証實。木本植物的這種外滲現象顯然是一種普遍現象。

磷對木本植物初期生長的作用特別大。營養中缺乏磷，對根系的發展有不良的影響，因而也影響整個植物的生長。喬木樹種幼苗缺乏磷，生長就孱弱，並引起一部份植株的死亡。這是我們有時發現的森林苗圃產苗量低的原因之一。相反，施用豐富的磷及適當比例的磷與氮、鉀，可以加強根系的發展，提高苗木的質量（圖4）。

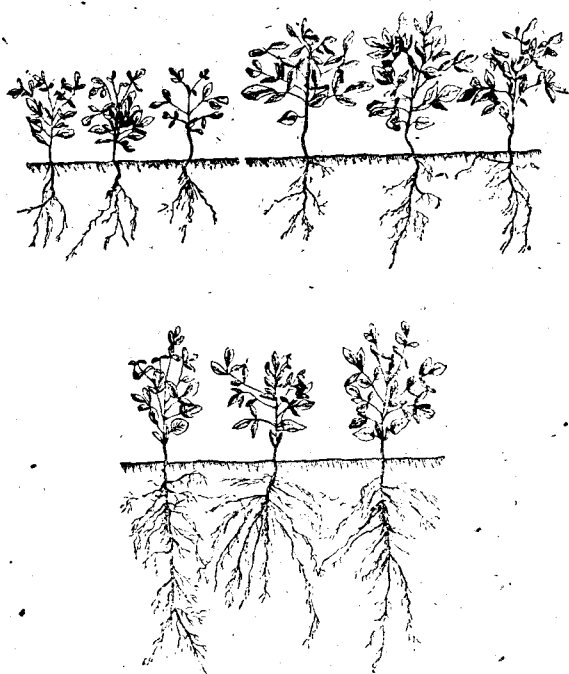


圖 1 在淋溶黑鈣土條件下磷和氮對歐洲
白蠟幼苗生長的影响

前三株幼苗是不施肥長大的，

後三株幼苗是在施氮肥的土壤上長大的，

最後三株幼苗是在施磷肥的土壤上長大的。

在磷素营养充份的条件下生長的乔木幼苗，秋季能及时地結束生長。它們的莖到秋天木質化，很容易忍耐冬季的低溫。年幼的木本植物，如果沒有足够的磷素营养，或在得到磷的同时也得到了丰富的氮，到深秋亦不会落葉；它們的莖具有木質化很差的、疏松的組織。圖 2 表明营养条件对核桃 幼 苗 的 影

响。氮延緩了植株的生長。141及170号幼苗的莖沒有木質化，到十月10日还没有落葉，而得到磷肥的植株生長很好，結束了生長，及时脫落了葉子。

在木本植物幼苗中，磷酸的含量比氮少 $1/2-2/3$ ，有时少 $3/4$ 。但是，磷对植物生活的意义与氮一样重大。营养中，一定程度的缺氮，对木本植物幼苗的影响要比缺磷的影响小。

不同樹种的幼苗及幼苗的不同器官，具有不同的磷酸含量。例如，秋天，橡樹幼苗的葉平均含磷酸 $0.3-0.4\%$ ，莖—— $0.3-0.35\%$ ，根—— $0.35-0.45\%$ 。而綠梣幼苗的含磷量就比橡樹幼苗多得多。在綠梣幼苗的各个器官中，按干重計算的磷酸含量如下：葉—— $0.6-0.7\%$ ，莖—— $0.4-0.5\%$ ，根—— $0.5-0.7\%$ 。黃櫨幼苗的含磷量亦較橡樹幼苗多，各器官的磷酸含量如下：葉—— $0.5-0.7\%$ ——莖—— $0.35-0.40\%$ ，根—— $0.6-0.7\%$ 。



圖 2 營養條件對一年生核桃幼苗的影响

135号——不施肥，141号——施氮肥，150号——施磷肥，170号——施磷肥和氮肥

喬灌木樹種幼苗吸收磷比氮少得多，但是土壤中可給態的磷不能滿足它們的需要。因此，給喬灌木幼苗施磷肥是必需的。

鉀 鉀和氮、磷一樣，在植物生活中起着極重要的作用。但它的功能與氮或磷都不相同。目前還沒有最後確定，對植物生活有重要作用的化合物中有那些含有鉀。但可以說，鉀對植物體內碳水化合物的形成和轉化有重要的影響。此外，鉀對植物生活的其他重要方面也有影響。例如，在荳科植物的生長點、形成層和種子中，鉀的數量比禾本科植物多得多。根據這種情況可以認為，鉀對蛋白質的形成或轉化有直接的關係。

目前可以認為，鉀對植物體內含氮物質的新陳代謝的影響是肯定的。鉀促進氮進入植物，並促進含氮化合物的合成。但是，並不是在任何情況下都能看到由於加強鉀的營養而增加喬木幼苗體內氮的積累。在不施鉀肥的橡樹幼苗的葉中，秋季含氮1.57%，在鉀肥豐富的條件下，則為1.81%。鉀肥不能提高白蠟、千金榆和黃櫨幼苗葉中的含氮量。

不同樹種的幼苗及幼苗的不同器官具有不同的含鉀量。在橡樹幼苗絕對干物質中，氧化鉀的平均含量如下：葉—0.4—0.5%，莖—0.3—0.4%，根—0.4—0.5%。綠櫟幼苗的含鉀量與此相似：葉—0.6—0.65%，莖—0.3—0.4%，根—0.5—0.6%。黃櫨幼苗的含鉀量要高得多，尤其是在其葉中，含鉀量高達1.2—1.4%。

現已確定，缺乏鉀會影響植物光合作用的強度及其他合成作用。在缺乏鉀的情況下，會延緩可塑性物質由葉轉移到需要和積存部位的外滲現象。

形成細胞質和包含在細胞壁中的膠體的生理狀態，在很大程度上決定於鉀對它的影響。因此，維持植物正常新陳代謝和

其他作用所必需的一定程度的膠体膨脹，是鉀對植物作用的最重要的特點。鉀對水份進入植物及其在植物體內的平衡也有影響。

保證植物有足夠的鉀可以提高細胞的膨壓和植物的抗寒力。這對於喬木樹種，尤其是对我國條件下易遭寒害的樹種（核桃、黃櫨、杜仲等）的幼苗來說，是十分重要的。例如，根據我們1952年的試驗，同時施用磷肥和鉀肥，使二年生杜仲的抗寒力提高了一倍。

植物缺鉀的典型特徵是在葉片的四周出現褐斑。此外，在極缺鉀的情況下，葉片長得不勻稱，呈不規則形。缺鉀的植物對真菌性病的抵抗力較低。

大部份鉀可用水從植物，尤其是從葉中浸出來。這說明以下事實：在植物體中，鉀（至少大部份鉀）不是化合在有機化合物中，相反，它是游離的。可以推測，有一部份鉀被雨水由葉中淋洗出來（H. П. 郝洛得納依，1948）。

鈣 鈣常以草酸鈣形態，有時以磷酸鹽和碳酸鹽的形態存在於植物體內。木本植物的樹皮含鈣最多，木材和種子含鈣最少。根據 Л. А. 伊凡諾夫的材料（1936），50年生的橡樹，樹皮含鈣約6.68%，木材—0.1%，葉—0.91%。100年生的松樹，針葉含鈣0.46%，木材—0.16%。

植物對鈣的需要比較早。Л. Н. 普里亞尼什尼柯夫在他的著作中（1950）寫道，在有鈣時，發芽的種子更容易利用碳水化合物和蛋白質，在這種情況下，整個新陳代謝也進行得比較旺盛。土壤溶液中多量的鈣可以促進植物體內蛋白質的合成。鈣促使營養液達到生理平衡。當營養中鈣和鎂之間的比例被破壞，鎂多於鈣時，植物根系的發育就會受到不良的影響。土壤缺鈣時，一價陽離子對植物會產生毒害作用。鈣也能消除土壤

中，尤其是酸性土壤中一般都有的三價金屬（鐵和鋁）陽離子的毒害。

林學家分出了一類對鈣需要很多的樹種，如榆樹、橡樹、白蠟、云杉和其他樹種。但是，在自然條件下，板栗卻不能在石灰性土壤上生長。Л.Н. 普里亞尼什尼柯夫強調，要把植物有機體營養方面對鈣的需要和植物對土壤酸度的反應區別開來，而石灰可以有效地調節土壤酸度。

鎂 最重要的有機化合物—葉綠素中含有鎂。此外，在植物其他沒有葉綠素的部份，在植物磷酸和果膠物質的化合物中，也有鎂。鎂對於沒有葉綠素的植物也是必需的。

應該指出，鎂和磷主要存在於年幼的、有生命作用的組織內，而鈣多半積存在植物死亡的部份。

根據 Л.А. 伊凡諾夫的材料，木本植物中鎂的含量與鈣相比是不大的。在 50 年生的橡樹中，氧化鎂的含量如下：葉—0.47%，木材—0.02%。一百年生松樹的氧化鎂含量：針葉—0.13%，木材—0.03%。

鎂在葉綠素的組成中對光合作用起很大作用。此外，鎂可以使植物體中的某些酶活動起來。一般認為，鎂對脂肪的合成有很大意義，對植物內磷的利用有良好的影響，並能加強結實。在種子成熟時，一部份鎂由葉轉移到種子裡，在那里以貯藏物質的形式積存在植物的磷酸內。

鎂不足時，植物的生長減慢，葉發生特殊的褪綠病，結果葉變成花斑的，葉片上葉脈之間的組織變白，近葉脈的地方則還保留着綠色。此外，上面已說過，鎂比鈣多時，植物的生長也會受到不良的影響。在缺少鈣的情況下，即使植物正常生長所必需的普通的鎂量也會產生毒害。

在我們的盆栽試驗中，把淋溶黑鈣土盛於容器內，加入少

量氧化鎂（盛有12公斤土壤的一個容器加2克），就引起橡樹和綠梣幼苗生長的下降。但是，根據K. П. 馬格尼茨基（1952）和其他研究者的材料，在農業上施用少量的鎂可以提高產量。

硫 蛋白質組成中含有硫，在氨基酸和其他有機化合物中，如芥子油和蒜油中也有硫。硫對植物營養是完全必需的。

在植物中，硫要比氮少很多。一般它的數量僅為植物干物質的萬分之幾。只有在某些情況下，如在松樹的種子中硫的數量能達干物質的千分之幾。

Л. Н. 普里亞尼什尼柯夫（1950）指出，種子在發芽時，氧化作用占優勢，被還原的硫的化合物一部份被氧化為亞硫酸，幼年植物把這種硫的化合物用於蛋白質的合成。營養中缺乏硫時，葉呈淡綠色，植物生長減慢，有時停頓。

植物只能從硫酸鹽中（ K_2SO_4 ， $CaSO_4$ ， $MgSO_4$ 等）吸收硫。在植物體內，硫被還原，並進入有機化合物的組成。但有一部硫以硫酸的鈣鹽形式（石膏結晶）存在於植物體內。

Д. И. 西傑里和В. П. 卓洛都（1952）在查波洛什的流失土上對橡樹幼苗進行的試驗證明，硫對根系的發育有巨大的影響。每1公頃施1公斤硫，可以使一年生幼橡的主根由0.83公尺增長到1.72公尺，同時幼橡的地上部份也大大增大了。

鐵 鐵能促進葉綠素的形成，但在葉綠素的組成中沒有鐵。一般認為，在植物體內鐵存在於不活潑的高分子化合物中。

植物中铁的含量非常有限，一般僅占干物質重的萬分之幾，只有在某些情況下占干物質重的千分之幾。例如，在松針中，鐵的含量達千分之幾。

鐵在植物體中的作用極其多樣。它不僅影響葉綠素的形成，也影響植物體內發生的一些生物化學過程。由於鐵能由氧

化鉄状态变为氧化亞鉄，所以它在植物的氧化和还原过程中起着特别重要的作用。鉄是某些呼吸酶的組成部份，顯然，它对植物的呼吸也有重要的影响。

鉄以氧化鉄或氧化亞鉄的状态進入植物体。但是，营养中氧化亞鉄的增加，对植物生長有不良影响。缺鉄会引起葉的褪綠病，葉片發黃。在这种情况下將鉄鹽施入土壤可以逐漸消除褪綠病。

微量元素 微量元素包括：錳、硼、銅、鋅、鈷、鉬等。

錳 近十年來 П. А. 弗拉修克院士把錳当作营养元素做了最深刻的研究 (1952)。П. А. 弗拉修克断定，錳肥可以使营养物質有效化，从而活化土壤中的微生物作用。在植物体内，錳能加强合成酶的作用，提高植物抵抗不良条件的能力，大大提高农作物的產量和質量。И. В. 米邱林早就指出了錳对果樹生長的良好作用。А. П. 舍尔巴柯夫的研究証明，森林乔木樹种吸收的錳比其体内其他微量元素多很多 (1954)。

根据作者和 В. Н. 柯斯多馬洛夫 (1952) 的材料，錳可以促進种子發芽和加速木本植物 (尤其是錦雞兒、銀槭、西伯利亞落葉松和綠檜) 的初期生長。

研究用的錦雞兒种子，貯藏了一年，因此發芽率和發芽勢都不高。用水处理的种子，發芽率为52%。錳不僅能大大提高發芽率，还能加速幼苗初期的生長 (表 1)。

高錳酸鉀对錦雞兒种子發芽率和幼苗初期生長的影响 表 1

1 公升水中高錳酸鉀的數量 (毫克)	种子發芽率 (%)	头兩星期幼苗重量增加的百分數
1	62	10
2	62	10
5	85	33
10	60	8

溶液中錳的化合物的濃度應嚴格配好。在我們的試驗中，用1公升水中含5毫克高錳酸鉀的溶液處理喬木種子，得到了最好的效果。

種子在溶液中浸泡的時間也很重要。在我們試驗中，最適宜的時間是15分鐘，浸後稍將種子涼干，當天播種。

土壤中游离錳過多的不良影響，與錳和鐵之間的拮抗作用相關，在這種情況下，鐵不容易進入植物。這種現象一般發生在沼澤化的酸性土上。П.А. 弗拉修克斷定，在烏克蘭共和國的很多森林草原地區，游离錳都不足。他的許多試驗和生產性的試驗都證明，錳肥對一些農作物有很高的效力。

在我們的盆栽試驗中，在灰色灰化土上生長的綠櫟幼苗，對施用錳肥有良好的反應。施錳肥後發現，葉中的葉綠素增加了，幼苗的生長也改善了。一年生幼苗的高度由28.1公分增加到35公分，根頸直徑由5.8公厘增加到7.2公厘，十株苗木的重量由189克增加到240克。

硼 植物利用硼的數量很有限，但是它对植物生活的作用却很大。硼不足時，醣類和蛋白質的代謝受到破壞，同化物質的外滲也受到阻礙，光合作用條件惡化，某些酶的活動也削弱了。

在生草灰化土地帶，尤其在酸性土壤上施用石灰時，特別感到硼的不足。因此，施用石灰應和施硼肥同時進行。

硼能改善植物的生長，硼對莖、葉、腋芽，尤其是根系的發育都有良好的影響。在作者的盆栽試驗中，硼肥對橡樹、椴樹和黃櫨幼苗都有良好的影響。在淋溶黑鈣土上，施硼肥的橡樹幼苗發育得比對照植株好得多，並且要早些結束生長。橡樹幼苗的平均高，由15.8公分增加到19.9公分，根頸直徑由5.4公厘增加到6.7公厘，十株幼植的重量由107.7克增加到143克。在

Л.И.西傑里和B.П.卓洛都(1952)的著作中也提到硼对流失黑鈣土上幼橡的良好效果。

我們在露天的黃櫨种植圃(灰色灰化土)做的試驗說明, 1公頃施用5公斤硼, 可以刺激細小的吸收根生長, 同时改善植物的营养, 使黃櫨的珍貴工業原料——葉的產量提高11%。

銅 在若干氧化酶(多酚氧化酶、鉻氨酸氧化酶、抗坏血酸氧化酶)的組成中含有銅。銅元素对植物一系列生理过程都有影响。根据M.M.奧庫卓夫和O.A.洛什寧(1955)的研究, 銅能大大提高过氧化酶的活力, 降低水解酶(蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶)的活力, 促進蛋白質、淀粉、多縮戊醣和脂肪的合成。在泥炭土上最容易發生銅的不足, 引起植物病害——葉尖發白, 葉緣呈淡黃色。但外部病征首先表現在葉面的白斑上。植物生長逐漸減慢。施銅肥可以消除这些現象。

鋅 鋅和其他微量元素肥料一样, 对植物体内的生理过程有重要影响。鋅能促進蛋白質氧化和生長刺激素的形成。土壤中可給态鋅不足时, 由碳水化合物構成的植物性酸的形成就会受到阻碍, 生長刺激素將受到破坏, 植物會發生一些病害, 尤其是果樹的病害, 如核桃葉的縮小, 花卉植物的葉出現斑點等。因此, 为了使樹木順利地生長和防止病害, 土壤中應該有植物容易吸收的足量的鋅。

在土壤中, 鋅能促進营养物質(氮、磷、鉀等)有效化。这說明微生物对鋅的需要量很大和鋅的巨大催化能力。

鈷 鈷对农作物的發育有良好影响, 尤其是能提高谷物和豆科作物种子的產量。此外, 在非黑鈣土地帶, 施用鈷可以提高农產品的質量。O.K.多甫洛留甫斯基和A.B.斯拉伏斯定, 鈷能改善葡萄蔓的生長, 对葡萄產量有良好影响。但是鈷对植物生理的作用还研究得很不够。