



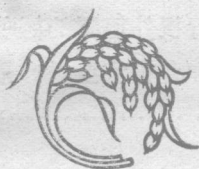
肥追外根

何智强编写

广东人民出版社

肥 追 外 根

何智强编写



靈永根

1959.7.21

合城

广东人民出版社

目 录

一	什么是根外追肥.....	1
二	根外追肥有哪些好处.....	3
三	影响根外追肥效果的各种因素.....	9
四	根外追肥的方法.....	14
五	对各种作物进行根外追肥的经验.....	17
六	根外追肥必须和各种农业增产措施 结合起来.....	28

一 什么是根外追肥

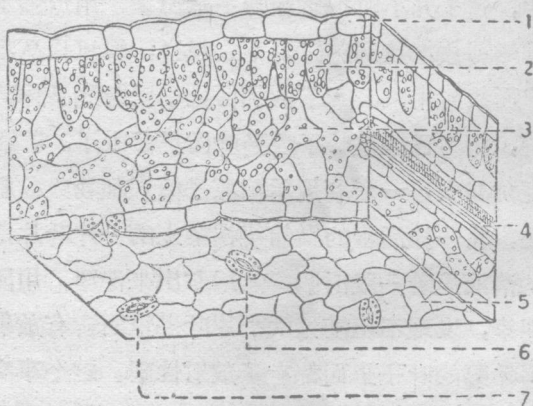
植物的根能够从土壤中吸收肥料，这是大家所熟悉的，可是植物的叶子也能吸收肥料，这却是一个有趣的问题。要弄清这个问题也不难，只要我们注意一下日常生活中的事物，想一想为什么卖花的人要经常向剪去了根的花束上浇水？又为什么浇过水后快将雕萎的花束又变得那样鲜艳？道理很简单，就是因为植物的枝叶也能吸收水分和养料。苏联专家法费尔曾经把植物的叶子浸没在各种化学肥料的水溶液中，过了几小时把这些叶子拿出来，用蒸馏水洗净，切成极薄的薄片，放到显微镜下去观察，便可以从植物叶子的组织里面找到用来浸叶子的那种化学肥料的晶体。这个事实证明，肥料已经被叶子吸到叶肉里面去了。苏联专家 А·П·瓦加诺夫进一步利用示踪原子侦查植物吸收肥料情况的方法，将一株活着的马铃薯枝条上的一片叶片，放在放射性磷的溶液里浸一段时间，然后拿出来洗净，用照相的方法进行观察，发现不但浸过的那片叶子里面含有放射性磷，连全株马铃薯的叶子里面都有了放射性磷。这个事实更进一步说明了植物的叶子不但可以吸收水分和肥料，而且还能将吸来的肥料运送到植物体的其他组成部分。随着农业科学的发展，科学家们又发现各种植物对各种不同的肥料吸收的快慢都各

不相同。例如硫酸鉀里面的鉀肥，要一小时才能通过植物的叶子进入植物体内，而氯化鉀里面的鉀肥，只需半小时便可以通过叶子进入植物体内。又如硝酸态的氮肥要十五分钟才能进入植物体内，而铵态氮肥却要二小时才能进入植物体内。

后来，苏联专家多諾多維奇又通过試驗，証明了各种作物对各种不同的肥料的吸收能力也各不相同。他分別在种蕎苳和芥的田里，用鉀肥进行根外追肥，結果两者都增产。但当他完全不往土壤里施鉀肥，而把全部鉀肥都用作根外追肥的时候，蕎苳减产二分之一至三分之二，而芥則仍然增产。这个事实說明，不同作物的叶子对不同性质的肥料的吸收，能力也是不一致的。

从上面的許多試驗看来，各种植物的叶子对各种肥料吸收的速度和能力，虽然各不相同；可是，植物的叶子能够吸收肥料这个問

題，已經是无可怀疑的事实了。为什么植物的叶子也能吸收水分和肥料呢？要了解这个問題，我們可以拿一片新鮮的叶子，打横切成极薄的薄片，放到



图一 叶的横切面

1. 上表皮 2、3. 叶肉細胞 4. 筛管囊
5. 下表皮 6. 保卫細胞 7. 气孔

显微镜下去观察，就会发现，原来叶子里面的細胞組織象蜂房似的有許多空隙，在叶面有一层蜡状的角質层保护着，这种角質层便具有吸收水溶液的能力。再看叶子的背面，分布着許多小孔，这就是气孔，每一个气孔都由两个半月形的保卫細胞包围着（见图一）。噴到叶子上的肥料溶液，起初多半是通过叶背上的气孔滲入叶肉里面去的，到后来，气孔的滲透能力漸漸降低，叶面的角質层經肥料溶液潤湿后，滲透的能力却漸漸加强，这时肥料溶液便大部分通过叶面角質层滲入叶肉細胞里面去，发生营养的作用。可见，噴洒到叶子上的肥料，溶解于水中之后，可以同时通过叶面的角質层和叶背的气孔，被吸收到叶肉細胞里面去，并且立即由叶子里面的运输組織，把这些肥料輸送到植株的全身。

象这样，将肥料噴洒到作物的枝叶上，让肥料为作物的叶子所吸收的施肥方法，我們把它叫做根外追肥。

二 根外追肥有哪些好处

肥料既然可以往土壤里施，为什么我們还要往作物的叶子上噴呢？根外追肥有哪些好处呢？

（一）可以加强作物的光合作用

根据苏联H·И·謝列維良盆栽試驗室的試驗报告，当春小麦在抽茎及抽穗的时期，用尿素（一种化学氮肥）溶液进行根外追肥，春小麦的茎叶不但比对照植株含氮多，而且

磷、鉀的含量也會增加。引人注意的是，我們並沒有往春小麥的葉子上噴磷、鉀肥，而增加的這些磷、鉀肥是從哪里來的呢？Ф·Ф·馬茲克夫等農學家，後來用實驗証實了任何一次根外追肥，都能顯著地提高作物光合作用的強度。凡是經過根外追肥的植株，光合作用的強度平均比對照植株提高77%。這是因為從葉子向根中輸送了更多量的含能物質，促使作物根系的呼吸加強，這就同時加強了根從土壤中吸收肥料的能力。由於作物吸收的養料增加了，呼吸作用和光合作用也加強了，作物本身就會製造和積累更多的營養物質，從而提高了單位面積的產量。這便是根外追肥能夠增產的基本道理。

（二）節省肥料，提高肥效

作物吸收肥料也象我們吃飯一樣有一定限量的，所以每次施到地里的肥料，不可能一下子被吸收完，那些沒有被吸收的肥料，要是碰上一場大雨，就會被雨水沖失；就是不下雨，也有一部分被雜草和土壤中的微生物吸去，還有一部分磷肥會被土壤固定下來，作物很難吸取和利用。為什麼土壤會固定一部分磷肥呢？因為土壤中常常含有活性的鋁、鐵、錳等無機鹽類，磷肥施到土里，便容易和這些物質化合成難溶于水的化合物，使作物無法吸收和利用，這樣就不免要損失一部分肥料。要是將肥料配成一定濃度的水溶液，噴洒在作物的葉子上，只要一、二小時便被葉子吸收，部分沒有被吸收的，第二天也會溶解在露水中，被葉子全部吸收。因此每畝只要用化學肥料一、二斤便能發生顯著的肥效。在蘇聯的許多農莊，就是這樣採用根外追肥的辦法，使冬小麥平均增產達56.8%，春

小麦增产15.8%的。我国吉林省也有人曾用根外追施磷肥的办法，使馬鈴薯增产33%；河南襄城农民用根外追施磷肥的办法，使番薯增产58%；山东商河县的大豆，采用根外追肥的办法，平均增产19.3%；作者本人在1957年也采用根外追肥的办法使番薯增产39.4—64.6%。附試驗对照表一、表二。

表一 番薯根外追肥的試驗結果

行号	品 种	种植法	生长情况	追 肥 处 理	小区产量	伸亩产量
1	白皮白心	挂藤	茎长 8 尺左右，叶大而綠	1%硫酸鎂0.696公斤	107斤	6,149.4斤
2	白皮白心	挂藤	茎长 8 尺左右，叶大而綠	对 照	65斤	3,735.6斤
3	白皮白心	挂藤	茎长 8 尺左右，叶大而綠	与第一行处理同	141斤	8,103.4斤
4	湖 南 30 日 早	挂藤	茎长 8 尺左右，叶大而綠	1%氯化鉀0.696公斤	123斤	7,068.3斤
5	湖 南 30 日 早	挂藤	茎长 8 尺左右，叶大而綠	1%氯化鉀0.696公斤	120斤	6,896.5斤
6	白皮白心 混本地薯	挂藤	茎长 8 尺左右，叶大而綠	1%氯化鉀、硫酸鎂混合液 0.696公斤	105斤	6,034.4斤
7	白皮白心 混本地薯	挂藤	茎长 8 尺左右，叶大而綠	1%氯化鉀、硫酸鎂混合液 0.696公斤	100斤	5,747.1斤
8	本 地 薯	挂藤	生 势 中 等	对 照	75斤	4,310.5斤
9	白皮白心	本地种法	苗长4尺，生势中等	1%氯化鉀、硫酸鎂混合液 0.696公斤	105斤	6,034.4斤
10	白皮白心	本地种法	苗长4尺，生势中等	1%氯化鉀、硫酸鎂混合液 0.696公斤	110斤	6,321.8斤
11	白皮白心	本地种法	苗长4尺，生势中等	对 照	86斤	4,942.5斤

注：小区面积为0.0174亩。

表二 各种处理平均产量

处 理 项 目	平均亩产量	比 率
对 照 区	4,329.5斤	100%
噴 1 % 硫酸鎂	7,126.4斤	164.6%
噴 1 % 氯化鉀	6,982.7斤	161.3%
噴 1 % 硫酸鎂、 氯化鉀混合液	6,034.4斤	139.4%

附注：此表作者曾寄往“广东农业通讯”1958年16期发表。广东省土地利用局也曾作为内部文件印发給各有关单位参考。

从上面的試驗結果看来，根外追肥确实能够节省肥料和在原有的施肥基础上再提高单位面积的产量。

(三) 可以充分发挥肥料的作用

按肥料的性質，可分为氮、磷、鉀三大类。氮肥的作用主要是使作物枝叶繁茂，但是氮肥过多，反而会使作物疯长、延迟开花結实；而磷、鉀肥却能使作物提早成熟、块茎肥大、糖分增多、种实飽滿。我們了解了肥料的性質，便可以根据作物各个生长时期的需要，合理地供給它們所需的肥料。例如在作物生长发育的前期，正是长枝长叶的时候，如果我們发现作物因为缺少氮肥，长得又黃又瘦，在这个时候能够及时地用氮肥給作物进行根外追肥，自然可以促使作物的枝叶繁茂，为丰收打下基础。作物到了生长发育后期，为了滿足果实成熟的需要，作物不但从土壤中大量吸收养料，而且还要利用平日积累起来的养料，将自己正在死亡或已經死亡部分的养料也运送到果实里面去，这时如果我們发现作物因为缺少磷、鉀肥，仍无成熟的象征，或枝叶繼續疯长，便应及时地用磷、鉀肥給作物进行根外追肥，促使作物成

熟，帮助果实或块茎积累养料，从而使果实或块茎获得丰收。

大家知道，到了作物将近成熟的时候才往土壤里施肥，效果是不大的。因为这时候作物接近土壤表层的根已逐渐衰老，吸收肥料的能力也逐渐减弱，深入土壤内层的根又无法吸收施到土壤表层的肥料。另一方面，作物成熟的时候，多半是天旱，肥料施到地里，没有水，作物也不能吸收。遇到这种情况，怎么办呢？我们只要将肥料溶解在大量的水里，象喷雾一样喷到作物的叶子上，一个晚上，喷到叶子上的肥料就可以被作物的叶子吸收利用，及时地满足作物成熟的需要，可见，根外追肥这个办法，更能充分发挥肥料的作用。

(四) 兼有防虫治病的作用

在追肥期间如果作物发生了病虫害，我们可以将肥料与农药混在一起喷射，这样既达到施肥的目的，又能杀虫治病，大大地节省了劳动力。

在采用硫酸铜、硼酸、高锰酸钾等微量元素肥料，对作物进行根外追肥的时候，由于肥料本身就具有防虫治病的作用，因此，根外追肥不单可以达到营养的目的，常常还兼有防虫治病的作用。此外，采用磷肥进行根外追肥的时候，由于在磷的影响下，能够提高作物细胞原生质的粘滞性与弹性，因而也可以增强作物的抗热、抗寒和抗旱的能力，为丰收打下可靠的基础。

(五) 可以利用微量元素肥料，控制作物的生长发育

肥料中除了作物需要最多的氮、磷、钾等肥料之外，还

有鈣（石灰）、鎂、硫、鉄、硼、鋅、錳、銅、鉬等也是作物生长发育不可缺少的养料，因为作物需要不多，而土壤中常常含有很多这样的养料，所以我們很少注意到要往土壤里面补充这些养料。其中錳、鋅、銅、硼和鉬等，虽然作物需要的量非常微小，但这些养料对作物生长发育的影响却是很大的。因此，我們把錳、鋅、銅、硼和鉬等养料，叫做微量元素肥料。这种肥料的用量，一亩地还用不上一錢。可以想象，要想把一錢肥料施匀一亩地是不容易的。如果我們把它配成极稀的水溶液，用噴霧器噴到作物的叶子上，这样就容易得多了。例如，苏联专家П·Я·哥罗德里加，根据硼对植物生殖器官的发育有良好影响这个特性，于葡萄开花期，用0.01%的硼酸水溶液在傍晚时噴到葡萄叶的背面，結果使葡萄的产量增加了。作者本人也曾根据鎂能抑制番薯疯长，促使薯块发育这个特性，于番薯收获前三个星期，用1%的硫酸鎂水溶液噴到番薯的叶子上，結果使薯块增产64.6%。

从根外追肥的这些好处看来，根外追肥的施肥方法，确实是符合“多、快、好、省”的方針的，为了掌握这个先进的施肥技术，我們必須进一步研究各种影响根外追肥效果的因素。

三、影响根外追肥效果的各种因素

(一) 肥料溶液的浓度和喷射次数对 根外追肥效果的影响

由于作物的种类、年龄和生长发育时期等等的差异，应该采用的肥料溶液浓度也各不相同，肥料浓度太大会烧坏植物的叶子，但过于稀薄增产效果又不显著。一般来说肥料浓度保持在1—5%左右较适宜，但如溶解度大的硝酸铵溶液的浓度，应降到0.3—0.4%；至于微量元素肥料的浓度则更应降低到0.002—0.05%左右。对上面所讲的限度来说，肥料溶液的浓度愈大，叶子吸收肥料也愈多。例如，山东掖县珍珠区原胜利农业社，进行不同浓度根外追肥的试验，分别用1%、2%、3%、4%各种不同浓度的过磷酸钙浸出液，对小麦进行一次根外追肥，结果发生了不同的增产效果，1%的增产7.3%，2%的增产11.8%，3%的增产27.5%，4%的增产34.4%。可见，用作根外追肥的肥料溶液浓度，应该在不致伤害作物嫩叶的原则下，尽可能地配浓一些。这样，既能节省劳动力，又能使作物吸收较多的肥料。

根外追肥的次数，一般来说，在作物生长期間，施用次数愈多，效果就愈显著。例如山东福山县黄雾区原新胜农业社，同样是用2%的磷肥溶液对小麦进行根外追肥，喷射一次的，增产15.6%，而喷射两次的，却增产23%，可见喷射次数

多的要比少的效果大。但是根外追肥次数太多，則花費的肥料和劳动力也要相应增加，因此，我們考虑根外追肥次数的时候，也要考虑成本和劳动力。在一般情况下，生长期长的如果树可噴射三至四次，中等的如棉花噴射二至三次，短的如稻、麦噴射一至二次較為适宜。

(二) 气候对根外追肥效果的影响

空气干燥或太阳猛烈的季节，肥料溶液噴到作物的叶子上，很快便会干涸，并在叶面上留下許多斑点，这些斑点就是干涸了的固体肥料。我們知道，固体状态的肥料作物是不能吸收的。在这时候，我們要是再噴一些清水或利用早晨的露水将它湿润，那么經干涸的肥料又会溶化在水中成为液体状态，再为作物的叶子所吸收。苏联亚·波·华加諾夫曾經做过这样的試驗，他把磷肥溶液噴在大麦的叶子上，次日叶子吸收所施磷肥量的15%，再隔一天共吸收17.9%，經過四天后叶子从干涸了的磷肥中吸收的磷肥量，合起来也不过是21.4%。他在另外一个对照試驗中，每日往大麦叶子上再噴一次清水，只一天的時間，叶子吸收磷肥量便达到30%，两天后則达到43%，吸收的速度和数量都超过前一个試驗的一倍以上。可見，当施到作物叶子上的肥料漸漸干涸的时候，及时地再噴洒一些清水，是可以帮助叶子吸收剩余下来的肥料的。

风大的时候是不适宜进行根外追肥的，一方面固然是因为噴到叶子上的肥料溶液容易蒸发干涸，更重要的是肥料会被大风刮走或落入土中，失去根外追肥的作用。

雨天或雨前也不适宜进行根外追肥，以免肥料被雨水冲失。如果是雨后或春季，空气潮湿，朝露又多，我們可以改用噴撒粉状肥料的方法来进行根外追肥，利用停滯在叶子上的水滴或露水将肥料溶解以供叶子吸收。

当空气的湿度不变，只是溫度降低的情况下，叶子吸收肥料的数量也会增加。一般來說，在傍晚或早晨进行根外追肥較好。因为傍晚和清晨空气溫度較低，又能利用露水，噴射的肥料更容易为叶子所吸收。苏联专家曾經做过这样的試驗，証明烟草的根外追肥，晚間比日間吸收快三至十倍，早晨又較晚上快三倍。

（三）叶子的年齡、結構对根外追肥效果的影响

前面講过，噴射到叶子上的肥料溶液，首先要将叶子的表皮角質层潤湿以后，才能滲入叶肉細胞里面去。由于叶子的年齡、結構和含水量不同，它們的表皮角質层被肥料溶液潤湿的程度和快慢也有很大的差异。例如，将水噴到番薯的叶子上，很快就会将薯叶潤湿，但将水噴到芋叶或蓮叶上，馬上就形成水珠，很难将芋叶或蓮叶潤湿。这样，就直接影响叶子吸收肥料的速度和数量，也就是說影响了根外追肥的效果。一般來說，幼叶的吸收能力比老叶强；叶面粗的比光滑的强；含蜡質少的比含蜡質多的强。

（四）肥料的性質对根外追肥效果的影响

由于作物在各个不同的生长发育时期，所需要的氮、磷、鉀等肥料的数量也各不相同，因此認真掌握作物各个生

长发育时期的特性，而施用各种不同性质的肥料，是充分发挥根外追肥效果的重要关键。

一般來說，氮肥是組成植物細胞原生質的重要元素，它主要的作用是使作物的枝叶繁盛，刺激作物吸收磷、鉀等肥料的能力。磷肥則是組成植物細胞核的重要元素，它主要的作用是促使作物早生快发，提早成熟，并促使植物体的营养迅速地运送到花、果中去，从而提高作物籽实的产量。鉀肥能使作物根、茎粗健，并有促进植物的新陳代謝作用，增加块根中淀粉和糖分的貯量。根据肥料的上述性质，作物幼苗期和生长旺盛期，根外追施氮肥或氮、磷混合肥，到了开花結实期，单独追施磷肥或鉀肥和将磷、鉀肥混合使用，对作物的生长发育都能发生良好的影响。相反，过早地对作物噴射磷、鉀肥，作物的枝叶还没有丰盛起来，就提早开花結果，可以想象，籽实的产量是不会高的。

此外，由于我們栽培的目的不同，而用作根外追肥的肥料也应有所区别。例如栽种青菜、桑叶，目的是要多产肥嫩的叶子，因此以根外追施尿素、硫酸銨、硝酸銨或人尿等氮肥为适宜。相反，种棉花的目的是要多結棉桃，使棉桃都能提前到霜前成熟，要是我們在开花結实的时候采用氮肥进行根外追肥，就会使棉花落花、落果，使部分棉桃拖延到落霜的时候也无法成熟，这样不但收不到根外追肥的效果，反而降低了棉花的产量。同样的道理，番薯、馬鈴薯等作物，到了生长后期應該让块茎迅速肥大，这时候如果用氮肥进行根外追肥，那么就会引起疯长，减少薯块的产量。

同一种性质的肥料，由于肥料的类型不同，根外追肥的效

果也有显著的差别。根据苏联全苏肥料、农业技术与农业土壤研究所用各种不同类型的氮肥对玉米及荞麦进行根外追肥的试验结果，证明用作根外追肥的氮肥，最好的是尿，最坏的是硫酸铵，这是因为尿中所含的氮在叶部很迅速地变成蛋白质，同时用0.57%浓度的尿喷到叶子上，并不引起不良的影响，而硫酸铵却会引起叶绿素中绿色部分的溶解，从而减少了叶部的光合作用。

由于根外追肥并不是孤立的增产措施，更不是唯一的施肥方法，一般来说，都应该在土壤中施足了基肥的情况下来进行的。因此，我们在考虑进行根外追肥的时候，首先要分析土壤中的缺肥情况（通常到了开花结实期都会或多或少地出现缺肥现象），更要弄清缺的是那一种肥料，然后根据缺什么肥便从根外追施什么肥的原则进行根外追肥。如果土壤里的氮肥本来就过剩，再喷氮肥就会造成疯长；土壤里不缺磷、钾肥，再喷磷、钾肥，既花费了劳动力和肥料，效果也不显著。

总之，我们在进行根外追肥时，既要根据栽培的目的，肥料的性质和作物生长发育的时期，又要考虑到气候的变化和土壤的缺肥情况。这样，进行根外追肥，才能有显著的效果。

四 根外追肥的方法

根外追肥的方法可以分为喷雾和喷粉两种。

(一) 喷雾法

通常是将肥料用水配成一定浓度的溶液，用布滤除不溶于水的杂质，装到喷雾器里，于阴天或晴天的早晨及傍晚，将肥料溶液喷射到作物的叶子上(见图二)。对

于一些比较难溶解于水的肥料，如过磷酸钙、草木灰等，我们必须先将这些肥料放入水中，搅匀，泡浸一天一夜，然后用布滤除不溶于水的杂质，再将滤过后的清液，按比例配成一定的浓度，然后装入喷雾器喷射(见图三)。

例如要配制1%的过磷酸钙溶液一百斤，应用过磷



(图二) 用喷雾器进行根外追肥



(图三) 配制磷肥溶液