



农业战线上的化学

NONGYE ZHANXIAN SHANG DE HUAXUE

农业战线上的化学

（中国科学院化学研究所 农业化学室 编）

农业战线上的化学

陈 道 章

上海教育出版社

内 容 提 要

本书介绍有关农业生产方面的化学知识,内容包括各种重要化肥、农药的用途、原理,及其施用、贮藏、检验等方法。此外还介绍植物生长激素、动物饲料及农业化学上的最新成就,以开阔学生的眼界。本书注意联系实际,文笔生动活泼,凡学过初中化学、初中植物学的学生或农村青年均可阅读。

农业战线上的化学

陈 道 章

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3.375 字数 71,000

1983 年 6 月第 1 版 1983 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—7,500 本

统一书号: 7150·2875 定价: 0.29 元

前 言

“民以食为天”，食物同空气、水一样，是人类生存须臾不能缺少的。人类除了需要食物、空气和水而外，还要穿衣、住房……人类的这一切需要是从哪里来的呢？

可以毫不夸张地说：人类衣、食、住、行的绝大部分是由农业生产供给的，农作物生产供给粮食和油料，畜牧业、水产业供给肉食和水产品，林业供给人类建房、造车用的木材，经济作物供给人类棉花、橡胶。而归根结底，这些又都是由化学供给的。你看——

在阳光的照耀下，农作物、树木等绿色植物吸收水分和二氧化碳，化合成碳水化合物。

在形形色色的植物生长调节剂的作用下，农作物发芽、生根、长叶、开花、结果。

农作物、树木扎根在土壤里，源源不断地从土壤里汲取水分和各种营养元素，建造自己的躯体。

为了确保农作物、树木健康成长，人类制造了无数种急救药和营养剂。

这一切的一切无一不和化学发生必然的联系，可以这样说：没有化学就没有农业！

农业上的化学是一个千姿百态的世界，这本小册子写的只不过是其中几个侧面。通过这几个侧面，让大家对农业上的这些化学现象有更多的了解，以便增强大家在农业上的主动权，也为进一步揭示农业上的化学的奥秘打下基础。

目

录

一、生产线上的战斗.....	1
阳光争夺战.....	1
反消耗战.....	4
二、农作物的命根子.....	6
植物的血液——水.....	6
牵着龙王鼻子走.....	7
生产能手碳酸气.....	9
三、肥料中的英雄谱.....	12
氮.....	13
磷.....	15
钾.....	18
硫、钙、镁.....	20
有机肥.....	22
杂肥.....	24
腐植酸类肥料.....	25
肥料发展的新趋向.....	26
四、精施巧打肥劲高.....	29
五看.....	29
五巧.....	34
保藏肥料.....	38
识别化肥.....	40
五、以少胜多争高产.....	42
量微功劳大.....	42
对症下药，物尽其用.....	45
维生素下田.....	48
射线也是肥.....	49
微生物的合作.....	50

六、征服土壤.....	54
窥探土壤虚实.....	54
建筑地下工事.....	56
向酸土和盐碱地进攻.....	58
七、第一线上的化学战.....	61
十万火急.....	61
化学援兵上火线.....	62
灭菌急先锋.....	65
草场狙击战.....	67
土农药挂帅.....	71
八、运筹帷幄，决胜千里.....	74
战斗的部署.....	74
当好农药的指挥官.....	77
和污染作斗争.....	81
九、化学药剂处处立功.....	84
植物生长的秘密.....	84
从选种到收获.....	89
防寒抗旱.....	90
保护食物.....	92
喂养禽畜.....	96
十、万紫千红拭目看.....	101

一、生产线上的战斗

阳光争夺战

要了解植物生产的秘密，最好先到它的生产车间——绿叶中窥探一番。叶子看似“天衣无缝”，实际上在它的底面却敞开着无数气孔（一片白菜叶子有 1100 万个）。气孔由两个半月形细胞面对面紧紧结合而成，中间露出孔隙。这两个细胞叫保卫细胞，屈伸自如，弯曲大时气孔开放，弯曲小时气孔关闭。气孔虽小，在气体分子看来，却似高大的城门，足够大队人马浩浩荡荡自由出入。气孔也是植物内部水分的出口处。叶子内部水分充足时，细胞绷紧，气孔打开，水分子源源

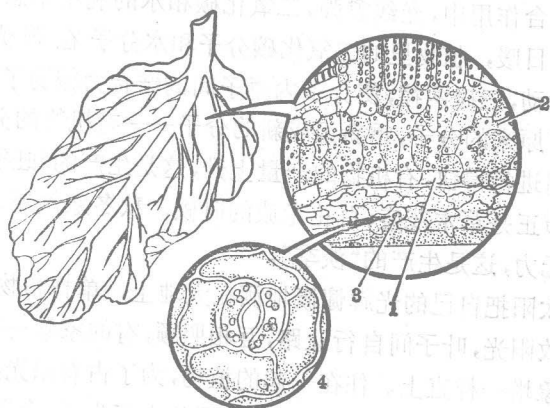


图 1 叶的断面和气孔

1. 表皮 2. 叶肉(中含叶绿体) 3. 气孔 4. 气孔放大

开到大气中去；水分缺乏时细胞松弛，气孔关闭，大队水分子通不过去。这样，在干旱的季节里，植物体内的水分可以少损失十分之九左右。

叶子内部是叶肉，有上下两层，叶肉细胞间隙中可以容纳空气。每个细胞里面有 25~50 个叶绿体，叶绿体中有叶绿素。每一平方毫米叶子中大约有 300 万亿个叶绿素分子。在叶绿素的帮助下，当太阳光来到绿叶工厂时，把各路赶来的水和二氧化碳分子打得四分五裂——发生了一系列光和化学反应，最后结合生成了有机物质：淀粉、脂肪、蛋白质等等，放出氧气，光能转化成了化学能。这些能量要等到有机物被动物吃下消化了，有机物燃烧或者腐烂了，才会以热能（或光能）的形式释放出来。植物中 90~95% 的有机物是叶绿素在太阳光的照射下用二氧化碳和水合成的，这就是光合作用。靠着光合作用，大地每年大约生产 4 千亿吨的物质。要作物增产，必须促进光合作用。

光合作用中，光线愈强，二氧化碳和水的利用率愈高。春夏风和日暖，植物里的二氧化碳分子和水分子在阳光下加快了运动，三碰两撞，使分子内原子间的结合力减弱了，原子离开了原来的分子，重新组成新的分子——有机物的分子。光合作用进行得快，有机物的产量上升，这是生产的“旺季”。这个季节正是草木茂盛、百花竞放的时候。秋冬寒气逼人，阳光软弱无力，这是生产的“淡季”。

太阳把自己的光辉慷慨地洒在大地上，单株植物为了充分吸收阳光，叶子间自行让路，互相照顾，有的象伞一样张开，有的象塔一样直上。住在一起的植物，为了占有阳光，争着向上长，争着向左右前后伸开。高个子的占了先，矮个子的必须另谋发展，抢取漏下的阳光。蔓藤的就攀附乔木，直上青天，

来迎接阳光。

虽然植物都在尽力争夺阳光，但是利用阳光的能力还是很差，一般只利用阳光的 2~3%。本领较大的藻类，也不过利用了 7%。阳光到哪儿去了呢？有的没照到叶子上，浪费了；照到叶子上的，大部分又被反射出去，没能进入叶子内部发生光合作用；即使有部分透进叶子内部，叶绿素和某些光线格格不入，难以全部利用。

要增加生产，必须提高阳光的利用率，最方便的方法是合理密植。植物种得密，同一块地里叶子的表面积增加了，承受的阳光自然也跟着增加。高高低低、密密麻麻的叶子展开阳光争夺战，这边叶面反射出去的阳光，又被那边叶子接了去，使更多的阳光在绿叶中发挥力量，充分进行光合作用，作物也就长得粗壮挺拔。可是，过分密植，叶子挤在一起，互抢地盘，互相遮盖，阳光透不过，二氧化碳也进不去，被压在地面部分的植物，得不到阳光和养分，就有死亡的危险。所以，合理密植要做到密中有稀，稀中有密，既透阳光，又便于管理。小麦窄行条播，水稻长方形密植，玉米双株密植等都是可行的办法。假如改善光照，让作物能够吸收阳光的 10%，二氧化碳和水分又源源运进，植物生长发育就会更快更好。

替作物布局还要注意地理形势，取得地利。把作物从南到北一字儿排开，早晚会多沾些光。种在庾岭的梅，“南枝向暖北枝寒”，不消说，向暖的枝桠开花、结果都会早些。河北遵化县有个生产大队采取“阳坡播种”，棉花提前吐絮，没有霜后花，棉花质量提高了，亩产皮棉也比单垄多 30 斤。一般说来，南北向的田垄光照利用率较好，但这种垄向在某些地区却不太适合。南方火辣辣的热风强日，作物昏昏困倦，改个队形，东西列队，凉爽宜人，多少会鼓点生产劲头。天

津位于渤海湾西北，夏晚多东南风，白日多西北风、西风，采用东西向排队，既有阳光，又可通风，自然得了地利。所以在阳光争夺战中讲究些队形阵势，也是个稳扎稳打的办法。

反消耗战

绿叶中还有一个跟光合作用相反的作用，叫做呼吸作用。叶肉细胞不断在呼吸，把光合作用积累下来的有机物氧化成为简单的物质——水和二氧化碳，同时放出先前蕴藏起来的能量（被封锁在有机物里的光能），以维持生命活动的正常进行。植物总是一边在生产，一边在消耗。平常生产的东西多，消耗的东西少，植物就逐渐成长。可是遇到消耗胜过生产的时候，就要进行反消耗战。

不管是地面的绿叶，还是地下的根系都要呼吸。刚收获的种子也在呼吸。影响植物呼吸作用的因素很多，最主要的是水。水多呼吸旺。风干的种子里含水 10~12%，呼吸最微弱（1 公斤种子每小时只放出 1.5 毫克的二氧化碳）。含水量增加，呼吸就加强，含水达 30~35% 时，呼吸会增强 1000 倍。温度对呼吸也有一定的作用，天气寒冷，呼吸微弱，在 30~40℃ 时，呼吸强度达到最高点。

种子也要呼吸，薯类藏久了会空心，谷物出仓比进仓时消瘦了。这都是因为自身储藏的部分养分被呼吸作用分解成二氧化碳和水，飘逸到空气中去招不回来了。新割下来的粮食水分还多，放了一夜，第二天手伸进谷堆一摸，好烫！那是呼吸作用产生的热量。如果不及时摊晒，呼吸越来越旺，湿气和热量散发不出去，细菌繁殖，害虫滋生，几路夹攻，又是水，又是热，又是细菌害虫，糟啦，有的粮食抹上黑脸儿，烂了。有的

吸饱了水，抽白吐黄，发芽了！

收获的粮食在仓库里日夜损兵折将，一到严重发酵，就要全军覆没。必须降低损耗，减少损耗就是增加生产。我们的老祖宗早已懂得，管好粮食，必须除去多余的水分。《诗经》里就写到，周代农民秋收后要筑场圃，晒禾稼。汉代学者王充在《论衡》里也说“谷干燥者虫不生”。晒干粮食（稻谷、小麦晒到含水 12.5% 以下），趁热投入干燥仓库密闭保藏，是减少粮食损失的一种好办法。

二氧化碳在呼吸作用中扮演的角色跟水不一样。二氧化碳一多，呼吸就受到抑制。有些种子种皮厚，不透气，呼吸产生的二氧化碳排不出去，积聚在里面，抑制胚的活动，这叫休眠。“睡了觉”的种子可以保藏得长久。要它发芽，只要用粗砂擦擦种皮，或用硫酸、热水处理一下，赶走二氧化碳，种子唤醒了，透透气，就抽出芽儿来了。

二、农作物的命根子

植物的血液——水

水是作物的命脉。农谚说：“有收无收在于水”，可见水对植物的重要性。没有水，种子不能萌芽，幼苗不能发育。没有水，植物不会开花结实。再肥沃的土壤，没有水，也长不出庄稼。因为植物只能从溶液里吸收养分。干的矿物质只有溶解在水里以后才能从根部渗透进入植物体内，被植物利用。

按重量计，一般植物含有 60% 以上的水，幼嫩部分更多些，瓜果蔬菜在 90% 以上。每一株玉米或向日葵，一生要消耗四五担水；一公顷棉花一生要消耗 10 万担水。植物的根部从外面吸来了水，叶子又把它抛了出去。在光合作用旺盛的时候，每 0.01 平方米叶表面每分钟约有 150 万亿个水分子开了进去，而吸收的水有 99.8~99.9% 从气孔溜走了。每一种植物抛出的水比实际需要的多千百倍！

植物抛出水的过程叫做蒸腾。植物抛出水，趁势发散一些热量，舒坦舒坦，使植物体和周围气温相近。假如硬不让水分蒸腾，由于叶子承受着大量阳光，体温一分钟可上升 38°C，眨眼间便会被“煮熟”。水一蒸腾，植物体液变得浓稠，叶子“渴”了，不客气地把附近细胞中的水抢过来。细胞缺水，向导管要水，导管是连着根部的，这样又促进了根部吸水，水分就这样从老远的根部调运上来。水一来，溶在其中的营养素也跟着来了。蒸腾作用就好比运输的原动力，它保证了水

路运输的畅通无阻，当然也保证了营养素的源源供给。

水分充足，光合作用顺利进行，植物生长点里细胞加紧分裂、增殖，植物就生长得快。碰到天气热，幼茎中的水分大量向外溜，底下的水来不及支援，当水分比正常少 10% 的时候，叶柄、叶片失去支持力量，软绵绵地垂了下来，这叫萎蔫。干旱的时候，热风吹过，热辣辣的，植物可受不了，为了防止蒸腾，只好闭关自守。气孔一关不打紧，却封锁了二氧化碳的运输孔道。没有原料，绿叶工厂停工，产量减少。再严重点，枝叶枯焦，有水也救不了。

绿叶制成的各种有机物必须转运到根、茎、花、果各个部分去储藏或消费。运输是在微小管道中进行的，承担运输任务的又是水。哪怕是不溶于水的物质，经过酶的作用，也暂时改造成糖、氨基酸等可溶物质，由水道运走。

水对作物是太重要了。有了水，作物长得好，生产出的东西当然也多。所以，人们总是千方百计开发水源，尽量提高叶片的光合作用，让绿叶工厂生产出又多又好的有机物质。保证给水是农业生产上头等重要的工作。

牵着龙王鼻子走

水固然到处都有，但有时也涓滴难寻。长久不下雨，田地龟裂，河底也露出来了。旧社会个体农民力量小，抗不了旱，只好祈求上天保佑。现在集体力量大，办法多，老天不下雨，要牵着龙王鼻子走，叫它服从指挥，要雨有雨。

雨是大气里的水汽凝结成的。大气层中含水约 1.3×10^{13} 吨，其中 95% 是水汽。温度降低，水汽凝结成微小的水滴，无数水滴汇集成一朵朵白云，飘浮在天空，并不急于变成

雨水降落，眼看着“无限旱苗枯欲尽”，它却“悠悠闲处作奇峰”。真是急煞人！

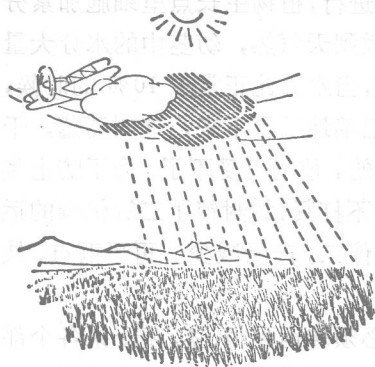


图2 人工降雨

水汽就附着在小冰晶上，好象滚雪球，越滚越胖，小胖子重过空气的浮力，便落下成雨。

飞机上有时也撒下引诱剂——微粒的碘化银、氧化铝、樟脑、酒精，它们很象小冰晶，水汽来不及仔细辨认，错把它们当作凝结核，积聚在上面，也一样能引起降雨，这叫欺骗性结晶。另有一种吸湿剂，象廉价的粗食盐、氯化钙等都是。它们最会吸收水汽，一到云层便来一个“集合”，水汽靠拢过来，成了水滴，便跟着它们落到地面上来了。

我国地形复杂，有许多适合人工降雨的地形云，可以开展人工降雨。1958年以后，我国不断进行人工降雨，指挥空气中水汽降落到庄稼地，支援农业。

用飞机向云层中撒干冰等物质，虽然很好，但费用昂贵，最根本也是最简单的控制雨量的办法是植树造林。一亩森林每一个钟头抛出约6吨的水，它的上空比农田上空湿度大5~20%，雨水要比无林区多17%。如果人人植树，队队造林，只

要全国各地有 30% 的森林覆盖面积，就可保证风调雨顺，为人民造无穷幸福。

雨水过多也会生事：冲走植物的养分，也冲走土壤中的空气，嫌气菌乘机蠢动，捣毁有机物，制出有机酸，作物胀破了肚皮，烂了根。在连绵不断的雨天，人们何等渴望晴天。集体力量大，飞机又出动了，把降雨剂运出境外，当雨云尚未入境，喝令它就地化雨降落，剩下的一些云彩虽然溜进境内，但“孤掌难鸣”，也下不成雨。

不仅天上的云雨可以控制，浩瀚的海水也可以驯伏。海水是咸的，不能灌溉农田。化学家试用反向渗透法来淡化海水，让淡水灌溉海边农田，到那时，沿海农民就再也不用望洋兴叹了。

生产能手碳酸气

二氧化碳也叫碳酸气，是绿叶工厂中主要的生产原料之一，算干重，作物有 90~95% 来自二氧化碳。没有它，任何植物不能生存，更不用说生活得好。它在哪里？天上、地下、水中等等，到处都有。谁都知道空气里含 0.03% 的二氧化碳。光合作用旺盛的时候，0.01 平方米的叶面上，每分钟开进 150 万个二氧化碳分子。绿叶工厂要吸收大量二氧化碳，必须大开气孔，把枝叶向四面八方伸开。叶子中担任接待二氧化碳的细胞总面积比叶面大 7~10 倍，每一个叶肉细胞都充分利用自由表面尽情款待贵宾。一公顷的庄稼地上，每天要有几百公斤的二氧化碳才够维持生产。但一公顷土地上，1 米高的空间，只不过含五、六公斤二氧化碳，够不上需要。幸而这位生产能手很活跃，风儿一吹，便扩散开了，从别的地方赶来支援生

产,所以平时问题并不太严重。

作物长得密,郁郁葱葱,大家都争着要二氧化碳,处在腹心的作物便有些恐慌。外面的二氧化碳要杀将进去,重关叠嶂,谈何容易。纵有一些活跃分子,踉踉跄跄赶了进来,也是缓不济急。光子仍在生产车间紧锣密鼓,摇旗呐喊,大部分水分子被冲击得发了热,逃出叶外。绿叶工厂军情危急,生产不继,消耗增加,气孔慢慢关闭上了。

不能没有二氧化碳!怎么办呢?有时亏得老天帮忙,风儿一起,在寂寞的原野上掀起一阵绿色的浪涛,把二氧化碳赶进作物堆中,解了重围。即使在纹风不动的时候,战斗还是不会平息。当绿叶工厂发出告急信号,而外面的支援大兵又来不及开到时,地下却杀出一支生力军。谁会想得到地下埋伏的二氧化碳比空中的还多 50 倍! 布置这支伏兵的是潜伏在土壤中的微生物。它们需要呼吸,呼吸时放出二氧化碳。地里肥料分解了,也放出二氧化碳。地面作物越浓密,地底下微生物生活得越好,落叶衰草腐烂得越快,放出的二氧化碳也越多。土地的“脉搏”在搏动,一“呼”一“吸”,进行空气的更新,二氧化碳被赶出地面;一出地面,就被上面的枝叶拦截了去。地下有一部分二氧化碳援兵,也会沿着根部开到叶子里,和空中来的战友两路会师,又是一场好战斗,绿叶工厂继续紧张生产。

看来,要作物增产,必须命令二氧化碳及时支援第一线。空气中的二氧化碳浓度还嫌太稀。远古的时候,空中的二氧化碳比现在多,那时地上尽是高大的树木,到处是绿荫一片。现在地上森林覆盖面积少了,二氧化碳也少了。假如适当增大些二氧化碳的浓度,作物会长得更好。有人试过,番茄在 0.3% 的浓度下增产二成,黄瓜在 0.5~0.6% 的浓度下增产