

化学 在农业上的应用



江苏科学技术出版社

化学在农业上的应用

马 同 生 编 著

江苏科学技术出版社

化学在农业上的应用

马同生 编著

江苏科学技术出版社
江苏省新华书店发行
第七二一四工厂印刷

1979年10月第1版
1979年10月第1次印刷
印数：1—7,000册

书号：16196·013 定价：0.37元

前 言

十九世纪中叶，德国学者尤斯德·冯·李比西发表了《化学在农业和植物生理上的应用》一书，创立植物矿物质营养学说。这以后尤利斯·冯·萨克斯进行了著名的科学实验，进一步揭示碳、氢、氧、氮、硫、磷、钾、钙、镁、铁为十大植物生长无机营养元素。

随着农业生产的发展，为了满足作物产量日益增长对养分的需要以及防治病虫害危害，十九世纪后期，世界上磷肥和钾肥工业诞生；1913年合成氨法发明，氮肥工业建立；几年之后有机汞杀菌剂制成，合成杀菌剂投产；1939年滴滴涕研试成功，又为合成杀虫农药打开了门路。有机化学农药的出现，对植物保护是一个大的进展，但也带来了环境污染的问题，现朝着高效低毒，在生物体内和土壤中无残毒的方向努力，老的品种逐步被新品种取代。

农业现代化要求提高劳动生产率，应用化学方法防除杂草成为一项农业新技术。五十年代初化学除草剂问世，近十多年来世界上工农业生产发达的国家已普遍地推广。虽然历史不长，国外化学除草剂的生产，无论在发展速度或经济收益上都已超过了化学农药。新品种与新剂型不断涌现。

生物化学的进展，逐步地探明植物激素的机能，用化学合成方法制出化学激素和模拟出许多植物激素类似物——作

物生长调节剂，进行化学工业生产。它的用量很少，却能调节和控制着许多作物生理过程，增加某些作物的产量和改善农产品的品质。化学生长调节剂的应用日益受到重视。从六十年代起化学除草剂和生长调节剂开始研制，目前已有许多品种投入生产和使用。

农业化学化是农业现代化的重要组成部分，化学肥料、生长调节剂、除草剂、农药是化工农用产品的四个孪生姐妹，本书介绍这方面的基本知识和我国目前常见的品种、性质与使用方法以及发展的情况，供农业干部和技术人员阅读参考。

书中农药部分承陈宏明等同志提供资料协助编写。

编 者

一九七九年三月

目 录

化 学 肥 料

一、化学肥料的基本知识	1
(一) 作物生长需要的营养元素	1
1. 氮素营养对作物生长的作用 2. 磷素营养对作物生长的作用 3. 钾素营养对作物生长的作用 4. 钙、镁、硫、铁对作物生长的作用 5. 微量元素锰、锌、钼、硼、铜对作物生长的作用	
(二) 土壤中氮、磷、钾养分状态与合理使用	8
1. 氮素在土壤中的状态和转化 2. 磷素在土壤中的状态和转化 3. 钾素在土壤中的状态和转化	
(三) 化肥的种类	15
1. 氮素化肥 2. 磷素化肥 3. 钾素化肥 4. 复合、混合肥料 5. 腐植酸类肥料、微量元素肥料	
二、常用化肥	18
(一) 氮肥	18
1. 碳酸氢铵 2. 尿素 3. 硫酸铵 4. 氯化铵 5. 硝酸铵(附硫酸铵、硝酸铵钙) 6. 液体氮肥 7. 石灰氮 8. 氮肥增效剂、长效肥料和悬浮肥料	
(二) 磷肥	33
1. 过磷酸钙 2. 重磷酸钙、富过磷酸钙和沉淀磷肥 3. 钙镁磷肥 4. 钢渣磷肥 5. 磷矿粉	
(三) 钾肥	40
1. 氯化钾 2. 硫酸钾、窑灰钾肥	
(四) 腐植酸类肥料	42
1. 腐植酸铵 2. 腐植酸钠和其它腐植酸类肥料	

(五) 微量元素肥料	44
1. 硼肥 2. 锌肥 3. 钼肥 4. 锰肥 5. 铜肥	
(六) 复合肥料、混合肥料	46
1. 磷铵类 2. 硝酸磷肥类 3. 混合肥料	

人工合成作物生长调节剂与化学除草剂

一、人工合成作物生长调节剂（化学植物激素）	49
(一) 植物激素的基本知识	49
1. 天然植物激素的作用 2. 生长素和细胞激动素	
3. 赤霉素、乙烯和脱落酸	
(二) 人工合成作物生长调节剂	54
1. 吲哚醋酸、吲哚丁酸 2. 萘乙酸、2, 4-滴	
3. “九二〇” 4. “七〇二”、乙烯利 5. 增产灵	
与矮壮素	
二、化学除草剂	65
(一) 化学除草剂的基本知识	65
1. 化学除草剂的灭草作用 2. 化学除草剂的种类	
3. 化学除草剂的使用	
(二) 常用化学除草剂	70
1. 敌稗 2. 除草醚、五氯酚钠 3. 2, 4-滴类	
(钠盐、胺盐、酯类)、二甲四氯 4. 西玛津、莠去	
津 5. 灭草灵 6. 敌草隆类(敌草隆、灭草隆、绿	
麦隆) 7. 茅草枯 8. 亚硝酸钠、石灰氮	

化 学 农 药

一、农药的基本知识	93
(一) 化学农药毒杀害虫和病菌的方式与原理	93
1. 使昆虫神经中毒致死 2. 使昆虫呼吸系统中毒和	
室息致死 3. 使昆虫消化系统中毒致死 4. 通过害	

虫的繁殖系统,使其产生不育 5.通过防御防治作物
病害 6.直接杀除病原体 7.通过内吸杀除病原体

(二) 常用农药的种类、剂型与命名95

1. 农药的分类 2. 农药的剂型 3. 农药的命名

(三) 农药的使用方法与优缺点98

1. 毒饵、毒谷和毒土法 2. 喷粉法 3. 喷雾法

4. 超低容量喷雾法 5. 拌种和浸种法 6. 土壤处理法

7. 熏蒸法 8. 泼浇和滴灌法

(四) 农药的稀释与配制102

1. 农药规格 2. 药剂有效使用浓度 3. 单位面积使用
用量 4. 农药混合配制使用

(五) 提高农药防治效果105

1. 掌握防治环节 2. 防止害虫产生抗药性 3. 防治害虫必须彻底

(六) 安全使用农药107

1. 农药的毒性类型和程度 2. 防止农药中毒事故

3. 防止农药残毒污染农产品

二、常用杀虫农药111

(一) 有机磷杀虫剂111

1. 敌百虫 2. 敌敌畏 3. 磷胺 4. 1605和甲基1605、

乙氧粉、甲氧粉 5. 1059、甲基1059 6. 苏化203

7. 倍硫磷 8. 杀螟松 9. 3911 10. 三硫磷、辛硫

磷 11. 乐果、茂果 12. 马拉硫磷 13. 灭蚜松

14. 亚胺硫磷 15. 稻丰散

(二) 有机氯杀虫剂、杀螨剂134

1. 滴滴涕 2. 六六六 3. 毒杀芬、七氯与氯丹

4. 三氯杀螨酮和螨卵酯

(三) 有机氮和有机氟杀虫剂144

1. 西维因 2. 速灭威 3. 杀虫脒 4. 氟乙酰胺

(四) 熏蒸剂148

1. 氯化苦 2. 溴甲烷 3. 磷化铝

附: 不育剂

三、常用杀菌农药	154
(一) 有机硫杀菌剂	154
1. 代森锌、代森铵 2. 敌锈钠、敌克松 3. 灭菌丹、克菌丹	
(二) 有机磷杀菌剂	159
1. 稻瘟净 2. 克瘟散	
(三) 有机砷与有机汞杀菌剂	161
1. 田安、稻脚青 2. 苏农“6401”	
(四) 有机氟与其它杀菌剂	162
1. 五氟硝基苯 2. 稻瘟醇与稻丰宁 3. 氟硝胺	
4. 杀枯净、纹枯利	
(五) 近年来发展的新型杀菌剂	165
1. 托布津、萎锈灵 2. 多菌灵、苯来特 3. 叶枯散	
4. 菲醌	
(六) 无机杀菌农药	170
1. 石灰硫磺合剂 2. 波尔多液 3. 氟硅酸	

附 表

- (一) 各种肥料混合使用情况表
- (二) 常用几种化学农药、除草剂混合使用表
- (三) 1970年联合国粮农组织 (FAO) 和卫生组织 (WHO) 制定人体每日最大允许摄入农药剂量表
- (四) 1973年联合国农药残留委员会关于农药残留标准提案
- (五) 1975年全国农药安全使用协作组制订八种作物的农药安全使用标准 (初稿)
- (六) 食用作物上常用农药安全间隔期 (供参考)

附 录

农林部制订《剧毒农药安全使用注意事项》

化 学 肥 料

一、化学肥料的基本知识

(一) 作物生长需要的营养元素

农作物在生长过程中不断地从外界摄取营养物质，进行机体新陈代谢。从近代的化学分析和栽培试验的结果说明，作物生长要从土壤中吸收几十种元素作为营养成分。其中尤利斯·冯·萨克斯阐述的十种元素在作物体内含量较多，至少都在干物质重的千分之几以上，称为大量元素。铜、锌、硼、钼、锰五种元素在作物体内含量只占干物质重的万分之几到十万分之几，称为微量元素。

碳、氢、氧这三种元素是组成植株的主要成分，占植株干重的93%。作物通过吸收空气中的二氧化碳和土壤中的水分，经叶绿素进行光合作用，合成有机化合物——糖类，并进一步合成纤维、淀粉、脂肪等等，统称为碳水化合物。碳水化合物供给作物生长发育所需要的能源，同时还与其它营养元素合成更复杂的有机化合物。

一般条件下，钙、镁、硫、铁、铜、锌、硼、钼、锰都能从土壤中吸收，基本上满足作物生长发育的需要。氮、磷、钾三种元素，作物生长过程中需要量比较大，单靠土壤供应常感不足，要获得丰产必需通过施肥来补充。从作物营养施肥

的角度称氮、磷、钾为三要素。

不同的作物对氮、磷、钾的需要量是不等的，例如水稻需钾量就要比小麦高，相反的需氮量比小麦要低些。氮、磷、钾都是作物生长必不可缺的，它们有着不同的功能，彼此是不能代替的，无论缺少那一种，作物生长发育和新陈代谢都受到影响。

1. 氮素营养对作物生长的作用

氮素在植物营养中占有重要的地位，它是组成蛋白质不可少的成分。蛋白质中氮素含量约占16~18%，是细胞的主要组成成分，没有氮就没有蛋白质，也就没有生命。

氮素对绿色植物还有着更重要的意义，它是叶绿素的重要组成成分。缺氮叶绿素形成缓慢，含量减少，叶呈黄色，光合作用将显著降低。

作物体内新陈代谢，各种复杂的化合物进行分解与合成，这个过程必需要有酶类——生物催化剂参加。氮素是酶类的主要组成成分。氮素在作物体内是能够转移的，并且积聚在作物的生长旺盛的部位（幼嫩的茎叶）和种子里。

氮素供应不足时，首先反映在老叶上，由绿转黄，植株往往长得矮小瘦弱，影响产量。氮素供应充分时，作物叶色深绿，茎叶繁茂，并促进禾谷类作物分蘖，增加穗数，提高产量。若氮肥施得过多，特别是在磷、钾素养分供应比率失调的情况下，会引起植株徒长。植株体内硝态氮只能累积很少量，而铵态氮不能累积，若累积则对植物有毒。因此植物必须将吸进体内的无机氮转变成有机氮，把光合作用制造的碳水化合物大量合成蛋白质，这样就造成纤维素减少，植株柔嫩。对于叶菜类蔬菜则是适合的，但对于大田农作物由于体内碳、氮比例失调，营养器官生长过旺，影响了生殖生长

过程，形成疯长，容易倒伏，感染病害和贪青迟熟，造成减产。如水稻瘪粒增多，棉花大量落花落铃，油菜迟熟粒少，薯类结薯小。因此，必须合理使用氮肥。

2. 磷素营养对作物生长的作用

磷是组成细胞核和原生质的重要元素，它能促进细胞的分裂。同时磷素在作物体内还参加一系列的新陈代谢过程，如光合作用碳水化合物的合成、分解与运转，含氮物质以及脂肪类物质的合成与分解等等。四十年代以来生物化学高速的发展，对磷酸与生命现象的关系得到进一步的阐明。即一切生命现象都是能量代谢，磷酸又是体内代谢能量传递的介质。

磷素供应不足，细胞的形成和增殖将受到阻碍，根系生长受抑、分蘖少，叶片生长缓慢，常会形成褐斑，植株矮小，并且影响到作物后期的生殖生长，开花较迟，容易脱落，延迟成熟期，籽实不饱满，产量和品质降低。磷素供应充足，特别是幼苗时期，能促进形成发达的根系，增强作物吸收土壤中水分和养分的能力。对禾本科作物的分蘖和作物的早发都有着重要的作用。一般作物如在幼苗期缺磷，引起的危害，生长后期再增施磷肥也难以得到弥补。其次磷素还能促进作物体内可溶性糖类的贮存，增强抗寒抗旱的能力。

3. 钾素营养对作物生长的作用

很早人们即发现施含钾肥料对作物产量和品质的提高有显著的效果，但对钾素的功能至今尚未完全弄清楚。钾在植物体内绝大部分以离子状态存在，是溶于细胞液中的主要阳离子。目前还没有发现植物体内有含钾的有机化合物。缺钾时老叶呈现火烧枯焦的状态。

自从五十年代以来研究发现，钾对参与植株体内代谢主

要反应的某些酶起着活化剂的作用。钾相对积集分布在植株生长最旺盛的部位，如芽、幼叶、根尖以及形成生殖器官等处。这些部分代谢活性最大。在绿叶中钾则积集于接近叶表面的栅栏组织中，与叶绿体的分布一致。钾素能促进植物的光合作用，有助于碳水化合物合成，与淀粉、糖分的形成有着密切的关系。所以含淀粉、糖分较多的作物如薯类、甘蔗、甜菜、瓜类都需要较多量的钾素养分。钾素还能增进作物对氮素、磷素的吸收和利用。

在钾素供应充足的条件下，作物光合作用效率增高，茎秆粗壮不易倒伏，提高了抗病和耐寒的能力。如缺少钾素养分，作物光合作用效率显著降低，合成的淀粉与糖分减少。同时钾离子对细胞质胶体性质也有影响，它起着膨润性的作用。缺钾时根的细胞迅速衰老，渗透压、透水性失常。可见缺钾直接影响到体内新陈代谢，致使茎秆瘦弱，节间短小，成熟期不齐，籽实瘦小，并且易染病害和倒伏，农产品质量和产量降低。

4. 钙、镁、硫、铁对作物生长的作用

钙 钙在植物细胞液中虽有相当量的可溶性状态存在，但大部分以不溶性状态存在。植物正常生长发育需要钙、镁、钾三者具有适当的总和量和彼此比率平衡的关系。

从农作物生产实践中，人们早就认识钙是不可缺少的，但是它的生理机能，至本世纪五十年代中期才陆续得到一些阐述。认为钙与原生质线粒体的蛋白质含量有关。粒线体在有氧呼吸作用上有十分重要的地位，它含有三羧酸循环过程中的多种酶。除此而外，钙中和植物体内代谢产生的过多有毒的酸类，使它形成难溶性盐，调整了体内的酸度，有利于代谢的进行。钙能提高茎秆的韧性，可能由于钙与果胶或木

素相结合。

镁 镁是叶绿素的组成元素之一，从化学结构上来看，镁占叶绿素分子量 2.7 %。它位于叶绿素分子结构中卟啉环中央。缺镁则不能形成叶绿素，引起缺绿症状，直接影响碳水化合物化合物的形成。

镁的生理功能，随着酶类化学研究的进展有了进一步的认识。镁离子与很多的活化作用有关。三磷酸腺苷 (ATP) 是植物新陈代谢能量的贮存和传递中重要的物质，镁是 ATP、磷脂、核酸、核蛋白等含磷化合物合成中必需的元素，如果缺镁，这些含磷化合物的合成将受到抑制，势必影响植物体幼嫩组织的发育和种子的成熟。缺镁，植株内碳水化合物减少，非蛋白质态氮增加。例如水稻缺镁则体内铵态氮的含量增多，容易发生稻瘟病。缺镁，植株组织中水分含量将增加，使叶皱或卷曲，并容易折断。

硫 植物蛋白质中含有一定数量的硫，通常在百分之几。作物缺硫时，影响蛋白质的形成，使体内无机态氮累积而引起毒害。

植物体吸收土壤中可溶性硫酸盐的硫酸根离子，它进入细胞被还原成氢硫酸。氢硫酸是构成植物体重要氨基酸分子的组成成分，如它和丙酮酸、无机态氮相结合形成半胱氨酸。可见硫是形成蛋白质不可缺少的元素。此外，谷类的维生素 B₁ 也是含硫的化合物。

硫在植物体内的转移性能较差，很少从衰老组织向新生组织中运转。因此缺硫症状在幼嫩的部位表现明显，叶色浅绿，禾本科作物叶面并有棕色斑点，组织没有死亡现象，豆科作物根瘤形成受到影响。

铁 植物需要铁是不多的。缺铁则表现幼叶失绿的症状。

铁在叶绿素中含量很低，从化学结构来看，铁并不是叶绿素的直接构成元素，但是缺铁不能形成叶绿素。据研究报道，铁直接或间接地参与叶绿体蛋白的形成，并具有形成叶绿素催化作用的性质。铁在作物体内移动性很小，因此缺铁的黄化现象老叶并不显现，通常发生在新生和幼嫩的部分，在叶面上一般不产生斑点和组织死亡。如棉花、小麦缺铁时，嫩叶叶脉仍保持绿色，脉间显现黄灰色或白条。

铁在微量元素中是参与酶活动最多的元素，植物体有呼吸中细胞色素、细胞色素氧化酶、过氧化氢酶等都以含铁卟啉酶为构成成分。铁在有氧呼吸中作为电子的载体传递电子，并可逆地被氧化还原。

土壤中含铁是比较丰富的，有氧化态（三价）和还原态（二价）两种存在形式。当土壤水分较多、通气较差并有大量有机质分解时，便形成了局部的还原性环境，这时氧化态的铁能转化成还原态的铁，土壤中将会有少量的离子态铁（二价）出现，并可随水分移动，部分能被植物根系吸收做为铁素营养。水稻田种稻期间淹水，离子态铁（二价）大量形成，所以一般水稻没有缺铁的现象。

5. 微量元素锰、锌、钼、硼、铜对作物生长的作用

锰 据研究报道，植物体中生理活动旺盛的幼嫩部分锰的含量最多。锰在植物体内大部分能向幼嫩的部分输运。它与作物体内代谢过程中的多种催化剂——酶类的活性有密切的关系，影响着同化物质的合成、分解、呼吸等生理作用。例如二氧化碳同化为羧酸反应中起催化作用的碳——羧化酶为锰所活化，因此缺锰会减少碳水化合物和蛋白质的合成。

缺锰还会引起缺绿症，锰与叶绿素的合成有一定的关系，

作物缺锰时叶子变黄，甚至叶脉间失绿发白，马铃薯和甜菜较敏感。但锰吸收过多也能引起缺绿症，这是因为植株体内铁锰比率降低，锰的氧化还原电位高，把体内可溶性的亚铁离子变为高价铁，磷酸或有机物与高价铁相结合生成难溶性的沉淀，造成缺铁。

土壤微量元素中锰是含量较多的一种，只有在酸性土壤上施过多的石灰才可能会出现缺锰现象。

锌 锌和锰一样在幼嫩的组织中含量较多。锌与植物体内碳酸酐酶的活化和硫的代谢以及氧化还原有关。因此它与蛋白质、碳水化合物的代谢有密切联系，同时它还影响叶绿素的形成。缺锌时能引起缺绿病。

石灰性土壤或碱性土壤常会发生缺锌问题，尤其幼苗期间比较显著。

钼 近代研究证明，作物需钼的量是极少的，但却是硝酸还原酶的直接组成分，并关系到磷酸酶的活性。钼在生理上最显著的功能是参与作物体内硝酸的还原，起着电子传递的作用。缺钼，硝酸还原受到抑制，蛋白质的合成下降，并产生缺绿现象。如果增施铵态氮，即能改善缺钼而造成的生长发育不良的状况，绿色恢复。水稻田在灌水条件下氮素养分呈还原态——铵态氮存在，供给水稻吸收，因此水稻对钼的需求量要比旱作物低得多，一般不会产生缺钼现象。钼还与好气性固氮菌的氢活化酶有关。游离态氮被吸附后，在还原的过程中需要含钼黄素蛋白酶参加。缺钼将影响固氮作用。

硼 硼在作物体内含量很低，虽然它的数量很少，但却相对的集中在细胞壁和细胞的间隙里，占总量的二分之一。近年来硼的生理机能已逐渐研究清楚，硼能促进作物对钙和其它阳离子的吸收。硼对细胞壁和细胞间质的形成密切相

关，而且它被固定在组织内不易移动。硼还促进花粉萌发并关连着碳水化合物的运转，缺硼生长点和分生组织受阻，体内的游离氨基酸增加，蛋白质的合成减少。缺硼常发生在黄土性母质的土壤、砂性土壤以及施用石灰的酸性土壤。油菜、甜菜、棉花、烟草、豆科等作物均很敏感，表现为嫩叶失绿，顶芽很小、弯曲、根系发育受到抑制，甜菜块根空心、根腐，油菜不开花、不结实或落花落叶，烟草引起异常分枝。

铜 作物生长发育不可缺铜，铜是作物体内多种氧化酶（如多元酸、氧化酶等）活化基必需的组成元素，它具有电子的接受和传递的功能，在催化、氧化还原反应中有着重要的作用。铜还与光合作用有关，据研究证明含铜酶大部分存在于叶绿体内。铜并参与叶绿素卟啉环的合成反应。土壤中含铜的数量与成土母质的来源有关。酸性的火成岩、砂岩风化形成的母质含量较低，但一般土壤很少有缺铜的问题。

（二）土壤中氮、磷、钾养分状态与合理使用

土壤中养分以四种状态存在：

（1）土壤溶液中养分 即土壤水分中溶解的作物营养元素。

（2）交换性营养元素 主要是土壤胶体上吸收的交换性离子。

（3）难溶性的营养物质 如土壤矿物质（原生和次生矿物）和土壤中难溶性的盐类。

（4）土壤有机质和微生物活体的养分。

以上几种不同形态的养分，在一定的条件下是可以相互转化的，它们之间处于暂时的动态平衡状态。当条件发生变化