

中級农业科学技术丛书

施肥技术

吳贊育編写



福建人民出版社

中国农村百科全书

施肥技术

——



中国农村百科全书

前 言

施肥问题是农业生产大跃进中的一个重要问题。科学地掌握施肥技术，合理地增施肥料，是当前农业增产中的主要关键之一。

这本书的内容包括作物施肥的一般原理、方法和各种作物的具体施肥技术两部分。第一部分是比較簡要地說明各种营养元素对作物生长发育的作用，也提到合理施肥的条件和施肥的方式、方法等问题；第二部分則比較詳細叙述水稻、小麦、甘薯、甘蔗、油菜、花生、大豆、黄麻、烟草和茶叶等作物的生育特性及其对肥料的要求和具体的施肥技术。此外，为了使这本书的内容更加完整，还附录果树和蔬菜的施肥技术，一并供作参考。

在编写这本书的过程中，注意贯彻理論与实践相结合的原则和科学为生产服务的精神，既闡明作物施肥的原理、原则，作为合理施肥的理論根据，又着重介绍了各种作物施肥的具体技术，尤其是1958年农业生产大跃进中，各种丰产作物的施肥經驗。

由于农业生产有明显的地域性，施肥技术又与当地的自然条件、作物种类、单产面积计划产量和其他的农业技术措施有密切的联系，所以对这本书中所

介紹的具体施肥技术，尤其是施肥的种类、数量和时间，都要因地制宜，創造性地灵活应用，不能硬搬硬套。

这本书的編写，除了調查、訪問本省各种主要丰产作物的农业社和劳模外，还参考了国内各农业院校、中央及各省农干校（尤其是本省农干班）的作物栽培学和土壤肥料学讲义，和本省农科所、农业厅以及各地編印的有关資料。因为限于篇幅，这里不能一一列举，謹此表示謝意。

在編写过程中，承福建农学院盧程隆、陈克文先生的指导和本省农干班雷光宇、福建人民出版社林济民同志的帮助，感激之至，衷心地在这里向他們表示敬意和謝忱！

笔者因限于业务水平，又缺乏写作經驗，加以編写時間不够充分，所以在內容方面难免存在一些缺点和錯誤，誠懇地欢迎各位先生和讀者加以批評指正！

吳 贊 育

于福州

1953年8月

目 录

一、各种营养元素对作物生长发育的作用	(1)
(一) 氮素	(2)
(二) 磷素	(2)
(三) 钾素	(3)
(四) 钙素	(3)
(五) 硫素	(4)
(六) 镁素	(4)
(七) 铁素	(4)
(八) 微量元素	(4)
1. 锰素	(4)
2. 硼素	(5)
3. 铜、锌和钴	(5)
二、合理施肥的条件	(9)
(一) 施肥与气候条件的关系	(9)
(二) 施肥与土壤条件的关系	(10)
1. 土壤腐殖质的含量状况	(10)
2. 土壤有效养分状况	(11)
3. 土壤反应	(11)
4. 土壤质地状况	(12)
5. 土壤微生物	(12)
6. 土壤水分与通气状况	(12)
(三) 施肥与作物的关系	(12)
1. 作物种类与施肥	(12)
2. 作物品种与施肥	(13)

3. 作物生育期与施肥.....	(14)
(四) 施肥与耕作栽培的关系.....	(14)
1. 耕作与施肥.....	(14)
2. 栽培管理 with 施肥.....	(14)
(五) 灌溉条件与施肥的关系.....	(14)
(六) 肥料性质与施肥的关系.....	(15)
1. 肥料种类与成分.....	(15)
2. 各种肥料的养分含量.....	(16)
3. 肥效快慢与施肥.....	(17)
4. 肥料的混合.....	(17)
(七) 施肥应该考虑经济条件.....	(19)
三、施肥的方式和方法	(20)
(一) 施肥的方式.....	(20)
1. 播种前施肥——基肥.....	(20)
2. 播种时施肥——补肥(种肥).....	(20)
3. 生长过程施肥——追肥.....	(20)
(二) 施肥的方法.....	(21)
1. 撒施.....	(21)
2. 穴施.....	(21)
3. 条施.....	(21)
4. 环施.....	(21)
5. 分层施肥.....	(21)
6. 全层施肥.....	(22)
7. 有机肥料和无机肥料混合施用.....	(22)
8. 施用颗粒肥.....	(22)
9. 水田集中施肥.....	(23)
10. 根外追肥.....	(23)
11. 漫施法.....	(24)
12. 种子肥育法.....	(24)
四、主要作物的施肥原理与技术	(24)
(一) 水稻.....	(24)

1. 水稻的生长发育特性与对肥料的要求.....	(24)
2. 肥料在水稻土中变化特点.....	(28)
3. 水稻施肥原则.....	(30)
4. 水稻种子肥育法.....	(30)
5. 秧田施肥.....	(31)
6. 水稻本田施肥.....	(32)
(二) 小麦.....	(39)
1. 小麦的生长发育特性与对肥料的要求.....	(39)
2. 小麦的施肥技术.....	(40)
(三) 甘薯.....	(48)
1. 甘薯的生长发育特性与对肥料的要求.....	(48)
2. 甘薯施肥的技术.....	(49)
(四) 甘蔗.....	(52)
1. 甘蔗的生长发育特性与对肥料的要求.....	(52)
2. 甘蔗施肥的基本原则.....	(53)
3. 种植蔗的一般施肥技术.....	(54)
(五) 油菜.....	(57)
1. 油菜的生长发育特性与对肥料的要求.....	(57)
2. 油菜施肥的一般技术.....	(59)
3. 根外追肥.....	(60)
(六) 花生.....	(61)
1. 花生的生长发育特性与对肥料的要求.....	(61)
2. 花生施肥的一般技术.....	(64)
(七) 大豆.....	(69)
1. 大豆的生长发育特性与对肥料的要求.....	(69)
2. 大豆的施肥技术.....	(72)
(八) 黄麻.....	(75)
1. 黄麻的生长发育特性与对肥料的要求.....	(75)
2. 黄麻的施肥技术.....	(76)
(九) 烟草.....	(79)
1. 烟草的生长发育特性与对肥料的要求.....	(79)

2. 苗床期施肥的技术.....	(81)
3. 烟草本田施肥技术.....	(81)
(十) 茶樹施肥技术.....	(83)
1. 茶樹施肥的作用.....	(83)
2. 茶樹对氮、磷和鉀肥的吸收.....	(84)
3. 茶樹施肥的时期和用量.....	(84)
4. 茶樹施肥的方法.....	(85)

附 录

一、果树施肥技术.....	(86)
(一) 果树施肥的一般原理和方法.....	(86)
(二) 各种果樹的施肥技术.....	(90)
1. 柑桔施肥.....	(90)
2. 荔枝施肥.....	(92)
3. 龙眼施肥.....	(92)
4. 桃樹施肥.....	(93)
5. 枇杷施肥.....	(94)
6. 香蕉施肥.....	(95)
7. 凤梨施肥.....	(96)
二、蔬菜施肥技术.....	(96)
(一) 蔬菜对养分的要求.....	(96)
(二) 各类蔬菜的施肥技术.....	(97)
1. 白菜类.....	(97)
2. 甘藍类.....	(98)
3. 綠叶类.....	(98)
4. 根菜类.....	(99)
5. 葱蒜类.....	(99)
6. 茄果类.....	(100)
7. 瓜 类.....	(100)

一、各种营养元素对作物生長發育的作用

作物生長發育所需要的条件，有日光（光能）、溫度（热能）、空气、水分和养料等。在这五个因素中，光、热和空气都是由宇宙間供給的，称为宇宙因素，一般說來，它們是取之不尽、用之不竭的。水分和养料要从土壤中吸取，称为土壤因素。作物必須从土壤里吸收水分，和溶解在水里的养料，才能生長發育。一切耕作和施肥措施，都是为了保証土壤能够及时和充分地供給作物生長發育所需要的水分和养料。

作物需要从土壤里吸收那些养料呢？經過科学研究，認為最重要的有碳、氫、氧、氮、磷、鉀、硫、鈣、鎂和鐵等十大元素〔注1〕。其中碳和氧是以二氧化碳的形态被作物的叶子从空气中吸收；氫和氧两种元素合成为水分，由作物的根部从土壤里吸收；其余的七种元素，也都是由作物的根部从土壤里吸收。作物从土壤里吸收的这七种元素中，氮、磷和鉀三种，一般土壤里含量最少，而作物的需要量又最多，因此我們常常要通过施肥来補給。通常所用的各种肥料，絕大多数都是含有以上三种元素的，所以我們通常把氮、磷和鉀，称为肥料三要素。

作物生長發育除需要上述各种元素外，还需要极少量的硼、錳、鋅、銅和鉬等元素。这些元素称为微量元素。

現在把各种营养元素对作物生長發育的作用，分別叙述如下：

(一) 氮 素

植物体的蛋白質〔注2〕中，平均含有16—18%的氮素。氮素平均占植物体干重的1.05%。种子以及植物的幼嫩部分含氮较多。另外，它还存在于酶〔注3〕和綠色的叶子的叶綠素中。〔注4〕。

氮能促进叶綠素的形成，能使叶色呈綠，能加强光合作用〔注5〕，加速莖、枝、叶和芽的生长，促进植物体内蛋白質的形成，并能促进植物对磷、鉀的吸收和利用。

如果氮素供应不足，植物就会生长緩慢、叶色变黄；水稻和小麦等作物缺乏氮素，分蘖〔注6〕和穗数会减少，結实率降低，籽实不饱满，千粒重減輕。但是，氮素供应过多时，植物的莖叶就会徒长，也会延迟成熟；同时，植物体内大部分碳水化合物〔注7〕和氮結合为蛋白質，而纖維素和果胶〔注8〕就形成较少，这样細胞壁〔注9〕薄弱，組織柔軟，植物对病菌和虫害的抵抗力会降低，易感染病害和引起倒伏或冻害。

(二) 磷 素

植物的細胞核〔注10〕、細胞質〔注11〕和种子中都含有磷，酶中也含有磷。磷酸一般占植物体干重的1%。磷多是存在植物体的幼嫩部分。

磷跟植物的光合作用有密切的关系。光合作用所产生的各种物質中几乎都含有磷。磷素能促进糖分和淀粉〔注12〕的形成，因此多施磷肥，可以使稻、麦結实饱满，薯类淀粉增加和甘蔗糖分提高。磷又能促进蛋白質和油脂的形成，所以栽培豆类作物也要多施磷肥。磷又能促进种子发芽、幼根伸长和幼苗生长。磷还能促进植物的呼吸作用和加强新陈代謝

〔注13〕作用，使作物提早开花、结实和成熟。此外磷还有加强作物抗旱和抗寒能力的作用。

(三) 鉀 素

鉀和氮、磷一样，多存在于植物体生长最活跃的芽、幼叶、根尖等部分。它一般呈离子状态〔注14〕，独立存在于植物体中，所以容易被水浸出。

鉀素能促进植物体内淀粉和蔗糖的形成，又能促进植物对氮的吸收和把氮转化为蛋白质，同时还能促进油脂的形成，所以种植豆类作物要多施鉀肥。鉀素还能促进纤维素的形成，改善和提高烟草的燃烧性和味道，所以麻类和烟草也要多施鉀肥。鉀也能使茎秆粗壮坚韧，因而可以防止倒伏和增强抗病力。施用鉀肥也可以增强植物的抗旱力，和对低温、高温的适应性。此外鉀也能促进早熟。最近苏联试验，作物的种子经过放射性鉀〔注15〕溶液处理，然后播种，可以增产10—16%。

(四) 鈣 素

鈣是植物体重要的组成成分之一。它存在于细胞壁中，在植物体的粗老部分含量较多。

鈣能促进碳水化合物和蛋白质的形成。有人研究，缺鈣时植物体内硝态氮〔注16〕就困难变成氨〔注17〕，即使变成氨，也很难再转化为蛋白质，而氨在体内的积累，又容易引起中毒。鈣能促进幼根和根毛的生长，能使细胞壁坚固、茎叶粗壮、加强对病虫害和倒伏的抵抗力，又能中和体内过剩的有机酸〔注18〕和土壤酸度〔注19〕，有利于植物的生长。此外，鈣还能促进土壤团粒结构〔注20〕的形成，加强微生物〔注21〕的活动和有机质的分解。

(五) 硫 素

硫是構成蛋白質和酶的主要成分。一般蛋白質中平均含硫硫0.3—2.2%，所以供應硫素能促進蛋白質的形成。硫素存在於植物體的維生素乙₁〔注22〕中，適當濃度的維生素乙₁能促進植物根的生長。蒜以及韭菜中就因為含有硫，所以有特殊的味道。

硫對葉綠素的形成也有一定的作用。此外硫還能促進水稻生根和轉青復活，所以山區農民用硫磺或石膏來蘸秧根，就是這個道理。

(六) 鎂 素

鎂多存在於作物葉部的葉綠素中。它能促進葉綠素的形成和加強作物的光合作用。鎂也積極地參與磷的代謝作用。一般說，積累大量磷的地方，就有較多的鎂。它在植物發育過程中，鎂首先是被用來滿足形成細胞質的需要，然後才用來形成葉綠素。

(七) 鐵 素

缺乏鐵素不僅會使植物生長受到阻礙，而且綠色葉子會轉呈淡黃色甚至白色。如果用任何一種鐵鹽的稀溶液，噴射在缺鐵的葉子上，都可以使葉子恢復正常的綠色。土壤中雖含有很多的鐵，但大部分是處於難溶的化合物狀態，所以都是植物不可以吸收的。二價鐵離子過多，對植物生長也有一定的毒害。

(八) 微量元素

1. 錳素

錳素的不足，會破壞植物葉部葉綠素的形成和光合作用的

进行，而引起生长的停滞。适当浓度的锰溶液，能促进种子发芽和幼苗生长。

2. 硼素

植物体内含硼极少。但是在缺硼的情况下，植物的根、茎和芽等的生长，就会受到阻碍。此外硼对作物的开花结实和豆科作物根瘤的形成，有良好的促进作用。

3. 钼、锌和铜

钼是新近研究的微量元素。番茄和油菜等作物，如果绝对不供给钼，那么它们就不能利用硝态氮肥。在缺钼的情况下，植物体内维生素丙的含量会减少。钼可以促进大豆根瘤的形成并加强它的固氮作用。锌和铜对植物生长和体内营养物质的转化，以及开花结实都有一定的作用。

总之，作物生长发育对各种必要的元素是同时需要的，它们之间有一定的比例，过多过少或配合不当都会给作物生育带来不良的效果，而且各元素之间也不能互相代替。现在把作物缺肥的一般特征列表（表1）如下，供参考。

作物在营养比较完全的土壤或溶液中栽培，生长正常健壮。如果在缺乏某种营养元素的土壤或溶液中栽培，则生长不良。例如烟草的水培情况，见第1图。

表1: 作物缺肥的一般特征

	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	硫
禾本科作物	新叶黄色, 老叶枯死	叶与叶基部呈紫色	叶面具有黄绿色斑点, 茎生长不良	幼叶的尖端与边缘呈分裂, 生长点死亡	叶脉仍绿, 叶脉间呈黄色	叶片呈黄绿色至白色	叶色具有棕色或白色斑点
豆科作物	叶呈黄色, 生长弱, 自叶面至茎渐变黄	叶呈绿色, 生长缓慢, 矮小	叶面上有不规则的黄斑, 从顶端蔓延至两边, 后黄死部分死亡	白面黄斑或白斑, 老叶与茎有时死亡	老叶呈淡绿色, 叶脉附近仍为绿色		叶黄, 茎有绿色斑点
一般作物	叶色变淡黄色或黄绿色, 一叶老时枯死	叶色深绿或紫色, 有时有黄斑	老叶生黄斑, 近似黄斑病	根与叶的皮层组织脱落, 作物常早死			幼叶呈现黄斑, 扩大至全部叶子

附 注 解

〔注1〕元素: 元素是最简单的物质, 也是构成各种物质的基本单位物质。象水是由氢、氧两种元素化合而成的。氮、磷、钾、钙、铁等都是化学元素。

〔注2〕蛋白质: 蛋白质是一种含氮的有机化合物, 如鸡蛋白和种子中, 都含有大量的蛋白质。

〔注3〕酶: 是一种植物所特有的含蛋白质的物质, 它是有机物质的触媒剂, 有机物质的转化都要依靠酶来进行, 如淀粉通过酶的作用, 可以转化为葡萄糖。

〔注4〕叶绿素: 植物叶部含有许多绿色的细小颗粒, 叫做叶

綠粒。叶綠粒中所含的色素統称为叶綠素。它是叶部製造养料的重要物質。

〔注5〕光合作用：綠色植物从叶面气孔吸取空中二氧化碳（根部可以吸收一些二氧化碳）及由根部吸收水分和无机鹽（叶部气孔也可以吸收一些），通过叶綠素，借日光的能來合成有机物質的作用，称为光合作用（又叫做碳素同化作用）。根据最近的研究，根部也可以吸收二氧化碳，合成複雜的有机物質。

〔注6〕分蘖：多数禾本科植物（如稻、麥等）是不分枝的，但它們从莖的基部（地上或地下）的節上，可以由腋芽生出枝条，同时在節上，还形成不定根，这种現象称为分蘖（農民叫做發蘖）。

〔注7〕碳水化合物：含碳和水的化合物称为碳水化合物。如淀粉、蔗糖和纖維素等，都是碳水化合物。

〔注8〕纖維素、果膠：纖維素是碳水化合物的一种，各种麻皮以及作物莖秆中都含有多量的纖維素。果膠是細胞壁的組成成分之一。

〔注9〕細胞壁：把植物和动物体的任何部分切成薄片，放在顯微鏡下，可以看到它是由許多象蜂巢样的小腔所組成的，这些小腔称为細胞，細胞是組成生物体的基本單位。細胞外面一層的透明的膜壁称为細胞壁。

〔注10〕細胞核：細胞中間有一个核狀的粘滯性較大的膠体物質，叫做細胞核。

〔注11〕細胞質：細胞質也称原生質，是細胞內一种无色半透明、有彈性的膠体物質，它的化学成分主要是蛋白質，細胞質的运动性和感应性是生命的基本特性，所以它是生命的基础。

〔注12〕淀粉：淀粉是由植物光合作用制造成的，儲藏在植物的根部或种子中，它是一种白色而微有光澤的粉粒。薯类塊根和各种作物的种子中都含有淀粉。

〔注13〕新陈代谢：生物体内物質的变化过程，称为新陈代谢过程，新陈代谢过程包括同化作用过程和异化作用过程兩方面。光合作用合成有机質是新陈代谢同化作用过程的一面，而呼吸作用分解有机質并放出生命所需之能是新陈代谢异化作用过程的一面。同化作用和异化作用是有密切联系的統一的新陈代谢过程，也就是生命活动的过程。

〔注14〕离子：一种元素的原子，失去或得到电子而带电荷称为离子。各种养料都是以离子的状态被植物根所吸收利用。如草木灰溶

解于水，水溶液中就出現鉀离子。

〔注15〕**放射性鉀素**：能不断地、自發地放射出特种射綫的元素，称为放射性元素。放射性鉀是放射性元素的一种。

〔注16〕**硝态氮**：硝土和其他硝酸盐中所含的氮素，称为硝态氮。

〔注17〕**氨**：是含氮的有机物质腐敗时所發生的一种臭气，如厕所中的臭气主要就是氨。

〔注18〕**有机酸**：含碳、氢、氧的酸性物质，称为有机酸。有机物质經微生物分解，可以產生有机酸，如我們日常食用的醋，就是一种有机酸的稀溶液。

〔注19〕**土壤反应**：土壤溶液反应：指土壤溶液的酸碱的反应。它主要是由存在于土壤溶液中的氢离子和氢氧离子浓度的消長关系以及土壤膠体上所吸附氢离子量來决定。当土壤溶液中氢离子浓度超过氢氧离子浓度时，土壤呈酸性反应；反之，则为碱性反应。土壤溶液的反应以PH值來表示。一升土壤溶液中含有0.0000001或10.7克当量的氢离子时，PH为7，为中性反应，PH 7以下的为酸性反应，PH 7以上的为碱性反应。

〔注20〕**团粒结构**：土壤中細小的土粒膠結在一起成为大小适中而不易分散的粒子，称为团粒。这种土壤結構称为团粒結構。团粒結構的土壤，肥力最高。

〔注21〕**微生物**：土壤微生物是一种很小的、光靠肉眼看不到的生物。

〔注22〕**維生素乙₁**：又称为硫胺素氯化氢。植物体和人体中都含有它。在人体内的作用是能帮助碳水化合物在体内的氧化，防治脚气病。



第1圖 烟草在完全营养液及缺乏各种元素之营养液内生长情况
1.缺氮； 2.缺磷； 3.缺钾； 4.缺钙； 5.缺镁； 6.完全营养液； 7.缺硼； 8.缺硫； 9.缺锰； 10.缺铁。

二、合理施肥的条件

要有效地施用肥料，提高土壤肥力，满足植物对营养的需要，以达到提高单位面积产量的目的，必须根据当地气候、土壤、耕作、灌溉、作物种类和肥料性质等条件，合理地进行施肥。下面分别说明这些条件与施肥的关系。

（一）施肥与气候条件的关系

气候条件会影响土壤营养状况的变化和作物吸收营养的能力，从而影响到作物的生长和产量。因此施肥时必须考虑气候