



科学施肥新技术丛书

主编：杨先芬 梅家训 苏桂林

花生大豆油菜 芝麻施肥技术

HUASHENG DADOU YOUCAI ZHIMA SHIFEI JISHU



金盾出版社

“科学施肥新技术丛书”编委会

主任 董昭和 耿文清

委员 (以姓氏笔画为序)

丁习武	于国合	王 勇	王恩逊	孙淑珍
苏月明	苏桂林	李少泉	张少英	张永清
杨先芬	郑华美	俞立达	赵洪亮	段家祥
郝 静	高文胜	高中强	耿文清	柴兰高
常 红	梅家训	黄家祥	鲁 杨	曾英松
董昭和	漆智平	鞠正春		

主编 杨先芬 梅家训 苏桂林

编审 何致莹 杨振声

前 言

科学施肥是提高种植作物产量、品质和降低生产成本的重要因素。目前在作物种植中,盲目施肥、单一施肥、过量施肥的不合理用肥问题普遍存在。比较突出的是重视施用化肥,轻视施用有机肥;重视施用氮肥,轻视施用磷、钾肥和微量元素肥料;氮磷钾大量元素之间、大量元素和微量元素之间比例失调,肥料利用率仅为30%左右。这不仅降低施肥效果,增加生产成本,而且长此下去还会导致土壤退化、酸化和盐渍化,使种植作物大幅度减产,产品品质下降,给生产造成损失。

针对种植作物在施肥方面存在的实际问题,为普及施肥知识,做到科学、合理施肥,提高肥料利用率和土地产出率,发展高产、高效、优质农业,实现农业增产农民增收的发展目标,促进农业和农村经济持续稳定发展及提高中国加入世界贸易组织(WTO)后农产品的竞争实力,我们组织有关专家编写了“科学施肥新技术丛书”。丛书内容包括粮、棉、油、菜、麻、桑、茶、烟、糖、果、药、花等种植作物的科学施肥新技术,共19册。

该丛书从作物的生物学特性入手,说明作物生长发育所需要的环境条件,重点说明各种作物对土壤条件的要求,并以作物的需肥、吸肥特点为依据,详细介绍了施肥原理和比较成熟、实用的施肥新技术、新经验、新方法。其内容以常规施肥技术和新技术相结合,以新技术为主;以普及和提高相结合,以提高为主;以理论和实用技术相结合,以实用技术为主,深入浅出,通俗易懂,技术要点简明扼要,便于操作,对指导农民科

学施肥,合理施肥,提高施肥水平和施肥效果,将会起到积极的作用。同时,也是农业技术推广人员和教学工作者有益的参考书。

“科学施肥新技术丛书”编委会

2000年7月

目 录

第一章 花生施肥技术	(1)
一、概述	(1)
二、花生栽培的生物学基础	(3)
三、花生的生育时期及其生育特点	(14)
四、花生田的土壤改良及耕作措施	(20)
五、花生吸收营养元素的规律	(27)
六、花生肥料的种类、性质和效果.....	(37)
七、花生的施肥技术	(46)
八、花生不同种植方式的施肥技术	(54)
九、覆膜花生栽培技术规程	(60)
第二章 大豆施肥技术	(73)
一、大豆栽培的生物学基础	(74)
二、大豆对环境条件的要求	(82)
三、大豆需肥规律与营养	(84)
四、大豆施肥技术	(94)
第三章 油菜施肥技术	(101)
一、油菜栽培的生物学基础	(102)
二、油菜对土壤及养分的要求	(107)
三、油菜的科学施肥	(112)
四、油菜施肥技术	(119)
第四章 芝麻施肥技术	(123)
一、芝麻栽培的生物学基础	(124)

二、芝麻对环境条件的要求	(127)
三、芝麻吸收营养元素的规律	(129)
四、芝麻的施肥技术	(133)

第一章 花生施肥技术

一、概 述

花生,又名长生果,也叫落花生,还有把它叫做落地松、万寿果、落生、番豆、落花参、香芋、千岁子的。花生是我国主要的油料作物之一。由于它适应性强、营养价值高,种植已遍及全国。20世纪90年代以来,我国花生产业化程度逐步提高,花生生产、科研、推广、加工、利用、贸易等各个环节发展迅速,相互间协作日益紧密,初步发挥了花生产业的整体优势,大大推动了我国花生生产的发展。

我国花生栽培约有500年的历史。自19世纪末20世纪初,花生生产发展迅速。1949年,全国花生播种面积为125.4万公顷,平均每公顷产1011千克,总产126.8万吨。1998年全国花生收获面积、每公顷单产、总产分别为404万公顷、2901千克和1188.6万吨,比1990年分别增长了40%,34.3%和86.7%。

我国花生分布广泛,除西藏、青海、宁夏3省区外都有种植。花生种植主要集中在山东、河南、河北、广东、广西、四川、安徽、江西、江苏、福建、湖北、湖南、辽宁等13个省区。山东是我国花生生产最多的省份,1998年播种面积83.6万公顷,总产331万吨,面积和总产分别占全国的20.7%和27.9%。进入20世纪90年代,我国花生主产区内花生分布呈逐步扩散的趋势,花生种植范围进一步扩大。云贵高原、西北及东南丘陵等部分地区热量充足,降雨丰沛,适合花生生长发育需要,

花生面积均有不同程度的增加。

我国花生生产的发展与花生栽培新技术研究推广是相辅相成的。栽培技术由新中国成立初期总结群众经验,到现行的高产栽培技术研究,栽培技术由常规增产措施,发展到高产栽培技术规范,产量由低水平到高水平,发生了由量到质的变化,形成了一整套花生高产栽培技术体系。20世纪80年代以来,选育推广了海花1号、花37、粤油116、鲁花9号、8130、鲁花10号、鲁花11号等新品种,覆盖率达71%,花生单产大幅度提高。近几年又育成推广了鲁花14、鲁花15、花育16号、花育17号、豫花7号、豫花9号等一批高产、优质、适应性广的优良品种,并总结形成了配套高产栽培技术。小麦、花生两熟双高产种植,已成为山东、河南、河北等北方产区的主要种植模式。花生地膜覆盖栽培技术,已成为我国花生增产最重要的技术之一。AnM丰产栽培法,已在许多省市得到推广。为解决连作减产问题,推广了土壤翻转改良耕地法,连作花生专用肥,重茬改良剂TD等一系列技术。在传统施肥技术的基础上,总结推广了微肥、根瘤菌剂、稀土、钛微肥、植物生长调节剂、高吸水树脂等一批新产品新技术,一般增产5%以上,高者可达10%以上。

花生米有很高的营养价值,是人们喜食又利于健康的食品。通常含脂肪(粗油分)44%~54%,蛋白质24%~36%,糖类20%左右,并含有多种无机盐和维生素,味香可口。花生产量的不断提高推动了我国花生加工利用的发展,利用的途径和范围逐步拓宽。榨油仍是花生利用的主要途径,据统计,20世纪90年代,我国花生年均用于榨油比例占国内花生利用总量的58%,而用于花生食品加工和直接食用的占42%,比80年代增加了6个百分点。花生除加工传统食品外,还可加工成

花生饮料、花生肉等。

花生饼粕、花生秸秆、花生壳等可作畜禽饲料，弥补了我国精饲料的不足，促进了畜牧业的发展。

我国花生出口量占世界总量的 20% 左右，列世界第二位。花生出口产品质量显著提高，出口范围由东南亚地区发展到欧美等发达国家。

21 世纪初我国花生面积将基本稳定在现有水平上。依靠科技，提高花生单产，是发展花生生产的关键。随着新品种、新技术的推广应用，我国花生单产预计 2010 年将达到每公顷 3 750 千克以上。花生的开发利用仍有广阔的前景。

二、花生栽培的生物学基础

（一）根

1. 根的特征 花生为圆锥根系，由主根、侧根和众多的次生细根组成。胚轴及侧根基部在湿润土壤中也能发生不定根。主根由胚根直接长成，如果土层深厚，主根可深入土层 2 米左右，但根群主要分布在近地表 30 厘米的土层中。

2. 根的生长发育 种子发芽以后，胚根迅速生长，深入土层中成为主根，垂直向下延伸，如果碰到硬底或其他障碍物则向水平方向生长，直到绕过障碍物后，又转为向下生长。初生的侧根呈水平状态伸展，1 个月后渐次转向垂直方向生长。花生的根系发达，生长迅速，在田间栽培条件下，播种 5 天后，子叶尚未出土时，胚根已伸长 6 厘米左右。出苗时，主根已长达 19~40 厘米，侧根达 28~47 条，最长的 10~13 厘米。开花前，主根伸长到 70 厘米，根系分布范围迅速扩大到 60 厘米。始花后，主根生长缓慢，转入增粗生长及侧根、次生根的发育。

花生根系生长最适宜的土壤温度为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，温度过高或过低，都不利于根系的发育。最适宜的土壤水分占土壤最大持水量的 $60\%\sim 70\%$ 。土壤水分不足，根生长缓慢，甚至停止生长。在干旱的情况下，主根常向有水的地方深扎，而侧根生长不良。但土壤水分过多，缺乏空气，根同样发育不良，根短，侧根少，入土浅，分布范围也小。

3. 花生根瘤 花生和其他豆科植物一样，根上生有根瘤。花生的根瘤是由豇豆族根瘤菌，在适宜的环境条件下，侵入侧根后产生的。花生根瘤菌在土壤中时，带鞭毛，能游动，不能固氮。当花生出苗后，根瘤菌受某些根系分泌物如可溶性碳水化合物、有机酸、吡啶乙酸、硫胺素和生物素等物质的吸引，聚集在幼根的周围。同时根瘤菌还会分泌纤维素类物质，进一步粘附在宿主幼根上。通过表皮细胞进入皮层细胞，在其中分裂繁殖；受侵染的皮层细胞及其附近的细胞受刺激而发生不正常的强烈分裂逐渐扩大，形成肉眼可见的圆形根瘤。这时幼苗主茎已有 $4\sim 5$ 片真叶，幼根上的根瘤菌还不能固氮或固氮能力很弱，不但不能供给花生氮素营养，而且还要从花生植株体吸收氮素及碳水化合物来维持生长和进行繁殖。因此，幼苗期根瘤菌与花生是寄生关系。随着植株的生长，根瘤菌的固氮能力逐渐增强，花生开花以后才成为共生关系。开花盛期，固氮能力最强，是供给花生氮素最多的时期。花生需要的氮素，在低肥力不施氮肥的情况下，根瘤供氮可达 90% 左右，在一般中等肥力地块施用氮素化肥后，根瘤供氮可达 50% 以上。生育后期，根瘤往往破裂，根瘤菌重新回到土壤过腐生生活。

（二）茎

1. 茎的特征 花生的茎包括主茎和分枝。主茎直立，幼时截面呈圆形，中部有髓。盛花期后，主茎中上部呈棱角状，全

茎中空,下部木质化,截面呈圆形。主茎一般有15~20个节,有的品种在良好的栽培条件下可达30多个节。基部的茎节节间较短,中间的较长,而上部的又较短,茎通常为绿色,有的品种部分带有红色。

茎枝上生有白色的茸毛,茸毛的多少因品种而异。例如普通型丛生品种红安直立的茸毛稀疏而短,龙生型兰考多粒品种的茸毛则比较多而密,但环境条件对于茸毛的多少也有影响。同一品种,在干旱条件下生长的茸毛一般比较多。

品种间主茎的差异很大。蔓生品种主茎高度显著矮于丛生品种。同一品种栽培条件不同,主茎的高度变化很大。光照弱能使主茎的节数略有减少,但节间长度显著增加。水肥、高温能促进主茎生长,增加主茎高度。在水肥条件较好的田间,花生主茎的高度常随群体叶面积扩大而增高,所以主茎高度在一定程度上既能反映个体生长的好坏,又能反映群体的大小。花生产区群众常用主茎高度作为衡量花生个体生育状况和群体大小的一项简易指标。一般认为,丛生型品种主茎高度以40~50厘米为宜,超过60厘米则表示生长过旺,群体过大,极易倒伏;不足30厘米则为生长不良,长势弱的表现。

2. 分枝的发生规律 主茎出生的分枝称第一次枝(或称一级枝),在一次枝上出生的分枝称二次枝,以此类推,可有三次枝、四次枝,以至五次枝之多。第一、二条一次分枝从子叶叶腋间生出,为对生,通称第一对侧枝。第三、四条一次分枝由主茎第一、二真叶叶腋生出,为互生,但是由于主茎第一、二节的节间很短,紧靠在一起,看上去近似对生,所以又称第二对侧枝。第一对侧枝约在出苗后3~5天,主茎第三片真叶展开时出现,第二对侧枝约在出苗后15~20天,主茎第五、六片叶展开时出现。第一、二对侧枝是着生荚果的主要部位。在一般情

况下,第一、二对侧枝结果数占全株总果数的70%~80%。因此,栽培上促进第一、二对侧枝健壮发育十分重要。

第一对侧枝生出不久,其生长速度逐渐加快,始花后其长度即可接近或超过主茎。到成熟时,有的蔓生型品种第一对侧枝节数也可超过主茎,其长度可达主茎高度的两倍以上,丛生型品种第一对侧枝节数较主茎少2节左右,其长度则超过主茎,一般为主茎高度的1.1~1.2倍。长日照条件对主茎生长比对侧枝生长有更显著的促进作用。在上述情况下,丛生型品种会出现主茎长度超过第一对侧枝的情况。

单株分枝数的变化很大,同一品种的分枝数受环境条件影响很大。肥水不足通常能抑制分枝的发生和生长,尤其在氮、磷不足时表现更为明显。但在大田生产中,花生分枝数显著减少。高温对分枝的发生有不利作用,如夏播植株分枝数就明显少于春播。

一个品种的株型比较稳定,受环境条件影响较小。所以,株型是花生品种分类的重要性状之一。不同株型的品种在栽培上各有其优缺点。丛生型品种株丛紧凑,结荚集中,收割省工,因而播种面积发展很快。蔓生型品种结果分散,收割费工,因而播种面积逐年减少。但不少蔓生型品种具有抗风、耐旱、耐瘠等优点,丰产潜力亦不小,如能实现花生收获机械化,蔓生型品种亦有发展前途。

3. 胚轴的形态构造 花生根部与茎部维管束的初生结构有很大的区别。在根与茎的交界处,维管束的构造和排列有一转换的过渡区,这一转换的部位便是胚轴(子叶下胚轴),习惯上也称根茎。从形态学上看,胚轴属茎部,它的功能与茎相似,在种子萌发后胚轴即可向上伸长,将子叶推出地表。幼苗时的胚轴,皮层中含有大量的养分,是子叶养分的运转中心,

长成后，其上可长出不定根并形成根瘤。胚轴的生长与出苗有密切关系，在不良的外界条件影响下，胚轴伸长受到妨碍，或者由于播种时种子倒置，发芽后使胚轴出现弯曲，都会影响幼苗的出土。播种过深时，胚轴可以在一定范围内相应伸长，但由于消耗了大量养分，对幼苗和根的生长发育有极大影响。

（三）叶

1. 叶的特征 花生的叶可分为不完全叶及完全叶（真叶）两类。每一枝条上的第一节或第一、二节甚至第三节着生的叶都是不完全叶，称“鳞叶”，两片子叶亦可视为主茎基部的两片“鳞叶”。花序上每节着生1片桃形苞叶（即花的外苞叶），每朵花的最基部有1片二叉状苞叶（即花的内苞叶），这些都属于变态叶。

真叶由叶片、叶柄和托叶组成。叶片通常为4小叶羽状复叶，偶有多于或少于4片的畸形叶。小叶片的形状有倒卵、宽倒卵、椭圆形等。可作为识别品种的标志。小叶片全缘、边缘着生茸毛，叶片较光滑，叶背色较淡，主脉明显突起，并着生茸毛。叶脉为羽状网纹脉，有的品种叶脉和叶肉具有红色素。

花生的叶柄细长，一般2~10厘米，丛生型品种较蔓生型品种稍长，叶柄上面有一纵沟，从先端直达基部，基部膨大部分成为叶枕。小叶叶柄极短，基部也有叶枕，叶柄有输导和临时贮存有机养分的功能。在叶柄基部有两片托叶，约有2/3长度与叶柄相连，形状因品种而异，且受环境影响较少，可作为鉴别品种的依据。

2. 叶的生长发育 花生一生中主茎可着生18~22片真叶，有的品种在条件特殊良好时，可出生30多片真叶。第一对侧枝上的叶数，匍匐型品种多于主茎，丛生型品种比主茎少2片左右。外界条件对主茎或侧枝上的叶数有一定影响，但在—

般气候条件下,主茎和侧枝上的叶数变化较小。

主茎上各叶位的叶片按其出叶速度、叶形、C/N比(碳氮比)、叶片面积等特点,可分为4组:第一组为1~4叶,出叶快,每隔1~2天即可长出1片,C/N比值低,叶色深,叶面积小。不论哪一类品种,小叶均类似卵圆形,叶片大小在很大程度上取决于种子大小和播种深浅。第二组为5~8叶,出叶速度慢,每出1片叶需5~7天,C/N比值大,叶色转淡,叶面积逐渐加大。第三组为9~16叶,出叶速度逐渐加快,每出1片叶需4~6天,C/N比明显降低,叶色深绿,叶面积最大,叶形表现各种品种的固有特征。第四组为17叶以后,出叶速度明显变慢,每出1片叶需8~10天或10天以上,C/N比较高,叶色转淡,叶面积变小。花生叶的寿命因其着生部位不同而异,下部叶为60天左右,中部叶为45天左右,上部叶为38天左右。

3. 叶色及其变化 不同类型的花生品种叶色常有显著差异。一般来说,珍珠豆型品种叶色较浅,常为黄绿色,龙生型品种叶色较深,常为灰绿色。同一品种内,叶色深浅常因外界条件及内部营养状况改变而发生变化。因此,花生叶色变化可作为水、肥状况和植株内部营养状况的一项诊断指标。但叶色变化受许多因素影响,如土壤水分过多,缺氮,或植株生长旺盛而叶绿素的合成一时赶不上生长的速度时,都能使叶色变黄变淡,因此,以叶色变化作为营养诊断指标时,必须与其他方面的诊断相结合。

有些珍珠豆型品种在一生的不同生育时期中,叶色深浅表现规律性变化,苗期叶色较深,到始花前叶色开始转淡变黄,盛花、结荚期叶色又转深,进入饱果期又逐渐变黄。饱果期叶色正常转黄,有利于荚果发育,如果饱果期叶色始终浓绿,

则荚果不易饱满，秕果多。

4. 叶片的光合性能 花生为 C_3 (三碳) 植物，但其光合效率在 C_3 植物中是比较高的，其光合效率受群体叶面积、光照强度、二氧化碳浓度、气温、土壤水分等内外因素影响。

光照强度对光合强度有很大影响。光照强度很弱时，光合强度很低，当光减弱到某一水平，光合强度和呼吸强度相抵消，净光合强度等于零，这时的光照强度称为光补偿点。在光补偿点以上一定范围内，光照强度增加，光合强度直线增加，当光照强度再继续增加，光合强度的增长逐渐减慢，到某一光照强度水平时，光合强度便不再随光照的强度而提高，这时的光照强度称为光饱和点。一般认为 C_3 植物的光饱和点较低，但花生的光饱和点却相当高。

大气中二氧化碳的浓度对花生叶片的光合能力有很大影响。二氧化碳浓度在 30~50 毫升/立方米时，花生净光合强度等于零，在 50~600 毫升/立方米范围内，花生净光合强度随二氧化碳浓度的增加而直线增加。

花生叶片光合作用的适宜温度为 20~25℃，温度增高到 30~35℃ 时，光合强度就急剧下降。

土壤干旱导致叶片气孔收缩，并使叶肉细胞缺水，花生的光合强度降低。受旱的花生植株，在水分恢复正常后，其光合作用迅速恢复，有时甚至超过原来的水平，这说明花生对于旱有很强的适应能力。

(四) 花序和花

1. 花序 花生的花序属总状花序，在花序节的每一轴上的苞叶腋中着生 1 朵花，有的花序轴很短，只着生 1~2 朵或 3 朵花，近似簇生，称为短花序。有的花序轴明显伸长，可着生 4~7 朵花，偶尔着生 10 朵以上，称长花序。有的品种在花序

上部又出现羽状复叶,不再着生花朵,从而使花序转变为营养枝,有人称为生殖营养枝或混合花序。有些品种,有的侧枝基部可见到几个短花序着生在一起,形成丛生或“复总状”花序的现象。这种“复总状”花序实际上在分化初期是一个营养枝,其基部两个节上分化出两个总状花序,由于这一营养枝本身在分化过程中停止发育,未能伸出所致。

交替开花型的花生品种在主茎上均不着生花序。连续开花型品种则可在主茎上着生花序。实际上这种花序多数也是着生在一个营养枝的基部,由于这个营养枝未能伸出所致。在侧枝各节上,花序着生的方式有两种,一种是侧枝的每一节上均着生花序,称连续开花型或连续分枝型;另一种是在侧枝的基部1~3节或1~2节上只长营养枝,不长花序,其后的几节着生花序不长营养枝,然后又有几个节不长花序,如此交替地着生营养枝和花序,称交替开花型或交替分枝型。

我国栽培的某些连续开花型品种,第一对侧枝最基部的第一节或第一、二节,一般都长二次营养枝,在此二次枝基部,第一节鳞叶的叶腋内即能着生花序。有时,第一个二次枝基部第一节或第一、二节仍长出第三次营养枝,并在其基部第一节仍能发生花序。而交替开花型品种的二次枝的基部第一、二节仍长三次营养枝而不形成花序。

2. 花 整个花器由苞叶、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊组成。

花生在开花前,幼蕾膨大,从叶腋及苞叶中长出,一般在开花前1天傍晚,花瓣开始膨大,撑破萼片,微露花瓣,至夜间,花萼管迅速伸长,花柱亦同时相应伸长,次日清晨开放。据山东省花生研究所在莱西观察,开花时间多在早晨5~7点钟之间,6月份大都是在5点半钟左右,7~8月份大都在6点钟左右,9月份开花较晚,阴雨天开花时间延迟。开花受精后,当

天下午花瓣萎蔫，花萼管亦逐渐干枯。花的开放需要光的刺激，与气温亦有一定的关系。

花瓣开放前，长花药即已开裂散粉，圆花药散粉较晚。有的花被埋入土内，花冠并不开放，亦能完成授粉和受精。

授粉后，花粉粒即在柱头上发芽，花粉管沿花柱的诱导沟伸向子房的胚珠。在花粉管开始伸长时，生殖细胞又进行1次分裂形成两个精子。授粉后5~9小时，花粉管可达花柱基部，以后通过珠孔到达胚囊，花粉管靠近卵细胞，放出精子，一个精子与卵细胞结合成为合子，另一个精子与两个极核结合成为初生胚乳细胞。花生一般都为双受精，有时，也可以发生单受精现象，即只有卵子结合而极核未受精或极核受精而卵子未受精，这种单受精的胚珠一般都不能发育成种子。

从授粉到受精完成需要10~18小时。气温过高过低均不利于花粉发芽和花粉管伸长，低于18℃或高于35℃都不能受精。

花生植株各分枝、各节以及各花序上的花，大体按由内向外、由下向上的顺序依次开放。整个植株(或整个群体)开花期延续时间，在一般栽培条件下，珍珠豆型品种从始花到终花需50~70天，普通型品种需60~120天。如果气候适宜，有的品种在收获时还能见到零星花开放。

3. 花量及其影响因素 同一品种单株花量受植株营养生长状况、群体大小和环境条件的影响很大。低温使花芽分化过程延迟，从而使盛花期、终花期都向后推移。开花期间气温低于21℃就能使开花数量显著减少，气温23~28℃时开花最多，气温高于30℃，开花数亦会减少。土壤干旱会延迟花芽分化进程，但土壤水分过多，开花数量亦会减少。开花期空气湿度低亦会使开花数减少。氮、磷、钾、钙等各种营养元素不足都会阻碍花芽分化，从而影响开花数。在一定范围内，开花期营