



花生 高产高效 施肥新技术

张翔 主编
司贤宗 毛家伟 杨占平 副主编

中国农业科学技术出版社

S565.206.2

本书由河南省花生产业技术体系资助完成



花生 高产高效 施肥新技术

张翔 主编
杨占平 副主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

花生高产高效施肥新技术 / 张翔主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2015. 12
ISBN 978 - 7 - 5116 - 2503 - 8

I. ①花… II. ①张… III. ①花生 - 施肥
IV. ①S565. 206. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 012162 号

责任编辑 姚欢

责任校对 马广洋

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106636 (编辑室) (010)82109702 (发行部)
(010)82109709 (读者服务部)

传 真 (010)82106650

网 址 [http://www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850mm × 1168mm 1/32

印 张 6

字 数 150 千字

版 次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

定 价 25. 00 元

版权所有 · 翻印必究

《花生高产高效施肥新技术》

编 委 会

主 编：张 翔

副主编：司贤宗 毛家伟 杨占平

编 者：张 翔 司贤宗 毛家伟 杨占平

李 亮 董文召 寇长林 马政华

王守刚 余 辉 张景峰 商海峰

前 言

花生是我国主要的油料作物和经济作物之一。花生全身都是宝，花生子仁富含油脂和蛋白质，油用和食用兼备，是重要的食品和工业原料。花生植株和花生壳是优质饲料和肥料，综合加工利用价值高。近年来，花生种植技术尤其是机械化水平不断提高，加之种植效益好，带动花生种植面积逐年扩大，产量占全国油料总产量的一半以上，位居全国油料作物之首。花生在种植业结构调整、促进农业生态良性循环和农民增收方面的作用越来越显著。

花生属豆科作物，固氮能力较强，但是，合理施肥仍是花生高产的关键措施。我国花生种植区域广阔，生态环境多样，土壤肥力条件和种植方式差异很大，生产技术落后，使得施肥及其配套栽培措施在花生生产实践过程中出现不少问题，尤其是施肥量大、养分投入不合理、忽视中、微量元素施用、施肥方式不科学等现象十分普遍。要获得花生高产优质，实现施肥节本增效和环境友好的生产目的，花生一线生产技术人员和种植者必须了解花生的生育特点、营养规律、各种肥料的性质与特点、花生科学施肥技术等知识。鉴于花生生产实践中存在的施肥问题以及花生现代种植模式对施肥提出的新要求，结合国家对农业生产提出的“一控两减三基本”目标要求，笔者在总结自己和他人花生施肥技术研究新成果和生产实践经验基础上，编写了本书。

全书详细叙述了花生生长发育生态条件与花生生育特点，花生施肥技术原理，花生的生育特点与需肥规律，花生缺素症状及矫正措施，并以案例形式介绍了不同生产区域和种植方式下花生高产高效施肥新技术，河南省不同花生产区高产高效施肥技术方案等。目的是为河南省乃至黄淮地区花生现代种植模式提供新施肥技术途径。本书的编写得到了河南省现代农业花生产业技术体系和有关领导、专家的关心和支持，本书在编写过程中也参阅大量的文献资料，对此一并表示诚挚的感谢！

本书可供广大农业科技研究推广人员、农民技术员以及花生种植户等学习参考。但由于编者水平有限和时间仓促，书中存在不当和错误之处不可避免，恳请批评指正。

编 者

2015 年 12 月

目 录

第一章 花生生长发育生态条件与特点	(1)
第一节 花生生长发育的生态条件	(1)
一、环境温度	(1)
二、水分条件	(2)
三、光照条件	(3)
四、土壤环境	(3)
第二节 花生的生长与发育	(4)
一、花生营养器官与生长发育	(4)
二、花生生殖器官与生长发育	(7)
第三节 花生主要生育时期及其特点	(14)
一、花生播种出苗期的生育特点	(15)
二、花生幼苗期的生育特点	(16)
三、花生开花下针期的生育特点	(17)
四、花生结荚期的生育特点	(19)
五、花生饱果成熟期的生育特点	(19)
第二章 花生施肥技术原理与需肥特点	(21)
第一节 花生施肥技术基本原理	(21)
一、养分归还学说	(21)
二、最小养分律	(23)
三、同等重要不可替代律	(25)
四、报酬递减与米氏学说	(26)
五、因子综合作用律	(28)

第二节 花生营养吸收与转化规律	(29)
一、花生主要营养元素的生理作用	(29)
二、花生营养吸收能力	(34)
三、花生营养吸收转化特点	(36)
四、花生营养吸收分配规律	(40)
第三节 花生施肥基本方法	(41)
一、肥料效应函数法	(41)
二、目标产量法	(43)
三、地力水平分区(级)法	(46)
四、养分丰缺指标法	(47)
五、氮、磷、钾等营养元素比例法	(48)
第三章 花生营养缺素诊断及补救措施	(50)
第一节 花生营养缺素的诊断方法	(50)
一、花生营养缺素的影响因素	(50)
二、花生营养缺素的诊断方法	(51)
第二节 花生营养元素缺乏症状表现	(54)
一、田间判断花生缺乏营养元素的基本知识	(54)
二、花生缺乏大量营养元素的田间表现	(55)
三、花生缺乏中量营养元素的田间表现	(56)
四、花生缺乏微量营养元素的田间表现	(56)
第三节 花生营养缺素的补救措施	(58)
一、大量营养元素缺乏补救措施	(58)
二、中量营养元素缺乏补救措施	(59)
三、微量营养元素缺乏补救措施	(60)
第四章 花生肥料种类与精准施肥技术	(63)
第一节 花生肥料种类、性质及施用方法	(63)
一、氮、磷、钾肥料性质及施用方法	(63)

二、钙、镁、硫肥种类、性质及施用方法	(71)
三、微量元素肥料种类、性质及施用方法	(75)
四、有益元素肥料种类、性质及施用方法	(79)
五、复混(合)肥料种类、性质与施用方法	(82)
六、微生物肥料种类、性质及施用方法	(86)
七、有机肥料的种类、性质与施用方法	(90)
八、新型肥料的种类、性质与施用方法	(102)
第二节 花生精准施肥技术	(112)
一、花生精准施肥原则	(112)
二、花生测土配方施肥技术	(114)
三、花生种肥同播施肥技术	(122)
四、花生水肥一体化施肥技术	(123)
第五章 花生不同种植方式高产高效施肥技术	(129)
第一节 春花生施肥技术	(129)
一、春花生不同生育期的长势及评价指标	(129)
二、春花生需肥特性	(131)
三、春花生高产高效施肥技术	(133)
四、黄淮产区春花生高产高效施肥技术案例	(136)
第二节 夏花生施肥技术	(139)
一、夏花生生育特点	(140)
二、夏花生需肥特性	(144)
三、夏花生高产施肥技术	(145)
四、夏花生高产高效施肥技术案例	(149)
第六章 河南省不同花生产区高产高效施肥技术	
推荐	(155)
第一节 河南省花生种植区主要土壤养分特点	(155)
一、褐土	(155)

二、黄褐土	(156)
三、黄棕壤	(156)
四、潮土	(157)
五、砂姜黑土	(157)
六、红黏土	(158)
七、水稻土	(159)
第二节 豫南花生生产区施肥技术推荐	(159)
一、豫南花生生产基本状况	(159)
二、豫南花生生产区土壤养分状况	(160)
三、豫南花生生产区施肥方案推荐	(162)
第三节 豫东花生生产区施肥技术推荐	(163)
一、豫东花生生产基本状况	(163)
二、豫东花生生产区土壤养分状况	(164)
三、豫东花生生产区施肥方案推荐	(165)
第四节 豫中花生生产区施肥技术推荐	(167)
一、豫中花生生产基本状况	(167)
二、豫中花生生产区土壤养分状况	(167)
三、豫中花生生产区施肥方案推荐	(169)
第五节 豫北花生生产区施肥技术推荐	(170)
一、豫北花生生产基本状况	(170)
二、豫北花生生产区土壤养分状况	(170)
三、豫北花生生产区施肥方案推荐	(172)
第六节 豫西花生生产区施肥技术推荐	(173)
一、豫西花生生产基本状况	(173)
二、豫西花生区土壤养分状况	(174)
三、豫西花生生产区施肥方案推荐	(175)
参考文献	(177)

第一章 花生生长发育生态条件与特点

第一节 花生生长发育的生态条件

一、环境温度

花生原产热带地区，属于比较喜温作物，对环境温度和热量条件要求较高。在花生整个生育期间都要求有较高的环境温度，但不同生育阶段的对环境温度的要求有一定差异。

(1) 种子发芽与幼苗期 已经通过休眠期的花生种子，在一定的温度条件下才能发芽，不同类型的品种，发芽时的最低温度要求有一定的差异。珍珠豆型和多粒型的品种为 12°C ，普通型和龙生型的品种为 15°C 。发芽的最适宜温度为 $25 \sim 37^{\circ}\text{C}$ 。超过 37°C 时，发芽速度降低，达到 46°C 时，有些品种则不能发芽。

(2) 开花下针期 开花下针对温度的要求较高，开花的适宜日平均温度为 $23 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ，在这一范围内，温度与开花量呈正相关，当日平均温度低于 21°C 时，开花数量显著减少，若低于 19°C 时，则受精过程受阻，若超过 30°C 时，开花数量亦减少，尤其是受精过程受到严重影响，成针率显著降低。

(3) 荚果形成及成熟期 荚果发育的最适宜温度为 $25 \sim$

33℃，最低温度为15~17℃，最高温度为37~39℃。当超过39℃或低于15℃时，荚果则发育缓慢甚至停止生长。

二、水分条件

花生虽然比较耐干旱，但各个阶段要有适量的水分，才能满足其生育需求。据研究发现，花生每生产1kg干物质，需耗水450kg左右。一般情况下，北方春播普通型大花生，每公顷产量为2250~2625kg荚果，全生育期每公顷耗水3150~3450m³，相当于315~345mm的降水量，产量为3750kg/hm²荚果以上时，每公顷约需耗水4350m³以上，相当于435mm以上的降水量；南方的珍珠豆型花生，生育期较短，其耗水量一般比北方要少，若每公顷3000kg荚果，全生育期每公顷耗水1800~2550m³，相当于180~255mm的降水量。

花生各生育期对水分要求的总趋势呈“两头少、中间多”的需水规律。即幼苗期需水少，开花、结荚期需水多，饱果期需水减少。

(1) 发芽出苗阶段 种子发芽出苗需要土壤水分保持在最大持水量的60%~70%为宜。低于40%时，种子容易落干而造成缺苗，若高于80%时，则可造成土壤中的空气减少，也会影响发芽出苗。出苗至开花前这一阶段，根系生长快，地上部分的营养体较小，耗水量不多，土壤水分以土壤最大持水量的50%~60%为宜。若低于40%时，根系生长受阻，不仅幼苗生长缓慢，而且会影响花芽的分化，若高于70%时，会造成根系发育不良，地上部分生长瘦弱，节间伸长，影响开花结果。

(2) 开花下针期 花生开花下针阶段，既是植株营养体迅速生长的盛期，也是大量开花、下针、形成幼果，生殖生长

的盛期，是花生一生中需水最多的阶段。土壤水分以土壤最大持水量的 60% ~ 70% 为宜。水分过低时会造成中断开花，若水分过多，排水不良，土壤通透性差，而影响根系和荚果的发育，也会造成植株徒长倒伏。

(3) 荚果发育至成熟阶段 花生植株营养体的生长逐渐缓慢以至停止，需水量逐渐减少。荚果发育需要适量的水分，土壤水分以土壤最大持水量的 50% ~ 60% 为宜，若低于 40%，会影响荚果的饱满度，若高于 70%，也不利于荚果的发育，甚至会造成烂果。

三、光照条件

花生属于短日照作物，一般来说，花生对光照的要求并不严格。但不同类型品种对日照的敏感性有一定的差异，北方品种对日照的反应不敏感。光强（光的辐照度）不足影响光合作用，使同化率降低，光合产物不足时，生长前期导致生长不旺，后期影响荚果发育。

四、土壤环境

花生是地上开花地下结实的作物，对土壤的要求是以耕作层疏松、活土层深厚的沙壤土最为适宜。据山东省花生研究所测定，每公顷荚果 7 500kg 以上的地块，其土体结构是全土层厚度在 50cm 以上，熟化的耕作层在 30cm 左右，结荚层是松软的沙壤土。上层通气透水性好，昼夜温差大，下层蓄水保肥力强，热容量高，使土壤中水、肥、气、热得到协调统一，有利于花生生长和荚果的发育。

第二节 花生的生长与发育

一、花生营养器官与生长发育

(一) 花生根系及其生长发育

花生的根系由主根和侧根组成，呈圆锥形生长。种子播入土壤后吸水萌动，胚根首先突破种皮，垂直向下伸长，深入土中形成主根。花生出苗时主根长可达 19 ~ 40cm，至花生始花期，主根长可达 60cm 以上，成熟植株的主根长可达 2m，一般为 60 ~ 90cm。花生主体根系分布在 0 ~ 30cm 的土层内（约占根总量的 70%）。根系分布直径，匍匐型品种可达 80 ~ 115cm，直立型品种约为 50cm。

随着主根的生长，侧根在主根周围生出，开始时近似水平生长，长度可达 45cm，此后转向垂直向下生长。侧根于地表下 15cm 土层内生出最多。随着一次侧根的生长，2 ~ 7 次侧根（直立型品种 5 次、匍匐型品种 7 次）相继长出，最终形成花生庞大的根系。直立型品种一般在幼苗期产生 4 次侧根，第 5 次侧根发生在花针期，以后侧根继续发生和生长，但侧根次数不再增加。所以，生育前中期，特别是苗期，是直立型品种根系生长和发生的主要时期；匍匐型品种 1 ~ 5 次侧根的发生与直立型品种相同，第 6、第 7 次侧根发生在花生结荚期和饱果期，因此，此类品种的根系更为庞大。

花生根系的生长因品种类型、土壤结构、土壤水分状况和栽培措施的不同而有很大差别。普通型品种根系分布深而广，珍珠豆型品种根系分布浅。在普通型品种中，晚熟爬蔓品种根系规模明显大于中熟直立品种。根系在土壤中分布深而广的品

种，一般具有较强的抗旱耐瘠能力。土层深厚、质地良好的土壤，有利于根系充分生长。花生根系生长的适宜土壤含水量为田间最大持水量的 70% 左右，土壤水分过多会影响根系的呼吸，不利于花生根系的生长。土壤干旱对花生生育初期的浅土层根系影响较大，但适度的干旱反而有利于根系向纵深发展。栽培措施对花生根系生长也有相当影响，如增加密度可促进根系向纵深发展；清棵、深耕、松土、合理施肥和地膜覆盖栽培等都有利于根系的生长。

花生根部着生许多根瘤，具有固氮能力。着生在根茎和主侧根基部的根瘤较大，固氮力较强；着生在侧根和次生细支根上的根瘤较小，固氮能力较弱。根瘤形成初期，根瘤菌的固氮活动很弱，不但不能供给花生氮素营养，还需吸收根系的营养来维持它的生命。根瘤菌的固氮能力随着花生生育进程逐渐增强，到始花后已能为花生供应更多的氮素营养，此时根瘤菌与花生成为“共生”关系；至花生结荚初期，根瘤菌固氮能力达到最强，是为花生供氮最多的时期。

（二）主茎与分枝及其生长发育

花生的主茎直立，一般具有 15 ~ 25 个节间，上部和下部的节间短，中部的节间较长。一般不直接着生荚果或很少着生。主茎生长高度与品种和栽培条件有关，通常 15 ~ 75cm。相同栽培条件下，丛生品种高于蔓生品种。光照不足使主茎变得细弱，节数减少，节间伸长，高度增加。高水肥条件或密度过大的田间由于叶面积大，光照弱，也使节间伸长，主茎增高。

花生茎具有三大基本功能，即输导养分与光合产物、支持叶片和临时储存养分。根部吸收的水分、矿质元素和叶片合成的有机物质，都要通过茎部向上和向下运输；叶片靠茎的支持

才能适当地分布空间，进行光合作用。花生茎部积累的营养物质在生长后期逐步运转到荚果中。

花生出苗后 3~5d，从子叶叶腋间生出第 1、第 2 条一次分枝，称为第 1 对侧枝；出苗后 15~20d，从主茎上第 1、第 2 真叶叶腋生出第 3、第 4 条一次分枝，称为第 2 对侧枝。第 1 对侧枝和第 2 对侧枝长势都很强，这两对侧枝及其发生的两次分枝构成花生植株的主体，并且是着生荚果的主要部位。

花生主茎与分枝的生长受环境条件影响很大，长日照可明显促进主茎的生长，生长在较长日照下的丛生型品种，其主茎高往往超过侧枝长；光照弱能使主茎节数略有减少，但节间长度显著增加，主茎变长，侧枝的生长受到抑制而明显变短；水肥条件好，明显促进主茎和侧枝的生长，使其变长，但对主茎节数影响不大。

花生单株分枝数变化很大。连续开花型品种分枝少，一般 5~6 条至 10 多条，个别品种只有 4 条；交替开花型品种分枝数一般在 10 条以上。疏枝型品种，单株分枝数不超过 10 条，有效枝占总分枝的 90% 左右。同一品种，肥水不足或密度过大，使单株分枝数减少。夏播花生分枝数一般少于春播花生。

（三）花生叶及其生长发育

花生的真叶为羽状复叶，由叶片、叶柄和托叶 3 部分组成。叶片在茎枝上均为互生，每片复叶一般由 4 个小叶组成，但也有少于 3 个和多于 5 个的畸形复叶。4 个小叶两两对生在叶柄上部，小叶的形状有椭圆、倒卵圆、长椭圆和宽倒卵圆 4 种。花生的叶柄细长，一般为 2~10cm，叶柄上生有茸毛，其多少与品种、干湿环境条件和叶子出生时间有关。叶柄基部有两片托叶，托叶的下部与叶柄基部相连，它的形状因品种而异，可作为品种鉴别的标志之一。

花生主茎一般可着生 20 片叶左右。品种间主茎叶片数存在差异，生育期长的晚熟品种一般多于生育期短的品种。外界条件对品种主茎和侧枝叶片数有一定影响，但在一般气候条件下，一个品种主茎和侧枝上的叶片数相对稳定。

花生叶片具有很高的光合潜能，在幼苗期每平方米叶面积可同化 CO_2 4 ~ 5g/h，接近玉米和超过大豆的净光合生产率，不过生产中受光照强度、 CO_2 浓度、气温、土壤水分、叶位和叶龄等的影响很大。主茎上叶片比侧枝叶片大，其生成的光合产物大部分运向植株其他部分，对根系生长、侧枝的发生发育和开花结荚都有重要作用。

花生叶片有感夜运动或睡眠运动的机能。每到日落或阴天下雨，复叶相对生的 4 个小叶就会自动闭合，复叶下垂，至翌日晨或晴天时，小叶片重新开放，复叶柄隆起。这种运动主要通过叶枕上半部薄壁细胞内的膨压变化来控制。

花生叶片还有明显的向阳运动。为确保叶片良好的光合状态，在早晚阳光斜照时，植株上部叶片常朝阳光竖立起来，使叶正面对向太阳，并随太阳的转动而不断变换角度，保证叶片正面对向太阳。此外，遇高温或烈日直晒时，顶部叶片又上举直立，以避免强光。

二、花生生殖器官与生长发育

（一）花器官及其生长发育

1. 花生花器官的结构

花是花生主要生殖器官。花生花器官由内外苞叶、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊组成。花生外苞叶较短呈桃形，着生在花序轴上，包围在花的外面；内苞叶较长，约 2cm，先端形成二分歧状，位于花萼外。花萼由花萼管和萼片组成，花萼管细长，