



# 花生栽培生理

山东省花生研究所 主编

5201  
9

上海科学技术出版社

# 花生栽培生理

山东省花生研究所 主编

上海科学技术出版社

## 编写人员

张高英 王在序 崔 澧  
姚君平 盖树人 毛兴文  
张思芬

## 花生栽培生理

山东省花生研究所 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

本书由上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 8.125 字数 377,000

1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷

印数 1—11,800

ISBN 7-5323-2209-2/S·243

定价: 2.75 元

## 编者的话

建国以来，我国从事花生科技工作的人员在花生栽培生理方面进行了大量的科学研究工作，取得了不少的成果。为了将这些成果转化成生产力，进一步推动我国花生栽培和有关科研教育事业的发展，为四个现代化服务，我们编写了这本《花生栽培生理》。本书主要阐述在栽培条件下，花生的生长发育和其他重要生理功能的特点，以及生产上所采用的高产栽培措施及其实质。因此，花生栽培生理既是花生栽培的直接理论基础，又是不断探讨新的增产措施的分析依据。

本书在内容安排上，前四章系统阐述了花生的品种类型、花生的形态特征和从种子萌发到荚果成熟一生中各生育阶段的生长发育规律及其与外界环境条件的关系，第五至十一章阐述了花生几个重要生理功能特点及其在外界环境条件下的变化规律，最后一章介绍了计算机模拟在花生上的研究应用概况。本书理论联系实际，适合广大从事花生科研教学和生产技术推广工作者的参考。书末还附有花生栽培生理的一些实验方法和观察记载标准。

参加本书编写的人员有山东省花生研究所王在序、姚君平、盖树人、毛兴文、张思苏，山东农业大学张高英，山东省农业资源区划研究所崔澧等同志。插图由山东省花生研究所蓝孝运同志绘制。由张高英、王在序进行了本书的统稿工作。除编写人员外，莱阳农学院沈毓骏教授也参加了本书的审稿工作，付出了辛勤的劳动，谨此表示真诚的感谢。

由于我国花生科学研究的历史较短，编写人员的水平有限，缺点错误难免，深切希望读者予以批评和指正。

1990年5月

• • •

# 目 录

<b>第一章 花生的分类和类型</b> .....	1
一、栽培花生亚种的区分.....	1
二、花生的变种.....	5
<b>第二章 花生营养器官的形态特征和发生发育</b> .....	10
一、花生种子的萌发及出苗.....	10
二、花生营养器官的发生与生长.....	17
<b>第三章 花生生殖器官的形态特征和发育</b> .....	28
一、花序和花器构造.....	28
二、花芽分化过程及其影响因素.....	31
三、开花受精过程及其影响因素.....	40
四、果针形成和入土.....	43
五、荚果发育.....	45
<b>第四章 花生的生育过程</b> .....	59
一、营养器官发生和生长的规律性.....	59
二、生殖器官发生和生长的规律性.....	64
三、干物质积累的规律性.....	65
四、花生生育时期的划分及各生育时期的生育特点.....	67
<b>第五章 花生的光能利用与合理密植</b> .....	77
一、花生光合作用.....	77
二、花生的光合性能.....	81
三、花生群体的光能利用.....	89
四、花生的合理密植.....	94
<b>第六章 花生高产的生理分析及高产途径</b> .....	99

一、花生高产潜力的估算 .....	99
二、高产花生的产量构成因素 .....	100
三、高产花生群体的光合性能 .....	101
四、高产花生的生育动态 .....	104
五、花生高产的基本途径和措施 .....	111
<b>第七章 花生需要的营养元素及施肥的生理基础</b> .....	<b>118</b>
一、花生所需的营养元素及其生理功能 .....	<b>118</b>
二、花生吸收养分的特点 .....	121
三、花生对营养元素的吸收利用率 .....	125
四、花生植株体内营养元素的分布和积累 .....	<b>129</b>
五、花生的经济合理用肥 .....	<b>133</b>
<b>第八章 花生的水分生理与灌溉排水</b> .....	<b>137</b>
一、水分对花生生长的生理作用 .....	<b>137</b>
二、水分的吸收与散失 .....	<b>138</b>
三、土壤干旱和过湿对花生生育的影响 .....	140
四、花生的需水规律 .....	149
五、花生田的灌溉与排水 .....	154
<b>第九章 植物激素及其在花生上的应用</b> .....	<b>161</b>
一、植物激素的种类 .....	<b>161</b>
二、植物生长调节剂在花生栽培中的应用 .....	164
<b>第十章 花生地膜覆盖栽培的生理基础及技术要点</b> .....	<b>181</b>
一、花生地膜覆盖栽培的发展和增产效果 .....	181
二、花生地膜覆盖栽培的增产原理 .....	183
三、花生地膜覆盖栽培的主要技术 .....	<b>187</b>
<b>第十一章 花生收获贮藏的生理基础</b> .....	<b>205</b>
一、收获期与产量品质的关系 .....	205
二、花生成熟的标志和适期收获 .....	208
三、晒种和加温干燥技术对种子质量的影响 .....	211
四、荚果贮藏与环境条件的关系和安全贮藏 .....	<b>218</b>

<b>第十二章 花生生长计算机模型</b> .....	<b>219</b>
一、作物生长计算机模型的概念和发展概况 .....	219
二、花生生长的计算机模型 .....	222
三、一个简化实例——PENUTMODB.....	231
<b>附录</b> .....	<b>239</b>
一、生理测定的一些基本方法 .....	239
二、花生品种特征特性及观察记载标准说明 .....	247



## 第一章 花生的分类和类型

落花生(*Arachis hypogaea* L.) 简称花生, 地方名有落生、长生果、长果等, 英国名 Groundnut, 美国称 Peanut。在植物分类学上, 属于豆科(Leguminosae)、蝶形花亚科(Papilionoideae)合萌族(Aeschynumeneae)柱花草亚族(Stylosanthinae)花生属(*Arachis* L.)。所有花生属植物的共同特征是地上开花、地下结果。花为黄色蝶形花, 一体雄蕊。已经有效命名的花生属植物为 22 个种, 还有许多尚未有效命名, 广泛分布在南美洲的巴西、玻里维亚、阿根廷等地, 落花生是其中已知的唯一的栽培种。已证明, 公元前 1200~1500 年古代的印第安人已在秘鲁种植花生。以后花生传入西非和东南亚, 在那里又发生大量变异, 形成了众多的品种资源。目前, 在印度的国际半干旱热带作物研究所(ICRISAT)已征集到约 1 万份花生属种质资源, 美国的花生种质资源约 4000 份, 我国曾经搜集保存过 2000 余份花生品种资源, 非洲的塞内加尔也搜集有 2000 份左右的品种资源。目前国际通用克拉波维克斯(Krapovickas)提出的分类方案, 将落花生(*Arachis hypogaea* L.) 根据其分枝型的不同分为两个亚种, 每一亚种再分为两个变种。

### 一、栽培花生亚种的区分

区分花生亚种的基本性状是分枝型。所谓分枝型在国内

习惯称为开花型,是指花生主茎上和侧枝上营养枝(一般的分枝)和生殖枝(花序)的着生与分布状况(图 1-1)。

交替分枝型 (Alternative branching pattern) 是主茎上不着生生殖枝(花序),即主茎上不开花,在第 1、2 级侧枝的第

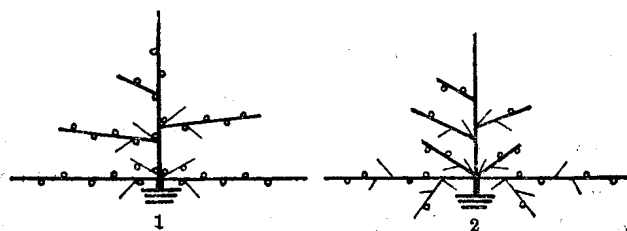


图 1-1 花生开花型模式

1. 连续开花型 2. 交替开花型

1、2 节只着生营养枝(分枝)不着生花序(即不开花),第 3、4 节着生花序,以后又有 2 节着生营养枝,然后 2 节着生花序,即在侧枝的节上分枝与花序交替发生,即称为交替分枝型。典型的交替方式是 2:2,即 2 个分枝和 2 个花序交替发生,但亦有 3:1 或 1:3 等多种方式。凡是交替分枝型的即归为 *ssp. hypogaea*(交替开花亚种或称密枝亚种)。连续开花型(sequential branching pattern)是主茎上各节均能发生生殖枝(花序),即主茎上可能开花,在侧枝的各节上均能发生生殖枝,最典型的品种在侧枝的每一节上都可着生花序,但目前在生产上应用的多数主茎开花的品种,在一级侧枝的第 1 或 1、2 节上发生二级分枝,以后各节均能连续开花,而在这些二级分枝上基部第 1、2 节均能形成花序。这些都属于连续开花型,凡具连续开花型的品种,均归为 *ssp. fastigiata*(连续开花亚种或疏枝亚种)。

区分两大亚种主要的性状是分枝型,但在形态学和生物

学性状方面亦表现明显的差异。

### 1. 分枝性有明显差异

交替开花亚种二级分枝多，而且可能发生相当多的三级分枝，甚至发生四级、五级分枝。而连续开花亚种的品种一级枝二级枝都有限，一般不发生三级分枝，单株分枝数显著少于交替亚种。所以，往往将交替开花亚种称为密枝亚种，连续开花亚种称为疏枝亚种。由于交替开花亚种分枝多，单株叶片数亦就显著多于连续开花亚种。

### 2. 生育期长短不同

连续开花亚种在第一对侧枝的第1节上就可能着生花序（或在第一对侧枝第1节上的二级分枝的第1节），而交替开花亚种一般在第一对侧枝的第3或第4节才能着生花序。已知，连续亚种的品种在成熟种子内即可形成花序原基，在播种后出苗时第一花序即可能分化出二叉状苞或花萼裂片，而交替开花亚种的品种通常在出苗后主茎2或3叶展开时才能进入第一花序的分化期，因而，两者始花期早晚有明显差异。加上连续开花亚种始花后单株开花集中，很快进入大量开花的盛花期，因而大量的荚果形成早，植株成熟早。而交替开花亚种不仅始花晚，而且始花后开花亦比较分散，大量开花的盛花期晚，因而大量荚果成熟期参差不齐，表现成熟晚。由于大量地进行亚种之间杂交育种，新育成的品种往往具有中间型的特点。但一般而言，连续开花亚种都是早熟或中熟，交替开花亚种多属晚熟或中晚熟。

### 3. 生理特性上有明显的区别

对不同亚种在生理特性上的差别还没有进行过系统的研究。但已有证据表明，两大亚种在生理特性上确有明显的差异。已知，交替开花亚种的种子一般休眠性强，而连续亚种则

休眠性很短或甚至无休眠期。不同亚种对结果层土壤缺 Ca 的反应亦不同, 已有许多报道, 交替亚种中的普通型对结果层土壤缺 Ca 敏感, 结果层缺 Ca 容易表现“空果”、“黑胚芽”等状况, 而属于连续亚种的珍珠豆型品种则表现不敏感, 受结果层缺 Ca 的影响较小。与此有关的是, 交替开花亚种对结果层干旱表现敏感, 而连续开花亚种不敏感。再如, 连续开花亚种花冠凋谢的时间比交替亚种的晚, 与此类似, 连续亚种叶片在傍晚闭合的时间晚, 而早晨展开的时间早。据报道, 连续亚种的品种在早晨光照达到 150~200 勒克斯时叶片才开始展开, 而交替亚种则要到光照 250~500 勒克斯时叶片才开始展开, 这表明, 两个亚种之间, 在叶片开闭、花冠的凋谢时间对光的感应有不同。连续开花亚种的珍珠豆型品种光合作用的光补偿点(约为 600~700 勒克斯)低于交替亚种的品种(约 1300 勒克斯)。

此外, 还有报道, 连续亚种施用氮肥常表现增产, 交替亚种则反应较差。

#### 4. 生化上的差别

不同亚种籽仁中脂肪的脂肪酸组成亦有明显的差异, 连续开花亚种籽仁中脂肪的脂肪酸组成中, 油酸少, 亚油酸多, 油酸/亚油酸的比率低, 通常在 1.00 左右, 而典型的交替开花亚种的油酸/亚油酸比率通常在 1.60 以上(表 1-1)。

亚油酸多, 油脂易在空气中氧化, 制成的食品或食油耐贮性差。亚油酸亦是花生仁许多气味成分的前身, 因此, 亦影响到食味品质。

此外, 还有报道, 不同亚种细胞中去氧核糖核酸的含量有差异, 这表明两者在染色体结构方面可能有差异, 如曾经发现, 亚种间杂交的杂种一代发生三价体或六价体的频率甚高,

表 1-1 不同花生亚种油脂中的不饱和脂肪酸内油酸亚油酸含量的比较

(青岛商品检验局, 1982)

品 种	所属亚种	油酸(%)	亚油酸(%)	油酸/亚油酸 (O/L)
蓬萊一窩猴	交替	51.6	28.05	1.84
栖霞老抱鸡	交替	50.1	27.9	1.79
蒙阴半站秧	交替	50.7	28.8	1.76
平邑大麻叶	交替	49.6	29.9	1.66
泰安半蔓	交替	52.3	27.5	1.90
莱芜大花生	交替	51.8	28.0	1.85
伏花生	连续	40.4	37.5	1.08
白沙 1016	连续	38.1	40.1	0.95
徐州 68-4	连续	39.2	40.2	0.98

育性有所降低等。

亚种之间在形态学上亦有明显差异, 如连续亚种叶形多为椭圆, 叶片较大, 叶色较淡; 而交替亚种一般叶形为倒卵形, 叶片较小, 叶色较深。不过, 由于亚种间杂交产生了一些新的品种, 在性状组合上常有交叉, 出现一些中间类型。所以这些形态学差异不能作为区分亚种的依据。

## 二、花生的变种(类型)

1951年Gregory根据花生的分枝型及荚果性状, 将美国的花生品种分为弗吉尼亚型、西班牙型和瓦棱西亚型三个类型, 1956年我国孙大容提出将花生分为四大类型, 区分四大类型的主要依据是开花型, 其次是荚果性状。1958~1960年

克拉波维克斯提出一个二级的花生种内分类方案，首先依据分枝型将栽培花生分为两个亚种，在每亚种之下，又以荚果性状为主，各分为两个变种。其分类系统如下：

*A. hypogaea* L. (栽培花生)

ssp. *hypogaea* (交替亚种或密枝亚种)

var. *hypogaea* (virginia type, 普通型)

var. *hirsuta* (peruvianian type, 龙生型)

ssp. *fastigiata* waldron (连续亚种或疏枝亚种)

var. *fastigiata* (valencia type, 多粒型)

var. *vulgaris* Harz (spanish type, 珍珠豆型)

在交替开花的交替亚种之内，主要根据荚果形态分为两个变种，凡荚果的果壳厚、网纹浅而粗、果嘴与龙骨不突出者属普通型；凡果壳较薄、网纹深、果嘴与龙骨突出者属于龙生型。在连续亚种之内，同样以荚果形态为主，分为两个变种。凡荚果果壳厚、网纹粗浅、果嘴不突出者则属于多粒型；凡果壳薄、网纹细、一般每荚两粒者属珍珠豆型。克拉波维克斯的四个变种与孙大容的四大类型，以及Gregory早先提出的植物学类型，尽管在分类性状的具体描述上有所差别，但实际上都是同一分类单位，彼此可以通用。

var. *hirsuta* = 龙生型

var. *hypogaea* = 普通型 = 弗吉尼亚型

var. *fastigiata* = 多粒型 = 瓦棱西亚型

var. *vulgaris* = 珍珠豆型 = 西班牙型。

四大类型的品种在植株性状等许多方面也都有相当明显的差异(表 1-2)。

普通型花生曾是我国分布最广、栽培面积最大的类型，亦是我国出口花生的主要类型，主要分布在北方大花生区及长

表 1-2 花生四大类型特征特性比较

亚种	密枝亚种	密枝亚种	疏枝亚种	疏枝亚种	
类型	普通型	龙生型	珍珠豆型	多粒型	
开花型	交替开花	交替开花 <sub>g</sub>	连续开花	连续开花	
荚果形态	果形	普通形, 二室, 果大或中	曲棍形, 二室以上, 少数二室	葫芦形或茧形, 二室, 果中或小	串珠形, 三室以上
	果壳	厚, 网纹浅而粗, 果嘴不明显或明显	薄, 网纹深, 果嘴突出	薄, 网纹细, 果嘴明显或不明显	厚, 网纹粗浅, 果嘴不明显
种子	大或中粒, 椭圆形, 休眠期较长	中小粒, 圆锥或三角形, 表面无光泽, 常有褐色斑点, 休眠期长	中或小粒, 圆形或桃形, 休眠期短或无	小粒, 圆柱形或三角形, 休眠期短	
分枝性	侧枝多, 有第三次以上侧枝	侧枝多, 有第三次以上侧枝	侧枝少, 第三次侧枝很少	侧枝最少, 无第三次侧枝	
茎枝及株形	丛生或匍匐, 粗细中等	匍匐, 较细, 密生较长茸毛	丛生, 茎枝较粗	丛生, 茎较高大, 粗壮, 后期倾侧, 有花青素	
叶片	叶倒卵形, 中等大小, 绿色或深绿色	倒卵形, 叶色灰绿	椭圆形, 大, 叶色绿或淡绿	椭圆形, 大, 叶色绿或淡绿	
叶片闭合时间	闭合较早, 展开较晚	闭合早, 展开较晚	闭合较晚, 展开较早	闭合较晚, 展开较早	
花凋谢时间	早	早	晚	晚	
熟性	中熟或晚熟	多数晚熟	早熟	最早熟	
对结果层缺钙反应	敏感	?	不敏感	不敏感	
果针入土深浅	较深	深	浅	浅	
发芽要求温度	较高	较高	较低	较低	

江流域夏作花生区。按其株型可分丛生和蔓生两个亚型或分为直立、半蔓、蔓生三个亚型。蔓生型的品种多耐旱耐瘠，解放前和解放初期面积很大，由于收刨费工，损失较多，目前已很少种植。目前我国种植普通型花生几乎全为丛生，但在美国几乎全为蔓生。

龙生型花生在我国通称本地小花生或蔓性小花生，在我国种植最早，分布甚广，由于结果分散，果针入土深，易折断，收刨费工、损失大，种植面积已大为减少，在许多省基本绝迹。但龙生型品种抗旱耐瘠性很强，在薄沙地上产量相当稳定，在有的地区，仍保持相当面积。

珍珠豆型花生原来主要分布在南方春秋两熟花生区和东北早熟花生区，由于一些早熟高产的珍珠豆型中粒品种相继育成，如伏花生、白沙 1016 等，以及由于耕作制度改革的需要，珍珠豆型花生栽培面积扩展很快，已超过普通型而成为我国主要花生类型。

多粒型品种早熟或极早熟，适应东北等生长期短的地区，在山东等地种植，单株生产力不高，而茎枝又高大，易徒长，不宜密植，丰产潜力较小。目前在东北早熟花生产区还有栽培。

四大类型之间均能自由杂交，产生结实正常的后代，但有的试验表明，亚种间杂种常表现不同程度的优势，尤其是多粒型与普通型杂交优势更强，有人认为多粒型是连续亚种的原始类型，而珍珠豆型则是由多粒型与普通型杂交产生的。但有的研究者根据染色体组型和酯酶同功酶相似值的分析，认为珍珠豆型和龙生型更接近于野生种。

由于亚种、类型之间杂交的大量开展，选育出许多具有中间性状的生产品种，这些品种很难划归四大类型中的任一类



型, 暂将它们归为中间型。

目前各地区根据生产需要, 通常按生育期长短把花生分为早熟、中熟、晚熟三类。早熟品种生育期(以春播常规播期为准)在130天以下, 中熟品种生育期为130~160天, 晚熟品种生育期为160天以上。再按籽仁大、中、小分为三类, 百粒仁重大于80克者为大粒品种, 50~80克者为中粒品种, 小于50克者为小粒品种。

#### 参 考 文 献

- [1] 山东省花生研究所(主编), 中国花生栽培学, 上海科学技术出版社, 1982。
- [2] 孙大容等, 花生原始材料研究, 1956。
- [3] 周蓉等, 花生属植物酯酶同功酶的初步研究, 全国第一届花生学术讨论会论文集(一), 1989。
- [4] Stalker, H. T., 1983, Cytotaxonomy of Arachis in Cytogenetics of Arachis-Proceedings of an International workshop pp. 65~80.
- [5] Smart, J. and H. T., stalker, 1983, Speciation and Cytogenetics in Arachis. in Peanut Science and Technology 21~49. APRES. Inc.
- [6] Hammons, R. O., 1983 Origin and Early History of the Peanut, in Peanut Science and Technology 1~20, APRES. Inc.