

HUASHENG  
YICHUAN GAILIANG

# 花生

# 遗传改良

山东省花生研究所

王传堂 张建成

主编



上海科学技术出版社

PLANT BREEDING  
AND GENETICS

# 花生

## 遗传改良

中国花生研究所

李维新 等编

1981



中国花生研究所

HUASHENG  
YICHUANGAILIANG  
花生遗传改良

---

山东省花生研究所  
王传堂 张建成  
主编

上海科学技术出版社

---

**图书在版编目(CIP)数据**

花生遗传改良 / 山东省花生研究所 王传堂, 张建成  
主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2013. 9

ISBN 978 - 7 - 5478 - 1575 - 5

I. ①花… II. ①山…②王…③张… III. ①花生—遗  
传改良 IV. ①S565. 203. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 281277 号

---

责任编辑 刘宗达

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社  
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销  
浙江新华印刷技术有限公司印刷

开本 700×1000 1/16 印张 34.25 插页:4  
字数: 500千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 1575 - 5/S · 64

定价: 88.00 元

---

此书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,  
请向承印厂联系调换

## 内容提要

全书共 12 章。首先,扼要介绍花生遗传改良相关基础,涉及花生营养和生殖器官的形态与解剖构造,花生属植物的起源与分类;然后,系统、深入地阐述了花生遗传改良的传统方法,以及远缘杂交、离体再生、近红外技术、遗传工程、分子标记等新兴育种技术;此外,还详细论述了花生高产稳产、高油、高油酸、生育期、休眠性、抗生物和非生物胁迫遗传改良的策略和研究成就。其中包括编著者利用 rDNA ITS 序列构建花生属植物进化树、通过离体培养和激素涂抹利用不亲和野生种、建立无基因型依赖性的高效率的转基因技术、构建花生品质近红外定量分析模型以及花生高油酸分子育种方面的研究成果。

# 编著及审稿人员名单

主 编：王传堂 张建成

副主编：唐月异 关淑艳 王秀贞 吴 琪 单 雷 朱立贵  
苏君伟 于树涛

其他编写人员：成 波 唐桂英 杨伟强 宫清轩 杨 珍 谢宏峰  
迟玉成 曲明静 孙秀山 陈殿绪 崔凤高 李尚霞  
姜晓静 焦 坤 于洪涛 宋国生 刘光臻 吕祝章  
刘立峰 姜言生 吕敬军 韩启秀 高华援 凤 桐  
倪皖莉 夏友霖 陈剑洪 付 春 矫岩林 胡东青  
李 敏 侯 敏 钱 朗 孙旭亮 吴兰荣 汉丽萍  
程贯召 黄 粤 崔 贤 杨同荣 冯素萍 韩守萍  
邱俊兰 任 艳 许曼琳 房超琦 曲 博

审稿人：王传堂 陈殿绪 唐月异 单 雷 孙秀山 曲明静  
李尚霞

## 序 言

---

我与传堂相识,始于1988年。当时,他还是山东大学生物系一名学生,受山东遗传学会栗翼玟、周同度两位教授指派,来花生所取实验用的花生种子。次年7月份,他来所里报到,正式成为我所育种研究室从事花生生物技术研究的一名新兵。

弹指间,二十五年过去了。我们这批花生育种人都已离开了工作岗位,但对花生工作的热情还在;看到近年来祖国花生产业蓬勃发展,人才茁壮成长,感到由衷的高兴。作为原育种研究室主任,我对传堂同志的成长历程是了解的。他初来乍到,对花生并不熟悉,但他勤奋好学,通过向老同志学习,在实践中学习,很快就上手了。他外语基础好,注重查阅国内外文献,掌握国际花生遗传育种研究动态;不尚空谈,是那种凭实力说话的人。由于出色的工作业绩、创新意识和团队精神,2008年被聘为国家花生产业技术体系育种功能研究室主任、分子育种岗位专家。至今,他已利用花生不亲和野生种培育出4个新品种,填补了国内外空白;在花生转基因技术领域,也有新见解;在花生品质改良方面,通过化学诱变与近红外技术结合,创制出一批高油酸、高油、高蛋白花生新材料,为品质育种的突破奠定了基础。可以说,他

在花生育种上已颇有心得。

这本书是传堂联合所内外专家花了两年多的时间才得以完成的。书中全面系统地总结了国际花生遗传改良的最新进展,其中不少内容,如花生光周期反应、固氮特性、抗倒性、果针强度、休眠性、熟性,以及包括高(低)温、铝毒、盐害、缺素等非生物胁迫抗性等内容,以往专著很少提及或语焉不详。尤为可贵的是,这本书是作者结合自身科研实践写成的,理论性与实用性并举。可以预期,该书的出版发行,定将对我国花生生产的持续发展,以及科研、教学事业做出重要的贡献。

传堂邀我为《花生遗传改良》这本书写几句话,欣然命笔。是为序。

山东省花生研究所  
原遗传育种研究室主任、研究员

甘信民

二〇一三年六月



# 前 言

---

自 1989 年 7 月我从山东大学生物系毕业,背负行囊来山东省花生研究所报到,在生物技术组(今分子育种组)从事育种科研,屈指算来,已二十四年有余。从最初对花生知之甚少到目前对这个作物有所了解,受惠于老一辈专家的言传身教、国内外的花生论著,也得益于自身的育种实践。

近年来,随着花生产业的蓬勃发展,越来越多的青年才俊投身花生事业。他们豪情万丈,掌握着先进的理论武器和实验手段,但每每不知从何做起,与我等工作之初何其相似。山东省花生研究所素以育种和高产栽培闻名于世,代表着我国花生科研的最高水平。搞好科研,服务全国,乃份内之事;引领学科发展,培养人才,更是义不容辞的责任。20 世纪 70 年代以来国内外出版的花生专著,已达十几本之多,但从全球视角全方位审视花生遗传育种的专著,近十年来似未见到。如能结合自己科研的一些心得,把散落在文献字里行间的花生遗传改良最新进展加以归纳整理,想必会对学界有所裨益,岂非乐事? 因此萌生了编写《花生遗传改良》一书的想法。与所内外同好交流,不谋而合。

在青岛市科技局和上海科学技术出版社的大力支持下,经过全体作者两年多的努力,这本书终于能呈现在读者面前。相信无论在校学生、青年花生科研工作者,还是资深专家,乃至知识型农民、种子企业、食品和农技部门人员,都能从中获取有用的信息。

掩卷而思,感慨万千。我首先要感谢山东省花生研究所新老领导、相关研究室主任,没有他们的大力支持和热情鼓励不可能有这本书的诞生。我还要把这本书献给我故去的父亲和岳父,他们对我寄予了天下父母所能寄予子女的一切希望,留给我刻骨铭心的记忆,教会我如何堂堂正正做人、实实在在做事。

这本书是全体编写人员齐心协力集体创作的结果,我深深地为他们认真、执着的态度而感动。

这本书是利用工作之余写成的,占用了不少本应陪伴家人的时间,对于他们的理解和耐心,在此表示由衷的感谢。

限于编者水平,本书缺点、错误在所难免,尚希读者不吝指正。

王传堂

二〇一三年八月

# 目 录

---

第一章 花生形态、解剖与分类 .....	1
第一节 营养器官形态与解剖构造 .....	1
一、根 .....	1
二、茎 .....	6
三、叶 .....	10
第二节 生殖器官形态与解剖构造 .....	14
一、花 .....	14
二、果针 .....	21
三、荚果 .....	23
四、种子 .....	30
第三节 花生属植物起源和分类 .....	33
一、花生属植物地理起源与分布 .....	33
二、花生属植物组系划分 .....	34
三、花生栽培种资源的分类 .....	37
四、花生栽培种的生物学来源 .....	39
[附] 花生生育期划分 .....	41
参考文献 .....	47
第二章 花生传统育种方法 .....	51
第一节 引种 .....	51

一、引种的作用 .....	52
二、花生引种经验及引种所应遵循的一般原则 .....	53
三、花生引种程序 .....	54
四、国内外主要花生种质库 .....	57
第二节 系选 .....	57
一、花生自然变异的来源 .....	57
二、花生系统育种程序 .....	60
三、花生系统育种范例 .....	61
第三节 杂交 .....	62
一、亲本搭配与杂交方式 .....	62
二、花生人工杂交技术 .....	63
三、杂交后代处理 .....	68
第四节 诱变 .....	72
一、诱变处理 .....	72
二、诱变后代处理 .....	73
三、花生诱变育种范例 .....	74
参考文献 .....	75
<b>第三章 花生远缘杂交育种 .....</b>	<b>80</b>
第一节 花生野生种利用中常用的细胞遗传学技术 .....	84
一、核型分析 .....	84
二、花粉育性检查 .....	87
三、花粉萌发 .....	87
四、花粉保存 .....	87
五、人工体细胞染色体加倍 .....	88
六、不亲和性研究 .....	89
第二节 花生区组野生种的利用途径 .....	90
一、六倍体途径 .....	91
二、三倍体途径 .....	92
三、二倍体/四倍体途径 .....	93

---

四、重合成途径 .....	95
第三节 花生区组以外野生种的利用途径 .....	96
一、花生属区组间关系 .....	96
二、花生属种间杂交不亲和性的克服 .....	100
参考文献 .....	105
<b>第四章 花生离体再生 .....</b>	<b>111</b>
第一节 组织与器官培养 .....	112
一、基本原理与概念 .....	112
二、植物离体培养基本技术 .....	114
三、通过器官发生途径离体再生花生植株 .....	119
四、通过胚状体发生途径离体再生花生植株 .....	125
第二节 花药培养 .....	129
一、花药发育与小孢子形成 .....	129
二、花药培养的一般程序与花生花药培养研究进展 .....	131
三、花粉植株的鉴定及染色体加倍 .....	133
第三节 无性系变异与突变体筛选 .....	135
一、无性系的建立及快速繁殖 .....	135
二、体细胞无性系变异及突变体筛选 .....	137
第四节 原生质体培养与体细胞杂交 .....	142
一、原生质体分离及培养 .....	143
二、原生质体融合与体细胞杂种植株的再生 .....	148
三、体细胞杂种的选择与鉴定 .....	150
参考文献 .....	151
<b>第五章 花生近红外技术和分子育种 .....</b>	<b>159</b>
第一节 近红外技术在花生上的应用 .....	160
一、花生主要品质性状近红外定量分析模型的构建 .....	160
二、花生近红外技术的潜在应用领域 .....	162
第二节 花生遗传工程 .....	163

一、花生遗传工程中目的基因的来源 .....	164
二、花生遗传转化技术 .....	170
三、花生转基因育种 .....	175
四、利用嫁接提高花生转基因苗成活率 .....	180
五、转基因花生外源基因逃逸(漂移)风险 .....	181
第三节 花生分子标记辅助选择育种 .....	182
一、花生属植物基因组大小 .....	182
二、花生分子标记开发 .....	186
三、花生连锁图构建 .....	187
四、与花生重要性状相关的分子标记或 QTL .....	190
五、花生分子标记辅助选择育种 .....	196
参考文献 .....	198
<b>第六章 花生产量相关性状的遗传改良 .....</b>	<b>216</b>
第一节 高产花生品种的基本特征 .....	216
第二节 花生光周期反应 .....	218
一、日长对花生生长发育和产量的影响 .....	218
二、花生光周期反应遗传与选择 .....	220
第三节 花生固氮特性 .....	222
一、花生基因型间固氮性能差异及花生与根瘤菌互作 .....	222
二、联合接种 .....	223
三、氮代谢相关酶活性、根瘤数、干重及其与产量的关系 .....	223
四、花生不结瘤性状遗传 .....	224
五、花生固氮特性遗传与选择 .....	225
第四节 花生适收性 .....	226
一、抗倒伏 .....	226
二、不易落果 .....	227
参考文献 .....	230
<b>第七章 花生主要品质性状的遗传改良 .....</b>	<b>236</b>
第一节 高油 .....	236

---

一、花生含油量取样及测定方法 .....	237
二、花生含油量遗传及影响因素 .....	239
三、花生高油种质及花生高油遗传改良潜力 .....	251
四、花生高油遗传改良策略 .....	257
第二节 高油酸 .....	268
一、花生子仁脂肪酸含量测定技术 .....	269
二、花生脂肪酸含量遗传及影响因素 .....	271
三、花生高油酸育种策略与成效 .....	281
参考文献 .....	292
<b>第八章 花生熟性的遗传改良 .....</b>	<b>307</b>
第一节 熟性鉴定方法 .....	307
一、理化指标法 .....	308
二、计数、目测法 .....	310
三、积温法 .....	313
四、其他熟性鉴定方法 .....	315
第二节 熟性遗传 .....	316
第三节 早熟资源与育种 .....	320
一、早熟资源 .....	320
二、早熟育种 .....	321
参考文献 .....	324
<b>第九章 花生种子休眠性的遗传改良 .....</b>	<b>332</b>
第一节 花生种子休眠性鉴定技术 .....	333
一、田间鉴定技术 .....	333
二、室内鉴定技术 .....	334
第二节 花生种子休眠性遗传、生理生化机制及影响因素 .....	336
一、休眠性遗传 .....	337
二、休眠性生理生化机制 .....	339
三、影响休眠性的其他因素 .....	341

第三节 花生种子休眠性资源的鉴定与利用·····	346
一、休眠性资源的筛选鉴定·····	346
二、休眠性育种成效·····	347
参考文献·····	349
<b>第十章 花生非生物胁迫抗性的遗传改良·····</b>	<b>359</b>
第一节 旱、涝害·····	359
一、干旱·····	359
二、湿涝·····	377
第二节 高、低温及弱光胁迫·····	380
一、高、低温·····	380
二、弱光胁迫·····	389
第三节 铝毒和盐害·····	393
一、铝毒·····	393
二、盐害·····	399
第四节 缺素·····	409
一、磷·····	410
二、钾·····	413
三、钙·····	414
四、铁·····	416
参考文献·····	419
<b>第十一章 花生抗病性的遗传改良·····</b>	<b>439</b>
第一节 抗病性筛选鉴定技术·····	439
一、叶斑病·····	439
二、网斑病·····	443
三、锈病·····	443
四、疮痂病·····	446
五、白绢病·····	447
六、黄曲霉毒素污染·····	448



---

七、青枯病 .....	449
八、根结线虫病 .....	451
九、病毒病 .....	453
第二节 主要病害抗性机制与抗性遗传 .....	455
一、叶斑病 .....	455
二、网斑病 .....	457
三、锈病 .....	457
四、疮痂病 .....	459
五、 <i>Sclerotium rolfsii</i> 引起的白绢病和果腐病 .....	459
六、 <i>Sclerotinia</i> 枯萎病( <i>Sclerotinia blight</i> ,小核盘菌枯萎病) .....	459
七、柱枝双孢霉黑腐病 .....	460
八、黄曲霉毒素污染 .....	461
九、青枯病 .....	463
十、根结线虫病 .....	464
十一、病毒病 .....	465
第三节 主要病害抗性资源和抗性育种成效 .....	468
一、叶斑病 .....	468
二、网斑病 .....	469
三、锈病 .....	471
四、疮痂病 .....	472
五、 <i>Sclerotium rolfsii</i> 引起的白绢病和果腐病 .....	473
六、 <i>Sclerotinia</i> 枯萎病 .....	474
七、柱枝双孢霉黑腐病 .....	475
八、黄曲霉毒素污染 .....	475
九、青枯病 .....	478
十、根结线虫病 .....	480
十一、病毒病 .....	481
参考文献 .....	487
第十二章 花生抗虫性的遗传改良 .....	500
第一节 抗虫性鉴定技术 .....	501