

HIGH OLEIC ACID
PEANUTS

高油酸

花生

山东省花生研究所

王传堂 朱立贵

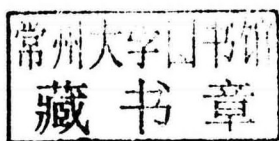
主编



上海科学技术出版社

HIGH OLEIC
ACID PEANUTS

高油酸 花生



山东省花生研究所

王传堂 朱立贵

主编



上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

高油酸花生 / 王传堂, 朱立贵主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5478-3643-9

I. ①高… II. ①王…②朱… III. ①花生—栽培技术
IV. ①S565.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 166940 号

高油酸花生

山东省花生研究所 主编
王传堂 朱立贵

上海世纪出版(集团)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 www.sstp.cn)

浙江新华印刷技术有限公司印制

开本 787×1092 1/16 印张 27.75 插页 12
字数: 480 千字

2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-3643-9/S·159

定价: 120.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

编著及审稿人员名单

主 编	王传堂	朱立贵				
副主编	王秀贞	唐月异	孙东伟	刘 峰	杨 珍	陈 静
	谷建中	李玉荣	姜慧芳	黄冰艳	唐荣华	王晓军
	夏友霖	康树立	张明君	刘立峰	周曙东	于树涛
	王志伟	梁 晔	袁 美	许正嘉	毛瑞喜	胡东青
	吴 琪	孙全喜				
其他编写人员	陈四龙	雷 永	陈荣华	印南日	任 丽	邓 丽
	穆国俊	张初署	孙红伟	单 雷	刘轶飞	姜言生
	韩柱强	李 秋	王 豪	徐 颖	张建成	陈殿绪
	孙秀山	迟玉成	崔凤高	吴菊香	鞠 倩	胡晓辉
	齐飞艳	秦 利	刘 华	孙旭亮	宁维光	宫清轩
	杨伟强	李双铃	尹 亮	石程仁	焦 坤	许婷婷
	梁 丹	江 晨	宋国生	徐建志	高学龙	李平涛
	王 建	贾 力	张 鹏	王揖堂	杨同荣	崔 贤
	邵俊飞	于 芬	于洪波	高华援	韩启秀	吕敬军
	付 春	白冬梅	倪皖莉	陈志德	陈剑洪	吴昌湛
	陈 傲	李正强	荆建国	王晓林	蒋相国	刘晓光
	熊 飞	王明辉	王 军	孙 伟	矫岩林	李 林
	刘登望	李少雄	杨中旭	尉继强	张 君	苏江顺
	李利民	李 强	王 亮	苗吴翠	于洪涛	房超琦
	杨传得	张 霞				
审稿人	王传堂	乔利仙	孙旭亮	周曙东	孙东伟	杜祖波
	徐萍华	刘 峰	胡东青	赵善仓	陈殿绪	崔凤高
	迟玉成	孙秀山	袁 美	李平涛	于松魁	

内容提要

花生是世界上主要的经济作物。与普通花生相比,高油酸花生更加有益人体健康。高油酸花生食用油和食品能够保持花生良好的风味经久不衰,货架期显著延长。

本书是国内第一部关于高油酸花生的专著。全书共分 9 章。首先介绍高油酸花生相关背景知识、社会经济价值以及花生高油酸特性与其他性状的关系;接着论述了高油酸花生育种方法、选择鉴定技术,综合分析了国内外高油酸花生品种系谱;然后逐一详述中国、美国、澳大利亚、阿根廷等国高油酸花生品种(系),归纳总结了国内外高油酸花生种子繁育最新技术;最后探讨了高油酸花生产业化策略,并对高油酸花生产业化前景作了展望。

本书内容丰富、适用性强,可供政府部门决策者,科研和咨询机构人员,高校师生,种子、食品和油脂加工业者,农技推广服务人员和花生种植者阅读参考。

序

为发展我国油料生产、满足人民食用油需求,1959年,国家在山东莱西设立中国农业科学院花生研究所,迄今已有58年了。这期间,隶属关系虽几经演变,花生研究所在全国花生科研界名列前茅的地位从未改变。这归功于研究所几代花生科研工作者付出的艰辛努力。特别是以白秀峰、甘信民、孙彦浩等为代表的老一辈花生科学家,他们立下了汗马功劳。他们用一心一意搞研究的态度、一丝不苟的工作作风和吃苦耐劳的奋斗精神换来的科研成果,经受住了实践的检验和岁月的考验,为提高花生产量、改善品质做出了贡献。他们是山东省花生研究所花生科研的奠基人和开拓者,他们是我国花生科研界的骄傲。

我作为山东省花生研究所的一名老兵,有幸亲身经历了那段激情燃烧的岁月,见证了那段辉煌的历史。那是一个人人奋发向上的年代。尽管物质生活难以与今天相比,但每个人都铆足了一股劲儿,誓把花生科研搞上去,树雄心、立壮志,敢教日月换新天! 试验田里挥汗如雨,实验室内加班加点,撸起袖子加油干! 21世纪的今天,我们仍然需要这种精神。山东省花生研究所优秀的文化基因要一代一代传承下去。我很高兴在本所年轻一代身上看到了这种精神,看到了这种文

化基因。

时代在变,但人们追求幸福生活的美好愿望没有改变。与普通花生相比,高油酸花生更加有益人体健康,其制品货架期延长了好几倍,因此,备受消费者和加工商的青睐。国家花生产业技术体系遗传改良研究室主任、本所研究员、博士生导师王传堂同志与前任所长朱立贵同志,邀集全国花生界一线科研人员、种子管理和商检部门专家学者以及加工领域的企业家,共同编纂《高油酸花生》一书,适逢其时。本书全面、系统地总结了世界范围内高油酸花生科学研究的最新成果,内容极其丰富,涉及高油酸花生的社会经济价值、育种方法、选择鉴定技术、系谱综合分析、中国高油酸花生品种和品系、国外高油酸花生品种、种子繁育技术、高油酸花生产业化等,既有相当的理论水平,又有很高的实用价值。

本书是继《中国花生品种志》《花生育种学》《中国花生品种及其系谱》《中国花生遗传育种学》《花生遗传改良》之后,我国最重要的花生遗传育种学专著,将填补国内高油酸花生品种专著的空白。可以预期,本书的出版,将为普及高油酸花生相关知识,促进高油酸花生品种工作,推动高油酸花生产业发展,使高油酸花生真正造福于民做出重要贡献。

值本书出版之际,特为作序。

山东省花生研究所研究员、原所长

盖树人

2017年8月

前言

纵观作物遗传育种的历史,品种选育的每一次突破,无一例外依赖于优异遗传资源的发掘利用。花生栽培种被认为是起源于两个二倍体野生种的异源四倍体植物,与同属花生区组的二倍体野生种近亲间存在着染色体数目差异,与花生区组以外的野生种远亲间则存在着杂交不亲和障碍,染色体数目差异在多数情形下也是存在的。这是其遗传基础狭窄的根本原因。栽培种形态学变异看似非常丰富,但其DNA分子水平的遗传变异却相当有限,因此,利用自然突变、诱发突变和远缘杂交就成为培育突破性花生品种的关键手段。

“工欲善其事,必先利其器”。面对大量的遗传资源,首先必须解决如何快速、非破坏性、低成本地筛选、鉴定出所需的优异材料的问题。选择手段实用与否直接影响着育种进度。

食用高油酸花生更加有益人类健康,高油酸花生制品货架期显著延长。因此,培育高油酸品种已成为花生当前最重要的育种目标之一。虽然科学家早就发现,油酸含量较高的花生耐贮藏,但直到20世纪80年代后,随着高油酸自然突变体F435的发掘利用,相关育种工作才有了突破性进展。非破坏性脂肪酸色谱分析技术、近红外技术、

分子标记技术为花生高油酸育种提供了高效率的选择手段。借此新的高油酸辐射突变体、化学突变体和自然突变体被鉴定出来并用于育种,选择效率得以提高,基因聚合育种已成为现实。在有些国家或地区,高油酸花生品种已呈取代普通油酸品种之势。

我国高油酸花生育种虽起步较晚,但进展迅猛。近年来,国内从事高油酸花生育种的单位越来越多,政府部门决策者、种子公司、油脂加工企业、食品公司乃至花生种植合作社对高油酸花生品种的兴趣越来越浓。但即便如此,仍有不少人对高油酸花生缺乏全面、准确的认识。

在此背景下,我们组织国内高油酸花生各研究团队一线科研人员以及种子管理、商检和加工部门专家学者,共同撰写了这本高油酸花生专著,旨在总结世界范围内高油酸花生最新研究成果,满足学术界和产业界需要,使我国高油酸花生品种和产业化工作再上新台阶,使高油酸花生真正造福于民。

不同以往,这本书可以说是学术界与企业家合作的成果。坦率地说,此前我国花生科研人员还从未与企业家走得这么近。与生产一线的企业家开展交流,不仅保证了本书的高质量和实用性,而且起到了启迪科研思路的作用,对花生科研更好地服务于产业具有重要意义。这是一个良好的开端。

衷心感谢各位作者和审稿人的辛勤付出,特别感谢温若愚博士、周善康先生、姜维宏先生,不吝花费时间和精力,与作者就高油酸花生产业化进行的有益讨论,舍此就没有这本书的诞生。由衷感谢国家花生产业技术体系专项(CARS-14)、山东省农业科学院重大科技成果

培育计划(2014CGPY09)和青岛市科技发展计划项目的资助,使我们能够开展相关研究工作,为本书编写提供了素材。

本书从策划到完稿历时3年有余。当我加班加点埋头工作时,从未听到过家人的半句怨言。自从我走上了花生科研这条艰辛之路,忙碌是常态。我欠他们实在是太多太多。

谨以此书纪念我那故去的双亲。父亲因心脏病突发卒于1998年4月,那时我远在美国,痛失与他见上最后一面的机会。2014年10月19日,我回老家看望母亲,那时她身体尚好,分别时她送出门来,招手说再见,想不到这竟是我与母亲的永诀!2014年12月1日,一早传来母亲病危的消息,我心如刀绞,恨不得立刻飞回她的身边。然而待我急匆匆从青岛赶回老家,母亲却永远地闭上了她那双慈爱的眼睛。

敬爱的父母大人养育了我,对我充满了期许,他们在天上看着我呢,我不会让他们失望的!

王传堂

2017年8月于青岛

[附]王传堂微信号和 Email

微信号:CTW-SPRI

Email:chinapeanut@126.com

目 录

第一章 概述	1
第一节 背景知识	1
一、脂肪酸种类与命名	1
二、油料植物种子中甘油三酯的生物合成	4
三、脂质氧化酸败	8
四、脂肪酸与疾病发生	15
第二节 高油酸花生的社会经济价值	25
一、高油酸花生标准刍议	25
二、高油酸花生与人体健康	27
三、高油酸花生在食品与油脂加工业、养殖业和种业上的利用 价值	35
第三节 花生高油酸特性与其他性状的关系	52
一、花生高油酸性状与消费者接受度和感官特性	52
二、花生高油酸性状与过敏原性	54
三、花生高油酸性状与耐冷性	55
四、花生高油酸性状与黄曲霉抗性	56
五、花生子仁油酸含量与其他脂肪酸含量	57
参考文献	61
〔附 1〕 高油酸花生品种油酸含量是怎么高起来的?	72
〔附 2〕 高油酸花生品种是转基因的吗?	73

第二章 高油酸花生育种方法	74
第一节 突变育种	74
一、自然突变	74
二、诱发突变	75
第二节 杂交育种	77
一、亲本选配	78
二、杂交方式	81
三、杂交技术	83
四、杂种真实性鉴定技术	85
五、杂种后代的处理与选择	92
六、近红外技术和分子标记辅助的高油酸花生杂交育种 策略	97
第三节 回交育种	100
参考文献	106
第三章 高油酸花生选择鉴定技术	112
第一节 色谱技术	112
一、气相色谱法	113
二、其他色谱方法	118
第二节 折射率分析技术	121
一、花生油提取	121
二、折射率测定	122
第三节 红外技术	124
一、模型构建一般流程	125
二、山东省花生研究所分子育种团队脂肪酸含量模型构建	127
三、河北省农林科学院粮油作物研究所脂肪酸含量模型构建	134
第四节 分子标记辅助选择技术	140
一、F435 型 <i>ahFAD2A/ahFAD2B</i> 突变的分子鉴定方法	142
二、MITE 型功能标记开发	152

参考文献·····	155
第四章 高油酸花生品种系谱综合分析·····	161
第一节 国内品种·····	162
一、品种概述·····	162
二、系谱分析·····	162
第二节 国外品种·····	168
一、品种概述·····	168
二、系谱分析·····	176
第五章 中国高油酸花生品种·····	189
第一节 大粒品种·····	190
一、开农 61·····	190
二、开农 176·····	201
三、花育 961·····	202
四、花育 951·····	204
五、花育 962·····	205
六、花育 963·····	206
七、花育 964·····	207
八、花育 965·····	208
九、花育 966·····	209
十、花育 917·····	210
十一、花育 957·····	211
十二、花育 958·····	211
十三、润花 17·····	212
十四、徐花 18 号·····	213
十五、DF05·····	214
十六、冀花 16 号·····	215
十七、冀花 19 号·····	218
十八、天府 33·····	219

第二节 小粒品种	220
一、锦引花 1 号	220
二、开农 H03-3	221
三、花育 32 号	222
四、花育 51 号	223
五、花育 52 号	224
六、冀花 11 号	225
七、冀花 13 号	227
八、花育 662	228
九、开农 1715	230
十、开农 58	231
十一、花育 661	232
十二、花育 663	233
十三、豫花 37 号	234
十四、开农 71	235
十五、花育 664	236
十六、花育 666	237
十七、花育 667	238
十八、中花 24	238
十九、冀花 18 号	240
二十、桂花 37	241
参考文献	243
第六章 中国高油酸花生新品系	245
第一节 大粒品系	245
一、冀农 G110	245
二、花育 968	246
三、花育 969	247
第二节 小粒品系	247
一、阜花 22	247

二、阜花 27	248
三、开农 1760	249
四、开农 1768	250
五、开农 301	251
六、冀农 G32	252
七、虔油 D56	253
八、虔油 D77	254
九、花育 668	255
十、花育 669	256
第七章 国外高油酸花生品种	258
第一节 美国高油酸花生品种	258
一、弗吉尼亚型品种	263
二、兰娜型品种	275
三、西班牙型品种	307
四、瓦伦西亚型品种	314
第二节 澳大利亚高油酸花生品种	314
一、弗吉尼亚型品种	317
二、兰娜型品种	329
三、西班牙型品种	360
第三节 其他国家高油酸花生品种	362
一、阿根廷高油酸花生品种	362
二、巴西高油酸花生品种	369
三、南非高油酸花生品种	373
四、韩国高油酸花生品种	376
参考文献	377
第八章 高油酸花生种子繁育技术	384
第一节 大田常规繁育技术	385
一、中国北方花生一年一作大田种子繁育技术	386

二、中国南方花生一年两作种子快繁技术	391
第二节 设施加代繁育技术	393
一、中国北方花生大棚加代一年两作繁育技术	393
二、中国南方花生一年三作种子快繁技术	397
三、澳大利亚世代促进技术	399
参考文献	402
第九章 高油酸花生产业化	404
第一节 高油酸花生榨取食用油的经济效益分析	404
一、假设条件	404
二、方案设置	405
三、计算结果	405
四、研究结论	406
第二节 高油酸花生油产业化发展对策	406
一、产前环节	407
二、产中环节	409
三、流通环节	411
四、消费环节	412
第三节 高油酸花生产业化前景展望	413
一、高油酸花生种业	413
二、高油酸花生油	415
三、高油酸花生食品	416
参考文献	420
花生品种名称(代号)索引	422

酸[polyunsaturated(polyenoic) fatty acid, PUFA]。通常多不饱和脂肪酸双键之间隔着一个亚甲基($-\text{CH}_2-$, methylene group)。一些不常见的多不饱和脂肪酸,其双键由不止一个亚甲基隔开,被称为多亚甲基间断的脂肪酸(polymethylene-interrupted fatty acid)。

根据脂肪酸链长可将其分为 2 C~10 C 的短链脂肪酸(short-chain fatty acid)、12C~14C 的中链脂肪酸(medium-chain fatty acid)、16C~18C 的长链脂肪酸(long-chain fatty acid, LCFA)和>18C 的超长链脂肪酸(very long-chain fatty acid)^[1]。但对此学术界无统一说法,不同作者可能提出不同的分类标准^[1]。

哺乳动物肝细胞缺少能在脂肪酸链 C-9(即 Δ^9)位以外引入双键的酶,亚油酸和亚麻酸不能为人体合成,故称为必需脂肪酸(essential fatty acid)。

(二) 脂肪酸命名法

不同脂肪酸之间的主要区别在于烃链长度(即碳原子数目)、双键位置及其数目不同。

脂肪酸系统命名法是将脂肪酸视为羧酸的衍生物,因此,从羧基的碳开始计数^[1]。脂肪酸系统命名法中的词尾,饱和脂肪酸为-anoic,不饱和脂肪酸用-enoic;具有 1~6 个不饱和键的脂肪酸,其词尾分别为-enoic、-adienoic、-atrienoic、-atetraenoic、-apentaenoic 和-ahexaenoic。用 Z-或 E-分别表示顺式或反式构型(configuration)(表 1-1)。

脂肪酸系统名(systematic name)用起来较繁琐,简写(shorthand name)和俗名(trivial name)更常用。脂肪酸简写为碳原子数:双键数(有时在碳原子数前加写 C),可附带说明双键位置(双键涉及的较低序号的碳原子)及构型(*c* 或 *cis* 表示顺式结构,*t* 或 *trans* 表示反式结构)(表 1-1)。一般从羧基端(carboxyl end)数起,双键位置用 Δ (delta)右上标数字表示,亦可省略 Δ (delta),直接用非上标数字表示;生物化学文献中,通常从甲基端(methyl end)数起,以突出不同双键模式脂肪酸在生物合成上的关联,双键位置可用 ωx (或 $\omega-x$, omega- x)或 $n-x$ (x 代表数字)表示。

一些常见脂肪酸的俗名、系统名、化学式和简写如表 1-1 所示。更多脂肪酸相关信息,可访问在线更新的网站(<http://www.cyberlipid.org/>)查阅。