

---

---

# 甘 薯 育 种 学

---

---

陆漱韵 刘庆昌 李惟基 编著

中国农业出版社

# 甘 薯 育 种 学

陆漱韵 刘庆昌 李惟基 编著

\* \* \*

责任编辑 张兴瓚

---

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京科技印刷厂印刷

---

850mm×1168mm32 开本 14.75 印张 1 插页 365 千字

1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月北京第 1 次印刷

印数 1~1500 册 定价 58.00 元

ISBN 7-109-04906-X/S · 3057

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 序



当前，世界上正在兴起一场新的科学技术革命，自然科学已经猛增至 2000 多门学科，直接或间接推动着生产迅速发展。而科学技术图书是总结、推广新的科学技术革命成果、传播自然科学技术知识、交流科技信息、培养科技人才、提高人民科技水平和文化素质、积累基本资料的重要媒介和工具。翻译国外先进科技著作，是引进国外新的科学技术革命成果、先进科学技术最廉价、受益面最大的根本措施。因此，组织各方面的力量，系统地出版好我国的科技重要图书，已经是刻不容缓的任务了。中国出版工作者协会科技出版工作委员会基于这种情况，在 1986 年召开的全国科技出版社社长、总编辑第四届年会上，决定酝酿组织《当代科技重要著作》丛书，由全国 150 多家科技出版社协作出版。科技出版工作委员会根据第四届年会的决定，发函广泛征求国内科技学者、专家的意见，得到了热烈的支持和高度的评价。科技出版工作委员会为此事向国家有关领导部门写过报告，得到领导的重视和支持。国家科委在起草《2000 年前科技图书出版规划》建议时，并把这套丛书列为骨干系列书。

出版这套丛书，重点在于有计划及时地总结、推广国内专家的科学技术成果，全面、系统地引进国外科学技术，在于克服目前我国科技书籍出版中的盲目性，把力量用在刀刃上，使出版工作更有效地为促进我国科学技术事业发展服务，为四化建设服务。丛书按学科分成：生物技术、电子信息、航天、自动化、能源、激光、新材料、地质、煤炭、石油、冶金、机械、化工、建筑、水

利电力、交通、铁路、邮电、轻工、纺织、农业、林业、医学、海洋科学、气象学、环境科学、国防科学、数学、力学、物理、化学、天文、地学、生物学、交叉科学、培训图书等36个领域，分批制定选题计划，用10年或更多一点时间把书出齐。

出版这套大而新的丛书，远非单靠我们科技出版社的同志所能完成。我们要依靠各个部门、各级领导。从确定出版方针、选择出书范围、宣传丛书意义、动员社会力量、筹集出版基金；都需要他们的领导。没有他们的参与，丛书的出版就会偏离方向，就会半途而废。我们要依靠广大的科技工作者，特别是了解并一向热情支持科技出版工作的知名专家，不但要请他们写书、译书，还要请他们同我们一起来规划丛书选题、组织作译者队伍、审读校阅稿件、提高稿件质量。当然，我们科技出版社的同志，更应该兢兢业业，顽强拼搏，团结协作，无私奉献，高效工作，珍惜这一献身四化、为子孙后代造福的机会，在这套丛书的工作上，把我们的全部力量使出来。

日本著名的岩波书店出版的《岩波文库》至今已出版4600多种重要著作，对日本科学技术和社会作出了积极贡献。我们是社会主义国家，如果集举国的力量于出版一套科技丛书，一定能取得更加辉煌的成就。

中国出版工作者协会  
科技出版工作委员会

1990年10月

## 盛家廉序



甘薯广泛种植于世界上 100 多个国家。据联合国粮农组织统计,1994 年世界甘薯总种植面积为 938 万  $\text{hm}^2$ ,总产量为 12433.9 万 t,在世界粮食生产中总产排列第七位。我国是世界上最大的甘薯生产国家,我国的甘薯种植面积和总产量分别占世界的 69.4% 和 84.6%;在我国粮食作物生产中,甘薯仅次于水稻、小麦和玉米,居第四位。甘薯的块根和茎叶,营养十分丰富,用途极广,特别是其独特的保健作用正引起国内外农业及医学界的重视。50 年代以来,世界和我国的甘薯生产都取得很大发展,其中改良品种的作用尤其显著。几十年来,世界各国尤其是中国、日本、美国等国家的甘薯育种成就卓越,经验也很丰富。但是,迄今为止国内外尚无一部全面系统地总结这些成就和经验的专著。因此,编写一部《甘薯育种学》,全面系统地总结和论述甘薯育种及有关理论研究的成果、经验及发展方向等,是一项非常必要的工作。

六年前,中国农业出版社的张兴瓚副编审多次同我联系,希望由我主持编写《甘薯育种学》,由于我身体多病,心有余而力不足,难以完成此重任,建议由中国农业大学陆漱韵教授牵头组织编写。经商定,由陆漱韵教授、刘庆昌教授和李惟基教授承担这一繁重的工作。通过多年接触,我了解到三位先生都具有坚实的甘薯育种研究基础,且知识面广,学术思想活跃,治学态度严谨,在甘薯研究领域都取得了显著成绩,发表了大量论著;多次参加和组织有关国际会议,并多次出国考察和进行学术交流,比较全面地掌握国内外甘薯育种的新成果和新动向。因此,他们能够圆

满地完成本书的编写工作。

本书内容丰富，文字精炼，较全面系统地总结了国内外甘薯育种的主要成就和经验，充分地反映了国内外甘薯育种及有关研究的新进展，并对今后甘薯育种的发展作了展望。本书对甘薯科技工作者特别是对甘薯育种工作者、高等农业院校有关专业的师生们都具有重要的参考价值。本书的出版，是我国甘薯界的一件大喜事。

1996年10月15日

# 前 言



《甘薯育种学》是中国农业出版社组织出版的《主要农作物育种学》系列书之一。编者于1992年底拟定了编写提纲，之后几次征求盛家廉研究员和叶彦复研究员的意见，进行修改，1993年10月分工并着手编写，1996年9月定稿。

甘薯是世界上重要的粮食、饲料和工业原料用作物，在世界粮食生产中总产排列第七位。世界上甘薯人工杂交育种工作最早开始于20世纪初期，40—50年代在世界范围内广泛展开。几十年来，世界各甘薯种植国家特别是中国、日本、美国等，不论在新品种选育上，还是在育种理论和方法上都取得了巨大成绩。但是，到目前为止，国内外尚无一部全面系统地总结甘薯育种成果和经验的专著，只是在少数论著、教材中作为一小部分内容进行论述。这种状况同甘薯育种已取得的巨大成就及其在世界粮食生产中的地位很不相适应，也不利于甘薯育种的进一步发展。因此，将分散在各种刊物、论文集、论著中的大量甘薯育种及有关研究成果汇集起来，并进行系统的整理和分析，是一项重要而且艰巨的工作。在本书编写过程中，编者在各自的育种和研究实践基础上，并利用多年来参加国内、国际学术会议和学术交流的机会，广泛征集了各有关文献资料；同时又进一步广泛查阅了1996年5月前出版的国内外书刊中的各有关报道。初稿写成后，又进行了反复修改和补充，力求使本书能较全面系统地总结国内外甘薯育种的成就和经验，有重点地显示我国甘薯育种的主要成就，较深入地论述甘薯育种的原理和方法，较全面准确地介绍国内外甘薯育种的

新动向。

本书共分十三章。第一、二章由刘庆昌和陆漱韵合写，第三、六、七、十和十三章由陆漱韵编写，第五、九和十二章由刘庆昌编写，第四、八和十一章由李惟基编写。第一章概述了国内外甘薯生产与育种的成就和展望。考虑到本书是国内外第一部《甘薯育种学》专著以及甘薯作物本身的特点，第二章以较大篇幅论述了甘薯的起源和进化、甘薯组植物的分类和染色体组构造、甘薯组植物的交配不亲和性、甘薯的花器构造和开花生理以及甘薯的块根形成和膨大规律。在之后各章对有关的甘薯育种学基础研究也进行了较深入的论述。第三章重点介绍了甘薯种质资源的收集、保存、鉴定、评价、创新和利用等。目前甘薯育种主要采用三大途径，分别在第四到第六章中论述。甘薯品种间杂交育种是国内外使用最普遍、成效最显著的一种途径，第四章依次论述了品种间杂交育种的亲本材料的创新和选配方法、杂交方式、诱导开花和结实以及实生系世代的选择等问题；甘薯种间杂交育种是60年代以来受到广泛重视并取得较大成效的一种途径，第五章着重论述了甘薯近缘野生种的特性及利用途径，并就通过这一途径所取得的主要成果进行了详细介绍；甘薯诱变育种的历史虽较长，但目前成效不显著，故在第六章仅作了简单介绍和评价。通过各育种途径获得的新变异、新材料都要经过一系列的选择和试验过程才能成为新品种，因此第七章就甘薯育种程序与试验方法进行了较深入的论述。甘薯育种具有多种目标，今后不仅要注重产量性状的选育，更应注重品质性状的改良；日益严重的病虫害和恶劣环境的胁迫对甘薯产量和品质的影响越来越大。为此，从第八章开始，分别就这些主要育种目标性状的选育进行了较全面、深入的论述。第八章论述了产量性状的遗传、高产品种的选育、株型育种和高光效育种，以及不同类型品种产量性状的选育。第九章较全面系统地论述了各种不同用途类型品种的品质育种目标，主要品质性状的遗传、鉴定及选育。第十章概述了世界范围主要病



虫害的分布，抗性的类型、遗传、鉴定方法以及选育途径。由于世界各国一直未将耐逆性作为甘薯的主要育种目标，目前有关文献资料很少，因此第十一章主要介绍了各种耐逆性的鉴定方法，而对耐逆性育种途径仅作了简要说明。生物工程对甘薯改良的巨大潜力，日益受到人们重视，所以安排了生物工程一章，较全面系统地论述了甘薯生物工程的研究现状、发展趋势、操作程序以及生物工程对甘薯改良的作用。育成的优良品种，需要通过品种鉴定和审定，还需要加速繁育，才能在生产上推广种植，这些内容安排在本书最后一章。另外，编写本书所参考和引用的主要文献目录分别附于各章之后，以便读者进一步查阅。

在本书编写过程中，始终得到我国著名甘薯育种专家盛家廉研究员和叶彦复研究员的热情关怀和大力支持，特别是叶彦复研究员花费了许多时间和精力对本书进行了全面细致的审阅，从内容体系到写作方法，都提出了许多宝贵意见，这些意见对提高本书的质量起了重要的作用；徐州甘薯研究中心、山东省农业科学院、江苏省农业科学院、河南省农业科学院、烟台市农业科学研究所等单位的同行们均予以热情帮助，提供有关资料和照片；国际友人国分祯二博士、知识敬道博士、坂本敏博士、中村研三博士、永滨伴纪博士、盐谷格博士、山川理博士、Clark 博士等，分别提供各自的论著及所收集的文献资料；中国农业大学甘薯育种研究室的研究生们协助收集文献资料，周海鹰实验师和王莉莉实验师协助拍摄照片。谨在此表示衷心的感谢。

编写这部《甘薯育种学》可以说是一种尝试，加之编者的知识和经验有限，书中难免存在不妥和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编者

1996年10月于北京

# 目 录



序

盛家廉序

前言

第一章 甘薯生产发展与甘薯育种	1
第一节 甘薯生产发展	1
第二节 甘薯育种概况	7
第三节 甘薯育种展望	14
第二章 甘薯的育种学基础	19
第一节 甘薯的起源与进化	19
一、甘薯的原产地	19
二、甘薯的原始种	20
三、甘薯的进化	23
四、由野生型向栽培型的演化	26
五、甘薯的传播和地理分布	27
第二节 甘薯组植物的分类和染色体组构造	29
一、分类	29
二、染色体组构造	32
三、 $2n$ 配子的发生	38
第三节 甘薯组植物的交配不亲和性	40
一、交配不亲和性的含义	40
二、种内交配不亲和性	41
三、种间交配不亲和性	50
四、种间、种内交配不亲和性的克服方法	51
第四节 甘薯的花器构造和开花生理	54

一、花器构造和开花习性 .....	54
二、开花生理 .....	55
第五节 甘薯的块根形成和膨大 .....	58
一、块根的形成和膨大过程 .....	58
二、影响块根形成和膨大的因素 .....	64
第三章 甘薯种质资源 .....	73
第一节 甘薯种质资源的搜集和保存 .....	73
第二节 甘薯种质资源的鉴定和评价 .....	78
第三节 甘薯种质资源的创新 .....	82
第四节 种质资源在甘薯育种中的利用 .....	83
第五节 甘薯主要种质资源 .....	85
第六节 甘薯种质资源交换和引种 .....	88
第四章 甘薯品种间杂交育种 .....	92
第一节 甘薯品种间杂交育种的意义 .....	92
第二节 甘薯的亲本选配 .....	93
一、亲本材料的创新 .....	93
二、选配亲本的方法 .....	96
第三节 甘薯的杂交方式 .....	105
一、单交 .....	105
二、多父本杂交 .....	105
三、复合杂交 .....	105
四、自由授粉 .....	106
第四节 诱导甘薯开花和结实 .....	108
一、诱导甘薯开花的假说 .....	108
二、诱导甘薯开花的方法 .....	110
三、杂交授粉技术 .....	114
四、提高结实率的方法 .....	115
五、种子的采集和保存 .....	116
第五节 甘薯的实生系世代 .....	118
一、种子处理 .....	118
二、播种 .....	118
三、实生苗苗床管理 .....	119

四、F <sub>1</sub> 实生系的选拔 .....	119
五、F <sub>1</sub> 实生系的选择指标 .....	121
第五章 甘薯种间杂交育种 .....	131
第一节 甘薯种间杂交育种的意义 .....	131
第二节 甘薯近缘野生种的特性 .....	132
一、第 I 群植物的特性 .....	132
二、第 II 群植物的特性 .....	139
第三节 甘薯种间杂交育种途径 .....	141
一、有性杂交 .....	141
二、体细胞杂交 .....	155
三、基因工程 .....	155
第四节 四倍体甘薯 .....	155
第五节 人工合成六倍体 .....	159
第六章 甘薯诱变育种 .....	164
第一节 自然变异在甘薯育种中的选择利用 .....	164
第二节 甘薯人工诱变研究概况 .....	167
第三节 甘薯诱变育种技术 .....	169
一、诱变育种目标 .....	169
二、诱变处理对象、处理方法和适宜剂量 .....	170
三、诱变效果分析 .....	174
四、诱变后代处理方法 .....	177
五、对甘薯诱变育种的评价 .....	177
第七章 甘薯育种程序与试验方法 .....	182
第一节 甘薯育种试验的特点 .....	182
第二节 处理甘薯杂交后代的基本方法 .....	183
第三节 处理甘薯杂交后代的改进方法 .....	185
一、改进方法之一 .....	185
二、改进方法之二 .....	187
三、改进方法之三 .....	191
第四节 甘薯集团选择育种程序 .....	194
一、随机杂交集团选择育种程序 (属混合法) .....	194

二、计划杂交集团育种程序 (属株系法) .....	197
<b>第八章 甘薯产量育种</b> .....	200
第一节 甘薯产量育种的意义 .....	200
第二节 甘薯产量性状的遗传 .....	202
一、块根产量的遗传效应 .....	202
二、块根产量的遗传力 .....	205
三、块根产量的遗传相关 .....	207
第三节 甘薯高产品种的选育 .....	208
一、选配高产组合 .....	209
二、选拔高产个体 .....	213
第四节 甘薯的株型育种和高光效育种 .....	219
一、株型育种 .....	219
二、高光效育种 .....	222
三、源与库 .....	223
第五节 早熟甘薯品种的选育 .....	230
第六节 直播甘薯品种的选育 .....	235
第七节 饲用甘薯品种的选育 .....	238
<b>第九章 甘薯品质育种</b> .....	249
第一节 甘薯品质育种的意义 .....	249
第二节 甘薯品质育种目标 .....	250
一、食用及食品加工用品种 .....	250
二、工业原料用品种 .....	251
三、饲料用品种 .....	252
第三节 甘薯品质性状的遗传及相关 .....	253
一、淀粉含量的遗传及其与其它性状的相关 .....	253
二、蛋白质含量的遗传及其与其它性状的相关 .....	255
三、胡萝卜素含量的遗传及其与其它性状的相关 .....	257
四、纤维素含量的遗传及其与其它性状的相关 .....	258
五、其它块根有关品质性状的遗传和相关 .....	259
六、薯蔓有关性状的遗传 .....	260
第四节 甘薯品质成分的测定方法 .....	261
一、淀粉 .....	261

二、可溶性糖 .....	268
三、胡萝卜素 .....	271
四、纤维素 .....	272
五、多酚 .....	272
六、饲料养分 .....	273
第五节 甘薯品质育种途径 .....	274
一、品种间杂交 .....	274
二、种间杂交 .....	278
三、辐射诱变 .....	279
四、生物工程 .....	280
第十章 甘薯抗病虫育种 .....	284
第一节 甘薯主要病虫害概述 .....	285
一、黑斑病 (Black rot) .....	286
二、根腐病 (Root rot) .....	289
三、茎线虫病 (Stem nematode, Brown ring) .....	291
四、细菌性萎蔫病 (甘薯瘟) (Bacterial wilt) .....	292
五、根结线虫病 (Root-knot nematode) .....	293
六、疮痂病 (Scab) .....	294
七、蔓割病 (Stem rot, Fusarium wilt) .....	295
八、软腐病 (Rhizopus soft rot, Soft rot, Ring rot, Collar rot) .....	296
九、病毒病 (Virus) .....	298
十、蚊象 (Weevil) .....	298
第二节 甘薯主要病虫害的抗性类型和遗传 .....	300
一、抗病虫性的类型 .....	300
二、抗病虫性的遗传 .....	301
第三节 甘薯主要病虫害抗性鉴定方法 .....	307
一、黑斑病 .....	309
二、根腐病 .....	312
三、茎线虫病 .....	315
四、甘薯瘟 .....	319
五、根结线虫病 .....	320
六、蔓割病 .....	320

七、病毒病 .....	322
八、软腐病 .....	323
九、蚁象 .....	323
第四节 甘薯抗病虫品种选育途径 .....	326
一、品种间杂交 .....	326
二、种间杂交 .....	327
三、轮回选择或集团选择 .....	328
四、辐射诱变 .....	328
五、近交系利用 .....	329
六、诱发抗性 .....	329
第十一章 甘薯耐逆境育种 .....	335
第一节 甘薯耐逆境育种的意义 .....	335
第二节 甘薯耐逆性的鉴定方法 .....	338
一、耐旱性 .....	338
二、耐瘠性 .....	344
三、耐盐性 .....	345
四、耐湿性 .....	347
五、耐寒性 .....	348
六、耐铝性 .....	351
七、耐荫性 .....	351
八、耐除草剂 .....	352
第三节 甘薯耐逆境育种途径 .....	353
第十二章 甘薯生物工程 .....	358
第一节 生物工程在甘薯改良中的意义 .....	358
第二节 甘薯组织器官培养 .....	359
一、器官形成 .....	359
二、体细胞胚胎发生 .....	366
三、胚、胚珠培养 .....	375
第三节 甘薯花药培养 .....	376
一、研究进展 .....	376
二、操作程序 .....	377
第四节 甘薯原生质体分离和培养 .....	379

一、研究进展 .....	379
二、操作程序 .....	382
第五节 甘薯体细胞杂交 .....	388
一、研究进展 .....	388
二、操作程序 .....	389
第六节 甘薯外源基因导入 .....	392
一、研究进展 .....	392
二、导入方法 .....	394
第七节 甘薯的分子生物学技术 .....	397
第十三章 甘薯品种审定和种薯生产 .....	408
第一节 甘薯品种区域化鉴定和品种审定 .....	408
一、品种区域化鉴定 .....	408
二、品种审定 .....	412
第二节 甘薯种薯生产 .....	415
一、种薯生产的任务 .....	415
二、良种的防杂保纯 .....	415
三、加速良种繁育的方法 .....	420
四、脱毒种薯的生产 .....	423
五、种薯质量检验与分级 .....	426
附录 I 我国甘薯品种性状观察记载标准 .....	430
附录 II 国际植物遗传资源委员会甘薯形态特征和 初步评定标准 .....	434



# 第一章 甘薯生产发展与甘薯育种

## 第一节 甘薯生产发展

甘薯是世界上重要的粮食、饲料和工业原料用作物，在世界粮食生产中总产排列第七位（FAO，1987）。甘薯营养十分丰富，其块根中除含有大量淀粉、可溶性糖、多种维生素和多种氨基酸外，还含有蛋白质、脂肪、食物纤维以及钙、铁等矿物质，营养价值不亚于米、面（表 1-1）。

表 1-1 甘薯和其他几种主要食物每 100g 重的成分含量  
(林妙娟, 1994)

食物种类 (100g)	热量 (cal)	蛋白质 (g)	脂肪 (g)	糖类 (g)	纤维 (g)	矿物质			维生素			
						钙 (mg)	磷 (mg)	铁 (mg)	A (IU)	B <sub>1</sub> (mg)	B <sub>2</sub> (mg)	C (mg)
甘薯	113	2.3	0.3	25.8	1.2	46	51	1.0	7.100	0.08	0.05	20
米饭	158	2.8	0.4	34.5	0.1	4	51	0.9	0	0.01	0.01	0
熟面	131	1.8	1.0	29.4	0.1	19	42	1.2	0	0.01	+	0.4
马铃薯	75	2.3	0.1	16.9	0.4	7	58	0.7	0	0.07	0.04	7
芋头	112	3.1	0.2	25.2	1.1	41	100	1.2	0	0.28	0.07	16

注: 1cal=4.1868J。

甘薯所含的食物纤维质地细腻，不伤肠胃，对预防疾病与维护身体健康具有重要功能，是医学营养学家所推崇的食物纤维来源（林妙娟，1994）。红心甘薯富含维生素 A，食用甘薯可避免维生素 A 缺乏症。