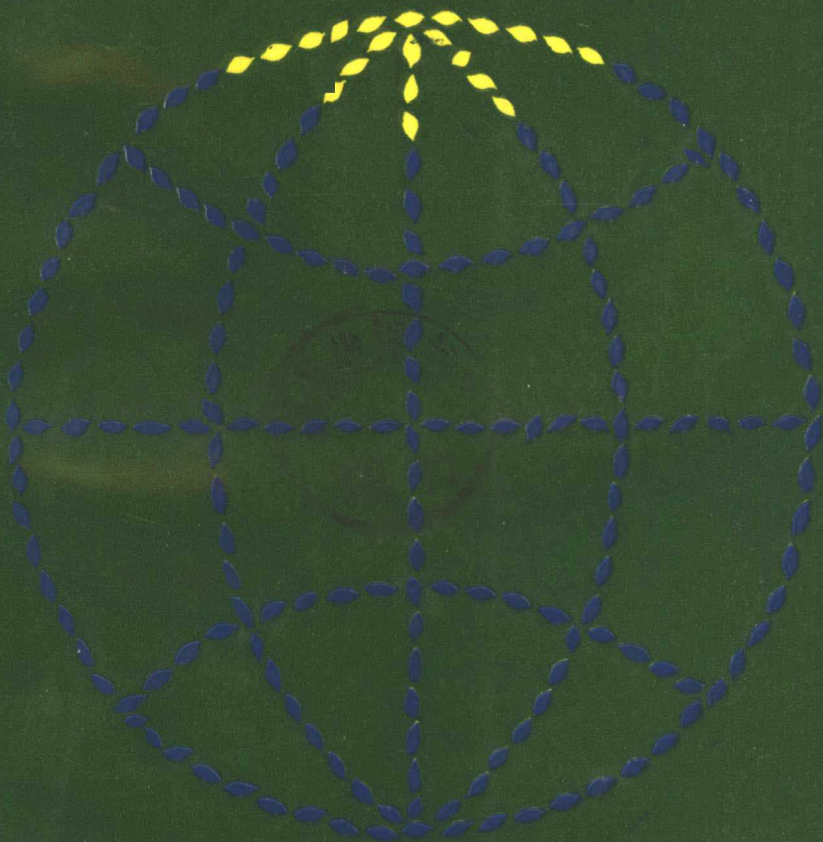


基因库与世界食物

[美] D.L. 普拉克内特 N.J.H. 史密斯 著
J.T. 威廉斯 N.M. 安尼舍蒂



世界图书出版公司

基因库与世界食物

〔美〕 D.L.普拉克内特

N.J.H.史密斯

J.T.威廉斯 著

N.M.安尼舍蒂

许运天 庄巧生 译

世界图书出版公司

1990

内 容 简 介

作者之一D.L.普拉克内特是世界银行国际农业研究磋商小组科学顾问。本书是一本全面介绍植物基因库的新作。书中论述了种质保存的历史、现状及其与品种改良的关系；基因库在种质保存中的作用、存在问题及解决途径；室内和田间基因库的合理应用；生物技术与种质的保存及应用；世界各地基因库贮存的各种作物种质的份数；基因库规模及适宜的贮存条件；野生近缘植物与栽培植物杂交对提高抗性和改进品质的重要作用等。可供遗传育种、种质资源、作物栽培等专业人员及主管农业的领导者阅读。

D.L.Plucknett N.J.H.Smith

J.T.Williams N.M.Anishetty

Gene Banks and The World's Food

Princeton Univ. Press 1987

基因库与世界食物

〔美〕D.L.普拉克内特 N.J.H.史密斯

J.T.威廉斯 N.M.安尼舍蒂 著

许运天 庄巧生 译

责任编辑 西世良

世界图书出版公司出版

北京朝阳门内大街137号

人民交通出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1990年8月第一版 开本：787×1092 1/32

1990年8月第一次印刷 印张：9.125

印数：0001—1500 字数156千字

ISBN: 7-5062-0757-5/S·2

定价：7.80元

限国内发行

序 言

基因库已经成为科学和公共政策辩论的重要课题。社会公众对遗传工程密切关注并且殷切期望生物技术将使作物和家养畜禽的改良揭开重要的新篇章。尽管遗传工程以越来越快的速度取得一些突破，但是由于世界上最重要的遗产之一——栽培植物及其野生近缘植物的遗传多样性——遭受了侵蚀，大大妨碍了我们对未来植物品种的抉择。在每个大陆甚至在很小的岛国上，有许多作物基因库将种子保存在低温、低湿条件下以及将其他植物材料保存在试管内或田间小区内。现已看出，基因库的工作对于为人类利益而在全世界范围内努力保存尽可能多的作物基因源以及开发贮备库方面，是相当关键的。

工业化国家和发展中国家的科学界与公众舆论虽然一致认识到为了农业和其他目的而保存动植物资源是有必要的，问题在于什么是保存这种遗传多样性的最好做法。例如，有些人认为作物的古老品种即使被农民遗弃之后还应该继续种植；另一些人则坚持，对多数作物来说，基因库是保护作物遗传材料最切合实际的办法，而近缘物种则保存在它们所生存的自然生境中。科学界十分赞同采用基因库及其相应的补充保存方法的这一抉择。

应该由谁来拥有和管理基因库也有不同的意见。有些观察家以为作物种质样品大都是受西方工业化国家控制的，由此推论得出它是为跨国公司谋取利益的。作物遗传资源的保

存与利用，与有关植物品种法权或专利的问题纠缠在一起。未经改良的粮食作物种质一般可在国与国之间自由流动，但有些人则把专利权看成是对农民的潜在威胁。

基因库使工业化国家和发展中国家绝大部分农田的生产力得到了巩固，而且在学术文献和公众报刊上都曾对此展开过生动热烈的讨论，所以现在对作物种质工作中的一些科学问题和政策内涵作一番评述是适时的。本书面向广泛的读者，包括对此感兴趣的公民、政策制定者、农业和环境科学研究工作者，以及关心种植业和农村发展的社会科学家。我们的全球性战略目标是加强发达国家和第三世界之间的科学联系，在促进全世界农业发展的共同事业中互相依赖。

第1章“基因库：全球性资源”，通过概述世界人口日益增长和进一步大幅度提高农业生产力的必要性，为建立基因库提供理论依据。这一章简述作物及其近缘物种遗传多样性的损失的日益加剧情况和原因，从而强调基因库工作的重要性。在引言中我们简略介绍一些由于农田遗传单一化导致生产力崩溃中劣迹昭彰的和知之较少的实例。第2章“适应时宜的种子”，以快速品种更换的问题为焦点揭示现代农作的能动本质。我们也讨论选育更有弹性的能够应付各种环境挑战的品种的育种策略。还考察包括杂交种种子在外的种子生产体系，简单介绍质量控制的措施，并讨论植物专利权的实际效果和潜在影响。

第3章“植物收集家和基因库”，探讨种质保存与交换的历史，从植物园到拥有现代冷藏设备的单位都有涉及。对业余和职业收集家的活动也做了一番回顾，并扼要提到领事馆人员与殖民服务机构在早期种质收集中的作用。还谈到20世纪过渡到现代基因库的情况。

第4章“基因库”，阐明现代作物种质收集与利用的指导原理。我们描述典型的基因库，包括收集到的材料如何准备编入样品库及其贮藏与评价的方法。讨论有关保存种质最适宜方法的一些科学问题，包括为作物的野生近缘植物留出自然保留地的工作，并分析基因库可能碰到的问题及其治理措施。

第5章“生物技术学和遗传资源”，介绍DNA重组技术在农业应用上的最近进展。尽管在可预见的将来，传统的作物育种技术在导入有利基因方面仍然是最重要的途径，但生物技术的某些范畴，如组织培养已被作物育种家应用了几十年。在本章中，我们讨论私营公司和公众机构目前正在探索的，并有可能很快为农业产生实质性效益的上述技术和其他技术。基因库的价值将因生物技术研究的进一步发展而得到提高。

第6章“基因库里的基因”，讨论焦点是基因库的现状和地点，在这里我们按作物类别提供有关其种质资源的最新信息。我们讨论禾谷类、根类、豆类、蔬菜和某些工业原料作物的情况，尽可能列出驯化植物和野生近缘植物的一些数据资料，因为野生近缘植物除具有其他性能外常被用来提高作物对病虫害的抵抗性。我们注明种质材料的贮藏方法、材料来源和样品的重复程度。材料清单反映了种质样品的覆盖范围，而当这些样品得到评价后我们就可以准确地找出工作中的差距。这一章还表明第三世界国家在世界作物种质长期贮藏中占有相当大的比重，而且不论在工业化国家或发展中国家，基因库大多是由国家计划部门来掌管的，也有由国际农业研究中心掌管的。私营公司集中力量致力于样品的收集，而不掌管长期库。

对种质贮藏工作的基本要求就是看它能为当前和将来的农业做出的贡献。象博物馆那样简单地贮放材料是不够的，在遥远的将来才能显现潜在效益的空洞许诺，也不可能得到很多的经费支持。政策制定者和赞助组织最感兴趣的是基因库工作如何为农民和消费者的当前或近期利益服务。如果基因库已经在为某种有用的目的服务，那么它在当前所取得的成效就会激发赞助者的积极性，从而得到持续的资助。第7章“基因库效益”，突出介绍一些能使科学家从种质样品中抽取材料以迎接农业生产力挑战的特定途径，并举例说明如何对基因库进行开发以提高作物抗病虫害的性能和适应不良土壤与气候的能力。

大部分的基因库是贮放传统品种和近期已经不在生产上使用的品种的种子，但也保存野生物种，因为它在扩大作物遗传基础上具有十分重要的作用。第8章“野生物种：更广阔的基因源”，重点阐明野生物种对栽培植物的重要意义。某些作物是从杂草开始演化而来的，某些栽培植物是在与野生近缘植物自发发生基因交换之后获得改善的。在这章里我们对作物育种中应用野生种质的问题进行了综述。野生样品在基因库中的价值被低估了，正如保存自然生境的重要性常为人们所忽视一样。

第9章“水稻种质IR 36的实例剖析”，以特写的镜头叙述植物育种家和其他农业科学家在利用水稻遗传材料成功地选育出一个优良高产品种上如何进行协作，而该品种是“绿色革命”的系列产物之一。在这里我们强调农业生态系统的能动性和科学家们在富有成效地利用水稻种质以选育新品种的过程中如何对万花筒似的接踵而来的一系列虫害和病害做出了反应。IR 36的史话也生动地刻绘了把受有不同训练的

科学家组织在一起形成一个强有力的工作班子，为小规模经营的农民创造一个有生命力的增产技术。水稻的绿色革命从1966年对IR 8品种的推广开始，然而不几年这个矮秆品种及其少数后继品种在某些地区，特别是在印度尼西亚，遭受了严重损失，主要是因为那些地区迅速出现了一系列的害虫和病原物为害。因此育种家就设法把对为害IR 8的一系列病、虫害的抗性结合到IR 36的身上。IR 36的系谱是复杂的，它表明在选育现代品种的过程中常常应用来自几个不同国家的许多品种，通过杂交把它们的优点尽可能综合在一起。一个持久的工作班子的做法和从几个国家收集一些有价值的基因并将它们贮放在基因库里，就能使育种家创造出历史上种植最广泛的水稻品种。

最后一章“全球性的紧急使命”，总结种质保存工作现在所处的境地，提出将来的任务，诸如更好地对现存样品进行评价，增加样品的复份以防不测，为种质专家提供更多的培训机会，以及进一步增强第三世界的国家研究计划；还讨论了加强现有的种质贮藏与交换体系或对目前的体制进行彻底检查的相对意义，并建议由国际筹资支援遗传资源工作；最后对21世纪的基因库工作前景进行了一番预测。

术 语 说 明

本书尽可能避免使用高度技术性的语言，但有时还得引用一些对读者来说可能是不大熟悉的名词术语。这里我们对某些生物学术语给出定义，以便于不直接参加种质工作的读者了解其涵义。

基因库可以是异地的，即种子或植株的某部分保存在它所生长的地区以外；也可以是原地的，即将植物，包括作物的野生近缘植物，保存在自然保留地上。基因库材料或以种子形式保存，或在田间小区上保存，后者称为田间基因库。现在正在进行通过组织培养将植物保存在玻璃容器内(试管苗)的研究，以节约空间和降低成本。为了探讨营养体材料长期贮存的方法，正在进行超低温贮存的研究，即将组织培养物保存在 -196°C 的条件下。某些专门的基因库也贮放遗传材料的样品如突变体等。

以种子形式保存的植物可分为两类：一是具有正常型种子的植物，即种子含水量可干燥到4—6%的水平，然后保存在低至 -20°C 的温度下；一是带异常型种子的植物，即种子不能忍受干燥和冰冻的温度。对于不能产生种子或带异常型种子的植物则要贮存在田间基因库上。

基因存在于活的有机体内，是所有生物的信息蓝本，植物、动物、微生物的特征特性都是基因的产物。基因型是有机体内与众不同的独特的基因组合，而基因库是当前系统贮放植物基因型的唯一场所。植物种质样品是许多基因型的聚

合物，代表当地农业的原始品种或地方品种、过时的品种或现代品种——科学育种的产物——以及作物的野生近缘植物，包括杂草型植物。我们所说的品种和栽培品种是同义语。

一个作物的基因源是指一个较广泛的范畴，包括该物种的遗传资源，也包括能够与之杂交并提供基因的材料。作物基因源往往包括野生的近缘植物。基因流动指植物个体间或群体间基因的交换。遗传侵蚀是指由于采用现代品种和清理土地等因素造成某些植物群体的消失，从而使基因从基因源中丧失掉的现象。

基因库样品是指已收到的准备进行加工和最后予以贮存与评价的样品。它就象图书馆的藏书准备进行编目和上架一样。为了给育种家应用，样品必须经过筛选、鉴定其对各种病原物和其他环境胁迫的反应。经过评价的样品所携带的基因，可以设法导入育种品系，最后育成品种并发放给农民种植。在育种过程中可能需要将这种样品多次回交到亲本品系（常常是高代育种材料），才能在消除不需要的特征特性的同时保留有利的基因。科学家也可以采用远缘杂交，即与其他物种如野生近缘植物杂交，以期获得所需要的性状。植物育种的一个主要目标是对付病虫害的多基因抗性，在这种情况下品种的抗性是由一些基因保护的。多基因抗性能够延缓作物病虫害的发生。单基因抗性，通常也叫垂直抗性，一般不如多基因抗性稳定。

基因库中的样品往往是农民选择出来的地方品种或传统品种。许多基因库也收藏当今已不在生产上使用的现代品种以及野生物种。

本书所用的首字母缩略词及其所代表的机构名称见附录2。

目 录

第一章	基因库：全球性的资源	(1)
第二章	适应时宜的种子	(18)
第三章	植物收集家和基因库	(43)
第四章	基因库	(80)
第五章	生物技术学和遗传资源	(110)
第六章	基因库里的基因	(124)
第七章	基因库效益	(159)
第八章	野生物种：更广阔的基因源	(173)
第九章	水稻种质 1 R 36 的实例剖析	(192)
第十章	全球性的紧急使命	(206)
附表		(219)
参考文献		(236)

第一章 基因库：全球性的资源

世界的人口已达 48 亿，预期在趋于稳定之前至少还要增长一倍。如何供养我们日益增长的队伍，对于全人类来说是一个无法制止的挑战。有些国家除了扩大利用边际土地于生产之外，别无其它选择，这样一来就不得不选育能够适应不良环境条件的一些作物。在避免边际环境进一步劣化和产量不断呈螺旋式下降的情况下，食物增产的绝大部分是通过提高现有农田生产力而取得的。植物遗传操作便是提高农业生产力的最重要途径之一。对另一些国家来说，唯一的选择就是到远离人口密集的地区开发新农田，而采取这一策略就会在世界范围内破坏或严重损害自然生境。我们现存的荒野地区，亦即对农业、医药和工业具有潜在利用价值的基因仓库，将要受到由扩大定居而带来的日益增大的威胁。

快速、持久地提高农业生产力，这是个有别于使现存荒野地区和边际地带进一步劣化的明智选择，吸引了科学、社会和政治各方面的关注。作物改良的成就是在农艺、昆虫、遗传、植物病理和土壤等许多学科领域扎扎实实的科学知识的基础上取得的。植物育种作为遗传学的一个分支，对于在世界范围内增加农业产出占有中心的地位，植物育种家可以依赖遗传资源选育出适应性更好、丰产性更高的品种。从策略上说，保持作物的遗传多样性和保持野生动植物的生存，是农业持久发展的中心原则。科学家和越来越多的公众已经认识到保存生物学的多样性及其相应的生境所带来的长期效

益。

自古以来农民是作物遗传资源的监护人，而现在越来越多的作物种质则被保存在基因库里。正因为这种做法是从根本上背离了传统习惯，才部分地造成了保存作物资源多样性和利用作物资源多样性之间的一些矛盾。基因库拥有植物育种家随时可以取到的种质样品。科学家手头上应该掌握好经妥善保存和精细评价过的材料，才能对付农业生产力所面临的许多威胁。

如果没有基因库提供的方便和信赖，育种家就得不断地组织考察队去收集育种计划中所需要的样品。同时，基因库还保存有现在已不再种植的传统品种以及由于农业或其它产业的发展而可能濒临灭绝的野生近缘植物的群体。保存在自然生境下的野生物种应是基因库“非原地”保存的补充。

育种家正在利用植物遗传资源为农民和消费者造福。目前，正在进行的作物遗传多样性的保存工作是全球性的，包括国际性、地区性和国家机构、公众和私人组织都可以从种质资源中各取所需，用以培育改良品种。我们认为，只要有可能，作物种质都应以种子状态贮藏在低温条件下，如果有些作物不能采用这种方法，则可贮放在试管内和田间基因库上。最后，我们强调，对于许多作物的野生近缘植物的遗传多样性，也要保证在自然保留地内受到保护。

为了更好地宣传在基因库内和野生生境中保存作物遗传多样性的紧迫性，我们回顾了丰富作物遗传性的来源、农田上遗传多样性的下降和遗传侵蚀的危害性等问题。本章的主要目的是通过一些由于遗传基础狭窄而造成某些农业地区生产明显下降的事例，说明保存作物遗传多样性的基本原理。

丰富作物遗传资源

自有农业以来，至少在一万年前，农民一直在选择适合各种各样环境的作物。对于每一作物来说，人们开始时是在小面积上，有时在几个地区，选择一些植物来适应不同范围的环境和满足不同色、香、味、质地、蒸煮品质以及其它方面的要求。以玉米（*Zea mays*）为例，它是在墨西哥被驯化的，当欧洲人插足新大陆沿岸时期，这种高大、令人瞩目的谷类作物，在安底斯山脉高山谷地上迎着阵阵微风而摇晃，在亚马孙河谷低地湿热灌木丛中的杂草堆里挺立，也在南美西部沿岸沙漠地带的灌溉田里成熟。

农民从象手指那么细的玉米穗轴和象爆粒玉米那么小的籽粒开始，从穗轴大小、粒形、粒色上逐渐选择具有极大变异的各种玉米品系。感恩节前后美国商店出售的晒干的印第安玉米，给我们提示了这一古老作物的遗传多样性。有些玉米主要用于磨粉，其它的可以煮食或烤着吃，还有一些玉米则是作为酿酒原料。例如，秘鲁高原有一种籽粒发亮的紫玉米，在碾碎过滤后，用以制做带葡萄汁色泽、轻度发酵、名叫“chicha de jora”的饮料。

某些被驯化的植物，开始从原产地向外渗透扩展时，人们就睁大眼睛紧紧盯住那些可能有潜在利用价值的性状。当一些作物被带到新的岛屿和大陆时，由于遇到了新的进化机会，它们的遗传多样性常能得到进一步迅猛发展。一个物种来到新的环境，面临着新鲜环境的挑战，就会变化得特别快。各种作物经受了适应性的辐射扩展和不同基因型对不同气候、土壤条件的反应以及遭受新的病虫害袭击时，将会出现

一些新的基因重组(张德慈, 1983 a)。有些作物从原产地引到外地区, 可能遇上不同的亲缘植物并与之发生了杂交。例如在西非, 普通亚洲水稻 (*Oryza sativa*) 和当地的栽培种光身稻 (*O. glaberrima*) 杂交, 丰富了该地区的水稻基因源 (Ng, 1979; Ng 等, 1983)。有些作物具有二级变异中心, 其遗传丰富性有时比原产地区还要大 (Harlan, 1972)。

农民就是利用这种加速的变异过程选择出能够适应新的小环境的传统品种或地方品种。在驯化条件下, 人们对丰富的遗传变异源施加强有力的选择压力, 可使植物经受迅速而剧烈的变化 (Vavilov, 1949)。经过多次的重复种植和收获周期, 便产生了一些突变和有利性状的选择 (Harlan, 1965, 1975 a; 张德慈, 1976 a)。原始农业中的农民时常种植一些基因型的混合体, 这就提供了进一步杂交的可能性。例如, 拉丁美洲的一些较寒冷的高地, 农民经常种植杂色的菜豆 (*Phaseolus* spp.) 品种做为屏障以防严酷天气。这些菜豆发芽不整齐, 因而有些植株在初夏无雨或雨水来得较晚的情况下仍能存活下来 (Clawson, 1985)。传说耶稣基督在世前后多数作物业已驯化, 并从其祖先居处传播到远方 (C.O.Sauer, 1969)。由于各种作物是在不同历史文化时期筛选出来的, 并经历了新的生长环境条件, 所以出现了多样化现象。

殖民地时期, 即从罗马文化的传播到英、荷、葡、西及其他国家在热带和亚热带地区殖民定居以来, 作物的多样化过程一直在持续进行着, 文化扩张使各大洲及群岛之间相互进行了植物交换。例如, 1505 年前后, 葡萄牙探险家把甘薯 (*Ipomea batatas*) 从巴西带到印度的果阿; 其他商人又从那里把这个带藤的块根作物携带到印度尼西亚和波利尼西亚 (Baker, 1970 a: 52)。16 世纪中叶, 甘薯是西班牙和葡萄牙

普通的园艺作物 (McAlister, 1984: 469)。

哥伦布第一次远航美洲时就随身带去一些作物种子, 显然, 后来都死了。1492 年第二次航行时, 他又带去小麦、鹰嘴豆 (*Cicer arietinum*)、瓜类、洋葱、萝卜 (*Raphanus sativus*)、色拉绿 (Salad greens) 的种子、葡萄藤、甘蔗 (*Saccharum* spp.) 以及建立果园用的核果类 (Crosby, 1972: 67)。16 世纪早期, 居住在墨西哥的西班牙殖民者渴望从欧洲获得一些种子和植物。于是, 西班牙王国政府晓谕所有驶向新大陆的船只必须运载一些种子、插条、地下根和家畜 (McAlister, 1984: 469)。教会也在这一方面做出了贡献。

每次引种都使作物获得机会产生适应和变化。新大陆的禾谷类、豆类和蔬菜作物引种到新大陆后, 就会在新的定居地方产生显然不同的类型。这个过程是从 15 世纪后期开始的, 以后在整个殖民地统治时期或断或续地继续发生。1777 年受西班牙和法国当局雇用的一个法国植物采集家和博物学家多姆贝 (J·Dombey) 旅行到秘鲁时写道, 他正携带着“大量的种子和果树核果到美洲种植, 以便一方面把这些东西交给印第安人, 同时也从他们那里带回一些植物和种子” (Steele, 1964: 64)。

殖民地时期虽然加速了作物交换的进程, 但也损失了一些遗传多样性, 尤其在新大陆。美洲的土著居民常常罹患由探险家、商人和传教士带来的旧大陆疾病, 如天花、肺结核以及普通感冒而大量死亡, 从 15 世纪末开始出现的人口锐减一直持续到现在。只要接触到任何一个隔离的部落都可以看到这种现象 (Hemming, 1978 a,b)。例如, 旧大陆带来的疾病在墨西哥中部蔓延, 是造成 1518~1618 年间土著人口下降 97% 的主要原因 (Cook 和 Borah, 1979: 168)。大片大片的

耕地又变回去成为森林或灌木丛。无疑地，新热带地区作物的许多地方品种或传统品种随着培育它们的社会而消亡。如在西印度群岛的伊斯帕尼奥拉，由于早在 1568 年就出现部落人口减少，西班牙后裔常常为其失去美味的甘薯品种而叹息不已 (Patiño, 1963)。

然而，两相平衡，殖民地时期由于洲际和岛屿间的作物交流而带来的品种增多，比起因文化崩溃所造成的品种丢失可能要大一些。例如，自从葡萄牙人把新大陆的木薯 (*Manihot esculenta*) 和玉米引入非洲之后，这二种作物都出现许多地方品种 (Purseglove, 1975: 308)。玉米是在 16 世纪下半叶着陆西非的，到了 1900 年除乌干达以外，它已在整个非洲大陆广泛种植 (Crosby, 1972: 186; Cock, 1985: 15)。木薯大约在 16 世纪被引入刚果和安哥拉 (Crosby, 1972: 187)。大部分非洲农村是吃木薯的，他们种植一些具有特殊性状，诸如收获时间和产量水平不同、适合采用或制作面糊、面粉、淀粉等用途的品种 (W.O. Jones, 1959: 98)。

作物遗传多样性的下降

随着 20 世纪 20 年代现代育种的来临，作物遗传性逐渐丰富的进程明显缓慢下来，在某些情况下则呈停滞不前的趋势，特别是在植物已被驯化并出现多样化的地区更是如此。农民采用现代品种和农艺措施时一般转变为单一化栽培，导致许多农田出现遗传简单化现象。为了供养迅速增长的人口，国营和私营单位的植物育种家集中精力于提高少数作物的产量，其结果是相当引人注目的。传统农民，亦即早期的植物育种家，重视稳产性不亚于高产性。在农作历史上的绝大部