

作物种质资源安全保存 原理与技术

The Principle and Technology of Safe
Conservation of Crop Germplasm Resources

卢新雄 辛 霞 刘 旭/著



科学出版社

作物种质资源安全保存 原理与技术

卢新雄 辛 霞 刘 旭◎著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是著者 30 余年来在作物种质资源安全保存方面潜心研究的结晶, 结合国内外作物种质资源保存研究和实践, 系统总结凝练了作物种质资源安全保存的原理与技术。本书主要阐述了作物种质资源安全保存的含义与范畴, 系统介绍了种质库、种质圃、离体库等保存方式的种质资源安全保存的原理与技术, 主要包括种子、植株、块根、块茎、茎尖、休眠芽、花粉等保存载体的寿命延长机制、活力丧失机制和遗传完整性维持机制, 种质入库圃前处理、监测预警和繁殖更新等技术, 以及库圃设计与建设的工艺技术要求。

本书是国内外首部作物种质资源安全保存原理与技术方面的专著, 可为种质资源保存、研究和设施建设提供指导, 也可作为综合型大学、农林师范院校的教材或教学参考书, 还可供种质资源学、种子科学、种业等方面的研究人员、教师、学生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

作物种质资源安全保存原理与技术 / 卢新雄, 辛霞, 刘旭著. —北京: 科学出版社, 2019.12

ISBN 978-7-03-062212-9

I. ①作… II. ①卢… ②辛… ③刘… III. ①作物-种质资源-种质保存-研究 IV. ①S33

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第182482号

责任编辑: 李 悦 田明霞 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年12月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019年12月第一次印刷 印张: 21

字数: 500 200

定价: 220.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

作者简介

卢新雄

研究员

中国农业科学院科技创新工程作物种质资源安全保存与信息化创新团队首席，国家作物种质库主任，是国家作物种质库新库、国家农作物种质保存中心等设施立项与建设的主要参与者。1984年自厦门大学生物系毕业后，一直从事种质资源保存研究工作，参与组织完成种质资源入国家库圃长期保存；建立国家库超低温保存技术，开启了我国无性繁殖作物种质资源的离体长期保存实践；创建了基于种子生活力丧失关键节点（拐点）的库存种质安全保存技术体系，最大限度地延长种质的保存寿命，及时预测预警出库存种质生活力变化与丧失规律，避免因生活力降至过低而导致资源得而复失，为我国50万份战略资源的持久安全保存提供了重要技术与理论支撑。发表论文100余篇，其中SCI论文23篇；主编、副主编著作共5册；获国家发明专利授权9项，软件著作权1项；获国家科技进步奖二等奖1项，省部级一、二等奖各1项。



辛霞

副研究员

中国农业科学院科技创新工程作物种质资源安全保存与信息化创新团队骨干。2007年毕业于中国科学院植物研究所，植物学博士学位。毕业后在中国农业科学院作物科学研究所从事种质资源保存研究工作。先后主持国家自然科学基金、农业部物种品种资源保护（农作物）课题、重点研发计划子课题等项目/课题；发表论文 50 余篇，其中 SCI 论文 19 篇；获国家发明专利授权 9 项，实用新型专利授权 1 项，软件著作权 1 项；获得国家科技进步奖二等奖 1 项（二级证书）。



刘旭

院士

著名植物种质资源学家。1979年毕业于河北农业大学农学系，1983年获中国农业科学院研究生院作物遗传育种专业硕士学位，1997年获中国农业科学院研究生院作物遗传育种专业博士学位。曾任中国工程院副院长、中国农业科学院副院长。

参与组织、领导了中国农作物种质资源收集保存评价与利用，中国农作物种质资源本底多样性和技术指标体系及应用等项目研究。组织并主持出版了《中国作物及其野生近缘植物》系列专著 9 卷，《中国农作物种质资源技术规范》系列 110 册。多次获国家、省部级科技进步奖。参与组织了国家农作物基因资源与基因改良重大工程筹建，国家基础性工作及国家自然科技资源共享平台的发展战略研究并组织实施。

2009年当选为中国工程院院士。



前 言

作物种质资源是人类生存和发展的宝贵财富，是农业科技原始创新、作物育种及其生物技术产业的物质基础，是保障国家粮食安全和生态安全的战略性资源。作物种质资源的持久安全保存是其有效利用的前提。

现代作物种质资源保存可追溯至苏联植物遗传学家和育种家瓦维洛夫（1887—1943），他从 60 多个国家搜集到 15 万份种质材料，用小金属盒包装后在自然条件下贮藏。经过近百年发展，全球已建设 1750 余座种质库、种质圃、试管苗库和超低温库等保存设施，收集保存种质资源达 740 万余份，涉及 1 万余个物种，包括栽培种和野生近缘种。我国于 20 世纪 70 年代末开始筹建国家作物种质库，于 1984 年和 1986 年分别建成 1 号库和 2 号库，1 号库于 2002 年扩建成为国家作物种质粮食作物中期库（国家农作物种质保存中心），2 号库为国家作物种质长期库。长期库保存容量为 40 万份，保存温度为 -18°C ，相对湿度低于 50%。之后相继建成了 1 个国家复份库、10 个国家中期库和 43 个国家种质圃。至 2018 年底，已收集保存了 671 种作物 50 万余份种质资源，保存总量居世界第二位。

种质资源入库圃保存并不是一劳永逸的，种质库保存的资源会面临因活力下降而丧失的风险，种质圃保存的资源易遭受自然灾害和生境恶化等威胁，也存在丧失的风险。要确保种质资源的持久安全保存，一方面需从物理空间或保存方式上建立备份保存体系，以避免水灾、火灾、地震等不可抗力原因造成保存资源的永久消失；另一方面需建立基于生物学机制的安全保存技术体系，最大限度延长种质的潜在寿命，监测预测出生活力降至更新临界值的种质，并维持更新种质的遗传完整性。著者历经 30 余年潜心研究，提出了基于生活力丧失关键节点（拐点）的种质资源安全保存的理论基础，构建了安全保存技术体系，并系统总结和凝练了种质库、种质圃和离体库种质保存的研究成果，形成了国内外作物种质资源安全保存原理与技术方面的首部专著。

本书共分四章，第一章阐述作物种质资源保存的重要性、保存方式、保存现状与趋势，种质安全保存的含义、研究范畴与研究进展。第二章主要阐述以正常性种子为载体的种质资源安全保存原理与技术，内容主要包括基于生活力丧失关键节点（拐点）的种质资源安全保存的理论基础，即种子生活力存活特性、种子保存寿命延长机制和

种子活力监测预警，以及维持种质遗传完整性的原理和影响因素；种质库种质安全保存操作处理技术；种质库设计与建设的工艺技术要求。第三章主要阐述以植株、块根、块茎等为载体的种质圃种质资源安全保存原理与技术，内容包括田间植株安全保存的原理、影响因素；种质圃种质安全保存操作处理技术；种质圃设计与建设的工艺技术要求。第四章主要阐述以茎尖、休眠芽、花粉等为载体的离体库种质资源安全保存原理与技术，内容包括试管苗（缓慢生长）保存和超低温保存的原理、影响因素；离体库种质安全保存操作处理技术；离体库设计与建设的工艺技术要求。期望本书能对作物种质资源乃至植物种质资源的安全保存起到推动和促进作用。

本书撰写过程中，陈叔平、崔聪淑、陈贞、张云兰、陈晓玲、辛淑英、张志娥、王力荣、刘喜才、唐君等老师为本书提供了珍贵的研究资料，李立会、王述民、曹永生、黎裕、方洸和郭刚刚等专家为本书提出了宝贵意见，张金梅、尹广鹞和何娟娟等参与了本书的校对。著者对上述老师、专家、同事给予的热情支持，表示衷心的感谢。感谢国家科技攻关计划、国家科技支撑计划、国家自然科学基金、农业农村部物种品种资源保护（农作物）项目、中国农业科学院科技创新工程等项目的支持，尤其感谢农业农村部物种品种资源保护（农作物）项目和中国农业科学院科技创新工程为本书提供出版资助。

鉴于著者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

著 者

2019年5月于北京

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 作物种质资源保存的重要性.....	1
一、作物种质资源的含义与属性.....	1
二、作物种质资源保存的意义.....	3
第二节 作物种质资源保存方式.....	11
一、主要保存方式.....	11
二、保存方式的确定.....	18
三、保存的基本单元.....	20
第三节 作物种质资源保存现状与趋势.....	22
一、国外现状与趋势.....	22
二、国内现状与趋势.....	25
第四节 作物种质资源安全保存.....	42
一、安全保存范畴.....	42
二、复份安全保存.....	43
三、生物学安全保存.....	44
四、整体安全保存.....	48
第二章 种质库种质资源安全保存	53
第一节 种质库种质资源安全保存原理.....	53
一、种子贮藏习性.....	54
二、种子寿命影响因素.....	55
三、种子生活力存活特性.....	69
四、种子保存寿命延长机制.....	71
五、种子生活力监测预警.....	85
六、种质遗传完整性的维持.....	101
第二节 种质库种质安全保存操作处理技术.....	121

一、种质库操作处理技术	122
二、我国国家库操作处理	146
第三节 种质库设计与建设要求	173
一、种质库类别与功能设施组成	173
二、种质库设计与建设的基本要求	173
三、种质库设计和建设过程中的参考性事项	187
第三章 种质圃种质资源安全保存	195
第一节 种质圃种质资源安全保存原理	195
一、植株保存作物的生物学特性	195
二、种质圃保存的遗传资源多样性范围	197
三、影响植株安全保存的因素	199
四、维持植株种质安全保存的机制	202
第二节 种质圃种质安全保存操作处理技术	206
一、种质入圃操作处理	206
二、种质入圃操作处理标准	219
第三节 种质圃设计与建设要求	222
一、种质圃建设模式与原则	222
二、种质圃设施条件的基本要求	223
第四章 离体库种质资源安全保存	229
第一节 离体库种质资源安全保存原理	229
一、试管苗库种质保存	230
二、超低温库种质保存	235
三、离体种质遗传稳定性及其检测	246
四、离体种质的存活测定	249
五、离体种质保存实践中的相关问题	250
第二节 离体库种质安全保存操作处理技术	253
一、试管苗库	254
二、超低温库	267
三、我国国家库离体库	280
第三节 离体库设计与建设要求	285
一、试管苗库	285
二、超低温库	290
参考文献	292
附录 保存术语	318

第一章

绪 论

本章主要阐述作物种质资源保存的重要性、保存方式、保存现状与趋势，种质安全保存的含义、研究范畴与研究进展。

第一节 作物种质资源保存的重要性

作物即栽培植物，是由野生植物经过人类不断的选择、驯化、利用、演化而来的具有经济和社会价值的，且被人类种植栽培并收获利用的植物。本书所述作物主要包括粮食作物、经济作物、园艺作物、牧草、绿肥作物等栽培植物。

一、作物种质资源的含义与属性

1. 作物种质资源的含义

作物种质资源又称作物遗传资源，因种质资源也是基因的载体，故也称基因资源。20世纪60年代，我国作物种质资源学科的开拓者和奠基者之一董玉琛院士提出了“品种资源”的概念，因为携带种质的载体一般为品种（刘旭等，2018），即现在所称的种质资源。对作物种质资源的理解可追溯到现代作物种质资源活动的先驱者——苏联的植物遗传学家和育种家瓦维洛夫（N. I. Vavilov）所做出的不朽贡献。他早在1926年就提出栽培植物的改良应吸取广泛的遗传变异，因而毕生致力于从世界各地搜集栽培植物品种和野生近缘植物种质材料，期望为苏联作物育种提供“基因源（gene pool）”（Ford-Lloyd and Jackson, 1986）。而这些“基因源”便是早期“作物种质资源”的含义，它包含两层意思：一是这些种质材料是有实际或潜在价值的，是育种者所必需的亲本材料；二是这些种质材料不仅可供当时育种者使用，而且有预见性地为未来育种者储备。因此，作物种质资源是指任何具有实际或潜在价值的、含有遗传功能单位的栽培植物遗传材料，包括地球上所有栽培植物的有性和无性繁殖遗传多样性资源，通常可分为地方品种、育成品种及品系、特殊遗传材料和野生材料。

地方品种：亦称农家种，多指在多样性地区具有专一用途的品种类型，即这类资

源具有适于特殊生态环境种植的特性，或者可提供特殊的食物或满足某种宗教需求。固有的多样性是这些地方品种的独有特性，而且大多数地方品种往往是混合异质群体。

育成品种及品系：由科学家选育并在现代集约农业中栽培的优良品种，通过植物育种发展而成的复合种和综合种也属这一类。

品系：经育种家多年选育，形成的形态学和生物学特征一致，具备了利用价值和稳定的遗传特性，但尚未形成品种和在生产上推广的群体。

特殊遗传材料：包括突变体、基因标记材料、诱变的多倍体材料、非整倍体材料等。

野生材料：野生近缘种和杂草种，以及在多样性原生起源中心和次生起源中心发现的近缘属植物野生种。

作物种质资源是世界上植物种质资源收集保存和研究的主体，美国农业部下属的国家植物种质体系 (National Plant Germplasm System, NPGS) 收集保存的种质资源虽然称为植物种质资源，但大部分是作物类的种质资源。印度国家植物遗传资源局 (National Bureau of Plant Genetic Resources, NBPGR) 收集保存的植物种质资源也是以作物种质资源为主。联合国粮食及农业组织 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 则将收集保存的植物种质资源称为粮食与农业植物遗传资源。因此无论是 FAO，还是美国、印度等国家，尽管使用名称不尽相同，但其收集保存的主体都是作物类的种质资源。世界上有 25 万~30 万种植物，其中 1 万~5 万种可以食用，约有 5000 种可以作为人类的食物。我国有 9631 个粮食和农业植物物种，栽培作物有 528 类 (不包括林木和药用植物)，包含 1339 个栽培种和 1930 个野生近缘种，分属于 138 科 557 属 3269 种 (刘旭等, 2008)。

2. 作物种质资源的基本属性

多样性：主要体现在物种多样性、遗传 (基因) 多样性两个方面。物种多样性是指一个地区内栽培作物及其野生近缘物种多样性。遗传多样性是指种内的基因变化，包括种内不同种群之间或同一种群不同个体之间的遗传变异，也称基因多样性。具体表现在：分子水平上，核酸、蛋白质、多糖等生物大分子的多样性；细胞水平上，染色体结构的多样性及细胞结构和功能的多样性；个体水平上，生理代谢差异、形态发育的差异，以及行为习性的差异等。多样性形成的原因主要是“共同进化”，如基因突变、基因重组、自然选择、地理隔离等因素，导致不同物种之间、生物与环境之间，在相互影响中不断进化和发展。通过漫长的共同进化过程，地球上不仅出现了千姿百态的物种和遗传资源，而且形成了多种多样的生态环境。多样性是种质资源最主要的特征特性，是种质资源发掘利用的基础。

延续性：表面上指时间的延续和维持物种的延续；本质上则是基因信息的延续、DNA 序列排列顺序的延续；延续性对客观条件的要求非常苛刻，由于生态环境的不断变化及人类活动的负面影响，基因信息已经不知不觉出现了中断或改变，即变异或异化。

不可再生性：种质资源的形成相当复杂，需要经过长时间的演变、进化过程，同时它的形成受到地理环境、气候条件、生态系统和人类活动的制约，物种或特有种质

资源一旦被破坏, 灭绝后就不可再生了。不可再生性是与种质资源的稀缺性相对应的, 即一旦消失将永不再现。

可复制性: 包括遗传材料本身的可复制性和遗传信息的可复制性, 而后者显得更加重要。遗传信息既是遗传材料的重要组成部分, 也可以脱离遗传材料单独存在, 这是种质资源可繁殖扩增的遗传基础。一旦遗传信息被分离出来并能以某种显而易见的方式存在时, 其便可以离开原材料本身进行无限复制, 这一点是种质资源的重要特点, 也是其价值来源的重要组成部分。种质资源的可复制性则是与其延续性和遗传信息的可复制性相对应的。

地域性: 在不同地域上, 由于气候、土壤、海拔等的差异, 植物种质资源类型出现了较大差异, 从而显示出地域性, 即有的种质资源只为一个地域所特有。瓦维洛夫通过大量野外考察实践, 认为植物物种在地球上的分布是不平衡的, 有的地区具有大量的变种, 而有的地区只有少数变种; 所有物种都由不同的遗传类型组成, 它们的起源是与一定的环境和地区相联系的, 起源中心的主要特征是遗传类型有很大的多样性而且比较集中、具有地区特有的变种性状、拥有亲缘关系较近的野生类型或栽培类型。地域性是作物种质资源发掘利用的重要依据, 同时地域性也限制了许多地方优异种质的自然扩散与广泛种植利用。

群体性: 具有遗传潜力的基因存在于每一种植物(作物)的种群中, 任何个体都不能代表该种的群体基因库。当种群及个体的数量减少到一定程度时, 一种植物的遗传基因便会有丧失的危险, 从而导致物种的解体。物种的解体意味着遗传资源的解体。也就是说, 无论是物种, 还是一份种质, 尤其是地方品种异质种质, 都须由一定数量个体组成一个群体, 才能呈现其固有的遗传特异性或特异的农艺性状。

二、作物种质资源保存的意义

美国科学家 Harlan 和 Martini 于 20 世纪 30 年代就提出了栽培植物遗传多样性受到威胁的论点 (Harlan and Martini, 1936)。但直到第二次世界大战之后, 栽培植物遗传多样性丧失问题才受到重视 (Williams, 1984), 其原因包括: 一是小麦、水稻等作物高产新品种的加速出现并进入传统农业种植地区, 替代了原有栽培品种, 导致生产上种植品种基因源遗传一致性增强; 二是人们重新进入原先记载的多样性中心, 尝试寻找可用于特定育种目的的种质材料, 以及研究栽培植物物种的起源和演化, 以探讨这些植物的生态适应性和差异性, 但很遗憾地发现原记载的许多种质材料已采集不到了。此外, 20 世纪 50 年代前后, 植物遗传资源自然生境被迅速破坏的情况逐渐显现出来, 这种情况被称为种质资源遗传侵蚀。而且种质资源的遗传侵蚀一年比一年严重, 速度明显加快, 持续恶性发展, 并可能对人类生存和农业生产产生重大的影响。因此人们迫切需要进行种质资源收集保存, 防止其丧失或消失。另外, 目前保存设施中贮存的种质资源, 通过分发和基因发掘等途径, 已产生了巨大的社会和经济效益, 这也反映出了种质资源收集保存的重要性。

1. 避免作物种质资源多样性丧失

(1) 避免老旧品种消失

由于育种家的努力，具有高产、抗病、抗虫、抗旱或节肥特性的新品种不断涌现，农民乐于种植这些新品种以替代低产或性状欠佳的旧品种，这是一种极自然的趋势。因为先进的、高级的现代农业必然需要高产的和整齐一致的品种，这种倾向似乎难以避免。新品种或杂交种的选育和推广，使得很多古老品种特别是许多地方品种逐渐被淘汰，从而使通过长期自然选择和人工选择而形成的某些重要种质资源有消失的危险。而且一个品种一旦在生产上被淘汰，得不到有效保护，就会永远消失。因此，植物种质资源的遗传多样性就被由它创造出来的许多栽培品种所破坏，广阔的遗传基础被狭窄的代替，导致许多古老、特有品种消失。

随着 20 世纪 20 年代现代育种技术的出现，作物遗传多样性逐渐丰富的进程明显缓慢下来，在某些情况下甚至呈停滞不前的趋势，特别是在植物已被驯化并出现多样化的地区。农民采用现代品种和单一化栽培措施，这导致种植品种的遗传基础高度一致性。为了供养迅速增长的人口，传统农民（早期育种家）对稳产性的重视不亚于高产性。在农业耕作历史上的绝大部分时期盛行种植许多地方品种，并在非机械化作业的小块土地上进行混作，这种多头下赌注的策略一般可以取得稳定但较低的产量。现代育种家则集中力量培育对肥料敏感和抗病虫害的高产品种，但他们也逐渐转向选育适应不同环境条件的品种。例如，美国 1969 年种植的食用菜豆、陆地棉、豌豆、马铃薯、水稻和甘薯等作物，其中少数几个品种就占据了该作物一半以上的种植面积 (Wilkes, 1983)。有学者估计，现在中国生物物种正以每天一个物种的速度走向濒危甚至灭绝，而农作物栽培品种正以每年 15% 的速度递减，对中国农业产生的负效应难以估量 (薛达元, 2005)。在相当长的历史时期内，生产上种植应用的品种数量总体呈现明显的下降趋势，并且少数品种占据了相当大的栽培面积。例如，20 世纪 40 年代中国种植的水稻品种有 46000 多个，到 21 世纪初种植的不到 1000 个，其中面积在 1 万 hm^2 以上的只有 300 个左右，而且半数以上是杂交稻；20 世纪 40 年代中国种植的小麦品种有 13000 多个，其中 80% 以上是地方品种，而 20 世纪末种植的品种只有 500 ~ 600 个，其中 90% 以上是选育品种 (王述民等, 2011)。又如，山东省 1963 年种植的花生推广品种有 470 个左右，至 1981 年约有 30 个，到 2000 年以后仅有 10 个左右。为此，收集保存被新品种替代的老旧品种是非常必要的。

(2) 避免因环境恶化的危害而导致资源的消失

由于大规模开垦荒地、过度放牧、采伐森林、农用地减少、土质变差、沙漠化和盐渍化日益严重，森林面积逐渐减少，热带雨林正在逐渐消失，加之工业环境污染、全球气候变暖，被誉为人类“生命之伞”的大气臭氧层破坏逐年加剧，臭氧层变薄，出现空洞。这些变劣的生态环境，使植物种质资源和农业受到威胁。据报道，臭氧层

年均变薄 0.4%，臭氧层变薄造成的危害极大，主要是紫外线的 B 波段对地面的辐射增加了，它会造成农作物植株变矮、叶片变厚、籽粒千粒重变小、生物学产量降低，植物的组织和细胞也会受到损害。生态环境的改变，使得许多有用的植物资源，包括一些作物的野生近缘种，日趋减少，有的甚至濒临灭绝。为此，对于生态环境正在遭受破坏的遗传多样性富集地区，需及时调查收集野外种质资源，对其进行有效保存或保护。

在中国，由于草地严重退化、沙化及盐碱化，一些优良牧草种群日渐濒危甚至灭绝。中国是柑橘的起源中心，调查发现原有的柑橘资源优势正在消失。中国新疆的李、杏、石榴、苹果等树种及其野生资源极其丰富，但破坏现象也很严重，许多资源已经难以找到。中国西部特有的桑树如‘川桑’‘滇桑’，如果不及时抢救保护，也会面临灭绝的危险。

野生稻对中国稻种改良做出了重大贡献，是重要的种质资源。中国的普通野生稻 (*Oryza rufipogon*)、药用野生稻 (*O. officinalis*)、疣粒野生稻 (*O. meyeriana*) 的种群数量分别减少了约 70%、50% 和 30%。1964 年，在云南省景洪县（现为景洪市）发现普通野生稻和疣粒野生稻 24 处，由于开垦农田和发展橡胶树 (*Hevea brasiliensis*) 种植业等因素，现在只剩 1 处。广西贵港市麻柳塘原有 28.33hm² 的普通野生稻，由于其原生境被破坏，1996 年已全部消失（陈成斌，2005）。云南景洪、勐腊、绿春、潞西（现为芒市）、盈江、龙陵等地的疣粒野生稻自然居群，至 1995 年所存面积不到原来的 5%，湖南茶陵 1982 年有连片的 3.3hm² 普通野生稻，到 1995 年已灭绝（高立志等，1996）。到 1996 年广东的高要、郁南、英德和海南的崖县（现为三亚市）、陵水、白沙、乐东等地的药用野生稻所存面积不到 20 世纪 70 年代的 5%（庞汉华，1996）。东乡普通野生稻是迄今发现的世界分布最北的野生稻 (N28°41′, E116°36′)，自 1978 年在江西东乡县（现为东乡区）岗上积乡（原为东源公社）发现以后至 1982 年，共发现 3 处 9 个居群，生长面积为 2 ~ 3hm²，这些群落分布在沼泽、水沟和水塘的四周。但至 2014 年，仅存 2 处 3 个居群，且处于原生境保存点状态下，其他 6 个居群已经完全消失了。对杂交水稻起主要贡献的野生稻雄性不育株（简称“野败”）发现地——海南三亚市南红农场的野生稻也已在 1991 年完全绝迹了。

小麦野生近缘植物是小麦、大麦品种改良的优异基因供体，是防沙、固沙重要的植物和优异牧草，由于干旱、过度放牧和草原荒漠化，一些重要的物种处于濒危状态，有的已经消失。《中国植物志》记载的分布于中国的小麦近缘植物有 152 种和亚种，其中至少有 64 种已在原产地无法找到（李立会等，2000）。

(3) 避免因城市、交通及水库等建设而导致资源的消失

随着现代工业、交通运输业及水利设施等的蓬勃发展，势必要扩大城镇，修筑道路、机场等，开采各种矿藏，建设大型水库，大量占用农田、草原、山野，从而产生了各种类型的环境污染，这不仅破坏了植被，而且造成生境改变，这些情况的发生发展同样使植物种质资源多样性日趋减小。为此，需在进行相关建设前，对该建设地区的种质资源进行抢救性收集保存。

例如，墨西哥和危地马拉的城市发展侵占了玉米近缘植物类蜀黍 (*Euchlaena mexicana*) 的原始生长地 (Wilkes, 1985)。埃及阿斯旺水坝的建成，使一些传统地方品种被淹没 (IBPGR, 1984a)。

山东是野生大豆的主要分布区，20 世纪 80 年代以前，野生大豆在山东省 17 个地市均有大面积分布，在公路边、河岸、湖岸、水塘、林下及林间空地、农田边、沿海盐碱地、荒山、草原、草丛、山顶、山谷、山坡、干枯河道、湿地，几乎有草本植物生长的地方都能见到。自 20 世纪 80 年代以来，由于经济、交通和城市快速发展等诸多因素，山东沿海地区生态环境和农业生产结构发生了重大变化，野生大豆资源急剧减少，仅在黄河三角洲有较大面积分布，其余地方零星分布。

(4) 避免因病虫害危害、选择性种植而导致资源的消失

新疆伊犁地区的野生苹果资源分布面积大、种类组成丰富，是世界野生苹果种质资源的重要组成部分 (Christopher et al., 2009)，也是现代栽培苹果的原始祖先，其丰富的遗传多样性是苹果育种的重要基础材料，极为珍贵。但由于过度放牧和开荒，伊犁地区的野生苹果林生境遭到严重破坏，特别是 1993 年苹果小吉丁虫传入伊犁地区，1999 年开始严重危害野生苹果林，危害程度达到 80% 以上，使野生苹果林濒临灭绝。通过拯救技术，将受苹果小吉丁虫严重危害的野生苹果抢救性收集保存到国家作物种质梨苹果圃 (兴城) 和国家作物种质野生苹果圃 (伊犁)，避免了珍贵的野生苹果资源永久消失。目前已抢救性收集保存新疆野生苹果资源 300 余份，这些珍贵资源为未来野生苹果林的重建奠定了可靠的物质基础。

因种植喜好而导致作物灭绝的实例也很多。例如，南美洲的印第安人曾种植过一种称为“它维”的作物，这种与小麦相似的作物仅在该地区种植，虽然其高产且所含的蛋白质也大大高于小麦，但欧洲殖民者到当地以后，强迫当地人改种小麦，使“它维”这一特色作物灭绝了 (IBPGR, 1984a)。

2. 可拓宽育种亲本的遗传基础，避免遗传一致性的危险

许多国家种植的地方特有作物和品种正在被外来作物和新品种替代而消失，使得种植品种的多样性减少和一致性增强。近亲结婚会加大后代患遗传疾病的风险，使人口质量下降，植物也是一样。随着少数遗传上有关联的优良品种的大面积推广，种植品种变得单一、狭窄，病虫害一旦发生，就可能大面积暴发，造成灾难，进而危及人类的生存。最著名的例子是 19 世纪 40 年代马铃薯晚疫病的流行成为“爱尔兰大饥荒”的生物致因。这场“大饥荒”导致爱尔兰人口因死亡或移居减少四分之一 (Crist, 1971)。近代的例子则是 1970 年，一种危害叶片的病菌突变体 *Helminthosporium maydis* 引起玉米小斑病，使美国玉米平均减产 15%，给农民造成了数亿美元的损失。

柑橘溃疡病菌 (*Xanthomonas campestris* pv. *citri*) 的一个新菌系威胁着美国佛罗里达州的柑橘、葡萄、柠檬和酸橙幼树的生长。佛罗里达州只种植了为数不多的柑橘品种，这些品种都高度感染了溃疡病，该病原菌很容易侵染全州，以及邻近的得克萨斯

州和加利福尼亚州。1984年夏末，位于佛罗里达州中心的主要苗圃开始出现这种致病菌，同年10月该病菌便毁灭了300万棵柑橘苗，约占该州柑橘苗圃种苗的1/5(Sun, 1984)。

1972年，苏联乌克兰农民在经历了连续多年的相对暖冬之后，开始弃种许多传统的抗寒品种，大量种植不抗寒的‘无芒1号’小麦品种，当年种植面积达1500万 hm^2 之多，然而就在这一年突然遇到了一个严冬，导致冬小麦减产几百万吨(Plucknett et al., 1987)。

据FAO(1996)报告，在美国19世纪的作物栽培品种中，95%的甘蓝、91%的大田玉米、94%的豌豆和81%的番茄到1995年已经不复存在了。埃塞俄比亚的大麦生物多样性严重减小，而且硬粒大麦已经完全消失了。马来西亚、菲律宾和泰国当地的水稻、玉米与果树的许多品种正在被单一栽培种所取代。安第斯山脉附近的特有作物及作物野生近缘种遭受严重破坏。智利的马铃薯、燕麦、大麦、小扁豆、西瓜、番茄和小麦遭受了同样的情况。欧洲一些传统栽培品种的多样性也逐渐受到影响。

在我国，目前种植的玉米、小麦、水稻等作物品种的遗传基础日趋狭窄，据王述民等(2011)报道，我国大面积推广种植的杂交稻，其不育系大多为野败型，恢复系则以IR系为主。占全国栽培面积60%左右的玉米杂交种仅来自6个骨干自交系(‘Mo17’ ‘黄早四’ ‘E28’ ‘自330’ ‘掖478’和‘丹340’)，若按自交系应用面积在10万 hm^2 以上统计，也只涉及18个自交系。50%以上的小麦品种带有‘南大2419’ ‘阿勃’ ‘阿夫’ ‘欧柔’4个品种的血缘。黄淮海地区221个大豆育成品种中，61.9%的品种(137个)来自于‘齐黄1号’等4个系谱。在1376个陆地棉品种中，1113个品种的亲本主要来源于美国和苏联的11个品种。

种植品种的遗传基础日趋狭窄，存在着遗传脆弱性和突发毁灭性病害的隐患。王述民等(2011)报道，20世纪60年代中期至70年代中期，我国选育推广的第1代和第2代玉米杂交种如‘维尔156’ ‘丹玉1号’等感染大斑病、小斑病，导致了大斑病和小斑病的流行；70年代中后期至80年代初期，第3代杂交种中，以‘525’为亲本的杂交种高度感染矮花叶病，导致矮花叶病迅速流行；80年代中后期的第4代杂交种，以‘中单2号’ ‘丹玉13’ ‘烟单14’为代表，其大面积推广致使青枯病和穗腐病愈加严重；90年代的第5代杂交种中，部分品种感染灰斑病、弯孢菌叶斑病。小麦育成品种‘碧蚂一号’在20世纪50~60年代被大面积推广，导致了主要由条锈菌1号生理小种引起的条锈病大流行；60年代中期‘阿勃’及其系列小麦品种的种植，促成了条锈菌18号和19号生理小种的流行；70年代小麦品种‘泰山一号’在华北和西北地区的推广，促使条锈菌24号和25号生理小种成为当时的优势生理小种，再次造成了较大区域小麦产量损失；‘洛夫林’系列品种在80年代大范围种植，不但使条锈菌28号和29号生理小种流行加剧，而且使小麦的白粉病抗性丧失；90年代中期，‘繁62’绵阳系列抗条锈病小麦的推广，诱发了条锈菌30号和31号生理小种的流行。

因此育种亲本遗传的高度一致性，存在巨大的安全隐患，而通过收集保存种质资源，可有效拓宽育种亲本的遗传基础，以避免育种亲本遗传一致性的危险。

3. 库圃保存资源已发挥显著的作用

根据 FAO 报道, 至 2008 年, 全球已建立农业与粮食作物种质库 1750 多座, 妥善保存种质资源 740 万余份, 涉及上万个物种 (FAO, 2010)。美国国家植物种质体系 (NPGS) 是世界上最大的作物种质资源收集保存系统, 1995 ~ 1999 年的 5 年, 仅小麦、大麦、玉米、大豆、水稻、食用豆类、棉花、马铃薯、高粱、南瓜 10 类作物就对外提供分发了 300317 份种质样品, 其中 236762 份样品分发给美国国内用户, 63555 份样品分发给国外用户。在这些资源中, 有 25705 份样品被应用于育种项目, 占总分发份数的 8.56%。进一步分析发现, 私有公司把种质样品用于育种计划的百分比最高, 达 14%, 因其要求有资金回报, 所以更侧重于栽培种的改良, 在申请和选择种质材料时, 其目的性很强并且很仔细 (Rubenstein et al., 2006)。我国已建立了国家作物种质库圃保存体系, 已抢救性地收集分散在全国各地的珍稀、濒危、古老农家品种, 以及野生近缘种、国外引进品种, 合计 50 万余份, 居世界第二位, 为我国农业的可持续发展奠定了雄厚的物质基础。入库保存资源均经过农艺性状鉴定评价、整理编目和繁种更新, 以及生活力等质量检测, 其保存寿命可达 50 年以上, 实现了资源的妥善保存。同时种质圃和原生境保护点的建立, 使一大批原产于我国但处于濒危状态的野生近缘植物得到了保护, 如野生稻、野生大豆、小麦野生近缘种、野生果树等, 这些种质资源含有高产、优质、抗逆等优异基因, 是作物育种的重要基因来源。1998 年以来, 已有云南省农业科学院、山西省农业科学院、山东省农业科学院、江苏省盐城市盐都区农业科学研究所、湖南省水稻研究所、湖南省原子能农业应用研究所、中国农业科学院烟草研究所、中国农业科学院作物科学研究所等上百家原繁种单位, 以及 10 个国家作物种质中期库和全国各省市作物种质中期库等单位, 从国家长期库取出外界已绝种的 20 万余份种质, 作为繁殖更新原种、育种亲本材料及国家重大科技项目原始创新材料等。随着保存时间的延长, 种质库保存资源已发挥越来越重要的作用。

(1) 拯救或促进农业生产的发展

在非洲卢旺达, 由于长期国内战乱和天灾, 农民无法进行正常农业生产。战乱结束后, 农民原先种植的地方品种都已丧失, 因而从其他国家引进优良高产品种进行种植。但很遗憾, 引进品种无法适应当地的气候及生产条件, 产量大大下降。因此, 卢旺达只好从世界其他国家种质库寻找本国的原始栽培品种, 菜豆、高粱、谷子和玉米等作物品种被返回给农民种植, 从而拯救了本国种植业和农业经济 (FAO, 1996)。从该例子可以看出, 在不同种质库保存同一份材料是非常重要的。

在我国也有许多案例表明, 国家种质库圃保存的特色资源在支持产业发展方面的作用日益显著。例如, 国家作物种质枣葡萄圃 (太谷) 自 2000 年以来为新疆提供了 ‘骏枣’ ‘壶瓶枣’ ‘新郑灰枣’ ‘七月鲜’ 等新品种, 支撑了新疆枣产业的迅速发展。目前, 新疆红枣初级产品价值超过千亿元, 约占全国红枣初级产品总价值的 1/4, 已成全球最大的优质红枣生产栽培区域。国家果树种质寒地果树圃 (公主岭) 从所收集保存的