

高等农业院校教材

高级作物育种

莫 饶 主编

GAOJIZUOWUYUYZHONG

中国农业大学出版社

高等农业院校教材

高级作物育种

莫 饶 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级作物育种/莫饶主编. —北京:中国农业大学出版社,2006.11

ISBN 7-81117-096-5

I. 高… II. 莫… III. 作物育种 IV. S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 129951 号

书 名 高级作物育种

作 者 莫 饶 主 编

策划编辑 潘晓丽 司建新

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 15.5 印张 380 千字

印 数 1~1 000

定 价 27.00 元

责任编辑 孟 梅

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100094

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau. edu. cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 莫 饶(华南热带农业大学农学院)

参编人员 王文泉(中国热带农业科学院热带生物技术研究所)

罗远华(华南热带农业大学农学院)

陆柳英(华南热带农业大学农学院)

陈 梅(华南热带农业大学农学院)

陈根辉(华南热带农业大学农学院)

杨曙光(华南热带农业大学农学院)

前 言

华南热带农业大学组织相关学科点研究、教学人员系统编写供硕士和博士研究生使用的教材,编者承担组织编写高级作物育种学课程教材的任务。以近几年编者为本校硕士研究生讲授的高级作物育种专题为基础,加以补充国内外育种最新的研究成果来编写本书。本书突出育种学研究的最新进展和发展趋势,着重介绍传统育种方法的新进展及新兴的育种技术。虽然在每章的参考文献中均注明了引用文献,但由于篇幅限制,不确定引用都注明原文出处,在此编者要向本学科的学者们致以衷心的感谢。限于作者的水平,又由于时间紧迫,故书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。本书可作为农林院校研究生教材,也可作为育种工作者的参考书。

本书共分 13 个专题。专题 I 介绍作物种质资源研究方法,着重介绍种质资源的调查、整理和编目,种质资源鉴定评价以及种质创新利用技术。专题 II 介绍水稻超高产育种,包括超高产水稻的产量构成,理想株型,水稻超高产育种途径,超高产水稻生理研究,水稻超高产育种的分子生物学基础,水稻超高产育种策略等。专题 III 介绍水稻抗病育种,包括水稻抗病种质资源的研究,抗病性遗传学的研究,分子标记辅助抗病育种,水稻抗病性转基因育种研究等。专题 IV 介绍农作物品质育种,包括农作物品质性状的种类及鉴定标准,农作物品质育种的目标及路线,农作物品质育种的方法等。专题 V 介绍作物抗旱育种,包括作物抗旱机理,作物抗旱性鉴定与评价,抗旱育种途径与方法等。专题 VI 介绍优势杂交育种,包括选育杂交种品种的一般程序,杂种种子生产等。专题 VII 介绍植物无融合生殖的研究与育种利用,包括植物无融合生殖的胚胎学研究,遗传学研究,与无融合生殖相关的基因,植物无融合生殖的鉴定方法,利用植物无融合生殖固定杂种优势的策略,选育无融合生殖材料的途径等。专题 VIII 介绍空间诱变育种的研究,包括空间诱变的条件及方式,空间诱变育种的机理及生物学效应。专题 IX 介绍离子束生物工程在育种中的应用,包括离子束生物工程简介,离子注入诱变的机理,生物学研究,离子注入的独特在生物学方面的优势,育种程序及离子注入在作物育种上的应用等。专题 X 介绍植物体细胞无性系变异在育种中的应用,包括体细胞无性系的细胞学变异,体细胞无性系的 DNA 分子水平变异及植物体细胞胚发生与育种等。专题 XI 介绍同工酶技术及其在植物育种上的应用,包括同工酶技术,酶蛋白质电泳的遗传学解释及同工酶技术在植物育种上的应用等。专题 XII 介绍分子标记在育种中的应用,包括遗传标记的发展及分类, DNA 分子标记,水稻产量性状遗传机理及分子标记辅助高产育种等。专题 XIII 介绍植物分子育种,包括植物分子育种的产生与发展,植物 DNA 的提取与检测,植物外源 DNA 的导入方法,转化植株的分子检测,转化后代的性状变异及植物分子育种程序与方法等。

本书作者编写分工如下:王文泉负责编写专题 I. 作物种质资源研究方法论;莫饶负责编写专题 II. 水稻超高产育种、专题 V. 作物抗旱育种、专题 VI. 优势杂交育种、专题 VII. 植物无融合生殖的研究与育种利用、专题 VIII. 空间诱变育种的研究、专题 IX. 离子束生物工程在育种中的应

用、专题 XI. 同工酶技术及其在植物育种上的应用；莫饶和陈梅负责编写专题 III. 水稻抗病育种；罗远华负责编写专题 IV. 农作物品质育种；陆柳英和莫饶负责编写专题 X. 植物体细胞无性系变异在育种中的应用；莫饶和陈根辉负责编写专题 XII. 分子标记在育种中的应用；莫饶和杨曙光负责编写专题 XIII. 植物分子育种。彭彬负责本书的制图工作，罗远华负责本书的校对工作。

编 者

2006. 8. 8

目 录

专题 I. 作物种质资源研究方法论	(1)
1 种质资源学研究范畴、基本任务及理论基础	(1)
2 种质资源的调查、整理和编目	(2)
3 种质资源鉴定评价	(5)
4 种质创新利用技术	(12)
参考文献	(20)
专题 II. 水稻超高产育种	(22)
1 水稻超高产育种的背景	(22)
2 超高产水稻的产量构成	(24)
3 理想株型	(25)
4 水稻超高产育种途径	(27)
5 超高产水稻生理研究	(29)
6 水稻超高产育种的分子生物学基础	(30)
7 21 世纪水稻超高产育种策略	(34)
参考文献	(37)
专题 III. 水稻抗病育种	(41)
1 水稻抗病种质资源的研究	(41)
2 抗病性遗传学的研究	(46)
3 分子标记辅助育种	(50)
4 水稻抗病性转基因育种研究	(54)
5 结语	(55)
参考文献	(55)
专题 IV. 农作物品质育种	(59)
1 品质育种的概念及意义	(59)
2 农作物品质性状的种类及鉴定标准	(61)
3 农作物品质育种的目标及路线	(61)
4 农作物品质育种的方法	(62)
5 农作物品质育种存在的问题及对策	(74)
参考文献	(75)
专题 V. 作物抗旱育种	(78)
1 作物抗旱机理	(78)
2 作物抗旱性鉴定与评价	(88)
3 抗旱育种途径与方法	(92)

参考文献	(95)
专题 VI. 优势杂交育种	(100)
1 杂交优势的概念和应用概况	(100)
2 选育杂交种品种的一般程序	(101)
3 杂种种子生产	(104)
参考文献	(117)
专题 VII. 植物无融合生殖的研究与育种利用	(119)
1 植物无融合生殖的定义及其分布与在植物育种中的意义	(119)
2 植物无融合生殖的胚胎学研究	(121)
3 植物无融合生殖的遗传学研究	(121)
4 与无融合生殖相关的基因	(122)
5 植物无融合生殖的鉴定方法	(124)
6 利用植物无融合生殖固定杂种优势的策略	(127)
7 选育无融合生殖材料的途径	(128)
8 无融合生殖在植物育种中利用的新思维	(130)
参考文献	(131)
专题 VIII. 空间诱变育种的研究	(134)
1 国内外研究动态	(134)
2 空间诱变的条件及方式	(134)
3 空间诱变育种的机理	(135)
4 生物学效应	(136)
5 我国空间诱变育种所取得的成就	(138)
参考文献	(140)
专题 IX. 离子束生物工程在育种中的应用	(142)
1 离子束生物工程简介	(142)
2 离子注入诱变的机理	(143)
3 生物学研究	(145)
4 离子注入的独特在生物学方面的优势	(147)
5 育种程序	(148)
6 离子注入在作物育种上的应用	(149)
7 离子束生物工程在加速生物诱变育种进程上的新构想	(151)
参考文献	(152)
专题 X. 植物体细胞无性系变异在育种中的应用	(154)
1 体细胞无性系的细胞学变异	(155)
2 体细胞无性系的 DNA 分子水平变异	(158)
3 植物体细胞胚发生与育种	(161)
4 问题与展望	(167)

参考文献.....	(167)
专题 XI: 同工酶技术及其在植物育种上的应用	(171)
1 同工酶技术	(171)
2 酶蛋白质电泳的遗传学解释	(174)
3 同工酶技术在植物育种上的应用	(182)
参考文献.....	(187)
专题 XII: 分子标记在育种中的应用	(190)
1 遗传标记的发展及分类	(190)
2 DNA 分子标记.....	(193)
3 水稻产量性状遗传机理及分子标记辅助高产育种	(195)
参考文献.....	(205)
专题 XIII: 植物分子育种	(207)
1 植物分子育种的产生与发展	(207)
2 植物 DNA 的提取与检测	(210)
3 植物外源 DNA 的导入方法	(214)
4 转化植株的分子检测	(217)
5 转化后代的性状变异	(223)
6 植物分子育种程序与方法	(229)
参考文献.....	(232)

专题 I. 作物种质资源研究方法论

1 种质资源学研究范畴、基本任务及理论基础

1.1 作物种质资源学研究范畴

(1)种质资源学理论。包括作物种质资源的起源、演化和科学分类,作物种质资源的自然存在现状和保存、保护形式效果,种质资源中基因的发掘鉴定和创新利用的理论与方法。

(2)种质资源管理系统。全球作物种质资源是如何保存、交流和管理运行的,实物和信息系统的资源如何共享以及专利保护。

(3)资源保护与利用的新技术。在分子生物学发展基础上,基因资源操作手段的大大加强是本学科发展的动力,有关新技术在种质资源保护、鉴定和利用方面的作用是本学科的重要内容。

(4)资源可持续利用。在了解掌握种质资源的存在、特点后,如何发掘有利基因,培育满足多种需要的新品种是资源研究的根本目的,有许多新的利用形式需要发掘。

1.2 作物种质资源学研究基本任务

(1)收集、引进。针对特定的作物如何建立种质库和基因库。

(2)起源演化与分类。必须明确物种来源,基因资源类型之间的关系,建立可靠的分类系统,包括种以上的分类,以及种内居群或者品系之间的遗传多样性和演化关系,准确把握资源的基因类型,找到基因操作的最佳方式。

(3)保存、保护。确定某物种种质存在的形式,包括野生状态和栽培类型的保存方式,研究基因资源保护的技术,实现永久性、低成本保护和便于交换利用。

(4)整理、鉴定、评价。在物种水平的表型鉴定和基因型鉴定,发现有利基因存在形式,提出最有效的改良利用策略。

(5)种质创新、利用。充分发掘、利用现代生物技术,实现设计育种。

1.3 种质资源学的理论基础

(1)作物起源与进化理论。通过变异、遗传和自然选择,生物从低级到高级,从简单到复杂而进化。生物进化理论为种质资源的来源、演化、发展趋势提供了基本的理论框架。

(2)遗传学理论。生物性状是由遗传物质即基因和环境因素共同决定的,基因能够在物种有性世代传递,从而保证物种的延续性。遗传学理论是种质资源鉴定、操作利用的内在基础。

①经典遗传学原理。经典遗传学三大定律即基因分离规律、遗传重组规律和连锁与交换定律依然是基因评价和操作的基本指导思想;细胞遗传学原理明确物种基因在染色体上的线性排列,以及物种演化中染色体水平的易位、倒位和重排等基本遗传学现象,为基因发掘、创新

提供了方法依据。

②发育理论。作物在其生活周期中,所有发育现象均受遗传控制,这种发育的调控可能在基因表达水平、表达后 RNA 水平,也可能在蛋白质水平,表型鉴定总是出现偏差,有时甚至有很大的不确定性。

③分子遗传学理论。分子遗传学理论明确基因是 DNA 分子上一个最小遗传单位,具有特定结构,结构基因有起始密码子和终止密码子,上游又具有调控特征的前导序列。物种一般由数万个结构基因控制。进一步发展为结构基因组学和功能基因组学理论,为栽培作物大量基因资源的鉴定、评价和创新利用提供了全新的工具。

(3)生态学理论。阐明物种多样性与生存环境的关系,指导如何去寻找抗逆基因和进行基因布局利用。

(4)系统学理论。指导建立物种的系统发生关系,以及作物种质资源的起源、分类、分布和保存、网络利用。

(5)植物分类学理论。分类学理论是认识种质资源的基础,不但适合传统植物形态分类、细胞分类,也适合分子分类学。

(6)其他相关理论。其他与种质资源研究有关的理论,如统计学理论、群体遗传学理论等。

2 种质资源的调查、整理和编目

2.1 种质资源的调查

种质资源调查是作物种质资源研究的第一步。首先要摸清一个地区、一个生态类型下所拥有的全部植物资源,尤其是与农业生产有关的作物种质类型及其近缘野生种的状况。种质调查涉及整个区域社会、经济、文化和生态结构的方方面面,一次科学的资源调查需要有充分的准备,需要有野外植物学、生态学、分类学知识丰富且有野外工作经验的专家参与,广泛调查与重点考察相结合,需要做好采集植物标本制作、样品存储的准备工作,还要有保护自然资源的自觉意识。以下简述与野外考察有关的必要准备工作。

2.1.1 调查内容

在进行种质资源调查时,应详细记载考察植物的种质历史、来源、产地、分布、生长环境、生长面积及主要性状和分类名称,收集一定数量的种子或植株,对其进行两年的试种、繁种、观察记录。对于稀有或濒危的种质,应拍摄照片或制作简易标本。

2.1.2 调查准备工作

(1)调查计划的拟定。调查时要先确定调查范围和时间,采集标本和种子数量等都需要有明确的目的要求。因为野生资源的调查涉及面广,环境条件变化大,交通困难,如果事先没有周密的计划,临时难于应付。

(2)收集资源信息。不论调查工作是在已有一定的基础上进行还是重新开始,在拟定调查计划之前,应查阅相关资料并充分收集各方面的资源信息。主要包括以下几个方面:

①地方植物志,包括省志和县志或植被调查的其他资料等。

②自然地理资料,有关当地山川、河流、地质和土壤的版图等资料。

③气象要素资料,有关当地气温、降水量、日照、风、霜、雪等气候要素资料。

④地图资料,包括地形图、行政区划图、土壤气象分布图或其他有关的专业图纸。

(3)路线制定。根据已拟定好的调查计划和查阅的相关资料,制定详细的考察路线。为了得到较为全面的调查信息,野外调查路线的选择上要注意:

①作物本身表现不同的地方,如抗病虫程度、熟期早晚等。

②地理生态环境不同的地方,如地形地势、气候、土壤等。

③农业技术条件不同的地方,如施肥、灌溉、栽培与收获等习惯不同。

④社会条件,如务农和游牧等不同。

(4)人员的组织。按照调查规模的大小配备人员的多少,原则上调查队必须以富有野外调查经验并有一定学历的人为首,再加上具有土壤、气象和植被知识的人员,事先取得国家和当地政府的同意,并聘请熟悉当地交通情况的人为向导,然后按照调查计划和日程安排进行工作。

(5)工具及用品

①一般用具。首先,各种记载表格,包括植被调查表、地形地况记载表、气象调查表、土壤调查表等。其次,野外考察记录本和文具用品,包括铅笔、油笔、记号笔、刀、剪、卷纸、电筒、绘图纸等。再者,标本夹、标签牌、标本吸湿纸、绳索、放大镜等。最后,应带有土壤速测器具,包括酸度、养分和水分速测器。

②重要用具。袖珍经纬仪、海拔仪、望远镜、照相机、手机等。袖珍经纬仪可以快速测定调查群落或植株生长地的经度和纬度,以便能再次找到曾经调查过的植株。袖珍经纬仪是较罗盘仪更为先进的仪器。而海拔仪,则只能作为确定海拔高度之用。防卫装备包括防寒、防雨衣物、露宿尼龙帐篷及照明工具。此外,干粮、水壶等准备充分。

2.1.3 调查方法

植物种质资源考察方法基于这样一种概念,即在主要的环境限制因素下(气候、土壤、病害及人为管理等),植物已适应这些条件并得以生存。这样适应性强的植物材料可以提供抗病虫害、耐环境胁迫因素和适应特殊生长条件的基因甚至等位基因。所以收集的方法基本上是种群遗传生态学的方法。种群遗传生态学方法的重点放在捕获和保存群体间表现出的多样性,而不是群体内的多样性,这样就可以利用由不同的自然选择和半自然选择而得到变异的不同模式。

野外调查可采用路线普查和样点调查相结合的方法,即根据自然环境因子的变化和所调查资源的分布,沿一定方向前进,途中若发现有价值的树木则进行样点调查,包括样点内植物群体调查,立地条件调查和可利用植物个体的调查。对于某些已经做过一定调查了解的作物种质资源,则可以采用专家带领考察队深入实地考察,从而挖掘新的物种及近缘野生种和挽救古老农作物地方品种。这种调查方式一方面专业性强,考察目标和地点更为明确,队伍短小精干;另一方面可结合该植物的物候,适时反复地外出考察,效率较高。

在调查过程中应依靠当地居民和保护区的工作者,并与有经验的科技干部和农民进行座谈,可以补充或完善调查资料,同时应注意野外采集与室内整理、鉴定、分类和编目工作的结合。

2.2 调查结果的整理和编目

对调查结果进行整理和编目时应注意将室内收集的资料同野外考察的数据综合分析,对考察植物进行分类并确立其种属关系,同时详细记录。首先应将样本对照现场记录,进行初步整理、归类,将同种异名者予以订正,给以科学的登记和编号。同时,还有进行简单的植物分类,确定每份材料所属的植物分类学地位和生态类型,以便对收集材料的适应性、亲缘关系和基本的生育特性有个概括的认识和了解,为保存和做进一步的研究提供依据。植物分类的方法主要为形态分类、数量分类、孢粉学分析、过氧化物同功酶分析和基因测序等。

世界上大部分迁地植物的遗传资源很少被文献记录,为了更好地利用它们,在保存时应提供一些种群基本的数据。

- ①基本鉴定标准或“护照”(种群大小,分类学名称,采样的地点和方式)。
- ②对性状和农艺学特点进行基本描述,分别了解其特征和经济价值相关数据。
- ③最新生存能力检测结果和其再生所需的时间。
- ④记录该材料的收集地点及其在改进其他作物育种方面上的作用。

材料收集的负责人在保存、更新和处理数据过程中起着非常重要的作用。然而,他们也面临着评估的数据同基因库中的数据库不相符的情况,因此就需要更多使用标准格式文件系统的用户,一方面可以促进数据间的交流,另一方面也可以使材料的特征和经济价值数据在更广泛的用户间分布。互联网使用的增多将使更多的收集者和 PGRFA(plant genetic resources for food and agriculture) 用户分享全球信息系统。

CGIAR(Consultative Group on International Agricultural Research, 国际农业研究咨询小组)中心有着全面的计算机化的文件保存系统,另外,有关遗传资源方面的系统信息网络已经可以使用,同时也在进一步发展。该系统包括“护照”信息,收集信息,相关描述和分布信息。世界上很多国家已经建立了很全面的计算机化的文件系统和合理完整的数据(包括大部分欧洲国家,美国,加拿大,日本,中国,印度,巴西,埃塞俄比亚和肯尼亚)。很多城市已经报道了部分或者即将报道计算机处理后的文件系统。然而,总体来说,迁地植物保存的相关文件的可使用量和资源都非常有限,55个城市声称他们需要系统的改进,尤其是需要全面可兼容的系统,方便信息间的交流。

世界上 48 个城市报道“护照”数据对他们国内收集的种群是可利用的,大约覆盖了 200 万居群或 37% 国内居群数。另外,28 个城市声称“护照”数据只对一部分而不是所有的居群适用。在 CGIAR 基因库中,该数据对大部分的居群适用。包括“护照”数据在内所有信息量对于所收集的居群来说都是很少的,在 1984 年,收集的大部分居群可找到的信息只有该居群的起源地,而其统计数据在不同的物种中又有不同。

记录或编目某种居群时,对该居群的描述将提供形态学和农艺学方面重要的信息,这些信息是基因库管理的根本所在,其中有经济价值的描述将有助于育种家们的工作。在国际技术会议的准备阶段,对居群描述的不全面以及数据评估的缺乏是制约收集居群在国内利用的主要因素,同时也是限制育种家和科研工作者对其利用的主要原因。许多国家声称他们需要进一步完善对收集到居群的描述,一些国家指出他们在这个领域需要援助。另外,许多国家声称他们需要进一步发展分子技术在种质描述和物种多样性鉴定方面的应用。

3 种质资源鉴定评价

3.1 植物形态特征及生物学性状鉴定

(1)形态特征鉴定。目前国家长期库保存的 37 万余份资源都是依据形态特征对其农艺性状进行了鉴定和评价。在热带作物种质材料的各生育阶段,主要是产品器官商品成熟及食用成熟的时期和有性生殖生长(开花结实)盛期,选择有代表性的植株,对各器官的基本形态进行观察和描述,并参照植物学形态描述的标准和术语进行记载。

植物学性状包括植高,株势,开展度,茎粗,茎色,叶形,叶大小,叶色,茸毛有无,第一朵花着生节位,果实在茎上着生情况,果实大小,色泽,形状,果实表面特征,果肉厚,单果重,单果采种量等。

(2)生物学特性鉴定。种质材料的生物学特性及生态型的鉴定是在自然环境或人工控制环境中测试环境条件及种质的生长发育。通过分析二者之间的关系,了解某一作物种质材料的生育规律、生育周期及其对温度、水分、土壤、光照等环境因素的要求。

生物学特性包括出苗期、开花期、食用成熟采收期、果实之风味品质、单株产量、单位面积产量及抗逆性,重点是记载种质材料在特定环境条件下的生育状况。

3.2 品质性状鉴定

一般采用感官评定和理化测试等方法,以某一种质材料的产品外观、质地、风味、营养成分及其他品质性状进行客观评价。品质鉴定受该种质产品外观和众多因素影响,应根据各个种质材料自身的特点或不同用途,确定品质性状鉴定的主要内容和方法。一般有外观品质鉴定、食用部分的质地及风味鉴定和营养品质鉴定。内在品质分析常采用光谱测定、气相色谱、高效液相色谱、蛋白质分析、淀粉率测定等。

3.3 抗逆性鉴定

抗逆性鉴定就是要观察比较不同种类或品种的植物对逆境的反应程度。种质材料的抗逆性是受遗传基因控制的,但在一定程度上与发育生理及影响发育的因素有关。在不同的季节或同一季节里的不同时间、地点,同一品种不同个体的抗逆性都存在差异。

3.3.1 抗旱性鉴定

植物的抗旱性是指在干旱条件下植物生存的能力,而作物的抗旱性尤指在土壤干旱或干燥条件下作物不仅能存活下来,而且能使产量稳定在一定水平的能力。当前,研究作物的抗旱性所采用的方法主要有田间鉴定法、干旱棚或人工气候箱法和实验室法。

田间鉴定法是将供试材料直接种在田间,以自然降水或灌水控制土壤水分影响植株外部形态或产量,借以评价品种的抗旱性。此法受环境条件影响大,需要的时间长,工作量大,但方法简单,不需特殊设备,又以产量作为评价指标,所以易为育种家接受。

干旱棚或人工模拟气候箱法是将供试材料播种在可控水分的土壤上,它可研究不同生育阶段的抗旱性,研究土壤水分对生长发育、生理过程或产量的影响,此法需一定的设备,实验量

有限,但它比较可靠,重复性好。

实验室法分为盆栽法和高渗溶液法。盆栽法(土培、沙培和水培)是根据需要先用盆栽法培育出不同苗龄的植株,然后将正常生长的苗转移到高渗溶液中进行脱水处理。脱水可突然脱水或动态脱水,亦可反复脱水。在此过程中可结合测定一些生理指标,反映苗期的抗旱性,该法简单易行,可大批量进行,但不便作后期抗旱性鉴定。

高渗溶液法是将种子在高渗溶液中进行萌发,以种子萌发的百分率或发芽率评价品种的苗期抗旱性。由于标准不一,目前有两种看法:其一,认为高渗溶液下的发芽率不能代表苗期的抗旱性,它们之间的关系不大;其二,认为高渗溶液下种子出芽伸长期与苗期抗旱性有关。

抗旱性是一项复杂的生物性状,它反映在一系列生理和形态变化上,并对产量有一定影响,因此,给抗旱性鉴定工作带来一定的难度。对于作物生产来说,其抗旱不抗旱主要体现在产量方面。因而,许多学者认为评价作物抗旱性应以其在干旱情况下能否稳产高产为依据。1962年 Chionoy 提出的抗旱系数(旱地产量÷水地产量)虽然曾被许多研究者用来衡量作物的抗旱性,但该指标只能说明旱地作物品种的稳产性,而不能说明高产性或高产潜力的可塑性,难以为育种工作者提供选择高产抗旱基因型的依据。1997年胡福顺提出,抗旱基因型必须具备旱地产量高和抗旱系数大的双重标准,同时设置对照,并据此提出抗旱指数作为衡量抗旱性的指标:

$$\text{抗旱指数} = (\text{旱地产量} / \text{对照品种的旱地产量}) \times (\text{抗旱系数} / \text{对照品种的抗旱系数})$$

3.3.2 抗寒性鉴定

(1)田间鉴定。田间调查主要是在低温情况发生后对受冻的田间植株的一定器官、组织以一定的标准进行评价、比较,对品种资源的抗寒性进行比较、分类,选出抗寒性较强的品种和类型。田间鉴定能最直接的反映不同品种在同一条件下的抗寒性差异。该法直接、简单,可进行大范围、大群体的评价,但受地域、品种数量的限制,只能比较少数几个同一地段的品种之间的抗寒力差异,不能对它们的抗寒能力进行量化。

(2)室内鉴定

①物理指标。早在20世纪70年代, Lyons 和 Raison 证明植物低温发生时,生物膜首先发生脂质的物相变化,膜的外形和厚度发生变化,膜上产生龟裂,因而膜的透性增大,电解质大量外渗。抗寒性强的品种细胞膜透性增大程度轻,且透性变化可逆转易恢复正常。抗寒性差的品种与之相反。因此,测量电解质外渗量变化可以比较植物的抗寒性。

②生理生化指标。首先在光合与呼吸作用方面,植物的呼吸随温度的下降逐渐减弱,抗寒性弱的植株减少的程度不如抗寒性强的,此时细胞呼吸弱,代谢活动降低,消耗糖分少,有利于糖分积累从而增强抗性。其次在酶活力变化方面,低温会使膜上的酶系统受到破坏,酶活性下降。因此可以利用酶活力降低的程度来作为植物抗寒性鉴定指标。再者,可溶性糖和蛋白含量的增加也可增强植物的抗寒性。

3.4 抗病性鉴定

植物与环境微生物之间的关系多种多样,十分复杂。植物病害体系中寄主与病原物之间的相互作用是其中一种特殊类型,植物抗病性就是寄主——病原物相互作用的诸多类型之一。

寄主和病原菌又存在着很多的差异,前者如种质材料之间的差异、同一种质材料不同个体的差异、同一植株不同生育期和不同部位的差异,后者如不同致病菌的致病力和毒性的差异、繁殖速度或分布的差异等。对于植物抗病性的问题,植物病理学家曾经从不同角度进行研究,根据植物抗病性在寄主植物形态、组织变化、发育调节、生理生化和遗传学等方面的反应,给予了植物抗病性以不同的名称(表 I-1)。

表 I-1 抗病类型名称

垂直抗性	水平抗性	垂直抗性	水平抗性
小种专化抗性	非小种专化抗性	过敏性抗性	非过敏性抗性
单基因抗性	多基因抗性	幼苗抗性	成株抗性
主效基因抗性	复基因抗性	高抗性	低抗性
真正抗性	田间抗性	中等抗性	一般抗性
质量抗性	数量抗性		

(1)抗病性鉴定的基本方法。抗病性鉴定包括直接鉴定和间接鉴定两种方法。直接鉴定又分为田间鉴定和室内鉴定。在自然条件下的田间鉴定是最基本的鉴定方法,最能客观地反映品种的抗病性。

①直接鉴定。将待鉴定的种质材料播种或定植到自然发病率高或人工接种病原物的病圃内,在田间条件下进行自然诱发鉴定和人工诱发鉴定,称为田间鉴定。在温室或其他人工控制的环境下进行,称为室内鉴定。无论田间鉴定或室内鉴定,均可在植株苗期或成株期进行,如只危害幼苗或属于苗期主要危害,应以苗期鉴定为主;在整个生育期都能发病的病害,如苗期抗性和成株抗性一致,也可采用苗期鉴定。采用苗期鉴定便于大量供试材料的初选和比较。另外,室内鉴定因不受季节的限制,可加速鉴定进程,同时还可以了解温度、水分、光照等环境因素对种质材料抗病性的影响。再者,多种植株的部分器官或组织可在水培养条件下维持相当长时间的正常活动,并保持其原有的抗病或感病能力,因而离体鉴定具有实际应用的可能性。

②间接鉴定。主要是根据植物体遭受病原物侵染后产生的一些特殊代谢物,检测这些物质存在的量,将其作为植物抗病性鉴定的指标。鉴定方法主要包括毒素鉴定法、植物保卫素鉴定法、酶活性鉴定法、同工酶鉴定法和血清学鉴定法等,但由于这些间接鉴定法大部分仍处于实验研究阶段,未广泛使用,故这种鉴定方法只能建立在直接鉴定结果的基础上,作为田间鉴定的辅助手段。

(2)抗病性鉴定标准。抗病性鉴定标准是指被鉴定品种的抗病性,采用定性或定量的方法记载,应用的抗病性鉴定标准主要包括三方面内容。

普遍率:表示群体中发病情况的指标,用百分率表示。

严重率:表示个体发病情况的指标,按发病程度定级。

病情指数:根据一定数目的植株或器官,按各病级合计发病株数所得平均发病程度的数值,其计算公式为:

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{病级株数} \times \text{病级代表值})}{\text{株数总和} \times \text{发病最严重级的代表值}} \times 100\%$$

3.5 抗虫性鉴定

(1) 鉴定方法。鉴定植物抗虫性能力大小的方法主要有以下三种。

①室内鉴定。在虫害危害期将可能危害的器官样品取回室内,经处理后接种于培养皿、三角瓶或试管内,然后定量接种害虫,若干天后调查虫体变化情况、虫害数量及危害程度等。室内鉴定的优点是结果准确、占地面积小、快速,只是样本数量较少代表性差是其美中不足的地方。这种方法一般适用于虫体较大的害虫实验。室内鉴定时,赋予害虫合适的生存环境和保持供试材料的新鲜至关重要,如要有充分的水分、同期条件和适当的光照等。

②网室鉴定。将被鉴定的材料种植在网室内,在虫害危害期从养虫室或从田间捕捉相同发育阶段的害虫,逐株定量接种在被鉴定植株上,或在网室内释放一定数量的成虫,任其自由产卵,待产生明显危害症状后逐材料逐株调查,从而评价不同供试材料的抗虫性。这种方法的优点是避免其他虫害和自然因素的干扰,试验结果准确。每个材料在网室中种植的群体视材料多少和网室大小而异,一般种植1~3行,每行10株左右,不设重复或设2~3次重复,与田间小区相比较,网室中材料的群体较小。为了防止雨水对抗虫鉴定结果的影响,在有条件的地方,网室常与遮雨活动棚配套,降雨时及时遮盖,雨后推开。

③田间鉴定。将试验材料种于田间,利用自然条件感虫鉴定。这种方法的优点是投资少,试验结果更接近于虫害实际危害情况,缺点是无法定量接虫鉴定,因此,掌握最佳调查时期十分重要,过早过晚均不能正常鉴别供试材料的抗虫效果,也无法在供试材料间进行相互比较。

(2) 种质抗虫性鉴定的调查和统计。种质抗虫性鉴定的调查可以采用随机取样的方法统计种质材料间的虫口数量,从而衡量它们抗虫性的相对强弱。对于容易调查的害虫,可直接调查单株或单位叶面积的虫口数量。虫口数量越少,密度越小,则种质材料的抗虫性越强。另外,还可以根据不同种质材料虫害的特点将危害程度分为若干级,统计各级植株数并计算虫害指数,然后根据虫害指数判断种质材料的抗虫能力。

$$\text{虫害指数} = \frac{\sum (\text{受虫害级值} \times \text{本级植株数})}{\text{最高级值} \times \text{调查总植株数}} \times 100\%$$

3.6 细胞学鉴定

(1) 染色体组型分析。真核生物的细胞中都有一定数目的染色体,染色体的数目在种内通常是相对恒定的。染色体组型,又称为核型分析,指的是生物体细胞内所有可被测定的染色体特征总称,研究一个物种细胞核内染色体的数目及各染色体的形态特征,包括染色体总数、染色体组数、每条染色体的大小和形态、着丝粒的位置、随体的有无等。染色体组型具有很高的稳定性和再现性,为辨别真伪杂种、生物的遗传进化及研究染色体变异方面提供细胞学证据。另外,根据一定数量的细胞求得若干参数(如染色体长度、长臂长度、短臂长度和随体长度等)的平均值可绘制核型模式图,从而比较个体或类群间的核型异同。

(2) 染色体带型分析。染色体带型分析的原理是借助于一套特殊的染色程序使染色体在一定部位内显现出深浅不一带纹的细胞学技术。由于特定染色体有其特定的带纹,因此显带可作为鉴别染色体组和单个染色体的手段,从而可以深入地认识染色体结构与遗传的关系。常见的染色体带型有C带、N带、G带、R带和Q带等。