

植物抗虫性概论

ZHIWU KANGCHONGXING GAILUN

轩静渊 王 辅 编著

四川科学技术出版社

书号 ISBN7-5364-1881-7/S · 302
(川)新登号004号

定价 3.50元

植物抗虫性概论

轩静渊 王 辅 编著

四川科学技术出版社

1991年·成都

责任编辑: 郭俊铨

封面题字: 王 辅

封面设计: 李焕伦

校 对: 歌 伟

植 物 抗 虫 性 概 论

轩静渊 王 辅 编著

四川科学技术出版社出版、发行

(成都盐道街三号)

西南农业大学印刷厂印刷

ISBN7-5364-1881-7 / S.302

(川)新登号 004 号

1991 年 12 月第 1 版

开本: 787×1092 毫米 1/32

1991 年 12 月第 1 次印刷

字数: 190 千

印数: 1—1000 册

印张: 8.5

定价: 3.50 元

内 容 简 介

本书分为植物抗虫性原理（概念之部）及抗虫性的研究利用方法两大部分。前者着重介绍它的发展史，害虫侵害植物的生理机能，植物抗虫的理化机制和抗虫性遗传原理，并重点介绍了国内外主要作物抗虫性的研究和利用情况；后者介绍了属于共性的和主要作物种类抗虫品种的筛选、鉴定和育种方法，供读者借鉴。

本书适于农林院校师生、有关科技人员、植保工作者、育种工作者阅读。

目 录

I. 引论	1
II. 植物抗虫性概念	4
一、植物抗虫性研究史略	4
二、主要植物抗虫性研究概况	13
(一) 水稻害虫	13
(二) 小麦害虫	30
(三) 玉米、高粱、粟害虫	36
(四) 棉花害虫	42
(五) 大豆害虫	44
(六) 果、林害虫	46
三、植物抗虫性的涵义及其作用	51
(一) 植物抗虫性的涵义	51
(二) 植物抗虫性在害虫综合治理中的作用	54
四、植物抗虫性的类别	68
(一) 对植物抗虫性类型的认识	68
(二) 植物抗虫性的归类	70
五、昆虫对植物信息的获取及寄主选择	77
(一) 害虫对寄主植物的选择过程	77
(二) 获取植物信息的昆虫感觉器	83
(三) 促成昆虫对寄主选择的植物利它素	90
六、植物的抗虫性与抗虫机制	96

(一) 抗选性	97
(二) 抗生性	118
(三) 耐害性	135
七、植物抗虫性的遗传	137
(一) 植物抗虫性的遗传机制	137
(二) 植物抗虫性遗传研究情况	147
(三) 昆虫致害力的遗传变化	154
(四) 影响植物抗虫性稳定的因素	162
八、环境因素对植物抗虫性的影响	167
(一) 气象因素对植物抗虫性的影响	168
(二) 土壤因素对植物抗虫性的影响	174
(三) 植物病害、天敌对植物抗虫性的影响	178
(四) 人为活动对植物抗虫性的影响	179
植物抗虫品种的筛选鉴定和育种方法	185
一、植物抗虫品种的筛选鉴定	185
(一) 植物种质资源的收集与抗源筛选	185
(二) 害虫供试材料的获得与培养	187
(三) 植物抗虫性的鉴定方法	193
(四) 植物抗虫性鉴定指标	198
二、各类植物的抗虫性鉴定方法	207
(一) 水稻	207
(二) 玉米	217
(三) 小麦	219
(四) 粟	220
(五) 大豆	221
(六) 棉花	221
(七) 苹果	224

八) 柑桔	225
(九) 胡桃	226
(十) 板栗	226
(十一) 储粮	227
三、植物抗虫品种的培育	229
(一) 嫁接	231
(二) 有性杂交	231
(三) 多抗性品种培育	233
(四) 选择	234
(五) 回交	235
(六) 远缘杂交	236
(七) 其他育种技术的应用	236
IV. 未来展望	238
附录一 大豆品种抗虫性鉴定技术及分级标准方 案	243
附录二 昆虫学名索引	252
附录三 昆虫中名学名对照索引	256

I. 引 论

在生产实践中，农林植物常遭受病虫及其他有害生物的危害，造成严重损失。据估计，世界各国每年农作物因病、虫、杂草造成的损失达 700~900 亿美元，其中虫害占 40%，病害占 33%，草害占 27%。第九届（1979）及第十届（1983）国际植保会议估计，全世界农作物因病、虫、草、鼠的危害，收获前约损失 35%，收获后约损失 15%。

对挽救害虫为害所造成的损失，第二次世界大战以来，长期单纯依靠施用有机杀虫剂，在治虫保产上虽曾起到重要作用，但同时引起害虫抗药性增强，杀死害虫天敌，造成害虫再猖獗，环境遭到污染，破坏生态平衡等不良后果。针对这些严重问题，随着科学研究的不断深入，对害虫与植物相互关系认识的不断提高，许多植保专家领悟到对有害生物的治理，必须从农业生态系的前提出发，最大限度地利用自然因子（或自然调节机制）来控制害虫。在第十一届国际植保会议（1987）上，与会代表们认为，有害生物系统管理，应以农业生态系为基础，充分发挥自然因子的控制作用，结合农业防治、生物防治、化学防治及其他有效防治措施，将病虫种群数量控制在经济损失允许水平以下（黄可训，1988）。

自然调节机制，或自然因子的利用，在传统的病虫害防治

法类别中，主要包括农业防治措施和天敌的保护利用两个方面，其中农业防治又占有更为重要的位置。因为只有它才能形成最佳农业生态系统；只有它才既可以改变或创造有利于作物（和天敌）生长发育而不利于害虫发生发展的环境条件，从外因作用上来控制害虫；又能通过运用抗虫品种，从作物自身的内因作用，和通过改变环境条件以改变作物的营养机制的内因作用上使害虫得到控制（王辅，1985）。植物抗性品种的培育与选用，使植物通过内禀的抗虫机制免于受害，是利用内因治虫所特有的手段，是改变植物本身特性来影响害虫、控制害虫的最佳措施，是害虫治理系统中的重要组成部分（王辅，1985）。因而它被广大农业科学工作者认为是最积极、最有效、最经济的措施。也因此，在化学农药的不良后果被揭示之后，抗虫品种的研究与应用，得到了迅速的发展。在第十一届国际植保会议上，许多报告指出，植物抗性的利用，应列为综合防治中的重要组成部分。B.R.Wiseman 在报告中说，抗性品种和栽培防治、生物防治与少量化学农药的施用结合起来，才能更有效地控制有害生物。并强调到 21 世纪，植物抗性的发展要以对有害生物行为和植物抗性基础研究为依据，要充分发挥植物抗性在控制有害生物中的作用。M.D.Pathak 博士认为，弄清抗性的自然本质、抗性的产生和变异，将有助于培育稳定的抗性品种，克服生物型变化的影响（黄可训，1988）。早在 1958 年，美国植物抗虫性研究的先驱者 R.H.Painter 就说，任何一个完善的害虫防治计划，其重要的一环都应当是寻找抗虫性的来源，并利用具有这种抗性的品种以减少害虫的虫口和害虫的为害。现今，利用作物本身的抗性以防治虫害，已成为国内外公认的一项带有方向性的防治途径。植保工作者对

必须探索作物所以感虫或抗虫原因的领悟，必将使抗虫品种的培育在有害生物的综合治理中发挥强大的作用。

对此，本书就植物防御害虫为害的机制和昆虫对植物抗性的适应问题，对抗虫性的涵义与作用和抗虫性的类型认识的问题，进行了讨论和阐述；对抗虫品种的筛选鉴定、抗虫品种的选育和国内外研究概况，也作了较详尽的介绍，希对农林生产有所帮助。

II. 植物抗虫性概念

一、植物抗虫性研究史略

植物抗虫性被人们认识的时间是比较早的。因为在作物栽培过程中，同一作物的不同品种受虫害的轻重程度不同，这种不同程度的表象是易于被发现和认识的。不过在较早时代由于科学发达程度的限制，认识不深入，未能被重视和研究利用而已。但对一切事物的认识，总是由感性到理性，由表及里逐步深入的，植物抗虫性研究的发展也是一样。这也是历史发展的必然。

在我国，对抗虫品种认识最早的，应是在 2200 多年前，《吕氏春秋·审时篇》（公元前 239 年）记载：“得时之麻不蝗，得时之菽不虫，得时之麦不蠹蛆。”这是物候避虫的记载。在 1400 多年前，南北朝时，贾思勰在《齐民要术》（公元 528~549 年）中说：“粟……此十三种，早熟、耐寒、免虫。”这是他对栽培植物的品种，特别是谷物和果品下很大功夫观察后，得出在 86 个小米品种中有 13 个能不受虫害的结论。在农业生产活动中，我国人民一定还有抗虫性发现利用的事迹，不过未用文字记载下来而已。

国外对作物品种的抗虫性，是在 18 世纪开始发现，19 世纪开始利用的。至本世纪上半叶，已有不少抗虫事例的报道，但真正培育抗虫品种以治虫，则是 50 年代以后才发展起来的。概括地说，可将其分为四个阶段：1788~1920 的

130 多年间为启蒙时期，植物抗虫品种开始受到人们的注意和初步利用；1921~1940 为发展时期，抗虫品种的研究和利用逐渐发展，在部分地区取得初步成果；1941~1960 为停滞时期，在前一时期研究内容等方面虽有所深入，但由于受到化学农药大量推广应用的冲击，陷入停滞状态，研究人员大为减少，进展缓慢；1960 年后为研究的迅速发展和不断深入时期。由于抗虫性种质和遗传机能被明确地归纳和阐明，实验手段的提高，研究力量的增强，特别是害虫综合系统管理理论的普遍认识和接受，抗虫品种的优越性更加显露出来，不论在理论研究或生产利用上都得到迅速的发展与提高。

美国对抗虫品种最早的记载，是 1788 年 C. Issac 曾提出栽培早熟小麦以减轻小麦瘰蚊之害。1792 年 J. N. Havens 报道小麦品种 Underhill 能抗黑森麦瘰蚊 *Mayetiola destructor* (say)。1831 年，Lindley 报道了英国的 Winter Majetin 苹果品种能抗苹果绵蚜 *Eriosoma lanigerum* Hausmann。1790 年在北美发现葡萄根瘤蚜 *Phylloxera vitifoliae* (Fitch)，1860 年由北美传入法国，使法国的葡萄种植业受到毁灭性的危害，只有美洲种葡萄受害轻微，是抗虫品种。1872 年美国楼来氏指出，美国葡萄 *Euvitis upestris* 及 *E. rigaria* 能抗葡萄根瘤蚜，并用它和欧洲葡萄 *V. vinifera* 嫁接。1890 年法国从美洲引进了这种抗虫品种，并以它作砧木，用嫁接法培育出抗葡萄根瘤蚜的抗虫品种，使法国的酿酒业得到挽救，成为利用抗虫品种的典型事例。

植物抗虫性的研究，抗虫育种工作的开展，在第二次世界大战前即已开始了。如 1914 年起，美国在堪萨斯州连续进行培育抗小麦黑森瘰蚊的小麦品种，获得 20 个以上的抗

虫良种并应用于生产。以后，抗虫性研究工作在应用和基础理论方面逐渐展开。由于育种学家和昆虫学家的合作，在抗虫品种的培育上作了不少工作，从事工作的人员在美国也是较多的。

例如玉米抗螟育种的研究，美国农业部和许多州的农业试验站自 30 年代开始便开展协作，对大量的玉米品种进行抗螟性鉴定，经 10 年后，农家玉米品种被双交系所取代，通过筛选，发现少量的自交系有抗螟性，并证明抗螟性确实是可以遗传的，于是开始将抗螟性传递到杂交后代的规律研究。70 年代初，突破了人工饲料饲养玉米螟的技术以后，大大加快了抗螟性鉴定的步伐，1975 年推广抗成中抗玉米品种的栽培面积达 1.5 亿亩，约占其玉米播种总面积的三分之一，到 1980 年，在推广的玉米杂交种中，含有抗虫亲本的约占 75%。种抗螟性杂交玉米，被总结为螟害日趋减轻的三大因素之一，与黑森瘿蚊的抗虫育种同是美国最有成效的两大抗虫育种工作。

第二次世界大战促进了有机化学农药的兴起和战后日益广泛地应用于生产，起到很好的治虫保产效果，许多人认为依靠化学农药可以完全解决一切虫害问题，致使植物抗虫性的研究出现了大的低潮。但因化学农药的长期连续使用，不仅产生前已提及的一系列严重弊病，还影响人类健康，威胁家畜家禽和野生动物的安全，及至综合系统管理的观点提出以后，植物抗虫性的研究才又进入快速发展的阶段。至 50 年代初，美国即有 36 个州对麦类、豆类、棉花、玉米、高粱、马铃薯、花生、瓜类、洋葱、番茄、梨、苹果、核桃、胡椒、苜蓿等 20 种作物和饲料作物的一些主要害虫约 40 多种开展了抗虫性研究，尤其对黑森麦瘿蚊、麦茎蜂 *Cephus*

cinctus Norton、欧洲玉米螟 *Ostrinia nubilalis* (Hb)、苜蓿斑点蚜 *Therioaphis maculata* (Buckton)、玉米穗夜蛾 *Heliothis zea* (Boddie) 等等，在抗虫品种的筛选和培育方面研究得更多，一些抗虫品种在生产上已收到良效，同时有关植物抗虫性的基础理论、抗虫机制、抗性遗传、由于抗虫品种连续栽培而产生的害虫生物型 (biotype) 可能造成抗性减退或丧失的问题、环境条件对抗虫性的影响等等，都开展了一定的研究和取得一定的进展。在美国除个别学校外，多数大学都有关于植物抗虫性研究的项目，其中以普渡大学和德克萨斯农业及机械工程大学投入的力量最多，前者是小麦抗虫研究的两大中心之一，特别对黑森麦瘿蚊研究得更深入。其他如康奈尔大学、威士康星大学、明尼苏达大学、俄克拉何马州立大学、加利福尼亚大学等都有抗虫性的研究。

除美国外，其他国家和地区如阿根廷对禾本科作物的麦二叉蚜 *Toxoptera graminum* (Rondani) 和蝗虫的抗性研究；澳大利亚对棉花的棉叶蝉和其他害虫抗性的研究；加拿大对麦茎蜂抗性和豌豆对豌豆蚜抗性的研究；英国对苹果绵蚜的研究；原民主德国对豆类的蚜虫抗性的研究；法国、德国、荷兰对马铃薯甲虫 *Leptinotarsa decemlineata* (Say) 抗性的研究；印度对为害高粱的印度芒蝇 *Atherigona indica* Malloch 研究；日本对水稻害虫抗性和对大豆害虫抗性的研究；墨西哥对于豆类对昆虫抗性的研究；新西兰对园艺和蔬菜害虫的研究；巴基斯坦对于棉小叶蝉抗性的研究；苏丹对于棉花对叶蝉和其他害虫抗性的研究；瑞士对于禾谷类对麦秆蝇类抗性的研究；苏联对麦类、葡萄、苹果抗黑森麦瘿蚊、麦秆蝇、葡萄根瘤蚜、苹果绵蚜等的抗性研究；菲 律 宾

国际水稻所对水稻的褐稻虱 *Nilaparvata lugens* Atal、稻瘠蚊 *Orseolia oryzae* (Wood—Mason)、二点黑尾叶蝉 *Nephotettix impicticeps* Uhler、二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker)、三化螟 *Tryporyza incertulas* (Walker)、稻水蝇 *Hydrellia philippina* 等与水稻品种抗虫性关系的研究；泰国、缅甸、印度、孟加拉、斯里兰卡、越南、南朝鲜对水稻抗褐稻虱及其他稻虫的研究都取得一定的成果。尤其国际水稻研究，等等所在水稻抗虫性的研究与抗虫品种的选育上一直起着主导作用。

国际水稻研究所于 1962 年成立，在 1966 年曾选育出高产矮生水稻品种 IR₈，并在菲律宾等国推广，获得大面积增产，有绿色革命之称。但该品种米质差，易感病虫害，耗于农药的成本很高。以后该所致力于以选育高产优质并具多抗性（抗褐稻虱、二点黑尾叶蝉、稻螟、稻瘠蚊、白叶枯病、Tungo 病毒、草丛矮缩病等）的品种为目标，自 1969 年开始，选育出能抗以上 8 种病虫害的品系只达选出品种的 13%，以后具多抗性的品种不断增多，到 1975 年，选育的品系已有 90% 能达多抗性水平。该所已对 32 种害虫鉴定出抗源，其中包括 2300 份栽培品种（系）和 700 份野生稻材料（表 1、2）。育成了数百个抗虫水稻品种和品系，推广面积达 2000 多万公顷，其中仅抗褐稻虱的品种即达 1500 万公顷 (Heinrichs, 1985)。

从该所对抗虫水稻品种的筛选情况看，成功率是较大的（尤其对刺吸式口器昆虫），如 1978 年自 149 287 个品系中，筛选出能抗褐稻虱的达 63.77%，能抗白背飞虱的达 32.11%；能抗叶蝉（二点黑尾叶蝉及电光叶蝉）的在 67,865 个品系中有 30%。在 1985 年前，该所已从分布于印