



农民致富一招鲜丛书

抗虫棉栽培新技术

王洪江 朱克响 编著

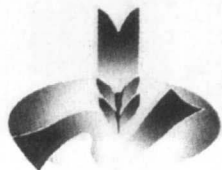


北京出版社



抗虫棉栽培新技术

王洪江 朱克响 编著



北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

抗虫棉栽培新技术/王洪江,朱克响编著. - 北京:北京出版社,1999.9

(农民致富一招鲜丛书)

ISBN 7-200-03877-6

I. 抗… II. ①王… ②朱… III. 抗虫性-棉花-栽培
IV. S562

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 42064 号

抗虫棉栽培新技术

KANGCHONGMIAN ZAIPEI XINJISHU

王洪江 朱克响 编著

*

北京出版社出版

(北京北三环中路6号)

邮政编码:100011

北京出版社总发行

新华书店经销

展望印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4印张 78 000字

2000年1月第1版 2000年1月第1次印刷

印数:1-10 000

ISBN 7-200-03877-6/S·95

定价:5.50元

序

改革开放使农民的生活发生了巨大变化，农业生产进入全面发展的新阶段。特别是近几年，粮食连年丰收，畜禽产品日益丰富，农业的长足发展为我国国民经济的快速发展奠定了坚实的基础。

但是，我国人均占有耕地面积和人均占有年径流量都仅为世界平均水平的 1/4，总体上农业生产水平仍处于初级阶段，科技进步对农业增长的贡献率还不到 40%，与发达国家相比还有很大差距。特别是农业基础薄弱，抗御旱涝等自然灾害的综合生产能力还很差，所以把农业生产真正建立在“一优双高”的基础上，实现现代化、集约化和可持续发展的任务仍十分艰巨。

农业要实现可持续发展，需要发挥多种因素的作用，而潜力最大、见效最快的是科技。实践证明，近几年来农业生产获得的发展，科技的作用举足轻重。特别是种子工程的实施，日光温室和塑料大棚应用领域的拓宽，特种养殖的兴起，以及精量匀播、地膜覆盖、平衡施肥、病虫害综合防治、节水灌溉、旱作农业等良种良法配套技术的推广应用，均取得了显著的效果。

农业要改变目前大多数地区粗放经营~~粗放经营~~的状况，提高农业有限资源的利用效率，促进农业向产业化方向发展，惟一的出路就是转变农业的增长方式。而实现农业增长方式的转变，

摆脱那些落后生产方式的束缚，根本在于科技兴农，把农业发展转到领先科技进步和提高农民素质的轨道上来，努力提高科技在农业增长中的贡献份额。实施科技兴农，首要任务就是抓好农业技术推广工作，特别是实用新技术的推广，建立持续性农业技术推广体系以及农业知识和技术培训体系，使现有的科技成果尽快转化成现实的农业生产力。

这次北京出版社经过充分的调研、策划，组织编写的这套“农民致富一招鲜”丛书，旨在进一步普及和推广农业科研、生产方面的新技术、新成果、新观念，促进农业生产再上新台阶。它的出版是科技界、出版界为科技兴农做的一件实事，希望对广大农民朋友有所帮助。

《农民致富一招鲜》丛书编委会

1999年9月

前 言

棉铃虫是棉花生产的大敌。由于气候变暖，作物熟制变革，1992年以来，我国棉铃虫暴发为害。据中国农科院统计，棉花损失几千万担，经济损失几百亿元。并且，由于大量施用化学杀虫农药，造成大批人畜中毒，环境受到严重污染，棉铃虫产生了极强的抗药性，棉花生产成本增加，效益降低，劳动强度加大，棉农身体健康和植棉积极性受到影响。小小棉铃虫严重困扰着棉花生产的发展，“咬”伤了亿万棉农的心，也牵动着国家领导人的心。

如何有效地控制棉铃虫的为害，已成为全国上下关注的焦点，也是科技界面临的重大课题。

近年来，人们已能够将其他生物甚至是微生物、动物或异源物种中控制抗虫物质合成的基因（如B.t. 基因）分离出来，转入棉株体中，并合成该类抗虫物质，从而达到抗虫、防虫的目的。我国农业科技工作者，经过艰苦不懈的努力，终于取得了重大进展，先后审定通过了中棉所29、中棉所30、新棉33B、国抗棉1号等多个转基因抗虫棉品种，且推广面积不断扩大，为有效地防治棉铃虫，扭转我国棉花生产颓势起到了重要作用。

多年生产实践表明，抗虫棉抗虫性强，产量高，品质好，省工省药，节本高效，保护环境，减轻劳动强度，具有很高的推广应用价值。例如国抗棉1号，大面积示范，亩产皮棉

可达 80 千克左右，高的可达 110 千克以上。拉力如粗细度等品质指标都比当地主栽品种好。抗虫棉每亩用于防治棉铃虫的工、药费 10 元以下，比常规棉节约 100 元以上，增收 130 元以上。抗虫棉的毒蛋白只对鳞翅目害虫的幼虫有毒，对瓢虫、草蛉、蜘蛛等有益的节肢动物无不良影响，加之施用化学农药量大大减少，有利于保护和利用天敌，保持棉田生态平衡，减少环境污染，促进生态农业的发展。同时，由于抗虫棉施药次数明显减少，棉农既可免受炎炎烈日下负重打药之苦，又减少了中毒机会。随着抗虫棉的推广，棉铃虫将会得到有效控制，棉花生产将会出现新的转机，棉花是“药罐子”的说法，以及整天在棉田里打药的现象也将逐渐成为历史，棉农再也不会认为种棉花是一种苦差事了。

但抗虫棉毕竟是一种新生事物，在推广和生产中还存在不少问题。为加速这一高新技术在农业生产中的正确应用，发挥转基因抗虫棉应有的价值，纠正人们在生产中的片面认识，促进棉花抗虫育种研究的深入开展，我们编写了本书。该书既适合于广大科技人员参阅，又对广大棉农、基层干部、农场有关人员等进行抗虫棉的培育、生产具有一定的指导作用。

由于抗虫棉是一新生事物，许多方面仍有待于进一步的深入研究；加之，时间仓促，书中难免有遗漏和错误之处，恭请读者斧正。

编者

1999 年 8 月

目 录

一、抗虫棉概况	(1)
二、棉花的抗虫性与抗虫棉	(9)
三、抗虫棉的选育	(25)
四、我国抗虫棉品种与品系介绍	(40)
五、抗虫棉的保纯与种子生产技术	(66)
六、抗虫棉的抗虫持久性	(74)
七、转基因抗虫棉丰产栽培技术	(80)

一、抗虫棉概况

植物对不良环境条件的抵抗能力称为抗逆性，其中抵抗昆虫破坏的能力则称为抗虫性。抗虫性是植物的一种可遗传特性。由于具备这种特性，抗虫品种与感虫品种在同样的栽培条件和虫害条件下，抗虫品种能不遭虫害或虫害较轻。

作物具有抗虫性的现象，我国早有观察记载，在《吕氏春秋》中，就对麻类抗蝗虫和豆类抗虫性进行了简单的描述。我国最早的一部古农书《齐民要术》中就记载了 14 种谷类具有“免虫”特性。国外 18 世纪对早熟小麦抗黑森瘿蚊和苹果品种抗苹果绵蚜有报道，而 19 世纪法国利用葡萄抗根瘤蚜特性更新果苗更是取得了突出的育种成效。

棉花作为主要的经济作物，已有 7 000 年左右的种植历史。我国虽不是棉花原产国，但植棉历史悠久，在棉花抗虫性研究上也多有建树。

● 我国主要棉花害虫及防治

在棉花生产中，虫害对产量和品质的影响较大。据不完全统计，我国棉花害虫种类至少有 300 种以上，但实际上，由于生物间相互制约的影响，以及生物受环境因素如栽培管理条件、温度、光照、水分等因素的影响，多数种类害虫的种群数量都处于低密度水平，不足以造成对棉花的经济损害。在黄河流域棉区，分布广泛、为害普遍的有棉蚜、棉铃虫、棉

叶螨和棉盲蝽、棉造桥虫等，其中以棉蚜和棉铃虫为害最为严重。在长江流域棉区，以棉红铃虫、棉叶螨、棉盲蝽等为害较普遍，其中棉红铃虫和棉叶螨的为害最为突出。在西北内陆棉区，棉蚜是为害棉花的最主要害虫。

棉铃虫是分布广泛、为害严重的世界性害虫，不仅为害棉花，还为害粮食作物、蔬菜作物以及花卉、杂草等。在美国的主要种类是烟芽夜蛾和美洲棉铃虫，我国的棉铃虫是另外1个种（拉丁名为 *Heliothis armigera*）。棉红铃虫除西北内陆棉区较少外，其他各棉区均有发生，造成烂铃、僵瓣、纤维变黄、种子损坏等。棉叶螨的种类也较多，我国大部分地区以截形叶螨和朱砂叶螨为主，只有新疆棉区为土耳其斯坦叶螨。

由于为害棉花的害虫种类多，对生产造成的经济损失大，因此，在棉花的全生育期，需要根据虫害发生数量、发生时期不断进行防治。

长期以来，人们更多地依赖于农药防治。70年代以前，用六六六等有机氯农药防治害虫，70~80年代以有机磷农药防治害虫，80年代后，随着农药合成技术的发展，菊酯类高效低毒农药在棉田中大量使用。施用农药，虽然田间害虫得到了有效控制，但害虫对农药的抗性急剧增加，如在有机磷农药施用初期，一般2500~3000倍浓度即可收到较好的防治效果。到了90年代，500~800倍的浓度尚不足以杀死害虫，这样不仅造成治虫成本增加，而且对棉田生态环境造成了严重破坏，一些有益昆虫群体数量大为下降，人畜中毒现象时有发生。尤其是90年代以来，棉铃虫在黄河流域棉区严重暴发，致使棉区棉田面积迅速缩小，广大棉农谈虫色变。实践

表明，棉花害虫的防治，需要从内因上寻求害虫综合治理途径，开辟农药防治以外的其他途径。

● 我国棉花抗虫性的研究与利用

1. 30~40 年代期间 我国早在 30~40 年代就对大卷叶螟和棉叶蝉抗性进行了研究，曾选出抗棉叶蝉品种如澧县 72、华东 6 号、三湖铁子等。抗卷叶螟品种如鸡脚德字棉。我国棉花抗虫性的研究，自害虫综合防治体系（简称 IPM）提出和应用于生产以来，有了明显的变化。

2. 70 年代末 此期，中国农科院棉花研究所、河北省农科院植保研究所、四川省农科院棉花研究所和华中农业大学、江苏省农科院植保研究所、中国农科院植保研究所等单位先后设立了抗虫棉育种课题，对棉花抗虫性及抗虫育种技术进行了系统研究。

3. 80 年代期间 国家设立了棉花抗虫育种攻关项目，重点从棉花的形态抗虫性及抗虫机制上进行研究，并探讨了棉花的生化抗性及其利用情况。明确了多茸毛性状对棉蚜和棉叶螨等具有明显抗性，可防止害虫的取食和活动；光叶性状可减少棉铃虫和棉红铃虫的产卵的附着力，从而降低害虫的幼虫群体密度，减轻为害；无蜜腺性状可减少对迁移性的棉铃虫、棉红铃虫的吸引力，因此，可降低田间落卵量；窄卷苞叶可使害虫暴露更明显，从而提高农药对害虫的防治效果；鸡脚叶可改善棉田通风透光性，造成不利于害虫发生的田间小气候；早熟性可避开害虫的为害高峰期，达到避虫效果；红叶棉可减少对害虫的诱惑力，使害虫对反射的 500~600 纳米波长的光不敏感，从而减轻为害。在生化抗性上，研究了棉

酚、鞣酸、儿茶酸含量对棉虫取食和发育的影响，棉花组织中氨基酸和糖类含量对昆虫的影响等。这一阶段培育出一些较优良的抗虫棉品系，如中国农科院棉花研究所育成的抗棉蚜兼抗棉红铃虫的种质系中 99；四川省农科院棉花研究所从海岛棉和陆地棉的种间杂交中系统选育出抗棉叶螨棉花种质系川 98；华中农业大学育成了对棉红铃虫有较好抗性、综合性状优良的抗虫棉品系华棉 102 和华棉 103。

4. 90 年代初至 90 年代中期 首先，对生化抗虫性的研究逐步深入，对目标害虫的抗性性状进一步明确；其次，综合利用形态和生化抗性，在我国首次育成一批抗虫棉品种；最后，在抗虫性鉴定技术和抗虫性的评价上进一步创新，棉花遗传、育种、植保和生物技术等多学科相互交叉，取长补短，形成了协同作战，联合攻关的明显优势。

中国农科院棉花研究所育成的中棉所 21 具有茎叶多茸毛的特点，植株体内棉酚、鞣酸、儿茶酸含量高，对棉蚜和棉铃虫具有较强的抗性，一般年份可在苗蚜期和伏蚜期减少农药防治 1~2 次，二、三代棉铃虫发生期可减少农药防治 2~3 次，皮棉产量比对照品种中棉所 12 增产 8%~10%，抗枯萎病和黄萎病及纤维品质与中棉所 12 相当。该品种 1994 年通过河南省品种审定委员会审定，1995 年列入国家级科技成果重点推广计划，到 1997 年累计推广种植面积 100 万亩左右。

四川省农科院棉花研究所育成的川棉 109，高抗棉蚜，蚜害指数比常规棉品种 73-27 降低 20% 以上，并具有抗苗期立枯病、枯萎病特点，是一个集抗虫、抗病、丰产、优质于一

体的棉花品种，近年在四川、河南省累计推广 340 万亩^{*}；1994 年通过四川省品种审定委员会审定。

华中农业大学育成的华棉 101，具有无蜜腺和光叶特点，抗棉铃虫和棉红铃虫，棉铃虫蕾铃受害率比对照 HG-BR-8 相对下降 39%~43%，为高抗级，棉红铃虫受害率比常规推广品种相对下降 20% 左右，单铃活虫数和越冬红铃虫基数均少于对照，定为抗至中抗级；产量比常规品种鄂荆 1 号略有增产，“八五”期间累计推广 67.5 万亩。该品种 1992 年通过湖北省农作物品种审定委员会审定，并列入国家级科技成果重点推广项目。

采用现代生物技术和常规育种技术相结合的方法培育转 B.t. 基因抗虫棉，是“八五”期间棉花抗虫育种取得的突破性进展。中国农科院棉花研究所通过杂交、回交和复合杂交等技术手段，在“八五”期间把苏芸金芽孢杆菌的毒素基因（简称 B.t. 基因）转育到丰产、优质、抗病的品种上，于 1994 年，初步育成了对棉铃虫、棉红铃虫鳞翅目害虫有高度抗性的转 B.t. 基因抗虫棉新品系。全生育期可减少棉铃虫农药防治 60%~80%，每亩可节省农药投资 60~80 元；并由于减少了农药防治，使棉田生态环境大大改善，有益昆虫种群比常规棉田大大增加，从而间接地依靠有益生物控制而减轻了其他害虫的为害，同时也减少了惋间工作量，并有效地解决了因使用农药造成的人畜中毒。

5. “九五规划”以来 自“九五规划以来，棉花抗虫性研究由应用性研究向基础性研究深入发展，棉花基因工程技

* 1 亩=0.067 公顷，1 亩=667 平方米，全书同。

术已作为培育抗虫棉的重要手段广为应用。中国农科院棉花研究所利用转 B. t. 基因棉种质系作亲本,与常规品种杂交和回交,育成了适于春播种植的转 B. t. 基因抗虫棉中棉所 32 (R-68)、适于夏套种植的短季棉中棉所 30、适于晚春套种植的中棉所 31 (KC-2)、适于春播种植的抗虫杂交棉中棉所 29,并育成一批抗虫性稳定、综合性状优良的转 B. t. 基因抗虫棉新品系。1989 年中国农科院生物中心谢道昕等通过花粉管通道法,把 B. t. 基因导入不同棉花品种(系)中,这是我国获得棉花转基因植株的最早报道。1993 年,郭三堆研究员与山西省农科院棉花研究所陈志贤合作,采用农杆菌介导法获得了转 B. t. 基因抗虫棉。几乎与之同时,江苏省农科院经济作物研究所黄骏骥等也通过花粉管通道法把 B. t. 基因转入泗棉 3 号品种中,育成了转 B. t. 基因抗虫棉。目前,不少单位采取基因枪法转育 B. t. 基因和其他基因。

我国棉花抗虫性研究和实践表明:抗虫性不仅在栽培棉中存在,而且在野生棉和半野生棉中仍有许多性状有待我们研究和开发利用;不但棉花本身的抗虫性可被人类利用,而且自然界许多生物存在着更有价值的抗虫性状有待人们去认识和发掘。培育抗多种棉花害虫的抗虫棉意义重大。

● 抗虫棉推广应用经济效益

推广应用抗虫棉不仅可以降低杀虫剂的使用次数和施用量,降低植棉成本,提高棉农的生产积极性,而且还可以有效地保护棉田害虫天敌,改善棉田生态环境,使棉田害虫防治向良性循环方向发展。同时还能有效地减轻环境污染,造福于子孙后代。

1. 常规抗虫棉品种应用的经济效益 利用抗虫棉品种是防治棉田害虫的一项经济、安全、有效措施。据美国统计,每年用于抗虫品种研究的投资与挽回损失的比例约为 1:300。1990 年董双林等试验表明,在大田栽培条件下,在棉铃虫中等发生和伏蚜重发生年份,抗虫品系可以节约 2 次喷药治虫(棉铃虫或棉蚜)而不加重受害,不会对产量和品质带来不利影响。防治棉铃虫所用药剂是久效磷和氯氰菊酯 1:1 的混剂,每公顷用量 3 000 克。以久效磷 13.1 元/千克,氯氰菊酯 29 元/千克计算,用常规抗虫棉防治棉铃虫可节约农药费用 126.3 元/公顷,防治棉蚜可节约农药费用 39.3 元/公顷。

1989 年,吴征彬等比较了 2 个抗虫品系华 101(光滑)、华 102(无蜜腺)和对照鄂棉 12 的经济效益。结果表明华 101、华 102 和对照鄂棉 12 的公顷产值(主副产品)分别为 9 758.55 元、9 487.95 元和 8 146.95 元;公顷投资(生产资料加劳务)分别为 1 506.00 元、1 506.00 元和 1 752.00 元;公顷净产值分别为 8 252.55 元、7 816.95 元和 6 395.85 元。2 个抗虫品系的纯利润均比对照增值 20% 以上。

“八五”期间,我国共培育出常规抗虫棉 3 个,它们是中棉所 21、川棉 109 和华棉 101。在 1993~1995 年中,这 3 个抗虫棉新品种共推广种植 31.8 万公顷,平均皮棉产量 1 029~1 125 千克/公顷,比对照增产 8.4%~12.8%;纤维品质与对照品种相当,符合纺织工业的要求。种植各类常规抗虫棉一般全年可减少治虫 2~3 次,节约用药 20%~30%,减少用工 10~15 个/公顷,挽回皮棉损失 45~75 千克每公顷,直接经济效益约 3 000~5 000 万元。

2. 转基因抗虫棉使用的经济效益 在“八五”期间,我

国先后培育出转基因抗虫棉,并在生产上进行了示范试种。田间抗虫效果测定和大田生产示范表明,各类转基因抗虫棉在减少治虫 70%~80% 的情况下而不影响棉花产量,一般每年可减少治虫 9~13 次,节约用药 60%~80%,减少防治用工 60~80 个/公顷。

据夏敬源统计,中棉所培育的转基因抗虫棉新品系 R93-1、R93-2、R93-3、R93-4、R93-5 和 R93-6,在 1994 年和 1995 年已累计试种 3.2 万公顷,平均挽回皮棉损失 75~110 千克/公顷,总计直接经济效益 0.8 亿~1.1 亿元人民币。

此外,由于种植转基因抗虫棉的化学防治次数大大减少,不仅减轻了棉农的劳动强度,避免了人畜中毒事故,减少了环境污染,而且还有效地保护了自然天敌,促进了棉田乃至整个农业生态体系的良性循环。

二、棉花的抗虫性与抗虫棉

棉花抗虫性的利用和抗虫棉的培育被认为是当前和今后棉虫综合防治的最经济、最有效的方法之一。尤其是近年来兴起的高新技术，人们在实验室内将其他生物体如微生物中具有抗虫基因导入棉株体内，使棉花自身获得了高水平抗虫的能力，这就为棉铃虫等棉花主要害虫的有效安全防治提供了新的途径。

● 棉花的抗虫性

实践表明，不同棉花品种对害虫的反应不同，有的品种极易受到害虫的侵袭，损失较大，而有的则受害虫为害甚微。同时，同一品种对不同棉田害虫的反应也不同，有的品种较易感某一种棉田害虫，但却不易受另外一些棉田害虫的为害，如有的棉花品种受棉铃虫为害较轻，但受棉蚜的为害则较重；而有的品种受棉蚜的为害较重，但受棉铃虫的为害则较轻。我们把这种棉花自身对某些害虫产生抗性或逃避为害的特性称作棉花的抗虫性。

在培育出的棉花品种中具有较强抗虫性的棉花品种称为抗虫棉，即表示某一棉花品种在相同的虫口压力下比其他品种具有高产、优质的能力。

棉花的抗虫性是棉花长期自然进化和人工选择的必然结果。在这个进化过程中，那些对害虫具有较强抵抗力的棉花