

转基因抗虫棉风险性分析及应对策略

凌芝 陈建军 (南通农业职业技术学院, 江苏南通226007)

摘要 主要针对转基因抗虫棉抗虫时空性问题, 棉花不同生育期、植株部位、不同害虫世代抗虫性的变化, 抗虫棉对棉田害虫和天敌种群结构的影响, 害虫对抗虫棉毒蛋白的抗性, 抗虫棉抗性基因的漂移, 抗虫棉籽产品的安全性问题等潜在的生态风险性进行了分析, 进而提出了降低转基因抗虫棉潜在的生态风险性措施。

关键词 转基因抗虫棉; 风险性分析; 对策

中图分类号 S562 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)33-10645-02

转基因抗虫棉是20世纪生物技术在农业领域应用取得的重大成果, 在我国黄河、长江流域已得到广大棉农的普遍认可, 创造了显著的经济、社会和生态效益。20世纪80年代后期以来, 不断有报道提出转基因作物可能存在风险性, 争论的焦点大多为对环境和人类健康的威胁。转基因抗虫棉的开发利用一方面向人们展示了良好的前景, 另一方面应该看到转基因抗虫棉可能存在的安全隐患。随着抗虫棉的大面积生产应用, 是否会对环境和人类健康的风险性是公众共同关心的问题^[1-2]。

1 抗虫棉种植过程中潜在的风险性

1.1 转基因抗虫棉抗虫的时空性问题 抗虫棉对害虫的抗性具有一定的时空性, 从时间上来看, 抗虫棉生育期抗性呈下降趋势, 即苗期抗性强, 花铃期抗性减弱。从空间上来看, 棉株的不同部位抗性不同, 营养器官高于生殖器官, 叶>蕾>铃>花^[3]。室内生物测定结果表明^[4], 整个生育期内抗虫效果与杀虫蛋白的表达量基本一致, 即杀虫蛋白在棉株体内的时空变化引起抗虫性的变化。转Bt棉主要对2代棉铃虫表现高效, 棉株生长后期抗性衰弱。转基因抗虫棉对2、3代棉铃虫抗性较好, 而在受3、4代棉铃虫危害较长的长江流域抗性较弱^[3,5-6]。

1.2 转基因抗虫棉对天敌的影响 转基因抗虫棉对寄生性天敌和捕食性天敌的影响有所不同。据崔金杰等试验研究^[4,7], 麦套转基因抗虫棉田棉铃虫幼虫寄生性天敌齿唇姬蜂和侧沟绿茧蜂的百株虫量分别较常规棉田减少79.2%和88.9%, 差异极显著。可见, 种植转Bt基因棉严重影响棉铃虫幼虫优势寄生性天敌。而转Bt基因棉田的捕食性天敌总量均较相应常规棉田对照明显增加, 麦套和单作转Bt基因棉田百株平均捕食性天敌总量分别增加26.9%和7.8%, 说明种植转Bt基因棉能有效保护增殖捕食性天敌。转Bt基因棉不仅能直接毒杀目标害虫, 还能间接提高天敌的捕食率^[8]。

1.3 转基因棉花对棉田昆虫群落的影响 与常规棉相比, 害虫优势种变化较大, 棉铃虫不再为优势种, 而棉叶螨、棉蚜、盲蝽等则为优势种。转Bt基因棉田昆虫群落的种类丰富度(113种)和害虫相对丰盛度(69.8%)低于常规棉田(125种和73.8%)。捕食性天敌优势种变化较小, 均为龟纹瓢虫、七星瓢虫等。寄生性天敌优势种变化大。昆虫群落的多样性指数(2.8028)和均匀度指数(0.5865)均高于常规棉田

(2.7630和0.5845)。而天敌昆虫群落的多样性指数(2.4049)和均匀度指数(0.5805)均高于常规棉田(2.6260和0.6388), 说明转Bt棉田昆虫群落稳定性较好, 天敌昆虫群落稳定性较差^[9]。

1.4 害虫对转基因抗虫棉抗性的产生 大面积转基因抗虫棉最大的潜在威胁是目标害虫对杀虫蛋白产生抗性, 鳞翅目昆虫更为突出。崔学芬等研究表明^[10-11], 对用含Bt毒蛋白的人工饲料对室内棉铃虫21代中16代次的筛选, 筛选后F₁₉代LC₅₀比筛选前F₂代高14.7倍。中国农科院植保所用含毒蛋白的饲料处理印度谷螟, 连续两代饲养后, 忍耐性增加了30倍, 经过15代后的忍耐性增加了100倍, 并最终发展为抗性^[12]。英国学者应用计算机模型模拟试验认为, 转Bt基因抗虫棉使用寿命仅为8~10年, 双价抗虫棉为20~30年。各国对转基因棉花的抗性均十分重视。美国和澳大利亚对抗虫棉抗性进行长期跟踪、监测, 并采取了如“庇护所”对策以治理或减缓抗性产生, 而我国由于大部分棉区农户种植地点分散, 种植规模小, 无法实施“庇护所”措施^[4]。

1.5 基因漂移与释放的风险 基因漂移是指Bt等基因通过花粉传至非转基因作物或相关杂草可能引起的生态问题。转基因植物可能通过与野生植物异种或常规种质资源交配而使其目标基因发生漂移, 如抗除草剂基因从转基因作物流向杂草可使杂草产生抗性, 从而形成新的更难以防除的“抗性杂草”^[13]。张宝红等^[12]研究了外源Bt基因和tfdA基因向周围环境遗传漂流的频率和距离, 结果表明, 导入到棉株体内的外源基因均可向周围环境漂移, 最高漂流频率为10.48%, 最远漂移距离可达50m。Broun等研究表明, 转基因向澳大利亚野生棉和澳洲棉这两个野生棉中都存在漂移, 但不同品种间有差异^[7]。刘谦等^[14]研究认为, 转Bt基因抗虫棉存在花粉漂移风险, 虽然花粉自身的传播距离十分有限(花粉在7m处的杂交频率小于1%)。若借助昆虫和风力可使传播距离明显提高。

国内学者研究认为, 不必过分担心基因飘移问题。棉花在近距离内有相当高的异交率, 发现在棉花地周围1m处的异交率可达11%, 随着距离的增加, 异交率逐渐递减, 至50m处异交率只有0.03%, 100m以上基本不再有花粉漂移。由于我国不是棉花的起源地, 自然界不存在相关野生棉, 在农业生态条件下也不存在可与棉花杂交的相关杂草, 因此Bt基因的漂移一般可不必关注^[15-16]。

1.6 棉花产品的食物源风险 我国不但是棉花生产的大国, 而且是棉花的各种副产品的消费大国。棉籽蛋白、棉饼是重要的蛋白质来源和精饲料, 对人和动物产生怎样的影

作者简介 凌芝(1980-), 女, 江苏南通人, 在读硕士, 助理讲师, 从事生物工程研究。

收稿日期 2007-05-30

响,使人们不得不考虑转基因抗虫棉的安全性,对人体健康可能产生的潜在影响。

陈松等^[17-18]分析了转基因抗虫棉与常规棉营养品质,结果发现,转Bt基因抗虫棉棉籽仁含粗蛋白、粗脂肪、不饱和脂肪碱、必需氨基酸与对照品种常规棉差异不显著。用含5%~10%棉籽的饲料喂养小白鼠28d,结果表明,和对照组相比,对小白鼠增重、饲料消耗量、死亡率、行为、器官、毛重、体细胞的活性、精子细胞的形态等方面的影响均不明显。未发现组织和细胞变形、增生和坏死等病理变化。用含10%棉籽的饲料喂养鹌鹑8d、鲤鱼10周,在增重、饲料消耗、饲料转化率、死亡率、行为等亦无明显影响。杨晓东等^[19]用Bt棉及普通棉籽油对小鼠和斑马鱼的试验表明,其生理解剖和组织病理学检查均未发现异常。但长期饲养是否有慢性毒性或对后代是否有影响还有待于进一步研究。关于转基因食品安全性问题的争论较多,但到目前为止,还没有足够的证据来证明转基因食品存在安全隐患。

1.7 抗虫棉种植的经济学风险 虽然BT棉在国内对植棉的经济效益产生了显著的影响,但国内尚未有抗虫棉经济学方面系统全面的研究报道^[20]。美国农业部于1996~1998年对主产棉区的BT棉农户进行了抽样调查,对300多农户的样本分析表明,种植BT棉只是纬度靠北的棉区提高了纯收益。在南部棉区,种植BT棉减少农药用量和小幅度增产所产生的效益基本上被所增加的BT棉种子费用和技术转让费用所抵消。种植BT棉与常规棉相比,所增加的纯收益高低与害虫发生程度密切相关,在害虫发生严重的年份则棉区增收效应明显。从江苏省南通市抗虫棉推广情况来看,科棉1号、鲁棉研15号种子价格为120元/kg,而普通棉苏棉18的价格为6元/kg。此外,棉农的用药习惯也将影响到抗虫棉的种植效益,由于植保技术服务跟不上,农民只能根据以往习惯,导致盲目用药,人为增加成本。

2 转基因抗虫棉的安全性对策研究

2.1 培育转多基因抗虫棉 研究表明^[21],单价基因抗虫棉产生抗性个体的几率为 10^{-6} ,而双价基因抗虫棉则为 10^{-12} ,目前所研制成功的抗虫基因除B、CPTII基因外,还有淀粉酶抑制剂、外源凝集素、几丁质酶、蝎毒素、脂肪氧化酶基因等,并随现代生物技术的发展,新基因将会不断被研究,将两种或两种以上的基因同时导入棉株,无疑会提高棉花的抗虫能力和抗虫范围,延缓害虫对其产生抗性。另一方面,需要寻找和筛选广谱抗虫基因,Bt基因只对鳞翅目昆虫有效,目前认为抗虫谱较广的是CPTII基因,但其表达量不够,尚需进一步深入研究。

2.2 采用特异启动子和诱导表达启动子 目前用于棉花等作物转化的启动子均为CaMV35s,由于该启动子在棉花的不同生长时期和不同部位均能表达,降低了棉株体内的杀虫蛋白的浓度,影响到杀虫效果。如果改用特异性启动子,控制抗虫基因只能在害虫为害的特定部位表达,无疑会提高效率。诱导启动子的特点是棉株受到害虫侵袭时,才会高效表达,在害虫为害部位,迅速合成杀虫蛋白以此杀死害虫^[1]。棉花体内外源抗虫基因表达除与启动子关系密切外,还与其在细胞内外的理化因素有关,因此还必须进一步探讨影响基

因表达的理化因素,创造条件使其高效表达,增加杀虫物质在细胞内的积累量^[22]。

2.3 加强转基因抗虫棉的种植管理 因地制宜发展转基因抗虫棉,同时为了预防棉铃虫对抗虫棉抗性的产生,国外采用设置非转基因棉“庇护所”政策,来降低棉铃虫对转基因抗虫棉产生抗性的机会,为少数害虫提供一个正常取食环境,保持一些目标害虫敏感群体,从而达到稀释抗性基因的目的。同一地区严禁种植转同一基因的不同作物,如转Bt基因玉米和棉花,加强抗虫棉的种子管理,积极培育和扶持优势企业进入转基因抗虫棉产业,整合科研和产业力量,主推优势品种,推进转基因抗虫棉种产业的发展。

2.4 加强转基因棉田害虫的综合治理 针对转基因抗虫棉抗虫的时空性,加强田间虫情监测,采取综合防治措施,优化棉田的群落结构,增加主要天敌的数量,降低次要害虫上升的风险,从而可有效地延缓棉铃虫等对Bt毒素和化学杀虫剂的抗性形成。根据各种害虫发生所需的气候特征制订相应防治对策,充分协调传统的防治手段与转基因抗虫棉的抗虫效力,发挥各自作用,认识抗虫棉在害虫综合治理中的作用和地位;根据抗虫棉田昆虫群落结构的动态变化采取相应的防治措施。崔金杰等^[23]根据转基因棉田昆虫群落特征分为前、中、后3个时期,并提出各个时期的综合防治措施。

2.5 加强转基因抗虫棉的品种管理 由于在基因安全性方面的严格限制和繁琐程序,国内众多优质高产转基因抗虫棉品种以非转基因品种名义参加区试并通过了品种审定,已开始大面积推广。这种情况不利于我国转基因抗虫棉的正常研发,也不利于基因的安全性管理,有可能造成严重后果。1996年后,国家对植物基因工程进入田间已出台了一系列相应规定,农业部2002年初发布的《农业转基因生物安全评价管理办法》规定,利用基因工程技术改变基因组构成,用于农业生产或者农产品加工的植物及其产品均需进行安全性评价。因此,通过转基因技术选育的抗虫棉品种和用已获得安全证书的抗虫棉品种为亲本通过常规育种手段选育的抗虫棉品种,均需获得安全证书并审定后才能应用于大田生产。农业部于2002年7月8日下发了《关于稳定发展转基因抗虫棉的意见》,提出了发展转基因抗虫棉要遵循“积极、稳妥、科学、合法”的原则,因地制宜地种植和生产转基因抗虫棉,对于我国转基因抗虫棉的产生发展提供了指导意见。

参考文献

- [1] 王仁祥. 中国转基因抗虫棉的应用及发展对策[J]. 棉花学报, 2003, 15(3): 180-184.
- [2] 樊龙江, 周雪平. 转基因作物安全性与事实[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 17-22, 26-30.
- [3] 张永军, 吴孔明, 郭予元. 转Bt基因棉花杀虫蛋白的时空表达及对棉铃虫的毒杀效果[J]. 植物保护学报, 2001, 28(1): 1-6.
- [4] 崔金杰, 夏敬源. 转Bt基因棉对棉铃虫抗性的时空动态[J]. 棉花学报, 1999, 11(3): 141-146.
- [5] 崔金杰, 夏敬源. 麦套夏播棉转Bt基因棉田主要害虫及其天敌的发生规律[J]. 棉花学报, 1998, 10(5): 255-262.
- [6] 赵建周, 赵奎军, 卢美光. 华北地区棉铃虫抗与转杀虫蛋白基因棉花间的互作研究[J]. 中国农业科学, 1998, 31(5): 1-6.
- [7] 马艳. 转基因抗虫棉生物安全研究进展[J]. 棉花学报, 2003, 15(1): 59-64.
- [8] 崔金杰, 夏敬源. 转Bt基因棉对棉田主要捕食性天敌捕食功能的影响[J]. 中国棉花, 1997, 24(2): 19.
- [9] 崔金杰. 转Bt基因棉对昆虫群落的影响及其作用机制[D]. 北京: 中国农业科学院研究生院, 1998. (下转第10659页)

(上接第10646 页)

- [10] 夏敬源, 崔金杰, 马丽华, 等. 转基因抗虫棉在棉铃虫综合治理中的作用[J]. 棉花学报, 1999, 11(2) :57- 64.
- [11] 李汝忠, 沈法富, 王宗文. 转B_t 基因抗虫棉B_t 基因表达的时空动态[J]. 山东农业科学, 2002(2) :11- 15.
- [12] 张宝红, 丰嵘. 棉花的抗虫性与抗虫棉[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000 :316.
- [13] GRAY AJ, RAYBOULD AF. Reducing transgene escape routes [M]. Nature, 1998, 392:653- 654.
- [14] 刘谦, 朱鑫泉. Bio-safety[M]. Beijing :Science Press, 2001 :72- 86.
- [15] 贾士荣. 转基因作物的安全性争论及其对策[J]. 生物技术通报, 1999, 15(6) :1- 7.
- [16] 贾士荣. 转基因产品的安全性及其对应策略[J]. 遗传, 2001(6) :577- 579.

- [17] 陈松, 黄骏骐. 转B_t 基因抗虫棉棉籽安全性评价——大鼠、鹌鹑毒性试验[J]. 江苏农业学报, 1996, 12(2) :41- 42.
- [18] 陈松. 转B_t 基因抗虫棉籽安全性评价——鲤鱼慢性毒性试验[J]. 棉花学报, 1996, 8(5) :241- 245.
- [19] 杨晓东, 谢方灵. 转基因棉花的安全性评价[J]. 中国棉花, 1999, 26(1) :7- 8.
- [20] 杨普云, 郭荣. 对转基因BT 棉应用的风险性和应对策略分析[EB/OL]. [2004-08-10] <http://202.127.45.116/jjzwl/vj/zjl.htm>
- [21] 郭香墨, 刘海涛, 张永山, 等. 我国转B_t 基因棉育种技术与成就[J]. 中国棉花, 1999, 26(7) :2- 5.
- [22] 崔峰, 徐洪富, 许永玉, 等. 抗虫棉研究的进展、问题与对策[J]. 植物保护学报, 2002, 29(4) :371- 376.
- [23] 崔金杰, 夏敬源. 转B_t 基因抗虫棉R93-6 对昆虫种群的影响[J]. 昆虫学报, 2000, 43(1) :43- 51.