第15卷 第2期 大豆科学 Vol. 15 No. 2
1996年 5月 SOYBEAN SCIENCE May 1996

大豆抗食叶性害虫研究进展*

崔章林 盖钧镒

(南京农业大学大豆研究所,南京 210095)

ADVANCE OF STUDY ON SOYBEAN LEAF-FEEDING INSECTS

Cui Zhanglin Gai Junyi

(*Soybean Institute, Nanjing Agricultural University*)

1. 大豆害虫重要种类与危害

国际上大豆抗虫性的研究,主要为抗食叶性害虫。在美国重要的大豆食叶性害虫有黎豆夜蛾 *Anticarsia gemmatalis* Hubner、大豆尺夜蛾 *Pseudoplusia includens* Walker、黑西哥豆甲 *Epilachna varivestis* Mulsant、烟芽夜蛾 *Heliothis virescens* (Fabricius)、绿三叶螟 *Platypena scabra* Fabricius、玉米穗螟 *Heliothis zea* (Boddie)等(Hatchett 等 1978; Sullivan 1985; Beach 等 1988)。Pitre(1994)的报告,在过去的二十年中,大豆尺夜蛾已成为美国南部最具有危害性的害虫,它对常规杀虫剂抗药性不断增加,多种杀虫剂同时使用或多次使用杀虫剂亦无济于事,迫使人们改变治虫策略,农民不得不采用价格昂贵的新杀虫剂,从而降低了得益。

据 Mochida(1994)报告,日本大豆受到245种昆虫危害。北部的重要害虫是大豆食心虫 *Leguminivora glycinivorella* (Matsumura)、蚜虫 *Aphis spp.* 和豆秆蝇 *Melanagromyza sojae* (Zehntner);中部重要害虫是蝽蟓、豆荚螟 *Maruca testulalis* Geyer、大豆荚瘿蚊 *Asphondylia ervi* Rubsaman 和烟芽夜蛾;南部重要害虫是蝽蟓和烟芽夜蛾。在日本南部若不施用杀虫剂,则常颗粒无收。

Talekar(1994),在亚洲大豆从发芽至收获以至贮藏受到许多害虫危害,主要包括8种豆秆蝇,9种夜蛾科和螟蛾科的食叶性害虫,4种蝽蟓和4种螟蛾科蛀荚害虫。有些害虫可导致严重减产甚至绝收,因而,防治害虫是获得大豆高产稳产的基本措施,尤其是亚洲南部热带地区。

尘污灯蛾 *Diacrisia obligua* 和斜纹夜蛾 *Prodenia litura* (Fabricius)在孟加拉国(Haq 1984),尘污灯蛾、卷叶麦蛾 *Anarsia ephippias* Meyrick、花生麦蛾 *Stomopteryx subseccivella* Zeller 和潜叶蝇 *Aproaerema modicella* (Deventer)在印度(Gujrati 等 1985, Shrivastava 等 1988, Ram 等 1989)是重要的大豆食叶性害虫。

* 国家自然科学基金资助项目

本文于1995年8月28日收到。This paper was received on Aug. 28, 1995.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

刘惕若等(1979)在《大豆病虫害》中介绍了我国45种大豆害虫。《中国农作物病虫图谱》介绍了我国约70种大豆害虫。我国东北地区主要为大豆食心虫等;黄淮海地区主要为大豆食心虫、棉铃虫 *Noctua armigera* Hubner、豆天蛾 *Clanis bilineata* Walker、豆秆黑潜蝇 *Melanagromyza sojae* (Zehntner)等;南方地区主要为豆秆黑潜蝇、大造桥虫 *Ascotis selenaria* (Schiffermuller et Denis)、豆卷叶螟 *Lamprosema indicata* (Fabricius)、斜纹夜蛾、豆荚螟等。

崔章林、盖钧镒等(1995)通过1983—1984年和1990—1994年黑光灯诱蛾、大豆田间食叶性害虫普查和种群结构调查与分析,明确南京地区大豆食叶性害虫有来自鳞翅目、直翅目、鞘翅目、同翅目和半翅目的21个科49个种。其中豆卷叶螟、大造桥虫和斜纹夜蛾是南京地区危害大豆的最重要虫种,应作为南京地区抗虫育种的目标考虑;此外银纹夜蛾 *Plusia agnata* Staudinger、大豆毒蛾 *Cifuna locuples* Walker、豆天蛾、筛豆龟蝽 *Megacopta cribraria* (Fabricius)、豆二条叶甲 *Paraluperodes suturalis nigrobilineatus* Motschulsky、锯角豆芫菁 *Epicauta gorhami* Marseul、短额负蝗 *Atractomorpha sinensis* Bolivar 等为比较重要的大豆食叶性害虫。大豆食叶性害虫种群结构随年份而动态变化,这种变化除虫口总量外,主要是少数最重要的虫种之间相对数量的大幅度波动,因此,抗食叶性害虫育种应采取多抗(广谱抗虫性)的策略。

某些食叶性害虫除直接为害外,还传播病毒造成间接为害。蚜虫是大豆花叶病毒(Soybean Mosic Virus)的主要传播媒介。Hopkins 等(1983)报导菜豆荧叶甲在大豆田间传播菜豆荚斑病毒(Bean Pod Mottle Virus)。

2. 抗性鉴定与抗源筛选

国际上大豆抗食叶性害虫资源研究始于60年代后期。Van Duyn 等(1971,1972)于1968—1969年在美国提出以小区叶片损失率估计值为指标,利用自然虫源鉴定大豆品种对墨西哥豆甲的抗性;进一步在实验室进行强近性饲养试验,用叶片损失率为指标,鉴定不同品种抗虫性水平。由此获得引自日本的PI171451、PI227687、PI229358三份抗性资源。这项开创性工作引起了大豆抗虫性研究者的普遍关注和广泛研究。

Clark 等(1972),Hatchett 等(1976),Luedders 等(1977)研究证实PI171451、PI227687、PI229358对玉米穗螟、烟芽夜蛾、菜豆荧叶甲、粉纹夜蛾、北美豆芫菁等也具有抗性。Kilen 等(1977)发现PI229358对大豆尺夜蛾具有抗性。Smith(1985)综述PI227687在美国能抗包括鞘翅目、双翅目、半翅目、鳞翅目的16个种。Talekar(1994)的报告指出PI171444、PI171451、PI227687、PI229358在台湾表现抗多种食叶性害虫和蝽蟓。

大豆对食叶性害虫鉴定工作贯穿于整个抗虫遗传育种的始终,而充足的虫源、合适的鉴定时期与鉴定指标等是抗虫性鉴定的基本条件。目前,虽然大部分抗虫性鉴定仍有赖于利用自然虫源(Frey 1981; Miller 等 1986),但有些害虫,如大豆尺夜蛾(Kilen 等 1988),粉纹夜蛾(Luedders 1977),烟芽夜蛾(Devidas 等 1983),稻绿蝽(Kester 等 1984),玉米穗螟(Lambert 等 1984)和棉铃虫(Schmidt 等 1987)等已能人工饲养,因而大大方便了此项工作。Hartwig 和 Kilen 等在美国 Mississippi 较早开展大豆抗食叶性害虫育种研究,建立了较完善的人工饲养大豆尺夜蛾的技术及抗性鉴定技术。大豆食叶性害虫的抗性鉴定指标主要是叶片损失率即叶面积损失百分率(Baker 等 1985;Beach 等 1988;Cooper 等 1987;Hart 等 1988;Layton 1987;Luedders 等 1977;Van Duyn 等 1971;Smith 等 1981)。此外,抗性指数

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

(RI)(Smith 等 1981)、危害指数(S)(Cooper 等 1987)等指标的应用也有报道。虽然大多数研究者采用叶片损失率为鉴定指标,但分级标准很不一致,如 Van Duyn 等(1971)的标准为:0=可忽略损害(叶片损失率 0—5%);10=轻度损害(叶片损失率 6—25%);20=中度损害(叶片损失率 26—60%);30=严重损害(叶片损失率 60%以上)。Kilen 等(1977)的标准为 1 级=叶片损失率 0—20%;2 级=叶片损失率 21—40%;3 级=叶片损失率 41—60%;4 级=叶片损失率 61—80%;5 级=叶片损失率 80—100%。Luedders 等(1977)将抗虫性亦分为 5 级,标准为 1 级=叶片损失率轻微或没有为害;5 级=最大叶片损失率(约 33%)。

以往研究采用的鉴定方法有田间自然虫源鉴定、网室温室人工接虫鉴定和实验室生物鉴定三大类。

田间自然虫源鉴定　在材料较多时不设重复,材料数较少时设有重复的随机区组试验。利用自然虫源,以目测抗性等级筛选抗性资源。抗性等级标准和观察记载的时期、次数因研究者而异(Van Duyn 等 1971,Kilen 等 1986,Luedders 等 1977)。崔章林、盖钧镒等(1995)根据害虫发生情况调查资料的分析和历年抗虫性鉴定数据的分析,提出在南京生态条件下可以利用自然虫源在 8 月 10 日至 9 月 20 日,尤其 8 月 20 日至 9 月 10 日,进行大豆抗食叶性害虫鉴定;并提出与之相应的田间抗性指数目测标准。在此基础上,提出以变异系数为权重,用加权平均数综合多次观察值的方法以进行抗虫性的统计分级,所获结果具有较好的年度间相关性。从供试的 6724 份材料中遴选出用于对豆卷叶螟、大造桥虫与斜纹夜蛾等综合抗性鉴定和对豆卷叶螟专项抗性鉴定的标准品种分级法的 2 套标准品种作为今后在自然虫源条件下抗虫鉴定的对照品种。

网室温室人工接虫鉴定　一般涉及大豆材料较少,害虫为人工继代培养的幼虫或人工采卵孵化的幼虫。由于控制了虫源,鉴定结果较为稳定。通常采用有重复的试验设计。

实验室生物鉴定　Hatchett 等(1976)提出的所谓生物鉴定技术(bioassay technique)获得较多应用,经过一些学者的改进,现已成为研究大豆抗生性的一种普遍接受的方法(Reynolds 等 1985,Gary 等 1985,Lambert 等 1984,Layton 等 1987)。生物鉴定在实验室内进行。大豆材料一般在温室或网室等可控条件下栽培,株间生长状况要求一致、无病虫害,取株间相同部位叶片作为鉴定用材料。害虫通常是经过继代人工饲养的,个体间要求一致无病害。在培养皿内单虫饲喂大豆叶片,保湿,控制或不控制室温和光照,定期换放新鲜叶片,计量叶片消耗重量或面积,称量虫重变化,观察龄期发展,记录化蛹、羽化、死亡等情况。这一鉴定技术的优点是可进行大量重复实验、适用于大规模鉴定、并不受自然条件和自然虫源的限制。

在美国,Gary 等(1985)通过田间和网室鉴定,从 1108 份大豆资源中筛选出对黎豆夜蛾和大豆尺夜蛾表现抗性的材料 125 份。进而在温室和实验室内采用"生物鉴定技术"筛选出对黎豆夜蛾、大豆尺夜蛾、玉米穗螟和烟芽夜蛾中的一种或几种害虫表现抗性的材料 15 份。其中 PI209837 和 FC31592 对上述 4 种害虫均具抗性。然而这 15 份材料的抗虫性均未超过 Van Duyn 等(1971,1972)发现的三份抗性资源。Rangappa 等(1987)从 5964 份Ⅱ至Ⅶ组的大豆资源中鉴定出 184 份对墨西哥豆甲表现较抗的材料,其叶片损失率在 5%以下。Layton 等(1987)用非选择性实验室生物鉴定方法鉴定大豆资源对菜豆荧叶甲和带

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

斑黄瓜叶甲的抗性，发现 PI171444、PI171451 和 PI229358 表现抗菜豆荧叶甲；PI171441、PI171451、PI227687、PI229358 和 PI417061 表现抗带斑黄瓜叶甲，其中 PI417061 和 PI229358 抗性最强。Joshi 等(1988)鉴定了大豆品种和优良育种品系对玉米穗螟产卵和为害的抗选性，发现品种(系)间单株着卵量和单株幼虫量存在显著差异。Rowan 等(1991)从美国大豆品种中鉴定出较抗食叶性害虫的一些品种。

在印度，Thakur(1988)鉴定了 30 份大豆品种对卷叶螟(*Nacoleia vulgalis* 和 *N. diemenalis*)的抗性，发现品种间受害程度有差别，其中 PK－74－294、PK－71－21、NL－81－1、MGSM－77－3、PK－74－261、DS－73－66 和 PK－73－109 等 7 份受害较轻的材料表现 30－40%受害率。Shrivastava 等(1988)鉴定了 40 个大豆品种对花生麦蛾的抗性，发现 JS73－22、JS78－41、JS71－5、JS75－46、JS－2 等受害较轻。

在埃及，Awadallah 等(1990)鉴定了一些大豆品种和品系对海灰翅夜蛾的抗性，发现来自 H2 组合的品系表现高抗，品种 Celest 表现抗，品种 Crawford 表现中抗。

在孟加拉国，Haq 等(1984)鉴定了 16 份大豆品种对尘污灯蛾和斜纹夜蛾的抗性，发现 Caribe，UFV-1(BP-2)和 F76－8827 在开花期和成熟期均较耐虫。

在澳大利亚，Brier 等(1991)发现 PI229358、PI171451、Q15723、ED73－112 对当地 6 种夜蛾科大豆食叶性害虫表现较好抗性，PI227687 对其中 3 种重要害虫表现感染，因而不适宜用于当地的抗虫育种。

在中国，崔章林、盖钧镒等(1995)鉴定了 6724 份国内外大豆资源，发掘出对大豆食叶性害虫表现抗性的大豆资源 20 份，包括对豆卷叶螟、斜纹夜蛾、大造桥虫等具有综合抗性的 N2549－2(安顺白角豆)、N1178－2－2(赶江南×泰兴黑豆选系)、N5454－3(丰平黑豆)、N3697(吴江青豆 3)、N3039(通山薄皮黄豆甲)、N4908(文丰 5 号)；主要抗豆卷叶螟的 N21400(福建 341)、N10403(沭阳大白皮)、N3018(监利牛毛黄)N3400－1(江宁中老鼠毛)、N3854(黄陵八月渣)、N4029－3(沔阳白毛豆)、N3155－1(大浦大粒黄)、N2395(枞阳猴子毛)；主要抗斜纹夜蛾、大造桥虫的 N5305－5(SP26)、N21551(PI227687)、N3379－1(早 16 号)、N21565(日本大豆)、N20793(大青瓢黑豆)、N23518(南农 89－30)等种质。它们中的大多数在历年的抗性水平高于目前国际上常用的三个抗源 PI171451、PI227687、PI229358。这些抗性资源包括了南方夏大豆、南方秋大豆和黄淮夏大豆生态类型，可分别用于此 3 种生态类型的大豆抗虫育种。其中 N23518(南农 89－30)、N3379－1(早 16 号)、N5305－5(SP26)、N4908(文丰 5 号)、N1178－2－2(赶江南×泰兴黑豆选系)、N21565(日本大豆)等抗性资源综合农艺性状优良，可作为抗虫育种的首选亲本。同时发掘出对本地大豆食叶性害虫表现感性的大豆资源 12 份，包括对豆卷叶螟、斜纹夜蛾、大造桥虫等均感染的 N20865(徐疃大豆)；主要感豆卷叶螟的 N20839(山东大豆)、N20955(大黑豆)、N3289(临沂糙绿豆)、N21266(皖 82－178)、N21550(PI171451)、N117－1(威莱姆斯)、N119－1(莫索)、N681－1(YORK)、N1327(BETHEL)；主要感斜纹夜蛾、大造桥虫的 N10172－2(东海平顶黄)、N20922(黄皮小青豆)等种质。

3. 抗虫性机制

大量的文献报道，大豆对食叶性害虫的抗性机制包括抗选性、抗生性和耐虫性，但主要是抗生性。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

在抗选性的形态、解剖、生理生化基础中,研究最多的形态性状是植株的茸毛。Lee 等(1986)描述蚕豆微叶蝉 *Empoasca fabae* (Harris)附着大豆叶面的机制和一系列的运动,发现茸毛妨碍其在叶面上产卵和取食时正常附着,这可以用来解释多茸毛大豆对蚕豆微叶蝉完全免疫和无茸毛大豆对该虫易感的机理。Beach 等(1988)研究了大豆尺夜蛾对 4 个具有不同幼虫抗性的大豆材料的产卵选择性,发现在 Kirby 上的着卵量显著少于其它 3 个材料。Lambert 等(1982)研究了大豆茸毛性状及其对鳞翅目害虫成虫产卵和幼虫生长发育的影响。

抗生性表现为幼虫取食量下降、幼虫生长率降低、幼虫龄数增多、末龄幼虫体重降低、幼虫和蛹历期延长、幼虫和蛹死亡率升高、蛹重降低、成虫生殖率降低等(Van Duyn 1972; Devidas 等 1983; Lambert 等 1984; Kester 等 1984; Baker 等 1985; Beach 等 1986 和 1988; Cooper 等 1987; Jushi 等 1988; Brier 等 1991; 崔章林和盖钧镒等 1995)。幼虫死亡多发生在食量大的大龄期,大豆尺夜蛾在末龄期死亡率最高(Smith 1985)。

抗生性的种种表现可能是由取食抑制物和生长抑制物综合影响所致(Smith 等 1983)。Smith 等(1983)在人工饲料中加入 PI227687 叶片的不同溶剂的提取物来饲养大豆尺夜蛾,发现二氯甲烷(Dichloromethanae)的提取物使大豆尺夜蛾比对照体重降低 48%,死亡率升高 5.7 倍。Binder 等(1984)研究了大豆叶片抽提物对玉米穗螟幼虫的影响,指出水、醇等溶剂对 PI229358 干叶片的提取物均能导致幼虫生长率降低和死亡率升高;幼虫死亡与幼虫龄期间的变态过程的中止有关。

Van Duyn 等(1972)的人工饲养结果,与感性材料 PI274507 比较,在抗性材料 PI171451、PI227687、PI229358 上墨西哥豆甲成虫寿命缩短、产卵量减少、幼虫体重下降、死亡率升高;幼虫在抗性材料上无食欲,趋向于逃脱。结果还表明 PI171451 对黑西哥豆甲的抗性低于 PI227687 和 PI229358。Lambert 和 Kilen(1984)的结果,用 PI227687 和 PI229358 饲养黎豆夜蛾、大豆尺夜蛾、玉米穗螟、烟芽夜蛾和甜菜夜蛾幼虫时,虫重显著低于用 Davis 饲养的幼虫,但在用 PI171451 和 Davis 饲养黎豆夜蛾、大豆尺夜蛾、甜菜夜蛾时,幼虫重无显著差异。此结果表明 PI227687 和 PI229358 对黎豆夜蛾、大豆尺夜蛾、甜菜夜蛾的抗性高于 PI171451 的抗性。Lambert 和 Kilen 据此结果和 Van Duyn 等(1972)的结果推论,PI171451 的抗虫性机制和抗虫性遗传基础不同于 PI227687 和 PI229358。Gary 等(1985)认为 PI171451 主要表现抗选性抗虫机制,而 PI227687 和 PI229358 主要表现抗生性抗虫机制,有可能将二者结合在一起。

Nault 等(1992)发现在大豆抗虫性随播种期而有变化;同一植株中,害虫喜在较长叶龄的中下层叶片取食。Reynolds 等(1985)发现 PI227687 抗生性具有位置特异性,植株顶端第三张完全展开叶及其以下的叶片具有抑制大豆尺夜蛾生长的作用,而第一和第二张完全展开叶则维持在豆尺夜蛾较高的生长率。还发现在温室和田间条件下,PI227687 受机械损伤 72 小时后的叶片比未受损伤的叶片对大豆尺夜蛾生长率有明显的降低作用。

Lin 等(1990)以机械损伤、大豆尺夜蛾食害、机械损伤加大豆尺夜蛾口吐液 3 种处理诱导大豆产生对墨西哥豆甲的抗虫性,认为大豆尺夜蛾食害是较好的诱导因子,食害可诱导大豆产生抗虫性;大豆尺夜蛾口吐液可能含有某些能诱导大豆产生抗虫性的因子;诱导的抗性水平取决于跟正常细胞相连的受伤害的细胞数,而不取决于损失的叶片组织总量;

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

诱导因子的强度与诱导抗性的水平成正比。

Kraemer 等(1987)报导黑西哥豆甲的为害可诱导大豆叶片中产生大量的胰蛋白酶抑制剂。大豆叶片中胰蛋白酶抑制剂产生的数量与最终受害程度有负相关。在所诱导的两种胰蛋白酶抑制剂中,分子量较小者仅在受害植株中存在,占总量的 50—80%。Rangappa 等(1987)认为这种胰蛋白酶抑制剂是大豆受墨西哥豆甲为害后诱导产生的一种防御机制。

4. 抗虫性遗传和抗虫育种

尽管抗食叶性害虫育种在美国东南部几个州早已开始,但抗虫性的遗传基础并未明确,也未命名任何抗虫基因符号。

Sisson 等(1976)报道,PI227687(Miyako White)和 PI229358(Sodendaizu)对墨西哥豆甲的抗性属数量遗传,但指出它们的抗虫性主要受 2 对或 3 对加性主效等位基因控制。Kilen 等(1977)研究了 Davis 与 PI229358 杂交后代的抗虫性表现,指出 PI229358 的抗虫性受少数几对主效等位基因控制,感虫性具有部分显性作用。Lambert 和 Kilen(1984)研究了 PI171451、PI227687、PI229358 及其 F_1 对黎豆夜蛾、大豆尺夜蛾、玉米穗螟、烟芽夜蛾和甜菜夜蛾生长发育的影响。用 F_1 饲养 5 种幼虫,幼虫重、幼虫历期(孵化至化蛹)、蛹重均趋向小于中亲值;玉米穗螟的幼虫重,用 F_1(PI171451×PI229358)饲养时小于双亲,因而认为抗性具有微弱的显性作用;通过抗性材料相互杂交和选择,可以提高抗虫性水平。Mebrahtu(1986,1990)的结果、F_2 衍生的 F_3、F_4 和 F_5 的平均叶片损失率与中亲值间无显著差异,表明大豆对墨西哥豆甲的抗性以加性遗传效应为主。广义遗传力和遗传进展在 10% 选择差时分别为 43%和 15%。叶片损失率与成熟期、倒伏性和百粒重间的遗传相关和表型相关均达负的显著水平。叶片损失率与株高有正的遗传相关。抗墨西哥豆甲的品系表现迟熟、倒伏、大粒、矮秆。Mebrahtu(1986)提出抗墨西哥豆甲育种的 3 个选择标准:低的叶片损失率、高限定性选择指数(high restricted selection index)和高的产量潜力。Kilen 等(1986)根据 PI171451、PI227687 和 PI229358 相互间杂交 F_3 群体内出现对黎豆夜蛾表现高感、中等和抗的不同反应,认为 PI171451、PI227687 和 PI229358 三者均携有至少一对抗性基因异于其它材料所携有的抗性基因;并认为它们可以用来合成抗虫基因库(gene pool),从中可能选择到抗性水平更高的选系。

据美国国家农业图书馆(National Agricultural Library)提供的资料,抗食叶性害虫转基因大豆研究已获重要进展(Kalinshi 1993)。Parrott 等 1992 年起用携有苏云金杆菌结晶蛋白毒性基因(*Bacillus thuringiensis* cristallin protein toxin gene)和(或)豇豆胰蛋白酶抑制剂基因(cowpea trypsin inhibitor gene)的微弹轰击各种基因型的大豆品种的胚状悬浮系,植株再生后鉴定外源基因是否成功导入,并鉴定转基因大豆的抗虫性表达。还将上述基因插入到本身已具有某种内源抗虫基因的大豆品种内,以探明转基因与内源抗虫基因间的交互作用,这样有可能找到最佳基因组合使大豆获得持久抗虫性。获得苏云金杆菌结晶蛋白毒性基因的 3 个转基因大豆细胞系已成功地再生植株。用两个再生植株后代分别饲养黎豆夜蛾幼虫,其中有一个再生植株的后代对黎豆夜蛾幼虫有明显的抑制生长的作用,叶片损耗显著少于非转基因大豆植株。携有豇豆胰蛋白酶抑制剂抗虫基因的愈伤组织也已经获得,正在进行进一步的鉴定。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

Hartwig 等(1984)最早在美国开展抗食叶性害虫育种工作，以 PI229358 为抗虫亲本，通过杂交方法转育抗虫性，育成了第一个抗食叶性害虫的大豆品系 D75－10169，该品系对大豆尺夜蛾、黎豆夜蛾等的抗虫水平与 PI229358 接近或相当。Burton 等(1986)用修饰回交育种方法，以 Forrest 为受体亲本，以 PI229358 为抗虫性供体亲本，选育出对墨西哥豆甲、玉米穗螟和大豆尺夜蛾表现抗性的品系 N80－53201、N79－2282 和 N80－50232。Jivaid 等(1991)的结果，来自组合 Douglas×PI227687 的品系 D6873.022 和 D6873.054，以及来自组合 Essex×PI229358 的品系 E3583.022 对玉米穗螟的抗性分别接近它们的 PI 亲本。Elden 等(1992)在美国注册了 3 个早熟大豆抗虫品系 MBB80－133、L86K－73 和 L86K－9。Kilen 等(1993)用 PI171451、PI227687、PI229358 为亲本选育出一批抗虫新材料 D90－9216、D90－9220 等。在美国，两个广谱性抗食叶性害虫大豆新品种 Lamar 和 Crockett 已于 80 年代末育成并推广(Hartwig，Lambert and Kilen 1990；Bowers 1990)。这两个品种的系谱如下：

Bragg×PI229358　Hampton　266A×PI171451

↓　　↓

F_4×Govan　　Crockett

↓

Centennial×D75-10169

↓

Tracy-M×(F_3 selection)

↓

Lamar

Lamar(PI533604)由美国密西西比农林试验站(Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station)通过杂交育种方法选育而成。Hartwig 等采用如此复杂的杂交过程是因为抗源 PI229358 的农艺性状较差，仅通过一两次杂交，难以选择到优良后裔。Lamar 的籽粒产量与 Tracy-M 相似。温室抗虫性鉴定试验结果，Lamar 对大豆尺夜蛾、黎豆夜蛾和玉米穗螟的抗性(幼虫生长率和死亡率)与 D75－10169 相当。田间网室抗虫性鉴定试验结果，在相同着卵量情况下，13 天后的 Centennial 叶片损失率为 100%，而 Lamar 为 27%；以 Lamar 幼荚皮为食的玉米穗螟幼虫体重极显著小于以 Centennial 幼荚皮为食的玉米穗螟幼虫体重；并且以 Lamar 幼荚皮为食的玉米穗螟幼虫化蛹前均死亡。以 Lamar 和 Centennial 发育中的籽粒为食的玉米穗螟幼虫体重无显著差异，表明 Lamar 的抗虫性因子不存在于籽粒中。

Crockett(PI535807)由美国 Texas 农业试验站(Texas Agricultural Experiment Station)采用杂交育种方法选育而成。Crockett 表现抗墨西哥豆甲、黎豆夜蛾，中抗稻绿蝽。

以上综述了大豆抗咀嚼式口器食叶性害虫研究进展，此为大豆抗食叶性害虫研究的主要方面。大豆对刺吸式口器食叶性害虫抗性研究方面，巴西进行了抗蝽蟓的育种，据称已育成了品种(私人交流)；我国东北曾开展抗蚜虫的研究。我国范遗恒(1988)对 902 份大豆资源进行了抗大豆蚜筛选，认为利用自然虫源进行抗蚜鉴定需要经过多年反复验证，每年至少需要调查两次，分别在发生盛期和盛期后一周左右；通过 4 年筛选，获得 19 份抗性

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

较好的材料，其中青皮平顶香和嘟噜豆属高抗。郭守桂等(1986)发现国育98－4、白花矬子、Kala Futuo等大豆材料兼抗大豆蚜和大豆食心虫。孙志强等(1991)以3份感蚜虫的栽培大豆和2份抗蚜虫的野生大豆为材料杂交，用人工接虫鉴定的方法研究了杂种F_2的抗蚜性分离特点和抗性遗传规律。结果表明，F_2单株抗蚜性呈连续性单峰分布，分布高峰倾向于感虫的栽培大豆亲本；认为抗大豆抗蚜性可能有2对独立的隐性基因和一些微效多基因共同控制。大豆对刮吸式口器食叶性害虫抗性研究方面，印度进行了抗性资源的筛选鉴定。Ramani等(1989)鉴定了110份大豆资源对潜叶蝇的抗性，根据食叶百分率和为害等级指数，筛选出Soja-1表现中等抗性。Ganapathy等(1991)发现JS－2、Monetta和MACS－13对潜叶蝇表现较好抗性。

参 考 文 献

[1] 崔章林、盖钧镒(导师)等，1995，南京地区大豆叶食性害虫重要种类分析与抗源鉴定，南京农业大学硕士学位论文

[2] 范遗恒，1988，大豆抗蚜品种的筛选，大豆科学，7(2)：167－169

[3] 郭守桂、岳德荣、品景良、单玉莲、周正平，1986，大豆品种抗大豆食心虫研究. Ⅰ，大豆品种资源抗食心虫鉴定及抗源筛选结果，大豆科学，5(3)：233－238

[4] 刘惕若等编，1979，大豆病虫害，农业出版社，北京

[5] 刘珍，1991，豆天蛾1990年在新乡市暴发，植物保护，(4)：53－54

[6] 孙志强、田佩占、王继安，1991，野生大豆抗蚜性的利用研究，Ⅰ，栽培大豆和野生大豆杂交F_2代的抗蚜性，大豆科学，10(2)：98－103

[7] Awadallah, W. H. ; M. F. Lutfallah et al. , 1990. Evaluation of some soybean for their resistance to the cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* Boid. Agricultural Research Review. 68(1):121-126

[8] Baker, S. H. et al. , 1985. Antibiosis of four insect resistant soybean genotypes to the soybean looper (Lepidoptera; Noctuidae). Environ. Entomol. , 14:531-534

[9] Beach, R. M. , J. W. Todd, S. H. Baker, 1986, Antibiosis of four insect-resistant soybean genotypes to the soybean looper(Lepidoptera; Noctuidae). Environ. Entomol. 14:531-534

[10] Beach, R. M. et al. 1988. Foliage consumption and developmental parameters of the soybean looper and the velvetbean caterpillar (Lepidoptera; Noctuidae) reared on susceptible and resistant soybean genotypes. J. Econ. Entomol. , 81(1):310-316

[11] Beach, R. M. , J. W. Todd. 1988. Oviposition preference of the soybean looper (Lepidoptera; Noctuidae) among four soybean genotypes differing in larval resistance. Journal of Economic Entomology. 81(1):344-347

[12] Binder, R. G. and A. C. Waiss. 1984, Effects of soybean leaf extracts on growth and mortality of bollworm (Lepidoptera; Noctuidae) larvae. Journal of Economic Entomology. 77(6):1585-1588

[13] Bowers G. R. 1990. Registration of soybean cultivar Crockett. Crop Sci. 30(2):427 Brier, H. B. , D. J. Rogers. 1991. Leaf-feeding resistance to six Australian noctuids in soybean. Crop Protection. 10(4):320-324

[14] Burton, J. W. , W. V. Cambell, S. V. Hart, J. P. Ross, C. A. Brim and P. A. Millar. 1986. Registration of insect resistant soybean germplasm lines N80-53201, N79-2282, N80-50232. Crop Science. 26(1):212

[15] Cooper, R. L. et al. , 1987. Larval antibiosis screening technique for Mexican bean beetle resistance in soybean. Crop Sci, 27:598-600

[16] Devidas, N. et al. , 1983. Development, fecurdity and longevity of the tobacco budworm (Lepidoptera; Noctuidae) fed on soybean, cotton and artificial diet at three temperatures, Environ. Entomol. 12:582-586

[17] Elden, T. C. , R. L. Bernard, M. Kogan. 1992. Registration of three group Ⅱ maturing insect-resistant soybean

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

germplasm lines; MBB80-133, L86K-73, L86K-9, Crop Sci. 32:1082-1083

[18] Frey, K. J. 1981. Plant Breeding. Iowa State University Press

[19] Ganapathy, N.; S. Gopal; M. D. Padmanabhan. 1991. Reaction of soybean cultivars to leaf miner, *Aproaerema modicella* Dev. Madras Agricultural Journal. 78:114—115

[20] Gary, D. J., L. Lambert, and J. D. Ouzts. 1985, Evaluation of soybean plant introductions for resistance to foliar feeding insects. Journal of the Mississippi Academy of Sciences. 30:67-82

[21] Gujrati, J. P., O. P. Singh. 1985, Biology of leaf-webber, *Anarsia ephippias* Meyrick, infesting soybean in Madhava Pradesh. Indian Journal of Agricultural Sciences. 55(5):383-384

[22] Haq, M.; Karim, ANMR; Alam, S. 1984. Preliminary study of varietal reaction of soybean cultivars to leaf defoliators. Tropical Grain Legume Bulletin. 29:35-37

[23] Hart, S. V. et al. 1988. Comparison of three techniques to evaluate advanced breeding lines of soybean for leaf-feeding resistance to corn earworm (Lepidoptera; Noctuidae). J. Econ. Entomol. 8(2):615-620

[24] Hartwig, E. E. et al., 1984. Registration of soybean germplasm line D75-10169. Crop Sci. 24:214-215

[25] Hartwig, E. E., L. Lambert et al., 1990. Registration of soybean cultivar Lamar. Crop Sci. 30(1):231

[26] Hopkins, J. D. et al., 1983. Distribution of bean pod mottle virus in Arkansas soybean as related to the bean leaf beetle, Cerotoma trifurcata, (Coleoptera; Chrysomelidae) population. Environmental Entomology, 12(5):1564-1567

[27] Jivaid, I., J. M. Joshi, R. B. Dadson, M. Nobakht. 1991. Leaf feeding resistance in soybean breeding lines to corn earworm (*Heliothis zea* (Boddie)). Soybean Genetics Newsletter. 18:271-274

[28] Joshi, J. M., M. Nobakht. 1988. Evaluation of commercial soybean cultivars and advance breeding lines for non-preference to *Heliothis zea*. Soybean Genetics Newsletter. 15:124-126

[29] Kalinski A. 1993. Transgenic Soybean. Plant Genome Data and Information Center, National Agricultural Library, USA.

[30] Kester, K. M. et al. 1984. Mechanisms of resistance in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotype PI171444 to the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera; Pentatomidae). Environ. Entomol. 13:1208-1215

[31] Kilen, T. C., J. H. Hatchett, and E. E. Hartwig, 1977. Evaluation of early generation soybeans for resistance to soybean looper. Crop Sci. 17:397-398

[32] Kilen, T. C. and L. Lambert. 1986. Evidence for different genes controlling insect resistance in three soybean genotypes. Crop Science. 26(6):869-871

[33] Kilen, T. C. and L. Lambert. 1993. Registration of three glabrous and three pubescent soybean germplasm lines susceptible (D88-5320, D88-5295), moderately resistant (D88-5328, D88-5272), or resistant (D90-9216, D90-9220) to foliar-feeding insects. Crop Sciences. 33(1):215

[34] Kraemer, M. E., M. Rangappa, W. Gade, P. S. Benepal. 1987. Induction of tripsin inhibitors in soybean leaves by Mexican bean beetle (Coleoptera; Coccinellidae) defoliation. Journal of Economic Entomology, 80(1):237-241

[35] Lambert, L. and T. C. Kilen. 1984. Influence of three soybean plant genotypes and their F_1 intercrosses on the development of five insect species Journal of Economic Entomology. 77(3):622-625

[36] Lambert, L., T. C. Kilen. 1984. Multiple Insect resistance in several soybean genotypes. Crop Sci. 24:887-890

[37] Lambert. L. R. M. Beach, T. C. Kilen. 1992. Soybean pubescence and it's influence on larval development and oviposition perforence of Lepidopterous insects. Crop Sci. 32:463-466

[38] Layton, M. B., D. J. Boethel, C. M. Smith. 1987. Resistance to adult bean leaf beetle and banded cucumber beetle (Coleoptera; Chrysomelidae) in soybean. Journal of Economic Entomology. 80(1):151-155

[39] Lee, Yl, M. Kogan, J. R. Larsen Jr. 1986. Attachment of potato leafhopper to soybean plant surfaces as affected by morphology of the pretarsus. Entomologia Experimentalis et Applicata. 42(2):101-107

[40] Lin, H, M. Kogan, D. Fischer, 1990. Induced resistance in soybean to the Mexican been beetle (Coleoptera; Coccinellidae); comparisons of inducing factors. Environmental Entomology. 19(6):1852-1857

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

[41] Luedders, V. D. et al. 1977. Resistance of selected genotypes and segregating populations to cabbage looper feeding. Crop Sci. 17:395-396

[42] Mebrahtu, T. 1986. Efficiency of different selection and screening methods to identify productive soybean breeding lines resistant to Mexican bean beetle. Dissertation Abstracts International. 47(5):1800B

[43] Mebrahtu, T., W. J. Kenworthy, T. C. Elden. 1990. Genetic study of resistance to Mexican bean beetle in soybean lines. Journal of Genetics and Breeding. 44(1):7-12.

[44] Miller, J. R. & T. A. Miller. 1986. Insect-plant Interactions. Springer-verleg New York Inc.
Mochida, O. 1994. Soybean pest management in Japan. Abstracts of Papers WSRC V. p13. Funny Publishing Limited Partnership, Bangkok, Thailand

[45] Nault, B. A., J. M. All, H. R. Boerma. 1992. Influence of soybean planting date and leaf age on resistance to corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae). Environmental Entomology. 21(2):264-268

[46] Pitre, H. N. 1994. Insecticide resistant soybean looper on soybean: A crop reduction problem and a system approach to management, Abstracts of Papers WSRC V, p50. Funny Publishing Limited Partnership, Bangkok, Thailand

[47] Ram, H. H.; Pushpendra; K. Singh; Ranjit. 1989. *Glycine soja* —a source of resistance for Bihar hairy caterpillar, *Spilosoma* (= *Diacrisia*) *obliqua* Wallace, in soybean. Soybean Genetics Newsletter. 16:52-53

[48] Ramani, S., S. Lingappa. 1989. Evaluation of soybean germplasm for resistance to the leaf miner, Aproaerema modicella (Deventer) (Lepidoptera: Gelechiidae). Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 2:1-2, 76-81

[49] Rangappa, M, M. E. Kraemer, P. S. Benepal. 1987. Pests. Soybean Genetics Newsletter. 14:227-228

[50] Reynolds G. W. and C. M. Smiths, 1985. Effect of leaf position. leaf wounding, and plant age of two soybean genotypes on soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) growth. Environmental Entomology. 14(4):475-478

[51] Rowan, R. B. et al., 1991. Soybean cultivar resistance to defoliating insects. Crop Sci. 31:678:682

[52] Schmidt, K. M. et al. 1987. Feeding behavior of bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in response to dietary conditioning. Enveron. Entomol. 16:471-474

[53] Shrivastava, K. K., B. K. Srivastava, J. Y. Deole. 1988. Studies on chemical control and varital resistance of soybean against leaf-miner, *Stopteryx subsecivella* Zeller. Indian Journal of Plant Protection. 16(2):147-151

[54] Sisson, V. A., P. A. Miller, W. V. Campbell, and J. W. Van Duyn, 1976, Evidence of inheritance of resistance to the Maxican been beetle in soybeans. Crop Sci. 16:835-837

[55] Smith, C. M. et al. 1981. Comparative resistance of multiple insect-resistant soybean genotypes to the soybean looper. Journal of Economic Entomology. 74:400-403

[56] Smith, C. M. and N. H. Fischer. 1983. Chemical factors of an insect resistant soybean genotype affecting growth and survival of the soybean looper. Entomologia Experimentalis et Applicata. 33(3):343-345

[57] Smith, C. M. 1985. Expression, mechanisms and chemistry of resistance in soybean, *Glycine max* L. (Merr.) to the soybean looper, pseudoplusia includens (Walker). Insect Science and its Application. 6(3):243-248

[58] Sullivan, M. J. 1985. Resistance to insect defoliators. In R. Shibles (ed.). WSRC Ⅱ Proceedings. pp400-406 Westwiew Press. Boulder and London

[59] Talekar N. S. 1994. Sources of resistance to insect pests of soybean in Asia. Abstracts of Papers WSRC V. p12. Funny Publishing Limited Partnership, Bangkok, Thailand

[60] Thakur, N. S. A. 1988. Field screening of soybean cultivars agianst leaf rollers, Nacoleia sp. in Khasi hills of Meghalaya. Legume Research. 11(1):44-46

[61] Van Duyn, J. W., S. G. Turnipseed, J. D. Maxwell. 1971. Resistance in soybeans to the Mexican Bean Beetle I: Source of Resistance. Crop Sci. 11:572-573

[62] Van Duyn, J. W., S. G. Turnipseed, J. D. Maxwell. 1972, Resistance in Soybeans to the Mexican Bean Beetle. Ⅰ. Reactions of the Beetle to Resistant Plants. Crop Sci. 12:561-562

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www