

# 玉米抗病虫害性研究赴美考察报告

白金铠 王蕴生 吴新兰 刘克明

(吉林省农科院植保所) (河北省农科院植保所)

玉米是我国主要粮食作物之一。玉米大斑病、小斑病、丝黑穗病和玉米螟是我国玉米的主要病虫害，也是国家攻关研究项目之一。利用抗病虫品种是重要的防治途径。美国在玉米抗病虫研究方面居领先地位。这次考察的目的是了解美国对玉米三病一虫的抗性研究情况，学习其先进技术，提高我们的研究水平，加快研究步伐，为四化做贡献。

我们考察组一行四人，于1983年8月22日至9月10日先后去北卡罗来纳大学、伊利诺斯大学、明尼苏达大学、衣阿华大学、美国农业部玉米害虫研究所和莫拜化学公司进行科学考察，受到美方学者的热情接待，主动向我们介绍有关研究情况，参观实验室和试验田，并赠送了多份有关文献资料、书籍及玉米种质。现将考察所见整理如下。

## 一、玉米大斑病:

此病曾是美国北方玉米带发生较重的叶枯性病害，经育种和植病学家合作培育出不少抗病的种质和杂交种，现在已基本控制住其发生为害。1969年伊利诺斯大学的Hooker教授从GE440和“妇人指”上发现退绿斑抗性，并分离出显性单基因 $Ht_1$ ，以后从其它品种资源里选出具有 $Ht_2$ 、 $Ht_3$ 和 $HtN$ 单基因玉米品系。现在Pederson教授又从妇人指·W64A上选出407品系带有 $Ht_4$ 基因的玉米新品系。他介绍主要采用轮回选择法来选育抗病品种，具体步骤如下：

以50个自交系花粉混合进行授粉  
 从中选出200株  
 ↓ ⊙  
 选出一批抗病植株再进行混合授粉  
 ↓ 经5次循环（这主要在种子公司里进行）  
 选出供商业用种质

根据Hooker提出的转育程序，将每个单基因分别转育到多基因抗性的自交系里，然后再将这4个单基因综合于一个品系里，每个品系里由于综合单基因的数量不同，对大斑病菌生理小种2号表现的抗性是不同的，当具有四个

$Ht_1$  表现中感 (MS)

$Ht_1Ht_2$  表现中等 ( $Int$ )

$Ht_1Ht_2Ht_3$  表现中抗 (MR)

$Ht_1Ht_2Ht_3Ht_4$  表现高抗 (R)

单基因的玉米品系，一旦丧失抗病性，则表明自然界里又出现了新的生理小种。

大斑病菌生理小种过去美国本土主要是小种1号，仅在夏威夷群岛发现2号小种。1979~1981年从美国7个州收集160个病菌标样，在B37、B37Ht<sub>1</sub>、B37Ht<sub>2</sub>和Oh43Ht<sub>3</sub>上测定结果，除1号小种普遍分布于美国各地外，在佛罗里达、伊利诺斯、印第安纳、衣阿华、宾夕法尼亚、明尼苏达和纽约七个州均发现有2号小种。现正继续测定有无生理小种4号。

**划分大斑病菌三个生理小种的病斑反应型标准如下**

	Ht <sub>1</sub>	Ht <sub>2</sub>	Ht <sub>3</sub>	HtN
小种1号	R	R	R	R
小种2号	S	R	R	R
小种3号	R	S	S	R

他们的育种目标是：

(1) 鉴定新的或外来种质，尤其是单基因的抗病性。

(2) 培育改良群体对病害的抗病性，主要采用轮回选种法。

(3) 培育新的自交系或亲本材料，方法是回交；或从改良群体里进行选择。

(4) 评价多基因玉米抗性指标：一是潜育期；二是病害严重程度；三是病斑大小和扩展速度；四是产孢量。

(5) 测定自交系和杂交种的幼苗和成株期有无残效基因抗性存在。

**二、玉米小斑病：**

在美国玉米小斑病主要发生于南方玉米带，过去因大量推广玉米T型雄性不育系，导致小斑病菌T小种的流行。现改用正常系和C型雄性不育系，基本控制住其发生为害。目前，生产上小斑病菌优势小种是O小种。现在已有能抗T小种的雄性不育系品系，但种子不用它，仍进行人工去雄。伊利诺斯大学的Donald White博士现在进行小斑病的研究，重点是选育抗病品种，选病斑小、抗扩展的玉米品系。据他介绍：(一)目前已明确rhm是一个隐性单基因抗性，只有是纯合的才能充分表现为小形褪绿斑抗性。现在又发现另一个隐性单基因的褪绿斑抗性，并证明是一个等位基因，或与rhm是等位的。(二)小斑病菌O小种分布于美国各地，也有T小种但不是优势种。Hook等人曾从Cms—C或Cms—S细胞质的不育系，或具rhm基因抗性的玉米上采集100多份标样测定结果，尚未发现有对C或S细胞质玉米表现有专化致病性，或对rhm基因玉米有毒力的新生理小种。

(三) 田间接种技术方法是将经单孢分离的病菌培养于黑麦粒培养基上进行扩繁后取出摊开，在35℃烘箱里烘干后粉碎，装在塑料袋里，保存于干燥处，最长可保存一年以上。第二年玉米喇叭口期取出粉碎的菌源再与粉碎的玉米轴心颗粒，按1:20比例混合稀释后，用手撒在玉米心叶里进行人工接种。

**三、玉米丝黑穗病：**

在美国推广的杂交种均兼抗丝黑穗病，明尼苏达大学Matyac博士进行过一些研究：(一) 药剂处理种子，用感病的杂交种，土壤接菌的菌土比例是1:200配制的，分三个播种期，用四种药剂，分种子拌药，往播种沟里撒颗粒杀菌剂，叶面喷药。试验结果以羟锈宁(Bayleton)、Ciba Geigy 88531和氧环宁(C.G.A, 64250)防效较好。(二) 品种抗病性鉴定，共鉴定了生产种子材料171个，公家培育的种子材料19个，F<sub>1</sub>品系53个。(三) 观察了丝黑穗菌丝在寄主细胞里系统发育过程的显微照片。

**四、玉米茎腐病：**

此病是美国生产上重要病害，也是一些大学研究的重点课题。在北卡罗来纳大学

Anderson和Smith 教授将鉴定品种抗性与抗玉米螟联系在一起，凡抗玉米螟的也抗茎腐病。据伊利诺斯大学White博士介绍，茎腐病是玉米上毁灭性病害，分布于世界各地，在感病品种上一般减产10—20%，严重的可减产50%以上。多数由几种真菌和细菌复合侵染引起的，其中以镰刀菌为主。有：*Fusarium moniliforme*；*F. roseum*；*Colletotrichum graminicola*；*Diplodia maydis*；*Pythium aphanidermatum*；*Cephalosporium maydis*；*Macrophomina Phaseolina*；*Cephalosporium acremonium*。研究重点是选筛抗病品种，选病斑小抗扩展的植株进行杂交和回交。抗性鉴定是在玉米开花后1~2周内用注射器接种2毫升于茎基部第二节间茎组织里，经1~2周后观察发病结果。剖开茎部根据茎内病斑扩展大小分为五级。现已明确抗性受多基因控制，如Oh43具有2~3个显性基因，还可能有隐性基因。现在除从玉米里找抗性来源外，还从高粱和甜菜上找抗性基因，如NoP305、B73、Mo17、Pa91均表现抗病。明尼苏达大学Winds博士介绍该州的茎腐病原主要是镰刀菌，有*Fusarium moniliforme*；*F. tricinctum*；*F. oxysporum*；*F. solani*和*F. roseum*。他们试用一种木霉*Trichoderma harzianum*处理甜玉米种子来防治*Fusarium*、*Gibberella*和*Pythium*引起的茎腐病和根腐病，目前处于试验阶段。衣阿华大学Martinson教授介绍他与育种学家合作研究玉米茎腐病的发生条件和抗病机制问题。茎腐病发病轻重与玉米籽粒、植株密度和水、阳光关系密切，其中密度越大遮阴影响光合作用发病就重。玉米组织里丁布与糖含量与发病轻重有关，高糖表现抗病，低糖表现感病。田间氮肥多易使组织里糖分下降。有效钾含量多时发病也重。但糖分与丁布之间是什么关系尚不明确。

### 五、玉米锈病：

明尼苏达大学Groth和Davis 博士进行甜玉米锈病(*Puccinia sorghi*)研究，1978~1980年在田间小区人工接种条件下鉴定了30个甜玉米杂交种，抗病性能较高。但没有免疫的。田间小区测定锈病对甜玉米产量和质量的损失结果，在抗病杂交种上产量损失几乎是零，在感病杂交种上损失接近50%。

### 六、玉米眼斑病：

我国叫北方炭疽病(*Kabatella zae*)。在美国主要发生于北部和东北部各州玉米上，在欧洲、阿根廷、巴西和新西兰均有发生。衣阿华大学Vakil和Martinson博士介绍说，病菌在玉米残株里可存活两年，实行免耕法后带来的病害问题是发生眼斑病，现正进行免耕与眼斑病发病关系的研究。品种资源的抗性是多基因控制的，来自威斯康星、衣阿华、明尼苏达州的种质多数是抗病的，接种鉴定高抗的有B73<sup>Ht</sup> × Mo17<sup>Ht</sup>、Mo17<sup>Ht</sup> × A634<sup>Ht</sup>、B84 × B73<sup>Ht</sup>、B70 × B73、H95 × A632、(B73 × B84) × (Mo17<sup>Ht</sup> × R2040)、H99 × A632<sup>Ht</sup>、B73<sup>Ht</sup> × R2040。LH39 × A632里的LH39是A619的改良系抗眼斑病。药剂防治试验以propiconazole、苯菌灵和Thiabendazole喷药三次效果明显。明尼苏达大学Geadelmann博士提出防治方法，一是种植抗病品种；二是轮作；三是喷药，但不经济。

### 七、玉米线虫病：

此病在美国是一个发展的病害。北卡罗来纳大学Duncan博士系统介绍了其研究情况、化验土壤里线虫方法和防治指标。引起玉米线虫病的病原线虫有14属：根斑线虫 *Praty-*

*lenchus* sp.; 根茬线虫 *Trichodorus* sp.; 刺线虫 *Belonolaimus* sp.; 根结线虫 *Meloidogyne* sp.; 长矛线虫 *Hoplolaimus* sp.; 剑形线虫 *Xiphinema* sp.; 针线虫 *Longidorus* sp.; 螺旋线虫 *Helicotylenchus* sp.; 矮化线虫 *Tylenchorhynchus* sp.; 环形线虫 *Macroposthonia* sp.; 锥线虫 *Dolichodoros* sp.; 蛙孔线虫 *Radopholus similis* 及 *Criconemoides* sp.; *Paratrichodoros* sp.。其中以刺线虫 *Belonolaimus longidorus* 和根茬线虫 *Paratrichodoros minor* 两种在玉米上为害严重。在玉米上由线虫引起的症状有: 矮化, 褪绿或褪色, 枯萎, 根斑, 根肿胀, 根尖受伤和衰弱, 根系减少和褪色。不同的线虫种类在土壤里含量与防治指标: 如刺线虫, 在每500克土样里有10条线虫; 根茬线虫有250条线虫; 长矛线虫有750—1000条线虫; 根结线虫有500条线虫时就应进行药剂防治。目前生产上应用的药剂是Fuvadan15G和Counter 15G。小区试验里以Temik 15G效果最好, 它是一种硫化物, 毒性强。他们除做药剂试验外, 还进行药剂对线虫生理的影响和药剂对线虫体里酶的作用。他们检测大量土壤样品时用一种大型土壤线虫检测器。

#### 八、小麦锈病:

明尼苏达大学Stakman锈病研究室介绍, 春小麦上主要是秆锈病, 六十年代发生严重, 后来推行砍除大叶小藨及推广抗锈品种, 锈病得到缓和。秆锈菌夏孢子也是在南方越冬随气流吹到北方来。因病菌不断出现新的生理小种, 现多采用多基因抗性的品种。在美国冬小麦区秆锈病很轻, 发展早熟品种可以避病, 因这些小麦品种不如春小麦抗秆锈病。叶锈病是冬小麦的重要问题, 在南方夏孢子能安全越冬成为侵染源是个重大问题, 唐松草虽是转主寄主但作用不大, 因当地以夏孢子往复循环, 故唐松草降为次要问题。在美国秆锈病大约十二年出现一次大流行, 这是因锈菌发生突变出现新的毒力更强的新小种逐年积累后造成大流行。这个研究室每年进行大量测定, 主要掌握小种毒力变化, 同时进行品种资源抗性鉴定, 也做种质抗锈性研究。此外, 还进行抗病生理和抗病机制研究等基础理论研究。

#### 九、生物防治病害研究:

明尼苏达大学的Windels博士应用木霉菌 (*Trichoderma*)、青霉菌 (*Penicillium*) 和粘帚霉菌 (*Gliocladium*) 处理种子防治幼苗根病。将培养好的真菌收集其孢子进行拌种, 再用硅藻土将种子包上, 主要防治由 *Pythium*、*Fusarium* 和 *Gibberella* 等引起的种腐病, 效果好并起增产作用, 防效与用克菌丹的效果相似。另从豌豆的根部和种子上分离到100种细菌和真菌菌株, 对 *Fusarium solani* 和 *Rhizoctonia solani* 两种病菌进行颞颞试验结果, 在41个真菌里有37个, 在59个细菌里有22个菌株, 对上述两种病菌有颞颞作用。在衣阿华大学 Lewis 博士介绍利用真菌寄生菌 (*Mycoparasite*) 防治由 *Fusarium*、*Colletotrichum* 和 *Diplodia* 引起的玉米茎腐病, 如果获得成功, 它比培育抗病品种容易。初步筛选出来的真菌有: *Sphaeronacemella helvellae*; *Gliocladium roseum*; *Trichothecium rosium*; *Gonatobotrys simplex*; *Pythium acanthicum*; *Exobasidiellum* sp.; *Trichoderma* sp.。

#### 十、玉米黄曲霉病和黄曲霉毒素:

北卡罗来纳大学Pagne博士介绍由 *Aspergillus flavus* 引起的玉米子粒黄曲霉病, 能产生 $\alpha$ -毒素及其它真菌毒素 (*Mycotoxin*), 它是致癌物质。在田间花丝生育中期避

上潮湿天气最易感染发病，在花丝刚抽出和花丝枯死后均不易感染。分生孢子如花粉粒一样从花丝侵入，顺花丝方向侵染子粒，使其表面长满霉层。子粒受玉米螟和棉铃虫为害的病情加重。病菌最适温度是33℃，故高温发病重。影响发病的因素是水分多易发病，温度高发病重，氮肥少时发病重。Hagler博士介绍玉米和高粱上有两种毒素，一是Zea ralenone；二是Deoxynivalenol，其它还有Slafmine。测定毒素有五种方法：（1）Black light法；（2）Microcojum silica/Florisil法；（3）TLC法；（4）HPLC法；（5）Immunoassay法。并研究了去毒方法，用NaHSO<sub>3</sub>处理上述两种毒素效果好，可用于食品处理。

### 十一、欧洲玉米螟：

该虫于1917年从欧洲传入美国后发生十分严重，在30年代每株玉米里有幼虫120头左右，现在不过一、二头。在北方玉米带一年发生二代，选育抗玉米螟品种是美国的重要措施之一。目前美国有九个私人种子子公司人工大量饲养玉米螟，供做抗螟鉴定用。这九个公司每年生产玉米螟卵块二千四百万块。现在生产用的许多杂交种为中抗的，有些是高抗，并选育出抗一代和二代螟的玉米自交系。

研究抗玉米螟品种首要解决的是大量饲养螟虫问题。美国农业部设在衣阿华州的玉米害虫研究所Guthrie博士于1964年研究成功。蛾子将卵块产在蜡纸上，然后用打孔机将卵块打下来放在孵化盘上进行孵化，待黑头时进行接种。暂时用不上的卵块贮于15.6℃冰箱里可保持12天。在美国也有接种幼虫的，方法是成虫将卵产在塑料布上，然后用刮卵器将卵采下来混入定量的磨碎玉米穗轴中，再加一些水，孵化后用接虫器接种，每次每株接虫约50头。每个品种接卵块4次，如接幼虫则接种2次。鉴定抗性分九级。在伊利诺斯州访问一个种子公司的Northrup king研究农场时，Mies和Perry博士介绍他们用接虫器接初孵化幼虫，每株接虫20头只接一次。每个品种接虫8株，调查其中被害最重的3株求其平均数。而Guthrie博士却用目测方法调查，一天可调查1,500个品种。

在玉米抗螟基因研究上，Guthrie同育种学家合作用染色体交换转座方法测定出抗螟自交系CI31A在1、2、4号染色体的短臂上，和4、6号长臂上存在着抗螟基因。实验证明抗螟是多基因的，抗一代螟虫的基因是累加的，因此用回交法不好，必须用轮回选择法，Guthrie等用三次轮回可将抗螟基因累加上去，品种的抗虫性从6.1级提高到2.9级。Guthrie还介绍他们改进轮回选择方法，应用24个综合种CB、LB、SR，一个Cash结合种CB、LB、SR第一代家系种穗行⊗。第二代每个家系种穗行进行风受粉（雌亲本），这样保持一个宽基因基础。同时接种玉米螟卵块及叶斑病和茎腐病菌，希望选出高产和抗病虫害的玉米品系。Guthrie还介绍改进的回交方法，其程序是：

$$\begin{aligned} & (M_{14} \times C_{I.187-2}) \times Oh_{45} \\ & [ (M_{14} \times C_{I.187-2}) \times Oh_{45} ] \times Oh_{15} \\ & [ (M_{14} \times C_{I.187-2}) \times Oh_{45} ] S_1 S_2 S_3 S_4 \\ & [ (M_{14} \times C_{I.187-2}) \times Oh_{45} ] \times Oh_{45} S_1 \end{aligned}$$

明尼苏达大学Geadelmann与姜淮章博士合作进行抗螟育种，他们认为选育抗螟和抗斑病的玉米杂交种是可能的。他们对甜玉米的育种目标（5~10年）是：（1）鉴定和研制有较大的抗虫性、高产和适应性强的种质；（2）改进育种方法和技术的研究；（3）培训研究生。目前的研究内容有：（1）抗食穗的遗传性；（2）抗二代螟虫的选择方

法；（3）鉴定抗性的接种技术；（4）比较不同玉米型对雌蛾产卵的吸引力和以后的取食；（5）种质的筛选；（6）逐渐改进抗一代和二代的不同群体的抗性；（7）花丝管的长度与穗被害的关系。Guthrie等在研究抗第一代螟虫基础上，正在研究抗第二代螟虫的玉米自交系和杂交种。于玉米抽丝时在玉米穗下叶片背面接卵块6块，一般接两次。也可接初孵幼虫，每次接约50头，也接2次。他认为接卵块比接幼虫好。卵孵化后50~60天调查玉米抗性，以玉米被蛀穴数（2.5厘米长的隧道为一个穴）及叶鞘和叶领被害情况（二代），主要统计穴数，共分九级。目前在美国抗第二代螟虫的种质资源很少，只有B<sub>52</sub>、B<sub>88</sub>（兼抗一代）等几个。

## 十二、访问莫拜化学公司：

该公司是西德拜耳化学公司在美国的子公司。重点参观了该公司所属的Stanley研究中心的生物测定实验室。据Schiller博士介绍，生测实验室担任杀菌剂、杀虫剂和除草剂的生测工作，一个有希望的农药新样品选出来后再进行残效试验，其毒性测定用鱼、老鼠、鸭、鸡、鹌鹑以及水草和绿藻等。用动物做毒性试验时，均取动物体的一半保存于低温下，待20年后再用新的测验手段进行测定。该公司生产的杀菌剂主要是粉锈宁(Bayleton), Baycor., 尚生产HWG1608 农药用来防治小麦颖枯病。杀线虫剂是Monceren, NTN197011, 普通名是Pencycurron (Proposed), 每公顷用纯品0.25公斤, 防效颇佳。Carlson博士介绍该公司生产的百树菊脂, 防效好用量低, 对人畜致死中量很低, 但目前尚无解毒药剂。此外尚生产一种Alsystin新产品是昆虫身上几丁质合成抑制剂, 效果比灭幼脲一号高, 还有一种是Sir8514(Trifumiron)。防治红蜘蛛新农药SLJO3R, 商品名是Cropotox, 除对红蜘蛛外对真菌病害也有一定效果。以上主要根据笔记整理, 错误难免, 仅供参考。

### 《植物病理学文摘》征订启事

《植物病理学文摘》（双月刊）是中国科技情报研究所重庆分所主办的检索性刊物，主要报导国外植物病理学的研究成果与进展。内容包括一般问题，病毒及类菌原体，细菌，真菌，线虫，抗菌素及杀菌剂，生物防治方法与技术，水稻、麦类等禾谷类作物、经济作物、果树、蔬菜、热带作物、观赏及药用植物、薯类作物的病害及其防治等。年终附有年度主题索引，便于检索。读者对象主要为：植保科技人员，大专院校有关师生与植物病理学研究工作等。可在当地邮局订阅。邮局代号78—40。