

# 德国农作物病虫害种类及其生物防治研究

马春森

(吉林省农科院植保所,公主岭 136100)

**提 要** 本文概述了德国的玉米、麦类、马铃薯、甜菜和十字花科作物上的主要病虫害种类及发生为害情况。对德国小麦病虫害研究内容和手段,以小麦为主的病虫害计算机模型研究,与作物育种相结合的病虫害抗性研究和植物保护机械作了阐述。介绍了德国害虫生物防治研究的方向,利用赤眼蜂防治害虫的种类,繁蜂和田间释放技术,其他天敌的繁殖利用和农药对天敌的副作用等方面的研究情况。

**关键词** 农作物;病虫害;种类;生物防治

笔者从1991年7月至11月在德国各地考察参观。虽然访问时间不长,同行间坦率的交流,了解到德国植物病虫害和生物防治等植物保护研究的一些情况,开阔了思路,学到了不少知识。

## 1 德国农作物的主要病虫害种类及发生为害概况

德国位于中欧,介于北纬47.7°至55°之间,夏季积温少,害虫的种类,特别是为害严重的种类相对少,发生世代少,为害程度相对轻。但季节性的阴冷潮湿气候,使植物病害的发生普遍且严重。德国主要的十类作物按照播种面积的大小依次为:冬小麦23.56%,冬大麦14.63%,青贮玉米12.43%,夏大麦9.37%,燕麦5.76%,冬油菜5.75%,甜菜5.27%,黑麦5.26%,马铃薯2.76%,玉米1.80%。

### 1.1 玉米病虫害

玉米主要分布于下萨克森州,拜恩州,北莱茵-威斯特法伦州,巴登-符腾堡州四个州,占全国玉米面积的87.2%,其中青贮玉米85%,粮食玉米14%。玉米的主要病害有:茎腐病(*Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *Gibberella zeae*, *G. Fujikuroi*)、玉米瘤黑粉病(*Ustilago maydis*)、丝黑穗病(*Sphacelotheca reileana*)、大斑病(*Helminthosporium turcicum*)、花叶病毒病(*Maize mosaic virus*)。一般发生的病害还有:粗缩病毒病(*Maize rough dwarf*)、叶小斑病毒病(*Maize leaf fleck*)、立枯病(*Drechslera*, *Fusarium*, *pythium*)、炭腐病(*Macrophomina phaseoli*)、穗腐病(*Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *Gibberella zeae*, *G. Fujikuroi*)、穗粒干腐病(*Diplodia maydis*)、锈病(*Puccinia sorghi*)。笔者在距柏林数十公里处的Paulinenaue田间看到玉米瘤黑粉病的发病率很高,某些品种在50%以上的植株上可见白色瘤肿。病害的防治方法主要是抗病品种的选育、栽培和种子加工时用药处理,辅以田间喷药。

玉米的主要害虫为欧洲玉米螟(*Ostrinia nubilalis*)、禾谷缢管蚜(*Metopolophium dirhodum*)、麦长管蚜(*Sitobium avenae*)、瑞典麦秆蝇(*Oscinella frit*)。此外,

蛭螭 (*Deroceras* spp)、叩头虫 (*Agriotes*)、鳃金龟甲 (*Melolontha*)、杂食云卷蛾 (*Cnephasia longana*)、欧洲大蚊 (*Tipula paludosa*) 等亦造成不同程度的为害。欧洲玉米螟在德国两种生态型,对性外激素反应表现不同。Z 型为害玉米,是玉米螟的主要种群,E 型则主要以一种蒿草为寄主,群体比例不高。玉米螟主要在德国南部发生为害,近年来正沿着莱茵河谷向北扩展。玉米螟的防治措施有释放赤眼蜂、敌杀死喷雾、绞碎深翻玉米秸秆等措施。由于玉米在德国 90% 以上用来作青贮饲料,玉米螟的防治只在制种田及粒用田才显得重要,所以大部分田间不需要严格防治。

### 1.2 麦类作物病虫害

麦类作物占全德作物总面积的 65% 以上,是该国最主要的作物。其主要病害有黄矮病毒病 (Barley yellow dwarf)、花叶病毒病 (Barley yellow mosaic)、赤霉病 (*Fusarium* diseases of cereals)、雪腐病 (Typhulid blight)、白粉病 (Powdery mildew)、颖枯病 (Glume blotch)、眼斑病 (*Pseudocercospora herpotrichoides*)、全蚀病 (*Opghiobolus graminis*)、大麦条纹病 (*Pyrenophora graminea*)、麦类条锈病 (*puccinia striiformis*)、麦类叶锈病 (*P. recondita*)、大麦叶锈病 (*P. hordei*)、秆锈病 (*P. graminis*)、燕麦冠锈病 (*P. coronata*)、散黑穗病 (*Ustilago nuda*)、普通腥黑穗病 (*Tilletia caries*)、大麦坚黑穗病 (*Ustilago hordei*)、根腐和叶枯病 (*Cochliobolus sativus*)、小麦胞囊线虫病 (*Heterodera avenae*) 等 26 种。在田间发病率高,严重度大的病害是小麦白粉病和锈病。在下萨克森州到处可见发病率很高的麦田。由麦蚜传播的小麦黄矮病亦很重。主要防治措施是栽培抗病品种,种子加工处理,必要时田间喷药防治。

麦类作物的主要害虫有:蛭螭 (*Deroceras* spp.)、麦长管蚜 (*Macrosiphum avenae*)、禾谷缢管蚜 (*Metopolophium dirhodum*)、无网长管蚜 (*Rhopalosiphum padi*)、黄地老虎 (*Agrotis segetum*)、瑞典麦秆蝇 (*Oscinell afrit*)、麦瘦种蝇 (*Delia coarctata*) 等 30 余种,其中麦蚜是最重要的害虫,在全德国普遍发生,吸取植株营养,分泌蜜露影响植株呼吸,传播黄矮病毒。各地以农药防治为主,抗蚜品种和自然天敌保护利用的生物防治亦正在开始,为了防止蚜虫传毒,冬前麦苗蚜虫可通过内吸药剂的种子处理来防治。

### 1.3 马铃薯病虫害

马铃薯是德国人的主食,马铃薯在作物中占有重要地位。马铃薯的病害种类较多,以病毒病 (卷叶病毒 PLRV,重花叶病毒 PVY,奥古巴病毒 PVA,皱缩病毒 PVM 等)、软腐病 (*Erwinia carotovora*)、环腐病 (*Corynebacterium sepedonicum*)、疮痂病 (*Streptomyces scabies*)、晚疫病 (*Phytophthora infestans*)、黑痣病 (*Rhizoctonia solani*)、胞囊线虫病 (*Globoderarostochiensis*) 发生普遍而严重。

马铃薯害虫有马铃薯甲虫 (*Leptinotarsa decemlineata*)、桃蚜 (*Myzus persicae*)、跳甲、蟋、螞等多种害虫。其中马铃薯甲虫是主要的害虫。

### 1.4 甜菜病虫害

甜菜是德国最重要的糖料作物,播种面积仅次于麦类作物,而与油菜相同。甜菜的主要病害有黄化病毒病 (BYV)、褐斑病 (*Cercospora beticola*)、白粉病 (*Erysiphe betae*) 等。种子加工处理和抗病品种是防治病害的主要途径。

甜菜的主要害虫有弹尾虫 (*Onychiurus* spp.)、桃蚜 (*Myzus persicae*)、黑豆蚜 (*Aphis fabae*)、甜菜隐食甲 (*Atomaria linearis*)、甜菜泉蝇 (*Pegomyia betae*) 等 20 余种。

### 1.5 十字花科植物病虫害

德国十字花科植物主要是冬油菜,是食用油的主要原料,面积约与甜菜相同。十字花科蔬菜,如菜花、甘蓝、萝卜等亦相当普遍。其主要病害有立枯病(*Pythium* spp. *Rhizoctonia solani*, *Phoma lingam*)、油菜菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)、黑胫病(*Phoma lingam*)等15种。

十字花科植物害虫有蛴螬(*Deroceras*)、菜蚜(*Brevicoryne brassicae*)、菜叶蜂(*Athalia rosae* syn. *colibri*)、菜花露尾甲(*Meligethes aeneus*)、甘蓝茎龟象(*Ceuthorhynchus napi*)、白菜籽龟象(*C. assimilis*)、芜菁龟象(*C. pleurostigma*)、油菜金头跳甲(*Psylliodes chrysocephalus*)、芜菁淡足跳甲(*Phyllotreta nemorum*)、甘蓝夜盗(*Mamestra brassica*)、大菜粉蝶(*Pieris brassicae*)、瑞典芜菁瘿蚊(*Contarinia nasturtii*)、油菜荚叶瘿蚊(*Dasineura brassicae*)、萝卜蝇(*Delia floralis*)等22种。

由于德国位于欧洲中部,以上害虫种类亦普遍分布在中欧各国。

## 2 德国植物病虫害研究

### 2.1 小麦病虫害研究

著名的哥廷根大学的植物病虫害及植保所的研究项目有:小麦蚜虫及寄生性、捕食性天敌的自然种群动态,蚜虫传病毒的规律,农药对蚜虫及天敌的作用。麦类真菌病害的流行与预测,杂草种子在土壤中的存活,杂草综合防治。细菌与植物互相作用生理及组织学。真菌复合侵染病害的诊断方法,真菌病害的生物防治及土壤微生物学。其中麦蚜的研究涉及领域很宽。调查田间麦蚜及天敌种群数量的手段有:微机自动控制,带有多个样瓶的空吸式捕器(Suction trap)可以在设定的时间内自动取样,得到空气中蚜虫及其它节肢动物的数量;地吸式捕器(D-Vac)利用机动产生的吸力得到麦苗及地面上蚜虫与天敌的数量;陷井式捕器(Pitfall trap)用于收集地面捕食性甲虫;塑料盘诱蚜器(Plastic plate trap)利用黄色诱蚜,得到的蚜虫数量;盆栽麦苗置于田间,每3日更换,得到麦苗蚜虫数量。生长季的主要工作是田间采样,冬季在室内进行样品鉴定与分析。用酶联免疫过程分析蚜虫传播的大麦黄矮病毒。用红外摄影机观察分析蚜虫及天敌的行为。用同功酶、电泳等生化方法早期诊断蚜虫是否被蚜茧蜂所寄生。

实验研究内容有麦蚜田间种群动态,食蚜蝇的饲养及对蚜虫的捕食作用,田间地面捕食性天敌的种类、丰盛度及对蚜虫种群动态的影响,寄生蜂对蚜虫种群动态的影响并以此指导防治,农药对蜘蛛、步甲、虎甲、食蚜蝇的影响,农药防治蚜虫的技术,耕作方法对蚜虫的影响,蚜虫传播病毒病的规律,蚜虫及天敌的行为,捕食性蜘蛛的饲养,食蚜瘿蚊的饲养,弹尾虫的人工饲养,蚜虫的人工饲养,蚜虫的人工饲料,步甲、虎甲的室内长期保存。

### 2.2 病虫害计算机模型研究

位于Eberswalde的病虫害和农业生态系统模型研究所,开发组建了小麦生态系统模型软件,由德国21个地区的植保测报站及气象服务站提供数据观察服务。从70年代开始,经过十几年的不断修改和完善,成功地应用于小麦生态系统模拟。模型系统包括:①冬小麦作物模型(AGROSIM-W-TRITSIM),模型中包括根部生物量,子粒生物量,穗数,地上营养绿色生物量,同化库等分室变量。②麦蚜种群模型(PESTSIM-MAC),包括迁入群体,第一、二龄幼蚜,第三、四龄幼蚜,若蚜,有翅蚜,无翅蚜等分室变量。③麦叶甲种群模型(PESTSIM-OUL),包括一至三龄幼虫,第四龄幼虫,卵,迁入雌虫等分室变量。④颖枯病的流行

及杀菌剂的作用模型(PESTSIM-SEP),包括第一至第五层叶片上潜伏侵染的面积和急性侵染的面积。⑤小麦白粉病的流行及杀菌剂的作用模型(PESTSIM-ERY),包括第三片叶潜伏侵染的面积和急性侵染的面积。⑥土壤水分模型(SOILSIM-WAT),从气象参数输入日平均温度、降水、辐射量及相对空气湿度,从植物参数输入根深、植物覆盖度、标准株高及蒸腾系数,可得到土壤水分。以上各子模型组合后,输入驱动变量即可得出计算机上的模拟结果来。

对马铃薯晚疫病和马铃薯甲虫组建了模拟模型。目前又编辑组建了植物保护咨询软件包,可以提供德国主要植物病虫害的形态学、生物学、生态学、预测方法及防治措施等方面问题的答案。

### 2.3 与作物育种有关的病虫害研究

位于 Einbeck 的 KWS 种子公司的植物病理实验室主要研究甜菜、玉米、马铃薯等病害,为育种家进行材料的抗病性鉴定。用酶联免疫过程鉴定甜菜对病毒病的抗性。还用接种法鉴定甜菜抗胞囊线虫及白粉病和褐斑病。对加工后的种子检测其表面的农药对病原菌的作用,通常用培养皿上接酵母菌后,将种子置于其上,观察抑菌圈的存在与否。温室里种植大量的幼苗供抗病性鉴定之用。该公司的基因工程专家们正在用 DNA 标记、导入、组织培养等方法试图从真菌里转移基因得到抗广谱除草剂 Basta 的玉米植株,转移苏云金杆菌基因于玉米植株,以图得到抗玉米螟的品种。

### 2.4 植物保护机械

Rau 工厂位于德国南部的 Weilheim Teck,生产各种农机具,特别是喷雾机具,从减少农药用量,提高用药效果,增加均匀度着眼,其喷雾机具适于任何田间作业,喷嘴与地面的距离始终平衡,喷药速度与拖拉机行走速度互补协调一致,喷药非常均匀,喷药嘴的高度可随意调节,适合不同高度的作物用药。用带状喷雾方法可节省费用约三分之二。因为除草剂不是喷在整个地面上,而是仅仅喷在播种行。出苗后的除草剂也只喷在苗带上,行间杂草用中耕锄联合作业铲掉。

## 3 德国生物防治研究

德国是环境保护受到高度重视的国度,有不少的生态农场和生态果园,在其内不施任何化学产品,因此,生物防治受到社会的欢迎。但其中的农产品价格往往高出正常价格 1 倍。

### 3.1 害虫生物防治研究

位于 Darmstadt 城的联邦生物防治研究所的研究内容几乎涉及生物防治的各个领域。生物技术方法研究组主要研究昆虫和它们的寄生植物的关系,从天然物质中提取生产杀虫剂、杀真菌和细菌剂。有益生物的增益组主要研究植物保护的综合技术和野生杂草及田边不施农药对田间害虫和天敌的影响。试验表明,随着田边杂草花覆盖率的增加,食蚜蝇在 15 min 内光顾 1 m<sup>2</sup> 小区的数量增加,花的种类与田边杂草带的距离与麦田小区食蚜蝇的数量成正相关。因此,用田边开花杂草保护,增加食蚜蝇数量,控制小麦蚜虫。生态学及食虫线虫研究组研究害虫侵害的生物学、生态学及其监测。食虫线虫的利用,用光电显微镜研究昆虫病的组织学和细胞学,诊断病害,用病毒防治椰蛀犀金龟(*Oryctes rhinoceros*)。细菌研究组研究昆虫的细菌病害,关于苏云金杆菌的基础和应用研究,研究与生物防治产品注册有关的昆虫病原物的生产和使用安全性。真菌研究组研究昆虫的真菌病害,昆虫病原真菌的生态学、

生产和使用。真菌制剂的注册,蛭螈的生物防治。用绿僵菌制剂深施于根区(10~50cm)防治葡萄耳象甲(*Otiorynchus sulcatus*),在盆栽时防治效果达80%~90%。病毒学研究组织研究昆虫病毒病的基础及应用,病毒杀虫剂的注册,生物遗传工程产生的病毒的安全性评估。人为制造一封闭系统,将苜蓿丫纹夜蛾(*Autographa californica*)核型多角体病毒施于土壤中,观察病毒在土中的消减和持久性,系统内置入蚯蚓(*Lumbricus terrestris*),蕃茄植株,病毒的寄主幼虫,甜菜夜蛾幼虫(*Spodoptera exigua*),寄生物(*Microplitis mediator*),人工控制风、雨、日、紫外线等条件,以观察病毒在系统中的作用及扩散情况。应用技术和控制方法组研究微生物杀虫剂的使用方法,在植保中的非化学方法的综合。用不同的机具施同样剂量的药,效果不同。研究出用秋耕地切碎玉米秆茬并深翻于土下可防治95%以上的越冬玉米螟的方法。蝗虫控制组研究蝗虫和蚱蜢的微生物防治。

### 3.2 赤眼蜂的繁殖与利用

其中Hassan博士的天敌节肢动物研究组主要有3项内容:首先是食虫捕食性及寄生性节肢动物的大量繁殖利用,用于防治昆虫和螨类害虫;其次,测定农药对有益节肢动物的副作用;最后对进口的食虫节肢动物进行检疫。

3.2.1 利用赤眼蜂防治害虫 Hassan从世界各地收集了130多个品系的赤眼蜂,用麦蛾卵作寄主卵长期保存在实验室里,根据其生物学、生态学知识,选择一部分品系对某些特定害虫进行田间试验,经过2~3年田间试验,从其中选出一适宜品系防治特定害虫。防治效果较好的赤眼蜂种类列入下表。

不同赤眼蜂种类及其防治对象

作物	防治对象害虫	赤眼蜂种类
玉米	玉米螟( <i>Ostrinia nubilalis</i> )	广赤眼蜂( <i>Trichogramma evanescens</i> )
苹果	苹果蠹蛾( <i>Cydia pomonella</i> )	松毛虫赤眼蜂( <i>Trichogramma dendrolimi</i> )
	苹小卷叶蛾( <i>Adoxophyes orana</i> )	松毛虫赤眼蜂( <i>Trichogramma dendrolimi</i> )
	苹褐卷蛾( <i>Pamdemis heparaha</i> )	松毛虫赤眼蜂( <i>Trichogramma dendrolimi</i> )
李	李小食心虫( <i>Cydia funebrana</i> )	食胚赤眼蜂( <i>Trichogramma embryophagum</i> )
葡萄	<i>Eupoecilia ambiguella</i>	食胚赤眼蜂( <i>Trichogramma embryophagum</i> )
	<i>Lobesia botrana</i>	食胚赤眼蜂( <i>Trichogramma embryophagum</i> )
甘蓝	甘蓝夜蛾( <i>Mamestra brassicae</i> )	广赤眼蜂( <i>Trichogramma evanescens</i> )
	大菜粉蝶( <i>Pieris brassicae</i> )	(自然寄生率高)
	<i>Evergestis forficalis</i>	广赤眼蜂( <i>Trichogramma evanescens</i> )
麦类	杂食云卷蛾( <i>Cnephasia longana</i> )	广赤眼蜂( <i>Trichogramma evanescens</i> )
	<i>Cnephasia pumicana</i>	松毛虫赤眼蜂( <i>Trichogramma dendrolimi</i> )

其中用广赤眼蜂防治玉米螟研究早,技术较成熟,在德国有3个生产广赤眼蜂的公司,其中一个还可生产松毛虫赤眼蜂防治苹果害虫。它们是KWS公司,BASF公司和Conrad Appel公司。

3.2.2 繁蜂和田间释放技术 德国赤眼蜂的繁殖寄主卵为麦蛾(*Sitotroga cerealella*)卵,用人工饲养得到麦蛾卵。用小型繁蜂箱进行繁蜂,蜂卵比1:4.4,每箱4层,每层平面4个蜂源,按1,3,5,7d更换蜂源,每天取蜂一次,接蜂48h,在25℃,75%RH两边光照下接蜂并发育。正常条件下接蜂保存蜂种:27℃,16L8D,2d;10℃,80%RH,全黑暗数天;3℃,90%RH,全黑可贮3~5个月,羽化率达60%~70%。田间释放时用低温卡车运至放蜂地,释放设计精巧的蜂卡,每个劳动力每公顷约需25~30min,放专利产品赤眼蜂囊则更快。用广赤

眼蜂防治玉米螟的技术指标:放蜂时间定于诱虫灯下第一头雌蛾出现,蜂卡 50 个/hm<sup>2</sup>,放蜂 2 次,每次 75 000 头蜂/hm<sup>2</sup>。并试验释放发育阶段不同的混合卵卡,减少释放次数,增加有效控制期。

3.2.3 其它天敌的利用 在 Hassan 的实验室里还可以饲养草蛉。草蛉的幼虫可以饲养麦蛾卵,蛹变成虫后在纱布上产卵,成虫的饲养条件为 16L8D,27℃,70%~80%RH,饲以花粉或花蜜(商品),释放草蛉卵卡防治蚜虫。对七星瓢虫及 *Chrysoperla carnea* 和 *Eupeodes corollae* 人工饲料的饲养也进行了研究。此外粉虱丽蚜小蜂(*Ehcarsia formosa*)防治白粉虱,智利小植绥螨(*Phytoseilus persimilis*)防治螨类害虫,钝绥螨(*Amblyseius cucumeris*)防治蓟马,食蚜瘦蚊防治蚜虫,离颚茧蜂(*Dacnusa sibirica*)和姬小蜂(*Diglyphus isaea*)防治潜叶蝇都在生产上得到应用。在德国共有 10 家公司生产这些商品天敌。

3.2.4 农药对天敌的副作用 Hassan 的第二项任务是测定农药对有益昆虫和螨虫的副作用。制定了 19 个实验室方法,12 个半田间方法检测农药对有益生物的副作用,测定对象包括 6 种膜翅目天敌,4 种鞘翅目,2 种双翅目,1 种脉翅目,1 种异翅目,3 种螨类,1 种蜘蛛,1 种食虫真菌。所用农药为这些天敌分布生存的田间之常用农药。而我国很少有这方面的报道。

## The Species and The Research Status of Bio-control of Plant Pests in Germany

MA Chunsen

(Plant Protection Institute, Jilin Academy of Agricultural  
Sciences, Gongzhuling 136100)

**Abstract** The important diseases and insects on maize, cereals, potato, sugar-beet and cruciferous crop and their occurrence in Germany are described. The research status on cereal insects and diseases, computer modelling of winter wheat eco-system, plant resistance, and sprayer in Germany are illustrated. The research status of biological control, mass-rearing and field application of *Trichogramma* and other beneficial insects, and the effects of insecticides on beneficial arthropoda in Germany are introduced.

**Key words** Pest species, Plant protection, Bio-control