北方果树食心虫远程便捷识别系统*

刘 丽[1**] 杨和平[1] 赵 飞[1,2] 马 罡[1] 马春森[1***]

(1. 中国农业科学院植物保护研究所 北京 100193; 2. 山西省农业科学院植物保护研究所 太原 030031)

摘 要 针对目前果树食心虫识别方法实用性差、效率低、准确性不高的问题,开发了北方果树食心虫的远程便捷识别系统。本系统以科学性和实用性相结合为准则,创新性的以"果树种类"→"果树生育期"→"取食部位"→"受害状"→"虫体粗略特征"→"虫体细微特征"为逻辑,模拟果农识别食心虫时由表及里,由内到外,由粗及细的过程,并由此建立了远程便捷识别诊断的模型。总结苹果、梨、枣、桃、杏5种果树在萌芽、开花、抽枝、展叶和座果5个生育阶段时,桃小食心虫、梨小食心虫、桃蛀螟等14种常见食心虫在果树的芽、花、枝、叶和果实上取食的危害状,食心虫的粗略和细微识别特征及食心虫的发生规律、预测预报和防治方法等详细信息。按识别诊断模型的逻辑编写识别检索表,并建立果树发育阶段、果树受害部位及各种食心虫的信息数据库,及匹配的图片信息数据库。利用VBScript程序表达模型的逻辑关系,通过搭建web平台,基于Windows Server 2003的IIS6.0架构本系统,实现了远程数据共享,即北方果树食心虫的远程便捷识别系统。本系统包含了北方果树上主要食心虫各方面信息,且操作快捷简单,较传统的食心虫分类大大提高了效率,为果园的食心虫识别和防治提供了极大的便利。

关键词 果园, 食心虫, 远程, 便捷识别, 诊断模型, 网络

Simplified identification system for fruit borers in northern China

LIU Li[1**] YANG He-Ping[1] ZHAO Fei[1,2] MA Gang[1] MA Chun-Sen[1***]

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;
2. Institute of Plant Protection, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract A new identification system for fruit borers that is simpler, more practical and more accurate than existing systems is described. An identification model was constructed to logically simulate growers' identification when surveying pests in orchards. Information on the effects of 14 common borer species on fruit trees was collected, and methods for forecasting and controlling these pests summarized. The information was expressed as lists and databases using the VBScript program and different functions. The simplified identification system was established through building a web platform and achieving long-distance data sharing based on IIS6.0 of Windows Server 2003. The system provides information on fruit borers that are mainly distributed in northern China and is simply understood and operated by fruit growers. The system will promote the efficiency of fruit borer identification and management.

Key words orchard, fruit borer, long-distance, simplified identification, diagnosis model, web platform

我国果树栽种面积广阔,其中苹果、梨、枣等是我国北方的主要果树种类,而桃小食心虫、梨小食心虫等食心虫类害虫已成为我国北方果树上的头号蛀果害虫。由于食心虫发生隐蔽,尤其发生初期很难及时发现,当发现时已造成当年的经济损失,果农为防患未然在第2年经常多次喷药,但由于不能准确识别当年食心虫种类,不了解其发生习性等,往往抓不住防治适期而收效甚微,不但增加了防治成本,还使果品农药残留超标,影响经济收入。

果农在果实内发现食心虫后,通常是通过查找专业书籍、分类检索表,或对比害虫图谱来识别

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103024)。

**E-mail:liuli821129@163.com

***通讯作者,E-mail:ma_chunsen@cjac.org.cn

收稿日期:2010-12-20,接受日期:2011-02-22

食心虫的种类。前 2 种方法由于书籍或检索表专业性太强,专业术语描述农民难以掌握,实用性差。后一种对照图谱的方法,看起来直观形象,但由于图谱对特征描述不详细,且图片拍摄角度、颜色等造成特征变异较大,尤其有些食心虫类特征相似,果农很难准确辨别,使得识别准确性不高。有些果农将标本交给分类专家鉴定,以期实现准确识别,但小蛾类自身种类繁多,识别难度大,国内目前小蛾类分类专家很少,且有些果园食心虫类特征相近,专家的鉴定通常要依据虫体细微特征,而果农的标本在收集或邮寄传递等过程中可能造成缺失,使得识别难度增大,准确性降低,且周期长、效率低。因此果农在生产中迫切需要一套食心虫快捷、准确的识别技术。

我国已有一些关于果树病虫害诊断系统的研究,如华中农业大学开发的"梨树病虫害诊断与防治专家系统(http://pear. hzau. edu. cn)"、西北农林科技大学研制的"基于 WebGIS 的枣树病虫害诊断系统"(黄万夫,2008)、山东农业大学开发的"果树病虫害诊断与防治专家系统"(王衍安等,2005)、福建农林大学开发的"亚热带果树病虫害动态咨询网站"(唐乐尘和张海佳,2002)、江西农业大学开发的"基于人工智能的果树种植农业专家系统"(王兴宇和杨珺,2005)等。这些果树病虫害诊断系统虽具有果树害虫查询、浏览等功能,但因缺少针对果农"由表及里"的用户思维过程的设计,且没有多种形态相似的食心虫类害虫的逐步诊断功能,因此无法从根本上解决缺少理论知识的果农在生产中遇到的实际问题。本系统以北方果树上食心虫为对象,模拟普通果农由表及里的自然思维过程,以虫害发生时的"果树种类"→"果树生育期"→"取食部位" →"受害状"→"虫体粗略特征"→"虫体细微特征"为识别依据,建立了图文并茂的基于 Web 的远程便捷识别系统,预计对果园主要食心虫的识别准确率可达 100%,给果农对食心虫识别和防治工作提供便利。

1　材料与方法

1.1　远程识别诊断模型的构建

按苹果(*Malus* spp.)、梨(*Pyrus* spp.)、桃(*Amygdalus* spp.)、枣(*Ziziphus* spp.)和杏(*Armeniaca* spp.)5 个北方主要果树种类,通过查阅专著、文献(忻介六和杨庆爽,1985,陈善铭和齐兆生,1995,袁锋,1998,管致和,1999,吕佩珂和苏慧兰,2002)并结合实际情况,总结出苹果树上桃小食心虫 *Carposina sasakii* Matsmura、梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck)、苹小食心虫 *Grapholita inopinata* (Heinrich)等 5 种食心虫;梨树上桃小食心虫、梨小食心虫、梨大食心虫 *Acrobasis pyrivorella* (Matsumura)等 6 种食心虫;桃树上桃柱螟 *Conogethes punctiferalis* (Guenée)、梨小食心虫、桃虎象甲 *Rhynchites confragosicollis* Voss 等 6 种食心虫;枣树上桃小食心虫、李小食心虫 *Grapholita funebrana* (Treitschke) 2 种食心虫;杏树上桃仁蜂 *Eurytoma maslovskii* Nikol'skaya、桃小食心虫、桃柱螟等 7 种食心虫在果树上的危害特征,包括食心虫危害时果树的发育阶段:萌芽、开花、抽枝、展叶、坐果等;食心虫危害部位:嫩芽、花、枝梢、叶、果实等。根据此类特征信息,建立食心虫远程识别诊断模型的框架。

1.2　远程识别数据库的构建

结合诊断模型的思路,基于 SQL 2000 数据库软件建立食心虫信息表、果树受害部位信息表和果树发育阶段信息表 3 个数据表单,并按逻辑关系将 3 个信息表联系起来(图 1)。

根据制定的表单内容,通过查阅国内外果树食心虫专著、文献和网站,将表单列出的果树及食心虫的相关信息按照数据库制定的数据标准对应录入数据库中,将相关的图像信息,存储为. jpg 的格式,放在对应的文件夹下,方便数据库的调用。

1.3　程序的实现

按照专家识别系统的逻辑图,利用 VBScript 程序表达数据库中已建立表单中的逻辑关系,通过搭建 web 平台,基于 Windows Server 2003 的 IIS6. 0 架构本系统,实现远程数据共享。系统程序首先调取识别模型中关于"寄主"的文字和图片数据,供用户选择;然后根据用户选择的寄主,调出模型中"寄主受害部位和特征"的文字和图片数据,用户选择后,继续调出识别模型中下一级关于"虫体粗略特征或细微特征"的描述文字和图片数据,最后诊断食心虫种类,并调取关于该食心虫的详细信息数据。系统界面以图文结合以及单项选择的形式呈现,使用户只需直接鼠标点击操作,实现了方便快捷。

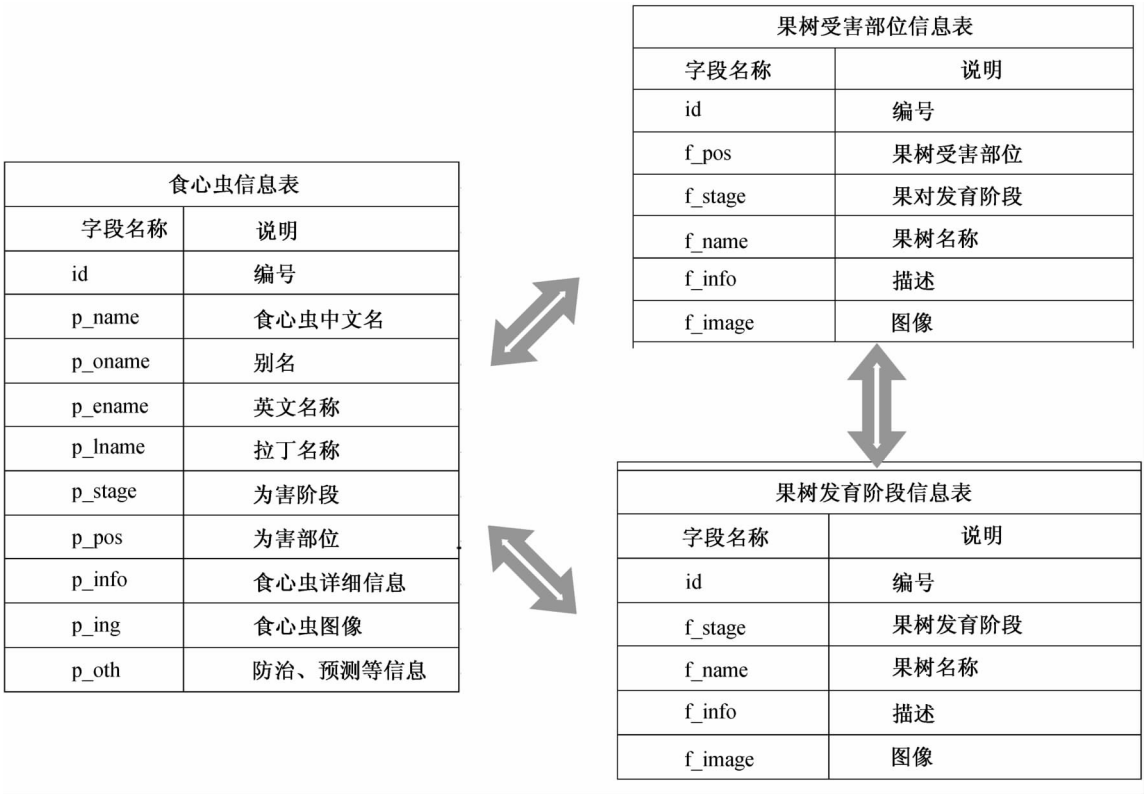


图 1 远程识别模型数据表单的建立及其逻辑关系

Fig. 1 Information tables and the logistic relations in the identification model

2 结果与分析

2.1 远程便捷识别诊断模型

模拟果农识别食心虫时由表及里,由内到外,由粗及细的过程建立了远程便捷识别诊断模型(图 2)。

根据识别模型的逻辑编写便捷识别检索表,果树受害部位及受害特征描述以苹果为例:

1 寄主

1.1 苹果…… 2.1

1.2 梨…… 2.2

1.3 桃…… 2.3

1.4 枣…… 2.4

1.5 杏…… 2.5

2.1 苹果受害部位

2.1.1 新梢

2.1.1.1 枝梢萎蔫枯干

2.1.1.1.1 内有淡红至粉红色幼虫,臀板浅黄褐色或粉红色,上有深褐色斑点 …… 梨小食心虫

2.1.2 嫩芽

2.1.2.1 芽内幼虫淡红至粉红色,臀板浅黄褐色或粉红色,上有深褐色斑点 …… 梨小食心虫

2.1.2.2 芽内幼虫白色或淡褐色至赤褐色,臀板黑褐色 …… 白小食心虫

2.1.3 花、蕾

2.1.3.1 幼虫,淡红至粉红色,臀板浅黄褐色或粉红色,上有深褐色斑点 …… 梨小食心虫

2.1.4 叶片

2.1.4.1 幼叶

2.1.4.1.1 叶片被丝缀连成卷,叶内幼虫白色或淡褐色至赤褐色,臀板黑褐色;或有虫蛹或蛹壳 ……

…… 白小食心虫

2.1.5 果实

2.1.5.1 幼果

2.1.5.1.1 幼果果实畸形

2.1.5.1.1.1 剖开果实,果肉呈“豆沙馅”,内有桃红色幼虫在果心危害

腹足趾钩单序环 10 ~ 24 个,无臀栉 …… 桃小食心虫

2.1.5.1.2 蛀孔周围呈现红色小圈,附有少量虫粪,或有褐色的“干疤”

幼虫仅在浅层取食果肉,幼虫橙黄至橙红色,具臀栉,4 ~ 6 刺…… 苹小食心虫

2.1.5.1.3 果面有一黑点,无虫粪,或蛀孔四周变黑腐烂,或有黑疤

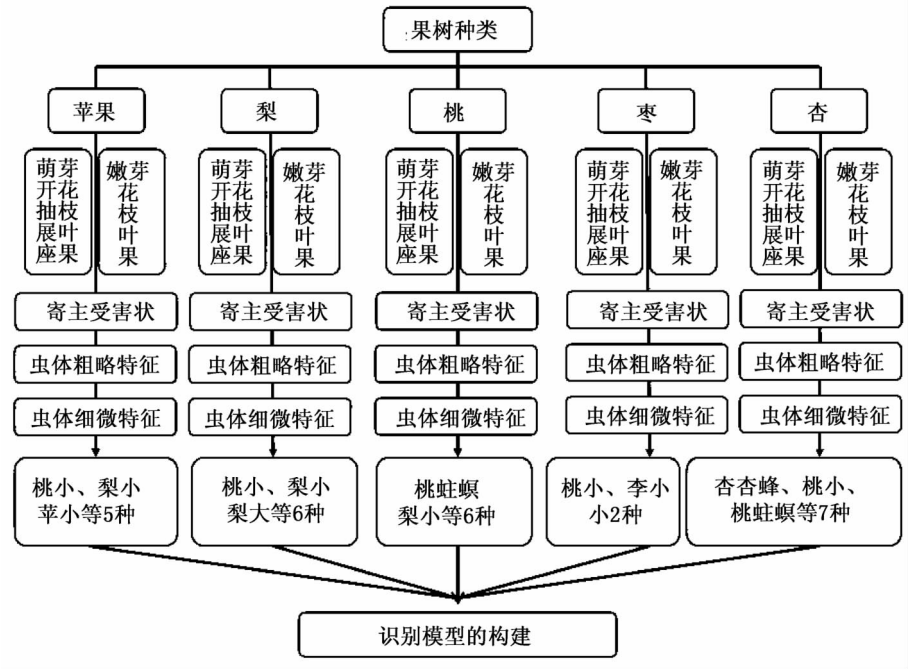


图 2　远程便捷识别模型框架

Fig. 2　Structure of simplified identification system

剖开果实,有幼虫在果心危害,幼虫淡红至粉红色

腹足趾钩单序环 30 ~ 40 个 …… 梨小食心虫

2. 1. 5. 1. 4 蛀孔外堆满虫粪,以丝连缀不落

2. 1. 5. 1. 4. 1 虫粪堆上常有空蛹壳留存,剖开果实,内有白色或淡褐色至赤褐色幼虫,仅在果皮下局部危害 …… 白小食心虫

2. 1. 5. 1. 4. 2 剖开果实,内常有皮蜕,淡黄白色或淡红色幼虫在果心危害种子或果肉

幼虫腹足趾钩单序缺环,大多数 19 ~ 23 根,无臀栉 …… 苹果蠹蛾

2. 1. 5. 2 成果

2. 1. 5. 2. 1 蛀孔处有泪珠状果胶,或干涸的白色蜡质膜,无虫粪

剖开果实,果肉呈“豆沙馅”,有幼虫在果心危害,幼虫桃红色

腹足趾钩单序环 10 ~ 24 个 …… 桃小食心虫

2. 1. 5. 2. 2 果面有一黑点,无虫粪,或蛀孔四周变黑腐烂,或有黑疤

剖开果实,有幼虫在果心危害,幼虫淡红至粉红色

腹足趾钩单序环 30 ~ 40 个 …… 梨小食心虫

2. 1. 5. 2. 3 蛀孔外有虫粪,但无丝网等连缀物;蛀孔周围呈现红色小圈,或有褐色的“干疤”

幼虫仅在浅层取食果肉,幼虫橙黄至橙红色,具臀栉,4 ~ 6 刺…… 苹小食心虫

2. 1. 5. 2. 4 蛀孔外堆满虫粪,以丝连缀不落

2. 1. 5. 2. 4. 1 虫粪堆上常有空蛹壳留存,剖开果实,内有白色或淡褐色至赤褐色幼虫,仅在果皮下局部危害 …… 白小食心虫

2. 1. 5. 2. 4. 2 剖开果实,内常有虫蜕,一头至多头淡黄白或淡红色幼虫在果心危害种子或果肉

幼虫腹足趾钩单序缺环,大多数 19 ~ 23 根,无臀栉 …… 苹果蠹蛾

2. 1. 5. 2. 5 无法分辨果实被害状

2. 1. 5. 2. 5. 1 果面或萼洼处有散产的橙色,或橙红色近椭圆形虫卵

顶部环生“Y”形刺毛 2 ~ 3 圈,卵壳表面有网状刻纹 …… 桃小食心虫

2. 1. 5. 2. 5. 2 果面或萼洼,或两果接缝处有扁椭圆形的淡黄白色透明虫卵

2. 1. 5. 2. 5. 2. 1 剖开果实,有幼虫在果心危害,幼虫淡红至粉红色

腹足趾钩单序环 30 ~ 40 个 …… 梨小食心虫

2. 1. 5. 2. 5. 2. 2 剖开果实,幼虫仅在果肉危害

2. 1. 5. 2. 5. 2. 2. 1 仅在浅层取食,体橙黄至橙红色;头黄褐色,臀板浅褐或粉红色,上有深色不规则斑纹 …… 苹小食心虫

2. 1. 5. 2. 5. 2. 2. 2 幼虫白色或淡褐色至赤褐色;头部浅棕黄色,臀板黑褐色 …… 白小食心虫

2. 1. 5. 2. 5. 3 剖开果实,果肉呈“豆沙馅”,有桃红色幼虫在果心危害

幼虫前胸气门前毛片有毛 2 根,腹足趾钩单序环 10 ~ 24 个…… 桃小食心虫

2.1.5.2.5.4 剖开果实,内有淡黄白色或淡红色幼虫
前胸气门前毛片有毛 3 根
腹足趾钩单序缺环,大多数 19 ~ 23 根,无臀栉 ……
…… 苹果蠹蛾

根据检索表中果树种类、果树受害部位、受害状及食心虫特征描述以及涉及的昆虫学和果树学专有名词,分别配以图示和说明,并按果树和食心虫种类将果树图片、受害部位图片、食心虫图片编号,放入对应文件夹。其中专有名词表单见表 1,2。

表 1 检索表中的昆虫学专有名词

Table 1 Proper nouns of Entomology in the key

编号 No.	名词 Noun	解释 Description	图片编号 No. of photo
1	臀栉	昆虫幼虫肛门上方部分骨化的梳齿状或叉形构造,用来弹掉粪粒	1tz. jpg
2	喙	昆虫延长的口器或头部前方延伸的部分	2h. jpg
3	单序环	幼虫腹足趾钩的排列呈圆形或椭圆形的整圈,且趾钩长度相等	3dxh. jpg
4	腹足	昆虫幼虫腹部用于行走的附肢	4fz. jpg
5	双序环	幼虫腹足趾钩呈相间排列的圆形或椭圆形	5sxh. jpg
6	前胸	胸部的第一节,具有前足,但不具翅	6qx. jpg
7	虫蜕	幼虫蜕下的皮	7ct. jpg
8	臀板	腹部末端背面硬化的部分	8tb. jpg
9	不规则 3 序环	幼虫腹足趾钩有 3 排,呈环状,但排列不规则	9bgz3. jpg
10	前胸气门前毛片	前胸气门前刚毛着生的区域	10mp. jpg
11	单眼	昆虫视觉器官,位于头顶中央或两侧,单个或成小群	11dy. jpg
12	胸足	昆虫胸节上的足	12xz. jpg
13	趾钩	幼虫腹足底部的成排的弯刺或钩	13cg. jpg
14	单序缺环	幼虫腹足趾钩的排列长短一致呈圆形或椭圆形,但成半环或一侧边有缺口	14dx. jpg
15	不规则双序环	幼虫腹足趾钩呈一长一短双环状,但趾钩排列不规则	15bgz2. jpg

注:按照各名词在检索表中的出现顺序编号。表 2 同。

Numbers of nouns are following the orders in the key. The same for Table 2.

表 2 检索表中的果树学专有名词

Table 2 Proper nouns of Pomology in the key

编号 No.	名词 Noun	解释 Description	图片编号 No. of photo
1	果梗	指果实的柄	1gg. jpg
2	花簇	指节点上着生多个花,成簇状	2hc. jpg
3	叶簇	指节点上着生 3 枚或 3 枚以上的叶片,成簇状	3yc. jpg
4	花萼	是一朵花中所有萼片的总称,包被在花的最外层,绿色	4he. jpg
5	萼洼	指果实底部凹进去的区域	5ew. jpg
6	果蒂	果实跟枝茎相连接的部分	6gd. jpg

2.2 远程便捷识别系统数据库

2.2.1 食心虫信息数据库 按照食心虫信息表单内容,将北方果树主要食心虫信息按其种类(表 3)整理到数据库。食心虫详细信息包括中文名、异名、英文名、拉丁名、发生规律、预测预报、防治方法等信息。见下面的操作界面举例。

2.2.2 果树受害部位和发育阶段数据库 按苹果、梨、桃、枣、杏 5 种果树名称,新梢、嫩芽、花/蕾、叶片(幼叶、老叶)、果实(幼果、成果)5 个受害部位,抽梢、萌芽、开花、展叶、坐果 5 个果树发育阶段,建立果树受害部位和发育阶段信息数据库,包括受害部位和发育阶段的描述特征和图像。

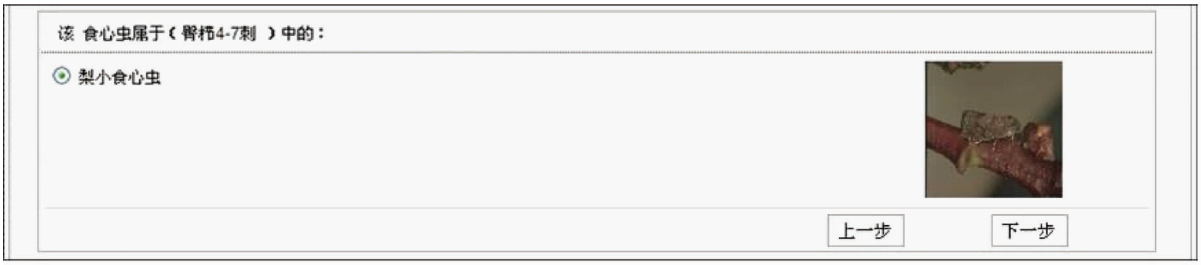
2.2.3　远程便捷识别系统的操作　通过搭建 web 平台,基于 Windows Server 2003 的 IIS6.0 架构本系统,实现远程数据共享即北方果树食心虫的远程便捷识别系统 http://www.ecolsafety.org.cn/sxc/。该系统以人性化的图文结合的形式,以及单项选择的形式,直接鼠标点击操作,将鉴别出的害虫全面信息,包括生物学特征、防治方法、研究进展等图文信息,完全显示在用户面前,以方便用户的认识、研究、防治等工作的进行。

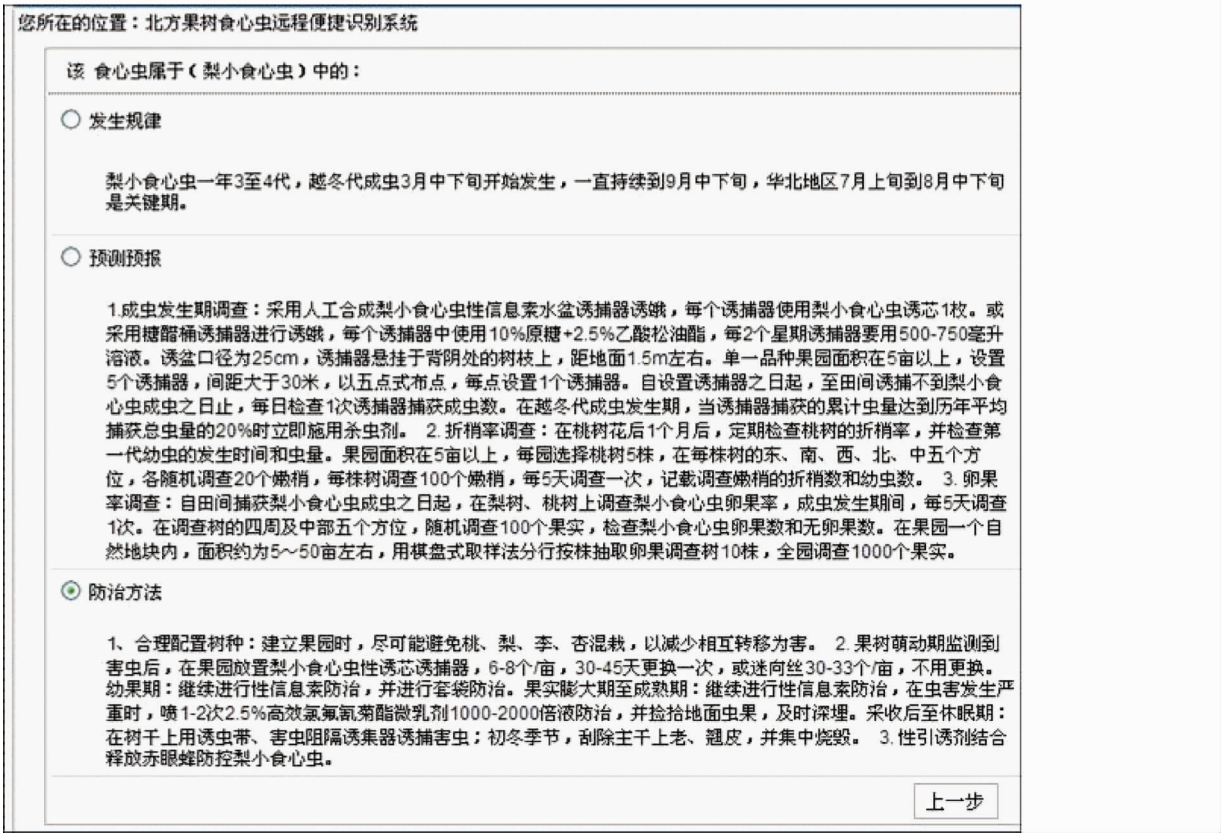
以桃树上食心虫的识别为例:进入系统首页,点击“食心虫危害寄主果树”,进入下一步:

选择寄主果树“桃”后,继续选择桃树“受害部位”:

如受害部位是“新梢”,则点击后出现“新梢受害特征”的描述,

如与实际症状相符，则开始选择食心虫特征，特征描述由粗到细，若最终鉴定为“梨小食心虫”，点击后进一步出现梨小食心虫的发生规律、预测预报及防治方法等信息。





3　讨论

果树食心虫远程便捷识别系统突破了传统分类学上的害虫鉴定的格局,创新性的从果农的实际调查及害虫的认识逻辑出发,以虫害发生时的“果树种类”→“果树生育期”→“取食部位”→“受害状”→“虫体粗略特征”→“虫体细微特征”为识别依据,简化了传统分类中由科到属到种等一系列的鉴定程序,直接抓住最核心、最简要且容易识别准确的识别特征,做到了准确性和实用性兼顾。并收集了大量的寄主不同受害部位受害状图片、食心虫各虫态粗略特征和细微特征图片,通过系统网站上图文并茂特征描述,使用户直观的进行简单的点击操作即可对果树食心虫完成快捷识别。另外,还总结了各种食心虫的详细信息,在农户完成食心虫的识别后,提供关于该食心虫的生活习性、发生规律、预测预报和主要防治方法等方面的信息,使农户可以一站式的完成果树食心虫的识别,及时进行防治,更重要的是可以对第2年生产中可能遇到的食心虫问题提前采取预防措施。目前该识别系统已经在辽宁、河北、山西等地的果园初步推广应用,预计对果园重要食心虫识别准确率可达100%。

随着网络的普及,果农可以足不出户,通过进入“北方果树食心虫远程快捷识别”网站即可满足果园生产中关于食心虫的鉴别等要求,真正实现

表 3 北方果树食心虫种类名单

Table 3 List of fruit borers in northern China

编号 No.	食心虫中文名 Chinese name	中文别名 Chinese alias	英文名称 English name	拉丁名(异名) Latin name (Synonyms)
1	桃小食心虫	桃蛀果蛾、桃蛀虫、桃小	Peach fruit moth/borer	*Carposina sasakii* Matsumura (*Carposina niponensis* Walsingham)
2	梨小食心虫	梨小蛀果蛾、东方蛀果蛾、梨小	Oriental fruit moth	*Grapholita molesta* (Busck) (*Cydia molesta* (Busck))
3	桃蛀螟	桃斑螟、桃蛀野螟、桃蛀心虫	Yellow peach moth	*Conogethes punctiferalis* (Guenée) (*Dichocrocis punctiferalis* (Guenée))
4	苹果蠹蛾	苹果小卷蛾	Codling moth	*Cydia pomonella* (Linnaeus)
5	苹小食心虫	东北小食心虫、苹果小蛀蛾、苹小	The manchurian fruit moth, apple fruit moth/borer, lesser apple fruit borer	*Grapholita inopinata* Heinrich
6	梨大食心虫	梨斑螟蛾、俗称“吊死鬼”	Pear fruit moth, large pear fruit borer, pear big borer	*Acrobasis pyrivorella* (Matsumura)
7	白小食心虫	苹果白蛀蛾、苹白小卷蛾、白小、桃白小卷蛾	White fruit moth, larger apple fruit moth, eye spotted bud moth	*Spilonota albicana* Motschulsky
8	李小食心虫		Plum fruit moth, red plum maggot	*Grapholita funebrana* (Treitschke)
9	梨虎象甲	朝鲜梨象甲、梨实象虫、梨果象甲、梨象鼻虫、梨虎	Pear weevil/curculio	*Rhynchites foveipennis* Fairmaire
10	梨实蜂	梨实叶蜂、白钻眼	Pear sawfly, pear fruit sawfly	*Hoplocampa brevis* Klug
11	桃虎象	桃象甲	Peach weevil/curculio	*Rhynchites confragosicollis* Voss
12	桃仁蜂	太谷桃仁蜂	Peach fruit wasp	*Eurytoma maslovskii* Nikol'skaya
13	杏仁蜂	杏核蜂	Apricot boring wasp	*Eurytoma samsonovi* Wass
14	杏象甲	杏虎象、桃象甲	Peach weevil/curculio	*Rhynchites heros* Roelofs (*Rhynchites faldermanni* Schoenherr)

了远程便捷和准确的识别。另外,对于未开通网络地区的农户,作者还相继开发了基于便捷识别逻辑的语音专家咨询系统,使农户可以通过拨打电话,简单按键的操作也可完成食心虫的识别鉴定,将给果农对食心虫识别和防治提供更多便利。

参考文献(References)

陈善铭,齐兆生,1995. 中国农作物病虫害. 北京:中国农业出版社. 904—907.

管致和,1999. 昆虫学通论. 北京:中国农业出版社. 216—269.

黄万夫,2008. 基于 WebGIS 的枣树病虫害诊断系统的研制. 硕士学位论文. 杨凌:西北农林科技大学.

吕佩珂,苏慧兰,2002. 中国果树病虫原色图谱(第二版). 北京:华夏出版社. 309—421.

唐乐尘,张海佳,2002. 亚热带果树病虫害动态咨询网站的构建及其功能. 植物保护学报,29(1):67—72.

王兴宇,杨珺,2005. 基于人工智能的果树种植农业专家系统. 农机化研究,(6):262—267.

王衍安,李明,王丽辉,刘士勇,闫志强,于庆燕,2005. 果树病虫害诊断与防治专家系统知识库的构建. 山东农业大学学报(自然科学版),36(3):475—480.

忻介六,杨庆爽,1985. 昆虫形态分类学. 上海:复旦大学出版社. 231—261.

袁锋,1998. 昆虫分类学. 北京:中国农业出版社. 324—371.