

文章编号:1000-582x(2000)06-0056-03

# 番茄栽培病虫害防治知识表示

柴毅, 黄席樾, 何离庆, 涂运华

(重庆大学自动化学院, 重庆 400044)

S436.412

**摘要:** 针对番茄病虫害的特点和特征描述, 利用产生式-特征表相结合的规则表达方式, 对番茄病虫害预测、预报与诊断的知识描述进行研究。对开发研制番茄栽培病虫害的预测、预报与诊断专家系统有着广泛的应用和参考价值。

**关键词:** 特征描述; 预报; 专家系统 **番茄栽培** **病虫害防治**  
**中图分类号:** TP 387 **文献标识码:** A

近年来, 番茄的栽培技术有了较大的改进, 但番茄栽培中的病虫害防治问题仍是关键问题。有些病虫害发生严重, 能造成 20%~30% 的减产, 有些不及时控制则可能会造成短期内的暴发危害, 给番茄生产造成相当大的损失。为了防止病虫害, 目前广泛施用农药, 虽然显著地控制了病虫害, 达到提高产量, 消灭病虫害的目的, 但由于往往是在病虫害发生后采取的处理措施, 使蔬菜中残留农药量超标, 造成环境污染和蔬菜中农药的残留量增加等。“防重于治”, 准确地预报和防止病虫害才是控制处理的有力手段。而不恰当的过量使用农药。因此, 在研究蔬菜栽培农业专家系统中, 病虫害的防治是一项重要的内容。

## 1 番茄病虫害的特点与特征描述

### 1.1 番茄病虫害的发生特点

番茄是一种病虫害高发生的蔬菜, 存在着严重的病害和虫害, 病害包括真菌病害、细菌病害、病毒病害、线虫病害和生理病害等。其特点包括: ① 病虫害以危害苗的茎部、叶片、根、花和果实为主要特征。② 有些病菌是在苗期就侵入, 但无症状, 直到生果期才发病, 造成危害。③ 病害具有传染性, 传播方式表现于: 接触传播, 昆虫传播, 农事操作传播, 以及雨水、灌溉水传播等。④ 有些病理性病害, 主要是由于植株体内的水分失调引起, 病害的轻重受环境影响很大。⑤ 种子带病菌将导致病害的发生。⑥ 苗床管理和病害的关系

较大。湿度较高会导致病菌生长繁殖加快, 同时土壤含水量过高也会妨碍幼苗根系的生长和发育, 致使抗病力降低。⑦ 虫害多与秋冬天气气温有较大关系, 冬季气温较高时, 将会给害虫越冬创造有利条件, 从而为虫害流行带来隐患。

农业专家在长期的研究及生产实践中, 已摸索总结出了番茄主要病虫害的发病症状、病原、侵染循环、发病条件、防治措施等技术知识。将这些知识按照专家系统的原理进行归类、整理, 并利用成熟的专家系统技术, 以合适准确的知识表达方式、推理方法完成系统的构成和研究。

### 1.2 特征描述

一个二维表所表示的关系与谓词演算中的一阶谓词可在某种程度上具有一种对应关系。在论域  $D_1, D_2, \dots, D_n$  上的一个关系  $R(D_1, D_2, \dots, D_n)$  被定义为叉积  $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$  的一个子集, 可以把这个关系对应到一个定义在  $D_1, D_2, \dots, D_n$  上的谓词  $P(x_1, x_2, \dots, x_n), x_i \in D_i, (i = 1, 2, \dots, n)$ , 使得当关系中的元组(或记录)  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  属于关系  $R(D_1, D_2, \dots, D_n)$  时,  $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$  为真, 这样一个关系可以认为是一个谓词的外延表示, 来进行知识表达<sup>[1]</sup>。

实际上的一个关系中, 用特性来描述, 它包括特征属性和值两部分。那么关于病虫害的一组特征可以组成一个特性表, 如表 1 所示。

收稿日期: 2000-02-18

基金项目: 国家高科技发展计划(S63-306-ZD05-01-A)资助项目

作者简介: 柴毅(1962-), 男, 安徽芜湖人, 副教授, 博士生, 主要研究方向: 人工智能及专家系统。



表 1 病虫害特性表

病害名	症状		病原发作条件	传染途径		发病条件
	叶	果实 茎、花、根		水、土壤	昆虫、农事操作	
番茄早疫病	叶: 褐色或黑褐色的小病斑, 圆形至椭圆形, 有同心轮纹 果实: 蒂部周围褐色或深褐色病斑, 稍硬, 凹陷, 有同心轮纹, 其上长黑霉。 茎: 褐色到深褐色病斑, 出现在分枝处, 表面长灰黑色霉状物。		病原菌发育 极限温度为 1 ~ 45℃, 最适 宜温度为 26 ~ 28℃。	病菌借助于气流或流动水传播, 温湿度适宜时, 病菌侵入潜育期只有二三天。		温 度 15℃ 湿 度 80% 以上。

## 2 病虫害的预测、预报与诊断

病虫害的预防是提高产量, 生产无毒蔬菜的有力手段。当植株生长已有病虫害症状反映出来时, 人们能做的仅仅是准确的诊断, 恰如其分的治疗处理, 这是一种被动的补救措施, 当然这也是非常必要的。但施用农药毕竟会造成污染, 使蔬菜体内残留农药, 这又是人们所不希望得到的结果。因此, “防重于治”, 病虫害早期的预测、预报和防止就显得非常重要。

### 2.1 产生式-特征表结合的规则表达

对番茄栽培中病虫害的防治, 要根据已知的信息(症状, 水土状况, 天气状况) 确定病虫害的种类, 以便作出正确的防治或处理, 消灭病虫害, 控制病情的发展。这里所获得的番茄生长证据用表示, 表示病虫害特征表中的一个元组(记录), 即一个确定病害或虫害的主要特征属性, 则可表示为

if  $I_1$ (症状)  $\wedge$   $I_2$ (发病条件)  $\wedge$   $I_3$ (传染途径)  $\in a$   
then  $A$ (病害名)

上式为一个产生式规则,  $I_1$ (症状),  $I_2$ (发病条件) 分别表示所获得的番茄植株症状和气温、湿度等天气情况,  $a$  为表 1 所示的病虫害特征表,  $A$ (病害名) 为病害的结论:  $A(a_1, a_2, \dots, a_n)$  一种确定的病害<sup>[2]</sup>。

### 2.2 从病虫害发生特点、气候条件、环境等因素预测

在番茄的实际生长过程中, 病虫害的发生是十分复杂的。第一, 病害、虫害都具有传播性的特点。因为某些外部的原因短期内从其他作物传播至番茄植株上, 当出现这种情况时, 专家系统应能根据周围特征信息, 对可能发生的病虫害作出预测, 并采取相应的规则措施。第二, 各种病虫害的发生都是在植株自身生长过程中: ① 由于生理生态的影响, 导致其抗逆性变化, 使其抗病虫害的能力减弱; ② 适当的外部环境(温度、湿度等); ③ 植株在育苗和栽培中的处理程序及方法手段。这几种情况的融合, 就有可能出现某种病虫害的侵入,

从而由专家系统作出正确的预测。

因此, 在上述的规则-特征表表示方法中, 还应包含周围栽种作物信息、气候情况, 以便对病虫害作出及时的预测, 早期进行防范<sup>[3]</sup>。

特征可表示为:

特征  $A$ : 种子处理方法  $a_1$ , 栽种季节  $a_2$ , 冬季气温  $a_3$ , 当前温度  $a_4$ , 苗床管理  $a_5$ , 株距  $a_6$ , 番茄品种  $a_7$ , 周围栽种蔬菜品种  $a_8$ ;

可能发生的病虫害  $C$ : 早疫病  $c_1$ , 叶霉病  $c_2$ , 灰霉病  $c_3$ , 晚疫病  $c_4$ , 白绢病  $c_5$ , 菌核病  $c_6$ , 枯萎病  $c_7, \dots$ , 脐腐病  $c_{n-2}$ , 棉铃病  $c_{n-1}$ , 桃蚜  $c_n$  等等。

$A(a_1, a_2, \dots, a_8), C(c_1, c_2, \dots, c_n)$

$H$  为与  $A$  相应的栽种信息, 而通过番茄栽种及植株、气候等特征  $\{a_i\}$  的某些方面的表征, 可能会发生某种具体的病虫害  $c_i, i = 1, 2, \dots, n$

则有:

if  $H \sim A$  then  $p(\hat{c})$

式中  $H \sim A$  表示获取的证据  $H$  服从于特征  $A$ ,  $\hat{c}$  表示对病虫害的预测, 如果  $H \sim A$  为真, 则  $p(\hat{c})$  给出了对可能发生的病虫害  $\hat{c}$  所进行的预报及其预防操作措施。

### 2.3 病虫害的诊断

番茄病虫害的发生往往具有传播性、暴发性等, 在重视防病虫害的前提下, 当出现病虫害时, 准确的诊断, 则是控制根除病虫害的基础, 显得非常必要。与其它诊断型专家系统一样, 对病虫害的诊断是根据所得到的番茄植株得所有证据(事实) 来推断所发生的病害或虫害种类, 从而达到治疗病虫害的目的。

这时, 植株的发病症状就成了诊断的主要依据了。由于病虫害已经发生, 表 1 中的病虫害传染途径, 发病条件则作为次要条件加以考虑, 而处理措施将作为重要因素。病虫害症状-处理特征表如下:

病虫害名  $A$ , 症状  $a_1$ , 发病条件  $a_2$ , 传染途径  $a_3$ ,

处理措施  $a_2$ , 发病条件又可以进一步描述为  $a_3$ (叶  $a_{21}$ , 茎  $a_{22}$ , 根  $a_{23}$ , 花  $a_{24}$ , 果实  $a_{25}$ ), 每一项可表示为  $a_{2i}$ (生长时期, 发病部位, 病斑, 斑霉, 形态), ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ), 根据症状  $a_1$ (叶、茎、根、花、果实), 从植株的各个部位的病况, 推理出番茄植株所患的病害或虫害。以番茄早疫病为例, 果实  $a_{25}$ (生长时期, 发病部位, 病斑, 斑霉, 形态) 可表示为如图 1 所示。

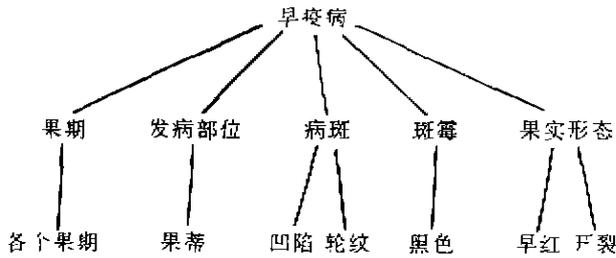


图 1 病虫害特征描述树形图

基于特征表的诊断方法可描述为:

if  $I \sim a_2$  then  $p(a_4 | A)$

$I \sim a_2$  表示获取的证据  $I$  服从于  $a_2$ (叶、茎、根、花、果实),  $p(a_4 | A)$  表示对病虫害  $A$  所作出的诊断

的前提下, 应采取的处理措施  $a_3$ : 根除病虫害的操作。

### 3 结束语

蔬菜栽培病虫害防治是一项长期而复杂的任务, 随着栽培、育种等技术的改进, 通过合理施肥强壮植株, 提高其抗病能力。而另一方面, 病害和虫害也会不断的进化、变种, 出现新的种类。防与治自始至终总会存在。如表 1 所示, 笔者所讨论的方法, 可以采用多媒体手段, 将病虫害的症状、特征更直观地展现给使用者, 提高专家系统的效率和准确性。因此, 研究病虫害的预测、预报与诊断专家系统有着广泛的应用价值。

### 参考文献:

[1] 何新贵. 知识处理与专家系统[M] 北京: 国防工业出版社, 1990, 34-40  
 [2] 柴毅, 黄席越. 基于农作物生长特征的作物栽培专家系统[J] 模式识别与人工智能, 1999, 12: 56-60  
 [3] HUANG XIYUE, CHAI YI, SHI WEIREN, et al. A Practical Sort of Adaptive Expert System Fitting to the Guidance of Forecasting Operation on line[A] ICARCV'94[C] Singapore: Photoplas PPCLTO, 9-11: 103-107.

## The Knowledge Representation of the Prediction and Diagnosis of Tomato Disease

CHAI Yi, HUANG Xi-yue, HE Li-qing, TU Yun-hua

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** On the basis of the character and feature interpretation of tomato disease, the prognosticate, prediction and diagnosis of tomato are researched. Thus, it may be widely applied in the developing research of the expert system about the prognosticate, prediction and diagnosis of tomato disease.

**Key words:** feature interpretation; prediction; expert system

(责任编辑 吕寒英)