

柑橘病虫害气象条件等级预报研究

白先达, 李忠波, 邓肖任, 邹丽霞 (桂林市气象局, 广西桂林 541001)

摘要 通过近 10 年来的观测资料分析, 总结出桂林柑橘主要病虫害与气象条件的关系; 将气象条件分为 5 级, 建立各级的预报模型, 对柑橘病虫害发生的气象条件等级进行了预报。

关键词 柑橘; 病虫害; 气象条件; 等级预报

中图分类号 S431 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)29-14218-03

Study on the Meteorological Condition Grade Forecast for Oranges Diseases and Pests

BAI Xian-da et al (Guilin Weather Bureau, Guilin, Guangxi 541001)

Abstract Through the analysis of the observational data in recent ten years, the relationship between main diseases of oranges and meteorological conditions in Guilin were sum up. The meteorological conditions were divided into 5 levels and the forecast modes of each grade were set up. The meteorological conditions grade for the occurrence of oranges diseases and pests were predicted.

Key words Oranges; Disease; Weather conditions; Grade forecast

病虫害对柑橘生产带来了很大影响, 特别是近年来大面积发生的柑橘黄龙病, 病树不得不砍掉烧毁^[1-2]。除了黄龙病外, 柑橘的疮痂病、溃疡病、炭疽病等病害以及柑橘红蜘蛛、锈蜘蛛、粉虱、潜叶蛾、蚧壳虫等虫害, 都对其产量和品质影响很大。为开展柑橘病虫害气象条件等级预报, 笔者对桂林柑橘病虫害发生的情况进行了调研, 收集了近 10 年柑橘病虫害发生资料, 通过对这些资料进行分析, 总结出柑橘主要病虫害发生与气象因素之间的关系, 对柑橘病虫害气象条件等级预报进行了研究。气象等级预报主要考虑气象因子影响的预报, 常用的预报方法有统计法、生物气候图法^[3]。研究发现, 柑橘病虫害的发生与气象条件有着密切的关系, 但又并非一一对应的关系, 除了气候因子的影响外, 外界环境、人类采取的管理办法等会影响到病虫害的发展。由于果园的管理水平和前期病虫害发生的程度不同, 相同的气象条件, 病虫害发生的情况也会有很大差别, 得不出气象因子变化与病虫害发生程度的直接关系, 更难以用方程对应表示出来, 而且以上几种方法都有较大缺陷。通过认真分析, 笔者提出了判别分析的预报思路, 利用计算机编程技术设计了气象条件等级预报系统, 系统自动读取气象台发布的气候预测资料, 对温度、降水等气象因子作综合分析, 确定最有利、比较有利、比较不利、最不利于柑橘病虫害发生的气象因子组合, 旨在为柑橘生产提供科学借鉴。

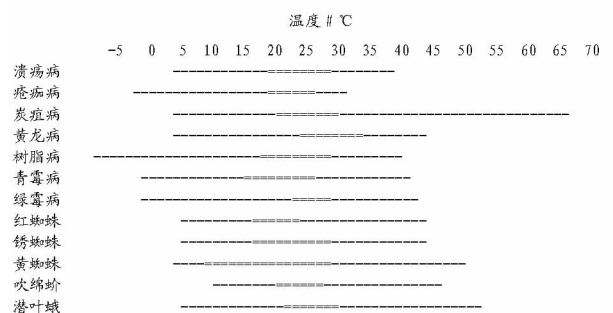
1 资料处理

由于收集到的柑橘病虫害资料不完整, 多数单位只能提供大约哪年柑橘病虫害比较严重, 哪年柑橘病虫害比较轻, 没有统一记录的定量数据, 所收集到的资料无法直接用于预报研究, 只能根据收集到的零散的病虫害资料, 收集整理与病虫害资料相对应时段的气象资料, 主要是气温、降水、湿度、风、日照等气象资料, 分别总结多发年有哪些主要气象特点, 少发年有什么主要气象特点, 对现有介绍柑橘病虫害与气象原因的资料进行验证, 根据这些整理后的资料, 进行气象条件等级分析。

2 气象条件对柑橘病虫害影响分析

资料分析和调查结果都表明, 柑橘病虫害受气象条件的影响很大^[4], 温度是对柑橘病虫害影响最重要的气象因子^[5], 大多数病虫害都有各自适宜生长发育的温度范围, 温度过高或过低, 都会造成害虫和病菌死亡^[6]。湿度、降水、大风、日照等因子对柑橘病虫害都有一定的影响。

2.1 温度对柑橘病虫害影响分析 根据收集到的大量资料分析, 笔者绘制成温度对柑橘病虫害影响图(图 1)。由图 1 可知, 柑橘的细菌性病害(如溃疡病)和真菌性病害(如疮痂病、炭疽病), 旬平均气温在 12~30℃ 病菌都能生长, 最适宜发生发展的温度为 25~30℃。当春季旬平均气温达 15℃ 以上时, 柑橘春梢抽发, 是溃疡病的始发期; 旬平均温度达 20~30℃, 如雨水多, 溃疡病可严重发生; 旬平均气温为 28~30℃, 溃疡病发病率最高。春季温度回升慢, 则始发期迟; 秋季低温干旱来得早, 则停止发病时间提前。30℃ 以上的高温会对疮痂病起到抑制作用^[7]。



注: 线段为病虫害可以发生的温度范围, 粗虚线为适宜病虫害发生发展的温度范围。

Note: The lines segment stand for the temperature range of diseases and pests; The thick broken lines stand for the suitable temperature range for the occurrence of diseases and pests.

图 1 温度对几种常见柑橘病虫害发生发展的影响

Fig. 1 The effects of temperature on the occurrence and development of several common diseases and pest on oranges

柑橘的虫害与其他大多数农作物的虫害一样, 冬季温度很低时, 害虫很少活动, 多数以虫卵的方式藏于土壤、枯枝落叶及树干内, 待次年春暖花开时开始孵化, 形成幼虫, 开始危害柑橘的嫩枝叶^[8]。

基金项目 中国气象局新技术推广项目(CMATG2009FP12)。

作者简介 白先达(1957-), 男, 广西桂林人, 高级工程师, 从事农业气象服务研究。

收稿日期 2009-06-10

2.2 湿度、降水对柑橘病虫害的影响 柑橘病虫害对相对湿度的要求一般是喜高不喜低,在 50.0% ~ 97.7% 都能发生、发展,相对湿度在 82% 以上,发病率和发虫率都最高。疮痂病的发生需要有较高的湿度和适宜的温度,其中湿度更为重要。在适宜的温度范围内,湿度对病害的发生起决定性作用^[9]。湿度对柑橘锈蜘蛛发生数量的影响也很明显,湿度偏高,容易引起柑橘锈蜘蛛高发。

旬雨量在 0 ~ 180 mm 柑橘都可以发病,雨量 20 ~ 150 mm 发病率最高。春夏季节的连阴雨,对病害发生极为有利。对于虫害,大雨以上降水会造成害虫明显减少,降雨后虫口密度下降的原因是雨水对虫体冲刷作用所致,尤以树冠小、叶片疏散的柑橘树最为显著。特别是个体小的虫子最容易被强降水冲刷到地面,被水冲走或淹死。降水对不同的病虫害有不同的影响,有的病虫害喜湿、有的病虫害喜干,分析发现,降水对于病害一般比较有利,对于虫害一般不利。

2.3 大风对柑橘病虫害的影响 大风有利于病菌传播,还常使柑橘树枝摇曳,造成大量伤口,伤口处更有利于病菌侵入。大风不利于虫害的发生,如红蜘蛛、锈壁虱等害虫会被大风吹走、吹落地。但大风(特别是近地面大风)有利于害虫迁飞传播,柑橘木虱等借助于大风会传播到周围下风方的果园,致使柑橘黄龙病向下风方果树蔓延。

2.4 日照对柑橘病虫害的影响 日照主要通过影响温度来影响柑橘的病虫害发生发展。春季的阳光一般都不是太强,但晴雨相间,容易造成高温高湿,极有利于柑橘病虫害的发生和发展。夏秋季节的日照一般都很强,对柑橘病菌有抑制作用,病害发生减轻。柑橘害虫往往也受不了强阳光和高温环境,一些幼虫容易被晒死,虫源数会减少。

3 柑橘病虫害气象条件预报

3.1 预报思路的建立 根据收集到的柑橘病虫害资料显示,柑橘病害约有 80 种,虫害约有 240 种,但主要发生且影响较大的也就是几种,一些病虫害只是地域性发生,不少病虫害对气象条件的反应基本相同。根据影响程度和有观测资料的情况,考虑到不同的种类,重点考虑病毒类、真菌类、细菌类;虫害重点考虑虱类、螨类、蚧类、蛾类。笔者对其中的 6 种病害和 6 种虫害进行分析,分别建立气象等级条件预报模型,其他没有介绍的病虫害可以参考同种类病虫害的气象条件预报^[10]。依照农业技术人员的要求和习惯,根据柑橘病虫害发生发展的气象条件按难易程度将对应的气象等级分为 5 级,分别为:极不利发生、不利发生、一般发生、容易发生、极易发生。气象条件级别越高,病虫害发生发展的可能性就越大,1 级,极不利;2 级,不利;3 级,一般;4 级,有利;5 级,极利。

由分析可知,柑橘的病虫害对温度有比较明显的适应范围,而对于湿度条件,桂林一般都能适合,高湿度更有利于病虫害的发生发展,降水主要影响空气的湿度,分析不出具体多大的雨会产生多大的影响关系,暴雨和大风不利于小体害虫的生存和发展,日照也找不到影响的对应数值关系。为了设计柑橘病虫害气象等级预报业务平台,采用气象因子综合判别分析法,以温度分析为主,其他气象因子作为订正,在温度分析得出气象等级的预报结论上,根据图 1 中各主要病虫

害的温度适应范围,温度处于双虚线的范围为 5 级,从中间向两边分,分别划分为 4 级、3 级、2 级,在单实线以外的温度范围则为 1 级。在温度划分的基础上,再考虑其他气象因子订正,如果某一气象条件特别有利或某 2 种及 2 种以上气象条件比较有利,则预报等级加 1 级;如果某一气象条件特别不利或某 2 种及 2 种以上气象条件比较不利,则预报等级减 1 级。前期条件订正是指前期气象条件对病虫害发展是否有利,有利则要考虑预报等级加级,不利则要考虑减级。预报大于 5 级记 5 级,小于 1 级记 1 级。

3.2 预报模式介绍

(1)黄龙病气象预报模式(通过木虱传播的病毒性病害):预计未来气温在 27 ~ 31 °C 时,黄龙病发生发展的气象条件预报为 5 级,记为 5(27 ~ 31),其他级别用相同方式记录,分别为:4(22 ~ 27 或 31 ~ 35)、3(17 ~ 22 或 35 ~ 37)、2(11 ~ 17 或 37 ~ 40)、1(0 ~ 11 或 40 ~ 45)。^①前期条件订正。前冬极端最低温度小于 -5 °C,或地面结冰大于 5 d,预报等级减 1 级;前期病情轻,且多暴雨,风力较大(极大风力大于等于 6 级),预报等级减 1 级。^②未来条件订正。预计未来多暴雨,风力较大(极大风力大于等于 6 级),预报等级减 1 级;预计未来无暴雨、风力较小(风力小于 5 级),阴雨天气多,空气湿度大于 85%,日照时数小于该时段平均值,预报等级加 1 级。

(2)溃疡病气象预报模式(细菌性病害,危害柑橘枝叶和果实):5(21 ~ 29)、4(16 ~ 21 或 29 ~ 32)、3(11 ~ 16 或 32 ~ 35)、2(6 ~ 11 或 35 ~ 40)、1(0 ~ 6 或 40 ~ 45)。^①前期条件订正。前期病情轻,阳光充足,降水偏少,预报等级减 1 级;前期病情严重,阴雨天气偏多,预报等级加 1 级。^②未来条件订正。预计未来多晴天、多阳光,预报等级减 1 级;预计未来降水偏多,高温高湿,风力较大,预报等级加 1 级。

(3)炭疽病气象预报模式(真菌类病害):5(22 ~ 27)、4(18 ~ 22 或 27 ~ 31)、3(13 ~ 18 或 31 ~ 34)、2(8 ~ 13 或 34 ~ 37)、1(0 ~ 8 或 37 ~ 45)。^①前期条件订正。前冬极端最低温度小于 0 °C,或地面结冰大于 5 d,预报等级加 1 级;早春低温阴雨天气偏多,风力较大,预报等级加 1 级;冬春偏暖,阴雨天气偏少,预报等级减 1 级。^②未来条件订正。前期病情轻,预计未来少雨多晴,预报等级减 1 级;前期病情重,预计未来高温高湿,预报等级加 1 级。

(4)青霉病气象预报模式(真菌类病害,影响柑橘果实的储藏):5(18 ~ 24)、4(14 ~ 18 或 24 ~ 28)、3(10 ~ 14 或 28 ~ 31)、2(6 ~ 10 或 31 ~ 35)、1(0 ~ 6 或 35 ~ 45)。^①前期条件订正。前期病情发生严重,气温偏高,湿度偏高,预报等级加 1 级;前期病情偏轻,天气干爽,预报等级减 1 级。^②未来条件订正。预计阴雨天气多,有浓雾或露水,空气湿度大于 90%,预报等级加 1 级;预计未来少雨多晴,光照偏多,预报等级减 1 级。

(5)绿霉病气象预报模式(真菌类病害,影响柑橘果实的储藏):5(24 ~ 28)、4(20 ~ 24 或 28 ~ 30)、3(13 ~ 20 或 30 ~ 33)、2(5 ~ 13 或 33 ~ 35)、1(0 ~ 5 或 35 ~ 45)。^①前期条件订正。前期病情发生严重,阴雨天气多,空气湿度大于 90%,预报等级加 1 级;前期病情轻,天气干爽,预报等级减 1

级。②未来条件订正。预计未来气温偏高,预计未来少雨多晴,光照偏多,预报等级减1级;预计未来多阴雨,气温适宜,预报等级加1级。

(6)疮痂病气象预报模式(真菌类病害):5(18~21)、4(16~18或21~23)、3(14~16或23~25)、2(10~14或25~28)、1(0~10或28~45)。①前期条件订正。前冬极端最低温度小于-5℃,或地面结冰大于5d,预报等级减1级;前冬温度偏高,阴雨天气偏多,预报等级加1级。②未来条件订正。预计未来多雨、温度适宜、高湿,或者早晨雾浓、露水重,预报等级加1级;预计未来少雨、高温、空气湿度小于70%,预报等级减1级。

(7)树脂病气象预报模式(真菌类病害,主要为害枝干):5(21~27)、4(18~21或27~30)、3(10~18或30~32)、2(5~10或32~35)、1(-8~5或35~45)。①前期条件订正。前冬极端最低温度小于-5℃,或地面结冰大于5d,预报等级加1级;前冬温度偏高,阴雨天气偏少,预报等级减1级。②未来条件订正。预计未来多雨、温度适宜、高湿,风速较大(极大风速等于或大于6级),预报等级加1级;预计未来少雨、气温偏高,日照多,预报等级减1级。

(8)红蜘蛛(全爪螨)气象预报模式:5(20~25)、4(16~20或25~30)、3(11~16或30~35)、2(6~11或35~40)、1(0~6或40~45)。①前期条件订正。春季高温干旱少雨,预报等级加1级;夏季高温(大于30℃),预报等级减1级。②未来条件订正。预计未来有中雨以上降水,风速较大(极大风速等于或大于6级),预报等级减1级;前期虫情发生严重,预计未来大雨少、风小(极大风速小于5级),预报等级加1级。

(9)黄蜘蛛(始叶螨)气象预报模式:5(19~24)、4(15~19或24~29)、3(10~15或29~35)、2(5~10或35~40)、1(0~5或40~45)。①前期条件订正。春季高温少雨,发生干旱,预报等级加1级;前期病情轻,且多暴雨,风速较大,预报等级减1级。②未来条件订正。预计未来多暴雨,风速较大(极大风速等于或大于6级),预报等级减1级;预计未来温度偏高(大于30℃),日照时数大于该时段平均值,预报等级减1级。

(10)锈蜘蛛(锈螨)气象预报模式:5(20~28)、4(16~20或29~32)、3(11~16或32~34)、2(6~11或34~37)、1(0~6或37~45)。①前期条件订正。前期虫害轻,且多大雨或暴雨,风速较大(极大风速等于或大于6级),预报等级减1级;前期虫害重,无暴雨和大风,预报等级加1级。②未来条件订正。预计未来多大雨或有暴雨出现,风速较大(极大风速等于或大于6级),预报等级减1级;预计未来温度偏高(大于30℃),日照时数大于该时段平均值,预报等级减1级;雨量偏少天气干旱时,预报等级加1级。

(11)吹绵蚧气象预报模式:5(23~25)、4(18~23或25~29)、3(12~18或29~34)、2(6~12或34~40)、1(0~6或40~45)。①前期条件订正。前冬温度偏低(降雪或结冰),预报等级减1级;前冬温度正常到偏高,预报等级加1级。②未来条件订正。预计未来平均气温大于29℃,预报等级减1级;预计未来平均温度小于12℃,预报等级减1级;预计

未来气温适宜,阴雨天气偏多,预报等级加1级。

(12)潜叶蛾气象预报模式:5(23~27)、4(19~23或27~31)、3(12~19或31~35)、2(6~12或35~40)、1(0~6或40~45)。①前期条件订正。前冬最低温度小于0℃,有结冰,预报等级减1级;前冬偏暖,阴雨天气偏多,预报等级加1级。②未来条件订正。预计未来空气湿度80%左右,温度适宜,预报等级加1级;小暑到大暑期间,高温(大于35℃)、干旱(旬降水少于20mm)、相对湿度低于70%,预报等级减1级。

4 预报业务系统功能简介

4.1 天气预报读取 系统启动后会自动从计算机服务器上读取气象台发布的下周、下旬、下月的气候预测结论,该预报产品有前期气候分析,根据气象台的分析,做出前期气象条件是否有利于柑橘病虫害发生发展的判别,系统会提示输入判别结论,并将预报结论、前期判别整理成固定格式的数据文件,供系统判断分析用。

4.2 气象等级预报分析 根据预报模式进行分析判别,得出气象等级预报。首先进行温度判别,得出初步预报结论,然后依次进行其他气象因子分析,对已得到的预报结论做出进一步订正。

4.3 结论图表输出 系统自动将预报结论用表格的形式输出,用户可以根据需要选择打印输出或者直接输出在计算机屏幕上。

系统采用 Surfer8.0 绘图软件,将预报等级在桂林市的地图上用不同颜色标示不同气象等级,在计算机屏幕上输出。

系统自动调用标准的预报产品文件,并将预报结论输出到标准文件上,供服务人员编辑、修改、存盘、打印,从而保证格式完整,编号正确,版面统一,美观少错。

5 存在问题与分析

(1)柑橘病虫害的资料收集困难,各县及市级农业部门、水果生产部门对柑橘病虫害的发生情况记录都不完整,不少地方只是老农有个模糊的印象,没有完整、可靠、定量的观测资料,给柑橘病虫害预报分析带来很大的困难。

(2)各地收集到的资料可比性太差,五花八门的记录方式,致使资料无法比较分析。

(3)柑橘病虫害影响要素多,要分离出气象要素的影响很难,虫源基数与前期的气象条件对后期柑橘病虫害的发生发展影响非常重要,果园的管理水平对病虫害的发生发展也会造成非常重要的影响。

(4)系统只能根据柑橘技术人员总结的气象影响因素进行分析,以综合判别的方法得出预报结论,判别中存在不够严格的定量关系。

(5)由于对作物病虫害发生流行的气候背景、气象条件及其影响机制尚不十分清楚,对影响柑橘病虫害的气象因素不完全了解,可能还有气象因子没有考虑到的现象。

参考文献

- [1] 蒋述卫,唐艳. 构筑柑橘黄龙病综合防控体系 确保柑橘产业持续健康发展[J]. 广西园艺,2007(2):8-10.
- [2] 白先进. 控制柑橘黄龙病 确保广西柑橘持续发展[J]. 广西园艺,2006(2):9-12.

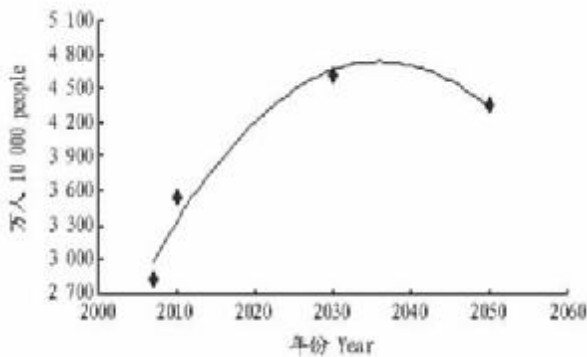


图2 上限水平下我国山区草地资源人口容量变化趋势

Fig.2 Change trend of human carrying capacity of rangeland resource in mountain area of China at upper level

人增加到2030年的4 607.1万人。但无论我国山区草地资源开发潜力是按中等水平还是按上限水平估算,在2030年以后则会出现缓慢的下降。以上分析表明,我国山区草地资源即使能够按照国家有关规划得到合理有效的开发利用,伴随着人民生活水平的提高,山区草地资源人口容量能够得到一定程度的提高,但有一定限度。在未来山区草地区要实现可持续发展,提高人口素质,控制人口数量是必需的。

3.2 山区草地资源发展面临诸多挑战 首先,从整体上讲,山区草地区不适合于农耕,开垦山区草地造成严重的草地退化,不仅导致草地面积不断缩小,而且使山区资源与人口矛盾加剧,这就使草场进一步退化。解决山区草地区人口压力,一是建设社会主义新山区,实施退耕还林还草工程,大力建设草场,为山区草地区发展创造良好的生态环境条件。二是重构山区草地区产业结构,大力发展草业产业化,创造更多的就业机会。三是控制人口,发展教育,提高牧民的文化素质,改变他们的生育观念^[14],转变山区草地区地广人稀可以容纳更多人的错误观点,就草地资源人口容量而言,山区草地区是十分有限的。

其次,我国山区草地区生态环境恶化的根本原因之一是人口过多。在工业化与现代化没有完成的山区草地区,过多的人口必然导致草地资源的过度利用。要想从根本上解决这个问题,就必须设法找到有效的方式安置山区草地区的人口。这些方式包括:一是随着国家整体经济发展水平的提高,城乡二元结构逐渐向一元结构的转变,一部分人口逐渐流出;二是山区草地区利用当地丰富的草地资源发展草业畜牧业、绿色食品、医药产品等具有天然优势的草产业,实现草业产业化,是提高草地人口容量,解决山区草地区人口过剩

问题的根本出路。以集约化人工草地生产代替天然草场放牧,尽快帮助偏远山区牧民摆脱落后的游牧生产方式;以畜牧产品深加工、绿色食品开发、特色医药产品开发、草原生态旅游等带动草地资源开发的基地化建设。以草业产业化促进牧民定居、草地产品价值链延伸、生态建设,以及推动牧区、山区的工业化和城镇化建设。

再次,山区草地资源发展需要制度创新。草地退化原因较多,其核心是人为造成的,而且这种原因不易识别,要解决和改善退化问题,需要系统的协商并重新考虑与草原相关的国家和地方政府的政策^[15]。草地资源规划同我国许多生态建设一样,重点几乎完全放在投资上,放在项目建设上,却很少关注根本性的社会问题与管理问题,而这些问题才是自然资源管理问题的核心^[16]。政府可以在涉及国家生态安全、水源保护地安全的山区草地区域进行投资,在更广大的非敏感区,更多地制定出好的政策,吸引各个渠道的资本进入草产业的各个领域,鼓励和支持山区草地区居民科学合理地开发利用草地资源。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部综合计划司. 全国草地生态建设规划:2000-2050年[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [2] 刘黎明,张凤荣,赵英伟. 2000-2050年中国草地资源综合生产能力预测分析[J]. 草业学报,2002,11(1):76-83.
- [3] 中华人民共和国农业部畜牧兽医司,中国农业科学院草原研究所,中国科学院自然资源综合考察委员会. 中国草地资源数据[M]. 北京:中国农业科技出版社,1994.
- [4] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国县(市)社会经济统计年鉴(2007)[M]. 北京:中国统计出版社,2007.
- [5] 杜占池. 中国天然牧地与人工牧地的生产能力及其开发[J]. 资源科学,2002,24(3):79-85.
- [6] 鲍文. 中国山区草地资源发展潜力探讨[J]. 安徽农业科学,2009,37(11):5040-5042.
- [7] 王茂军. 大连市土地资源人口承载能力研究[J]. 国土开发与整治,1999,9(4):46-50.
- [8] 唐冲,马礼,杜淑焕,等. 尚义县气候资源生产潜力及其耕地人口承载力研究[J]. 农业系统科学与综合研究,2005,21(4):283-287.
- [9] 吴素霞,毛任钊,李红军. 石家庄地区耕地与人口数量变化动态及其预测[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(3):8-12.
- [10] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表[M]. 北京:人民卫生出版社,1991.
- [11] 苏大学. 中国南方草地的开发及生产潜力分析[J]. 国外畜牧学—草原与牧草,1998(3):15-19.
- [12] FAO Statistical Database[EB/OL]. www.fao.org,access 1/15/02.
- [13] BROWN L R, KANE H. Full house: Reassessing the earth's population carrying capacity [M]. New York: W. W. Norton & Company, 1994.
- [14] 张志良. 人口承载力与人口迁移[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1993.
- [15] 约翰·W·朗沃斯,格里格·J·威廉森森. 中国的牧区[M]. 兰州:甘肃文化出版社,1995.
- [16] 世界银行. 中国:空气、土地和水[M]. 北京:中国环境科学出版社,2000.

(上接第14220页)

- [3] 卢运胜,邱柱石. 柑橘病虫害[M]. 南宁:广西科学出版社,1991:28-50,381-452.
- [4] 唐宜科,白先达,周文达,等. 温州蜜柑花果期主要气象灾害预报及防御对策研究[J]. 广西气象,1996(2):33-36.
- [5] 段若溪,姜会飞. 农业气象学[M]. 北京:气象出版社,2006:244-245.

- [6] 刘洪. 农作物主要病害防治手册[M]. 重庆:重庆出版社,1999:26-29.
- [7] 门友均. 柑橘病虫害防治中存在的问题及对策[J]. 广西园艺,2005(6):42-45.
- [8] 张素英. 桔红蜘蛛的协调防治[J]. 广西园艺,2005(5):65-70.
- [9] 孙益知. 果树病虫害生物防治[M]. 北京:金盾出版社,2004:200-240.
- [10] 邹玲. 柑橘病虫害气象原因分析[J]. 广西气象,2007(4):86-88.