

## 甜瓜黑斑病菌的生物学特性及室内药剂筛选

周超英<sup>1</sup>, 赵杰<sup>1,2</sup>, 唐赵莲<sup>2</sup>, 支月娥<sup>3</sup>

(1. 上海市浦东新区农业技术推广中心, 上海 201300; 2. 上海市浦东新区青少年活动中心, 上海 201300;

3. 上海交通大学 农业与生物学院, 上海 200240)

**摘要:** 采用十字交叉法和血球计数法, 研究了甜瓜黑斑病菌的生物学特性。结果表明, PSA 和 PDA 培养基最适合病菌菌丝的生长, 麦芽糖琼脂培养基最适宜孢子的产生; 菌丝在 5~35 °C 范围内均能生长, 但最适的温度是 25 °C 和 30 °C; 菌丝适宜生长的 pH 范围为 7~9, 菌落产孢的适宜 pH 值为 5~7, 全光照条件可促进菌丝的生长。在测试的碳源中, 麦芽糖最适宜菌丝生长, 葡萄糖、蔗糖和麦芽糖最适宜产孢; 氮源中以蛋白胨、酵母膏和牛肉膏最适宜菌丝生长, 硝酸钾和尿素最适宜产孢。甜瓜黑斑病菌对淀粉的利用能力很强。生长速率法测定病菌对 7 种杀菌剂的抑制作用, 咪鲜胺锰盐和苯醚甲环唑的抑菌效果最好, 抑制率达到 100%。

**关键词:** 甜瓜; 黑斑病菌; 生物学特性; 药剂筛选

**中图分类号:** S436.429

**文献标识码:** A

## Biological Characteristics of *Alternaria alternata* and Selection of Fungicides *In Vitro*

ZHOU Cao-ying<sup>1</sup>, ZHAO Jie<sup>1,2</sup>, TANG Zhao-lian<sup>2</sup>, ZHI Yue-e<sup>3</sup>

(1. Shanghai Pudong New District Agro-technology Extension Center, Shanghai 201300, China;

2. Shanghai Pudong Youth and Children's Centre, Shanghai 201300, China; 3. School of Agriculture and Biology,

Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** Biological characteristics of *Alternaria alternata* in muskmelon fusarium were analyzed using cross patch methods and approaches of blood cell counting. The results showed that PSA and PDA were most optimal media for pathogen mycelium while maltose agar media was especially suitable for spore production. The tolerance temperature range for mycelium was 5 ~ 35 °C with the most favorite temperature between 25 °C and 30 °C. The optimal pH for mycelial growth was from 7 to 9 while that for spore production was from 5 to 7. Full exposure of light helped to promote the growth of mycelia. In addition, maltose was most suitable for mycelium growth among the tested carbon resources while glucose, sucrose and maltose were most favorable for spore production. Among the tested nitrogen sources, peptone, yeast extract and beef extract were the best for mycelial growth while potassium nitrate and urea were optimal for spore production. Strong ability of utilizing starch was manifested by *Alternaria alternata*. The inhibitory function of 7 fungicides was determined by calculating the growth rate. The results indicated that Prochloraz manganese and difenoconazole possessed the best anti-fungal effects with

收稿日期: 2012-08-09

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(200903056)

作者简介: 周超英(1958-), 男, 大学本科, 高农, 研究方向: 西甜瓜病虫害防治, E-mail: nhzhang321@163.com;

支月娥(1961-)为本文通讯作者, 女, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 农业微生物, E-mail: yueezhi@sjtu.edu.cn

inhibitory rate of 100%.

**Key words:** muskmelon; *Alternaria alternata*; biological characteristics; physiological and biochemical characteristics; pesticides screening

甜瓜(*Cucumis melo* L.)属葫芦科一年生蔓性草本植物,因其果实含有丰富的蛋白质、碳水化合物、维生素和矿物质等而备受国内外市场的欢迎<sup>[1-2]</sup>。甜瓜黑斑病是由细交链孢(*Alternaria alternata*)引起的一个重要病害,能够危害甜瓜叶片、茎蔓和果实<sup>[3]</sup>,近年来,该病害在上海浦东地区发病日益严重,尤其在哈密瓜上发病率较高,少数大棚株发病率达100%,叶发病率达72%,减产达70%以上,已经成为甜瓜上的一个主要病害,严重影响了瓜农的种植积极性。国内对甜瓜黑斑病的研究仅有零星报道,系统研究尚缺乏。本研究通过对甜瓜黑斑病菌的生物学特性研究和杀菌剂毒力测定,掌握病害的发生规律,试图寻找一条通过环境条件控制甜瓜黑斑病发生的有效途径,并筛选出防治该病害的有效药剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试病原菌

甜瓜黑斑病菌(*Alternaria alternata*)采自上海市浦东新区惠南镇甜瓜种植地,经室内组织分离、纯化,回接试验<sup>[4]</sup>证明具有致病性,病原菌于PDA培养基上培养5 d用于试验。

### 1.2 供试药剂

50%多菌灵可湿性粉剂(上海升联化工有限公司)、75%百菌清可湿性粉剂(广东省惠州市中迅化工有限公司)、80%代森锰锌可湿性粉剂(江苏省南通市德斯益化工有限公司)、77%氢氧化铜可湿性粉剂(广东省植保技术咨询服务部)、50%异菌脲悬浮剂(拜耳杭州作物科学有限公司)、50%咪鲜胺锰盐可湿性粉剂(广东省广州市中龙化工有限公司)、10%苯醚甲环唑水分散粒剂(先正达苏州作物保护有限公司)。

### 1.3 病原菌生长条件

#### 1.3.1 不同培养基对甜瓜黑斑病菌菌丝生长和产孢量的影响

选用PDA、PSA、察贝克氏、葡萄糖蛋白胨琼脂、淀粉琼脂、麦芽糖琼脂和酵母浸膏等7种培养基,将直径为1 cm的病原菌菌丝块接种于培养基平

板中央,每个处理设3个重复,25℃培养5 d,采用十字交叉法测量菌落直径,培养10 d后,在培养皿内加10 mL无菌水洗下孢子,用血球计数板测产孢量<sup>[5]</sup>。

#### 1.3.2 不同温度和pH对菌丝生长的影响

将直径为1 cm的病原菌菌丝块接种到PDA平板中央,分别置于5、10、15、20、25、30、35和40℃培养箱内培养5 d,测量菌落直径。

用乳酸和NaOH配制pH值为3、4、5、6、7、8、9和10的不同梯度的PDA培养基,将直径为1 cm的病原菌菌丝块接种于PDA培养基平板中央,置25℃培养箱内培养5 d测量菌落直径,培养第10天测定产孢量。

#### 1.3.3 光照对菌丝生长的影响

将直径1 cm的菌丝块接种到PDA平板中央,分别置于25℃全光照、全黑暗、12 h光照12 h黑暗交替的培养箱内培养5 d测量菌落直径。

#### 1.3.4 不同碳、氮源对菌丝生长和产孢量的影响

采用真菌生理培养基(氮源1 g、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.5 g、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.5 g、碳源5 g、琼脂20 g、蒸馏水1 000 mL)<sup>[5]</sup>。以 $\text{KNO}_3$ 为氮源,测定麦芽糖、鼠李糖、葡萄糖、蔗糖、淀粉、甘露醇和乳糖等碳源对菌丝生长的影响;以蔗糖为碳源,测定蛋白胨、酵母膏、牛肉膏、尿素、硝酸钾、硫酸铵和氯化铵等氮源对菌丝生长的影响。具体测定法为:将直径1 cm的菌丝块接种到培养基平板中央,置25℃培养箱内培养5 d测量菌落直径,第10天测量产孢量。

### 1.4 菌丝对淀粉利用能力的测定

采用淀粉固体培养法<sup>[6]</sup>测定:置于25℃培养箱内培养5 d测定菌落直径和淀粉水解圈直径,用淀粉水解指数[(淀粉水解圈直径/菌落直径)×100%]来衡量病原真菌利用淀粉的能力。

### 1.5 室内药剂筛选

采用生长速率法<sup>[7-12]</sup>进行测定:根据药剂常规使用浓度,先将药剂配制成一定浓度的母液;在灭菌好的含有49 mL PDA培养基的三角烧瓶内加入1 mL药液,充分摇匀,分装到3个直径为9 cm的培养皿中,冷却凝固,药剂在培养基中的有效成分浓度为50 mg/L,以加入1 mL无菌水为对照;将直径为

1 cm 的菌丝块放在含药培养基中央,每皿 1 块,置于 24~25 °C 培养箱内培养 5 d,测量菌落直径,计算抑制率,以各药剂有效成分在培养基中的浓度为测试浓度计算回归方程和抑制中浓度  $EC_{50}$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同培养基对菌丝生长和产孢量的影响

甜瓜黑斑病菌在 PSA 和 PDA 培养基上生长最

好,菌落黑褐色致密,生长较旺盛,培养 5 d 后的直径分别为 6.30 和 6.19 cm,其次为麦芽糖琼脂培养基、葡萄糖蛋白胨琼脂培养基、察贝克氏培养基、淀粉琼脂培养基和酵母浸膏培养基;培养 10 d 后的产孢量以麦芽糖琼脂培养基最大,为  $3.35 \times 10^6$  个/皿,其次分别为淀粉琼脂培养基、察贝克氏培养基、葡萄糖蛋白胨琼脂培养基、酵母浸膏培养基、PSA 和 PDA(表 1)。

表 1 7 种培养基对甜瓜黑斑病菌菌丝生长和产孢量的影响

Tab. 1 The effects of 7 media on hyphal growth and spore production of *A. alternata*

| 菌落直径/cm<br>Colony diameter               | 菌落直径/cm<br>Colony diameter | 产孢量/( $\times 10^6$ 个·皿 <sup>-1</sup> )<br>Quantity of spore production |
|--|----------------------------|---|
| PDA 培养基 Potato dextrose agar medium      | 6.19±0.03ab                | 0.35±0.09b  |
| PSA 培养基 Potato sucrose agar medium       | 6.30±0.18a                 | 0.40±0.09b  |
| 察贝克氏培养基 Czapek-dox agar medium           | 4.91±0.18d                 | 1.05±0.00b  |
| 葡萄糖蛋白胨琼脂培养基 Dextrose peptone agar medium | 5.59±0.03c                 | 0.85±0.23b  |
| 淀粉琼脂培养基 Starch agar medium               | 4.38±0.07e                 | 1.25±0.46b  |
| 麦芽糖琼脂培养基 Maltose agar medium             | 5.75±0.55bc                | 3.35±1.16a  |
| 酵母浸膏培养基 Yeast extract agar medium        | 3.31±0.14f                 | 0.65±0.31b  |

### 2.2 温度和 pH 对菌丝生长和产孢量的影响

甜瓜黑斑病菌在温度为 5~35 °C 范围内均能生长,其中以 25 °C 和 30 °C 生长最为适宜,菌落直径分别为 6.29 和 6.30 cm(表 2)。

表 2 温度对甜瓜黑斑病菌菌丝生长的影响

Tab. 2 The effects of temperature on hyphal growth of *A. alternatas*

| 温度/°C Temperature | 菌落直径/cm Colony diameter |
|-------------------|-------------------------|
| 5                 | 1.35±0.04f              |
| 10                | 2.04±0.07e              |
| 15                | 3.91±0.11c              |
| 20                | 5.17±0.06b              |
| 25                | 6.29±0.03a              |
| 30                | 6.30±0.17a              |
| 35                | 3.21±0.51d              |
| 40                | 1.00±0.00g              |

菌丝在 pH 值 3~10 都能正常生长,且都有孢子产生,其中菌丝生长以 pH 值 7、8、9 最为适宜,直径分别为 6.34、6.13 和 6.16 cm;产孢量以 pH 值 5、6、7 最大,分别为  $1.17 \times 10^6$ 、 $1.08 \times 10^6$  和  $1.08 \times 10^6$  个/皿(表 3)。

### 2.3 光照对菌丝生长的影响

病原菌在全光条件下生长最快,菌落直径为 6.83 cm,其次为光暗交替条件,菌落直径为 6.81

cm;在全暗条件下生长最慢,直径为 6.07 cm(表 4)。

表 3 pH 对甜瓜黑斑病菌菌丝生长和产孢量的影响

Tab. 3 The effects of pH on hyphal growth and spore production of *A. alternata* s

| pH | 菌落直径/cm<br>Colony diameter | 产孢量/( $\times 10^6$ 个·皿 <sup>-1</sup> )<br>Quantity of spore production |
|----|----------------------------|---|
| 3  | 4.27±0.06e                 | 0.35±0.56cd   |
| 4  | 5.64±0.14d                 | 0.92±0.29ab   |
| 5  | 5.91±0.12c                 | 1.17±0.29a  |
| 6  | 5.94±0.12bc                | 1.08±0.14a  |
| 7  | 6.34±0.12a                 | 1.08±0.14a  |
| 8  | 6.13±0.07ab                | 0.67±0.14abc  |
| 9  | 6.16±0.20a                 | 0.50±0.25bcd  |
| 10 | 5.85±0.04c                 | 0.08±0.14d  |

表 4 光照条件对甜瓜黑斑病菌菌丝生长

Tab. 4 The effects of light on hyphal growth of *A. alternata*

| 处理 Treatment  | 菌落直径/cm Colony diameter |
|---|-------------------------|
| 全暗 Darkness   | 6.07±0.09b              |
| 全光 Illumination                                     | 6.83±0.13a              |
| 光暗交替<br>Alternation of illumination<br>and darkness | 6.81±0.16ab             |

### 2.5 不同碳、氮源对菌丝生长和产孢量的影响

菌丝生长最适宜的碳源为麦芽糖,菌落直径为

5.24 cm;产孢量最适宜的碳源为葡萄糖、蔗糖和麦芽糖,分别为  $3.65 \times 10^6$ 、 $2.70 \times 10^6$  和  $2.55 \times 10^6$  个/皿。因此菌丝生长和产孢量较适宜的碳源为麦芽糖(表5)。

表5 碳源对甜瓜黑斑病菌菌丝生长和产孢量的影响

Tab. 5 The effects of carbon resources on hyphal growth and spore production of *A. alternata*

| 碳源<br>Carbon resource | 菌落直径/cm<br>Colony diameter | 产孢量/( $\times 10^6$ 个·皿 <sup>-1</sup> )<br>Quantity of spore production |
|-----------------------|----------------------------|---|
| 麦芽糖 Maltose           | 5.24±0.31a                 | 2.55±0.40ab   |
| 鼠李糖 Rhamnose          | 4.05±0.04d                 | 1.45±0.09bc   |
| 葡萄糖 Dextrose          | 4.44±0.04bc                | 3.65±1.39a  |
| 蔗糖 Saccharose         | 4.43±0.19bc                | 2.70±1.37ab   |
| 淀粉 Amylum             | 4.61±0.07b                 | 1.30±0.68bc   |
| 甘露醇 Mannitol          | 4.30±0.12cd                | 0.90±0.45c  |
| 乳糖 Lactose            | 4.45±0.04bc                | 2.20±0.57abc  |

菌丝生长最适宜的氮源为蛋白胨、酵母膏和牛肉膏,菌落直径分别为 5.35、5.33 和 5.15 cm,但产孢量较少;菌丝在硝酸钾和尿素为氮源的培养基上生长相对缓慢,但产孢量最大,分别为  $1.35 \times 10^6$  和  $0.90 \times 10^6$  个/皿(表6)。

表6 氮源对菌丝生长和产孢量的影响

Tab. 6 The effects of nitrogen resources on hyphal growth and spore production of *A. alternata*

| 氮源<br>Nitrogen        | 菌落直径/cm<br>Colony diameter | 产孢量/<br>( $\times 10^6$ 个·皿 <sup>-1</sup> )<br>Quantity of spore production |
|-----------------------|----------------------------|---|
| 蛋白胨 Peptone           | 5.35±0.09a                 | 0.70±0.23bc   |
| 酵母膏 Yeast extract     | 5.33±0.04a                 | 0.25±0.17c  |
| 牛肉膏 Beef extract      | 5.15±0.19a                 | 0.40±0.09bc   |
| 尿素 Carbamide          | 4.16±0.05b                 | 0.90±0.54ab   |
| 硝酸钾 Niter             | 4.15±0.05b                 | 1.35±0.40a  |
| 硫酸铵 Ammonium sulfate  | 2.11±0.07c                 | 0.65±0.23bc   |
| 氯化铵 Ammonium chloride | 2.06±0.17c                 | 0.65±0.23bc   |

## 2.6 病原菌对淀粉的利用能力

菌丝利用淀粉的能力较强,菌落直径 4.65 cm,水解圈直径 4.12 cm,水解指数 88.60%。

## 2.7 7种杀菌剂对甜瓜黑斑病菌的抑制作用

7种杀菌剂的抑菌测定结果表明,当药剂有效成分浓度为 50 mg/L 时,咪鲜胺锰盐和苯醚甲环唑对甜瓜黑斑病菌菌丝的生长抑制率最高,达到 100%,其余依次为异菌脲、代森锰锌、百菌清和多菌灵,氢氧化铜抑菌效果不明显(表7)。

## 3 讨论

甜瓜黑斑病菌在供试的7种培养基上均能生

表7 7种杀菌剂对甜瓜黑斑病菌的抑菌效果

Tab. 7 Inhibitory effect of seven fungicides on *A. alternata*

| 药剂<br>Fungicide                                   | 菌落直径/cm<br>Colony diameter | 抑制率/%<br>Inhibition rate |
|---|----------------------------|--------------------------|
| 多菌灵 Carbendazin                                   | 4.89±0.06b                 | 22.6                     |
| 百菌清 Chlorothanil                                  | 4.78±0.12b                 | 24.4                     |
| 代森锰锌 Mancozeb                                     | 3.17±0.11                  | 49.8                     |
| 氢氧化铜 Copper hydroxide                             | 6.08±0.14a                 | 3.8                      |
| 异菌脲 Iprodione                                     | 1.00±0.00c                 | 84.2                     |
| 咪鲜胺锰盐<br>Prochloraz-manganese<br>chloride complex | 0.00±0.00d                 | 100.0                    |
| 苯醚甲环唑 Difenoconazole                              | 0.00±0.00d                 | 100.0                    |
| 对照 Control  | 6.32±0.75a                 | —                        |

长,其中在 PSA 和 PDA 培养基上生长最好,但以麦芽糖琼脂培养基的产孢量最大。病原菌对营养的需求具有广泛的适应能力,对碳源的要求不高,无论单糖或多糖均可利用;对氮源的要求虽有所不同,但有机和无机氮均可利用。该菌能够在 5~35 °C, pH 值 3~10 的条件下均能生长和产生孢子。对光照的要求不严格,说明该菌对环境的适应能力很强。

目前,上海甜瓜以保护地栽培为主,黑斑病发生逐年加重,浦东各镇甜瓜产地均有不同程度的发生。因其症状与霜霉病相似,瓜农常用烯酰吗啉、霜霉威和霜脲·锰锌等药剂进行防治,病害没有得到及时有效控制,导致全株叶片枯焦,造成巨大损失。本试验表明,咪鲜胺锰盐和苯醚甲环唑对甜瓜黑斑病菌的抑菌效果最好,其中苯醚甲环唑具有内吸性,可用于叶面喷雾防治,咪鲜胺锰盐有一定的传导性能,具有保护和铲除作用,但其实际应用技术尚需深入研究。此外,防治甜瓜黑斑病应提倡农业栽培防治和生物防治,目前国内有大量关于木霉菌防治病害的研究和报道<sup>[13-14]</sup>,但尚未成功应用于大田,然而就其发展潜力,仍值得进一步探索。

## 参考文献:

- [1] 王坚. 中国西瓜甜瓜[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:351-353,361.
- [2] 范红伟,黄丹枫. 西瓜、甜瓜安全生产实用技术[M]. 上海:上海科学技术出版社,2004:139.
- [3] 吕佩珂,刘文珍,段半锁,等. 中国蔬菜病虫害原色图谱续集[M]. 呼和浩特:远方出版社,1996:83-85.
- [4] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:农业出版社, 1979:116.
- [5] 杨焕青,王开运,范昆,等. 草莓枯萎病菌的生物学特性及7种杀菌剂对其抑制作用[J]. 植物保护学报,

- 2008, 35(2):169-174.
- [6] 朱辉,王满意,李宝聚,等. 辣椒根腐型疫病病原鉴定及防治药剂筛选[J]. 植物保护学报, 2007, 34(4): 373-378.
- [7] 赵杰,周超英,顾振芳. 几种杀菌剂对甜瓜枯萎病菌的室内毒力测定[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2006, 24(4):386-388,393.
- [8] 陆佩,顾振芳,代光辉,等. 黄瓜蔓枯病生物学特性及室内药剂筛选[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2003, 21(3):226-231.
- [9] 康天芳. 几种杀菌剂对甜瓜蔓枯病的室内毒力测定[J]. 甘肃农业大学学报, 2003, 37(1):78-81.
- [10] 陈秀蓉,魏勇良. 几种新型杀菌剂对瓜类蔓枯病菌的毒力测定[J]. 甘肃农业大学学报, 1998, 32(3): 413-416.
- [11] 黄彰欣,黄端平,郑仲,等. 植物化学保护实验指导[M]. 北京:农业出版社,1993:52-61.
- [12] 吴世昌. 新农药荟萃[M]. 北京:农业出版社,1992: 316-317,354-356.
- [13] 徐同,钟静萍,李德葆. 木霉菌对土传病原真菌的拮抗作用[J]. 植物病理学报, 1993, 23(1):63-67.
- [14] 庄敬华,刘淑花,王传世,等. 木霉菌多功能生防菌剂对瓜类枯萎病的防治效果[J]. 植物保护, 2005(5): 90-91.

(上接第81页)

数据丰富,图文并茂,对花卉的分类、产地、习性、形态特征与园林应用等信息均有较详细的描述,可以供园林设计者及花卉爱好者进行花卉基础知识的学习和交流,还能够辅助花卉学的教学工作。

在数据库的结构和管理上,上海常见花卉数据库实现了数据浏览与数据管理的相互独立,数据库中的数据不能被用户随意修改,而是由专业的数据管理者进行数据的添加、修改与删除,这样就保证了数据的准确与同步。其次,该数据库利用了网络技术,用户不需要直接拷贝数据库,也不需要安装特殊程序,只要有与网络连接计算机和 Web 浏览器就能够使用该数据库,而且网页界面友好,方便用户使用。数据库的查询方式与信息内容具有针对性,符合普通人群的理解与需求。

本数据库的建立是对花卉应用与教学中有关花卉信息管理方面的一次尝试与探索,数据库中的问题与疏漏在所难免,且收集的花卉种类尚不完善。但由于能够方便地进行后续的数据优化及扩充,为进一步建立功能更强大的上海花卉数据库以及上海其他作物和观赏植物数据库奠定了基础。

参考文献:

- [1] 中国科学院昆明植物研究所. 中国植物物种信息数据库[DB/OL]. [2012-06-08]. <http://db.kib.ac.cn>.

- [2] 中国科学院. 中国植物主题数据库[DB/OL]. [2012-06-08]. <http://www.plant.csdb.cn>.
- [3] Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University, Herbaria, Australian National Herbarium. The International Plant Names Index [DB/OL]. [2012-5-16]. <http://www.ipni.org/>
- [4] Species 2000, Global Biodiversity Information Facility. Integrated Taxonomic Information System [DB/OL]. [2012-5-16]. <http://www.itis.gov/>
- [5] United States Department of Agriculture. USDA-NRCS plants database [DB/OL]. [2012-5-16]. <http://plants.usda.gov>.
- [6] 陈文允,普春霞,周浙昆. 云南野生花卉数据库的建立及应用[J]. 西部林业科学, 2006, 35(1):104-109.
- [7] 夏冰,何婷婷,董丽. 北京地区花境植物材料数据库的建立与应用[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(35): 20431-20433.
- [8] 任俐,岳桦. 室内花卉应用设计专家系统数据库的构建[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(6):106-108.
- [9] 王娟. 基于 ASP 与 Dreamweaver 数据库网站的开发[J]. 制造业自动化, 2010, 32(6):126-128.
- [10] 沈光,佟斌,孙波. 论植物数据库的建立[J]. 国土与自然资源研究, 2007(1):89-90.
- [11] 邢震,张启翔,刘灏,等. 西藏园林植物资源数据库检索系统的构建[J]. 北京林业大学学报, 2012, 34(1): 105-109.