

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2020.04.001

凉山州木本植物上的白粉菌调查

郑晓慧¹, 欧静², 李秋燕³, 吴瑕¹

(1.西昌学院农业科学学院, 四川 西昌 615013; 2.邻水县园林管理所, 四川 邻水 638500;

3.枫国宏利信息科技服务(成都)有限公司, 四川 成都 610000)

摘要:白粉菌是一类高等植物的重要专性寄生病原真菌,广泛分布于世界各地,能引致多种植物发生白粉病,并为害多种经济植物,引起严重损失。2008年9月—2019年5月对凉山州木本植物上的白粉菌进行了调查和研究,共鉴定出6属50余种,报道其中常见且危害严重的8种:冷水花白粉菌 *Erysiphe pileae* (Jacz.) Bunk ex Braun; 猪殃殃新白粉菌 *Neoerysiphe galii* (S. Blumer) U. Braun; 锡金白粉菌 *Erysiphe sikkimensis* Chona, J. N. Kapoor & H. S. Gill; 毛茛蓼斗菜白粉菌 *Erysiphe aquilegiae* var. *ranunculi* (Crev) (Grev.) R.Y. Zheng & G.Q. Chen; 本间白粉菌 *Erysiphe hommae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. 2000; 刺槐白粉菌 *Microsphaera robiniae* Tai; 草野钩丝壳 *Uncinula kusanoi* Syd. & P. Syd; 三孢半内生钩丝壳 *Pleochaeta shiraiana* (Henn.) Kimbr. & Korf。

关键词:白粉病; 形态特征; 分类; 凉山**中图分类号:**S763.15 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2020)04-0001-04

Powdery Mildew on Woody Plants in Liangshan

ZHENG Xiaohui¹, OU Jing², LI Qiuyan³, WU Xia¹

(1.School of Agricultural science, Xichang University, Xichang, Sichuan 615013, China;

2.Linshui County Garden Management Office, Linshui, Sichuan 638500, China;

3.Manulife Business Processing Services Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610000, China)

Abstract: Powdery mildew is an important parasitic fungus of higher plants widely distributed all over the world. It can cause disease in many plants and harm a variety of economic plants in the result of serious losses. From September 2008 to May 2019, the powdery mildew on woody plants in Liangshan Yi Autonomous Prefecture has been studied. A total of more than 50 species of 6 genera are identified, and 8 of them are reported as common and hazardous: *Erysiphe pileae* (Jacz.) Bunk ex Braun, *Neoerysiphe galii* (S.Blumer) U.Braun, *Erysiphe sikkimensis* Chona, J.N. Kapoor & H.S. Gill, *Erysiphe aquilegiae* var. *ranunculi* (Crev) (Grev.) R.Y. Zheng & G.Q. Chen, *Erysiphe hommae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. 2000, *Microsphaera robiniae* Tai, *Uncinula kusanoi* Syd. & P. Syd, and *Pleochaeta shiraiana* (Henn.) Kimbr. & Korf.

Keywords: powdery mildew; morphological characteristics; taxonomy; Liangshan

0 引言

四川省凉山州位于中国东部湿润亚热带气候和西部干湿交替亚热带气候的分界线,特殊的地理位置和气候条件孕育了独特的植被类型,同时该区域也是西南地区林木资源最丰富的区域之一,种子植物有197科6894种^[1-2]。复杂的生境和丰富而独特的植物资源和气候条件,为植物病原真菌的生存提供了适合的环境,也形成了该区域白粉菌的物种多样性。

2008年9月—2019年5月,笔者对凉山州木本植物白粉菌进行了调查和采集,共采集到白粉菌标

本300余份,采用经典形态学分类研究方法对所有采集样本进行形态特征描述并绘制显微图。

1 研究方法

1.1 症状观察和样本采集

观察白粉菌在寄生植物上的寄生部位和症状,如叶片(正面、背面、两面),叶柄,茎,花器(花尊、花蕾),果等。记录寄主及采集相关信息。

1.2 分生孢子萌发试验

将洋葱的内表皮用剪刀剪成1 cm²大小放入80%的酒精中浸泡24 h,取出洋葱的内表皮在自来水下冲洗并置载玻片上摊开,将白粉菌分生孢子粘

收稿日期:2020-09-08**基金项目:**国家自然科学基金项目(31860036);西昌学院“两高人才”项目(LGLZ201905)。**作者简介:**郑晓慧(1962—),女,四川西昌人,教授,硕士,研究方向:植物病原菌物。

在载玻片上的洋葱内表皮上,置20~25℃相对湿度80%的恒温箱中培养4~5h后,镜检并观察芽管的形态和着生方式。

1.3 显微镜下的形态观察

标本在SZ-ST型体视显微镜(OLYMPUS)下观察。分别用刀片刮取菌丝、分生孢子梗和分生孢子少许,用解剖针挑取适当数量的子囊果置于滴有浮载剂的载玻片上,盖上盖玻片制成无性型或有性型装片在BX35型显微镜(OLYMPUS)下进行观察和测量,参照查阅郑儒永等^[4]的研究及相关文献进行物种鉴定。

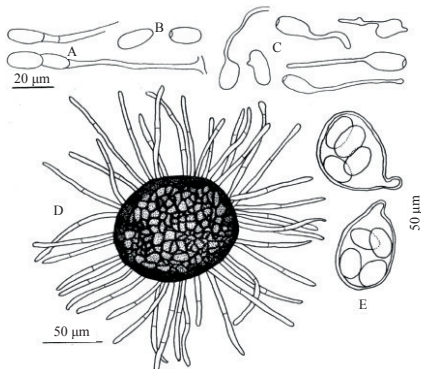
2 结果与分析

本次调查共采集并鉴定出白粉菌6属50余种,本文报道其中常见且危害严重的8种。

2.1 冷水花白粉菌(*Erysiphe pileae* (Jacz.) Bunk ex Braun)

菌丝体叶面生,存留,形成近圆形或边缘无定形的斑块,常互相愈合而相连成片;分生孢子近柱形,18.17~30.31(21.98)×8.25~11.23(19.04)μm;子囊果近聚生,埋藏在菌丝内,暗褐色,扁球形,半径33.84~57.48(45.67)μm,壁细胞不规则多角形,附属丝13~40根,一般分枝,较硬挺,弯曲,长的有时近直而在局部扭曲或曲折状,长度约24.49~82.86(49.51)μm,上下近等粗,或基部稍粗,向上不明显的略渐细,或在局部上粗细不均,宽5.62~6.21(6.65)μm,壁薄,稍粗糙,有隔膜,成熟时在全长上褐褐色,少数向上渐淡而到顶端近无色;子囊近卵形、偏卵形,一般有短柄,少数近无柄,50.80~66.00×30.50~40.60μm;子囊孢子4个,长卵形,带黄色,17.50~22.90×11.40~13.90μm(图1)。

寄主植物:冷水花(*Pilea notata* C. H. Wright), px201060,郑晓慧,2010年9月12日,凉山州木里县。



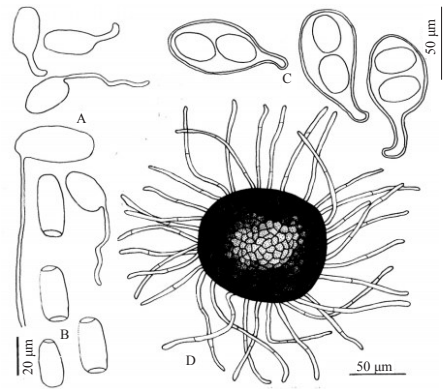
A. 分生孢子梗;B. 分生孢子;C. 芽管; D. 子囊果;E. 子囊和子囊孢子

图1 冷水花白粉菌图

2.2 猪殃殃新白粉菌(*Neoerysiphe galii* (S. Blumer) U. Braun)

菌丝体叶的两面生,亦生茎上及果上,消失至存留,展生;分生孢子近柱形至桶-柱形,14.66~35.02(26.63)×8.14~16.17(11.39)μm;子囊果散生至近聚生,暗褐色,扁球形,平均半径60.46μm,壁细胞不规则多角形;附属丝17~45根,自子囊果下部发生,一般不分枝,弯曲至扭曲,互相缠绕,长108.92~320.88(180.44)μm,宽4.38~8.14(5.82)μm,粗细不均,壁薄,往往在全长上稍粗糙,少数平滑,有隔膜,无色或褐色;子囊卵形或近卵形,一般有柄,少数无柄,31.47~70.48(50.75)×25.69~34.31(29.80)μm;子囊孢子2个,卵形-矩圆-卵形,带黄色,15.87~28.03(20.90)×9.77~16.31(14.62)μm(图2)。

寄主植物:猪殃殃(*Galium aparine* L.), px201171, 郑晓慧,2010年9月14日,凉山州盐源县泸沽湖。



A. 芽管;B. 分生孢子;C. 子囊和子囊孢子;D. 子囊果

图2 猪殃殃新白粉菌图

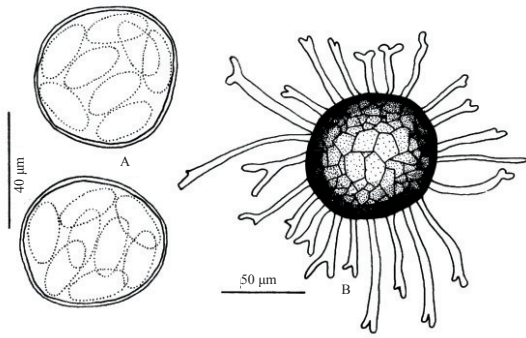
2.3 锡金白粉菌(*Erysiphe sikkimensis* Chona, J. N. Kapoor & H. S. Gill)

菌丝体叶面生,展生,铺满全叶,分生孢子椭圆形,桶柱形,串生。子囊果聚生,子囊果平均半径45.08μm;附属丝二叉状分支,有的分支不明显,长20.01~58.96(35.80)μm,宽3.20~7.32(5.34)μm;子囊近球形,广卵形,无柄,个别有短柄,48.66~58.93(54.75)×37.09~46.48(41.77)μm;子囊孢子8个,卵形,长椭圆形,20.13~27.65(23.90)×9.31~12.18(10.60)μm(图3)。

寄主植物:高山栎(*Castanopsis delavayi* Franch), px201110,李子豪,2011年1月16日,西昌市泸山。

2.4 毛茛蓼斗菜白粉菌(*Erysiphe aquilegiae* var. *ranunculi* (Crev) (Grev.) R.Y. Zheng & G.Q. Chen)

菌丝体大多叶的两面生,少数叶面生或叶背生,亦生叶柄和梗上,消失、近存留至存留,展生至形成薄而无定形的斑块;子囊果散生至聚生,深褐



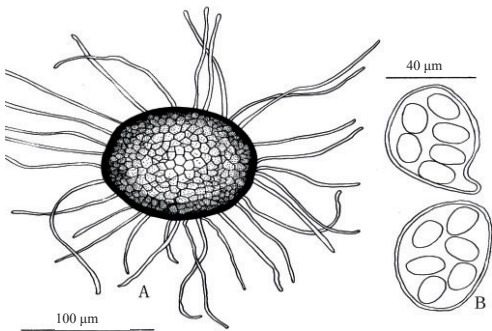
A. 子囊和子囊孢子;B. 子囊果

图3 锡金白粉菌图

色,扁球形,平均半径 56.49 μm;附属丝 12~24 根,一般不分枝,大多数弯曲,少数近直,常常明显的曲折状或波状,有时近结节状,长度为 140.57~430.74 (329.39) μm,宽 4.32~8.49(6.25) μm,上下等粗,有时略粗细不匀,壁薄,稍粗糙或平滑,有隔膜,褐色,向上渐淡,有的近无色;子囊卵形、不规则椭圆形,少数广卵形至近球形,有短柄至近无柄,34.00~73.00(54.67)×31.00~46.00(35.40) μm;子囊孢子 8 个,卵-椭圆形、长卵形,黄色,17.35~23.10(20.32)×8.24~12.22(10.01) μm(图4)。

标本采集于白粉菌生长后期,未见无性态。

寄主植物:唐古草(*Thalictrum aquilegifolium* var. *sibiricum* Regel et Tiling), px201070,郑晓慧,2010年9月14日,2016年9月25日,凉山州盐源县泸沽湖。



A. 子囊果;B. 子囊和子囊孢子

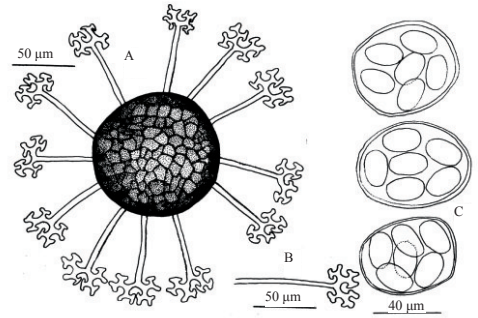
图4 毛茛蓂斗菜白粉菌图

2.5 本间白粉菌 (*Erysiphe hommae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. 2000)

菌丝体叶的两面生,存留,常形成白色不规则斑块;子囊果散生,或由聚生到散生,深褐色,球形或扁球形,平均半径 43.40 μm,壁薄;附属丝 7~11 根,直或弯,长 41.07~88.04(59.83) μm,宽 6.03~8.02(7.07) μm,多与子囊果直径等长,外壁粗糙或平滑,间或生一隔膜,无色透明,基部浅褐色,顶部具 2~6 次双分叉,常为 4~5 次双分叉,第一分枝较

其他分枝长,多不反卷,少数反卷,尖或钝圆或平截;子囊球形、亚球形、广卵形或宽椭圆形,无柄或具短柄,37.91~51.97(47.15)×31.97~39.89(37.38) μm;子囊孢子 6 个,椭圆形、卵形、短腊肠形或矩椭圆形,16.34~20.42(17.88)×9.59~12.90(10.87) μm(图5)。

寄主植物:榛(*Corylus heterophylla* Fisch.), px201061,郑晓慧,2010年9月,凉山州盐源县。



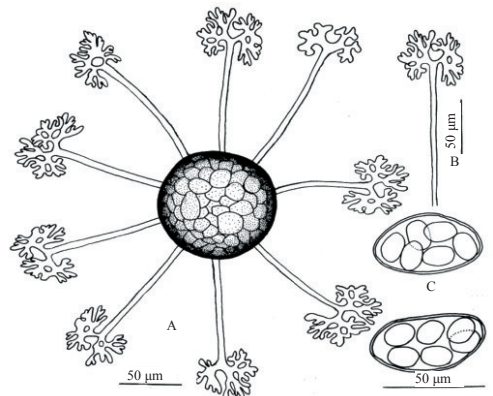
A. 子囊果;B. 附属丝;C. 子囊和子囊孢子

图5 本间白粉菌图

2.6 刺槐白粉菌(*Microsphaera robiniae* Tai)

菌丝体叶的两面生,大多叶面生,有时密布豆荚,存留,展生,有时形成斑块;子囊果聚生,扁球形或半球形,平均半径 52.06 μm;附属丝 5~11 根,长 104.91~272.06(178.92) μm,宽 7.54~12.34(9.86) μm,有时在基部或靠近基部常稍膨大,弯曲或直,曲折或屈膝状,主干外壁平滑,基部壁较厚,无隔或有时有隔,无色或呈淡褐色,多为双叉状分枝 3~7 次,罕为 3 次,分枝较整齐而密,末枝不反卷,顶端多尖削,少数钝圆或平截;子囊卵形或长卵形、椭圆或卵矩圆形,有短柄,40.16~56.80(49.45)×27.57~31.10(29.46) μm;子囊孢子 6~8 个,卵形或椭圆形,12.35~20.28(17.19)×8.99~11.29(10.17) μm(图6)。

寄主植物:刺槐(*Robinia pseudoacacia* Linn.), px201075,郑晓慧,2010年9月,凉山州德昌县。



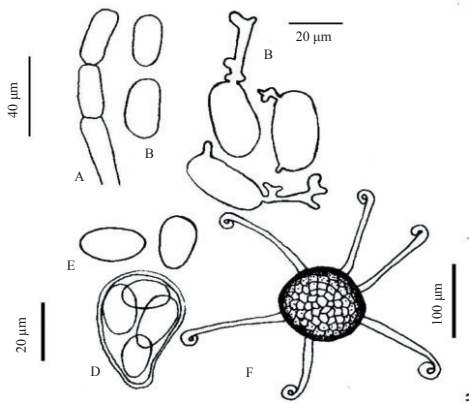
A. 子囊果;B. 附属丝;C. 子囊和子囊孢子

图6 刺槐白粉菌图

2.7 草野钩丝壳(*Uncinula kusanoi* Syd. & P. Syd)

菌丝体叶的两面生,消失近存留,形成薄而不明显的斑片。分生孢子梗粗短,椭圆形、距圆形,直径 $27.5 \sim 52.5(34.4) \times 12.5 \sim 18.2(14.8) \mu\text{m}$ 。芽管大多发生于分生孢子的端壁,终止于一个棍棒形的附着胞。闭囊壳在叶片上散生至聚生,黑褐色,扁球形,直径 $75.8 \sim 13.2(98.9) \mu\text{m}$ 。附属丝 $4 \sim 11$ 根,顶端常卷曲,长 $54.7 \sim 126.8(96.3) \mu\text{m}$,为闭囊壳直径 $0.65 \sim 1.1$ 倍。子囊孢子椭圆形、圆形,大小 $12.7 \sim 26.8(20.5) \times 8.7 \sim 14.6(11.1) \mu\text{m}$ 。壁细胞大小 $13.1 \sim 21.5(16.5) \mu\text{m}$ (图7)。

寄主植物:黑弹朴(*Celtis bungeana* Blume), px200808,张武、欧静,2008年10月28日;郑晓慧,2019年11月20日,西昌市西昌学院。



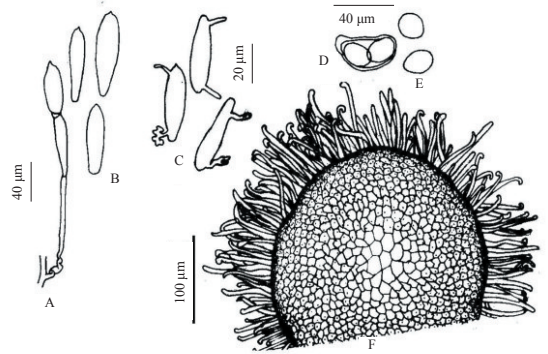
A. 分生孢子梗;B. 分生孢子;C. 芽管;D. 子囊; E. 子囊孢子;F. 闭囊壳

图7 草野钩丝壳图

2.8 三孢半内生钩丝壳(*Pleochaeta shiraiana* (Henn.) Kimbr. & Korf)

菌丝体叶背生,形成明显及较厚的斑片,最后往往覆盖全叶。分生孢子梗细长,基部扭转 $3 \sim 4$ 周。分生孢子单生,长椭圆形、倒棍棒,大小 $44.9 \sim 77.2(59.6) \times 10.6 \sim 20.3(15.3) \mu\text{m}$ 。芽管大多发生于分生孢子的端壁,菌丝变宽,没有明显的附着胞。闭囊壳主要叶背生,聚生到散生,暗褐色,扁球形,直径 $216.3 \sim 300.3(275.4) \mu\text{m}$ 。附属丝很多,约 $80 \sim 450(160)$ 根,顶端稍卷。长 $20.6 \sim 121.8(78.18) \mu\text{m}$,约为闭囊壳直径 $0.1 \sim 0.3$ 倍。子囊孢子多为2个,矩圆形、卵形、长卵形, $15.9 \sim 32.5(5.3) \times 9.4 \sim 17.8(13.4) \mu\text{m}$ 。壁细胞不规则多角形,直径 $6.2 \sim 17.4(9.6 \sim 11.4) \mu\text{m}$ (图8)。

寄主植物:黑弹树(*Celtis bungeana* Blume), px200818,欧静,2008年12月12日;郑晓慧,2018年12月3日,西昌市西昌学院。



A. 分生孢子梗;B. 分生孢子;C. 芽管;D. 子囊孢子; E. 子囊 F. 闭囊壳

图8 三孢半内生钩丝壳图

3 结论与讨论

2008年9月—2019年5月对凉山州木本植物上的白粉菌进行了调查和研究,依据经典分类系统,将无性型与有性型结合,共鉴定出6属50余种,本文报道其中8种:冷水花白粉菌 *Erysiphe pileae* (Jacz.) Bunk ex Braun;猪殃殃新白粉菌 *Neoerysiphe galii* (S. Blumer) U. Braun;锡金白粉菌 *Erysiphe sikkimensis* Chona, J. N. Kapoor & H. S. Gill;毛茛蓼斗菜白粉菌 *Erysiphe aquilegiae* var. *ranunculi* (Crev) (Grev.) R.Y. Zheng & G.Q. Chen;本间白粉菌 *Erysiphe hommae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. 2000;刺槐白粉菌 *Microsphaera robiniae* Tai;草野钩丝壳 *Uncinula kusanoi* Syd. & P. Syd;三孢半内生钩丝壳 *Pleochaeta shiraiana* (Henn.) Kimbr. & Korf。

白粉菌在世界各地被广泛报道,《中国真菌志(第一卷)白粉菌目》遵循以形态为主要依据,在形态基础上要考虑寄主专化性的分种原则记载了我国有白粉菌22属(有性态18属,无性态4属)、253种和变种,寄生于83科、336属、871种和变种植物上^[4]。近年来,随着电子显微技术和分子生物学技术在白粉菌研究中的应用,有关白粉菌的分类系统发生了很大的变化,形态学与分子系统学、超微结构分析相结合明确了白粉菌的系统发育地位和亲缘关系,2012年Braun等记载了世界白粉菌共870种^[3]。目前白粉菌科主要分为5个族,包含16个有性型属和2个无性型属^[6]。基于形态学特征和分子系统学的最新研究进展,本文按经典分类系统进行分类,在考虑子囊果及其附属丝、子囊、子囊孢子的形态特征的同时,也进行了分生孢子梗的着生位置、脚胞的形状、附着器的着生位置及形状、分生孢

力,协同完成促进学生全面发展的实践活动^[1]。进入高校体育保健班学习的学生,家长除关心他们的专业课学习成绩外,也牵挂他们的身体状况。体育保健课教师面临的授课对象类型诸多,并非对每一个学生都有深入了解,而家长则是伴随着学生的成长,最关心、最了解学生。因此,体育保健课教师要与家长及时保持沟通,经常交流学生身体健康状况变化和体育锻炼信息,共同做好学生运动干预和身体健康的监护工作,为体质弱势学生的身心健康提供保障,筑牢学生对保健康复知识的掌握,使他们在掌握专业技能的同时提高身心健康水平,助力他们建立科学、文明、健康的生活方式,更好地适应社会需求。

4 结语

安徽省民办本科院校体育保健课实施中面临

的困境主要体现在教学管理制度不完善、体育保健课程内容供给与学生需求不平衡、学生选修体育保健课存在心理障碍、师资力量与硬件设施难以满足教学需求。本研究通过对上述困境的分析并结合学生身体状况类型提出精准措施,有助于民办高校从实际出发整合校园各方面资源更好地实施体育保健课教学,有效缓解体育保健课课程内容的供需矛盾,满足学生对体育保健课的学习需求。这些困境随着整个高等教育的发展与教学改革的深入在不断变化,民办本科院校只有不断适应高等教育发展形势,推动民办本科院校体育保健课教学改革向纵深方向发展,才能更好实施体育保健课程教学任务,实现育人教学目标;才能真正落实以生为本,体现教育公平与生命关怀,也势必为构建和谐校园起到至关重要的作用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.全国普通高等学校体育课程指导纲要[EB/OL]. (2002-06-21).[2020-2-8]. http://www.moe.gov.cn/s78/A10/moe_918/tmull_8465.html.
- [2] 郑继超,常继斋.健康中国背景下大学生体质弱势群体公共体育教育模式创新研究[J].南京体育学院学报,2018 (10):63-68.
- [3] 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《国家学生体质健康标准(2014年修订)》的通知[EB/OL].(2014-07-07) [2020-6-12].<http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s3273/201407/171692.html>.
- [4] 陈丽英.大学体育弱势群体心理障碍及体育教学促进策略[J].攀枝花学院学报,2009,26(6):111-115.
- [5] 齐华.刍议高校教学管理的质量和效能[J].统计与管理,2015(6):34-36.
- [6] 王军伟,余丁友.基于适应体育的高校体育保健课程体系构建[J].南京体育学院学报,2019(7):31-36.
- [7] 刘晓莉.高校体育保健课程资源的开发与利用研究[J].西昌学院学报(自然科学版),2017,31(1):125-127.
- [8] 安徽省教育厅.安徽省教育厅关于在全省高校推行公共体育艺术教育俱乐部制教学改革的意见[EB/OL]. (2018-05-31) [2020-4-8]. <http://jyt.ah.gov.cn/1569/view/583023.shtml>.
- [9] 张剑威,汤卫东.“体医结合”协同发展的时代意蕴、地方实践与推进思路[J].首都体育学院学报,2018,30(1):73-77.
- [10] 彭丹,朱锡斌.构建高校家校合作育人模式的意义及其路径[J].教育现代化,2019,6(45):16-18+21.
- [11] 艾贤明,郑国.基于活动理论的高校家校合作育人模式构建[J].中国成人教育,2019(5):61-65.

(上接第4页)

子单生还是串生、有无纤维体、分生孢子的大小,形状及萌发位置和类型的研究,其形态特征与 Braun 等^[3]描述的白粉菌物种一致。由于在标本采集时,收到采集时间和采集季节的限制,部分采集到的标

本因有性态未充分成熟或暂时为形成有性态,从而无法对其进行有效鉴定。此外,还需要后续采用分子系统学研究方法进一步澄清。

参考文献:

- [1] 刘建林,罗强,赵丽华.四川攀西种子植物[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [2] 刘建林,罗强,赵丽华.四川攀西种子植物(第2卷)[M].北京:清华大学出版社,2010.
- [3] BRAUN U, COOK R T A. Taxonomic manual of the Erysiphales (Powdery Mildews)[M]. Utrecht the Netherland: CBS Biodiversity Series 11, 2012:1-707.
- [4] 郑儒永,余永年.中国真菌志:第一卷白粉菌目[M].北京:科学出版社,1987.1-552.
- [5] 赵震宇.新疆白粉菌志[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1979.
- [6] 唐淑荣,管观秀,刘淑艳.中国白粉菌目分类学研究现状[J].菌物研究,2018,16(3):138-149.
- [7] BRAUN U. A Monograph of the Erysiphales (Powdery Mildews)[J]. Nova Hedwigia Beiheft, 1987,89:1-700.