

The Morphologies of Rhizosphere of Arbuscular Mycorrhizal
Fungi of Sugarcane in Guangxi

广西甘蔗根际土壤 丛枝菌根真菌形态 图谱

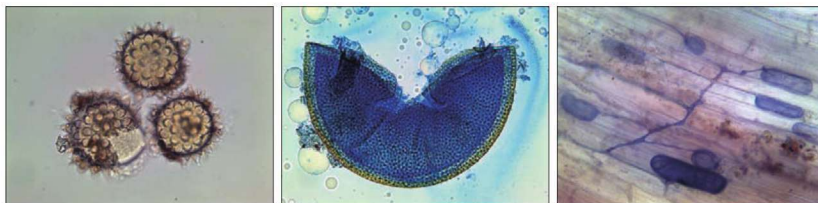
陈廷速 张金莲 龙艳艳 著



广西科学技术出版社

广西甘蔗根际土壤 丛枝菌根真菌形态 图谱

陈廷速 张金莲 龙艳艳 著



广西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

广西甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图谱 / 陈廷速, 张金莲, 龙艳艳著. — 南宁: 广西科学技术出版社, 2015.10
ISBN 978-7-5551-0490-2

I. ①广… II. ①陈… ②张… ③龙… III. ①甘蔗—VA菌根—植物形态学—图谱 IV. ①Q949.710.4-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第234795号

广西甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图谱

GUANGXI GANZHE GENJI TURANG CONGZHIJUNGEN ZHENJUN XINGTAI TUPU

陈廷速 张金莲 龙艳艳 著

责任编辑: 陈勇辉 罗煜涛
装帧设计: 韦娇林

责任校对: 何燕英
责任印制: 韦文印

出版人: 韦鸿学
社址: 广西南宁市东葛路66号
网 址: <http://www.gxkjs.com>

出版发行: 广西科学技术出版社
邮政编码: 530022

经 销: 全国各地新华书店
制 版: 广西雅昌彩色印刷有限公司
印 刷: 广西大华印刷有限公司
地 址: 广西南宁市高新区科园路62号
开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16
字 数: 23千 字
版 次: 2015年10月第1版
书 号: ISBN 978-7-5551-0490-2
定 价: 218.00 元

邮政编码: 530007

印 张: 16.75
印 次: 2015年10月第1次印刷

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接向本社调换。

作者简介



陈廷速

男，博士，广西农业科学院微生物研究所研究员。2000—2002年在厦门大学国家传染病诊断试剂与疫苗工程技术研究中心从事转基因研究，2002年于福建农林大学获得博士学位，2005—2010年在美国肯塔基大学、明尼苏达大学及瑞典哥德堡大学从事研究工作。主持承担国家自然科学基金、国家人力资源和社会保障部留学回国人员择优资助项目（优秀项目类）、广西壮族自治区科学技术厅及其他厅级项目16项。在国外期刊 *The Plant Cell*、*The Journal of Biological Chemistry*、*BMC Biotechnology*、*BMC Plant Biology* 等发表SCI论文6篇，在国内期刊发表论文20多篇。目前为广西农业科学院学科团队：作物—根际土壤微生物互作研究团队负责人，从事甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌多样性及其生态功能研究。



张金莲

女，硕士，广西农业科学院微生物研究所助理研究员。2000年于广西大学农学院获得学士学位，2005年于广西大学生命科学与技术学院获得硕士学位。发表研究论文10篇。从事甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌种质资源研究。



龙艳艳

女，博士，广西农业科学院微生物研究所助理研究员。2010年于广西大学农学院获得硕士学位，2010—2013年在中国科学院微生物研究所真菌学国家重点实验室郭良栋研究小组从事土壤真菌研究，2013年于广西大学农学院获得博士学位。发表SCI论文3篇、其他论文12篇。从事作物根系内生真菌种质资源应用基础研究。

**广西甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌项目
专家组人员名单**

组 长：陈廷速

副 组 长：张金莲 龙艳艳

成 员：廖 楠 李冬萍 汪 茜 谭裕模
袁照年 李 松 王维赞 黄玉溢
卢文祥 李廷化 伍荣冬 卢李威
黄振瑞 江 永 杨绍锬 杨荣仲
车 江 旅谭宏 伟 甘 立 林 洁
宋 娟 冯兰舒 晏卫红 王灿琴
郎 宁 陆祖军 黄京华 顾明华

作者衷心感谢本专著获得以下项目资助：

国家自然科学基金（31360356）

国家甘蔗产业技术体系（CARS-20-3-5）

国家人力资源和社会保障部留学回国人员择优资助项目
（优秀项目类）（2012-258）

广西回国基金（2011GXNSFC018011）

生态广西建设引导资金项目（2013-45）

广西科技攻关项目（12300007）

广西农业科学院学科团队项目（2015YT81）

序 言

丛枝菌根 (Arbuscular Mycorrhizas, AM) 是由球囊菌门 (Glomeromycota) 真菌与陆地植物根系形成的互惠共生体, 可侵染85%以上的陆地植物, 包括绝大多数重要经济作物。丛枝菌根真菌一方面从植物根系获取生长所需的碳源, 另一方面帮助植物从土壤中吸收氮 (N)、磷 (P) 等矿物营养和水分, 促进植物生长, 增强宿主的抗逆性; 同时它可改善土壤的结构, 减少化肥的施用量, 改良和修复退化的土壤, 提高农作物产量。丛枝菌根是分布最为广泛的菌根类型, 目前全世界已描述了200余种丛枝菌根真菌。由于丛枝菌根具有重要的生态功能, 因此世界各国对丛枝菌根真菌的多样性和生态功能研究十分重视。

广西是我国最大的甘蔗种植区, 甘蔗生产对发展当地农业经济和增加农民收入发挥了重要作用。然而, 经过20~30年的连作以及大量施用化肥, 土壤退化严重, 影响了甘蔗产量。因此, 开展甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌多样性及其应用基础研究具有重要的理论意义和应用价值。《广西甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图谱》是一部由广西农业科学院微生物研究所陈廷速、张金莲、龙艳艳著的极具特色的专著。该书系统地介绍了包括广西26个市 (县、区) 在内的不同甘蔗种植区7种不同土壤类型的甘蔗根际土壤中的丛枝菌根真菌多样性, 并附上不同种属的孢子形态图谱以及甘蔗根系菌根真菌侵染情况。该书内容丰富, 为初入门的研究者提供了极大的方便, 是一本难得的参考书。

中国科学院微生物研究所真菌学国家重点实验室研究员
中国菌物学会常务副理事长、菌根及内生真菌专业委员会主任



2015年5月

前 言

广西是我国最大的甘蔗种植区和蔗糖产业中心，甘蔗种植面积约107万公顷，占全国的60%以上，其中90%以上的甘蔗种植在旱坡地，春旱、秋旱频繁。主产蔗区甘蔗种植主要采用单一的连作制，经过20~30年的种植和大量施用化肥，土壤退化严重，大部分蔗区土壤呈酸性。干旱和蔗田土壤生态条件恶化，使甘蔗平均单产量未能取得大的突破，成为制约该产业可持续发展的重要因素。

丛枝菌根（Arbuscular Mycorrhizas, AM）是由球囊菌门（Glomeromycota）真菌与植物根系形成的互惠共生体，它是自然界中最普遍的一种菌根类型，85%以上的陆地植物都能形成丛枝菌根。研究表明，AM真菌与植物根系共生后，在植物根际形成庞大的菌丝网络系统，能促进宿主植物对土壤水分和养分（特别是磷）的吸收和利用，提高肥料的利用率。AM真菌在稳定土壤结构、抑制土传病害、改善植株根际土壤生态和微生物群落结构方面具有重要的作用。

我国农业生产普遍超量施用化肥，其中流失量达70%以上，造成土壤严重退化和地下水资源的污染。针对这一问题，农业部提出力争到2020年，化肥利用率达到40%以上。但是在相当长的一段时期内，小规模种植仍然是我国农业生产的现实问题。不同土壤类型，不同农户长期的施肥量存在差异，真正做到测土配方施肥是一个严重的挑战。因此，从自然界本身出发，利用AM真菌来修复退化的土壤，提高农作物对土壤肥料的利用率，既能减少化肥的施用量，又能够提高农作物的产量，将是一个效果好且经济的途径。

近五年来，我们开展了甘蔗根际土壤AM真菌多样性研究，用所获得的AM真菌进行单孢和多孢富集培养，建立AM真菌资源库，筛选甘蔗优势AM菌株。以河沙、甘蔗渣（或木薯渣）及泥炭土作为培养基质，中试生产AM菌剂（孢子量平均为150个/克）。2012~2014年连续进行大田甘蔗的AM菌剂应用试验与

示范，结果表明，AM真菌能促进植株对土壤养分的吸收，提高土壤的pH值，提高甘蔗产量10%~24%，且能减少化肥的施用量。目前已发表相关研究论文6篇。因此，利用AM真菌来改善土壤的生态结构，修复退化的土壤，提高土壤养分的利用率，减少化肥的施用量，从而促进农业生态环境建设是可行的。

本书是在总结前人研究的基础上，通过我们研究团队五年多来在广西不同甘蔗种植区〔桂东南、桂南、桂西、桂中，包括26个市（县、区）〕，采集7种不同土壤类型的甘蔗根际土壤，分离、纯化原始土样和诱集培养物中的AM真菌孢子，并对孢子进行形态鉴定和甘蔗根系AM真菌检测，将所获得的资料整理而成。系统的孢子形态描述、种属分类和分子鉴定也正在进行之中。我国目前缺乏便于初学者入门学习、对不同AM真菌种属鉴定时能借鉴的形态图谱图书资料。因此，本书的主要目的就是想通过直观展示甘蔗根际土壤中不同AM真菌种属的形态图谱，为初学者进行其他植物或农作物不同种属的AM真菌形态鉴定提供帮助。也希望本书的出版，能让更多人了解作物根际土壤丛枝菌根真菌，了解AM真菌在生态农业中提高作物产量及其在农业土壤生态修复中潜在的巨大作用，推动我国AM真菌的应用研究。由于有的属种有待进一步鉴定，书中难免有缺点和欠妥之处，敬请读者批评指正。

作者

2015年5月于南宁

目录

第一章 桂东南甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图	1
博白县水稻土/赤红壤10种丛枝菌根真菌形态图	2
贵港市赤红壤9种丛枝菌根真菌形态图	10
第二章 桂南甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图	15
北海市砖红壤9种丛枝菌根真菌形态图	16
崇左市赤红壤9种丛枝菌根真菌形态图	23
大新县石灰土20种丛枝菌根真菌形态图	29
防城港市砖红壤/沙质土15种丛枝菌根真菌形态图	42
扶绥县赤红壤20种丛枝菌根真菌形态图	52
合山市硅质土8种丛枝菌根真菌形态图	63
龙州县赤红壤17种丛枝菌根真菌形态图	70
马山县石灰土18种丛枝菌根真菌形态图	81
宁明县赤红壤14种丛枝菌根真菌形态图	94
钦州市砖红壤21种丛枝菌根真菌形态图	101
上林县石灰土10种丛枝菌根真菌形态图	116

天等县石灰土19种丛枝菌根真菌形态图	120
南宁市武鸣区赤红壤17种丛枝菌根真菌形态图	132
南宁市邕宁区紫色土8种丛枝菌根真菌形态图	141
第三章 桂西甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图.....	147
环江毛南族自治县红壤/石灰土7种丛枝菌根真菌形态图	148
罗城仫佬族自治县石灰土21种丛枝菌根真菌形态图	152
融水苗族自治县红壤12种丛枝菌根真菌形态图	166
田东县赤红壤12种丛枝菌根真菌形态图	176
田阳县赤红壤21种丛枝菌根真菌形态图	183
宜州市石灰土/红壤13种丛枝菌根真菌形态图	197
第四章 桂中甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图.....	205
来宾市赤红壤19种丛枝菌根真菌形态图	206
柳城县红壤18种丛枝菌根真菌形态图	218
柳江县水稻土/石灰土18种丛枝菌根真菌形态图	231
武宣县赤红壤20种丛枝菌根真菌形态图	243

第一章 桂东南甘蔗根际土壤丛枝菌根真菌形态图



博白县水稻土/赤红壤10种丛枝菌根真菌形态图

在博白县东平镇合江村及亚山镇民新村采集丘陵地种植的“新台糖22号”甘蔗根际土壤各一份，同时采集临近芒萁、桃金娘、杂草根际土壤作为对照。

- BB-1**

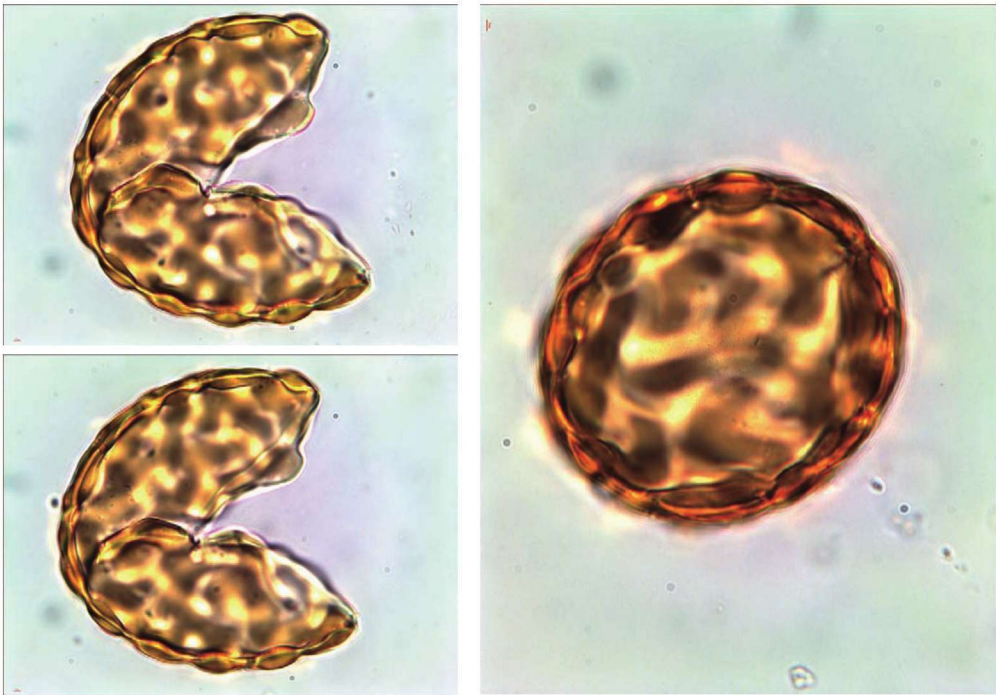
【地理位置】经度109° 85′ 92″，纬度22° 5′ 48″，海拔40 m。

【土壤类型】水稻土。土壤理化性质：pH=5.35，有机质为9.6 g/kg，全N为0.071%，有效P为38.6 mg/kg，交换性Mg为0.5 cmol/kg。
- BB-2**

【地理位置】经度109° 92′ 15″，纬度22° 15′ 73″，海拔58 m。

【土壤类型】赤红壤。土壤理化性质：pH=5.21，有机质为14.5 g/kg，全N为0.080%，有效P为61.2 mg/kg，交换性Mg为0.2 cmol/kg。

BB-2-E（待定种）



该种仅在博白县检测到，数量极少。

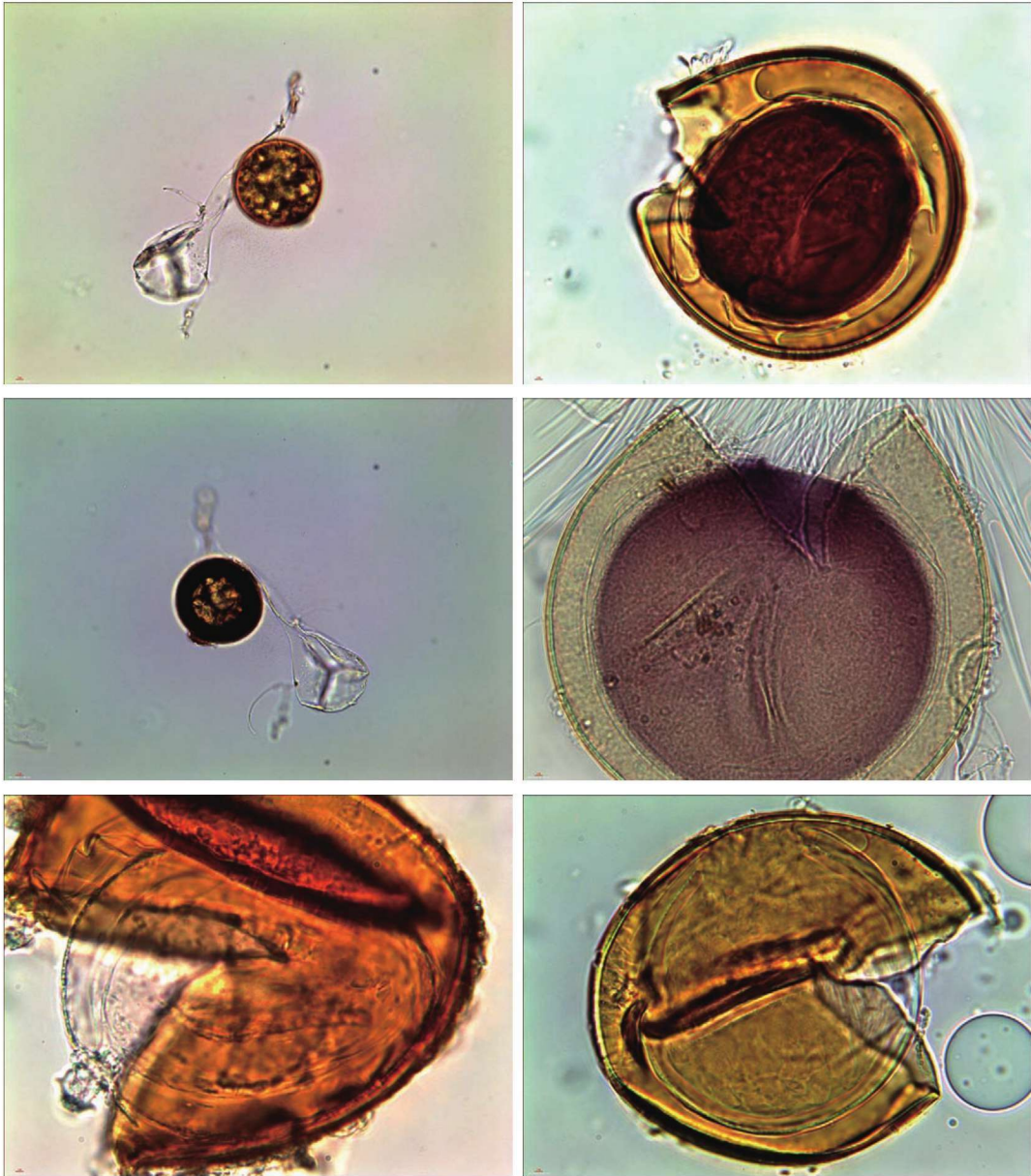
1

2

3

1 ~ 3. PVLG中孢子形态及孢壁结构、纹饰

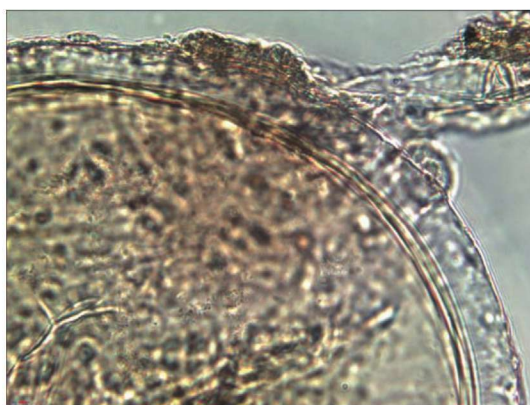
Acaulospora morrowae (BB-2-A)



该种孢子大小、颜色、孢壁结构与*A. rugor*相似，因发芽壁GW₂表面有珠状颗粒纹饰而区分。

1	2	1. 水中孢子及产孢子囊
		2. Melzer's试剂中孢子染色反应
3	4	3. PVLG+Melzer's (1 : 1) 中孢子及产孢子囊
		4. PVLG+Melzer's (1 : 1) 中孢壁结构
5	6	5, 6. PVLG中孢壁结构

Rhizophagus manihotis (BB-2-B)



该种孢子在广西甘蔗根际土壤中较常见，土壤中单生，偶几个聚集，常在宿主根内形成大量孢子。孢子球形至近椭圆形，白色至米黄色，连孢菌丝无色。

1	2	1. 水中孢子形态
3	4	2. Melzer' s试剂中破裂孢子
5		3. 根内形成的孢子
		4, 5. PVLG中孢壁结构

BB-2-C (原 *Acaulospora* 属)

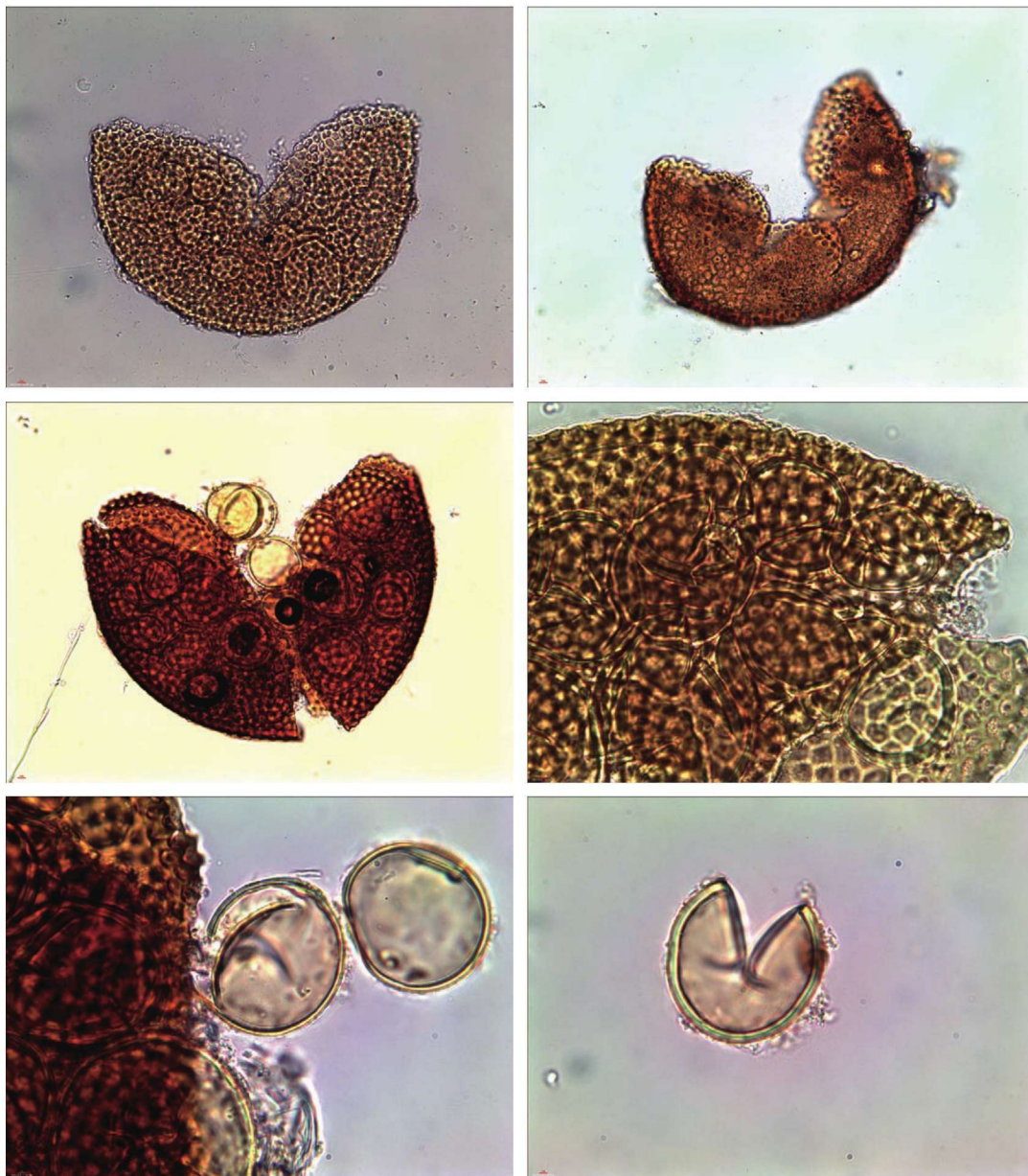


该种仅在博白县检测到。

1	2
3	4
5	6

1, 3, 5. Melzer' s试剂中孢子及产孢子囊
2, 4, 6. PVLG中孢壁结构

BB-2-J (待定种)



该种孢子大小形态与*Glomus microaggregatum*相似。该孢子果纹饰网格状。未能观察到连孢菌丝，有待进一步观察研究。

1	2
3	4
5	6

1. PVLG中破裂孢子果
2. PVLG+Melzer's (1:1) 中孢子果
- 3, 4. Melzer's试剂中孢子及孢子果
- 5, 6. Melzer's试剂中孢子