

文章编号: 1001-1498(2002)01-0096-05

三种石斛菌根形态结构及元素构成的研究

陈连庆, 裴致达, 韩宁林, 张守英

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

摘要: 通过对石斛菌根解剖镜检表明: 石斛菌根是由根被、皮层、中柱组织构成, 在皮层细胞内, 常有菌根真菌栖居、生长, 并呈现菌丝团结构。对石斛组培非菌根与野生石斛菌根营养元素分析表明, 组培根 N、P、K 含量是菌根的 2~5 倍; 微量元素除 Zn 外, Cu、Fe、Mn、Ca、Mg 等元素含量低于菌根 22%~78%。

关键词: 石斛菌根; 形态结构; 元素构成

中图分类号: S718.81

文献标识码: A

石斛(*Dendrobium* spp.) 属于兰科(Orchidaceae) 植物, 其根系为典型的单子叶植物类型。石斛多数品种既是名优花卉, 又是传统名贵中草药。由于野生资源稀少, 试材难得, 到 20 世纪 70 年代后, 有关兰科植物营养器官的解剖特征研究, 才逐渐开展起来, 但又主要集中于兰科植物抗旱性储水结构的研究上, 对其“菌根”共生体很少深入、全面的研究。法国生物学家贝尔纳(Bereard) 首先对兰花根菌在种子发芽中所起作用进行研究。布尔吉夫在 1959 年写的《兰花根菌》中认为: “兰花是与根菌共生的, 兰花与根菌之间保持平衡是兰花生长良好的必要条件”^[1,2]。所以搞清兰科植物菌根形态结构及其营养状况, 对其进一步深入研究是非常必要的。然而, 当前该领域的报道还局限在简单描述上, 无法根据这些描述来区别和鉴定该特殊菌根类型——“兰科菌根”, 因而限制了兰科菌根形态学的进展^[3-8]。本研究着重对石斛根进行形态、结构和主要营养成分分析, 揭示共生菌根真菌在根组织中的位置、形态和栖居规律, 为野生石斛引种驯化、胚培养、细胞工程和兰科植物的永续开发利用等技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

根样取自野生和组培石斛鲜根, 其品种金钗石斛(*Dendrobium nobile* Lindl.)、细茎石斛(*D. moniliforme* (L.) Sw.), 1998 年 4 月采自云南省; 铁皮石斛(*D. candidum* Wall. ex Ldl.) 1999 年 5 月采自浙江省, 并取相应的石斛 1 年生组培苗根样。

1.2 方法

在采集样品时要小心、保护好根系, 洗去附着物, 一部分保存在 FAA 固定液中, 一部分根样进行形态和徒手切片检测; 取组培石斛苗洗去培养基粘着物, 样品也分成两部分处理。采用

收稿日期: 2001-06-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(39870622) 和浙江省自然科学基金项目(397030) 部分内容

作者简介: 陈连庆(1943-), 男, 河北唐山人, 研究员。

常规化学分析和原子吸收分光光度计等方法,进行主要营养元素分析。

1.2.1 石斛菌根外部形态观察 使用 XTT 立体显微镜观测、记录。

1.2.2 石斛菌根解剖结构检测

徒手切片:精选高质量切片置于载玻片上,滴加乳酸和曲利本蓝染色液,盖上盖玻片,光学显微镜下镜检;

石蜡切片:从固定液中取出根样,按常规石蜡切片法,包埋 切片 染色 封片 镜检等步骤进行;

电镜扫描根样的制备:取 FAA 固定根样,进行水洗,多梯度乙醇脱水、临界点干燥、喷金、电镜观测。

2 结果与讨论

2.1 石斛根的外部形态和结构特征

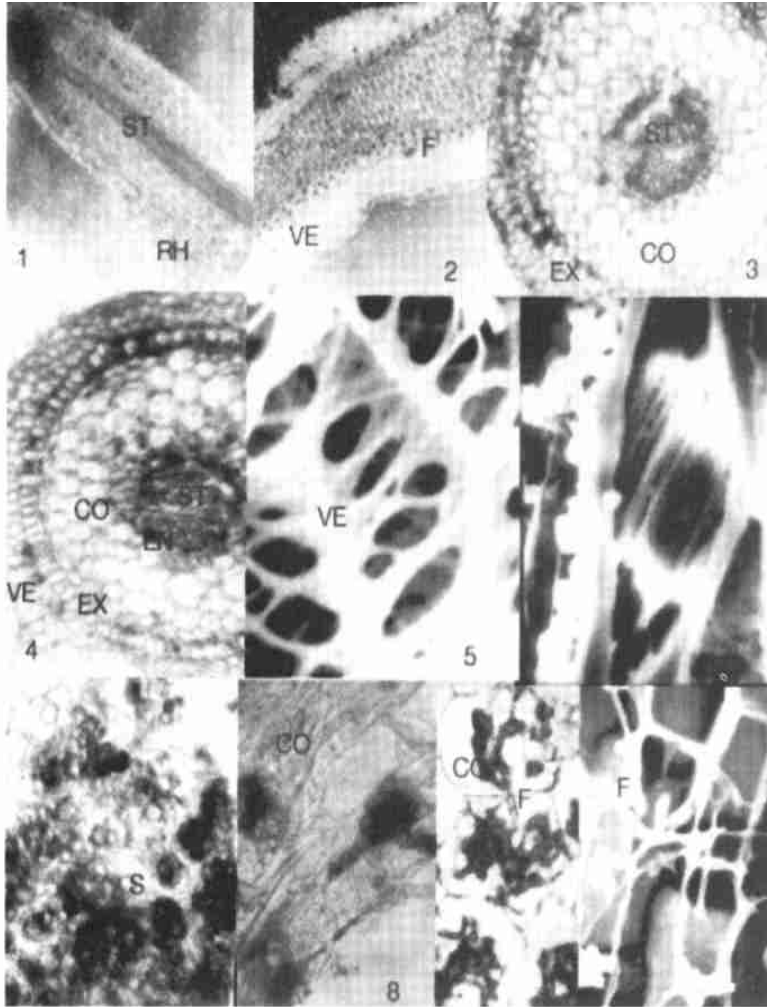
表 1 结果说明:3 种石斛根基本的组织结构大同小异,只有细胞的大小、层次的多少、排列状况等方面,因不同种而有所变化。石斛根的形态与结构为典型的单子叶植物类型,无主根和侧根之分,粗细相近。根冠绿色,根毛有的较发达(图版 - 1,2)。该根由 4 层组织细胞构成(图版 - 3,4),最外层是根被组织,其细胞长筒形,多角,近呈 45° 辐射状排列。根被细胞成熟后,原生质解体,增长加厚条纹,失去生命力(图版 - 2,5)。它主要起保护、吸水、透光、减少内部组织细胞水分散失的作用。向根内深入的中层细胞为皮层组织,由 6-10 层细胞组成,

表 1 石斛根外部形态与组织结构

项目		品 种		
		金钗石斛	细茎石斛	铁皮石斛
根冠	大小/mm	长 1.5-2.0,直径 1.0	长 1.0-1.5,直径 0.8	长 2.0-3.0,直径 0.5-1.0
	颜色	褐绿色	绿色	绿色
根部颜色		灰白	白色	银白色
根直径/mm		2.0-3.0	1.5-2.5	1.0-2.0
根毛		无	有	有
根被	层数/层	5-7	7-9	5-6
	细胞大小/ μm	25-70	10-40	20-50
	厚度/ μm	330-350	200-280	180-190
外皮层	层数/层	1	1	1
	细胞大小/ μm	20 或 20 \times 30	20 或 20 \times 30	15 或 15 \times 25
	细胞壁厚度/ μm	10	7	5
皮层	层数/层	5-6	5	4-5
	细胞大小/ μm	30-80	20-70	15-60
	细胞总厚度/ μm	200-300	210-280	190-210
内皮层	层数/层	1	1	1
	细胞大小/ μm	10-20	10-20	15-20
中柱	直径/ μm	450-500	300	200
	细胞大小/ μm	10-20	15-25	40-70
	维管束个数	14-16 \times 1	9 \times 1	7 \times 3

注: 金钗石斛、细茎石斛为单个细胞的维管束个数,铁皮石斛为 3 个细胞的维管束个数。

占据根组织绝大部分(该层为3层细胞组织)。第1层为外皮层,只一层细胞,由圆形细胞与长形细胞有规律的不同排列,细胞壁较厚,内含细胞质(图版 - 3,4)。第2层为皮层,4-8层细胞组成,皮层组织细胞较大,多角球形,细胞壁薄,内含物最丰富,也是活力最旺的细胞。该细胞内含有大量气泡,有时含有叶绿体或淀粉粒(图版 - 7),有时发现个别细胞内被针状束晶体所占据(图版 - 6)。第3层是单层细胞构成的内皮层,细胞比较小,近圆形,凯氏带明显,细胞有活力(图版 - 4)。根中心部分称为中柱,由韧皮部、木质部、维管束和髓构成(图版 - 3,4)。



图版 铁皮石斛菌根的显微结构

图版说明:CO. 皮层;EN. 内皮层;EX. 外皮层;RH. 根毛;VE. 根被;F. 真菌;S. 淀粉粒;RC. 根冠;ST. 中柱;DF. 衰败菌丝; . 皮层细胞的针状结晶。

1. 根纵切($\times 64$),根毛(RH)、根冠(RC)、中柱(ST);2. 根纵切($\times 160$),根被(VE)、真菌菌丝团(F);3. 根横切($\times 400$),根被(VE)、外皮层(EX)、皮层(CO)、中柱(ST);4. 根横切($\times 160$),根被(VE)、外皮层(EX)、皮层(CO)、内皮层(EN)、中柱(ST);5. 根被(VE)单细胞,细胞腔网状横隔结构($\times 1620$);6. 皮层单细胞中结晶束($\times 2030$),针状结晶();7. 根横切皮层细胞中淀粉粒(S)($\times 640$);8. 根纵切皮层细胞中衰败菌丝(DF)($\times 640$)、皮层(CO);9. 根纵切皮层(CO),细胞中真菌菌丝团(F)($\times 980$);10. 皮层细胞中真菌菌丝(F)($\times 1620$);

2.2 石斛菌根解剖结构

经光学、电子显微镜观测发现,菌根与非菌根(组培根)在基本组织结构上,没有明显的区别。唯一的显著差异在于菌根是由石斛根与真菌发生共生关系而形成的联合体,在细胞内、外具有某种真菌的侵染、栖居,并生长、增殖和衰败,周而复始,终生互惠(图版 - 2)。

菌根真菌存在于自然界土壤里,当与石斛根相接触时,真菌通过根被的通道细胞向根里侵染,先侵染外皮层细胞,并通过纹孔使相邻细胞相互感染。从切片观测发现,菌丝体多栖居在圆形细胞内(直径 15 - 20 μm) (图版 - 2),长形细胞(15 μm \times 30 μm)中较少。然后真菌继续向皮层薄壁细胞侵染,该细胞组织是真菌增殖生长的主要栖居区域。真菌在细胞内的形态,多以一条或多条菌丝卷曲,呈现出典型的菌丝圈结构(图版 - 8,9,10),或变为零碎的菌丝段,这是否是根细胞消化菌丝而分解所致,待以后进一步研究。根据多次镜检发现,只要石斛根被真菌侵染与栖居后,原细胞内集聚的淀粉粒或叶绿体颗粒均消失,其空间被菌丝团充满。

2.3 石斛菌根与非菌根(组培根)主要营养元素分析

表 2 表明:组培苗根(非菌根)内大量元素 N、P、K 含量均高于野生石斛菌根的含量,组培苗 N 的含量是菌根的两倍,P 的含量是 2.5 倍,K 的含量是 5 倍。这说明石斛在人工配制的可溶性营养基质上生长,能直接充足地吸收培养基中的 N、P、K 三元素,所以在根内累积的数量较高。而野生石斛菌根生长在岩石上,营养来源与组培基相差甚远,故吸收积累量均少于组培根。但与之相反,微量元素除 Zn 外,Cu、Fe、Mn、Ca、Mg 等元素都高于组培根含量,其含量高 22% - 78%,该原因有待探索。

表 2 铁皮石斛根营养元素分析

项 目	组培根(非菌根)	野生菌根	比值
N/ (g kg^{-1})	2.040 8	1.051 1	2 1
P/ (g kg^{-1})	0.322 1	0.126 7	2.5 1
K/ (g kg^{-1})	1.800 9	0.364 4	5 1
Cu/ (mg kg^{-1})	37.5	60.0	1 1.6
Zn/ (mg kg^{-1})	38.9	35.3	1 0.92
Fe/ (mg kg^{-1})	359.0	563.0	1 1.57
Mn/ (mg kg^{-1})	247.0	441.0	1 1.78
Ca/ (mg kg^{-1})	5 129.0	6 237.0	1 1.22
Mg/ (mg kg^{-1})	2 029.0	2 549.0	1 1.25

3 小结

石斛根基本组织结构是由根被、皮层(包括外皮层、皮层和内皮层)、中柱三部分组成。石斛菌根是根与真菌共生的联合体,在石斛根皮层细胞中常有菌根真菌侵染、栖居和消长变化。

组培非菌根与野生石斛菌根营养元素分析,发现大量元素 N、P、K 含量组培根比野生石斛菌根高 2 - 5 倍;微量元素除 Zn 外,野生石斛菌根含量高于组培非菌根 22% - 78%。

参考文献:

- [1] 范黎,郭顺星,肖培根. 墨兰菌根的结构及酸性磷酸酶定位研究[J]. 云南植物研究,1999,21(2):197 - 201
- [2] 吴应祥. 中国兰花(第 2 版) [M]. 北京:中国林业出版社,2000
- [3] 陈心启,吉占和. 中国兰花全书[M]. 北京:中国林业出版社,1998
- [4] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 第十九卷[M]. 北京:科学出版社,1999
- [5] 吴应祥,吴汉珠. 兰花[M]. 上海:上海科学技术出版社,1998
- [6] 北京林业大学园林学院花卉教研室. 中国常见花卉图鉴[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1999. 262 - 269
- [7] 弓明钦,陈应龙,仲崇禄. 菌根研究及应用[M]. 北京:中国林业出版社,1997
- [8] 王宝珠,陈锡林. 中药铁皮石斛品种资源及商品归属问题初探[J]. 中国野生植物资源,1996,(4):19 - 21

The Form, Structure and Element Component of Mycorrhizas in *Dendrobium* spp.

CHEN Lian-qing, PEI Zhi-da, HAN Ning-lin, ZHANG Shou-ying

(Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

Abstract : The Mycorrhizas in *Dendrobium candidum*, *D. nobile* Lindl. and *D. moniliforme* are composed by velamen, cortex, stele under the microscope. The germ is living and growing inside the cell of cortex as a peloton. According to the analysis for both mycorrhizas organ and nonmycorrhizas one, the contents of N, P, K in the former are about 2—5 times more than in the later, but the contents of microelement, such as Cu, Fe, Mn, Ca, Mg etc. except Zn, are lower by 22%—78%.

Key words : mycorrhizas in *Dendrobium* spp.; structure; element component

欢迎订阅《福建林学院学报》

《福建林学院学报》是福建农林大学主办的与林有关的综合性学术类期刊,刊载全科林学的科研报告、学术论文、文献综述、专题讨论等文章。1960年创刊,国内外公开发行,面向全国组稿。

《福建林学院学报》鼓励学术创新,推动科技成果的转化,促进学术交流,长期以来被确定为国家科技部中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库源期刊、中国学术期刊综合评价数据库源期刊、中国自然科学核心期刊、万方数据(China Info)系统科技期刊群、《中国学术期刊(光盘版)》、福建省科技厅海峡信息网《福建出版物之窗》首批入编期刊。《福建林学院学报》被国际著名的检索机构,如ULRICH'S INTERNATIONAL PERIODICALS DIRECTORY(美国)、AGRIS、CAB、SCI、FA、FPA、CA、AJ、国内所有的林业文摘数据库、中国生物学文摘、中国农业文摘、竹类文摘、CSTA(英文版)国家数据库、中国农林文献数据库等20多种国内外重要数据库和权威检索期刊收录。所发表的论文被国内外同行专家大量引用,据中国科学引文数据库1999年公布的“1998年影响因子最高的中国科技期刊150名排行榜”中,《福建林学院学报》的影响因子为0.2866,排名第94名,进入中国科技期刊100强。近年来,《福建林学院学报》荣获福建省高校优秀学报一等奖,福建省优秀科技期刊一等奖,华东地区最佳期刊,全国高校优秀学报一等奖,全国优秀科技期刊二等奖等。国际标准刊号ISSN 1001-389X,国际刊名代码CODEN FLXUE 7,国内统一刊号CN 35-1095/S。季刊,大16开本,96码,进口铜版纸印刷,定价8.00元,全年订费40.00元(含邮资)。国内读者请从邮局汇款到本刊编辑部订阅。联系人:江英。若汇款,户名:福建林学院资金结算中心,账号:801013576-2002,开户行:南平农行西芹营业所,备注:订阅《福建林学院学报》。

国外读者请向中国出版对外贸易总公司联系办理。地址:北京782信箱,邮政编码:100011

联系地址:353001 福建南平 福建林学院学报编辑部,电话:0599-8508082