

# 菌根菌生物量测定方法比较

张智文, 李长田, 于逸竹, 秦智亨, 田风华

(吉林农业大学 中药材学院, 吉林 长春 130118)

**摘 要:**菌根菌以其与宿主植物的密切共生关系和生态学意义已成为今天生物科学研究的热点之一,对其生物量的准确定量也一直是人们研究的方向,但由于菌根菌的特殊生态型,人们对其生物量的研究仍然处在探索阶段。现对关于菌根菌生物量研究的意义和常用的测定方法进行阐述和分析,以求为外生菌根菌的生物量定量方法的选择运用提供科学参考。

**关键词:**菌根;菌根菌;森林生态系统;生物量

**中图分类号:**S 718.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)21-0174-04

森林作为强大的能源库,关系到地球生物圈的承载力,人们在对森林生态系统中林木资源和园艺作物相关研究的同时,还应注重对系统中生物之间关系的研究。现在菌根菌类微生物在森林生态系统和园艺作物栽培中的作用、功能和影响已成为人们研究的对象。菌根(Mycorrhiza)是指真菌与植物根系建立的具有共生关系的菌-根共生体(Symbiosis),植物根系被菌类包围,并在土壤中形成网络,这些与根系相结合的菌类称为菌根菌(Mycorrhizal fungi)<sup>[1-2]</sup>。外生菌根也是菌根的一种,即具有菌鞘、哈氏网的构造以及菌丝不进入细胞内等特征的菌根,形成外生菌根的真菌为外生菌根菌。VA 菌根则是球囊霉目(Glomales)真菌与植物形成的共生体,因共生真菌能进入到植物根皮的皮层细胞内,在根细胞间或细胞内形成特征性的构造即泡囊(Vesicle)和丛枝(Arbuscule),故而被称作 VA 菌根(Vesicular Arbuscular Mycorrhiza, VAM);近年来研究发现,巨囊霉亚目(Gigasporineae)的真菌与植物形成共生时根内不形成泡囊,但丛枝却是这类共生体共有的特征,因而把这类共生体统称为丛枝菌根(Arbuscular Mycorrhiza, AM),能形成 VA 菌根的真菌则称为 VA 菌根菌(Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi, VAMF)或丛枝菌根菌(Arbuscular Mycorrhizal Fungi, AMF)<sup>[3]</sup>。菌根菌在培育森林树木以及抵抗和延缓森林衰退等方面已经受到人们的关注<sup>[3-4]</sup>,尤其外生菌根菌成为现在研究的热点之一。我国对菌根菌资源的研究比较晚,现在还不成体系,但最近对于菌根菌相关的资源调查也有不少报道。在调查中人们大多注重对菌根菌种类和生态分布等方面的研究,孰不知菌根菌不

仅是森林树木的重要共生菌,对植物的生长起到了重要的调节作用;从生态系统物质循环的角度来看,它也具有很高的研究价值,已经被人们认为是森林生态系统中重要的碳库。对外生菌根菌做生物量的定量不不仅可以揭示碳素循环中菌根菌作用,还能对土壤、气候、水分、光照、大气等生态环境因子的状况进行反映,而在园艺学中研究菌根菌的生物量也能对其与园艺作物的关系进行相应的反映。现对菌根菌的生物量主要的测定方法进行阐述,并对影响菌根菌生物量测定的因素做以总结,以期对菌根菌的研究提供参考。

## 1 测定菌根真菌生物量方法的比较

现在人类已经有许多种对真菌生物量的测定方法,大致分为:计数法、成分分析法(其中包括细胞成分分析法、细胞壁成分分析法、细胞质组成成分分析法等);此外还有生物量-碳、生物量-氮、生物量-磷、生物量-硫、底物诱导、热释放等方法<sup>[5]</sup>。菌根菌属共生菌,将其完整地分离观察和进行培养基离体培养比较困难且不能反映其在自然环境中的生物量积累。测定外生菌根菌生物量的方法普遍还是采用 Harley 和 McGready 的方法。随着研究手段的进步,麦角甾醇分析法、磷脂分析法、几丁质分析法以及 DNA 和 RNA 分析法等也被用于测定菌根菌的生物量, Renske 等<sup>[6]</sup>通过利用 PLFA 方法研究了土壤群落中菌根真菌菌丝体和细菌之间的相互关系,也对外生菌根真菌的生物量做了计算。

### 1.1 FSA 法的特点

Harley 和 McGready 的方法测定外生菌根中共生菌的含有率仍然是人们普遍采用的测定菌根菌生物量的方法,即称量所剥离山毛榉(*Fagussylvatica*)菌根的菌鞘,求得的值为 40%。但这只不过是对一个植物种,用一种方法所求得的价值。对此方法的准确度许多学者也有不同的看法并进行了研讨。外生菌根中的共生菌含有率和测定方法、植物的种类以及发育阶段等均有密切的联系,也因共生菌的菌种等因素而异。2007 年日本学者木下晃彦为了证明不同树种其外生菌根的

第一作者简介:张智文(1983-),男,在读硕士,现主要从事菌物生态学方面的研究工作。

责任作者:李长田(1970-),男,博士,副教授,现主要从事菌物生态学及天然产物化学研究工作。

收稿日期:2011-07-18

FSA 的也不同,以日本的亚寒带到温带的针叶树种(1科4属6种)和阔叶树种(2科3属7种)为研究对象,测定结果显示针叶树种的 FSA 平均值为  $(23.2 \pm 0.6)\%$ ,阔叶树的为  $(26.4 \pm 0.5)\%$ ,明显高于针叶树种。另一方面,针叶树种在近亲种之间显示的 FSA 值较为接近。而阔叶树中近缘种之间则出现了明显差异(One-way ANOVA,  $P < 0.001$ )<sup>[7]</sup>。阔叶树 FSA 值之所以大于针叶树,是由于针叶树菌根半径和菌鞘厚度都较阔叶树的大,但就针叶树和阔叶树的菌鞘厚度比较而言,远达不到二者菌根半径相差的程度(菌鞘厚度比例与菌根半径比值相比较)。就针叶树而言,主要是菌根半径决定了 FSA 值(FSA 值与菌根半径成反比,菌根半径愈大,FSA 值愈小)。阔叶树的 FSA 则取决于菌鞘厚度,即菌鞘越厚,FSA 就越大。由此阐明了菌根菌含有率因树种而异,即针叶树和阔叶树树种之间的不同是影响 FSA 的主要因素之一。选用代表树种针叶树种中日本冷杉(*Abies firma*)、赤松(*Pinus densiflora*)和阔叶树种中的山毛榉(*Fagus crenata*)、枹栎(*Quercus serrata*)。通过比较可以看出,日本冷杉(*Abies firma*)和枹栎(*Quercus serrata*)的成年树的 FSA 值明显高于其实生苗。赤松(*Pinus densiflora*)及山毛榉(*Fagus crenata*)成年树 FSA 值分别是  $(24.6 \pm 1.3)\%$  和  $(24.7 \pm 1.9)\%$ ,而此二者实生苗的 FSA 值分别为  $(25.5 \pm 2.1)\%$ 、 $(27.8 \pm 1.4)\%$ ,从 2 个树种的成年树和实生苗 FSA 值中能看到成年树和实生苗的菌根共生菌含有率差异显著(T-test,  $P < 0.05$ ),对于日本冷杉(*Abies firma*)和枹栎(*Quercus serrata*)而言,FSA 值是随树龄的增加而增加的,而菌鞘厚度的增加应该是与共生菌的菌种和菌种数的变化密切相关,这同样也是今后的研究课题。

哈氏网(Hartig net)<sup>[8]</sup>也是完整的外生菌根菌的重要菌丝构造,它是在菌根的细胞间隙中形成的,因为数量极少,很容易被忽视,再加上研究方法比较困难等原因,故而至今也没有对其有定量的评价。而了解哈氏网的菌丝在针叶树种和阔叶树种根内侵入程度的不同,也是关于针叶树种和阔叶树种菌根共生菌含有率的不同有意义的问题。就此,木下晃彦把从野外采集到的赤松和山毛榉的菌根每个都按照求 FSA 值同样的方法,先制成纵剖面切片,然后求得哈氏网占纵剖面的面积比例。赤松的哈氏网是由有表皮细胞层和内侧皮层细胞层这样的 2 层细胞层组成,而山毛榉仅由 1 层表皮细胞层构成。赤松和山毛榉的哈氏网占菌根纵剖面的面积比例呈现出显著差异。同时赤松和山毛榉的菌鞘与哈氏网的面积比例分别为 5.1:1 和 5.0:1,说明哈氏网这一结构对于共生菌含有率的测定也是决不可忽视的。

过去,在生态系统水平上的菌根的共生菌生物量是将所求得的单一树种中单一的共生菌种含有率(Harley 和 McGready(1952)的 0.4 最为普遍)乘以菌根量而得到的。这样的数值即便是以一个林段为调查研究对象,也无法真实地反映菌根菌种的多样性和共

生形态形式的多样性。日本学者把仅用优势共生菌种的含有率得到的共生菌生物量跟用所得到的存在的全形态种含有率算出的共生菌生物量进行了比较。

木下晃彦从冷山林的 12 cm 矿质土壤中采到重量为  $104.7 \text{ g/m}^2$  的菌根,并将其分类成 17 个形态类型。其中土生空团菌(*Cenococcum geophilum*)的菌根片屑所占重量比为 68.1%,各类型的 FSA 值在 7.3%~29.1%的范围。土生空团菌(*Cenococcum geophilum*)的菌根 FSA 值为 20.4%<sup>[7]</sup>,进一步说明假设菌鞘的比重同菌根中心部分的相同,用占优势的土生空团菌(*Cenococcum geophilum*)的菌根 FSA 值,从全部菌根重量中求得形成菌根菌鞘的共生菌单位面积的平均生物量为  $21.36 \text{ g/m}^2$ 。另一方面,用各种形态类型的 FSA 值求得共生菌生物量为  $21.75 \text{ g/m}^2$ ,从而可以明确,在以土生空团菌(*Cenococcum geophilum*)为优势共生菌种的森林中所求得的生物量与由土生空团菌(*Cenococcum geophilum*)的菌根 FSA 值求得的大体相同。

将 FSA 值换算成生物量,以赤松褐环乳牛肝菌(*Suillus luteus*)菌根为例<sup>[9]</sup>,用所求菌鞘对菌根片屑的重量比和 FSA 值乘以 1.49,就可以推定出生物量的基本重量了。接着求出称量后的褐环乳牛肝菌(*Suillus luteus* (L. Fr.) Gray)菌鞘和菌丝垫中麦角甾醇的含量,就得到了麦角甾醇对共生菌生物量的换算系数了。其次,求出实际菌根和中心植物组织中的麦角甾醇含量,用换算系数算出各个共生菌的生物量比例。从菌根片屑所有共生菌生物量中减去中心植物组织的所得即为菌鞘中菌类生物量,这个值与基本重量值大体一致。根据菌根中心组织中麦角甾醇含量而求得的生物量与由哈氏网面积比例求得的差异很大,可能是因为前者中含有了除共生菌以外的其它内生真菌的值,也可能是起初求哈氏网面积的方法本身有问题,这也是将来要研究讨论的课题。

### 1.2 计数法特点

培养计数法是人们最初用来研究土壤中微生物的,包括稀释平板法和最大或然计数法都是仅仅能够测定在普通培养条件下能够快速生长繁殖形成具有某种特征相菌落的土壤微生物,而恰恰外生菌根菌培养条件是不容易建立的,只此一点即不适用。

直接镜检计数法是通过显微镜直接进行观察计数的方法,但由于外生菌根菌菌丝与宿主植物形成了特殊的联合体,这样其与宿主植物根系的分离就比较困难,而且使用该方法受土壤矿质、有机质、染色方法等干扰和影响,加之无法对生长较快的微生物进行测定,尤其要求测定者对菌丝体有丰富的分辨和判断经验,费时、费力,需要进一步研究和改进。

此外采用涂片法、琼脂薄片法<sup>[10-11]</sup>、微孔膜过滤法<sup>[12]</sup>等虽在测定土壤微生物生物量时得到应用,也有人尝试将其应用于外生菌根菌的生物量测定上,但因这些方法都要涉及到分散、染色等操作,在菌根菌生物量测定中均达不到理想的效果。

### 1.3 成分分析法特点

对菌根菌进行生物量测定也常采用成分分析的方法,例如:麦角甾醇<sup>[13-18]</sup>、磷脂、几丁质等分析方法,由于在野外土壤中存在各种各样的微生物类群,所以对于测定菌根菌的生物量相当困难,而麦角甾醇是真菌微生物细胞膜所特有的物质,比起用其它的指标物质定量方法又比较容易,所以在对真菌的生物量进行测定时,通常被用来作为指标物质。但是在野外植物群落中又不仅有外生菌根菌存在,同时必定还存在其它形形色色的真菌菌种。这样用麦角甾醇分析法测定生物量仍然是很困难的。日本学者藤吉正明曾用改进的方法对 VA 菌根菌生物量进行研究。首先,将宿主植物接种上 VA 菌根菌,使它们在培养钵里形成 VA 菌根,进行培养试验,求出 VA 菌根菌菌丝体中平均麦角甾醇含量。接着求出由根内和土壤中的麦角甾醇含量求出 VA 菌根菌生物量和其在根内外所形成的生物量的比值。再用培养试验中所求得的菌丝体平均麦角甾醇含量,结合野外植物群落内植物根内的麦角甾醇量,就求出了根内的 VA 菌根菌的生物量,然后进一步根据试验培养中得到的根内外形成的生物量比例,就可推算出根外土壤中的 VA 菌根菌的生物量。藤吉正明为研究磷对 VA 菌根菌的生物量影响,对鸡眼草 (*Kummerowia striata*) 和 VA 菌根菌 (*Gigaspora margarita*) 分别在加入不同磷的土壤中进行培养,并根据产生的麦角甾醇的量对 VA 菌根菌的生物量进行定量。同时又用豆科植物 (Leguminosae) 中的鸡眼草 (*Kummerowia striata*)、紫云英 (*Astragalus sinicus*)、红车轴草 (*Trifolium pratense*)、窄叶野豌豆 (*Vicia angustifolia*) 和 VA 菌根菌 (*Gigaspora margarita*) 在含有不同浓度梯度磷的土壤中进行栽培试验,栽培结束时测定以上各种植物根内的 VA 菌根菌感染率,研究 VA 菌根对磷的反应。2 个试验结果表明,在栽培鸡眼草的低浓度磷土壤中(单位土壤中的磷含量为 0.01~1 mg/kg),未见与鸡眼草共生的 VA 菌根菌麦角甾醇量有明显变化,而施有高浓度磷土壤中(单位土壤中的磷含量为 5~10 mg/kg)的则呈现减少的状况。在显微镜下观察根内 VA 菌根菌感染率,也得到了同样的结果。却没发现根外土壤中麦角甾醇量因施入磷量的多少而变化。无法确认因为施入了不同量的磷对测量菌丝长度产生显著差异。在高浓度磷的条件下(单位土壤中的磷含量为 5~10 mg/kg),根外土壤中麦角甾醇对根内的绝对量比值变大,在低磷条件下(单位土壤中的磷含量为 0.01~1 mg/kg)变化幅度稳定在比较狭窄的范围内。而紫云英、红车轴草、窄叶野豌豆即使是在磷浓度高的土壤中(单位土壤中的磷含量为 10 mg/kg),也未见 VA 菌根菌感染率的变化。通常在没有进行施肥的野外植物群落的土壤中磷的浓度是很低的,从而野外植物群落中植物根内外的 VA 菌根菌生物量比也被认为基本不受土壤中磷浓度的影响而保持大体一定。藤吉正明的这种方法也可在外生菌根菌的生物量测定中进行尝试<sup>[19]</sup>。而对于不同种类

的真菌以及不同生长时期,其细胞麦角甾醇量的变化,菌类死亡后胞内麦角甾醇能否被很快分解,麦角甾醇快速定量提取和测定方法及其影响和技术问题等也是今后要研究的内容。

几丁质是真菌细胞壁常见的组成成分,也曾被作为真菌生物量的指标,但该物质在土壤和环境中的分解速度较慢,易残留于土壤中<sup>[20-25]</sup>,故土壤微生物生物量中的该物质含量比纯培养条件下的高<sup>[15,26-27]</sup>。这些成分的测定虽不能很准确地对生物量进行反映,但对于研究微生物在土壤碳素及氮素等循环中的地位和作用还是很有帮助的<sup>[28-29]</sup>。

对于三磷酸腺苷(ATP)作为土壤微生物生物量的指标的研究已有不少人进行过,但也存在着不少争议,Greaves 等发现微生物生物量 ATP 含量虽因其群落结构和活性而变化,但还有研究表明土壤微生物生物量碳与 ATP 含量间存在着极显著的线性关系,单位重量的土壤微生物生物量碳(Bc)含量为 11  $\mu\text{mol/g}$  的 ATP,说明 ATP 含量也能够反映土壤微生物的生物量。对此还需要进一步研究验证,才有望应用到对外生菌根菌生物量的测定研究中。

### 1.4 PLFA 法特点

通过测量总菌丝长度或者通过测定诸如麦角甾醇和几丁质等具有专一性的菌种生物指标含量而获得的菌根菌生物量,因为根系土壤中还含有除菌根菌以外的多种真菌,所以很多方法是将真菌群落作为整体来测得生物量的,并不能作为特定菌种测定的方法。基于土壤总 DNA 提取以及采用基因作为生物指标的分子方法,使从环境中直接获得菌丝体鉴定、测定成为可能,Renske 等用 PLFA 方法,研究了土壤群落中菌根菌菌丝体与细菌之间的关系,计算外生菌根菌生物量。用 3 种分子技术进行对比,已选出最可靠的测定土壤中单一菌种的生物量,土壤中 2 种外生菌根菌种 (*Suillus bovinus* and *Paxillus involutus*) 的基质外菌丝体的增长率有变性梯度凝胶电泳监测技术、克隆技术及实时定量 PCR 3 个手段来监测外生菌根菌的菌丝,获得的结果与通过菌丝长度测定以及 PLFA 分析所得的结果进行比较,分子方法在有其它菌种存在,及谁分别对于菌种鉴定在相对量化上显示出了一致的结果,每克土壤中目标 DNA 的量被用来量化地比较土壤样品,在一个含有更多菌种的复杂环境下检测出 *S. bovinus* DNA 量的增加以及 *P. involutus* DNA 量的减少,这项研究证明了分子方法可以作为检测单个菌种的外生菌根菌生物量的工具<sup>[6]</sup>。

## 2 结语

外生菌根菌是土壤群落中的重要组成,它们与宿主植物有着密切的联系,人们对外生菌根菌的研究也刚刚开始,有许多问题亟待解决和揭示。对外生菌根菌生物量进行准确定量和研究可以反映其在生态系统中物质循环的重要地位。同时又能从量化的方面揭示出外生菌根菌与宿主植物的种种关系,这关系到整个

生态系统的资源和可持续发展的大问题。测定土壤微生物生物量的方法被提出了许多,但如何将它们应用到外生菌根菌的生物量测定中还需要大家一齐探讨、研究,相信经过不断地锐意进取,一定会有新的突破。

### 参考文献

- [1] 刘润进,裴维蕃.内生菌根菌(VAM)诱导植物抗病性研究的新进展[J].植物病理学报,1994,24(1):1-4.
- [2] 杨维平.菌根菌—影响植物群落结构的又一重要因素[J].生物教学,2002,27(4):42,24.
- [3] Morton J B, Benny G L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae[J]. Mycotaxon, 1990, 37: 471-491.
- [4] 奈良一秀.さまざまな菌根菌「ブナ林をはぐくむ菌類」[M]//金子繁,佐桥宪生.东京:文一総合出版,1998:114-149.
- [5] 吴金水,林启美,黄巧云,等.土壤微生物生物量测定方法及其应用[M].北京:气象出版社,2006.
- [6] Renske L, Christiaan V, Thom W K, et al. Quantification of ectomycorrhizal mycelium in soil by realtime PCR compared to conventional quantification techniques [J]. FEMS Microbiology Ecology, 2003, 45 (3):283.
- [7] Akihiko Kinoshita. Estimation of symbiotic fungal biomass in ectomycorrhizal [J]. Studies of Environmental Sciences, 2007(8):73-75.
- [8] Allen M F. The ecology of mycorrhizae[M]. New York: Cambridge University Press, 1991.
- [9] Phillips, Hayman J M, D S. Improved procedures for clearing and staining parasitic and saprophytic fungi [J]. Trans. Br. Mycol. Soc, 1970, 55: 158-161.
- [10] Jenkinson D S, Ladd J F. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. III: The relationship between soil biovolume, measured by optical microscopy, and the flush of decomposition caused by fumigation [J]. Soil Biol. Biochem, 1976(8):189-202.
- [11] 林启美.琼脂薄片法在土壤细菌和真菌生物量测定中的应用[J].中国农业大学学报,1997,2(增刊):59-64.
- [12] 林启美.膜过滤技术在土壤真菌生物量测定中的应用[J].中国农业大学学报,1997,2(增刊):65.
- [13] Seitz L M. Ergosterol as an indicator of fungal invasion in grains[J]. Cereal Chem, 1977, 54: 1207-1217.

- [14] Seitz L M. Ergosterol as a measure of fungal growth. [J]. Phytochem. Biochem, 1979, 69: 1202-1203.
- [15] Grant W D, West A W. Measurement of ergosterol, diaminopimelic acid and glucosamine in soil: evaluation as indicators of microbial biomass [J]. Microbiol. Met, 1986, 6: 47-53.
- [16] Newell S Y. Ergosterol content of salt-marsh fungi: effect of growth conditions and mycelial age [J]. Mycologia, 1987, 79: 688-695.
- [17] Montgomery H J. Determination of soil fungal biomass from soil ergosterol analysis [J]. Soil Biol. Biochem, 2000, 32: 1207-1217.
- [18] Eash N S. A simplified method for extraction of ergosterol from soil [J]. Soil Sci. Soc. Am. J, 1996, 60: 468-471.
- [19] 藤吉正明.野外植物群落におけるVA菌根の共生菌バイオマス[J].広島大学総合科学紀要IV理系編, 2002, 28: 173-176.
- [20] Donald W W, Mirocha C J. Chitin as a measure of fungal growth in stored corn and soybean seed [J]. Cereal Chem, 1977, 54: 466-474.
- [21] King J D, White D C. Muramic acid as a measure of microbial biomass in estuarine and marine samples [J]. Appl. Environ. Microbiol, 1977, 33: 777-783.
- [22] Durska G, Kaszubiak H. Occurrence of  $\alpha$ , $\gamma$ -diaminopimelic acid in soil. I. The content of  $\alpha$ , $\gamma$ -diaminopimelic acid in different soils [J]. Polish Ecol. Studies, 1980, 6: 189-193.
- [23] Durska G, Kaszubiak H. Occurrence of  $\alpha$ , $\gamma$ -diaminopimelic acid in soil. II. Usefulness of  $\alpha$ , $\gamma$ -diaminopimelic acid determination for calculations of the microbial biomass [J]. Polish Ecol. Studies, 1980, 6: 195-199.
- [24] Durska G, Kaszubiak H. Occurrence of  $\alpha$ , $\gamma$ -diaminopimelic acid in soil. III.  $\alpha$ , $\gamma$ -diaminopimelic acid as the nutritional component of soil microorganisms [J]. Polish Ecol. Studies, 1980(6): 201-206.
- [25] Marumoto T, Anderson J P E, Domsch K H. Decomposition of  $^{14}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$ -labeled microbial cells in soil [J]. Soil Biol. Biochem, 1982, 14: 461-467.
- [26] Jenkinson D S, Ladd J N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover [J]. Soil Biochem, 1981(5): 415-471.
- [27] Durska G, Kaszubiak H. Occurrence of bound muramic acid and  $\alpha$ , $\gamma$ -diaminopimelic acid in soil and comparison of their contents with bacterial biomass [J]. Anal. Biochem, 1983, 128: 257-263.
- [28] Kogel I, Bochter R. Amino sugar determination in organic soils by capillary gas chromatography using a nitrogenselective detector [J]. Zeitschrift fuer Pflanzenernahrung und Bodenkunde, 1985, 148: 260-267.
- [29] Miller W N, Casida L E. Evidence for muramic acid in soil [J]. Can. J. Microbiol, 1970, 16: 299-304.

## Comparison of Quantification Method for the Biomass in Mycorrhizal Fungi

ZHANG Zhi-wen, LI Chang-tian, YU Yi-zhu, QIN Zhi-heng, TIAN Feng-hua  
(College of Chinese Medicinal Crop, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

**Abstract:** Mycorrhizal fungi was a heated topic that is being discussed nowadays, and it is also a direction of research of people to accurately quantify the biomass of it because it and its host plant have close symbiotic relationship, and it has important ecological significance. However, due to the special ecotype of mycorrhizal fungi, the study on it was still situated in the primary stage. The significance of the research on biomass of mycorrhizal fungi as well as common measurements so as to provide scientific evidence on the selection and application of the quantification method for the biomass in mycorrhizal fungi were summarized, discussed and analyzed.

**Key words:** mycorrhizal; mycorrhizal fungi; forest ecosystem; biomass