

国家自然科学基金资助菌根 研究项目情况分析

付亚娟^{1,2}, 侯晓强^{1,2}

(1. 廊坊师范学院 生命科学学院, 河北 廊坊 065000; 2. 河北省高校食药食用菌应用技术研发中心, 河北 廊坊 065000)

摘要:菌根(Mycorrhiza)是土壤中的真菌与植物根系形成的一种共生体。国家自然科学基金资助项目能基本反映某一学科基础研究的动态及趋势。现从项目概况及所涉及的二级学科、依托单位、项目主持人和菌根项目研究内容等方面对 1997—2014 年国家自然科学基金资助的菌根项目情况进行分析。结果表明:国家自然科学基金资助的菌根项目数量及所涉及的经费总体呈上升趋势,特别是 2009—2012 年上升幅度最大;立项项目以生命科学部为主,尤以生态学和林学学科为主要领域,研究热点为 AM 菌根和外生菌根;项目依托单位以高等院校为主体,其中中国农业大学承担项目 14 项,项目数最多;所有项目主持人中,约 1/5 的负责人获得了 2 次及 2 次以上项目资助。研究结果对分析国内菌根的基础研究水平具有重大的意义,同时对菌根科研人员今后项目申报有一定的参考价值。

关键词:国家自然科学基金;菌根;研究动态

中图分类号:Q 949.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)15-0193-06

菌根(Mycorrhiza)是土壤真菌与植物根系形成的一种互惠共生体。自然界约 90% 的陆地植物种类都能形成菌根^[1]。根据菌根的形态和解剖学特征,可将菌根分

为 7 种类型:丛枝菌根(Arbuscular mycorrhiza)、外生菌根(Ectomycorrhiza)、内外生菌根(Ectendomycorrhiza)、兰科菌根(Orchid mycorrhiza)、水晶兰类菌根(Monotropoidmycorrhiza)、欧石楠类菌根(Ericoidmycorrhiza)和浆果鹃类菌根(Arbutoidmycorrhiza)^[2]。已有研究表明,菌根共生体能促进植物对 C、N、P、K 及一些微量元素的吸收和累积、促进植物生长、提高植物抗旱、抗盐、抗病、耐受重金属等胁迫下的生存能力^[3-9]。但尚待深入探索菌根的研究领域还很多。

我国菌根的研究起步较晚,但发展迅速。在国家自然科学基金项目的支持下,菌根研究方向更加广泛,研究也取得了丰硕的成果。在某种意义上,国家自然科学基金

第一作者简介:付亚娟(1981-),女,博士,讲师,现主要从事菌根生物学等研究工作。E-mail:fuyajuan501@163.com.

责任作者:侯晓强(1979-),男,博士,副教授,现主要从事菌根生物学等研究工作。E-mail:xqhoul979@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31100314);河北省自然科学基金资助项目(C2012408007);廊坊师范学院博士基金资助项目(LSLB201405);廊坊师范学院微生物学重点学科资助项目(201501)。

收稿日期:2015-05-18

Abstract: According to 261 statistics, there was an influence factors analysis which was from farmer and farmers' professional cooperatives participation. It revealed the joining will and basic fact of farmers' professional cooperatives, which provided the reality reference for making the policies of agriculture-supermarket jointing. The results of it showed that the perfect degree of cooperative organization structure was consistent with the wishes of agriculture-supermarket jointing, but there was almost no relationship with how to sell these products. In the types of the cooperative products, there were mainly farmers who raised domestic animals like pigs, sheep and so on, who kept poultry such as chickens, ducks and so on, and who planted fruits and vegetables, and they were willing to join the agriculture-supermarket, however, farmers who planted grain or fodder were not really willing to join it. At the same time the market situation around the cooperation had an effect on the wishes of the cooperative farmers and participation.

Keywords: cooperation; agriculture-supermarket jointing; influence factors; household surveys; Jiangsu

基金资助的项目可以代表某一学科的研究水平。到目前为止,已有一些学者就国家自然科学基金资助的棉花^[10]、柑橘^[11]、植物寄生线虫^[12]和植物白粉病^[13]等研究领域的报道,但关于菌根项目的研究尚鲜见报道。因此,现就1997—2014年获得国家自然科学基金资助的菌根项目,从项目涉及的二级学科、依托单位、项目主持人和菌根项目研究内容等方面进行分析,旨在基于国家自然科学基金资助菌根研究项目视角下了解我国菌根基础研究的动态及发展趋势。

1 资料来源及研究方法

1.1 研究方法

通过国家自然科学基金委员会(National Natural Science Foundation of China)项目综合查询网站(<http://isisn.nsf.gov.cn/egrantindex/fundindex/prjsearch-list>),查询1997—2014年批准立项的菌根基金项目。以菌根为项目主题词进行检索,获得国家自然科学基金资助的项目信息,并对项目信息逐一进行筛选,去掉重复、非菌根类的研究项目。项目批准号及申请代码查询参考国家自然科学基金网站的项目指南。

1.2 数据分析

使用Excel进行相关数据分析。

2 结果与分析

2.1 立项概况

1997—2014年,国家自然科学基金资助菌根研究内容的项目共有225项,经费总额高达8 983万元。其中1项为国家自然科学基金委重大国际合作项目(2012年度申请,负责人郭良栋,简称为2012郭良栋,下同),经费总额为284万元;1项为国家自然基金-云南联合基金项目资助(2012刘培贵),经费总额为150万元;其余223项为面上项目、重点项目、重大项目、专项基金项目和科学部主任基金项目,经费总额为8 549万元(表1)。

表1 1997—2014年度国家自然科学基金资助菌根项目情况

Table 1 Analysis of the types of projects funded by National Natural Science Foundation of China from 1997 to 2014

项目类别 Types of projects	项目数量 Number of projects/项	经费总额 Total funds/万元
面上基金项目 General projects	215	8 023
重点项目 Key projects	2	342
重大国际合作项目 Major projects of international cooperation	1	284
联合基金项目 Joint projects	1	150
专项基金项目 Specific projects	2	120
科学部主任基金项目 Scientific director projects	3	40
重大项目 Major projects	1	24
合计 Total	225	8 983

面上项目有215项,总经费为8 023万元,平均约37万元/项;重点项目2项(2006唐明;2009郭良栋),总

经费为384万元;重大项目1项(1997李晓林),总经费为24万元;专项基金项目2项,经费总额为120万元;科学部主任基金项目3项,经费为40万元。1997—2014年期间,国家自然科学基金资助的项目数量总体呈上升趋势,特别是2009—2012年上升幅度最大(图1)。资助的经费总额也呈上升趋势,尤以2009—2012年大幅度提高,但最近2年项目数量及经费总额较2012年均略有下降(图2)。

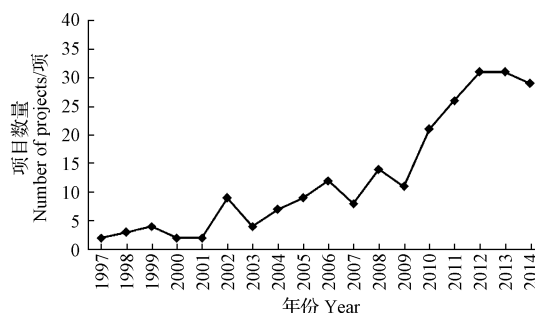


图1 近18年国家自然科学基金资助菌根项目数量年度变化

Fig. 1 Variation of number of mycorrhizal projects funded by National Natural Science Foundation of China in 18 years

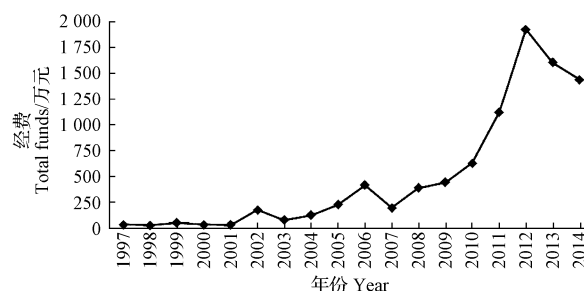


图2 近18年国家自然科学基金资助菌根项目经费总额年度变化

Fig. 2 Variation of total funds of mycorrhizal projects granted by National Natural Science Foundation of China in 18 years

2.2 比较分析

2.2.1 从学科内容分析 通过对1997—2014年申请立项的225个项目进行学科分析,发现国家自然科学基金委的4个科学部和1个政策局涉及菌根相关研究,但以生命科学部为主(179项)。地球科学部、化学科学部、医学科学部和政策局分别为37、7、1、1项。从二级学科来看,立项的225个项目涉及12个学科,其中生态学学科最多为53项,其次为林学学科45项,再次为地理学学科(32项)、园艺学与植物营养学学科(31项)和微生物学学科(26项),其它二级学科立项的项目数量较少。从表2可以看出,生态学学科项目的经费总额最高为2 229万元。林学学科、地理学学科、园艺学与植物营养学学科和微生物学学科的项目经费总额均超过了1 000万元,

表 2

二级学科涉及的菌根项目数量和经费总额

Table 2 The number of mycorrhizal projects and total amount of funds involved in secondary disciplines

二级学科 Secondary discipline	项目数量 Number of projects/项	经费总额 Total funds/万元
生态学 Ecology	53	2 229
林学 Forestry	45	1 630
地理学 Geography	32	1 401
园艺学与植物营养学 Horticultural science and plant nutrition	31	1 251
微生物学 Microbiology	26	1 192
植物学 Botany	8	234
植物保护学 Plant protection	7	181
环境化学 Environmental chemistry	7	210
地球化学 Geochemistry	5	141
农学基础与作物学 Agricultural basis and crop science	5	226
畜牧学与草地科学 Zootechny and grassland science	4	68
中药学 Chinese medicines	1	70

分别为 1 630、1 401、1 251、1 192 万元。由此可见,目前菌根的研究主要集中在上述 5 个主要的二级学科。另外,菌根项目最初只涉及生命科学部,1999 年首次涉及地球科学部,自 2004 年起涉及学部逐渐增多至化学科学部及医学科学部,表明菌根的基础研究学科交叉增多,拓宽了菌根基础研究的内容。

2.2.2 从依托单位分析 对 1997—2014 年立项的 225 个菌根项目的依托单位进行分析,发现共有 83 家依托单位,获资助 2 项及以上的为 39 家,占有依托单位总

数的 47%。从表 3 可以看出,中国农业大学承担项目最多为 14 项,其次西北农林科技大学为 12 项;承担项目为 8 项的单位有华南农业大学、南京农业大学、青岛农业大学、中国科学院昆明植物研究所和中国科学院微生物研究所;华中农业大学、内蒙古农业大学和中国科学院生态环境研究中心承担的项目均为 7 项。上述 10 家单位承担的菌根研究项目占总项目的 38.7%,涉及的经费占经费总额的 44.3%。

表 3

依托单位承担的项目数量和经费总额

Table 3 The supporting institution, number of projects and total amount of funds involved in the projects

依托单位 Supporting institution	项目数量 Number of projects/项	经费总额 Total funds/万元
中国农业大学 China Agricultural University	14	546
西北农林科技大学 Northwest A & F University	12	522
华南农业大学 South China Agricultural University	8	397
南京农业大学 Nanjing Agricultural University	8	369
青岛农业大学 Qingdao Agricultural University	8	235
中国科学院昆明植物研究所 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Science	8	364
中国科学院微生物研究所 Institute of Microbiology, Chinese Academy of Science	8	764
华中农业大学 Huazhong Agricultural University	7	263
内蒙古农业大学 Inner Mongolia Agricultural University	7	213
中国科学院生态环境研究中心 Research Center for Eco-Environmental Science, Chinese Academy of Science	7	307
北京大学 Peking University	5	130
兰州大学 Lanzhou University	5	241
西南大学 Southwest University	5	158
中国医学科学院 Chinese Academy of Medical Science	5	180
中山大学 Zhongshan University	5	177
河南科技大学 Henan University of Science and Technology	4	196
浙江大学 Zhejiang University	4	250
中国科学院南京土壤研究所 Soil Institute of Science, Chinese Academy of Science	4	192
中国科学院植物研究所 Institute of Botany, Chinese Academy of Science	4	142
中国林业科学研究院 Institute of Chinese Forestry Science	4	59
北京林业大学 Beijing Forestry University	3	82
东北林业大学 Northeast Forestry University	3	119
广西大学 Guangxi University	3	119
贵州大学 Guizhou University	3	103
海南大学 Hainan University	3	127
南京林业大学 Nanjing Forestry University	3	129
内蒙古大学 Inner Mongolia University	3	64

表 3(续)

Table 3(Continued)

依托单位 Supporting institution	项目数量 Number of projects/项	经费总额 Total funds/万元
西藏农牧学院 Agricultural and Animal Husbandry College of Tibet University	3	100
西南林业大学 Southeast Forestry University	3	129
云南大学 Yunnan University	3	88
长江大学 Yangtze University	3	120
杭州师范大学 Hangzhou Normal University	2	73
黑龙江大学 Heilongjiang University	2	113
黑龙江省林业科学院 Heilongjiang Academy of Forestry	2	44
南京大学 Nanjing University	2	38
新疆农业科学院 Xinjiang Academy of Agricultural Science	2	63
云南农业大学 Yunnan Agricultural University	2	69
浙江师范大学 Zhejiang Normal University	2	108
中国科学院东北地理与农业生态研究所 Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Science	2	100

从依托单位项目经费总数来看,经费总额超过 200 万元的单位有 12 家,分别是中国农业大学、西北农林科技大学、华南农业大学、南京农业大学、青岛农业大学、中国科学院昆明植物研究所、中国科学院微生物研究所、华中农业大学、内蒙古农业大学、中国科学院生态环境研究中心、兰州大学和浙江大学。这 12 家单位所涉及的经费占经费总额的 49.8%。

从单位性质来看,高等院校共 58 家,承担项目 164 项,涉及的经费为 6 248 万元,占经费总额的 69.6%;科研单位为 25 家,承担项目 61 项,涉及经费为 2 735 万元,占经费总额的 30.4%。由图 3 可知,1997—2014 年科研单位承担项目数量呈微小波动,年度间数量略有增加,前 5 年和后 5 年承担的项目分别为 5 和 36 项;而高等院校年度间承担项目数量明显增加,前 5 年承担 7 项,后 5 年则增加到 101 项。由此看来,菌根项目数量的增加主要是源于高等院校承担项目数量的增加。因此,高等院校是承担国家自然科学基金项目的主体,为我国菌根基础研究的主要力量。但值得注意的是,中国科学院微生物研究所虽然承担项目只有 8 项,但涉及的经费最高为 764 万元。

2.2.3 从项目研究内容分析 由表 4 可以看出,对 225 个菌根项目的研究内容进行分析,发现我国目前菌根研究主要是 AM 菌根、外生菌根、兰科菌根、杜鹃类菌根和菌根相关的其它研究。AM 菌根项目为 145 项,约占总项目的 64%,表明我国菌根研究以丛枝菌根为主,这可能与丛枝菌根真菌在自然界的广泛分布以及在整个生

表 4 项目涉及的研究领域、项目数量和经费总额

Table 4 Research field, number and total funds involved in projects

项目研究领域 Research field of projects	项目数量 Number of projects/项	经费总额 Total funds/万元
丛枝菌根 Arbuscular mycorrhiza	145	6 387
外生菌根 Ectomycorrhiza	40	1 362
兰科菌根 Orchid mycorrhiza	19	599
杜鹃花类菌根 Arbutoidmycorrhiza	4	130
其它 Others	17	505

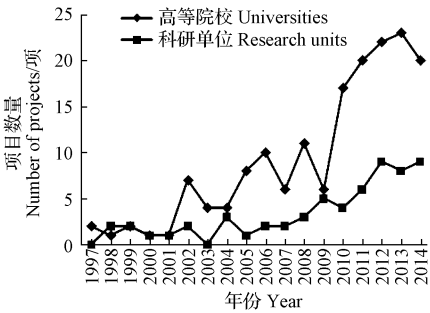


图 3 1997—2014 年高等院校和科研单位承担菌根项目数量年度变化

Fig. 3 Variation of number of mycorrhizal projects in the universities and research units ranged from 1997 to 2014

态系统中的重要地位紧密相关。研究表明约 90% 的陆生植物均可与土壤丛枝菌根真菌形成共生体^[14]。其次是外生菌根的研究,约占 18%,主要原因在于外生菌根真菌能与许多林木(如辽东栎、油松、栲树)建立良好的共生关系^[2],能促进林木生长及增强林木抗病性、抗旱性等,并在植树造林、植物引种和珍稀树种移栽等方面具有较好的应用前景。另外,一些外生菌根真菌具有较高的食用或药用价值。无论是子实体还是其代谢产物都将有广阔的应用前景。随着菌根研究的不断深入,有关兰科菌根的研究近年来也逐步增多,约占 8%,可能是由于很多兰科植物具有重要药用和观赏价值,并且兰科植物与菌根真菌关系十分密切,无论是兰科植物种子萌发、幼苗生长,还是形成植株都离不开菌根真菌。由此

看来,我国菌根研究主要以 AM 菌根和外生菌根为主,但兰科菌根真菌多样性、菌根与兰科植物共生分子机制和兰科菌根生态学等研究领域也正在迅速发展。另外,杜鹃花类菌根的研究也初见端倪。

2.2.4 从项目主持人分析 一般来说,项目主持人有坚实的理论基础、丰富的科研经历和实践经验及敏锐的观察力,并且对相关研究领域有较深入的研究,能够较好的掌握该研究领域的发展方向。项目主持人负责项目的整体策划、项目的执行和管理,在一定程度上他们的研究项目基本上可以代表相关研究领域的研究现状及发展动向。从项目主持人来看,中国科学院微生物研究所的郭良栋和青岛农业大学的刘润进主持的项目最多为 6 项。由表 5 可知,郭良栋主持的项目涉及丛枝菌根

表 5 项目涉及的主持人、项目数量和主要研究内容

Table 5 The director, number and research content involved in projects

项目主持人 The director	项目数量 Number of projects/项	研究内容 Research content
郭良栋 Guo Liangdong	6	丛枝菌根、外生菌根 AM, Ectomycorrhiza
刘润进 Liu Runjin	6	丛枝菌根 AM, Ectomycorrhiza
李晓林 Li Xiaolin	5	丛枝菌根、外生菌根 AM, Ectomycorrhiza
辛国荣 Xin Guorong	5	丛枝菌根 AM
唐明 Tang Ming	4	丛枝菌根 AM
张俊伶 Zhang Junling	4	丛枝菌根 AM
蔡晓布 Cai Xiaobu	3	丛枝菌根 AM
曾任森 Zeng Rensen	3	丛枝菌根 AM
陈保冬 Chen Baodong	3	丛枝菌根 AM
陈连庆 Chen Lianqing	3	兰科菌根 Orchid mycorrhiza
陈欣 Chen Xin	3	丛枝菌根 AM
黄艺 Huang Yi	3	外生菌根 Ectomycorrhiza
刘培贵 Liu Peigui	3	外生菌根 Ectomycorrhiza
王发园 Wang Fayuan	3	丛枝菌根 AM
闫伟 Yan Wei	3	外生菌根 Ectomycorrhiza
赵斌 Zhan Bin	3	丛枝菌根 AM
白淑兰 Bai Shulan	2	外生菌根 Ectomycorrhiza
冯虎元 Feng Huyuan	2	丛枝菌根 AM
何跃军 He Yuejun	2	丛枝菌根 AM
黄京华 Huang Jinghua	2	丛枝菌根 AM
金海如 Jin Hairu	2	丛枝菌根 AM
李爱荣 Li Airong	2	丛枝菌根 AM
李涛 Li Tao	2	丛枝菌根 AM
梁宇 Liang Yu	2	丛枝菌根、外生菌根 AM, Ectomycorrhiza
凌婉婷 Ling Wanting	2	丛枝菌根 AM
宋福强 Song Fuqiang	2	丛枝菌根 AM
王慧中 Wang Huizhong	2	兰科菌根 Orchid mycorrhiza
吴强盛 Wu Qiangsheng	2	丛枝菌根 AM
伍建榕 Wu Jianrong	2	兰科菌根 AM
徐国华 Xu Guohua	2	丛枝菌根 AM
姚青 Yao Qing	2	丛枝菌根 AM
张莘 Zhang Shen	2	丛枝菌根 AM

和外生菌根,研究内容涉及菌根真菌的分类学、系统学、生物多样性及生态学研究,菌根真菌与宿主植物的互作机理及其生态分布规律,菌根真菌在生态系统演替过程中的功能等。刘润进主要从事 AM 真菌多样性与生态学、AM 真菌群落结构与功能研究等。其次是中国农业大学的李晓林和中山大学的辛国荣均为 5 项。李晓林主持的项目涉及丛枝菌根和外生菌根,主要从事植物菌根生物技术、植物菌根营养及菌根对重金属污染土壤的生物修复等方面的研究工作;而辛国荣主要从事菌根生态学研究。西北农林科技大学的唐明和中国农业大学的张俊伶分别主持 4 项。唐明主要从事菌根真菌提高植物耐旱、林木抗逆(如重金属毒害)的作用机制和菌根化育苗造林等。张俊伶主要从事菌根真菌多样性、植物菌根营养和菌根生物修复等。其他主持人的项目数量分别为 3、2、1 项(1 项的未统计在表 5)。

3 结论与讨论

菌根真菌与宿主植物相互作用、协同进化,并在整个生态系统的演化过程中发挥着重要的作用。从 1997—2014 年申请立项的 225 个项目分析可知:1)近几年立项数量与涉及经费均大幅度提升,但重点、重大项目数量仍偏低;2)我国菌根研究主要集中在丛枝菌根和外生菌根,其它类型的菌根研究较少;3)菌根研究主要集中在菌根生态学和菌根营养学,在菌根促进植物对 N、P 和 K 等营养元素的吸收及利用,促进植物生长,增强植物抗逆性,抵抗植物病原菌侵染等方面开展了大量的研究工作^[6-9,15],但是有关菌根真菌作用机理的研究还相对较少;4)我国特有不同生境类型的菌根真菌多样性研究有待于进一步加强;5)AM 菌根与宿主植物共生的分子机理的研究,华中农业大学赵斌课题组以 AM-植物共生体不同时期的真菌为研究材料,利用最新的分子生物学技术探究 AM 与宿主植物共生的分子机理,区别于以往以植物基因为共生关键基因的研究。该项目的研究思路能为深入开展菌根与宿主植物相互选择及共生机理的研究提供新的切入点。6)兰科菌根真菌与植物(如金线莲、石斛等)共生机制及相关研究的开展^[16-18],对珍贵濒危兰科药用植物的人工繁殖和资源保护提供理论指导。7)菌根特别是丛枝菌根和外生菌根在污染土壤的生物修复、农林业的可持续发展、生态的恢复及重建、生物多样性的保护和生态系统的维持等领域已开展多项研究^[19-20],并且这些相关研究将可能成为国内外菌根学家研究的热点。

课题组首次基于国家自然科学基金资助菌根项目的视角对国内菌根研究现状进行探讨,希望对科研人员今后的菌根项目申报及菌根基础研究具有一定的参考价值。尽管 18 年来国家自然科学基金资助项目数量与经费情况并不能完全代表我国菌根的基础研究水平,但

在目前科研体制下,从某种意义上来说,国家自然科学基金的资助的项目数量与经费总额可以反映菌根相关基础研究的开展情况以及研究趋势。

参考文献

- [1] SMITH S E, READ D J. Mycorrhizal Symbiosis[M]. 3rd ed. California: Academic Press, 2006.
- [2] 栾庆书,王琴,赵瑞兴,等. 外生菌根真菌研究法[M]. 辽宁:科学技术出版社, 2014.
- [3] CHEN L, BOOKER F L, TU C, et al. Arbuscular mycorrhizal fungi increase carbon decomposition under elevated CO₂ [J]. Science, 2012, 337 (6098): 1084-1087.
- [4] HODGE A, FITTER A H. Substantial nitrogen acquisition by arbuscular mycorrhizal fungi from organic material has implications for N cycling [J]. PNAS, 2010, 107(31): 13754-13759.
- [5] AROCA R, PORCEL R, RUIZ-LOZANO J M. How does arbuscular mycorrhizal symbiosis regulate root hydraulic properties and plasma membrane aquaporins in *Phaseolus vulgaris* under drought, cold or salinity stresses [J]. New Phytologist, 2007, 173(4): 808-816.
- [6] 李敏,陈琳,肖燕,等. 丛枝真菌对互花米草和芦苇氮磷吸收的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3960-3969.
- [7] 徐超,吴小芹. 菌根化马尾松对干旱胁迫的响应及其内源多胺的变化[J]. 西北植物学报, 2009, 29(2): 296-301.
- [8] 黄京华,曾任森,骆世明. AM 菌根真菌诱导对提高玉米纹枯病抗性的初步研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 167-169.
- [9] WANG F Y, LIN X G, YIN R. Effect of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation on heavy metal accumulation of maize grown in a naturally contaminated soil[J]. International Journal of Phytoremediation, 2007, 9(4): 345-353.
- [10] 庞念厂,彭军,赵新华,等. 近十年国家自然科学基金资助棉花项目情况分析[J]. 农业科技通讯, 2010(12): 16-20.
- [11] 张艳芳,温寿星,黄镜浩,等. 基于国家自然科学基金资助项目分析中国柑橘研究现状[J]. 中国农学通报, 2014, 30(13): 241-246.
- [12] 王殿东,田雪亮,高扬帆,等. 国家自然科学基金资助植物寄生线虫项目情况分析[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(22): 647-650.
- [13] 李莹,王殿东. 近十七年国家自然科学基金资助植物白粉病项目情况分析[J]. 北方园艺, 2014(9): 206-209.
- [14] 刘润进,李晓林. 丛枝菌根及应用[M]. 北京:科学出版社, 2000.
- [15] WU F Y, BI Y L, LEUNG H M. Accumulation of As, Pb, Zn, Cd and Cu and arbuscular mycorrhizal status in populations of *Cynodon dactylon* grown on metal-contaminated soils[J]. Applied Soil Ecology, 2010, 44(3): 213-218.
- [16] 李标,唐明娟,唐坤,等. 与菌根真菌共生的兰科福建金线莲差异表达基因的筛选[J]. 中国科学(生命科学), 2012, 42(3): 218-225.
- [17] 赵明明,张岗,宋超,等. 铁皮石斛种子接菌共生萌发抑制差减杂交文库的构建及序列分析[J]. 中国药理学杂志, 2013, 45(8): 341-345.
- [18] 侯晓强,郭顺星. 铁皮石斛促生长内生真菌的筛选与鉴定[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(17): 3232-3237.
- [19] 杜善周,毕银丽,吴王燕,等. 丛枝菌根对矿区环境修复的生态效应[J]. 农业工程学报, 2008, 24(4): 113-116.
- [20] 朱教君,康宏樟,许美玲,等. 外生菌根真菌对科尔沁沙地樟子松人工林衰退的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(12): 2693-2698.

Analysis of Mycorrhizal Projects Funded by National Natural Science Foundation of China

FU Yajuan^{1,2}, HOU Xiaoqiang^{1,2}

(1. College of Life Science, Langfang Normal University, Langfang, Hebei 065000; 2. Edible and Medicinal Fungi Research and Development Center of Hebei Universities, Langfang, Hebei 065000)

Abstract: Mycorrhiza is mutualistic symbionts between plant and soil fungi. The projects funded by National Natural Science Foundation of China can basically represent the current status and trends of fundamental researches of a subject. Nowadays 18 years (1997—2014) research projects funded by National Natural Science Foundation of China were statistically analyzed, based on general information of projects, supporting institution, project leader, and mycorrhizal species. The results showed that mycorrhizal projects in number and funds had an overall increasing trend, especially in the period ranged from 2009 to 2012. Mycorrhizal projects mainly involved in both ecology discipline and forestry discipline of the ministry of life science, and the research hotspots of projects were arbuscular mycorrhiza and ectomycorrhiza. Universities as main body of project support organization, China Agricultural University acquired the largest number of mycorrhizal projects for up to 14 items. Among of all project leaders, almost one fifth of leaders had been funded more than one time. The results would be helpful for researcher to comprehensively understand the current status and trends of basic research of mycorrhiza, as well as could provide references for project application in the future.

Keywords: National Natural Science Foundation of China; mycorrhiza; research status