

陈文新论文集

——
根瘤菌及其他土壤微生物研究

中国农业大学出版社

陈文新论文集

——根瘤菌及其他土壤微生物研究

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

陈文新论文集:根瘤菌及其他土壤微生物研究/《陈文新论文集》编委会. —北京:中国农业大学出版社, 2006.9

ISBN 7-81117-084-1

I. 陈… II. 陈… III. ①陈文新-文集 ②根瘤菌:土壤细菌-文集 IV. S154.38-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 109306 号

书 名 陈文新论文集

作 者 《陈文新论文集》编委会

策划编辑 高 欣 宋俊果

责任编辑 张苏明 洪重光 冯雪梅 韩元凤

封面设计 郑 川

李丽君 童 云 席 清

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190, 2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail: cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

规 格 859×1 194 16 开本 57 印张 1 750 千字 彩插 12

印 数 1~1 000

定 价 260.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

序

陈文新教授是著名的土壤微生物学家。1959年初,她从苏联留学回国,任教于北京农业大学,至今已越47载,虽年近八旬,仍勤奋工作,不但培养了众多学子,也获得了显著的科研成果。尤其是在豆科植物根瘤菌研究领域,她从北到南,从西到东,几乎跑遍了祖国大地,采集大量标本,加以科学分类鉴定,发现了许多新种,并建立了两个新属。其中,大多是以我国的地名或人名命名的,如中华根瘤菌属(*Sinorhizobium*)和华癸中慢生型根瘤菌(*Mesorhizobium huakuii*)(为纪念她的大学导师陈华癸教授而命名)等,并建立了我国的根瘤菌库。从此,我国豆科植物根瘤菌的研究成果登上国际舞台,引起世人瞩目,她于2001年被选为中国科学院院士。

陈文新教授治学严谨,思路敏捷,工作勤奋,至今仍孜孜以求,奔忙于祖国各地,推动根瘤菌的田间应用,以减少化肥的用量。这在能源日益紧张之际,尤为重要。

适逢陈文新教授八十华诞,特编辑此论文集,以资纪念和便于后人学习。

敬祝陈文新教授长寿,安康!



2006年8月30日于北京

我的人生经历

陈文新

我的同事们嘱我在这本书里加入我的自传,但我很为难,不想写,担心写的东西提不起别人阅读的兴趣。经过思考,我找了一个折中的办法:将中国科学院组织院士们撰写的由上海出版社出版的《科学的道路》一书中记述的我的青少年时期的生活学习经历加上我后半生科研工作中的点滴体会,从中能看出我主要经历。因此,本文既是和同志们切磋,也是对自己的一次总结。

童年的艰辛锻造了我吃苦耐劳的品格

1926年9月我出生在湖南浏阳。父亲陈昌是毛泽东主席在湖南第一师范求学时的同窗挚友,后追随毛主席干革命,参加北伐战争,及随周恩来总理参加南昌起义。大革命失败后,被捕入狱,1930年1月被反动派杀害,我一家人也被扫地出门。当时大姐12岁,二姐8岁,我仅3岁,母亲毛秉琴领着我们姊妹3人,孤儿寡母,艰苦求生。

在我的童年,靠母亲替人缝补衣服,换得男劳力为我家耕种几亩水田。家乡的传统习俗,女人不下水田干活。母亲便把我扮成男孩,光头赤脚,从事辅助劳动。我上山搂柴火,下水捞鱼虾。干得最多的是和母亲一道种菜、养猪。母亲个子不高,又被缠过小脚,常和我抬土、抬水、抬粪尿,走在狭窄的田埂上,十分艰难。由于我们的精心操作,种的叶菜长得绿油油,瓜菜吊满瓜棚,邻里们夸我是种菜能手。记得我8岁那年,山冲里发大水,我家一块赖以吃半年粮的水稻田正当其冲。大水过后,秧苗全部压在了泥沙之下,为了抢救这半年口粮,我下田将禾苗一株株从泥沙中扶起来洗干净。我一行行走过来,又走过去,从清早至天黑,整整干了4天,禾苗救活了,也救起了我一家4口人生存的希望。我的这一段劳动故事成为我母亲用以教育后代子孙的典型事例。

努力劳动,不但使我获得赖以生存的劳动果实,而且锻炼了我的体力、毅力和意志。对体力劳动我已习以为常,劳动能力也超过了一般的同龄人。记

得在“文化大革命”期间,有一次农大师生在涿州割水稻,在全系师生中我一直割在前面,有些男教师、男学生暗中想追赶我,可谁也没能超过我。童年的体力劳动,也为我后半生的科研事业奠定了良好基础。例如在我亲自带领学生进行根瘤菌资源调查工作中,为了调查我国豆科植物结瘤情况,采集根瘤标本,我爬新疆的天山,海南岛的五指山、尖峰岭等,当时我已50多岁,每天从早到晚,穿深山、钻老林,进行根瘤挖掘,并不觉劳累,更不怕劳累。这种劳动习惯也帮助我下决心组织力量完成全国32个省(市)不同生态条件下各种豆科植物根瘤菌资源调查,采集了植物根瘤标本8000多份。分离、纯化出根瘤菌并回接原宿主验证其来源等工作也是一个大量、繁琐、枯燥乏味的重复劳动,我和我的同事们就做了这样成千上万次的重复,才最终获得保藏7000多株根瘤菌,其数量和宿主种类之多居世界第一位。其实这仅只为我们研究根瘤菌的系统发育做了前期材料准备工作。的确,劳动创造财富,创造世界文明,也创造了人类自身。一个人不劳动则将一事无成。

艰苦的求学历程奠定了人生基础

父亲在敌人监狱中的最后时日,对我母亲唯一的嘱托是“养育好3个女儿”。母亲含辛茹苦,全力实践了这个嘱托。虽然她自己文化程度不高,却总想让我们姊妹多读点书,以后能自立于社会。但是家里哪有钱上学呢?父亲牺牲时,大姐刚读完小学五年级。她靠努力自学,15岁时冒充17岁,考上了小学教师资格,从此她当上了小学老师,肩负起养活全家的任务,我也才有上学的机会。白天跟大姐上学,晚上回来伴着母亲的纺车,在微弱的灯光下学习。读完小学四年后,我还想继续读下去,大姐便领着我在浏阳、长沙方圆几十里的范围内,寻找可以让我免费上学的地方。找到一些学校,或是校长认识我父亲,同情我的处境;或因我年纪小,但学习成绩

好,准免收我一切费用入学。从高小到初中正常五年学习时间里,我断断续续,总共读了3年即初中毕业。当时日本侵略军已进犯湖南,长沙大火后,家乡附近的高级中学均远迁外地,上高中更困难了。1942年我父亲的朋友章寿衡老师把我带到离家数百里的武冈县境,因为那里有一所收容战区流浪学生的中学——国立第十一中学,该校聚集了由沦陷区逃出来的良好的师资,免收流亡学生的一切费用,我幸运地考上了该校高中部。我为有这样好的学习机会而庆幸不已!因此学习很努力。记得第一学期我的学习成绩在全校1000多名学生中名列第三,受到学校嘉奖。该校名师荟萃,他们德高望重,在极简陋、极艰苦的条件下,默默奉献,诲人不倦,给我们留下了深刻印象,成为我们终生学习的榜样。

1944年8月日军进犯湘西,学校被迫迁移,全校师生2000余人,扶老携幼,各自背着最简单的行李、书籍和学校的仪器设备,长途跋涉,集体逃难,先后在叙浦县龙潭镇、辰溪县松溪口和潭湾等地继续开课学习。条件越来越艰苦,营养不良,缺医少药,很多人害病,有些同学竟病死在迁徙途中,我也患疟疾,发高烧,不省人事。全靠同学们的细心照料,才把我抢救了过来。当时我的一位同班同学毛汉奇曾为我在农村中寻医找药,但一年之后,他却不幸被病魔夺走了生命。

在抗日战争胜利的1945年,我高中毕业了,回到了阔别的故乡,见到了我日夜思念的母亲。她为我高中毕业非常高兴,却为无力助我上大学而忧愁。于是我在家乡教了两年小学,将工资积攒起来,1948年考入了武汉大学,靠勤工俭学维持学习和最低的生活水平。1949年5月武汉解放,我以重见天日一样的心情迎了解放。从此,我在人民共和国培养下幸福成长。

总之,我出生在一个受迫害的家庭,成长在一个战乱的年代,在极度困苦中走过了我23年的青、少年期。但在与艰难困苦的抗争中,磨砺了我的意志,也为我毕生从事科教事业奠定了基础。人常说:“谋事在人,成事在天”,我却深深地体会到:谋事固然在人,成事更在于人,在于更多的人团结一致,共同奋斗。这个体会我一直有效地应用在我的工作中。

毛主席的关怀成为我毕生工作的动力

毛泽东主席在长沙一师附小办学时,我父亲在那里当教师,他们同住青山祠。我母亲也姓毛,他俩

兄妹相称,亲如一家。大革命失败后,父亲牺牲,毛主席上了井冈山,从此两家失去了联系。解放后,毛主席多次给我母亲及姊妹亲笔回信,我收到毛主席的第一封信是1951年5月在武大上学时,当我捧着“中共中央革命军事委员会毛寄”的信封时,心潮澎湃,激动万分。信中毛主席勉励我们姊妹“努力学习或工作,继承父亲的遗志,为人民国家的建设服务”。学校当时用信封上毛主席写的“武汉大学”四个字作了校徽,并沿用至今,全校师生均为之高兴。

1951年我们班6个学土壤的同学到北京华北农科所(现在中国农业科学院)进行毕业实习时,我受母亲嘱托去看望毛主席,被田家英同志接进中南海,受到毛主席一家人的亲切接待。在一间宽敞明亮的大会议室里,我用双手握着毛主席的大手,久久仰视着他的面孔,禁不住热泪盈眶,什么话也说不上来!主席让我在他身旁坐下,详细询问了我母亲及家乡人民的生产、生活情况,给我谈了一些过去的事情。他告诉我,他曾两次去过我的老家炭坡,1930年红军打长沙时见过我母亲一面,知道我父亲牺牲的消息。他感慨地说:“你父亲是个好同志,他为人民牺牲自己的生命,要学习你父亲的精神。”他知道我在武大学农,很高兴,鼓励我好好学习,并在我日记本内签上“努力学习”四个字。我3岁失去父亲,没有享受过父爱,这次我受到了胜似父亲的亲切关怀和爱抚,无比幸福,终身难忘!

1954年我在北京外国语学院留苏预备班结业的第二天,一个周六的下午,毛主席让他的保健医生王鹤滨(当时也在预备班学习)带我去他家做客。在路上王鹤滨对我说,毛主席告诉他,“你是在武汉大学学习土壤农化的,很有志气”。这次是从中南海西门持一级会见卡进入的,接见长达6小时。先在一间孩子们的卧室里坐下,叶子龙同志接待了我,和李敏、李讷等几个孩子在一起。我意外地看到这卧室是非常简陋的湖南农民家的陈设:一张古旧的、四根方柱的暗褐色木架大床,一张同样古旧的四方桌,四条板凳及几把矮小的木靠背椅。这我太熟悉了,估计是从毛主席湖南老家运过来的,我想在北方买也买不到这类旧家具。我正凝神遐想,毛主席走了进来,他紧握着我的手并对他的孩子们介绍说:“认识她吗?1951年来过的,在武汉大学学农的,你们长大了也要学农。”四五点钟,我和毛主席一家人乘车去郊外一套旧房屋处过周末,我先和他家孩子们一起照相、游玩了一会儿,便和王鹤滨陪主席在桃树林中散步,还和主席照了一张像,然后坐下来谈话。可

能主席认为我大学毕业了,应该懂得农业了,主要和我谈的农业方面的问题。问我全国有多少人学土壤,中南地区土壤如何改良,如何提高农业生产水平等等。解放后,我们班同学积极学习苏联土壤科学,常自学讨论有关苏联著名土壤学家维廉士的重要著作,所以,在回答毛主席提问的土壤改良时,我得意地大谈苏联草田轮作制的原理和做法,毛主席却很不以为然地说:“我国农民一家才几亩地!拿去种草,人吃什么?畜牧业不发达,草种了干什么用?”毛主席的责难,我深为羞愧,使我懂得,脱离中国实情地照搬苏联是不行的,体会理论应联系实际,这成了我一辈子工作的教训。毛主席又和我讨论了植物营养问题,谈到苜蓿固定空气中的氮素做营养。主席说我们要在工农业生产中充分利用空气,如做空心砖隔热。从谈话中我体会到主席是如何重视我国农业的发展!他希望有更多青年人积极学习农业科学,充分利用自然资源,提高我国农业生产水平。和主席这次谈话共计一个多小时,使我终身受益。和上次一样,我和主席一家共进了晚餐,饭后还一起看了一场电影,至晚9点才依依不舍地告别了他老人家。

毛主席对我学农的鼓励及对农业工作者的期望,成了我一生工作的动力。我的后半生集中精力做豆科植物根瘤菌固氮研究,也包括了苜蓿根瘤菌固氮,并不是这次和主席谈话的直接结果,而是我后来在选择研究方向时,多方比较而悟出了根瘤菌的重要性,从而逐步坚定了这个方向。这可以说是一种巧合,但也不无内在联系。我常想,我的父辈们为了推翻压在中国人民头上的三座大山,拯救中国人民于水深火热,或抛头颅洒热血,或耗尽毕生精力,鞠躬尽瘁,作为他们的后代、继承人,责任就是继承他们的遗愿,建设好、保卫好我们社会主义祖国。我个人应该在自己的研究领域内,充分利用已有的先进方法和技术,团结更多的力量,开发我国自然资源。研究问题,解决问题,为保护环境,为农、林、牧业持续发展出大力。现在我已年近80,仍为此目的而学习、工作不息!

科研工作中点滴体会

我在武汉大学农学院土壤农化系读本科时,受陈华癸教授影响,偏重于学习土壤微生物学。1954年进入莫斯科季米里亚捷夫农学院读研究生,师从著名的土壤微生物学家费洛夫学习土壤微生物学,

在他的指导下完成了我的论文研究,获得了较系统的科研训练。但1959年回国后在北京农业大学(现中国农业大学)接受了新的教学任务,未能正式做什么研究,接着是“四清运动”、“文化大革命”,一晃十几年过去了。直到20世纪70年代初,学校(文化大革命期间搬迁至延安)从延安迁回北京,教学虽尚未恢复,但同事们商量着做些科学研究,决定全系教师一起做生物固氮,结合各人原教学的内容选择研究的各个侧面,我选择了根瘤菌,因为它固氮能力最强。开始做的是根瘤菌选种、田间接种试验等。1980年我和曹增良同志赴新疆采瘤,开始系统地调查豆科植物结瘤,采集根瘤菌资源。同年我帮助俞大绂教授指导他的研究生牛天贵,在俞先生的建议下开始做根瘤菌的分类。从此,我和豆科植物根瘤菌结下了不解之缘。组织同行在全国范围内进行豆科植物结瘤情况调查,收集根瘤菌资源,分析根瘤菌性状,进行分类和系统发育研究,进而分析根瘤菌分布与生态条件的关系,现在更关心根瘤菌接种豆科植物的事业以及豆科植物与禾本科植物间套作模式中地上、地下生物间互作机制,所得的成果尚不多,却有些许心得体会。

1. 做研究需尽可能地采用先进的技术方法

古人云:“工欲善其事,必先利其器”,这是极易理解的真理。在20世纪60年代以前,国际上做细菌分类均是利用少数性状的表型分析方法,难于获得正确的细菌分类结果。做了工作却得不到可靠的结果时,自然提不起对该工作的兴趣。在我和牛天贵做根瘤菌分类研究时,正是Sneath将数值分类引入细菌分类之后不久。数值分类也是利用表型特征进行分类,但它不是用少数几个特征,而是对一组菌株进行100个以上性状测定,并对这些性状状态采用等权原则进行相似性比较,用计算机进行统计分析,以获取菌株间的相似性,当相似性高达80%时,该菌群可能是一个种群。当时我们认为该方法先进可用,但计算机的使用在国内开展尚不很久,我对它很陌生,只好向熟悉它的老师们求教了。1982年我有机会去美国康奈尔大学做访问学者,有可能读Sneath的著作,并向他人学习数值分类。在离开美国之前我去美国农业部USDA菌库访问了Keyser博士,当时他正是国际根瘤菌分类分委会委员,他热情地向我介绍了该委员会已研究确定但尚未发表新的根瘤菌分类系统,即1984年Jordan在《Bergey's Manual of Systematic Bacteriology》第1版第1卷上发表的系统,根瘤菌划分为2个属、4个种,加上

土壤杆菌属及叶瘤杆菌属组成根瘤菌科。我回国后不久牛天贵的研究工作结束了,他的结果所构成的根瘤菌分类树状图和 Keyser 告诉我的根瘤菌新分类系统相一致,这对我是个极大的鼓舞。后来我连续带领了几届研究生做数值分类,工具有所改进,方法不断完善,其结果不断确定了新的分类单元,如紫云英根瘤菌群,后定为华癸根瘤菌新种;新疆一群慢生根瘤菌,后定为天山根瘤菌新种;特别是对当时我国独有的快生大豆根瘤菌分类,单靠数值分类确定为一个新属——中华根瘤菌属。数值分类方法较繁琐,工作量较大,但是至今我的研究生还愿意采用此方法,因为它通过大量性状测定,了解了根瘤菌的各种特性,便于生产上使用;同时它的确是种群聚类的一个较确切有效的方法。

从 20 世纪 70 年代至今,核酸分析技术不断引用于细菌分类,我们运用数值分类时也不断采用核酸分析技术,即所谓多相分类。由于我们拥有国际上数量最多的根瘤菌资源,又采用了最先进的分类方法,所以在近 20 多年里相继发表根瘤菌新属 2 个、新种 15 个,还有数个新种待发表。当前,国际上对根瘤菌分类研究已成为热点之一。发现根瘤菌分布在变形杆菌门的 α 和 β 2 个纲、12 个属、51 个种中,但有些种并不是从根瘤中分离出来的,或者并不与豆科植物结瘤固氮。完全意义上的根瘤菌只有 4 个大属,内含 40 个种。这 4 个属中的 *Rhizobium* (含 13 种)和 *Bradyrhizobium* (含 5 种)是 1984 年以前确定的;*Sinorhizobium* 和 *Mesorhizobium* (各含 11 种)是我们于 1988 年及 1997 年发表的。另外新定的 2 个根瘤菌属 (*Asorhizobium* 及 *Allozrhizobium*)只是单种属。从而我们的工作构成目前的根瘤菌系统中起了关键的作用。这成果与我们一开始就采用先进技术,融入国际潮流,与国际同行并肩前进分不开的。

2. 认定方向,坚持不懈,兴趣愈亦浓厚

做根瘤菌研究过程中我们也曾遇到不少困难。刚开始有些领导部门说“根瘤菌是老掉牙了的问题”,有什么好做的? 根本得不到他们的支持;受传统细菌分类工作的影响,认为分类工作枯燥无味,使人不感兴趣;另外,在我们开展研究之时,遗传学研究、基因工程等成为科学研究热门,对人们很有引诱,也有同学希望我们转行。我当时考虑,土壤微生物中最有用的菌群要推根瘤菌,做资源则必须做分类,否则收集的资源再多,不认识它,也就无法应用它,因此我坚持不改。工作的前期我的老师——陈

华癸院士对我说:做分类要“安贫乐道”。“安贫乐道”这 4 个字把我的思想境界提高了一大步,它坚定了我在这条路上走下去的决心。但做苦行僧还可以,却如何才能乐道? 即如何能对工作产生兴趣? 没有兴趣的工作是坚持不下去的。这要感谢我们祖国的幅员辽阔,孕育着生物资源的极大多样性,同时也归功于我们从一开始就采用资源与分类相结合的原则,加上采取的方法正确,我们几乎是一做一个准儿。开始在新疆只采到几十菌株,就发现了一个新群;做快生大豆根瘤菌,竟发现了一个新属,发表了这个属时也曾遇到国际同行的质疑。有国际同行用一个 16S rDNA 部分测序的结果否定了我们定的这个新属。面对这样的挑战,我毫不气馁,我的观点是:认识一个新事物不是那么容易的,谁的方法更先进,我就相信谁。后来,其他国际同行的 16S rDNA 的全序列测定结果支持了我们的建议,确定了该属的地位。现在该属,即中华根瘤菌属,已包含了 11 个种,成为仅次于根瘤菌属的第二大属。一旦坚定这项工作的信念以后,就任凭风吹雨打,仍能勇往直前。正因为在我们的国土上新物种资源的不断发现,我们研究它们的兴趣也变得愈来愈浓厚,干劲就愈益加强。近年我从他人的工作中发现豆科植物与禾本科间作模式中,禾本科植物能帮助豆科植物克服“氮阻遏”的障碍,促进豆科植物更多结瘤固氮,双双获得高增产。我对弄清豆禾间作体系中,地上、地下生物物种间相互作用机制又大感兴趣了,正组织力量进行研究。总之,豆科植物——根瘤菌这个共生体在自然界及农牧业生产中起着巨大的作用,有很多的问题值得我们去仔细研究。我虽然是老了,但还愿为之聊尽绵薄之力,推动它为我国持续农业服务,也为有志于此的年轻人铺路。

3. 从积累中开拓创新

建设创新型国家是党中央提出的伟大战略决策,要激发全民族创新精神,培养高水平创新人才队伍,形成有利于自主创新的体制机制,大力推进理论创新、制度创新、科技创新。近年来创新的口号也很是响亮,但什么是创新,如何才能做到创新? 我好好思量过,但自觉认识不足。我认为创新不可能是凭空想出一个新东西,理论创新应该是经过长期实践,积累总结出来的,即是“实践出真知”这个道理。我们 30 年来,对根瘤菌资源广泛调查采集,对大量菌株进行分类和系统发育研究,才统计出根瘤菌物种间的发育关系;从各种根瘤菌与其宿主的共生关系的分析中,认识到它们的共生关系并不是 100 多年

来人们认识的那么专一,而是有很大程度上多样性,即杂乱性;从根瘤菌种在我国各大区域地理环境中的分布状况,逐步认识到根瘤菌-豆科植物共生体是环境,根瘤菌与豆科宿主间相互作用的结果。不同根瘤菌种的地理分布,不仅与其宿主有关,也受到环境因素的影响。现在我们对根瘤菌的认识还是很不够的,但在研究过程中认识不断提高,新问题也不断出现,研究领域不断拓宽。我们这些不大的成果应该说是新的认识吧,这就是不大的创新。所以我们得出的认识是,基础研究很难事先规划出一个目标,而是先认定一个方向,从不同侧面,大量的调查研究,具有第一手资料,不断总结分析,不断开拓,才能不断

创新。

以上是一些粗浅的体会认识,不一定正确,愿与读者共同切磋。

我已走过 80 年人生旅程,从一个 3 岁的孤儿发展成为中国科学院院士,首先要感谢的是毛主席领导中国共产党推翻了三座大山,让中国人民得解放,特别感谢毛主席对我的亲切关怀和教导。最后我要说的是:我庆幸生长在中国新旧交替的这个伟大时代,新、旧社会的鲜明对比,让我刻骨铭心地爱憎分明;我更庆幸生长在伟大的中国,她辽阔的国土孕育了极丰富的生物物种资源,取之不尽,研究不完。

陈文新先生与现代根瘤菌分类

汪恩涛

(墨西哥国立理工大学生物学院微生物系)

En Tao Wang

(Departamento de microbiología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas,

Instituto Politécnico Nacional, México D. F., C. P. 11340, México)

1 引言

在当代中国微生物学界,提起根瘤菌,人们自然而然地就会想起一个人,她就是陈文新先生。30年如一日,她将自己的大半生都献给了中国根瘤菌资源的研究和应用,根瘤菌是她毕生从事的事业,也是她的生命寄托之一。为了认识和了解中国根瘤菌资源,她做到了“为伊消得人憔悴,衣带渐宽终不悔”。她在根瘤菌分类领域的突出成就,使她成为中国现代根瘤菌分类的奠基人和开拓者,也使她得到了国际同行的了解和尊重。

根瘤菌是一类共生固氮细菌的总称,这类细菌在许多豆科及一些榆科植物(*Parasponia*)的根或茎上形成瘤状的共生体,并在瘤中将氮分子转化成氨供其宿主植物吸收利用,这种固氮体系提供了全球总氮素需求的60%和农田生态系统中氮需求的80%。由于该固氮体系具有高效率、不消耗能源和不污染环境的特点,其研究和开发利用具有巨大的生态学和经济、社会价值。作为这一高效固氮体系的主要构成成分,根瘤菌也就成了地球上最重要的微生物资源之一,并得到包括分类和多样性在内的广泛研究。

根瘤菌分类学的发展以1982年为界,可分为早期和现代两个阶段。早期根瘤菌分类系统奠基于Fred(1932)。该系统将所有根瘤菌都包括在同一属——根瘤菌属(*Rhizobium*)中,并以宿主范围为基础将根瘤菌分为6个种:*R. japonicum*, *R. leguminosarum*, *R. lupini*, *R. meliloti*, *R. phaseolus* 和 *R. trifolii*。每个种内的菌株都与一组特定的植物结瘤,且菌株间可以相互交换宿主结瘤固氮。所以,早期的根瘤菌种的概念被互接种族所限定。随着所研究的菌株范围和宿主植物范围的扩大及细菌分类学方法的发展,逐步发现以宿主专一性界定的根瘤

菌种并不合理。现代根瘤菌分类系统萌芽于数值分类(Graham, 1964)和以后DNA-DNA杂交、DNA-rRNA杂交、rRNA序列分析等分子生物学技术的应用,初步确立于1982年。Jordan(1982)总结了当时积累的根瘤菌分类成果,将根瘤菌划分成2个属:快生,在酵母浸膏-甘露醇培养基中产酸的菌株保留在根瘤菌属(*Rhizobium*)中;慢生,在酵母浸膏-甘露醇培养基中产碱的菌株划分到慢生根瘤菌属(*Bradyrhizobium*)中。陈文新先生正是在现代根瘤菌分类系统初步确立,现代细菌分类技术开始迅速发展的20世纪70年代末投身于这一领域的研究之中。在国家科委、国家自然科学基金委一系列面上项目,“八五”、“九五”两个重点项目以及中国-欧共体合作项目资助下,经过近30年的潜心研究,在根瘤菌资源分类和系统发育方面取得了令世人瞩目的成就,也为现代根瘤菌分类体系的发展做出了突出贡献,被国际同行推选为国际根瘤菌分类分委员会的委员,并于2001年获选为中国科学院院士。

陈文新先生献身微生物学教育与科研逾半个世纪,教学方面早已是桃李满天下。参与培养的十几届本科生及指导的数十名博士、硕士研究生中,很多已成为国内外有关单位的生产、教学和科研骨干。自1977年初至1995年6月的十几年间,笔者作为本科生、硕士生、博士生和科研助手,有幸长期直接接受陈先生的教导。离开中国后的10余年间,虽远离陈先生,但仍与恩师保持着密切的联系和科研合作,得到了陈先生的诸多帮助。同时,也获得机会从外部观察体会陈先生对科学事业兢兢业业、不断进取的精神,并时时为陈先生及其科研团队取得的新成果感到欢欣。在陈先生80大寿之际,仅以此文表达我对恩师的崇敬和祝贺,并对她在科研方面的主要学术贡献做一概括总结。

2 完成了全国豆科植物结瘤调查,建立了根瘤菌资源库和数据库

豆科是植物中的一个大学,全球共有19 000种,其中仅10%~15%的结瘤情况被研究过,0.5%的共生关系被研究过(Allens,1981)。中国豆科植物-根瘤菌共生关系方面的系统研究,始于陈文新教授。从20世纪70年代末开始,陈先生带领学生并组织全国同行100多人(次)完成了全中国32个省(市)中700个县豆科植物结瘤情况的调查。从中国热带的海南岛至寒带的黑龙江北部,他们的足迹遍布中国所有的气候带和地形地势区域,从调查的地理范围和艰苦历程都反映出陈文新的坚定科学信念和为科学献身的精神,也显示她具有领导庞大的研究集体和组织大规模合作研究的才能。他们共采集根瘤标本8 000多份,包括豆科植物100多个属、600多个种,其中300多种植物结瘤情况是过去未曾记载的;并从中分离出7 000多株根瘤菌,保藏在他们的CCBAU菌库中。该库目前是国际上最大的一个根瘤菌库,为当代及后世的有关工作提供了坚实的资源保证。同时,随着国内根瘤菌资源与生态研究的持续进行,该菌库的藏菌规模还在逐步扩大。

通过对菌库中3 000多株菌的100多项表型性状分析,他们发现了一批耐酸(pH3.8)、耐碱(pH12)、耐盐(5%NaCl或更多)、耐高温(40℃)或在低温(4℃)下生长的根瘤菌,其抗逆特性高于国际上报道过的。这些既是珍贵的种质资源,也是重要的基因库。在此基础上,他们建立起目前国际上菌株数量最多、菌株性状信息最丰富的根瘤菌资源数据库。这批根瘤菌现已开始被应用于中国西部几个地区的退耕还林还草措施中种植豆科牧草进行选种、接种的实验,收到了很好的效果。

3 发展丰富了现代根瘤菌分类体系

由Jordan 1982年奠基的根瘤菌现代分类系统中,只有2个属。*Rhizobium*属包括了豌豆根瘤菌(*R. leguminosarum*)和苜蓿根瘤菌(*R. meliloti*)和百脉根根瘤菌(*R. loti*)3个种;*Bradyrhizobium*属只有大豆慢生根瘤菌(*B. japonicum*)1个种。在多年的研究中,陈先生领导的实验室先后描述了2个新属、15个新种:

(1)中华根瘤菌新属(*Sinorhizobium*)(Chen et

al.,1988)。过去一直认为大豆只与慢生大豆根瘤菌(*Bradyrhizobium japonicum*)结瘤固氮。1982年Keyser与中国学者胡济生等在《Science》上发表了从中国分离的快生大豆根瘤菌,经陈文新分类研究确定为一新属,定名中华根瘤菌属,后经国际同行反复验证,确认无疑。该属的发表被国际同行评论为发现根瘤菌新属的首创性工作。现该属中已有11个种,其中包括陈先生实验室独立或与人合作确定的费氏中华根瘤菌(*S. fredii* comb. nov.)(Chen et al.,1988)、新疆中华根瘤菌(*S. xinjiangensis*)(Chen et al.,1988)、鸡眼草中华根瘤菌(*S. kummerowiae*)(Wei et al.,2002)和莫雷兰中华根瘤菌(*S. morelense*)(Wang et al.,2002)4个新种,占了该属的近40%。

(2)中慢生根瘤菌新属(*Mesorhizobium* gen. nov.)(Jarvis et al.,1997)。该属名是陈先生依据紫云英根瘤菌及从新疆大豆、甘草、苦豆子等分离的根瘤菌的系统发育和生长特点提出的,后经国际同行广泛验证接受,并一道著文发表。现在该属已包括11个种,其中有陈先生及其合作者建议的华癸中慢生根瘤菌(*M. huakuii*)(Chen et al.,1991)、天山中慢生根瘤菌(*R. tianshanense*)(Chen et al.,1995)、紫穗槐中慢生根瘤菌(*M. amorphae*)(Wang et al.,1999)、温带中慢生根瘤菌(*M. temperatum*)(Gao et al.,2004)和北方中慢生根瘤菌(*M. septentrionale*)(Gao et al.,2004)5个新种,占到了该属现有种数的一半。

(3)5个根瘤菌(*Rhizobium*)新种。在原来确定的根瘤菌属中,陈先生及其合作者陆续增定了5个新种:海南根瘤菌(*R. hainanense*)(Chen et al.,1997)、胡特兰根瘤菌(*R. huanlense*)(Wang et al.,1998)、杨凌根瘤菌(*R. yanglingense*)(Tan et al.,2001)、木兰根瘤菌(*R. indigoferae*)(Wei et al.,2002)和黄土根瘤菌(*R. loessense*)(Wei et al.,2003),占了该属种数的1/3。目前,陈先生研究团队还有从黄檀中分离的湖南根瘤菌(*R. hunanense*)等新种待发表。这些新种的发现,不仅是种的数量增加,也为进一步建立新属提供了理论和物质基础。因为胡特兰根瘤菌、黄土根瘤菌和以前发表的山羊豆根瘤菌一起组成了一个介于根瘤菌属和土壤杆菌属之间的系统发育分支。陈先生已经在其相关文章中提到确定为一个新属的可能性。

(4)圆明慢生根瘤菌新种(*B. yuanmingense*)(Yao et al.,2002)。慢生根瘤菌属(*Bradyrhizobium*)的分类发展较之快生产酸的根瘤菌要缓慢和困

难。原因有:①大豆慢生根瘤菌(*B. japonicum*)在很多宿主和地区占主导(Gao et al., 1994);②慢生根瘤菌种群界定比快生型细菌的更复杂;③慢生根瘤菌的研究长期主要局限于大豆等个别宿主。通过对胡枝子(*Lespedeza*)根瘤菌的系统研究,陈先生及其学生建议了首个不与大豆结瘤的慢生根瘤菌种—圆明慢生根瘤菌(*B. yuanmingense*)(Yao et al., 2002)。另外,还有分离自紫穗槐和紫藤的新种—少数慢生根瘤菌(*B. minorium*)待发表。

以上新属、新种的描述充分展示了中国辽阔大地上复杂生态环境中孕育的根瘤菌丰富的多样性,极大地增进了人们对根瘤菌多样性的认识。这些成果也发展和充实了根瘤菌的系统发育体系,对根瘤菌的分类系统的修正与拓展有重大影响。陈先生的工作,导致了快生产酸的根瘤菌由原有的一个属发展为3个。同时,国际上其他研究人员也陆续发表了固氮根瘤菌属(*Azorhizobium*)(Dreyfus et al., 1988)、类根瘤菌属(*Allorhizobium*)(de Lajudie et al., 1998)2个属和一些新种。这些新属、新种的描述,向世人展示了根瘤菌的多样性和分类是尚未被充分认识的研究领域,从而吸引了更多同行的注意和参与,并导致了根瘤菌分类的迅速发展。在1984年出版的《系统细菌学手册》中根瘤菌被定为一个科,其中只有2个属4个种,而2003年开始发行的该书第2版中,根瘤菌上升为一个目,其中包括4个科7个属40个种。截止到2006年4月,与豆科植

物结瘤固氮的细菌已被划分在11个属中,包括52个种(表1)。其中类根瘤菌属1种,固氮根瘤菌属2种,慢生根瘤菌属6种,中慢生根瘤菌属11个种,根瘤菌属15种,中华根瘤菌属11种。此外,还有一些共生固氮细菌被分类于先前为非共生细菌建立的属中,包括结瘤甲基杆菌(*Methylobacterium nodulans*)(Jourand et al., 2004)、假含羞草戴沃斯菌(*Devosia neptuniae*)(Rivas et al., 2003)、结瘤伯克氏菌(*Burkholderia tuberum*)(Vandamme et al., 2002)、植物伯克氏菌(*Bu. phymatum*)(Vandamme et al., 2002)、羽扇豆苍白杆菌(*Ochrobactrum lupini*)(Trujillo et al., 2005)、台湾罗尔斯通氏菌(*Ralstonia taiwanensis*)(Chen et al., 2001)以及一些肠杆菌属的细菌(Benhizia et al., 2004)。在所有这些已经描述的根瘤菌中,由陈先生实验室描述的种占了总数的1/4强。陈先生的出色工作得到了国际同行的高度重视:1996年,推选她为国际根瘤菌/土壤杆菌分类分委会委员;1998年, *Bergey's* 手册集团主席邀请她参与撰写国际大型微生物学工具书《*Bergey's Manual Systematic Bacteriology*》第2版中根瘤菌部分内容;2005年10月在北京举行的第14届国际固氮大会,她被邀作大会报告,获得极大好评。迄今为止,陈先生发表的文章已被国际同行引用600余次,仅华癸中慢生根瘤菌(Chen et al., 1991)一文即有近百次引用,已成为根瘤菌分类方面的经典文献。

表1 根瘤菌分类现状一览表(截至2006年4月)

属、种	代表性宿主	建议人及时间
<i>Allorhizobium undicola</i>	<i>Neptunia natans</i>	De Lajudie et al., 1998
<i>Rhizobium etli</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Segovia et al., 1993
<i>R. leguminosarum</i>	<i>Pisum, vicia, Lathyrus</i>	Jordan, 1982
<i>R. gallicum</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Amarger et al., 1997
<i>R. rhizogenes</i>	前发根农杆菌, 结瘤菜豆	Velazquez et al., 2005
<i>R. giardinii</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Amarger et al., 1997
<i>R. huautlense</i>	<i>Sesbania herbacea</i>	Wang et al., 1998
<i>R. hainanense</i>	<i>Desmodium</i> 等属	Chen et al., 1997
<i>R. yanglingense</i>	<i>Amphicarpaea</i> 等属	Tan et al., 2001
<i>R. mongolense</i>	<i>Medicago ruthenica</i>	Van Berkum et al., 1998
<i>R. tropici</i>	<i>Leucana, Phaseolus</i>	Martinez-Romero et al., 1991
<i>R. loessense</i>	<i>Lespedeza</i> spp.	Wei et al., 2003
<i>R. galegae</i>	<i>Galega</i> spp.	Lindstrom, 1989
<i>R. daejeonense</i>	分离自氰化物处理器	Quan et al., 2006
<i>R. indigoferae</i>	<i>Indigofera</i> spp.	Wei et al., 2002
<i>R. sullae</i>	<i>Hedysarum coronarium</i>	Squartini et al., 2002
<i>Sinorhizobium alboris</i>	<i>Acacia</i> 和 <i>Prosopis</i>	Nick et al., 1999

续表 1

属、种	代表性宿主	建议人及时间
<i>S. americanus</i>	<i>Acacia</i> spp.	Toledo et al. ,2003
<i>S. fredii</i>	<i>Glycine</i> spp.	Chen et al. ,1988
<i>S. kummerowiae</i>	<i>Kummerowia stipulacea</i>	Wei et al. ,2002
<i>S. meliloti</i>	<i>Medicago</i> , <i>Melilotus</i>	de Lajudie et al. ,1994
<i>S. medicae</i>	一年生 <i>Medicago</i> spp.	Rome et al. ,1996
<i>S. xinjiangense</i>	<i>Glycine max</i>	Chen et al. ,1998
<i>S. sahelense</i>	<i>Sesbania</i>	de Lajudie et al. ,1994
<i>S. terrangae</i>	<i>Acacia</i> spp. 和 <i>Sesbania</i>	de Lajudie et al. ,1994
<i>S. kostiense</i>	<i>Acacia</i> 和 <i>Prosopis</i>	Nick et al. ,1999
<i>S. morelense</i>	非共生菌	Wang et al. ,2002
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	<i>Glycine max</i>	Kuykendall et al. ,1992
<i>B. japonicum</i>	<i>Glycine max</i>	Jordan,1982
<i>B. liaoningense</i>	<i>Glycine max</i>	Xu et al. ,1995
<i>B. denitrificans</i>	<i>Aeschynomene indica</i>	Van Berkum et al. ,2006
<i>B. yuanmingense</i>	<i>Lespedeza</i>	Yao et al. ,2002
<i>B. canariense</i>	<i>Genisteae</i> 和 <i>Loteae</i>	Vinuesa et al. ,2005
<i>B. betae</i>	非共生细菌	Rivas et al. ,2004
<i>Mesorhizobium amorphae</i>	<i>Amorpha fruticosa</i>	Wang et al. ,1999
<i>M. temperatum</i>	<i>Astragalus adsuegens</i>	Gao et al. ,2004
<i>M. septentrionale</i>	<i>Astragalus adsuegens</i>	Gao et al. ,2004
<i>M. loti</i>	<i>Lotus</i> spp.	Jarvis et al. ,1984
<i>M. huakuii</i>	<i>Astragalus sinicus</i>	Chen et al. ,1991
<i>M. tianshanense</i>	<i>Glycine</i> , <i>Sophora</i> 等	Chen et al. ,1995
<i>M. ciceri</i>	<i>Cicer arietinum</i>	Nour et al. ,1994
<i>M. mediterraneum</i>	<i>Cicer arietinum</i>	Nour et al. ,1994
<i>M. chacoense</i>	<i>Prosopis alba</i>	Velazquez et al. ,2001
<i>M. thioglycolicum</i>	非共生细菌	Ghosh & Roy,2006
<i>M. plurifarum</i>	<i>Leucaena</i> spp.	De Lajudie et al. ,1997
<i>Methylobacterium nodulans</i>	<i>Crotalaria</i>	Jourand et al. ,2004
<i>Devosia neptuniae</i>	<i>Neptunia natans</i>	Rivas et al. ,2003
<i>Azorhizobium caulinodans</i>	<i>Sesbania rostrata</i>	Dreyfus et al. ,1988
<i>Az. doebereineriae</i>	<i>Sesbania virgata</i>	Maria de Souza M. et al. ,2006
<i>Burkholderia phymatum</i>	<i>Mimosa</i>	Vandamme et al. ,2002
<i>Bu. tuberum</i>	<i>Mimosa</i>	Vandamme et al. ,2002
<i>Ochrobactrum lupini</i>	<i>Lupinus</i>	Trujillo et al. ,2005
<i>Ralstonia taiwanensis</i>	<i>Mimosa</i>	Chen et al. ,2001
Enterobacteria	<i>Hedysarum</i>	Benhizia et al. ,2004

4 指出根瘤菌与豆科植物的相互匹配是根瘤菌—豆科植物—生态环境间相互作用的结果,为根瘤菌应用和生态学研究提供了新的思路

宿主专一性是根瘤菌分类与应用研究中的一个重要性状。每个根瘤菌种都只与特定的一种或多种植物结瘤固氮。反之,每种植物也只与特定的一种或数种根瘤菌共生。大量的研究已从分子和基因的水平上证明,根瘤菌与宿主植物间的这种专一性取

决于双方共生基因的相互识别,即分子对话。然而,陈先生的研究表明,一种植物与其根瘤菌的共生组合与其所处的生态环境有关,某些根瘤菌-豆科组合只存在于特定的生态区域中。如大豆在中国的东北地区主要与大豆慢生根瘤菌(*B. japonicum*)和辽宁慢生根瘤菌(*B. liaoningense*)结瘤,在新疆则多与新疆中华根瘤菌(*S. xinjiangense*)和天山中慢生根瘤菌(*M. tianshanense*)结瘤。菜豆在中国、在墨西哥、在法国也分别与 2 属 5 种根瘤菌结瘤固氮。反过来,生态地理环境相近的地区中,分离自很多不同植物的根瘤菌却可归为一个种,如中国新疆的大豆、

苦豆子等 7 种植物的均与天山中慢生根瘤菌(*M. tianshanense*)结瘤;中国海南省的山蚂蝗等 12 属植物同与海南根瘤菌(*R. hainanense*)结瘤。对于不同根瘤菌-宿主组合的这种生态分布,单纯从结瘤因子与植物分泌物间的相互识别已不能解释。就此,陈先生提出了“根瘤菌与豆科植物的共生关系因生态环境的差异而具有多样性”的新观念,指出特定地理区域中根瘤菌-植物共生体是细菌、植物和环境因子相互作用的产物。进而提出:在新区种植豆科植物,进行根瘤菌选种时,必须针对生态环境及宿主植物两者选择出最佳匹配的根瘤菌;同时经实验证明不同品种植物与不同根瘤菌共生,其有效性差异很大,所以选种时还必须针对植物品种进行匹配,才能收到更好的共生固氮效果。这一理论为根瘤菌分类和生态学研究提供了新的领域,也对根瘤菌接种剂的筛选和使用提供了指导。

5 建立了具世界先进水平、研究手段齐备的根瘤菌分类实验室

经过 30 余年的不懈努力,陈先生逐步在中国建立具世界先进水平的细菌分类实验室,确立了一套行之有效的根瘤菌分类、鉴定技术方法。这套方法符合国际上现行的细菌多相分类(polyphasic taxonomy)的要求,即以 16S rRNA, *gln II*, *recA*, *atpD* 等“看家基因”(house keeping genes)的系统发育关系确定属;以表型相似性(数值分类)、DNA-DNA 杂交、蛋白电泳图谱、扩增片段长度多态性(AFLP)、16S-23S rRNA 基因间序列(IGS)和 16S 及 23S rRNA 基因限制性酶切片段长度多态性(RFLP)等来界定种群;以 BOX-PCR、ERIC-PCR、细胞质粒图谱、等位酶电泳(MLEE)及稳定性低分子量 RNA 电泳等方法来分析种群内的遗传多样性,并结合菌群的宿主范围和生态起源最终确定根瘤菌群(种)的分类地位。这一有效的分类技术体系及相应的数据处理程序的建立,保证了中国根瘤菌生物多样性及其分类的研究需要,使得陈先生及其合作者能够持续不断地建议了 2 属 15 种根瘤菌。她的实验室已成为中国最主要的细菌分类室,为本校和其他研究单位培养了大批研究生,并为其他研究单位提供技术支持。现在她的实验室与比利时根特大学 M. Gillis 教授所领导的实验室一起,是目前国际上两个最主要的根瘤菌分类研究中心。她的实验室也是发展中国家里唯一一个技术全面而又多产

的实验室。

6 走出了一条资源优势-科研优势-资源开发应用逐步转化的成功之路

中国地域辽阔,拥有不同的生态环境和丰富的生物资源。其中许多生物资源,尤其是微生物资源还没有被充分认识和利用,这为中国的微生物资源与分类研究提供了得天独厚的基础条件。然而,微生物资源与分类研究是一个长期的基础性的工作,需要有耐心细致的工作态度和能吃苦、耐寂寞的精神。有了这些条件,再善加利用国家的资助,就能够将资源优势转化为科研优势,在国际相关领域取得学术发言权。陈先生在根瘤菌分类方面做到了这一点。但从国家总体上来看还远远不够。2005 年在世界细菌新种的描述方面,中国排在韩国之后,占第二位。由此看,中国的资源优势向科研优势的转化还需要有更多的人做更多的工作。

中国是一个发展中大国,虽然目前经济总量已跻身于世界前六名,但人均产值及收入仍非常低。因此,如何回馈国家,回报社会,如何为经济建设服务,始终是中国研究人员应当主动思考和实践的课题。这种回报,第一就是把自己的研究课题做好,利用好科研资金并多出成果,其次就是主动寻找自己课题与社会发展的结合点,为国为民服务。这两点,陈先生都做到了。首先,她积 30 年的时间,利用国家的有限资助,成功地完成了根瘤菌资源调查、保藏和分类研究,得到了大批国际先进水平的研究成果,得到了“低投入,高产出”社会和同行评价。在此基础上,她抓住国家在西北地区退耕还林还草的战略时机,主动向政府和生产单位宣传根瘤菌接种剂选种和应用的意义,并为生产单位提供优质菌株和提供技术指导。同时,也对接种剂选种和应用模式进行了研究。经过陈先生及相关部门的努力,目前国内优质根瘤菌剂筛选、生产和应用已初具规模。这样,陈先生经过自己的努力,开拓出一条将资源优势转化为科研优势,进而转化为生产优势的成功之路。

7 其他学术成就及动态

30 多年来陈文新先生培养了 50 名博士、硕士研究生,现分布在世界各地,在不同的岗位上出色地工作着。目前还指导在读博士生 20 名。研究团队

在国内外学术刊物上发表论文百余篇,SCI收录20多篇,被同行引用600余次。她的科研成果先后获省部级一、二等奖6项,并获2001年度中国国家自然科学二等奖。除了在根瘤菌分类方面的突出贡献,陈先生在其他研究领域也有重要的发现并仍在进行着新领域的探索。

(1)揭示了一些已知根瘤菌的遗传多样性和地理分布,如 *B. japonicum*, *B. elkanii*, *S. meliloti*, *S. sahelense*, *R. leguminosarum*, *R. etli* 等在中国部分地区的分布和多样性。从遗传多样性、宿主范围和地理分布方面丰富了对有关细菌的认识。

(2)利用国际国内合作,拓展科研空间,提高科研中国根瘤菌研究在国际上的影响。这方面包括与美国、芬兰、墨西哥等国同行合作,利用国外的技术分析中国的根瘤菌;通过与墨西哥同行的合作,以中国的技术帮助分析国外的菌株;与国内其他单位合作,分析根瘤菌及其他细菌并合作培养研究生。

(3)指导了褐煤生物降解的研究。褐煤是一类劣质煤,是煤矿的副产品,中国拥有非常大的储量。但它热值很低,基本没有工业利用价值,但含有40%上的腐殖酸,经转化可以成为黄腐酸等有用物质。陈先生于20世纪90年代初开始指导研究生进行褐煤生物降解的研究,后交由她的研究生、现为教授的袁红莉博士主持。该项目被同行专家评议为国际首创。

(4)土壤杆菌的生态及其与根瘤菌的分类关系。土壤杆菌(*Agrobacterium*)是与根瘤菌(*Rhizobium*)关系很近的一类植物病原菌,在双子叶植物上引发根癌或发根等病状。近年来国际上出现了将土壤杆菌属与根瘤菌属合并的建议,并引发了激烈的争议。在这场争议中,陈先生和笔者持反对合并的态度,原因是:①合并没有充分考虑土壤杆菌和根瘤菌两属均为异质的系统发育群的事实;②合并没有充分考虑分类研究和其他领域应用的实际需要。但是,近年来陈先生研究室和国际上其他实验室的研究结果表明,有必要对土壤杆菌和根瘤菌两属的分类和命名做适当调整。其中,由于与热带根瘤菌

(*R. tropici*)几乎相同的系统发育地位和同时携带有共生和致病两种质粒(Velazquez et al., 2005)的特点,发根土壤杆菌(*A. rhizogenes*)可以更名为发根根瘤菌(*R. rhizobium*)。而在陈先生的指导下,汪玲玲和刘杰等分别在博士论文和博士后研究中发现根癌土壤杆菌和葡萄土壤杆菌两种中,均含有不带共生和致病基因的植物内生菌系(Wang et al., 2006)。在遗传关系上,这些植物内生菌株与病原菌株并无区别。这一结果是土壤杆菌生态学研究的新发现。

(5)正在探讨间混作条件下的根瘤菌的结瘤固氮机理。禾本科作物与豆科作物的间套混作是中国传统的农业种植方式,现代研究发现,间混作不仅对禾本科作物有益,也可同时提高豆科植物的产量和固氮量。近年来,陈先生结合根瘤菌生态和应用研究,正在指导学生及合作者运用生物物理,土壤化学,微生物学,分子生物学及现代仪器分析方法,对高效固氮豆科植物-根瘤菌共生体系与禾本科作物间套混作条件下根瘤菌的基因表达,植物与微生物的相互影响等进行系统地研究,力图从不同的角度揭示禾-豆间套混作的增产增效及提高抗逆性的机理。该研究是对开发利用中国的根瘤菌资源和禾-豆间套混作这一中国传统种植方式的一种尝试,是结合现代微生物和分子生物学知识对中国优秀传统种植方式的进一步发展,为改善和充分利用该种植方式提供理论基础。

(6)正在探讨影响根瘤菌-豆科植物共生组合的土壤因子。由于发现了根瘤菌-豆科植物共生组合与地理分布有关,陈先生正在指导博士生以大豆及其根瘤菌为模型,研究pH值、土壤类型等环境因子对根瘤菌的选择作用。这一研究对于未来根瘤菌的区域分布,菌种资源的收集分析,接种剂的定向筛选等研究均具有指导意义。

陈先生在科研上坚持不懈,以80高龄仍在努力开拓创新及努力反馈社会的精神,是“老骥伏枥,志在千里”的现实写照,是我们晚辈学人的楷模。

祝福恩师陈文新

再过一个月就是陈文新老师 80 岁大寿了。虽然我已经离开学校近 40 年,平时和老师见面的机会也不多,但我仍时刻想念着她,牢记着我们刚入学时她对我们的教导,“要爱我们的祖国和人民,努力学习,毕业后报效祖国和人民”。在校的 6 年时间,我有幸较其他同学有更多的机会接受陈老师的教诲和影响。1965 年 9 月,经陈老师介绍,我加入了伟大光荣的中国共产党,这是我人生旅途中最重要的转折,引导和激励我一辈子为党、为祖国和人民而不懈努力。

陈老师是烈士的女儿,毛主席和周总理都很关心她,但她却从不自视特殊,在工作和生活上要求自己都很严格,给我们学生们留下了极深的影响。

陈老师对教学和科研工作是非常严谨和一丝不苟的,这不仅使我们学到了知识,更重要的是培养了我们扎实、求实、严谨的学风和工作作风,这方面我

受益匪浅。

10 年前,有一次我去看陈老师,那时她已是近 70 岁的老人了,身体有病,很不好,但还是那么忘我地工作,执著地追求着,我真是感动极了。当时,我只是长时间地看着她,不知说什么才好,半天我才说出一句话:“陈老师,工作要做,但您一定要注意身体啊!”她看我笑笑说:“我知道了,你不也是一样吗?”这是什么样的师生感情!多么好的老师啊!

毕业后,我一直在努力,也取得了一些成绩,这与陈老师的教诲和影响是分不开的。在陈老师 80 岁大寿之际,我怀着十分感激的心情,向恩师说一声:“陈老师,谢谢您!祝您永远幸福、快乐、长寿!”

六一级微生物专业学生 李伯涛

2006 年 8 月

建议将豆科植物—根瘤菌共生固氮体系的应用 纳入西部地区大开发的规划

(已送国务院,并在《科学时报》发表,2000年)

在世纪之交,党和政府提出开发大西北的战略部署,甚是振奋人心。为响应号召,我们几位农业微生物学工作者,建议将豆科植物—根瘤菌共生固氮体系的应用,纳入西部地区农业生产的规划,理由是:①豆科植物和根瘤菌共生形成的根瘤,能将空气中的氮固定成氨,为宿主植物提供大量氮肥。因此豆科植物可以少施甚至不施化学氮肥,就可茁壮生长。②豆科植物种类繁多,有乔木、灌木、藤本和草本等类型,而且分布广泛,在全球各种气候带、各种地形和各种土壤中都有豆科植物生长,在西部地区的种植业、林业和牧业等各生产领域中都有重要的作用。有些豆科植物是荒漠和各种贫瘠地上的先锋植物,可防沙固沙。③种植豆科作物,不仅可减少因大量使用化学氮肥对土壤结构的破坏和水源的污染,还可改良土壤和培养地力,有利于持续农业的发展;种植豆科树木和牧草,不仅可促进林、牧业发展,还可防止水土流失,是改善生态环境的重要措施。

豆科植物种子是高营养的粮食、油料和蔬菜 有些豆科植物的茎、叶是优质绿肥

豆科种子富含蛋白质、脂肪、氨基酸和维生素等,是高营养食物;大豆和花生还是重要的油料作物;菜豆、豌豆、蚕豆等是人们的主要蔬菜品种。近几十年来,许多国家都在扩大豆科植物生产面积,而我国却有所削弱。以大豆为例:美国1961年,大豆种植面积为1 090万 hm^2 ,到1999年增至2 945万 hm^2 ,总产量达7 274万t,人均约363 kg,并节省了大量化肥。我国1961年种植面积为1 000万 hm^2 ,至1990年却降到850多万 hm^2 ,总产量只有1 100多万t(FAO统计资料),人均仅8.46 kg,相距甚远。其他豆类作物的栽培面积也有所下降,这种情况不利于农业持续发展。

豆类作物具强抗逆、耐瘠薄的特性,不少种类可适应在西部地区气候和土壤条件下生长。为此,建议在西部农业生产中,要强调扩大豆类作物的种植面积,以利于提高人们的营养水平和经济收入。

此外,不少豆科植物,如紫云英可作为绿肥,是优质有机肥,与适量化肥配合使用,可充分发挥化肥肥效,防止流失和污染环境。

豆科牧草是优质饲料 山坡上种牧草可防止水土流失

豆科牧草富含蛋白质、矿物质和维生素,是优质饲料。我国有草地面积约60亿亩(4亿 hm^2),居世界第二位,占国土总面积的40%,相当耕地面积的3.7倍,主要分布在西部地区。但我国畜牧业产值仅约占农业总产值的30%,其中草地牧业在牧业产值中还不到1/3。而世界上草原面积大的国家,如澳大利亚、美国和加拿大等国,牧业产值占农业总产值约50%,新西兰高达70%~80%,草地牧业在总牧业中占绝大比例,差距甚大。造成这样差距的原因,不是由于我国草地未被利用,实际上我国已被利用的草地达40亿亩,由于缺乏科学管理,人工草场仅占可利用草场的2%,加之无限制的开垦种粮和过度放牧,使草场破坏,严重退化、沙化,产值很低。值此开发大西北之际,防止草场退化,应是当务之急。可在原有草地中加播或单种豆科牧草。紫花苜蓿被誉为“牧草皇后”,它的主根可深入土壤7~9 m或更深,能从深处吸收水分和矿质营养,如接种适合的根瘤菌,每个生长季节每公顷可固定空气中的氮素150~200 kg。沙打旺也很适宜西部地区生长。紫花苜蓿和沙打旺形成的优良草场,不但为发展畜牧业提供优质饲料,而且可防止水土流失。在西部的山坡地上种植豆科牧草应是最佳选择。