

## 中国微生物遗传学的先驱——沈善炯\*

沈善炯，外文名 San-Chiun Shen。1917年4月13日出生于江苏省吴江县屯村乡澄墟村(今同里镇屯南村)，2021年3月26日在上海逝世。

沈善炯出生于农村的耕读世家，6岁在私塾启蒙，两年后入同里镇泰来桥初级小学，随后在同里高等小学、吴江中学、江苏省立苏州农业学校完成初等及中等学业。1937年，他考取金陵大学农业专修科，因抗日战争爆发，甫入学即从军抗日，短期就读中央政治学校特别



沈善炯  
(1917–2021)

训练班，不久离开。他随后辗转后方，借读于柳州的广西大学农学院，1939年转学至昆明的西南联合大学生物系，1942年毕业后到清华大学农业研究所任研究助理。1944年3月，沈善炯到大理喜洲华中大学生物系任讲师，同年6月与联大同学卢盛华结为伉俪。1945年，他到重庆中央研究院动植物研究所任助理研究员，翌年任北京大学生物系研究助教。

1947年底，沈善炯赴美国加州理工学院(California Institute of Technology, Caltech)专攻遗传学，并随L. Zechmeister修有机化学，1950年6月通过答辩，于1951年获博士学位。1950年8月，沈善炯回国，1951年任浙江大学医学院生化科副教授，次年上海任中国科学院实验生物研究所植物生理研究室副研究员。1953年该研究室升格为研究所，沈善炯也于1956年晋升为研究员。1960年，中国科学院上海微生物研究所成立，沈善炯任副所长，主持该所的工作。1962年该所并入植物生理研究所，沈善炯任此所的副所长、党总支委员，兼微生物研究室主任。此后历任所革命委员会副主任、分子遗传研究室主任等职。1983年，沈善炯受聘为华东化工学院生化系顾问，1985年兼职参与筹建上海交通大学生物科学与技术系。1980年沈善炯当选为中国科学院学部委员(1994年后改称为院士)，并曾任生物学部常委和中国科学院主席团成员。

沈善炯于1952年加入九三学社，1958年加入中国共产党。他是上海市第五、六届政协常委；曾任中国遗传学会副理事长、中国微生物学会常务理事和中国生物化学与分子生物学会理事。

沈善炯在1938年广西大学农学院借读时，开始对植物遗传学产生兴趣，接受该校植物研究所主任张肇骞的建议，考入西南联合大学。后经张景钺介绍，至清华大学农业研究所戴芳澜领导的植病组研究云南水生藻菌分布及生活史，开展壶菌(chytrids)形态的研究工作。他的毕业论文 A Form of *Sporophlyctis rostrata* with Ciliated Spores (《一种带有纤毛孢子的 *Sporophlyctis Rostrata*》)于1944年发表在 *American Journal of Botany* (《美国植物学杂志》)上，纠正了前人的错误描述。1946年，他用老师殷宏章创建的组织化学方法研究脉孢菌的磷酸酯酶遗传调控。1947年，由张景钺推荐到加州理工学院著名科学家 G. W. Beadle 的实验室深造，在 N. H. Horowitz 的指导下研究脉孢菌氨基酸合成的遗传控制。他发现粗糙脉孢菌的酪氨酸酶合成受温度和硫酸盐浓度抑制，完成了博士论文 *Genetics and Biochemistry of the Cysteine-Tyrosine Relationship in Neurospora crassa* (《关于粗糙脉孢菌中酪氨酸、半胱氨酸关系的遗传学和生物化学研究》)。彼时正值生化遗传学的创建时期，加州理工学院聚集了一批顶级科学家，是分子生物学的摇篮。沈善炯在相关课题中的发现丰富了师辈“一个基因一个酶”的假说。他通过几年的深造奠定了前沿且扎实的理论及实验技术的基础，此后的研究工作均以微生物为材料，聚焦遗传和代谢，不断突破，成为中国微生物遗传学的奠基人之一。

沈善炯任职于中国科学院植物生理研究所后，接受殷宏章的安排，从事抗生素的研究，着手为新成立的上海第三制药厂研制金霉素。他的研制小组从筛选菌种开始，反复试验接种和发酵条件，探讨培养基和营养因子，通过3年的艰苦探索，实现了用铁制发酵罐投产，产品效价接近世界先进水平，为新中国初创时期的抗生素工业作出了重要贡献，并由此获得植物生理研究所集体一等奖。在这项工作中，他们发现金色链霉菌(*Streptomyces aureofaciens*)的戊糖循环运转与金霉素的合成有关，从而阐明了磷酸盐抑制金霉素合成的机制，并通过控制发酵液中磷酸盐的含

\*本文撰写过程中，主要依据《沈善炯自述》和传主的著作《我的科学生涯》。本文经传主哲嗣沈聿先生审阅，又承赵国屏院士、复旦大学周德庆教授、上海大学罗利教授、北京大学王忆平教授、中国农业大学李颖及田长富教授审阅，一并谨致谢忱。  
本文作者张彤阳，中国科学院自然科学史研究所、中国科学院大学博士研究生。

量来提升金霉素的产量。随后几年中,沈善炯带领学生和工作人员,在链霉菌代谢产物研究中成果迭出。例如进修人员李友荣等证明链霉菌在生物合成时,其分子中链胍部分的胍基来自精氨酸,其胍基转移反应只发生在链霉菌合成时期。后来抗生素学同行们达成共识,认为链霉菌的生长和合成抗生素的过程可分为营养生长和次级代谢两个时期。他的研究生徐子渊在链霉菌中首次发现有重要应用价值的D-木糖异构酶;王孙仑在大肠杆菌中最先发现甲基乙二醛合成酶,提出己糖代谢中通过3-磷酸甘油醛转变为甲基乙二醛,而形成乳酸代谢支路。1958年在苏联访问期间,沈善炯研究了芽孢杆菌中丙氨酸和谷氨酸的脱氢酶的遗传调控。

1960年,沈善炯领导的微生物生理研究组在《科学通报》发表推断RNA也可作为遗传物质的论文,引起过国内外长时期的关注。虽然文章内容后来没有得到证实,但在分子生物学刚诞生,“中心法则”尚未问世,反转录酶还未被发现的年代,能大胆提出如此创见,正是沈善炯创新思维的体现。

20世纪70年代初,是分子生物学快速发展的年代,根据国家和科学院的部署,从逆境中恢复过来的沈善炯重新开展分子遗传学研究。经过认真调研国内外情况后,他在上海植物生理研究所组建了生物固氮研究组,以肺炎克雷伯氏菌(*Klebsiella pneumoniae*)为材料研究其固氮基因(*nif*)的结构与表达的调节。他们发现了新的固氮基因,证明固氮基因在染色体上成簇排列,不存在“静止区”,纠正了同行的先前错误论断;进一步提出了后来被验证的“双层次调节”理论,即*nif*的表达和调节具有专一性及非专一性两个层次,并围绕*nif*基因启动子展开系列工作,如分析其氧、铵与温度敏感性等。沈善炯等于1977年在英文版《中国科学》上发表了文革后全国第一篇遗传学论文 *Genetics Analysis of the Nitrogen Fixation System in Klebsiella pneumoniae* (《肺炎克雷伯氏菌固氮系统的遗传学分析》),被认为是当年国际固氮研究的重要成果,也被沈善炯视为“遗传学在中国学术界的复苏”的标志。

1980年后,他领导团队由自生固氮转向共生固氮研究,以苜蓿中华根瘤菌(*Sinorhizobium meliloti*)为材料开展了共生结瘤与固氮基因调控研究,揭示了共生系统建立过程中基因的相级顺序性表达,并证明固氮正调节基因*nifA*产物是根瘤发育和固氮所必需的。他们还进行了大豆贮藏蛋白基因研究,相关成果一直受到国际同行的瞩目。1998年沈善炯应邀在16届国际遗传学会议上作题为《根瘤菌在发育过程中结瘤和固氮基因的顺序性表达》的报告。2004年,国际生物固氮大会在北京召开,这是该会首次在亚洲举办,沈善炯为大会论文专辑题词:“生物固氮研究的进展有赖于不同学科的整合,科学家间的交流与合作。创新源于多年工作的积累,桃李不言下自成蹊,启示科学精神。”这正是对他领导的生物固氮研究工作的恰当总结。

沈善炯从青年时代起便与国际学术界有着较多联系,他在加州理工学院结识了包括诺奖得主在内的一批顶级学者,多次参加国际学术会议,并出访英法等著名科研单位,拓展了国际学术交往。这些条件让他在科研中具备了更广阔的视野,使他能选定课题后更快地找到制高点和掌握尖端技术,迅速取得杰出的成绩。同时,在为国家制订科学规划时,他能确定既符合国情又与国际前沿接轨的任务。

沈善炯一生得到过许多奖励,曾先后荣获国家自然科学二等奖、中国科学院科技成果一等奖、上海市重大科学技术成果奖、全国科学大会奖等;他是美国南加州中国工程师和科学家协会杰出贡献奖的首位大陆学者,还获得过加州理工学院杰出校友奖、陈嘉庚生命科学奖、何梁何利基金“科学与技术进步奖”等。

沈善炯在学术成长过程中,得到中外多位名家的扶持与严格训练,他继承并发扬了师长严谨求实、注重创新、教学相长的传统,先后培养了洪孟民院士等数十位研究生及科研工作者,获得中国科学院研究生院杰出贡献教师奖。我国几代微生物学工作者,都曾受过他的教诲。

作为老一代的中国科学家,沈善炯从小勤勉认真,在大学时便对遗传学产生了浓厚兴趣。他在抗日战争的艰难岁月里刻苦学习,又在留学有成后毅然回归落后的祖国效力。他在回国途经日本时被美军无理扣押于东京监狱3个月,面对迫害,置威逼利诱于不顾,一身正气。在治学上,他始终奉“自由思想、独立精神”为信条,很少顾忌个人得失与他人的褒贬,无论外部环境如何,他对科学与社会始终有着自己的判断,既能直言不讳,又敢于负责。如同科学创新需要不落前人窠臼一般,他特立独行的个性似乎很难改变,因而他能够勇敢地面对现实,想人之不敢想,做人之不能做。他曾直言:“我的老师和同学都有得诺贝尔奖的,我向来好强,在那里念书时可并不比其他同学逊色。但是,论起对中国的贡献,那跟回到自己的国土去建立实验室、培养学生,使科学在自己的国土开花、结果,还是不能相比的。”在回国后,他根据国家需要,牛刀小试,即实现金霉素迅速投产,组建微生物生化遗传研究团队、培育人才,在生物固氮领域做出了令国际瞩目的成果,为中国分子遗传学的建立与发展打下基础。他说,“我这一生有两个目的,一个是为了科学,一个是为了我们的国家。”他正是用一生践行了为科学、为祖国的誓言。

(张彤阳 青宁生 供稿)