

原著：美国农业生物科学研究委员会

杨金深 译 崔景岳 校

农业生物科学研究的新方向

NONGYE SHENGWU KEXUE YANJIU DE XINFANGXIANG

河北科学技术出版社

农业生物科学 研究的新方向

原著：美国农业生物科学研究委员会

杨金深 译

崔景岳 校

河北科学技术出版社

农业生物科学研究的新方向

原著：美国农业生物科学研究委员会

杨金深 译

崔景岳 校

河北科学技术出版社出版、发行（石家庄市北马路45号）

石家庄市机场路印刷厂印刷

787×1092毫米1/32 4印张 81000字 1989年11月第1版

1989年11月第1次印刷 印数：1—2000 定价：1.70元

ISBN7—5375—0401—6/S·86

译 · 者 · 的 · 话

我国科技体制与经济体制的改革带来了科研与生产的密切结合。农业科研为农业生产的发展做出了积极的贡献。

科技工作有不同的层次，基础研究、应用研究和开发研究必须协调发展。基础性研究，不仅是科研与生产发展的后劲所在，也是重要的技术储备。为此，1989年2月，国家科委召开了建国以来第一次全国基础研究和应用基础研究工作会，强调了基础性研究工作的重要性，并作出部署。在此之际，《农业生物科学研究的新方向》一书翻译出版，奉献给广大读者，希望能对我国农业生物技术研究有所帮助。

该书于1985年3月在美国出版，同年4月第二次印刷，是美国农业生物科学研究委员会在对美国农业研究署的19个研究中心进行调查的基础上，根据许多科学家的观点和建议并结合委员会成员广博的知识和经验，集体形成的长篇报告。它从植物学、植物病虫害、畜产学三个领域阐述了基因工程、分子遗传学、组织培养等多种现代生物技术的研究状况、主攻方向和应用前景，提出了基础研究的最佳条件。

本书在翻译出版过程中，曾先后得到梁树柏、骆国通、马梦祥、张凤莲、霍克斌、郑彦平等同志的帮助与支持，沧州农科所王宝升、李仲秀、苏骏、浑之英等帮助查考了部分资料，在此谨致谢意。

由于译者水平有限，书中疏漏谬误之处在所难免，恳请读者指正。

1989年4月

目 · 录

- [1] · 实施纲要
- [8] · 第一章 引言
- [11] · 第二章 分子遗传学与遗传工程
- [32] · 第三章 畜产科学
- [55] · 第四章 植物科学
- [82] · 第五章 植物病虫害
- [107] · 第六章 基础研究的最佳环境
- [119] · 结束语

实 施 纲 要

农业研究署(ARS)的实验室和全国许多组织正在进行农业基础研究。按照委员会对农业基础研究的观察,三个重要特点决定了制订规划的方向。即①加快科学发现的步伐;②发展新的分子技术和细胞技术,以提高现行的研究水平;③有必要为探求自然界,特别是有关家畜和经济作物高效生产和健康的基本过程而进行学科间的合作。

要认识这些因素和其它因素在今后几十年的时间内将如何影响美国的农业科学发展,农业研究署(ARS)已抓住机会重新评价其研究规划的结构与内容。在下面介绍的提纲中,国家研究会农业生物科学研究委员会提出了强化当前农业研究署(ARS)重大基础研究计划的途径,并指明哪些领域需要引起新的或更大范围的重视,以帮助该机构实现其目标。

对较新的分子遗传技术和传统的研究方法所作的评价,是为农业研究提供许多可供选择的高效途径。这并非有意特别为农业研究署(ARS)描绘一幅研究方向结构的蓝图。更确切地说,这篇报告所构画的基础研究的途径和目标,可适用于公助系统内外的各级农业研究系统。

确定重点

委员会建议农业研究署利用这篇报告,帮助鉴定和选择长期研究的特定规划目标。委员会承认,要农业研究署在这

篇报告讨论的各研究领域处于领导地位，既不实际，也不可能。ARS可以通过选择高效益的研究机会，获得研究的领导地位，而这些机会以ARS内部目前的研究力量为基础。在某些情况下，ARS应发扬新的首创精神，如已经筹建的植物基因表达中心。就这点来说，ARS抓住了这一机会，在现有的公立与私立研究规划中独树一帜，确立起科学上的领导地位。

规划目标的选择，还取决于对科技人员、技术资源和财力资源的利用情况，以及解决食品质量、公共卫生、经济因素之类问题的必要性，还必须以对其它公立和私立研究机构重点进行的高质量研究领域的评价为基础。

另外，以较先进的分子遗传学技术为基础的规划目标，必须为得到有效的ARS资源而进行科学上的竞争。确定的目标不应牺牲以常规技术为基础的多产科学。规划目标必须始终以科学研究的质量及其潜在贡献来评价。

委员会进一步建议，ARS应建立组织，对其长期的规划目标的科学质量，定期作出审查与评价。

生物科学研究

遗传工程

遗传学影响着农业科学的各个学科。决定生物性状的基因组随生物的不同而有质的差异，这些差异已经被经典的遗传学分析所证明，而且已经在农作物和食用家畜的目标性状选择中应用。先进的分子技术使科学工作者能够分离、纯化（克隆化）和研究基因，为增强对家畜遗传学和植物遗传学的认识提供了详尽、精确的途径。ARS应特别把分子遗传学研究集中到重要农作物和食用家畜以及种质资源的保持与利用

上。进一步说, ARS还应进行其它分子技术的开发与研究。

食用家畜

疾病 伴随着新技术的应用和研究工作的进一步开展, 在几年内将生产出更安全、廉价、有效的疫苗和治疗药品。对食用家畜必须进行如下研究: 免疫反应的分子遗传学基础; 病原体的抗原鉴定; 用于亚基疫苗生产的科学基地的开发; 免疫效应物的分离、鉴定与活性研究。

生长与代谢 由于新技术的应用, 认识家畜的主要过程(如妊娠、生长、哺乳、产卵)的分子基础, 将大大提高代谢效率和产品品质。还要进行研究, 以鉴定和分离代谢的内生化学介质, 并研究其在器官、细胞内和细胞间的作用机制特征。对饲料、微生物发酵、养分的有效性和吸收之间的关系, 应集中进行深入研究。根据这些研究获得的信息, 科学工作者必须研究一种方法, 以操纵食用家畜的基本控制系统, 特别是肌肉、脂肪、骨骼等组织。

发育与繁殖 新的生物学方法为了解家畜繁殖提供了特殊的可能性, 继之而因此导致了生产效率的大幅度提高。为了增强对目前繁殖和诱发变异方面的了解, 必须加强研究配子与胚胎的离体操作、配子和胚胎的遗传信息追加、分子水平上的染色体组、卵子发生与胚胎死亡等课题。特别要提到的是, ARS应建立食用家畜基因库, 通过协调和扶持DNA库、基因移植载体以及探针的保藏与贮存, 为研究界提供帮助。

农作物

碳氮的输入 从遗传学和化学方面加强对植物体内固碳和固氮基本过程的研究, 将为寻找提高农作物植株生产力的新途径奠定基础。继续对固碳和固氮作用进行分子遗传学研究极为重要。必须加强研究控制光合产物在植物收获部位与

非收获部位间分配的遗传决定子。尤其要集中精力研究,通过改进二氧化碳固定酶或把高效的 C_4 系统与 C_3 系统结合起来,选育具有很强的养分利用能力的植物。必须对游离生的原核生物和共生系统进行固氮研究,以达到增强固氮作用的目的。这种固氮能力,有可能直接结合到农作物植株中去,或者共生关系可能会扩大到非豆科植物中。

生长与发育 从种子萌发到开花,植物激素和光敏色素几乎影响到发育的各个方面。越来越多的事实表明,这些物质就是基因表达中的主要作用因子。随着不断提高对植物基因表达分子水平的认识,鉴定植物激素和光敏色素调节基因表达的作用机制的机会也将越来越多。要加强研究植物激素和光敏色素的生物合成与降解,研究开花、萌发、衰老等主要发育时期内影响作物产量的其它调节物质。

物理化学胁迫 干旱、寒冷、炎热、盐分和有毒离子等理化胁迫,是限制粮食、饲料和纤维增产的主要因素。进一步研究这些因素,是提高生产潜力的基础。对特异胁迫因子引起植物受害的主要部位、抗胁迫植株避开和忍耐胁迫的机制,以及耐性机制的遗传学基础,必须加强研究。特别强调的是,应集中精力研究水分与溶质的运输机制,特别是向根系运输以及在根内的运输机制;胁迫条件下光照过度(作为破坏因子)所起的作用;与胁迫有关的膜性质的变化。

植物病虫害

植物一病原体的相互作用 从分子水平上认识植物一病原体的相互作用,应该产生出更为有效、适合环境、投资较少的病害防治技术。必须弄清在宿主一病原体相互作用中决定抗病或感病的那些因子的分子基础,包括其遗传学。必须

阐明侵染病原体引起的病害症状发展的基本环节。研究人员应该试图把抗病性状移植给感病作物，或寻求引起抗性基因表达的途径。

生物防治 目前，微生物的应用只是竞争性生物防治体系中的一个很小方面。新兴生物学的进展，为大力加强对植物病虫害的微生物学防治和农药残留的分解提供了机会。必须设计研究，以鉴别和应用可以防治植物病虫害的微生物制剂，并借助常规和新兴的基因技术提高其有效性。科学工作者必须拓宽对线虫的基础生物学研究，进一步弄清抑制线虫繁殖与发育的方法。必须加深对能促使植物健壮的微生物的了解。为了解除有机农药残留的毒性，还必须加强以微生物选择和微生物工程为新内容的研究。

昆虫神经生物学 杀虫剂不仅增强了害虫的抗药性，而且对环境和人类健康也有潜在的不良影响。这就要求研究其它方法来代替现行的害虫防治方法。昆虫的神经系统被认为是进行研究的主要部位，这就为害虫防治提供了新的机会。首先，很有必要制订昆虫神经生物学的多学科研究规划。对于信息素、神经肽、蜕皮激素和保幼素的合成、调节、活性以及它们在昆虫生长、发育、繁殖中的相互作用，必须集中精力进行分子生物学研究。

农药 清楚地认识农药作用的分子基础，将为研制下一代农药以减少作物在生长及贮藏期间的损失提供机会。这一点可以通过改进传统的合成方法和监测手段来实现。利用跨学科的技术，科学工作者必须弄清农药的作用部位，包括代谢活化部位及代谢解毒部位。还必须进一步研究，对可用作农药的新的天然化学物质进行分离鉴定。

基础研究的最佳环境

在农业研究署，明确主要的研究领域及长期目标，对于研究质量非常重要。委员会成员确信，明确并提供鼓励高质量研究的条件也同等重要。以下几点，简要总结了ARS为创造高产研究需要的最佳环境所应采取的步骤。

定期外界审查 应成立一个由5至10名第一流的科学家组成的外界顾问委员会，定期审查研究计划，并为该机构提出新的研究方向。为了满足更专门的需要，还要成立分会。

领导地位 在ARS，还要有其它的高技能学术带头人担任实验室负责人。这些人首先要根据其科学上的成就来挑选，其次是其管理能力。国家计划署(NPS)也必须在一定范围内，为创造性研究提供有力的支持和领导。必须鼓励国家计划署与实验室科学家之间的开放性交流。为实现这一点，国家计划署不仅要鼓励与农业研究署科学家开放性和经常性的联系，而且要听取实验室科学家们的新观点和对新研究方向的意见。

ARS中心 委员会支持农业研究署关于新的植物基因表达中心及以植物分子遗传学为中心的基础研究计划。在农业研究署的147个中心，许多科学研究工作重复进行。为此，委员会建议，减少研究场所，在较少的研究场所建立高效率、最佳数量的研究群。顾问委员会通过分会得到信息，为研究计划和研究场所的调整提出专项建议。

人员及其活动 委员会建议，ARS应扩大其新的博士后计划，其目标是建立起750名非任期制人员的稳定状态。非任期制人员包括博士后研究人员和在最多产的ARS基础研究

中享有一定地位的老资格研究人员。博士后研究人员的介入，将使观点的交流更富有生机，并促进学科间的进一步活动。这些活动对于应用新兴生物技术来提高研究效率很有必要。委员会还建议，ARS在对所有任期制人员的审查中，要听取外界意见。对任期职位的审查，要在首次雇用博士水平的基础研究人员5年后进行，而不要象目前实行的那样，雇用1年后就进行。

预算的机动性 任何一个ARS中心，工资的份额都不应超过总预算的75%，在贵重材料的购置决定能否保持高质量研究的地方，拨出的工资基金要低到总预算的60%。ARS应拨出各中心总预算的约10%作为机动基金，以资助出席会议、研究工作差旅和研究机会。ARS科学家参加国家、国际会议，这一点至关重要，应享有较高的优先权。ARS也应鼓励其科学家们利用休假研究新技能。

外界关系 有人提倡，ARS还要与学术力量较强的大学界建立联系。这种联系将会使ARS一些较小实验室中科学家的数量增加到多产、高质量研究所需的临界值。ARS也应着手与工业建立合作研究关系，包括研究讨论、实验室走访和合作研究。ARS应该重新估价它与公众的关系，并就农业对国民经济健康发展和大众的重要性，对消费者加强教育。

第一章

引言

许多科学成就是不可预见的。但是，科学研究有时会产
生一种一致的观点或理论，成为重新认识特定科学领域、开
辟新的发现和实际应用之路的钥匙。在包括分子遗传学在内
的生物学中，情况正是如此。

随着遗传理论的发展，对DNA分子认识的逐渐加深以
及细胞培养和组织培养能力的不断提高，使科学家们从一个
新的起点，来获得不能预见但却有可能的巨大成功。

正如放大镜及先进的电子显微镜能使人们观察到肉眼看
不见的东西，今天的分子遗传学和组织培养的方法能分离和
控制不可见的遗传决定子。生物学正在不断发展，再借助这
些方法，其前景难以描述。

目前，科学家们对动植物已经有了很深刻的了解。这些
基本知识已迅速得到应用。结果，美国的农业生产在过去50
年里，共增长了240%*。奶牛和粮食生产增长更为明显。
1950年以来，每头奶牛的产奶量增加了一倍以上；粮食生产

* 美国农业部农业研究署 1983年《农业研究署工作规划：6年实施计
划(1984—1990)》

为养活世界日益增长的人口做出了贡献。

现在，通过应用分子遗传技术，科学家们能够实现的目标令人震惊。应用这些新的生物技术，科学家们具有了直接研究基因的能力，即分离、纯化(克隆化)、研究单基因的结构，研究基因与生物过程的关系。

分子遗传技术和重组DNA技术都有可以利用的机会，但它们是手段而不是目的。它们可用来发现有关基因和蛋白质产物的其它基本信息，这些产物触发对疾病的反应，调节生长发育或控制细胞间及器官间的信息传递。从广义上讲，这些技术用新的方法与观点，探索遗传学、生物化学、生理学、免疫学和神经生物学的基本问题。

这篇报告指明了分子遗传技术的巨大潜力，并认为，它们应该与其它现代方法结合，使人们对食用家畜、农作物、植物病虫害的研究产生新的认识。它强调这些技术——作为手段——在研究重要的生物学问题时的实用性。对这些手段的作用认识不足或应用迟缓，将会延误美国农业的发展。

除了讨论并指出有利于家畜、作物、植物病虫害研究的综合技术外，本报告还概括指出了共同为该研究提供适宜环境的那些极为重要的条件。这些条件包括可利用的资源、优秀的研究人员、相适应的设备器材，尤其是对最高智能科学研究应持的鼓励与支持的态度。

有时，研究者个人和研究机构必须努力预测科学研究方向，以满足规划制定、集资和组织的迫切要求。预测要担风险。一个僵化的规划结构的实施会使研究人员做出不准确的预测，而不能激励他们研究尚未解决的重要问题。

本报告不是预测未来结果，而是指出委员会认为很有可

能加深人们对动植物及病虫害的生物学认识，提高美国农业生产效益的那些研究领域。

分子遗传学与遗传工程

第二章

在过去12年里,生物学所取得的重要进展使科学工作者能在分子水平上认识遗传现象。分子克隆化和DNA定序这两种既简单又重要的技术是了解基因结构和功能的很有价值的精密方法。

这两种技术显示出很强的协同效果。克隆化使纯DNA片断的分离成为可能,而组成DNA分子的核苷酸碱基顺序,则可以对那些分离的片断进行分析和鉴定。因此科学工作者现在常常可以解析特殊生物的基因组,确定它们的位置、排列和结构。从这一点出发,许多新的操作方法都可用来进一步了解目标基因的移植以及食用家畜和农作物的性状改良。

与传统的植物育种和家畜育种技术相结合,加之与遗传学、生物化学、免疫学、分子生物学、病理学和病毒学工作者拥有的知识结合,这两种技术为基础研究以及在遗传病和病原病诊治方面的应用,奠定了坚实的基础。

很多基本问题有待回答:基因表达的精确机制是什么?什么物质控制着基因的启动与关闭?基因位置如何影响基因表达?目前,人们仅使用DNA技术来认真研究这些问题。这

些问题应成为最有才华的研究人员全力研究的重大课题。

基因的结构、组织与表达

农作物或食用家畜每个细胞核中的基因(基因组)总数,估计有1万至10万个。确实值得注意的是,可以研究出一些方法,从数以千计的基因组中分离出单基因,并以某种方式操作基因,使基因性状在受体生物上得以表达。导致这种基因表达的技术就是分离、克隆化和移植。

分离

遗传工程操作的第一步,就是从构成基因组的数千个基因当中,找出单基因。目前,研究人员往往是研究过去已经鉴定出来的几个基因中的一个,因为要找出一个尚未研究过的基因的位置,酷似试图在一本无索引的书中找到一段文字那样困难。因此,建造生物基因库,可使这一工作容易一些。但对研究人员来说,这是一项艰巨的任务。

为了建造基因库,就要用识别特异碱基顺序的选择性内切酶,将生物的DNA切断,然后将特定碱基之间的索线剪断。可以使用一系列不同的限制性内切酶切断DNA,直到使DNA减小到大约只有一个至几个基因的长度。然后用电泳法把这些小片断分选出来,使之克隆化,产生足够数量的遗传材料,供作进一步的分析。之后,可以对DNA(基因库)的每个片断进行研究,一个一个地寻找所需基因的位置。用来准确确定基因位置的工具称之为探针(Probe)。

双螺旋核苷酸碱基的有序配对,使得每一条DNA链与另一条互补。分离的链索能够与其互补链结合,即所谓杂交过程,为确定特异基因位置提供了一个有力的探针。