DOI:10.16262/j.cnki.1000-8217.1997.01.008

农业综合发展中的生态学机遇

沈佐锐

（中国农业大学植物科技学院，北京 100094）

［摘要］ 从两方面阐述农业综合发展中的生态学机遇。国际上，农业发展的主要趋势是持续农业，生物技术应用，计算机与信息技术应用，各种农业学科与区域发展理论方法的大综合。四大趋势中每一个都为生态学的发展提供了极好的机遇。在我国，农业发展也体现了上述趋势，而且在迈向21世纪的历史阶段还表现出对生态学的特别需求，如需要解决生态农业，扶贫，及关贸总协定所引起的一系列问题。为了在更大的空间和时间尺度上解决这一具有挑战性的农业问题，科学工作者必须研究并提出不同于在常规尺度上运用的传统生态学的理论和方法。

［关键词］ 农业发展，可持续，生态学科，战略研究

确保农业和农村经济持续稳定增长，是我国今后十年经济发展中非常重要而又难度最大的一项任务。生态学做为农业发展的理论基础之一，如何在这样的机遇下发挥更大的功效，是我国生态学工作者应该认真考虑的事情。

1 国际农业发展趋势中的生态学机遇

“持续发展”是将经济学和生态学密切结合，探求人类社会经济正确发展道路的重大课题，已成为联合国1992年环境与发展大会提出《21世纪议程》以来国际上农业发展的主要趋势。农业占用了地球表面1/3土地，并且是世界多数人口从事的中心活动，因此，农业的持续发展是整个社会经济持续发展的基础。近代农业的发展出现过“石油农业”、“绿色革命”等几种模式，曾使一些发达国家的农业生产力大大提高，但也引起了一系列生态问题和社会问题，如环境污染、能源过耗、水土流失、地下水资源耗竭、生产成本不断提高、政府的农业财政补贴越来越大、农产品国际竞争力下降、农村社区瓦解等。后来又提出“替代农业”，80年代中期提出“持续农业”，有人称其为“第二次绿色革命”[1]。FAO（1991）指出，持续农业应该是“能保持和维护土地、水资源、动植物资源，而且不造成环境退化；同时，在技术上适宜，经济上可行且有活力，以及能为社会接受的农业方式。”这种空前强劲的主流趋势成为生态学发展的最好机遇。

“生态系统健康”的概念为实现农业系统的可持续性提供了一个可操作的框架。它借用了医学上与“健康”有关的概念，用健康普查、疾病诊断、风险因子和适合度等来评估生态系统的健康[2]。农业有害生物是危害生态系统健康的重要因素，它包括病虫草鼠和其他有害鸟兽。60年代，国际上提出农业有害生物综合防治（IPM）的思想。近十几年来，筛选和合成新农

本文于1996年9月11日收到。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

药的几率越来越小，研制一种新农药往往要耗费上亿甚至几十亿美元的巨资，而有害生物对新农药产生抗性的时间却越来越短，加上农药杀伤非靶标生物，污染环境，造成有害化学物在水土和食物中的残留而影响人类健康，影响出口贸易等副作用，这一切促使IPM的实施策略和技术手段迅速发展。其中，生物防治的方法及"以生物多样性保护生物多样性"的计划尤其引人注目。同时，为了更有效地解决病虫害防治问题，人们对生态系统的研究尺度也扩展了[3]。这种把生态系统概念同生物医学和生物多样性技术相结合的趋势也将为生态学工作者开辟用武之地。

国际农业发展的另一个趋势是农业生物技术受到高度重视，美国和日本每年投入的经费都是几十亿美元，韩国也计划每年投资10亿美元左右。"863"计划体现了我国政府对发展生物技术的高度重视。目前，农业生物技术最主要的研究领域包括动植物基因工程、生物固氮、微生物工程、蛋白质工程和细胞工程。已有的转基因成功的植物有苜蓿、亚麻、玉米、马铃薯、油菜、高粱等。但是有关植物光合效率、固氮、耐寒等复杂问题的基因操纵和基因表达的基本机制，有关基因表达与生理学进程之间的相互作用及生物化学途径等，都还知之甚少。基因工程在短期可以见效的是一些可以改进单个基因的课题，如把抗除草剂的基因导入油菜或亚麻，通过基因工程制出雄性不育植物以便进一步育出杂交品种等。专家预言，生物技术成果要真正广泛地商业化并在农业上起到突破性的推动作用，至少还需要二三十年。在这二三十年中，生态学家的一个重要任务就是对生物技术成果（如转基因生物）将会产生的环境生态风险做出评估，以便国家和国际以立法的形式阐明对生物技术研究及其成果推广的鼓励或限制[4]。生物多样性的保护和持续利用与生物技术也有密切关系。野生物种是基因工程的基因资源库，因此，设立自然保护区的意义已为世人接受。在农村设立野生生物缓冲区也是一种方法，它不仅可维持野生物种基因资源库，而且可隔离作物田，减慢植物病原真菌和细菌的传播速度，同时还可构成招引和保护食虫鸟类的生境。

计算机和信息技术在农业中的应用正迅速扩展，这是国际农业发展的第三个趋势。农业生态系统建模技术已在农田生态系统的规划和管理中初见成效。但是，农业生态系统是典型的不确定性和非线性系统，农业生产中的不确定性和非线性因素很多。近20年来，概率论、实变理论、混沌理论、分支理论、分维理论、模糊集理论、符号算法、神经网络算法和自然算法等理论和方法，以及专家系统、决策支持系统、模式的智能识别、科学可视化编程等技术，都迅速发展起来。这些新成果为生态系统建模及复杂大系统的参数估计和优化提供了丰富的手段，使生态学工作者以前想做而难于做到的事情，现在有可能做到了。同时，遥感技术(RS)在农业上的应用开辟了自然资源调查和农业生产与环境的大面积动态监控的途径。它与地理信息系统（GIS）和卫星定位系统（GPS）形成的三"S"技术，在揭示草地蝗虫发生与土壤类型、天气（主要是降雨）之间的关系，揭示森林植被类型和地理气候与林业害虫为害发生频次之间的关系，以及进行病虫害监测和防治的生态区划等方面都发挥了良好的作用。

60年代以来，"南北"差距的拉大越来越显示出对世界经济（包括对发达国家经济）发展的羁绊，在这种矛盾所形成的压力下，发达国家纷纷通过法案，规定每年必须从本国国民经济总产值中划出一定的份额（如0.5%或1%），用于对发展中国家特别是最贫困的国家和地区的援助。这类援助特别强调应该将先进的科学技术与研究成果有效地转移给发展中国家，强调发展中国家传统技术和本地资源的开发利用及科技培训等能力的建设。新品种和先进的农

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

作制度等技术推广工作正在与农村区域发展工作相结合，形成了区域规划、区域发展的各种理论和方法，使农村发展成为一门综合性学科。这门学科覆盖了农业技术科学、农村社会学、心理学、妇女学、政策学和农业法律学等内容。例如，荷兰发展合作部投资建立了 ILEIA 组织，对加纳、秘鲁、菲律宾等国进行了这类性质的大量工作。1982 年 ILEIA 建立之初，这个名称被解释为“低投入持续农业信息中心”，1996 年被重新解释为“生态农业研究与信息交换中心”，人们不难从中窥见两点：一是增强了“持续农业”中的生态意识，二是加强了对发展中国家农业的研究力度。这是国际农业发展的第四个趋势，即农业大综合的趋势。为顺应农业大综合的趋势，生态学必须同其他学科相结合，才会获得更多的机遇，发挥更大的作用。

2　我国农业发展需求中的生态学机遇

我国的农业发展体现了上述国际农业发展的几大趋势，同时又自有我国的国情和特点。“九五”期间我国农业发展的两大目标是保证粮棉油等基本农产品生产达到一个新的水平；农民生活达到小康，基本解决几千万农村贫困人口的温饱问题。采取的政策措施主要是：实施科教兴农战略，重视农村科技队伍建设，推广一系列先进适用的技术；依法保护耕地，建立健全基本农田保护制度，珍惜和合理利用每一寸土地；积极发展节水型农业和节粮型畜禽养殖；鼓励农村种植业、养殖业、加工业的有机结合，推动农工贸一体化，促进农业向高产、优质、高效方向发展；搞好农业综合开发，全面发展农、林、牧、副、渔各业；充分利用农村人力资源，开展农田基本建设，兴修水利，修筑道路，植树造林，改善农业和农村经济发展的条件。

我国以占世界 7%的耕地养育着世界 22%的人口，这既是了不起的成就，又是了不得的任务。在未来的几年中，按国家在 1990 年制定的十年规划，在 2000 年粮食、棉花等生产必须上“第二台阶”，即粮食生产从 4 500 亿公斤增至 5 000 亿公斤，棉花总产达 525 万吨等，方能保证全国人民的“小康”要求。至 21 世纪头一二十年，粮棉等的增产任务将更加艰巨：这时我国人口正迅速接近 15 亿，并有可能在 2040 年前后达到 16 亿的顶峰，而可耕地因工业化、城市(镇)化迅速发展却不断减少，因此，粮食单产将要求在目前的水平上增加 80%以上。如果不能在动植物育种、耕作改制、高产栽培技术、高效施肥技术、节水农业技术、植保技术、兽医技术等方面有重大突破，届时要实现农产品基本自给，并保证我国进入中等发达国家生活水平是不可能的。与此同时，我国农业不可避免地还要进一步加大集约化的强度。上述强化农业的趋势与业已受到破坏的环境资源之间的矛盾必将越来越尖锐。现在人们认识到，“持续农业”是解决这一矛盾的理想模式。

如上所述，在“持续农业”的提法中综合地包含了生态的、环境的、自然资源的、经济的和社会的观念、因素和方法论。所以，要结合中国国情把理想变成现实，尚需依靠技术上的创新，使之有经济活力而且能被社会接受，并需在调控机制上形成新的激励与约束，不断充实各项政策中有利于可持续性的内容。我国各地的发展是不平衡的，但无论是高产地区，还是中低产地区，无论是相对发达的地区，还是发展中的贫困地区，都必须走持续农业的道路，尽管可能采取的持续农业模式不同，但最基本的原理是一样的。我国近十年发展起来的生态农业很有特色，已见成效，受到国际关注。我国的“持续农业”概念在很大程度上是以生态农业的形式被人们接受的。一些学者认为，“持续农业”的提法比较偏重于发展的目标，生态

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

农业的提法则更注重于发展的技术路线。

在本世纪末使8000万贫困人口脱贫解困的"八七扶贫攻坚计划"，对于农业学科的主要涵义在于如何把"农业发展与推广"这一新学科的进展更快地应用于指导扶贫的实践，其中包括积累和传播上述各种国际发展和援助项目的一整套管理知识。需进一步转移1亿以上剩余农村劳动力，也是一项战略任务。完成这一任务将不可能完全寄托在发展同农业无关的那类乡镇企业上，而要发展诸如立体农业、生态农业等高密集劳力加智力型产业，以及在原料、市场方面同农业和农村发展有密切关系的乡镇企业，这必将对种植制度、农业生态、农业工程、食品科学、农业应用化学、生物技术产业等提出更多的要求。

一旦恢复我国在关贸总协定中的地位，这在总体上有利于整个国家，但农业则将受到前所未有的强烈冲击。以我国目前已经达到国际市场价格的农产品，同质量高、成本低、潜力大的外国农产品相比，将迅速失去竞争力。如何尽快提高农产品的内在质量，大幅度地提高农业劳动生产率，大幅度降低成本，改善产前产后服务及流通等，都将对品种资源、育种、土地管理制度及适度规模经营、对水肥等投入的高效使用及农业机械化，特别是对无公害农牧业产品的生产技术即生态农业技术提出新的要求。此外，对外贸易的加强必然增加大量的动植物检疫工作，这使得引进有害生物的风险分析和风险管理变得尤其重要，其理论基础是生态学和生物地理学。

值得生态学工作者研究的农业问题还有很多，如高产生态学问题，农业生产与农村环境的关系问题，与农业有关的重大工程项目的环境影响力评估问题，全球环境变化的农业生态效应问题，城乡之间的生态学相互作用问题，对农业领导者、基层农业科学工作者和农民的生态学教育问题等。西方的实践还证明，土地税和农业保险制度等对持续农业的生物学基础都有影响[5]，因而在讨论这些制度的时候也应有生态学工作者参加。

传统农业科学工作者的研究主要着眼于未来数年，考虑农业问题的时间尺度和空间尺度都较小；生态农业科学工作者将会看得更长远、更广阔，他们是在大尺度时空领域中研究农业[3]。传统农业人员主要考虑现有的几种作物和几种病虫害，生态农业科学工作者则会考虑更广泛的生物多样性问题，除了几种作物和病虫害之外，还包括其他植物、动物、微生物，包括由物种多样性和基因多样性通过食物链和食物网，通过能流、物质流和信息流，通过各种生物的相互作用和生态位演化而构成的生态系统多样性。他们还从更多的层次上考虑生态系统：农田生态系统、景观生态系统、区域生态系统，乃至全球生态系统（即生物圈），这不仅仅是空间尺度的增大，随之而来的却是生态系统结构和功能的复杂性增加，在量变的过程中会产生质变；在时间尺度上，也有类似问题，在某一时空尺度上发现的规律并不一定适用于另一时空尺度的系统，物理学和化学是这样，生物学和生态学也是这样。

确保农业和农村经济持续稳定增长，是今后十年经济发展中非常重要而又难度很大的一项任务，在完成这项伟大任务的过程中，生态学工作者必须同各部门联手，同其他学科的工作者结合，才能做出更大的贡献。

参考文献

[1] Conway G R, Barbier E B. After the Green Revolution: Sustainable agriculture for development. London: Earthscan,

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1990.

[2] Nielsen N O. Agroecosystem Health. Ottawa: IDRC, 1994.

[3] 沈佐锐. 植物保护策略研究在生态学尺度上的扩展；面对农业持续发展的挑战. 陈昌笃主编，持续发展与生态学，北京：中国科学技术出版社，1993. 66—71.

[4] FAO. Plant Genetic Resources. Rome: FAO Publication. 1989.

[5] IISD. Sustainability of Canada's Agri-Food System. Winnipeg: IISD Publication, 1994.

OPPORTUNITIES FOR ECOLOGICAL RESEARCH IN INTEGRATED DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Shen Zuorui

(*College of Plant Science and Technology, China Agricultural University, Beijing* 100094)

Abstract Ecological opportunities in integrated development of agriculture are elucidated in this paper from two settings. The main trends of agricultural development can, from international setting, be enumerated as the concept of sustainable agriculture in practice; increasing applications of biotechnology, computer and information technology; theories and methods of regional development integrated with agricultural disciplines. Each of the four trends has provided diverse opportunities for ecological research. In addition to the four trends emerged in China, agricultural development at the turn of the century makes special demands on ecology. As to domestic setting, a wide range of ecological problems should be solved, for example, eco-agriculture, poverty alleviation, and China's membership within GATT. Responding to challenge of the integrated development of agriculture on scales both enlarging spatially and temporarily, scientists must investigate and create new theories and methodologies different from those that have been working on traditional or conventional scales.

Key words agricultural development, sustainability, ecological disciplines, strategical research

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net