

15-19
农业-粮食-环境是新的农业科技革命的基本主题

F323.72

陶 战

(农业部环境保护科研监测研究所 天津 300191)

摘 要 分析了近代全球两次农业技术革命的目标和得失,指出新的第三次农业技术革命的全球性质和基本主题,并提出了我国迎接新的农业技术革命的主要对策。

关键词 农业 粮食 环境 科技革命

Agriculture-food-environment; the basic aspect for new agro-technology revolution. Tao Zhan (Institute of Agro-environment Protection, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191), *EAR*, 1998, 6(2): 15~19.

Abstract The objective and gain and loss of the previous agro-technology revolutions in the world are analyzed. The global extension of the third revolution and its basic themes are pointed out. The countermeasures for China to face the new agro-technology revolution are put forward.

Key words Agriculture, Food, Environment, Technological revolution

1996年9月江泽民主席在全国“星火计划”实施10周年表彰大会上作出中国的农业和粮食问题要靠自己的力量来解决,就“必然要进行一次新的农业科技革命”的论断,引发了全国对新农业科技革命的热烈讨论。正确认识这场农业技术革命的实质是把握机遇、合理推进其发展的首要条件。

1 近代农业技术革命

近代全球农业由原始以畜耕、自然经济为主要特征的传统农业向现代农业过渡,已经历了两次较大的技术革命。第一次农业技术革命是以机械化、化学化为主的革命,大约从工业革命开始至第二次世界大战结束,其重要技术进步标志是燃料动力农业机械、化肥和农药的发明与应用。19世纪60年代发明了蒸汽拖拉机,首先在西方资本主义国家推广应用,大幅度解放了农业劳动力,如美国原先劳工的90%是农工,应用拖拉机后19世纪60年代农业人口降至总人口的58%^[1]。1840年德国化学家李比西创立了植物元素营养学说(之前认为植物营养来源于土壤腐殖质),促进了化肥研究。1913年德国化学家哈伯发明了合成氨技术,开始人工生产N肥,至1940年前后全球N肥产量达万吨以上。二次世界大战中军用毒剂研制带来了毒剂用于植物保护的附加收获。这些关键技术进步促进了原始农业向现代化农业的转变,使农业产生了巨大变化,大农场和专门种植带随之出现,土地开发能力大幅度提高,农业人口大幅度减少,农业总产量和供给能力大幅度提高。

第二次农业技术革命接踵而至,1944年美国洛克菲勒财团的George Harrar博士建立科技俱乐部从事墨西哥小麦研究,墨西哥小麦因受黑锈病影响而产量低下,研究者以美国抗黑锈病强的品种与墨西哥当地品种杂交,产生抗病强的后代,接着再与以日本“农林10号”小麦为原种育成的矮壮小麦杂交,1962~1963年培育出产量高而稳的“墨西哥小麦”种系,吹响了“绿色革命”的号角。育种成功使墨西哥小麦单产由 $1400\text{kg}/\text{hm}^2$ 增至1967年的 $2800\text{kg}/\text{hm}^2$ 。亚洲和其他地区1965年开始引入“墨西哥小麦”种,1968年美国农业部国际局长布朗称此为“亚洲的农业技术革命”,翌年美国瓦尔彤^[4]发表文章第一次提出了“绿色革命”。绿色革命很快被联合国视为解决全球饥饿问题的途径,且支持建立的菲律宾水稻研究所等8个农业研究中心都以品种改良为主要研究任务。国际水稻研究所1966年成功培育出“奇迹稻”IR8新品种,把绿色革命推向高潮。目前小麦、水稻、玉米等多种作物产量均因品种改良而倍增。同时绿色革命促进了基因工程、生物性状连锁分子标记、生物反应器、异类间基因重组和新基因分离、细胞克隆等生物工程技术的发展,人工培育特异优良品种成为现实,绿色革命进一步深化。

2 两次农业技术革命的本质与得失

两次农业技术革命都是为了解决同一基本社会矛盾,即人口增长与农产品供应不足的矛盾——饥饿问题;目标都是提高农业利用自然资源的能力,第一次农业技术革命目标重点为提高农业利用资源的广度,依靠扩大资源开发增加农业总产量,第二次重点为提高农业生物利用资源的强度,依靠提高作物单产进而提高农业纵向开发资源的能力。1974年世界粮食会议称当时全球农业发展策略为“传统农业在水平和垂直方向的大规模发展”^[2]是比较贴切的。

两次农业技术革命都取得了辉煌成就,同时也带来一系列更深层次的社会问题——某些负效应。50年代欧洲科学家连续发现施用农药造成大批鸟类死亡,进而研究了农药残留沿着食物链选择性浓缩、病虫害抗药性进化等生态学问题。1962年美国海洋学家卡森^[3]发表了著名的《寂静的春天》,警告了“环境危机”,引发了西方“环境革命”。同时瓦尔彤^[4]指出了绿色革命派生的某些生态学问题,提出其究竟是表征丰收的牛角还是难以捉摸的女妖潘朵拉的魔盒的疑问。迄今为止,讨论两次农业技术革命负效应的文章很多,其存在的问题与最主要负效应为两次农业技术革命都没有实现解决饥饿问题的目标,第三世界从中获益不多。农业技术革命前后全球粮食总形势趋于更加恶化,如二次大战前拉美、苏东、非洲和亚洲均为粮食纯出口地区,现多数变成粮食纯进口地区,且进口需求总量越来越大,自给率降为 $96\%\sim 65\%$,全球尚有约8亿人口(总人口的 2%)处于长期营养不良状态^[4]。其目标与总实效之间的反差既反映了国际社会政治的不合理性,也反映了农业技术革命方略和新技术适宜性本身的问题;继续强化利用资源的技术策略加深了能源和资源危机。两次农业技术革命的技术路线都基于廉价能源资源条件,新技术应用需要更多的能源和资源支持,如需要更多的水、肥、地力资源和化石能源,否则发挥不出新技术的增产作用。经验统计显示1951~1966年全球粮食产量增加 34% 是由农机增加 63% 、N肥增加 146% 和农药增加 300% 换取,粮食增加与这些条件增加的比例为 $1:2:5:10$,这种农业发展不仅大幅度增加了资源能源消耗,也给环境造成日益严重的化学物质积累污染^[5]。这种农业技术进步的结果通过能量平衡计算是极其浪费的,相当于用 20934kJ 化石

能源换取 4186.8kJ 能量的肉产品,“我们不是在吃肉,是在吃石油”^[6]。这种高度消耗资源、能源和环境的技术进步很快显示其后劲不足,80 年代以来这些技术带来的农业增长势头越来越弱,条件需求增长与农业增长之间比例越来越高,农业纯效益越来越小,人们日渐忧虑农业能否持续发展下去;高产品种推广造成农用品种单一化和农区生态系统单调化,许多国家普遍推广新技术革命带来的高产品种,而传统品种大多失传,潜在的优良基因资源(特别是数千年育成的抗逆性遗传特性)遗失了,有时回头寻找传统种质资源成为不可能或非常昂贵的事^[7]。由于这些高产品种的应用要求更多的能源资源支持,更加深了人类对环境资源的蚕食与掠夺,引起了诸如地力衰退、资源枯竭、病虫害抗药性进化等“自然报复”问题。生态系统的自然恢复能力有限,耗尽了这个能力,我们就不得不面临全球化的不料后果^[8]。

总之,以往两次农业技术革命以可物化的单项技术孤军突进寻求农业发展途径,忽视了生态系统整体性和多因素的协调关系,破坏了系统平衡。人类过分相信自己的有限几项技术发明,以为他们具有向大自然无限索取的力量。农业是生物圈大生态系统中的一部分,生态系统自身具有的“整体、协调、循环、再生”运行规律不可违背。农业技术革命倘若继续着眼于单项技术进步,就会导致如同上个世纪依靠犁耕盲目开荒而造成的严重水土流失后果,再次遭受无情的自然报复。

3 新的农业技术革命

绿色革命在生物技术的快速发展中延续,但绿色革命高潮随之出现的环境危机促使科学家和社会学家开始酝酿新的农业技术革命。1973~1974 年联合国粮农组织连续指出:“面对农业的主要环境问题,不仅要注意避免污染,还要采用合理管理和保护手段来维持基本资源的农业生产力,生物圈的生产能力要靠在生态学和环境学上合理的策略来维持和改善,发展不应以环境资源恶化为代价”^[9]。1975 年德·比沃特在分析了世界农业发展中一系列环境问题后大声疾呼提高生态学意识,建议成立一个与国际水稻研究所同等的国际农业环境研究中心^[10]。80 年代后开始正式提出“新的农业技术革命”、“新的绿色革命”、“第二次绿色革命”,其不仅具有“农业”、“生物”的含义,更重要的是具有“环境”、“生态”的含义。1992 年在巴西召开的全球环境与发展大会制定的发展战略体现于《21 世纪议程》中,其农业部分规定为了农业和农村的可持续发展,在国家一级和国际一级“都需要在农业、环境和宏观经济政策方面作出重大调整”。1996 年世界粮食安全首脑会议明确指出新的绿色革命必须建立在可持续发展的基础上。新的农业技术革命不仅是中国的需要,也是全球的需要,并已在全球范围内开展,若不认识这一点,我们的思想就会落后于形势的发展。

发达国家是前两次农业技术革命的最大受益者,对新的农业技术革命采取了积极主动态度。美国农场主于 70 年代始研究“生态农业”和其他“可替代农业”方式。80 年代前期美国农业部开始资助这些新农业方式的研究,1987 年联合国明确指出“可持续发展”概念(东京宣言^[11])之后,即开展了“低投入可持续农业”的长期、大规模试验研究项目。90 年代对农业科技政策作出重大调整,研究目标不仅着眼于增加农业生产力、效益和竞争力,而且要解决农业发展带来的环境压力问题。新的研究重点包括水和空气质量、粮食营养和安全、加工废弃物处理、乡村区域经济和社会有效性等。特别是在 1990 年制定的《食品、农

业、自然保护和贸易法》中新增加了增强美国农业在全球系统中的应变能力和竞争能力、替代农业技术、农业可持续发展的环境资源和信息系统、食品安全和农民健康 4 项农业研究目标和重点,明确提出“农业-粮食-环境”的整体性发展目标^[12]。同年美国制定了一个投资 5 亿美元的有关“农业、粮食、健康和环境”的 5 年研究计划。

农业环境是农业生产力的要素,农业新的增长点不仅要从品种、农机、化肥等可物化技术环节来寻找,还要从协调农业经营与环境资源的关系去寻找。当前新的农业技术革命探索已开始显示从环境发现农业新增长点的潜力。首先,从农业管理方面研究关于农业经济发展的系统评价和科学决策体系,由过去简单的“财务分析”发展为系统的“费用-效用分析”评价-决策体系,把经营过程中环境资源改变纳入“成本-效益”核算中,避免“生态赤字”带来的“表面不经济”、“负增长”后果,全面追求经济效益、社会效益和生态效益的高度统一。这既是技术的革命,也是观念的革命,代表更科学合理的农业发展观。1982 年美国命令任何重大管理行动和政策措施都必须执行“费用-效用-分析”;其次,在农区建设上研究区域整体综合规划技术,着眼于区域生态系统整体功能保护、农业与生态系统协调进行产业和经济结构调整,发展农林牧结合、物质和能源循环利用、无废生产的农村经济体系,发展生态型农业。各国生态型农业都展现了与自然更协调、更有实效和更具可持续发展后劲的优越性;再次,依靠发展各种高新技术及其合理组合应用,实现对农业生物及其环境的合理调节,更节省、更高效地利用资源和发展农业生产。以各种理化监测技术与计算机技术结合为核心的“精确农业”技术可大大减少化肥农药等资源用量,减少浪费和污染,降低成本;农业废弃物处理利用技术可使废物资源化;各种“保持性耕作”技术可减少农作对环境的破坏;病虫害综合防治技术可减少化学物质用量,逐步恢复生态系统固有的抑制病虫害的功能;“替代农业”技术研究可发现新的农作内容或新的农产品利用办法,开辟新的农业发展领域,如植物油燃料化技术研究有可能使农业部门成为能源生产部门;无污染农产品生产技术、“从田间到餐桌”的污染管理技术和食物安全预警系统技术等研究不仅提高农产品质量和保护人民健康,而且提高农产品价格和市场竞争力;更生态化的农用物质生产技术和农产品加工技术也开发了新型农业工业等。农业环境不仅是人类重要的生产环境,也是人类重要的生存环境,两种功能都与人类发展的根本目标——提高人类生活水平密切相关。农业环境功能的研究有可能扩大人类对人与环境合理关系的认识,日本已开始研究农业环境的 20 多种重要环境生态功能。

4 我国新农业技术革命的主要对策

由于我国过去封闭和落后,较晚享受前两次农业技术革命成果,如 50 年代才引进化肥、农药和拖拉机;世界进入绿色革命高潮时我国正处于文化大革命动荡时期,科技体系近于瓦解;改革开放后受绿色革命影响,我国独立培育了杂交水稻、高产小麦、棉花、紧凑型玉米等优良品种,赶上了绿色革命潮流。在新形势下又独立开展了中国生态农业试验,生态型农业技术已有长足进步。《中国 21 世纪议程》、国家“九五”计划和 2010 年远景目标等已经确定可持续发展基本战略,提出了经济增长方式根本转变的任务。但我国科技界对新的农业技术革命表现尚不够敏感,农业技术进步基本对策仍立足于单项技术,发展的基本思路限于资源开发,经常把发展与保护环境资源割裂开来。很多人对环境保护基本国策缺乏笃信和了解,尤其不相信农业环境技术与经济发展有直接关系,“七五”~“九五”

间农业环境研究都未被列入国家和部门的重点研究计划。事实上我国农业环境问题十分严峻,面临较普遍的化学污染、资源减退和生态系统失调等3项主要问题^[13]。当前农业每年因急性污染事故造成的直接经济损失达数亿元。农业环境问题对农业综合生产力限制明显,如我国政府历来对粮食生产所投入的精力和财力虽不少,但自1980年以来我国粮食总产增加趋势微弱,人均粮食产量一直徘徊在400kg以下(见图1),除其他多种原因外,农业生态系统综合生产能力限制不能不加以考虑。因此,我国农业科技政策亟需作出重大调整,制定以下主要对策,才能赶上全球新的农业技术革命潮流;转变发展观念,树立“农业-粮食-环境”整体推进的农业科技

发展原则;建立灵活的、发展的科技支持体系,重新分配资源,保证将有关农业环境科技的研究重点列入科技发展计划;研究新的科技政策、措施的“费用-效用”评价体系,注重技术发展的正负效应权衡,发展支持可持续发展的技术体系;持续开展生态型农业的研究,并列入重点计划,加强国际合作交流,为全球农业发展作出更大贡献。

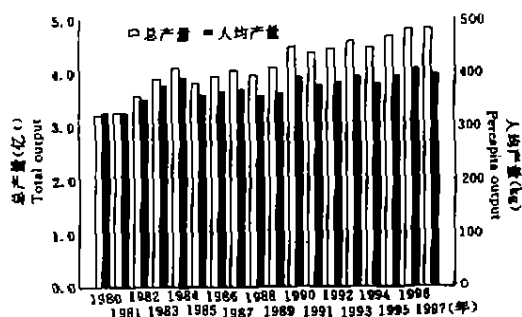


图1 1980~1997年我国粮食总产量和人均产量

Fig.1 Statistics of grain output and percapita output in China 1980~1997

参 考 文 献

- 1 Dunkle, R. I. Big or small - all farmers gain from research. *Agric. Res.*, 1997 (2)
- 2 UNWFC. Assessment of the world food situation, present and future. E/Conf. 1974.
- 3 Carson R. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1962.
- 4 Bismas M. R., Bismas A. K. The world food conference; prospect. *Agric. Environ.*, 1975 (2): 15~37.
- 5 Meadows D. H. *et al.* The limits to growth. New York: Univers. Books, 1972.
- 6 Ward B. *Habitat 2000*. Chicago: Morrison Lecture, 1974.
- 7 Funkel O. H. Survey of crop genetic resources in their center of diversity. Rome: FAOIBP, 1973.
- 8 Bismas M. R. Environmental impacts of increasing the world food production. *Agric. Environ.*, 1975 (2): 29~39.
- 9 FAO. Environment and development. 13th FAO Regional Conference for Latin America. Panama City, Panama, 1974.
- 10 De Buvort L. H. World agricultural development strategy and the environment. *Agric. Environ.*, 1975 (2): 1~14.
- 11 World Commission on Environment and Dvelopment. *Our common future*. New York: Oxford University Press, 1987.
- 12 Office of Technology Assessment/Congress of the US. *Challengers for US. Agricultural Research Policy*. OTA-ENY-639, Washington, D. C. US: Government Printing Office, 1995.
- 13 Tao Zhan, *Agricultural environment problems and countermeasures in China*. *Chinese Geographical Science*, 1992, 2(2): 159~163.
- 14 吉田昌一. 緑の革命 - その生ひ立ちと現状, *科学(日)*, 1976, 46(8): 10~15.