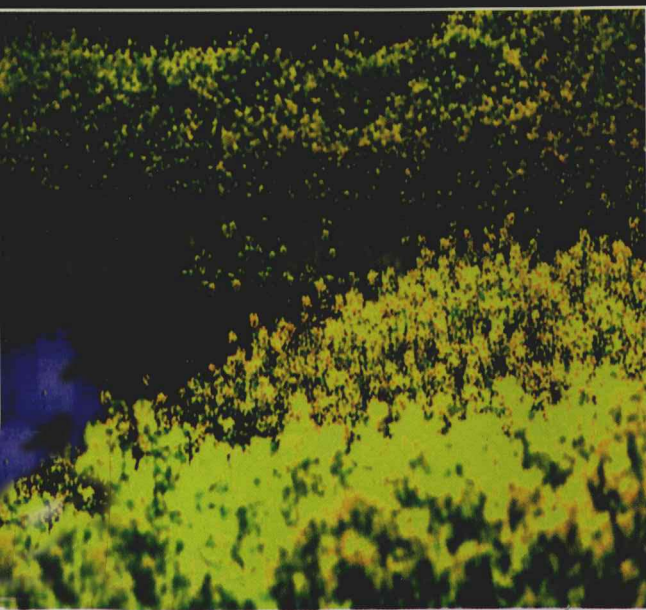


● 卞有生 著

生态农业及实用技术

● 中国计量出版社



生态农业及实用技术

卞有生 著

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

生态农业及实用技术/卞有生著. — 北京:中国计量出版社,
1998.12

ISBN 7-5026-1119-3

I. 生… II. 卞… III. 农业-生态学 IV. S781

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 24840 号

内 容 提 要

本书在简要地介绍生态农业基本概念的基础上,系统阐述了生态农业的基本特点、建设原则、生态农业与我国农业发展、乡村建设和农业现代化的关系。同时着重介绍了当前我国生态农业建设的主要技术类型、实用技术和成功的典型实例。

本书理论叙述深入浅出,实例典型生动,适合于具有初中文化水平以上的农民、农村基层干部和农业科技人员阅读,亦可供农业专科学校的师生阅读。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm×1168 mm 32开本 印张5.375 字数 117千字

1998年12月第1版 1998年12月第1次印刷

*

印数1—2000 定价:9.00元

作 者 简 介

卞有生,男,江苏省镇江市人,1961年毕业于上海复旦大学。

卞有生同志是我国生态农业研究的主要创始人之一,是国内很有影响的生态农业专家。他主持和领导的北京留民营生态村建设和胜利油田生态农场建设,分别荣获国家科技进步一等奖和二等奖,留民营村首批获联合国“全球环境保护 500 佳”称号,并被命名为世界生态农业新村。

卞有生同志现为北京市环境保护科学研究院副总工程师、北京生态工程中心常务副主席、研究员、北京市劳动模范、北京市有突出贡献的科技专家、国家有突出贡献的中青年专家。

目 录

第一章 生态农业的兴起及当前国内外发展状况	(1)
第一节 生态农业的兴起及其意义	(1)
第二节 当前国内外生态农业发展状况	(5)
一、国外生态农业发展状况	(5)
二、我国生态农业的发展	(11)
第二章 生态农业的基本原理	(14)
第一节 什么是生态农业系统	(14)
一、生态农业及其基本特征	(14)
二、什么是生态农业系统	(16)
第二节 生态农业系统的基本特点	(19)
一、因地制宜性	(19)
二、综合性	(19)
三、稳定性	(20)
四、社会性	(21)
五、选择性	(22)
第三节 生态农业系统建设的基本原则	(24)
第四节 分析生态农业系统的方法论	(26)
一、生态农业系统数学模型的建立	(26)
二、分析生态农业系统的方法论	(29)
第五节 建设良好的生态农业系统	(32)
一、合理利用自然资源	(32)
二、改造旧系统,建设新系统	(33)
三、因地制宜地确立合理的生产结构	(34)
四、尊重自然规律,保持农业生态平衡	(37)
第三章 生态农业系统的主要技术类型及几种实用技术	(44)
第一节 生态学原理及其在生态农业中的应用	(44)

一、生态学的基本原理	(44)
二、生态学原理在生态农业中的应用	(47)
第二节 生态农业系统的主要技术类型	(48)
一、充分利用空间和土地资源的农林立体结构生态系统 类型	(48)
二、物质能量多层分级利用系统型	(51)
三、水陆交换的物质循环生态系统型	(52)
四、相互促进的生物物种共生生态系统类型	(53)
五、农—渔—禽水生生态系统类型	(53)
六、多功能的污水自净工程系统	(54)
七、山区综合开发的复合生态系统类型	(55)
八、沿海滩涂和荡滩资源开发利用的湿地生态系统类型	(56)
九、以庭院经济为主的院落生态系统类型	(58)
十、多功能的农副工联合生态系统类型	(59)
第三节 生态农业建设中的几种实用技术	(62)
一、沼气的产生及利用技术	(62)
二、太阳能利用技术	(69)
三、病虫害的生物防治技术	(71)
四、农业有机废料的综合利用技术	(76)
五、细绿萍养殖及综合利用技术	(80)
六、稻田养蟹技术	(85)
第四章 生态农业与我国农业现代化	(91)
第一节 我国生态农业建设的特点和当前存在 的问题	(91)
一、基本特点	(91)
二、存在问题	(92)
第二节 如何进行生态农业建设	(94)
一、关于试验点的选择问题	(94)
二、关于研究方案的制定和建设规划的编制	(95)
三、关于工作方式	(97)

第三节	积极开展生态农业建设与研究,加速实现 我国农业现代化	(98)
一、	什么是农业现代化	(98)
二、	积极开展生态农业建设与研究,加速实现我国农业 现代化	(100)
第五章	我国生态农业建设典型实例	(103)
第一节	全球 500 佳、世界生态农业新村——北京市 大兴县留民营村	(103)
一、	留民营村的基本情况	(103)
二、	留民营村的生态农业建设	(106)
三、	留民营村生态农业建设的初步成效	(111)
四、	在可持续发展的道路上阔步前进	(114)
第二节	大型农业生态工程——胜利油田生态农场	(116)
一、	生态农场基本情况	(117)
二、	生态农场建设的理论依据、指导思想	(120)
三、	生态农场建设	(120)
四、	生态农场建设成效	(126)
第三节	水陆生态系统的典型——珠江三角洲的 人工“基塘”生产方式	(128)
第四节	丘陵地带生态农业建设的典型——浙江 萧山县山一村	(131)
一、	基本情况	(131)
二、	有效的措施,显著的效益	(132)
第五节	平原水网地区如何进行生态农业建设—— 江苏省吴县张庄村的良性循环生产模式	(134)
一、	张庄村的基本情况	(134)
二、	成功的经验	(135)
第六节	生态学原理的巧妙应用——辽宁省大洼县 西安生态养殖场	(139)
一、	基本概况	(140)

二、系统结构的设计和确定	(141)
三、显著的效益	(144)
第七节 兴建林场改善生态环境,促进农业生产的	
湖北省武汉市宝丰林场	(145)
一、宝丰林场的基本情况	(145)
二、成功的经验	(146)
三、宝丰林场的生态结构模型	(148)
第八节 河北省景县董庄村农、林、草并举改造	
盐碱地的生态工程	(149)
一、董庄村的基本情况	(149)
二、董庄村的主要经验	(150)
三、显著的效益	(151)
第九节 青海省香日德农场植树造林、防风固沙	
促进农业生产良性循环	(152)
一、良好的效益	(153)
二、成功的经验	(155)
第十节 黄土高原生态农业建设的途径——草地	
农业生态系统	(156)
一、生态效益	(156)
二、经济效益	(159)
三、社会效益	(159)
参考文献	(161)

第一章 生态农业的兴起及当前 国内外发展状况

第一节 生态农业的兴起及其意义

70年代初,美国的一些科学家,提出了一个口号:“保护每一头耕牛!”这个口号一提出,立即在世界上引起了普遍的反响。有人认为,像美国这样一个经济上高度发达、农业上已实现了机械化、电气化、化学化和水利化的典型现代农业国家,为什么提出这样的口号,是否要向传统农业倒退呢?一部分人则认为,这个口号很有战略眼光,又重新看到了美国农业的希望。但大多数人则对这一口号的提出不甚理解。

那么,美国为什么要提出这样的口号?它是在什么背景下提出的?其目的和意义又如何?要回答这些问题,还得从世界农业发展的历史及现状说起。

农业生产的根本目的,是生产出足够的粮食及其它副产品,以满足人类不断增长的需要。这是一个关系到人类吃饭、穿衣的大问题。因此,农业问题理所当然地被世界各国所重视,成为经济生活中最活跃的一个部门。纵观一万年来农业发展的历史,从刀耕火种的原始农业发展到近代的传统农业,乃至现代的石油农业(又称能源农业),这种发展过程本身都是围绕着生产更多的粮食进行的。农业发展历史上的任何一次变革,特别是被称为三次革命的技术进步——杂交玉米的成功、农药的使用、石油农业的兴起等,也都是为了生产更多的粮食。其中又以石油农业的兴起和发展影响最为深刻。

所谓石油农业,是指农业对能源的利用和消耗来讲的,其实质

是用高能量来换取高产量。捷克曾对农业发展与能源的关系做过一项为期 10 年的试验。结果表明,农产品每增加 1%,农用能源的消耗就要增加 2.5%。石油农业的一个基本思想,就是最大限度地向农业投入能量,以获取最高的农业产量。例如美国近 40 年来,投入农业的能源增长了近 80 倍。目前美国的农业,1 年要消耗 6000 万吨以上的石油,800 万吨钢材,16 万吨橡胶。这种高能量的投入,刺激了农业的迅猛发展,取得了一定的积极结果,使农业劳动生产率、土地生产率和农产品的商品率大大提高。若以每个劳动力能养活的人数计,美国为 56 人,西德 49 人,加拿大 44 人,澳大利亚 39 人,法国 26 人,日本 17 人。

尽管如此,由于农业上高能量的投入,石油农业的发展带来了一系列的严重后果:

(1)以石油为原料的化肥、农药的大量使用,加之耕作、灌溉、加工、运输都需要石油,因而严重地加剧了能源危机。例如目前美国的玉米生产,每公顷需要消耗石油 760 升。每生产 4.2 千焦能量的水果和蔬菜,则需投入 8.4 千焦的石油能源。每生产 4.2 焦的动物蛋白需投入 84~336 焦的石油能源。因此,绝大多数国家都不可能按照石油农业的方式去发展农业生产。

(2)大量采用机械操作,加剧了自然生态的破坏。美国从 30 年代开始用机械化取代畜力耕种,中西部地区的农民无计划地将大量草原垦为农田,造成土地裸露,风蚀加剧,地貌、土壤严重恶化。大自然的惩罚也接踵而至。1934 年 5 月 11 日,在伊利诺斯、马里兰、北卡罗来纳等州刮起了巨大的黑风暴。据测定,大气的含尘量每平方公里达 40 吨。事后调查表明,这场风暴从土地破坏的西部干旱地区刮起,狂风连刮 3 天,越过美国 3/5 的国土,毁掉耕地 300 万公顷。同年 7 月 20 日,在堪萨斯、得克萨斯等州,又一次刮起了巨大的黑风暴。这一年全国冬小麦减产 51 亿公斤。

由于石油农业忽视了有机肥料及覆盖物的作用,造成了严重的风蚀和水蚀,破坏了大量的农田。40 年来,美国有 8000 万公顷农田因土壤流失遭到不同程度的破坏。

(3)大量使用化肥和农药,不仅造成了能源的紧张,而且也造成了严重的环境污染。目前美国化肥的用量是1950年的10⁴倍,在玉米生产中平均每公顷用氮肥128公斤(纯氮)、磷肥72公斤(P_2O_5)、钾肥80公斤(K_2O)。农药的用量每年则达到5.44亿公斤,据估计到本世纪末,年用量将达10亿公斤。农药的大量使用,使害虫产生了抗药能力,目前美国已有364种害虫对60多种农药产生了抗药性。而在所使用的农药中,有90%进入农田生态系统(化肥有70%进入农田生态系统),造成严重的污染。据美国环境保护局的统计,每年由于暴雨径流从陆地带入河流的沉积物数量约30亿吨,其中25%来自农业土壤。这些沉积物中含有大量的氮、磷和钾,不仅造成了土壤肥力的下降,而且引起严重的水污染。这些问题的出现,使美国农业的进一步发展受到严重阻碍。

除美国外,其它一些石油农业国家,也不同程度地碰到了这些问题,迫使人们不得不去寻找新的农业发展道路。

在能源危机、物价上涨、环境污染、生态平衡破坏和失业人口增加的压力下,资本主义国家的经济学家们已意识到要重新考虑今后农业发展的技术政策。1975年《美国农业研究计划书》比较明显地反映了美国农业在环境和能源压力面前的新变化。该计划书指出:“改造农业技术是世界大幅度提高粮食产量的唯一途径。重点应放在提高可更新资源的产品产量上,增加可更新资源对食物、饲料和工业的生产力,应成为国家的首要任务。农业研究上要求投入不可更新的资源最少,而获得的产量最多。”日本科学家也提出了要改变偏重于“无机农业”的做法,而转向“有机农业”的发展。西德学者明确提出“机械技术现代化”必须与“生物技术现代化”同时并进,并使之很好地结合。

在发展中国家,尽管农业的发展并未走石油农业的道路,但在不同程度上受到石油农业的影响,单纯为了追求农业产量(其中又主要是粮食产量),而片面地向农业进行高能量的输入,盲目地推行机械化,大量使用化肥和农药,由此造成的问题也相当严重。资源的超量开采与不合理应用,生态平衡的破坏,生态状况的恶

化,环境污染等均达到十分严重的程度,已成为农业发展的障碍。

我国是世界农业起源中心之一,有着长期的有机农业的基础。几千年来,我国各民族在艰苦卓绝地和大自然的斗争中,创造了光辉灿烂的古代农业科学技术,给人类留下了一笔宝贵的财富。但是,现代农业兴起以后,我们落后了。农业发展速度不快,劳动生产率不高,和四化建设对农业的要求差得很远。特别是由于长期以来我们对于生态环境、对于农业生态平衡问题认识不足,在一定程度上受到西方石油农业的影响,片面追求高能量的投入,没有正确处理好发展生产和保护生态环境,开发利用资源和保护增殖资源之间的关系,造成违背生态规律,片面追求农业产量,用单一的粮食生产结构去代替多层次和复杂结构的农业系统。在人口不断增长和耕地不断减少的情况下,往往是盲目提高复种指数,毁林毁草开荒,围湖围海造田,结果造成了生态平衡的破坏,生态状况日益恶化,土地沙化,水土流失严重,自然灾害频繁,农村能源严重不足,土壤有机质及营养元素含量大幅度下降等。其结果不仅造成农业发展速度缓慢,而且给农业的进一步发展带来极大困难。

40 多年来,我们在这个问题上的教训是极为深刻的。我国是农业国,80%的人口居住于农村,如何充分、合理地利用自然资源,在保护环境的同时发展农业生产,不但是当前农村经济发展的问题,也是我国农业现代化、实现农业可持续发展的大问题。因此,农业发展战略的研究,已成为我们这样一个人口众多的国家的一个急待解决的重要问题。

由此可见,无论是发达国家或是发展中国家,都面临着这样一个问题,即如何充分合理地利用自然资源,稳定、持续地发展农业,同时又保护环境和农村生态平衡。实践证明,传统的有机农业解决不了这一问题,石油农业会使问题变得更加严重。那么,什么是农业发展的正确道路呢?正是在这种情况下,提出了“生态农业”的概念和设想。

所谓生态农业,就是以生态学理论为依据,在某一定的区域

内,因地制宜地规划、组织和进行农业生产。我们也可以说,生态农业就是要按照生态学原理,建立和管理一个生态上自我维持的低输入、经济上可行的农业生产系统,该系统能在长时间内不对其周围环境造成明显改变的情况下具有最大的生产力。生态农业以保持和改善该系统内的生态动态平衡为总体规划的主导思想,合理地安排生产结构和产品布局,努力提高太阳能的固定率和利用率,促进物质在系统内部的循环利用和多次重复利用,以尽可能减少燃料、肥料、饲料和其它原材料输入,以求得尽可能多的农、林、牧、副、渔产品及其加工制品的输出。从而获得生产发展、生态环境保护、能源的再生利用、经济效益四者统一的综合性效果。

可见,生态农业不仅可以避免石油农业所带来的一切弊病,而且可以有效地发展农业生产,充分、合理地利用自然资源,提高农业生产率,使农、林、牧、副、渔得到全面的发展。生态农业基地不仅是能量转化效率较高的农业生产场所,而且能起到维护自然生态平衡、保护环境、净化污染、提高氧气库的作用,提高生物能的利用效率和物质循环利用的效率,以创建一个优美、舒适、文明和高功能的生存环境,实现社会、经济的可持续发展。因此,生态农业的概念和理论得到世界上越来越多的国家的重视。美国提出的“保护每一头耕牛!”的口号正是当前这一发展趋势的形象说明。它表明,不但是发展中国家,即使像美国这样的典型石油农业国家,对生态农业的认识和理解也在不断加深。走生态农业之路,是当今世界农业发展的总趋势。普遍认为,世界农业的发展已进入了一个新的历史阶段,即生态农业阶段。

第二节 当前国内外生态农业发展状况

一、国外生态农业发展状况

由于生态农业不仅可以充分合理地利用自然资源,有效地提高农业生产率,而且可以保护农业生态环境,促进良性循环的形

成,而避免石油农业的弊病。所以生态农业的概念和原理一提出,立即得到广泛的重视和响应。一些发达国家纷纷开始了有关生态农业的理论研究和实践试验。到目前为止,西欧和美国大约 1% 左右的农民在从事生态农业的实践。在美国已有两万多个生态农场遍布全国各地,在实践中所采用的技术措施主要是:

(1)应用现代农业机械,作物新品种、现代的良好牲畜饲养及管理方法和水土保持技术以及先进的有机废物和作物秸秆的利用技术。

(2)完全不用或极少使用化肥、化学农药、生长调节剂和饲料添加剂等化学物质。

(3)采用豆科绿肥和覆盖作物为基础的轮作,通常豆科作物占总面积的 30%~50%,轮作形式与 30 年代到 50 年代的轮作制相似。

(4)绝大多数生态农场不用有壁犁耕作,通常使用齿形或圆盘形装置浅耕,只是将土壤混合一下,但不把土壤翻转过来。

(5)采用梯田、带状或等高作业等方式保持土壤免受侵蚀。

(6)氮素营养主要来源于豆科固氮、牲畜粪便和作物秸秆,只是对特别需氮的作物有限度地用一点化肥。

(7)农田杂草主要通过轮作、耕作和中耕除草来控制,极少用除草剂。

(8)病虫害主要通过轮作和保护天敌控制。

显然,这些具体作法就其单独而言并没有什么独特之处,有些是目前常规农业也在广泛采用的,有些是过去传统农业中使用的而现代的常规农业已不再使用了,但从特定的目的和指导思想出发将这些技术有机地配合起来,就形成了既不同于传统农业也不同于现代常规农业的生态农业。

在有关的理论研究方面,在美国比较著名的有宾夕法尼亚州的罗代尔研究中心,这个研究中心正式成立于 1974 年,但早在 30 年代,该中心的创始人 J. I. Rodele 即已开始了生态农业的实践和研究。此外,在美国还有新英格兰小农场研究所(New England

Small Farm Institute)、马萨诸塞州的新炼金术研究所(New Alchemy Institute)、新罕布什尔州的农村教育中心(Rural Education Center)、内布拉斯加州的小农场能量计划(Small Farm Energy Project)以及华盛顿州的耕作研究农场(Tilth Research Farm)。在美国许多州立大学中还有不同规模的有关生态农业或有机农业方面的研究计划或组织,其中比较有影响的是加利福尼亚大学设在圣克鲁兹岛上的第八分校,即环境和社会学院(College of Environment and Society)由 S. R. Gliessman 教授所领导的农业生态计划,研究工作的重点包括各种不同类型的替代农业的营养循环、杂草和病虫害的生物控制和复种(multiple cropping)等。佐治亚大学生态研究所 Odum 教授也领导着一个农业生态研究计划。

英国是研究生态农业最早的国家之一,早在 1975 年成立了国际生物农业研究所,专门研究生态农业和生物农业的问题。在理论研究和实践试验方面均取得不少成果,特别是在实践试验方面,建立了很多不同规模、不同类型的生态农场,并出版了一些专门的学术期刊和文集。

发达国家在生态农业的研究方面,开展了很多工作,但从内容看,不外乎是围绕着农田营养问题和病虫及杂草控制这两大方面,因为这两方面是生态农业成功与否的关键所在。如前所述,现代常规农业是依靠化肥和农药来解决这两个问题,而常规农业所出现的许多弊病是与使用大量化肥和化学农药相联系的。生态农业自然要不用或尽可能少用这些化学物质,但又必须能维持一个相当高的产量,就必须将这两个问题放在首位来加以研究以找出解决办法。为此科学家们特别将注意力放在对轮作和间、复、套种以及耕作技术的研究上。这些技术是传统农业普遍采用的技术,具有解决农田的营养和控制杂草及病虫害的综合效果,尽管多年来对这些技术已作过很多研究,但从建立现代的生态农业系统出发,结合生态学的一些基本原理的研究就显得很不够,因此就不可能从生态学角度对这些技术作出全面的估价。对过去长期以来各地区的传统农业中行之有效的这一类技术进行重新研究和重新认识

的工作已越来越受到科学家们的重视,并以此为基础进一步探讨新措施。显然,在这些研究当中,现代生态学的基本概念和原理如种群数量统计分析、等级结构、生态位、生物地理学原理、种群竞争、互惠共生、它感作用、优势、多样性、稳定性、生产力、物质循环和能量流动等都将是上述研究的基础。

几乎与此同时,发展中国家也开始了生态农业的理论研究和实践试验。其中特别是东南亚地区,70年代末期以来,生态农业的研究有了较快的发展。为了促进该地区的生态农业研究,1982年成立了一个地区性的协作研究机构——东南亚大学农业生态系统研究网。研究内容十分广泛,充分体现了生态农业的多学科性和实用性,和西方的偏重于理论性研究有所不同,其重点在于提高生态农场的生产率、稳定性、持久性和均衡性,如何合理开发农村资源和建立多学科的农业生态系统的研究分析方法。

菲律宾是东南亚地区生态农业发展比较迅速的国家。该国认为,农业是自然资源管理的手段,而农业的本质是一门生态工程学。只要人类希望继续生存和进一步繁衍,现代农业就必须沿着生态学的方向发展。基于这种认识,近几年来,菲律宾的生态农业有了蓬勃的发展,既有中型规模的生态农场,也有小规模的家庭生态农场。按其生产结构来分,大致有如下几种类型:

- (1)畜牧业与种植业结合型;
- (2)畜牧业、渔业与种植业结合型;
- (3)渔业与畜牧业结合型;
- (4)畜牧业与果蔬种植业结合型;
- (5)渔业与果蔬种植业结合型;
- (6)渔业与稻田结合型;
- (7)旱地农牧渔结合型;
- (8)旱地农牧结合型。

除了以上几种形式以外,还有一些不同的组合类型。当前菲律宾的生态农业发展,不论是实践或理论的研究,均达到了较高的水平,涌现出像马亚农场等具有世界影响的先进典型。

在泰国,最近 10 年来生态农业发展也很快。目前全国有 5 个府在开展有关的研究和实践。政府的官方组织“泰国人口与社会发展协会”,非官方组织“适宜技术协会”负责协调与领导全国的生态农业发展工作。研究的内容主要包括以下 5 个方面:

- (1)稻田养鱼和综合农业技术;
- (2)发展农村编织业 包括原材料的编织和自然染料的研究;
- (3)新能源的发展利用 特别是农村沼气和水电的建设利用;
- (4)农业区的综合发展 包括土壤改良,水资源的合理利用以及目的在增加经济收入的其它技术措施;
- (5)技术开发和研究 内容主要包括农机具的改良,技术服务以及普及技术知识的教育工作等。

在有关的理论研究方面,坎空(khon kaen)大学的耕作制研究组主要研究不同雨养地区耕作方式的技术改进,并在工作中引进了人类生态学的研究。清迈(Chiang mai)大学主要研究在不同地区建立合适的多熟制。

以色列这个人口不多,面积不大,水资源缺乏的小国,近 10 多年来,农业生产却获得了迅速的发展,农业总产值的年增长率始终保持在 15% 以上,大量的农副产品销往国外,被称为“欧洲的厨房”。以色列所以能获得如此迅速的发展,是以实行农工一体社会,即所谓基布兹共同农场有关。

以色列的农业生产条件并不好,土地干旱,水资源缺乏,在 100 万公顷农用地中,只有 42 万公顷可利用降雨灌溉,其余均为旱地,严重缺水。当地群众多为移民,没有农业生产经验。因此,以色列不断加强对农业的研究,并以农业作为整个经济发展的基础。而在农业中又以畜牧为主,做到以畜养农。在畜牧业中始终追求使用廉价的饲料、原料,以低廉的成本进行蛋白生产,并尽量减少饲料原粮的进口。

经过长期的摸索,以色列找到了一条适合当地情况的农业发展道路,并建立了一定的组织形式,即农业生产合作社组织。在这