

★科学与社会★

科学技术与农业发展

沈 允 钢

(学部委员,上海植物生理研究所所长)

一、农业的重要性

农业对人类生存、经济发展和社会繁荣的重要性是显而易见的。正因为如此,许多人却习以为常,反而不大去想它。要等到出了问题,矛盾尖锐化,才注意起来。这也往往是临时应急抓一下,稍稍缓和又放松了。实际上,农业是根本,必须从战略高度来加以科学地考虑和对待。诺贝尔奖金获得者、英国物理学家乔治·汤姆森说过,可以和今天情况相比的历史变化不是工业革命,而是“新石器时期农业的发明”。这深刻地说明了农业对社会发展的巨大影响。现在,它们之间的关系又进入了一个新的时期,我们必须认清它的特点。

人们常说,当今世界面临三大问题:人口、资源和环境。它们都和农业密切相关。

到 2000 年地球上人口将超过 60 亿,最紧迫和最困难的问题是粮食增产的速度跟不上人口的增长。民以食为天,古代的人们就已明白这个道理。直到现在,甚至在可见的将来,食物还得靠农业来生产。虽然可以有人造食物,但其数量和品种都很有限。人造食物的原料,如果来源于植物,那还是属于大农业的范围。如果是由石油、天然气等转变而成,那它们作为能源本身已是很紧张了。如果是利用太阳能来工厂化人造食物,且不谈技术困难,仅以分散在地球表面的太阳能来说,用多种设备都只能集中很小一部分到工厂中去,其规模也就无法和到处生长的植物相比拟了。

资源问题包括许多方面,上面提到的食物就是其中非常重要的一个。其余如能源、水、多种工业原料等,都随着消耗的日益增加、贮量的日益减少而使人担忧。于是,人们在大力探讨节约和再生问题。这就和农业紧密联系起来了。现代化农业耗费大量能源,而农业产物中却蕴藏着巨额固定的太阳能远未充分利用。农业是消耗水资源的“大户”,如我国已开发利用的水资源中农业用水占 88%,因而合理使用水资源是农业中最重大的问题之一。纺织、造纸、橡胶、食品、医药等许多工业的原料主要是靠动植物提供的。它们和矿物原料不一样,不但可再生并且还能进一步增产。如果多种多样的农产品和化学加工相结合,将能形成许多新型材料,更是前途无限。

环境恶化,直接危及人类的健康和生存,这个问题越来越受到重视。事实上,植物和环境的接触面最大,它们要从周围吸收二氧化碳、水分和矿物质作为生长原料,因此,三废污染首先直接影响农业,使之减产,而它又常通过食物再使人类受到污染危害。另一方面,不合理的农业生产,如乱伐森林、破坏草原、滥施化肥农药等也会成为促使环境恶化的重要因素。

随着社会的发展、人口的增加和生活水平的提高,人类的需求越来越高,对资源的消耗越来越快,对环境的冲击也越来越大。要解决这些矛盾有许多方面将依赖农业的改革和进步。农

业是国民经济的基础,今天看来,它的重要性不仅因为人要吃了饭才能生存和工作,还因为人类未来的事业所需要的物资、能量和环境在很大程度上也直接或间接地要依靠农业来提供和维持。

二、农业的特点和发展趋势

农业是利用生物的机能来取得产品的社会生产,在产业结构上属第一产业。农业通常分为农(种植)、林、牧、副、渔五大方面,它们利用无数植物、动物和微生物的复杂生命活动来为人们提供种类繁多的产品。其中,植物的功能是基础,为第一性生产。它可利用太阳能将二氧化碳、水和矿物质元素合成有机物,既可供应人类吃穿用之需,又为动物及微生物的生存和繁殖准备了必要的物质和能量条件。动物将植物转变为组成它们身体的皮毛和骨肉,既浓缩了植物的精华,又丰富了人类的食用产品。微生物将动植物的遗留物分解成无机物,同时也为人类提供一些特殊的产品和能源。

农业最大的特点是利用太阳能将无机物转变成可供人们食用的多种多样的有机物,然后又通过复杂的途径将食用后遗留的有机物分解成无机物,这样形成了一个物质大循环。这个循环是靠不断照到地球上来的太阳能推动的,所以可以一直维持运转。古代原始的农业就是靠这个特点提供人们所需要的一切物质和能量。近几个世纪,人们除依靠农产品外,更开发利用了大量矿质资源,社会发展很快。可是,矿质资源的消耗、生存环境的恶化,使人们在考虑未来的时候又把更多的希望投向农业。当然,这不是恢复到传统农业,而是把它推进到更高的阶段,也就是如美国科学家威特维尔所说的,农业的发展将由依赖消耗大量能源和资源转向以科学为基础。分析它的发展趋势,我们大致可以概括为 4 个方面:

1. 农业概念的发展和范围的扩大

传统的农业,虽然包括种植、林、牧、副、渔等方面,可是往往只看重种植业,我国尤其如此。因而,破坏森林、草原来作耕地的情况相当严重,但野生资源和山区、水面的利用率却很低。未来的农业将继续重视耕地的改善,因为这是人类获得食用产品的行之有效的基本途径。不过其目光将不再局限于现有的耕地、作物和畜禽水产,凡是照在地球上的太阳光都要尽可能地通过各种生物的机能加以利用来满足人们不断增长的需要。世界上每年由光合作用形成的有机物质约 2 千亿吨,目前的农业生产只占其百分之几,而这些有机物质中所含的能量是人们现在每年所消耗总能量的 10 倍左右。陷于资源困境的人们面对自然界这样惊人的可再生的财富,怎么会不努力去设法加以利用呢?

2. 农业生产的计划化

人们长期以来基本上是“靠天吃饭”的,对农业生产既要盼风调雨顺,又要防病虫害成灾。国民经济的发展常常受到农业欠收的重大影响。刚过去的多灾的 1988 年,我国农业减产百分之几就引起了不少麻烦。如果人多地少的我国遇到美国那样减产 30% 的情况,那还了得? 所以,人们热望农业生产能计划化,做到稳定发展,这是未来农业要为之奋斗的重要目标。

3. 高产、优质、低消耗

提高单位面积的产量是农业一直在努力的方向,对于以世界七分之一的土地养活近四分之一人口的我国,对此要求就更迫切。许多作物的高产纪录常常是大田平均产量的三、四倍,这表明增产的潜力是存在的,问题在于掌握规律和创造条件。随着生活的改善,人们对农产品

质量的要求也在提高。这不仅是外形美观、适合口味的问题,更重要的是营养成分和是否含有害物质。因此,无毒棉、低芥酸油菜、高赖氨酸玉米、无公害蔬菜、瘦肉型猪、低胆固醇鸡蛋等日益受到欢迎。未来的农业不但要求高产优质,还必须做到低消耗。党的十三大政治报告中讲得很清楚:靠消耗大量资源来发展经济,是没有出路的。农业当然也如此。事实上,现代农业为获得同样数量的产品所投入的能量和物资已是传统农业的好几倍。我们在相当程度上靠耗费大自然的遗产过日子,这是不能持久的。农业的特点恰恰是可以提供物资和能量,想尽可能提高产出和投入的比例,我们一定要做到把高产优质和低消耗结合起来。

4. 高度综合利用和维护生态环境

高度综合利用可从另一个角度达到高产、优质、低消耗的目的。现代农业中,人们一般只较好地利用了作物生产的有机物的一半左右,对其中固定的太阳能的利用率更低,其余的部分常常是被当作生物垃圾白白腐烂掉。这既是很大的浪费,又恶化了生态环境。因此,未来的农业必然要改变这种不合理的状况。

三、科学技术对农业发展的作用

党的十三大政治报告中指出:离开科学技术进步和科技管理,不可能在有限耕地上生产出足够的粮食和其它农产品,不可能在人口不断增加的情况下保持目前的温饱水平,更谈不上向小康以至更高的水平前进。这是非常精辟的分析。从上述农业的发展趋势来看,的确无论那一方面的进步都离不开科学技术。这些科学技术的涉及面非常广,不仅远远超越传统农业科学技术的范畴,并且需要许多学科的交叉协作。因此,力求看得远一点,走得前一点,做得深一点而且有多学科综合研究能力的科学院,为我国未来农业的发展作出贡献是大有可为的。

下面结合农业发展的趋势,对科学技术和农业的紧密联系作一些概略的分析:

1. 农业的新扩展是科学技术进步的产物

远古时代,人们从守猎采集转变为耕种养殖是一个大飞跃,如今人们的目光又从农田畜栏扩展到广大地表上利用生物的机能去获得更多的产品也是一个质变。这是无数科学技术工作推进的结果。

在人们不断了解植物和其它生物的生长规律和组成,阐明土壤的功能和掌握生物对环境的需求的情况下,就会逐渐扩展对耕地的概念和增加作物牲畜的新种类。现在已在贫瘠的荒地上试种能产高级油脂的霍霍巴(*Simmondsia chinensis*)和新能源作物,在沙漠、石岛、屋面上用温室水培蔬菜,在海湾区域探讨海洋农牧化的道路,在山坡、丘陵摸索栽种木本庄稼的途径等等。虽然目前它们的规模还很小,仅仅是开始尝试。但是,依靠科学技术的进步,会创造出各种办法将目前还不是耕地、森林、草原的地表(我国约为国土的一半)尽可能利用起来,会建立各种新的生产方式把各种野生资源转变成对人们有用的农产品的。这方面的研究现在已有不少在零星进行,有待进一步引导、规划而加强发展。这是开拓农业发展的新领域,潜力非常巨大,但是需要在深厚的科学基础上进行顽强的探索。我院有些研究所的工作已在朝这个方向努力。

2. 灵活反应的科学技术是农业生产计划化的基础

农业生产的计划化比工业生产难得多,因为影响它实现的因素很复杂。尤其是对大自然

的变化,人们在相当长的时期内还不能随心所欲地去控制它。可是气象科学的进步,已使人们能逐渐改变“天有不测风云”的状况。另一方面,科学的发展将不断掌握生物生长发育和土壤演变的规律及调控机理。因此,在计算机日益广泛深入应用的情况下,人们将有可能根据长期的天气预报,安排最合适农业的区划和种植计划,使一些作物生长发育的关键时刻恰巧在良好的气候条件下进行。当不良天气来临时,作物处于抗性较强的状态,因而受到的影响可降低至最低限度。如果两者匹配有出入,还可按中短期天气预报而相应采取措施,对作物的生长发育进程加以微调。这样,能灵活反应的农业生产就可以按计划较稳定地发展了。这方面的研究目前刚刚开始,多方面的协作还不够,但随着科学技术的发展,它将逐渐在生产上显示其重要作用,从而使农业面貌焕然一新。

3. 高产、优质、低消耗的农业要靠科学技术的发展来保证

农业增产受到多方面的制约。在生产水平较低时,水肥等条件的提供是主要的。即使如此,科学技术也能起显著作用。例如,一些科学家认为,我国西北干旱地区,如采用科学的旱作农业技术,则在现有条件下也可使产量每亩增加 50 公斤。当产量高达一定程度后,要进一步增产就主要要靠科学技术的发展了。根据国外几十位科学家的估计,多项科学技术对今后 40 多年的农业增产作用如下:

科学技术	至 2030 年增产 % (1983 年为 0)
植物育种	35
灌溉和作物保水	33
遗传工程	25
生长调节剂	24
增加大气 CO ₂ 浓度	20
生物固氮	18
提高光合效率	17
复种多熟	15
温度适应	13
改善饲料营养品质	12
作物成熟度	11
蒸腾抑制剂	10
间作	8
保护栽培	5

这样的估计并不完全,也不一定很正确,确有许多可商讨的地方,但可大体说明科学技术对未来农业的巨大作用。这些科学技术中,有的探索性较强,例如我院有些研究所已在着手开展的遗传工程研究,它们的作用可能要迟一些才能充分发挥,但增产潜力是很大的。有的则现在已有相当基础,只要进一步加强和发展,在近期内即能产生显著的效益。

至于优质和低消耗,更是基本上要靠科学技术来指导,因为用直观经验是难于显著改善农产品的内在质量和降低农业生产中不合理的消耗的。例如,现在我国城市附近生产蔬菜的设

施农业已在大力发展,但是一些装备所浪费的物资和能源很严重,管理也很落后,迫切需要进行科学研究才能做到最优化建设和生产管理。

4. 多学科的交叉渗透和联合攻关才能为农副产品的高度综合利用开辟新天地

要将农业生产中一半以上被浪费的有机物质和其中蕴藏着的能量更好地利用起来,要将数量更大得多的野生资源在克服人类面临的困难中发挥巨大作用,都不是轻而易举的事。它需要许多学科的交叉渗透和联合攻关来解决许许多多理论上和实践上的问题。

例如,人与生物圈的关系是很微妙的。在自然界由太阳能推动的大循环中,人们要将其中的物质和能量加以规模利用时,怎样才能保持生态平衡,维护合适的生存环境是一个大问题。现在有些地方在试验的生态农业,既供应农产品,又有副业加工、综合利用,并将生物垃圾进行沼气发酵提供能源,同时维护了良好的生态环境,可说是这方面的初级实践。在航天事业迅速发展的情况下,有的国家已在建立与地球其它部分隔绝的第二生态系统,试验受控生态生命支持系统,并开展空间农业的研究,可以说是与这方面有关的进一步探索。

又如,生物中的有机物质种类繁多、作用多异。无数有奇效的中草药大都是来源于生物。可是,尚有大量野生资源的成分不清,用途不明,有待人们去了解开发。在利用生物资源时有许多特殊的问题,如:生物产品一般均易受到生物的作用而腐烂损坏,常常不如一些非生物资源耐久;生物产品常常是多种有机物的混合体,直接用作工业原料的性状并不理想。因此,需要多学科合作探讨各种生物处理与化学加工途径,使它们精制纯化和变成具有优良性能的新型材料。这样,对经济建设的作用就会进一步增加,它的发展前途就会变得无限广阔了。