

设施农业——我国高效农业发展的重要选择

Installation Agriculture ——The Important Option for China's High-effective Agricultural Development

廖允成² 王立祥¹ 史俊通¹

(西北农林科技大学农学院,教授¹;副教授² 陕西杨陵 712100)

现阶段我国农业正在进行产业结构调整,面临着传统产业的优化升级、西部大开发以及加入 WTO 带来的机遇与挑战,农业生产正从数量型向数量与质量并重型方向发展,优质、高产、高效已成为现代农业的发展方向。在这一过程中,设施农业必将发挥重要作用。

一、现阶段我国农业发展面临的问题

1. 人口增长、人均占有资源数量下降难以逆转

农业自然资源是农业可持续发展的重要物质基础。然而,我国农业自然资源相对不足,特别是关系我国农业可持续发展的耕地资源的人均量过小与淡水供应的严重不足,已成为农业发展的主要障碍。统计表明,1949~1999 年的 50 年间,全国人口由 5.4 亿增加到 12.2 亿,耕地面积由 9 788.3 万 hm^2 减少到 9 500 万 hm^2 ;人均占有耕地由 0.18 hm^2 下降到 0.078 hm^2 ,不足世界平均值的 1/3。多项研究表明,我国自然资源可能的适宜人口承载力为 8~10 亿人,最大承载力为 15~17 亿。目前,我国已进入有史以来基数最大的人口数量超常规增长阶段,预计 21 世纪 30 年代,将要突破 16 亿。即使保持现有耕地规模,届时人均量仍不足 0.06 hm^2 。随着生态环境

建设工程的实施,西部地区 > 25 度耕地逐步退耕还林种草,耕地面积肯定还将收缩;同时考虑到我国耕地后备资源的贫乏,像 50 年代可供大面积开垦的荒地几乎已没有,故耕地资源,无论是绝对量,还是人均占有量,其减少趋势均将难以逆转。

水资源严重短缺,制约着我国农业的发展。我国陆地平均降水量为 648mm,既小于世界的 800mm,也少于亚洲的 749mm。全国河川径流地表水量为 27 115 亿 m^3 ,居世界第 6 位,但人均水资源占有量仅相当于世界平均水平的 1/4。我国水资源一方面数量不足,另一方面分布也不均。南方耕地较少,而水资源较为丰足;北方耕地多,水资源却很紧缺,北方耕地水资源占有数量不足南方的 1/4。因为“三水循环障碍”,旱区范围扩大、旱情加剧等干旱趋势明显,雪线上升,冰川退缩,地下水沉降,江河断航断流时有发生。近年来北方持续干旱少雨,1982 年后黄河每年断流,断流的持续时间愈来愈长,断流里程迅速增加;1996 年淮河也首次发生断流。由于过度开采,地下水位普遍下降,全国有 300 个城市缺水,每天缺水量达 1 600 万 t,8 000 万农村人口饮水困难。凡此种种,明显反映出干旱的发展势头。

随着经济发展和人口增长,水资源供需矛盾将

息、咨询、职业介绍、培训等在内的社会化服务体系,降低农村市场经营主体在市场交换中的风险,并以此推动各类生产要素的优化组合。

2.“扫描”机能。我国众多的企业尤其是农民对 WTO 的基本要求和进程一无所知,面对“入世”难免出现不同的反应:一是盲目乐观,坐待其果;二是盲目悲观,不知所措。要消除这种盲目性,增强企业和农民适应 WTO 的自觉性、主动性,一条重要途径就是启动农村市场的扫描传真机能,即利用以电脑与网络为主的现代信息技术手段及时、准确、完整地描绘 WTO 的进程和运作情况。然后,按照广泛性、写实性、准确性的要求,通过报刊杂志、广播电视等传媒把上述“扫描”内容转送给国内生产经营企业和消费者,以便他们了解、熟悉有关 WTO 的新协议、新规则、新政策、新情况并适时作出正确的判断和选择。

3.“预警”机能。“入世”后国外产品大量涌入国内农村市场,无疑会对国内产业带来冲击,引起国

内生产、供求和市场价格的交替波动。可以说,冲击是必然的,波动是绝对的。问题在于冲击的强度和波动的幅度有多大,国内企业和消费者是否能够承受。农村市场的“预警”机能,就是指通过运用适当的方式和手段,分析和评价这种冲击的强度和波动的幅度及其相关影响因素等具有征兆作用的信息(即警兆),预测和预报由此而形成的农村市场供求变化的不正常状态(即警情),并定性描述和定量刻画这种不正常状态的程度(即警限),以便政府、企业和消费个人采取相应的对策。为此,可以设计一套预警指标体系,如国外产品对我国农村市场的进占率、国内产品的积压率、国内企业破产率和工人失业率等等,采用加权方法测算出综合指标值,用以综合反映国内农村市场的警情警限。警限可考虑设置轻度(安全限)、中度(警戒限)、重度(危险限)3 个等级或无警警限、轻警警限、中警警限、重警警限和巨警警限 5 个等级水平,并力求警情警限的高度准确。(责任编辑 王宏章)

更加尖锐。据预测,到 21 世纪 20 年代,我国人均水资源占有量将下降到 1 800m³。届时,为保证粮食的需求,农田灌溉面积必须达到 0.6 亿 hm² 以上,农田灌溉需水量高达 5 200 亿 m³,平水年份全国将缺水 330 亿 m³[1]。水资源的严重匮乏,对农业生产模式的选择产生了严重影响,包括作物布局、生产设施、种植类型等方面的限制。

2. 传统的生产方式和低下的资源转化效率

我国农业生产体制以家庭承包制为主体,农业人口多,生产规模小,扩大再生产能力低,许多农区沿用传统的生产方式,手段落后,科学技术含量低,相当大范围内以自给性生产为主,欠缺商品竞争能力。统计表明,新中国成立后半世纪间,农业劳动人口年生产粮食能力虽有明显增加,但与美国同期相比,差距很大(表 1)。这种差距导致的劳动生产率的悬殊,反映出欠缺现代化生产手段和规模集约化生产条件的我国传统生产方式效率低下。即使我国农业生产中的耕地生产力高过美国,也不能掩盖传统生产方式的低效率。

表 1 中美农业劳动力粮食生产能力比较
(公斤/劳动力/年)

国家	20世纪50年代	20世纪90年代	增幅(%)
中国	832	1 572	88.9
美国	58 000	185 000	318.0

因为欠缺扩大再生产能力,农业经营粗放,资源利用效率不高。研究表明,我国气候资源利用效率仅为发达国家的 50%~70%,农田光能利用率是高产国家的 60%。我国旱作农田降水转化效率仅为 35%左右,灌溉农田水资源转化效率也仅 40%左右;而以色列农田水资源转化效率高达 85%以上。新中国成立后,化肥工业突飞猛进,从 1949 年 5.9 万 t,发展到 1998 年 4 085 万 t,增加 692 倍。每公顷耕地投入量从 0.6kg 上升到 430.5kg,早已步入世界高投入水平行列。可是由于品种单一、施用方法不当,化肥利用效率仅为 30%左右,不足世界先进水平的一半,致使大量的化肥残留于土壤,渗入地下水,污染水体,造成农业生态环境恶化。

3. 农业生态环境恶化

为济粮食短缺的燃眉之急,扩耕日甚,滥砍乱伐,以至林草退缩,破坏了水源涵养条件,助长了水土流失、草原沙化风蚀,导致气候恶化,暴雨大风、沙暴扬尘、低温冷害和水旱灾害频繁发生。统计表明,新中国建立的 50 年间全国因自然灾害受灾的农田面积有增无减,从 50 年代的年受灾农田面积 2 192 万 hm²,经由 60~70 年代的 3 500 万 hm²,上升到 80~90 年代的 4 600 万 hm²。受干旱发展趋势的影响,受旱成灾的农田面积,远高过洪涝灾害面积。1950~1996 年平均每年因旱成灾的农田 2 099 万 hm²,约占全国耕地面积的 21%,因涝成灾面积年均 950 万 hm²,约占全国耕地面积的 10%。虽经大力治理,旱涝保收农田面积有了增长,但到 1998 年也仅占全国耕地面积的 40%,致使我国还难以摆脱靠天吃饭的局面。

此外,我国整体环保意识水平不高,工业三废、农业生产和生活排污不加节制,使大量的地表水、

地下水受到城市污水、农药、化肥的污染,造成农业生产的外部环境和内在环境恶化。近年来由于片面追求政绩、追求利润最大化,掠夺式经营盛行,造成了诸如耕地资源锐减、水资源污染和短缺、土地沙化和沙漠化、水土流失、森林破坏、草原退化、物种锐减和珍稀动植物濒临灭绝、自然灾害频繁等问题,致使农业生产的外部环境严重恶化。在农业生产内部,人们在生产过程中也有意或无意地造成了各种环境问题,如农药、化肥的过量和不合理使用,污染和破坏了土壤和水环境;农牧区大量使用农药,使有害生物的天敌减少或灭绝,破坏了生态平衡,一些有害生物失去了天敌的制约,更加猖獗;长期使用化肥使土壤结构破坏、理化性状恶化、弹性下降、生产力降低;农用地膜大量使用带来的白色污染等问题普遍存在。所有这些内在的、外在的环境问题,相互作用,相互影响,共同制约着我国农业的可持续发展。

4. 农产品相对过剩,农民收入增幅下滑

我国的国内外农产品市场疲软,出现了农产品相对过剩的局面。主要农产品的供给较为充裕,由过去的短缺转变为结构性和地区性相对过剩。国内粮食供给相对过剩,库存幅度增加,价格低迷;国内棉花也由于市场需求一直疲软而大量积压,库存爆满。一些地区的蔬菜、水果、畜产品供给总量趋向饱和、滞销,价格大幅度下跌。这种状况造成了农业增产而农民不增收,或增产与增收严重不同步的局面,致使农民收入出现了改革开放以来从未有过的收入增幅连续几年大幅度下降的现象。统计表明,1990 年到 1995 年,全国农民人均收入年增幅度从 3.2%一直攀升到 30%,年绝对收入增长从 120 元上升到 350 元,但从 1997 年起,增幅一路下滑到 3.4%,人均年增收仅 72 元。这种情况是改革开放以来,所未曾出现的。一方面反映农业结构难以适应市场的变化,另一方面也反映出我国只求温饱的农业数量型增长难以满足市场发展、生活水平提高的要求。

二、设施农业在我国的兴起与发展

设施农业是利用人工建造的设施以可调控的技术手段实施植物生活要素的全方位调控,为农业生物生长发育提供良好的环境条件,实现高产、高效生产的现代农业生产方式。荷兰广泛采用设施农业,使鲜花四季供应国内外市场;以色列用先进的微灌系统装备农业,成为世界农业高效用水的国家;欧美利用设施农业,建设规模巨大的现代畜、禽养殖场;日本和东南亚一些国家近海养殖也广泛采用人工设施。目前发达国家已将计算机和自动控制技术应用于设施农业,使生产效率成倍提高。

设施农业在我国古已有之。早在 2000 多年前我国就有利用暖房栽培葱、韭供皇室御用的记载。然而受制于设施条件和技术手段,设施农业发展十分缓慢,难成规模。近年来工业的进步及科学技术的发展,为设施农业的兴起提供了可能。从简单的地膜覆盖到具有现代化自动控制光温设备的大型工厂化设施,都已取得了不少成功的经验。我国目前

应用范围较为广泛、成为规模的设施农业,按其设施化程度高低,可归纳为田间设施型、园艺设施型和工厂化设施型3大类。

1. 田间设施型

即将设施材料和工程技术手段直接用于田间植物生产。主要形式有地膜覆盖、田间水利工程设施与农业集水工程等。其中地膜覆盖这一简单的田间设施,使植物生活要素的调控,开始由“土地因素”步入“宇宙因素”新的阶段。大田地膜覆盖遍布我国南北农区,在西部、北方高寒山区及冷凉平原地区,强化热量要素的调控力度效益明显。1997年我国各类作物地膜覆盖面积914.9万 hm^2 ,占耕地面积的9.6%。其中烤烟、蔬菜、薯类、玉米、棉花覆盖率分别达到44.0%、35.2%、31.0%、27.8%和32.4%。已取得山区“温饱工程”和多熟种植的成功经验。

田间水利工程设施与农业集水工程使我国农业的水分调控力度得到很大提高。我国水利设施控制了全国约60%的耕地,有力地推动我国农业的发展。现代的水利设施更加注重灌溉水的高效利用。试验表明,改田间明水灌溉为微滴灌、渗灌等节水灌溉工程设施,水分利用效率成倍提高,省水30%~80%。发展节水灌溉设施对于水资源贫乏的我国极为紧迫。利用水库、塘池、水窖等集水工程设施,实施水分的空间富集,于作物需水关键期进行补充灌溉,已在干旱、半干旱地区开始广泛应用。

2. 园艺设施型

包括中小拱棚、塑料大棚、加温温室和日光温室等,现阶段以塑料大棚和日光温室为主,面积已逾百万公顷。这种塑料日光温室主要借助于“温室效应”,充分利用太阳的光、热辐射,实施增温栽培、反季生产,增加了熟制。而且塑料日光温室具有投资低、回收快、效益高以及简便易行等优点,广泛用于瓜菜和花卉生产以及苗木培育,成为我国北方地区蔬菜周年供应、实施“菜篮子工程”中的重要项目^[2]。今后应在植保及开发专用品种方面多下功夫。

近年来,塑料日光温室开始用于冬季畜禽饲养,成功地缓解了我国城市“肉—奶—蛋”供应矛盾。另外,暖棚和网箱养鱼等设施水产产业的效益也很显著。

3. 工厂化设施型

即利用高科技设施材料,运用先进的工程技术手段,构建与田间传统农业截然不同的生产环境,如同在工厂进行农业生产。通常包括加热系统、降温系统、通风系统、遮阳系统、微灌系统和中心控制系统^[3]。高科技和现代化设备投入为其显著特征,高效益的商品化、专业化生产为其主要目的。其主要方式有工厂化育苗和工厂化养殖。利用工厂化育苗手段进行蔬菜、花卉、水稻的幼苗培育以及脱毒马铃薯、无毒果苗等的快繁,近年来发展迅速。我国上海浦东孙桥现代农业开发区,从荷兰引进的自控温室面积约3 hm^2 ,通过电脑可以对光、热、水、气、矿质营养全面调控,实现洁净生产,单产高过塑料温棚5~8倍。工厂化养殖是设施农业的一个重要支柱。它依照畜禽生理要求,应用配合饲料,借助现代科技手段,为畜禽提供了最佳的生长环境。但工厂化农业设施投资昂贵,目前多用于农业高新生物技术的试

验、示范与中试场所。

可见,设施农业已成为当今我国农业高度集约化经营的最佳选择。然而,限于资金、技术和能源等方面的制约,目前易为我国农户接受且发展较快的设施农业,主要是一些投资不多、技术易掌握,且能获得较高经济效益的地膜覆盖、塑料日光温棚等。在设施配套上,不宜单纯追求所谓的高级设施,而应根据具体条件,在充分发挥各地农业地域资源优势的基础上,结合市场和生产需要,按比例配套发展,使各种设施都能充分发挥作用,力争用最少的投资获得最大的效益^[4]。

三、设施农业是实现我国农业高产高效的重要选择

1. 可极大地提高资源利用效率

农业的发展在于不停顿地克服植物生活要素中的限制因素,持续增进有限资源的生产潜力,并使有限资源的潜在生产力转化成为现实生产力。设施农业以可控的工程技术措施,尽可能地使植物生活要素处于最佳的组合状态,既能持续增进资源生产潜力,又利于充分发挥农业生物内在的生产潜力。如塑料棚、室之类的设施栽培,由于薄膜的阻隔,将田间传统生产条件下大范围的“三水循环”,约束于设施范围内小范围的“三水循环”,水分利用效率显著提高;由于设施范围内的水、热状况好,在矿质营养不成为制约的条件下,光合时间长、光合效率高,且“温室效应”使反季栽培、多熟种植、周年生产成为可能,极大地提高了土地利用效率和季节利用率。

2. 能够较好地满足社会日益增长的需求

人口多、耕地少、水资源短缺是我国的基本国情。预计中的2030年16亿人口的峰值,给农业带来的压力将十分沉重。即使维持已实现的400kg水平,粮食总供给量也应达到6.5~6.7亿t,比目前实际产量高出1.5~2.0亿t,而且对肉、奶、蛋、水产、油料、水果等农产品的需求也相应增加,任务十分艰巨。目前,我国即将加入WTO。加入WTO后,国内外市场又会对农业生产提出新的要求。因此,要实现“中国人自己养活自己”的宏大目标,一方面必须保持好现有自然资源,治理好水土流失,扼制住土地沙化,扩大森林资源,改善农业生态环境,促进农业资源的可持续利用,实现农业持续增产;另一方面,要进一步发展科技含量高、产品附加值高、土地生产率高和劳动生产率高的现代设施农业。设施农业在可控条件下生产,“得心应手”地实施植物生活要素的全面调控,土地生产力相当于传统生产条件下的几倍、十几倍乃至几十倍,可以缓解粮食作物与经济作物、蔬菜及其他特种植物争地的矛盾,确保粮食作物面积稳定在安全线以上,通过地膜、水利设施面积的扩大,改善农作物的生长条件,有利于提高单产,持续满足人口增长对粮食、蔬菜等农产品的需求。同时通过设施农业,可以根据国际市场的需要生产出各种特色产品,扩大创汇农业。

3. 可促进农业结构调整,提高产量,增加农民收入

设施农业在一定程度上克服了传统农业难以解决的限制因素,使作物在露地不能生长的寒冬季和环境正常生长,为农业结构的调整创造了条件。园艺设施农业的大面积运用、反季节生产、周年生产,增加了总产,解决了城乡人民淡季蔬菜供应问题。地膜的广泛运用,使热量稍显不足的地区由一年一熟变为一年两熟,受水分限制的干旱农区增加了复种。云贵高原、黄土高原、秦巴山区的地膜玉米、地膜小麦被誉为“白色革命”、“温饱工程”。地处北热带的云南西双版纳运用地膜实现了玉米冬种。所有这些都表明,设施农业可以有效地促进我国农业结构的调整。

设施农业在促进农业结构调整的同时,加强了资源的集约高效利用,大幅度地增进了系统生产力,提高了经济效益,增加了农民收入。甘肃省北银市设施农业占全市耕地面积的5%,而全市农民收入的25%却来自于设施农业。据有关试验及大田调查资料,地膜粮食增产幅度为30%~65%,新疆的地膜棉花增产幅度为18%~25%,西双版纳玉米地膜冬种单产提高50%左右,陕西榆林地区地膜玉米吨粮田层出不穷。

目前我国以塑料薄膜覆盖为主的园艺设施农地比露地平均增产达50%,亩增收1000~3000元,高的可达5000元;高效节能温室,比露地增产80%左右,亩增收达5000~6000元,高的可达10000元。北方利用塑料暖棚冬天饲养蛋鸡,产蛋率平均提高10%;用于饲养生猪、肉牛,冬季不仅不掉膘,而且日增重达250~500克;用于饲养羔羊,越冬存活率达90%以上。设施农业已成为我国广大地区农民温饱、增收、奔小康的主要阵地,山东、河北、辽宁、河南、甘肃等地已形成了设施农业集中发展的生产基地,展现了规模化、专业化、产业化发展趋势,以及针对高档蔬菜和花卉的外向型发展趋势。

(上接第8页)

估计,电力、热、甲醇、城市燃气“四联产”比单独生产,基本投资可下降35%,每单位能量的成本可下降30%。煤耗量可下降25%。这样做,可以充分利用内蒙、贵州和其它省份的高硫煤,而其污染物排放只及具有先进脱硫、脱硝装置的常规电站的1/5。此外,就把丰富的煤资源转化成高附加值的化工原料、化肥、城市煤气和电力,对发展地方经济、增加就业、改善环境都大有好处。煤的多联产是我国能源领域跨越式发展极为重要的方向,可以结合西部大开发推广,为在全国实施这种战略起示范作用。

八、改善乌鲁木齐市空气质量

新疆具有丰富的石油和天然气资源,而作为首府乌鲁木齐污染问题却相当严重(地形也不利于空气流动、扩散),尤其在漫长的冬天采暖季节,因为主力热电厂以煤为燃料,同时大量居民又用小煤炉采暖,故应有计划地逐步改变乌市的发电、炊事和采暖的燃料结构,具体有:

4. 设施农业能够吸纳众多的科技成果

21世纪是生物科学和农业工程技术发达的世纪。农业工程是研究农业生物体在生长、繁育、储存和加工过程中与环境和各种技术手段之间关系的科学,也是人类运用各种科学知识改善自然条件和生态环境、增加农业产出量的综合性技术体系。农业设施是农业工程学科最具典型的分支学科领域,以农业设施为主体形成的设施农业实质上是一种“工程农业”,它涉及到工程、材料、设计、电子、控制、环境、生物、物理、化学、土壤等众多领域。它不同于传统农业,科技含量比较高,要求实现多学科配合与协作攻关,广泛应用多学科的科技成果。因此,设施农业可以容纳多学科的研究成果,使这些研究成果尽快地转化为现实生产力,从而提高农业科学技术对经济增长的贡献率,促进我国农业的高产高效。

设施农业所显示的生命力,使人们的观念为之一新,它启迪人们运用科学技术去开拓、创造农业生产新局面。资源是有限的,而科学技术进步则是永无止境的。发展中的我国设施农业正方兴未艾。

参考文献

- [1] 谷树忠等. 农业自然资源可持续利用. 北京:中国农业出版社,1999:205
- [2] 陈友等. 园艺设施在高寒地区发展菜篮子工程和两高一优农业中的作用与发展前景. 农业系统科学与综合研究,1995(3):80~83
- [3] 廖允成,王立祥. 设施农业与中国农业现代化建设. 农业现代化研究,1999(1):5~8
- [4] 廖允成,王立祥,温晓霞. 设施农业——我国农业资源高效利用的重要途径. 资源科学,1998(3):20~25
- [5] 《中国农业统计年鉴》编辑委员会. 中国农业统计年鉴. 北京:中国农业出版社

(责任编辑 王宏章)

1. 实施现有火电厂的燃煤锅炉改用天然气的改造,减少燃煤量。

2. 新增容的发电装置一律采用燃用天然气的高效燃气/蒸汽联合循环。

3. 在市区(学校、商业楼群、居民小区)示范并逐步推广燃用天然气的以燃气轮机为核心的热、电、冷联供。电力部门应为这些分布式供电上网提供方便(合理的价格)。

4. 建立以天然气为主的多热源供热网(可以和分布式热、电、冷联供结合起来)。

参考文献

- [1] 陈哲夫. 新疆矿业与可持续发展. 中国资源环境与可持续发展战略研究,2000(12)
- [2] 温军. 中国少数民族经济的演变与启示. 清华大学发展研究通讯,2001(5)
- [3] 陈哲夫. 西部大开发——新疆矿业开发新思路和重点. 国土资源科技管理,第17卷,第4期
- [4] Freeing the Power of Gas, REview, The BP technology magazine, August, 2000

(责任编辑 蔡德诚)