

中国节水农业发展战略初探

吴普特, 冯 浩

(西北农林科技大学、中国科学院水利部水土保持研究所、国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心, 杨凌 712100)

摘要: 在分析中国节水农业发展所面临的问题与挑战, 以及国际节水农业发展趋势与国内技术需求的基础上, 提出了中国现阶段节水农业科技发展的 5 大战略, 即综合节水战略、技术创新与集成战略、产业支撑战略、虚拟水开发战略, 以及科技创新平台建设战略。同时, 进一步提出近期中国节水农业研究的重点应该主要集中在生物节水技术、非传统水资源开发技术、旱作节水技术、节水灌溉技术与装备, 以及节水农业区域发展模式等 5 个方面。

关键词: 现代节水农业; 综合节水; 技术创新与集成; 区域发展模式

中图分类号: S27 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6819(2005)06-0152-06

吴普特, 冯 浩. 中国节水农业发展战略初探[J]. 农业工程学报, 2005, 21(6): 152- 157.

Wu Pute, Feng Hao. Discussion of the development strategy of water saving agriculture in China[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(6): 152- 157. (in Chinese with English abstract)

0 引言

20 世纪是人类有史以来发展最快的一个世纪, 世界人口增加了 4 倍, 工业生产总产值增加了 50 倍, 水资源消耗增长了 100 多倍, 全球用水量达到水资源总量的 20%, 已经逼近水资源开发的最大潜力^[1,2]。跨入 21 世纪后, 世界人口、工业、经济和社会依旧发展迅速, 全球水资源短缺形势更是雪上加霜。在出现持续严重干旱等特殊情况下, 缺水极有可能造成全球某些区域和城市社会、经济发展停顿甚至崩溃。因此, 如何缓解日益严重的水危机已经成为 21 世纪世界各国关注的重大战略问题。农业是用水大户, 节水潜力巨大。发展节水农业以缓解水资源危机的战略选择已成为世界各国的共识。中国不仅是发展中国家, 更是水资源极为短缺的国家, 水资源危机已经成为制约经济社会可持续发展的瓶颈因素^[3-5]。如何选择中国节水农业科技发展战略已成为中国农业科技界的重大课题。

1 中国节水农业科技发展面临的问题与挑战

分析中国现代节水农业科技水平, 从总体上看与国外差距还相对较大, 特别是创新技术储备不足, 难以适应发展需求; 技术成果转化速度和产业化水平亟待提升; 技术研发平台建设比较薄弱; 技术研发与重大工程建设之间的结合不够紧密, 没有建立有效的结合机制^[6,7]。

1.1 创新技术储备不足, 难以适应现代节水农业发展需求

中国在节水技术方面有比较雄厚的科学积累, 尤其是在灌溉的理论研究方面, 包括土壤—植物—大气系统中水的传输理论, 甚至在国际上还处于领先地位, 也有比较成熟的实用技术, 并在生产中已经推广应用。但目前存在创新技术储备不足的问题, 主要体现在两个方面, 一是集成创新技术储备不够, 尽管单项技术相对成熟, 但未形成技术体系, 综合技术水平较低, 未发挥出整体优势。如在节水农业技术的应用推广中, 往往人们重视节水灌溉技术, 而忽视农艺技术, 虽然我们省水了, 但由于耕作管理不善, 并未产生出令人满意的效果。这是目前节水农业发展过程中普遍存在的问题。二高新技术自创新储备不足。随着科学技术的进步, 技术水平不断提升, 高新技术的应用将是未来发展的主要方向, 这恰恰是我们的薄弱环节, 例如, 生物技术、智能决策系统、污水利用技术、现代控制技术在节水中的应用等^[8], 显示出技术创新能力相对薄弱, 难以适应现代节水农业技术发展的需求。这对今后节水农业的发展极为不利, 使得科技进步缺少后劲, 这是中国节水农业技术发展的致命弱点。

1.2 成果转化速度和产业化水平亟待提升

中国在节水农业技术储备方面相对较薄弱, 加之已有技术积累集成度差, 未能形成可供实际应用的技术体系, 导致技术成果转化率低; 另一方面, 中国节水产品生产企业发育还不十分成熟, 处于起步阶段, 还没有形成大规模发展的产业, 也使得技术成果转化速度相对较慢, 严重制约了节水农业的发展。产生上述现象的原因, 一方面是由于技术本身与机制问题, 更重要的原因还是由于节水农业行业本身性质所决定, 而社会公益性非常明显的行业特征, 以及行业发展的初级阶段也是一个重要原因。

同时, 中国节水器材产业发展水平与国外发达国家产业发展水平差距仍很大, 亟待提升。据有关研究报道,

收稿日期: 2004-12-15 修订日期: 2005-06-10

基金项目: 国家节水农业重大科技专项(863 计划)(2002AA2Z4341、2004AA2Z4030)

作者简介: 吴普特(1963-), 男, 陕西武功人, 研究员, 博士, 博士生导师, 从事现代节水农业与水土保持研究。杨凌 西北农林科技大学、中国科学院水利部水土保持研究所、国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 712100。E-mail: gizvpt@vip.sina.com

中国节水农业产业水平与发达国家相比至少落后 20~25a, 但节水农业基础理论整体水平与发达国家仅相差 5a 左右, 部分领域还处在国际前列, 节水农业技术水平与国外发达国家差距在 10~15a 之间, 节水器材产业水平差距最大, 技术成果的转化与产业化开发是中国节水农业当前发展的重要任务, 尤其是节水农业产业水平的升级更是薄弱环节。

1.3 研发平台建设相对薄弱

中国节水农业技术研发平台建设仍很薄弱, 尽管中国已经拥有了与节水农业相关的多个学科、有一部分国家与省部级工程技术研究中心, 也拥有一部分省部级与节水农业有关的重点实验室和野外试验站, 但还没有一个节水农业国家重点实验室和野外试验站, 工程技术研究中心建设也显得相对薄弱, 还没有建设起大型节水农业技术与产品研究开发平台, 对于节水农业前沿技术的研究, 如生物节水技术、非传统水资源开发利用技术、精量用水灌溉技术, 以及抗旱节水育种技术等, 研发平台建设尤其薄弱, 也相对分散, 没有集成综合整体优势。这种现象是导致中国节水农业技术创新能力、尤其是原始创新能力相对较差, 创新技术储备不足的重要原因。

1.4 技术研发与重大工程建设之间的结合不够紧密

由于缺乏有效的管理体制与运行机制, 中国目前节水农业技术研发与重大工程建设之间的结合还不够紧密, 导致技术研发与工程建设有相对脱节现象, 也给技术成果的转化与推广应用带来了一定困难。一方面, 已经有相对成熟的技术, 但工程建设部门并不了解, 或者说工程建设部门了解, 但处于行业保护政策, 并不积极地去应用推广; 另一方面, 工程建设中急需解决的一些重大技术问题, 由于缺乏有效的管理体制与运行机制, 也很难较快地反馈到科技人员手中, 使得工程建设中有关重大技术问题难以及时得到解决。

1.5 节水农业技术人才队伍急需加强

现代节水农业是一个相对较新的领域, 也是一项综合性较强的技术, 需要水利、农业、机械、生物、化学、工程等众多学科联合攻关, 技术的综合性和学科的年轻特点, 对新型人才的要求提出了新的挑战。过去, 中国从事节水农业科技工作者大多为农田水利与农学科技工作者, 难以适应现代节水农业技术发展的需求, 急需培养一支新型节水农业科技队伍, 以适应现代节水农业科技发展之需求。

2 国际节水农业技术发展趋势与国内需求

纵观国际节水农业总体发展趋势, 在经历了灌溉农业与传统节水农业发展之后, 国际节水农业的发展已经步入了现代节水农业发展阶段。现代节水农业的发展彻底掘弃了以往节水农业就是灌溉农业、节水农业就是节水灌溉、高水才能高产的传统思想。在确保环境安全、生态健康与可持续发展的前提下, 以提高作物水分利用率与利用效率为目标, 依据作物生理需水确定作物用水, 强调节水灌溉与旱作节水并重、注重非传统水资源开发利用、重视节水农业技术综合效应与高新技术应用、强

化节水农业的现代化管理成为其发展的主要特征。

2.1 重视对节水农业综合技术的研究, 在技术创新与传统技术改进的同时, 强调技术集成配套、凝练提升, 注重区域发展模式研究

随着全球性水资源供需矛盾的日益加剧, 世界各国, 特别是发达国家都把发展节水高效农业作为农业可持续发展的措施。在发展节水农业的过程中, 各国均十分重视工程节水、农艺节水、生物节水和管理节水的有机结合与集成, 重视节水农业的综合效益。

通过减少渠系(管道)输水过程中的水量蒸发渗漏损失, 提高灌溉水的输水效率; 通过减少田间灌溉过程中水分的深层渗漏和地表流失, 提高灌溉水的利用率并减少单位灌溉面积的用水量; 采用蓄水保墒措施, 减少来自农田土壤的水分蒸发损失, 最大限度地利用天然降水和灌溉水资源; 达到提高作物水分生产效率, 减少作物的水分奢侈性蒸腾消耗, 获得较高作物产量和用水效益的目标。

对于节水农业技术研究开发, 在注重技术创新与传统技术改进的基础上, 更应加强技术集成配套、凝练提升, 纵观世界各国节水农业技术研究发展动态, 大致可划分为 3 个层次, 即节水农业前沿与关键技术、节水农业关键设备与重大产品研发及产业化、节水农业技术体系集成模式等三方面, 并将节水农业技术体系集成与示范应用作为重点研究方向; 初步形成了与国家经济发展水平、缺水程度密切相关的节水农业技术发展模式。

以埃及、巴基斯坦、斯里兰卡、印度等为代表的经济欠发达国家, 由于受其经济条件和技术水平的限制, 节水农业的发展主要采用以渠道防渗技术和地面灌水技术为主, 配合相应的农业措施以及天然降水资源利用技术的模式。而以以色列、美国、日本、澳大利亚等为代表的经济发达国家, 节水农业的发展主要采用以高标准的固化渠道和管道输水技术、现代喷、微灌技术与改进后的地面灌水技术为主, 并与天然降水资源利用技术, 生物节水技术、农业节水技术与用水系统的现代化管理技术相结合的模式。

2.2 生物节水技术、非传统水资源开发技术、以信息化技术为支撑的水管理技术已成为现代节水农业技术与开发的重要内容

生物节水技术的发展更加重视改良利用作物的抗旱耐旱性及水分高效利用性, 特别是通过认识作物抗旱、耐旱机理, 筛选高水分利用型(WUE)作物品种, 提高作物本身的节水潜力; 注重开发利用植物和淀粉类物质合成生物类的高吸水物质; 以基于植物生理需水功能的非充分灌溉技术的研究、开发与应用, 作物用水正在从丰水高产型向节水优质高产型方向转变, 在节水的前提下, 实现作物优质高产双重目标。

以信息技术为支撑的现代节水农业管理技术, 从作物水分监测指标与需水信息采集、分析加工、灌水管理与信息反馈等多方面开展研究, 并注重水权与水价的研究与应用, 基于“3S”技术的精量灌溉适用平台和数据库管理软件以及作物生长决策模拟模型的开发已经引起

人们广泛关注,支持农田信息实时采集的各种传感技术和传输技术,随着节水管理技术的深入研究将会得到更快发展;现代节水农业管理技术的发展正在和精准农业、数字农业的发展密切结合。

在节水的同时,开发利用非传统水资源已经成为解决缺水的重要途径,其中天然雨水资源、污水资源和咸水、微咸水资源,以及海水资源的开发利用尤为重要,上述非传统水资源的开发与利用已成为众多国家和地区解决用水危机的新途径,也已经成为现代节水农业的重要研究内容。雨水高效集蓄利用技术、新型集雨材料,污水灌溉技术及其对农产品品质的影响,咸水、微咸水资源,以及海水资源的开发利用研究将是国际上现代节水农业研究领域关注的重点内容之一。

生物节水技术、非传统水资源开发技术、以信息化技术为支撑的水管理技术已成为现代节水农业技术与开发的重要内容,上述技术与传统农艺节水技术的结合,形成了现代节水农业技术集成体系。

2.3 传统节水技术水平的提升仍是当今节水农业研究与发展的主要内容,并作为现阶段世界各国节水农业发展的基础技术支撑

地面灌水技术、旱作节水覆盖保墒耕作等传统节水农业技术的改进与提升仍是当今国际节水农业研究与发展的主要内容,并成为现阶段节水农业发展的基础技术支撑。地面灌水技术在全球应用面积最大,约占全球灌溉总面积的90%以上,经济发达的美国地面灌水面积也占其灌溉面积的80%;旱作节水覆盖保墒耕作技术几乎在全球所有旱作农田均得到不同程度的应用。

上述两种技术仍是当今全球节水农业发展的基础性支撑技术,对上述技术的改进与提高,尤其是结合现代高新技术的发展与应用,提高技术本身科技含量,以及技术经济效益仍是今后相当长一段时间内,国际节水农业领域研究的重点内容。

与全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)等现代高科技手段结合的地面灌溉激光控制平地技术、精细地面灌水技术,以及旱作节水覆盖保护性耕作技术是当传统节水农业技术研究的重点,上述传统技术的发展也正在成为现代精准农业、数字农业发展的重要支撑技术。

2.4 优质低价、环保节能与多功能化节水产品是当今世界发展的主流,规模化、集成化、系列化的节水器材产业国际市场竞争愈演愈烈

现代节水农业产品的研制与开发正在朝着优质低价、环保与多功能方向发展,这种产品研制开发趋势也正在引导着节水农业产业朝着规模化、集成化与系列化方向发展。现代高新技术的注入与不断发展,特别是高分子复合材料、智能控制、快速制造等先进技术的应用,使得这种发展趋势愈来愈明显,国际市场竞争愈演愈烈,并成为当今国际节水农业产品研制与产业化开发的主要发展潮流。

无论高效输配水设备与产品、喷微灌设备与产品,还是节水保水机具、节水保水制剂与新材料等节水

产品的研制与开发,均将优质低价、环保节能与产品的多功能化作为产品的主要研发目标,特别注重高新技术的应用,依靠现代高新技术的注入提高产品科技含量,注重知识产权保护,并通过产品的性能和知识产权抢占国际市场,市场竞争愈演愈烈。

国外许多大的企业集团,如美国雨鸟公司、以色列耐特费姆公司等,已经在全球形成自己的企业研发、生产销售与服务网络体系,通过产品技术优势抢占、控制国际节水市场。其竞争的策略在于只销售产品,不出售产品生产技术与生产设备,这就导致了国家要么购买其产品,要么走自主研制开发的产业发展路子。20世纪80年代后期到90年代中后期,以以色列、美国为代表的节水企业的部分产品几乎垄断了中国节水市场,其市场占有率最高达到70%以上。

3 中国节水农业科技发展战略

根据《全国中长期供水计划研究报告》,从长远发展分析,尽管中国总供水量可能有所增加,超过现状供水能力5600亿 m^3 ,但农业用水量将基本保持在4000亿 m^3 左右,增幅有限。中国工程院研究结果表明,中国用水的高峰将在2030年左右出现,但农业用水总量与现在规模相仿,为4200亿 m^3 左右。考虑到工业的飞速发展,以及城市化过程的加快,将农业用水总量控制在4000亿 m^3 左右是比较合理的^[9]。因此,水利部提出中国农业用水零增长战略,并将其作为一项战略性任务。

3.1 战略构思与指导思想

中国节水农业的发展应以保障国家水安全、粮食安全和生态安全为战略目标,以提高水资源利用率和作物水分效率为核心,以发展节水型农业种植结构、增加农业效益和农民收入、改善农田生态环境为目标,以建立和完善具有中国特色的现代节水农业技术体系为重点,在加强农业节水基础理论和前沿关键技术创新的同时,创制适合国情的节水关键设备与重大产品,促进其产业化,因地制宜地发展适合不同地区特点的节水农业技术集成模式。力争在生物节水技术、非传统水资源开发技术、精量控制用水管理技术、节水产品产业化开发等方面实现重点突破和创新,争取用20~30a时间,使中国节水农业技术整体水平达到世界先进水平,部分领域达到世界领先水平,形成具有中国自主持续创新能力的现代节水农业技术研究开发体系,为中国节水农业的发展提供强有力的技术支撑。

3.2 科技发展战略

根据中国节水农业科技发展战略目标与主要任务,结合国际节水农业发展趋势,提出中国目前现代节水农业的发展宜以综合节水战略为基础,实施技术创新与传统技术升级、节水产业提升、虚拟水开发利用、平台建设同步推进的战略。

1) 实施综合节水战略,加快节水农业建设与发展步伐

综合节水战略包含两层含义,一是强调重视节水农业综合技术研究与技术体系集成,实施工程节水、农艺

节水、生物节水与管理节水的有机结合^[10],强调节水灌溉与旱作节水并重,注重现有节水农业单项技术与高新技术的结合与凝练、集成,加快现代节水农业技术的应用推广步伐,从而推动中国节水农业工程建设与快速发展;二是通过工业节水、生活节水所取得的效益来进一步支持农业节水,同时,进一步缓解中国水资源压力,全面推进节水型社会建设。节水农业属战略性节水,是社会公益型事业;工业节水、生活节水属强制性节水,是经济效益型事业。实施强制性节水是为了更好地发展节水农业,强制性节水所取得的经济效益应该进一步支持节水农业的发展^[11]。

在节水农业科技工作布局中,应继续坚持现代节水农业前沿与关键技术研究、节水农业重大产品及关键设备研制与产业化开发,以及节水农业技术体系集成与示范3个层次,并在近期将节水农业技术体系与示范作为研发重点,进一步凝练成3个不同层次的核心技术与研发重点。

前沿与关键技术层次应将生物节水技术、非传统水资源开发利用技术、作物水分信息采集技术、精量控水与产品快速开发技术等作为研发重点;重大产品及关键设备研制与产业化开发,应结合节水农业工程建设需要,按照输配水技术、灌溉技术、耕作保墒技术、节水生化制剂等产品研制与产业化开发开展工作,并始终把优质低价、环保节能与多功能化作为产品的研发方向;技术体系集成与示范应将不同区域节水农业的发展模式,以及模式建立的机制作为工作重点。

2) 技术创新与传统技术水平升级战略

实施技术创新与传统技术水平升级同步发展的战略,在注重原始技术创新的同时,推动传统技术的升级,建立和完善中国节水农业技术体系^[12-15]。原始性技术创新代表着一个国家的科技水平和创新生命力,在为实用技术提供理论基础的同时,作为高新技术储备的重要源泉。为此,首先应加强对节水农业应用基础理论的研究,如缺水地区主要农作物水分利用效率分子遗传改良、不同生态区域节水型产业结构与农作制度量化研究、区域水分胁迫条件下立体种植的作物需水规律研究、旱区节水状况下区域水土环境效应评估与调控研究、节水条件下农田水分与养分的转化理论及尺度效应研究等,另一方面,应加强对高新技术,尤其是生物技术和信息技术的应用研究,如植物抗旱节水潜力与新品种选育、不同生态区域主要农作物高效用水与生理调控、基于3S空间信息技术和作物生产管理决策支持系统的精细农作技术、灌溉用水管理与决策支持系统及区域多水源优化配置技术、农田水肥精量调控与作物精量控制灌溉技术等。在传统技术升级方面,应加强对传统的田间灌溉技术、农艺技术和开源技术的研究,使之升级为精细地面灌溉技术、高效精量喷微灌技术、高效节水生化制剂与新材料等。

3) 节水产业支撑战略

国外发达国家特别注重喷微灌设备与新产品、高效输配水设备与新产品、节水保水机具和节水制剂与新材

料的产业化开发,不断利用高新技术对节水农业产业进行改造,促使产业的技术提升,推动行业的可持续发展。中国的节水灌溉生产企业由于起步较晚,企业规模普遍较小,且多数企业的生产经历较短,缺乏高水平的专业技术人员、熟练的技术工人及高效率的生产设备。建立节水型农业要在推广应用各种节水技术的同时,推动节水农业关键设备与重大产品产业的技术提示与发展。为此,应培育节水农业“两大支柱产业”:1) 节水灌溉产品与设备产业,包括:喷微灌设备、抗旱机具、激光控制平地设备、渠道衬砌机械、渠道及管道量水仪表与设备、作物精量控制灌溉设备等;2) 节水制剂与材料产业,包括:农用制剂、农用液态地膜、渠道防渗材料、农用输配水管材等。

4) 虚拟水资源开发战略

虚拟水战略是指缺水国家或地区通过贸易的方式从富水国家或地区购买水密集型农产品—尤其是粮食,来获得水和粮食的安全。国家和地区之间的农产品贸易,实际上是以虚拟水的形式在进口或出口水资源。中东地区每年靠粮食补贴购买的虚拟水数量相当于整个尼罗河的年径流量。从虚拟水的概念可以看出,虚拟水以“无形”的形式寄存在其它的商品中,相对于实体水资源而言,其便于运输的特点使贸易变成了一种缓解水资源短缺的有用工具。

虚拟水贸易与虚拟水战略研究已经成为国际上的一个前沿研究领域。对于经济发展内部不平衡、水资源分配模式与经济发展模式不一致的国家或地区,实施虚拟水战略非常有效。虚拟水贸易对于那些水资源紧缺的地区来说,本身提供了水资源的一种替代供应途径,并且不会产生恶劣的环境后果,能较好的减轻局部地区水资源紧缺的压力。因此,虚拟水战略日益引起了缺水国家和地区政府和水资源管理部门的重视,并开始在水资源战略管理中应用^[16]。

中国北方地区特别是西北地区水资源短缺,科研人员从水资源承载力的角度开展了较多的研究,但从生态经济学的角度开展的系统研究尚不多见。采用虚拟水战略,从系统分析的角度研究缓解区域水资源的措施,研究虚拟水战略与区域社会经济发展、产业结构战略性调整、粮食安全、生态环境建设与生态环境安全等之间的关系,并且提出相应的战略对策和政策建议,无疑突破了以往的传统观念,对国家和区域的水资源管理制度和水资源短缺解决机制都是一场革命。

5) 科技创新平台建设战略

现代节水农业的发展,使得中国现有节水农业基础设施条件已远远不能满足创新的需求。为此,应强化节水农业平台建设战略,加大对节水信息监测与科学实验基地(包括重点实验室、工程技术中心、野外实验台站、服务推广体系)投入,通过建立节水高效农业示范工程、节水高效农业技术产业化工程,推广应用节水农业技术与产品,优选和建设一批节水农业技术创新基地和重点野外科学实验台(站),建立以农业水资源和节水农业技术为主要内容的信息共享与网络科研环境平台,培养和

造就一批勇于创新、拼搏实干的高水平研究群体和队伍,为中国节水农业创新能力建设提供必要的平台基础条件。

3.3 重点研发方向

1) 生物节水技术

重点利用现代生物技术挖掘植物抗旱节水基因和培育抗旱节水品种、利用植物本身生理功能调节和挖掘植物本身的节水潜力。需要重点攻克以下关键技术:抗旱节水植物品种筛选指标体系,抗旱节水与高产优质相结合型的新品种(组合)培育,挖掘不同生态区域内作物生理节水潜力的非充分灌溉技术、灌溉制度和实施技术,主要农作物在不同养分水平或施肥条件下的调亏灌溉模式和田间实施技术,节水高效的非充分灌溉与调亏灌溉综合技术,作物非充分灌溉技术软件与智能式非充分灌溉预报器研发。

2) 非常规水利用技术

主要研究雨水收集和利用、劣质水(主要是城镇生活污水和微咸水)资源化、海水淡化与灌溉利用。需要重点攻克以下关键技术:雨水资源开发潜力与工程模式,雨水资源收集与高效利用技术,不同作物污水安全灌溉的量化指标体系及标准,适用于城镇生活污水资源化的新型高效、价廉的持续性处理技术,生活污水城镇绿化应用技术,微咸水灌溉控制指标体系和作物灌溉制度,低成本的海水淡化技术与高效安全灌溉利用技术。

3) 节水灌溉技术与装备

以优质低价、环保节能与多功能化节水产品研发为重点,研究和开发一批适合国情的高效、低能耗、低投入、多功能的节水高效农业关键技术与重大设备。需要重点攻克以下关键技术:行走式多功能抗旱灌溉机具,激光控制平地技术与设备,田间波涌灌溉控制设备,田间多孔闸管灌溉系统和田间灌溉自动控制设备,根系分区交替灌溉灌水技术与设备,微喷节水技术与设备、现代灌溉系统水量流量实时调控技术与设备,渠道防渗新材料与施工机械,大口径高分子材料的输配水管道,基于信息技术的灌区用水现代化管理技术。

4) 旱作节水技术与新材料

依靠现代新材料和新技术,研究开发一批高效、低投入旱作节水技术与新材料,大幅度提高农田降雨利用率和利用效率,需要重点攻克以下关键技术:降水就地利用的新技术与新产品,新型保墒耕作技术和覆盖保墒技术,土壤水库充蓄增容技术,调节植物节水抗旱特性和提高作物水分利用效率的新型生物化学制剂,覆盖保墒新型材料与全生物降解地膜研发,土壤结构改良剂。

5) 区域节水农业发展模式

以技术集成与技术示范为重点,主要开展现代节水农业技术集成、节水农业技术转化与示范机制,以及现代节水农业技术发展模式等研究。需要重点攻克以下技术:区域多水源优化配置与节水型农作结构;农业高效用水的区域水土环境效应监测与评估,区域节水农业管理体制和机制创新,不同类型地区的现代节水高效农业技术集成综合模式。

4 主要措施与建议

1) 加强政府政策与公共财政持续支持力度

节水农业是一项公益性事业,节水是国家战略目标,在现阶段由于农业效益相对较低、节水产业发育不完全,国家节水目标与农民增收目标尚存在较大差距;因此,在现阶段应继续加强政府政策与公共财政的持续支持力度,这是保持节水农业科技进步、以及节水农业健康发展的基本保障。

2) 充分调动社会各方力量,共同推动节水农业发展

节水农业是一项系统非常强的综合工程,必须充分调动社会各方力量共同推动,仅仅依靠政府的力量也是有限的,因此,应采取各种有效措施,充分调动国家、地方、企业、农民、广大科技工作者的积极性,形成一种万马奔腾的联动态势,在政府的支持与引导下,依靠科技进步,提高中国节水农业科技水平,充分调动广大企业与农民的力量,推动中国节水农业的全面发展。

3) 发挥企业作为技术创新主体作用,提高科技型企业的技术创新能力,推动产业升级

企业是技术创新的主体,通过政策引导、公共财政引导支持、金融政策支持等手段,加大对节水农业科技型企业的支持力度,加强企业与科研院所、高等学校的合作,在提升企业技术研发与产业化能力的同时,加强技术创新、加快科技成果的转化力度,推动科技型节水企业的快速发展与健康成长。

4) 建议国家将节水作为一项基本国策

中国水资源短缺已经威胁到社会的生存与发展,成为国民经济和社会发展的重大制约瓶颈,开展节水工作已经逐步上升成为国家安全的重大战略。节水农业作为节水工作的一项重要内容,其健康发展涉及国家食物安全的水资源保障、生态环境建设、加入 WTO 后的农产品贸易等若干战略。鉴于节水在国家战略中的地位及其复杂性、综合性、系统性,建议将节水作为中国的一项基本国策,以确保这项工作的长期稳定性,加快节水型社会的建设步伐。

致谢:康绍忠 许迪 梅旭荣教授参与了本文的讨论,并提出了宝贵建议。

[参 考 文 献]

- [1] Brown L R, Halweil B. China's water shortage could shake world food security[J]. World Watch, 1998, 11(4): 10- 21.
- [2] Seckler D, Barker R, Amarasinghe U. Water scarcity in the twenty-first century [J]. Water Resources Development, 1999, 15(1- 2):29- 42.
- [3] 刘昌明,陈志恺. 中国水资源现状评价和供需发展趋势分析——中国可持续发展水资源战略研究报告集[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2001, 12(2).
- [4] 孙景生,康绍忠. 中国水资源利用现状与节水灌溉发展对策[J]. 农业工程学报, 2000, 16(2): 1- 5.

- [5] “农牧业”课题组. 西北地区农牧业可持续发展与节水战略研究[J]. 中国水利, 2003(9).
- [6] 康绍忠, 蔡焕杰, 冯绍元. 现代农业与生态节水的技术创新与未来研究重点[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 1- 6.
- [7] 许迪, 吴普特, 梅旭荣, 等. 中国节水农业科技创新成效与进展[J]. 农业工程学报, 2003, 19(3): 5- 9.
- [8] 石元春. 开拓中的蹊径: 生物性节水[J]. 科技导报, 1999, 10: 3- 5.
- [9] Li Yuanhua. Strategies for managing water scarcity in China until 2030, water-saving agriculture and sustainable use of water and land resources [M]. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 421- 427.
- [10] 徐乾清. 关于农田灌溉节水问题的几点认识, 中国西北地区水资源开发战略与利用技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001, 1- 3.
- [11] 吴普特, 冯浩, 牛文全. 中国用水结构发展态势与节水对策分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 1- 6.
- [12] 吴普特. 西北地区节水农业发展战略研究[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(4).
- [13] 冯广志. 中国节水灌溉发展的总体思路[A]. 见: 中国节水农业问题论文集[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
- [14] 吴普特. 关于节水灌溉若干问题的思考[A]. 见: 农业高效用水与水土环境保护[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2000: 31- 37.
- [15] 吴普特, 冯浩, 牛文全, 等. 中国北方地区节水农业技术水平及评价[J]. 灌溉排水学报, 2003, 22(1): 26- 30, 34.
- [16] 程国栋. 虚拟水——中国水资源安全战略的新思路[J]. 中国科学院院刊, 2003. 4.

Discussion of the development strategy of water saving agriculture in China

Wu Pute, Feng Hao

(Northwestern Sci-Tech University of Agriculture and Forestry; Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences; National Engineering Research Center for Water Saving Irrigation at Yangling, Yangling 712100, China)

Abstract: Based on the challenge and problem faced in the development of water saving agriculture, and the world development tendency and the civil technology demand, the authors put forward five strategies for developing water saving agriculture including the comprehensive water saving strategy, technological innovation and integration strategy, industry supporting strategy, visional water development strategy, and the basic establishment construction strategy. At the same time, the authors suggest that the water saving agriculture research should emphasize the biological water saving technology, unusual water resources development technology, dryland water saving agriculture, water saving irrigation technology and product, and the regional development mode of water saving.

Key words: water saving agriculture; comprehensive water saving; technological innovation and integration; regional development mode