

渠灌类型区农业高效用水及产业化

汪有科¹, 戚 鹏¹, 张宝军², 王成社²

(1 中科院水利部水土保持研究所, 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100; 2 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 根据近年国家“农业高效用水科技产业示范工程”项目中“渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范”专题执行情况, 结合当前中国加入WTO的实际, 在分析示范区现状基础上, 对渠灌类型区节水农业产业化问题进行讨论。作者认为: 在市场经济条件下, 中国农业产业化面临的挑战大于机遇, 要正确地认识农业高效用水节水技术与产品的价值及市场的关系, 并就农业产业化提出作者的观点。

关键词: 灌溉; 高效用水; 产业化

中图分类号: S274.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)02-0117-04

Using Water Efficiently and Industrialization in Canal Irrigation Region

WANG You-ke¹, QI Peng¹, ZHANG Bao-jun², WANG Cheng-she²

(1 Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China; 2 Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: Based on the situation of implementation of the efficient water using model and agricultural industrialization in canal irrigation region in the demonstration engineering of science and technology in agriculture, combined with the fact of China's join into WTO and based on the analysis of demonstration region, the efficient water using and industrialization in canal irrigation region are discussed. The authors considered that under the condition of market economy and facing challenge in the industrialization of China's agriculture, the relation between the value of water saving irrigation technology and productivity and the market is more important. Finally, the authors put forward advice on agricultural industrialization.

Key words: irrigation; efficient water using; industrialization

随着改革开放的深入, 我国农业结构也发生了巨大的变化。计划经济时代我国的农业只追求高产, 不强调高效和产业化, 市场经济条件下, 特别是中国加入WTO后, 农业的高效和产业化将成为中国农业的出路。为了适应加入WTO后中国农业的生存与发展, 国家科技部“九五”攻关特意设置了“农业高效用水科技产业示范”项目。“渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范”专题的示范区设在陕西杨陵区五泉乡, 专题组的技术路线是: 通过调查研究和

综合分析, 抓住本示范项目重点技术问题, 优先利用已有科技攻关项目“节水农业技术与示范”的最新成果, 筛选和集成有关单项技术, 形成配套技术体系, 提出一整套适宜渠灌区农业高效用水的工程技术、农艺技术以及管理技术, 并建立相应的试验示范工程。专题研究已进行3年, 回顾3年的工作, 我们想就渠灌类型区农业高效用水和产业化的问题谈点看法供大家讨论。

收稿日期: 2002-02-05

基金项目: 国家重大科技产业示范工程项目“渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范”(99-021-01-02)。

作者简介: 汪有科, 男, (1958-), 甘肃民勤人, 研究员, 主要从事水土保持与节水灌溉技术研究工作。

1 对农业高效用水的认识

水资源是有限的, 中国政府为了缓解本国的水资源危机, 近年来十分重视节水农业。人们常用生产同样数量的粮食少用多少水, 或同样数量的水多产多少粮来反映节水效果。但农业用水量计算还有不同观点。广义的节水灌溉包括灌溉水源合理开发、输配水节水、田间灌溉节水、降水和土壤水的高效利用、农作物高产优质等。简单说, 节水灌溉就是采用适宜的技术措施, 在维持或提高农作物单产或总产的前提下节约灌溉用水。节水灌溉技术措施包括输配水的工程节水技术, 农田水分保墒、节水栽培、抗旱作物品种选育等农艺节水技术, 节水材料和节水制剂选用等化学节水技术, 灌溉用水优化配置等管理节水技术。由于在西北地区降水稀少, 大部分地区没有灌溉就没有农业, 农田用水主要是灌溉用水。因此, 节约灌溉用水的关键在于减少灌溉水从水源地进入农田直至被作物吸收利用整个过程中的水量损失。这些水量损失包括输水过程中及田间的渗漏和蒸发损失、农作物的蒸腾损失。目前有些水资源和农业专家认为, 渗漏损失的水量属可回收水量, 因此减少渗漏损失不是真实节水; 而蒸发、蒸腾属于不可回收水量, 只有减少蒸发和蒸腾才是节约了水资源, 因而是“真实节水”, 这种观点值得商榷。灌溉水是通过人类投入大量人力、物力取得的, 不管是渗漏还是蒸发, 都会使灌溉水受到损失, 不但造成人力的浪费, 严重的还会引起生态环境的恶化。至于水资源的节约或是浪费, 还需进一步探讨。从全球的范围看, 水资源属再生资源, 处于循环平衡状态。从这种意义来说, 不单是水量的渗漏, 而且水量蒸发也是可回收的, 只不过是以何种方式回收而已。随着科学技术进步, 到海水淡化成本可以普遍接受时, 海水也肯定会作为广泛应用的灌溉水源。我们认为农业高效用水就包括两种含义, 即单位水量所生产的粮食和收入。从市场经济的角度来看, 采用单位耗水量所产生的经济收入的概念更为合理。如果只强调获得高的产量, 很可能造成粮食的成本高或生产了很多粮食, 不适应市场, 市场价格很低, 丰产不丰收, 甚至卖不出去, 造成产投比减小。如果应用单位水量产出的经济收入来衡量, 则把农业节水、经营、市场需求等统一起来更符合当前市场经济的规律, 有利于农业产业化发展。

2 节水技术体系

节水技术所解决的中心问题是如何提高农业生

产中水的利用率和利用效率, 即在灌溉农业中如何做到节约大量灌溉用水的同时实现作物高产, 在旱作农业中则力求增加少量补充供水以达到显著增产, 故节水农业包括三种类型: 节水灌溉、有限灌溉、旱作农业(包括雨水集流补灌)。本项目的节水技术主要有: 渠道输水技术、应用先进的输水材料和技术, 减少输水过程中的跑水、漏水、集水等损失; 地面灌溉技术, 应用已有的有效技术如长畦改短畦、宽畦改窄畦、膜灌技术, 减少田间灌水时的不均匀透漏, 使田间尽量形成均匀的灌水湿层; 农艺节水技术, 选择抗旱品种, 应用抗蒸腾剂、保水剂等, 以增强作物对水分的利用率; 灌水管理技术, 应用计算机专家管理系统, 为农户提供灌水指导服务。本项目的节水技术主要是保证作物不减产条件下的节水, 以达到提高水分利用效率的目的, 而与经济属性还没有挂钩。

3 节水技术的效应

本专题所在试验区采用的各种节水技术, 从节约用水的角度均有一定作用, 这些技术也是世界各国都公认的, 已被证明是有效的节水方法。在此我们仅以试区农艺节水措施为例分析它们的功效。

(1) 天达- 2116 对小麦生育的影响及 EM 制剂对小麦的影响, 结果如下:

表 1 1999~ 2000 年度小麦良种产业化示范区产量结构

示范户	调查点 序号	产量构成			产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
		穗数 (万只 $\cdot \text{hm}^{-2}$)	粒数 (粒 $\cdot \text{穗}^{-1}$)	千粒重 /g	
刘麦厚、刘麦冬、刘文增等 23 户, 总面积 4.3 hm^2 , 品种为陕 253	1	531.0	41.3	28.9	6225.0
	2	522.0	42.5	30.1	6677.7
	3	534.0	41.1	29.4	6452.4
	4	523.5	42.3	30.3	6710.0
	5	526.5	42.7	28.5	6407.0

表 2 天达- 2116 对小麦产量的影响

处 理	喷施后叶 色变化	产量构成			产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
		穗数/ (万只 $\cdot \text{hm}^{-2}$)	粒数/ (粒 $\cdot \text{穗}^{-1}$)	千粒重 /g	
CK	浅绿	457.5	42.3	29.5	5708.85
300 倍	绿	471.0	42.7	30.1	6053.55
500 倍	绿	477.0	43.1	31.3	6134.85
700 倍	绿	459.0	42.2	30.4	5888.4

试验结果表明, 拔节期喷施天达- 2116 可以改善叶的营养状况, 延长叶片功能期, 提高粒重和粒数, 使产量提高 3.14% ~ 12.72%。

表 3 EM 制剂对小麦产量构成因素及产量的影响				
处理	穗 数/ (万只 · hm ⁻²)	穗粒数/ (粒 · 穗 ⁻¹)	千粒重 /g	产 量/ (kg · hm ⁻²)
CK	475.5	40.0	30.2	5758.4
400 倍	478.5	40.9	31.3	6125.6
800 倍	480.0	40.5	31.1	6045.9
1200 倍	474.0	40.8	31.0	5995.2

结果表明: EM 在改善产量构成因素方面有一定的作用, 产量提高 4.11% ~ 6.38%。

(2) 玉米品比试验, 密度试验、种衣剂试验、保水剂试验, 试验结果见表 4 所示。

表 4 不同玉米品种的产量表现					
品 种	穗数/ (个 · hm ⁻²)	穗粒数/ (粒 · 穗 ⁻¹)	千粒重 /g	产量/ (kg · hm ⁻²)	位 次
陕 911	52653.0	450.2	281.5	6662.1	5
户单 4 号	52666.5	449.8	307.4	7282.1	4
陕 902	52414.5	501.4	338.7	8901.3	1
西农 11 号	52516.5	500.5	300.4	7895.9	2
陕 8134	52582.5	498.7	280.1	7345.1	3

结果表明, 在现有密度条件下, 不同品种产量表现不同, 大小依次是陕 902> 西农 11 号> 陕 8134> 户单 4 号> 陕 911。

表 8 小麦节水品种引种试验产量结果								
品 种	陕农 65	97148	9340	H ₈₀	西农 2208	西农 383	陕农 28	陕 229
产量/(kg · hm ⁻²)	7813.5	6898.5	6022.5	8533.5	6891.0	6609.0	6697.5	5868.0

表 9 喷施天达的产量表现				
浓 度	0(CK)	200x	300x	500x
产量/(kg · hm ⁻²)	6393.0	7251.0	6969.0	6982.5

品种: 陕农 65

表 10 地膜油菜、地膜小麦产量表现			
类 型	地膜小麦	露地小麦	地膜油菜
产量/(kg · hm ⁻²)	8716.5	7447.5	1744.5

品种: 陕农 28、陕油 6 号

表 7、8 结果表明: 小麦 H₈₀ 产量最高, 每公顷产量高达 8533.9 kg, 陕农 65 产量次之: 表 9 表明, 喷施天达对小麦增产效果明显。对陕农 65 来讲, 当喷施浓度为 200 x 时, 产量达 483.4 kg, 增产 13.4%; 表 10 表明, 地膜小麦增产明显, 增幅可达 17%。

我们可看出目前的农业高效用水仅限于农业生产中的水利用效率, 即单位耗水量所带来的产量。由于这种局限性, 我国的农业高效用水与产业化联系还不紧密, 往往处于分离状态。

表 5 不同密度条件下的玉米产量表现				
密度 /(穴 · hm ⁻²)	穗数/ (个 · hm ⁻²)	穗粒数/ (粒 · 穗 ⁻¹)	千粒重 /g	产量/ (kg · hm ⁻²)
双株 22500	45270	498.4	351.2	7923.9
30000 单株	60315	456.9	331.4	9132.6
15000	45300	487.9	343.7	7596.5
60000	60375	449.7	329.6	8948.9

结果表明, 同密度条件下, 双株有增产优势, 在低密度条件下, 增产 327.5 kg/hm², 增产 4.31%, 在高密度条件下, 增产 183.8 kg/hm², 增产 2.1%。高密度较低密增产 15.25%。

表 6 保水剂和种衣剂对玉米产量的影响				
处 理	穗 数/ (个 · hm ⁻²)	穗粒数/ (粒 · 穗 ⁻¹)	千粒重/ g	产 量/ (kg · hm ⁻²)
对 照	52575	496.7	357.8	9343.7
种衣剂	52650	521.5	365.4	10032.8
保水剂	52620	519.8	367.2	10043.6

结果表明: 种衣剂和保水剂都有提高产量的作用, 分别较对照增产 7.37% 和 7.49%。

表 7 小麦示范产量结果					
品 种	陕农 28	陕农 65	97148	陕麦 150	西农 2208
产量/(kg · hm ⁻²)	7744.5	7971.0	7258.5	7191.0	7524.0
地 点	帅家	五泉	上湾	帅家	上湾

4 渠灌类型区的农业产业化

渠灌类型区的高效节水技术有其特殊性, 但农业产业化则与灌溉类型的区分关系不大, 农业产业化除作物的生态环境的局限性外, 往往具有通用性, 其产业化说到底还是农产品的产业化, 而不是节水技术和水本身的产业化。下面就渠灌区农产品产业化问题谈点个人观点:

4.1 渠灌区的节水技术是农产品的成本构成

从产品的角度看, 灌水、节水只是提高产品质量和降低成本的问题, 产品要成为产业必须具有经济性, 首先成为一种商品, 一定规模的商品才能成为一种产业。在农业产业化中节水技术主要影响产品的成本, 当水价高到一定程度时, 农户总是不断考虑多用水和节约水的经济投入哪个大, 甚至最终获得的经济效益如何。作为示范区大宗作物的小麦和玉米, 一般产出投入情况如表 11, 节水措施的费用约占总投资的 10%, 总收入的 5%。

4.2 土地个体作坊式经营有碍农产品的产业化

目前项目示范区的农户,人均耕地 0.1 hm^2 ,按以上统计人均收入也只有627元。实际上这种算法未包括人力投入,据估算除去人力投入后纯收入很少,甚至没有。我们认为这些说法都有道理,首先要知道人力资源的价值不同,每公顷地的投入劳力按450 d计,相当于用工收入6270元,对很多人来讲也是很低的,既是一个人种 0.03 hm^2 地也无法集中在30 d内完成。实际投入的劳动远超出30 d。如果按一个人在市场上打工折算种粮确实不挣钱。由表11可看出,每公顷地年水费约900元,节水效率按30%计,一年也最多270元的水费,对一个农户来讲一年节约270元的开支,缺乏吸引力。换句话说无论是采用粗放的灌溉收入,还是采用节水措施后的收

入,差额不太大,总收入也不高。对一个农户来讲,作为一年的收入是极少的,特别是田间节水技术如地面灌水、农艺技术等技术在渠灌区还不是决定作物有无收成的关键,也就是说不采用这些技术庄稼照样有收成。节水的意义对一个农户来讲是微乎其微。另外,一小块土地经营权往往被分割为几家,作物的种类或品种常常不一致,整体性、规模性、商品性都很差,均对农产品的产业化形成障碍。如果能改变目前的个体农户作坊式经营,而以千公顷为单元进行操作,那么其节水效益、增产收益、规模效益将会显示出来。每公顷1500元的收入,对一个规模经营者也较为可观。同时,规模经营有利于机械化,劳动力也可以充分利用,从而大大降低农业成本。

表11 渠灌区投资与效益表

作物	渠道年均建设费	年均水费	投 资/元					效 益/元			
			种子	化肥农药	化控	机耕	总投资	平均产量 ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	毛收入	纯收入	产投比
小麦	120	330	300	1650	210	900	3360	6000	6720	3360	2.00
玉米	90	570	180	1200	150	300	2490	6000	5400	2910	2.17
合计	210	900	480	2850	360	1200	5850	12000	12120	6270	2.08

4.3 高效节水农业产业应走高附加值种植之路

节水农业与传统的农业相比,可以节约大量的灌溉用水,对缓解区域性的水资源危机,扩大灌溉面积,支援工业及城市用水及其生态环境建设具有十分重要的意义,但节水农业的产业化动力还要依靠自身的经济效益,不能依赖社会生态效益。节水的同时也往往会增加农业的成本,按中国目前的水价在渠灌区节约的水费短期内还抵不上用于节约水的投入。也正因为如此,农户还没有积极性自投资金去建造高标准渠系等。水价虽然是一个公认的节水因素,近年来一些领导和专家也呼吁提升水价,以提高农户珍惜水资源的意识,使用户直接感受到节水就是省钱,从而舍得投资。但水价上涨后,即使农户节约用水也仍然会增加农业的成本,如农业的收入不提高,势必造成亏本,亏本农业无法形成真正的产业。所以节水农业产业化的另一出路是建立高产值的种植业。如特色农业,种植别人没有或少有的品种,种植当地或自己具有特殊品质的品种,种植科技含量高的品种,种植绿色品种、种植符合国际标准的产品等。节水技术可分为工程节水技术和生物节水技术、农业节水技术等。其中工程节水技术措施虽然造价高,但技术规范,作用显著,不同国家在推行节水农业技术中工程节水措施总是处于主导地位,例如以色列为了解决南北水资源供需不平衡问题,修建了全国性的水网工程,历时11年,耗资1.47亿美元,

修建主管道130 km、输水分管道5000 km,在实施严格水管理的前提下,80%灌溉地安装了滴灌系统,农业产值增加了16倍,灌溉面积增加1倍以上,灌溉水利用系数达到0.9。以色列节水农业效益高,主要生产高质量、高价值的蔬菜、花卉等经济作物,象我国这样种植普通的小麦、玉米采用先进的喷微灌技术尤其在小规模地块上现在还无产业意义。

4.4 瞄准国内外市场需求是农业产业化的出口

我国的市场经济发展迅速,但尚不完善,特别是农业中的主导作物一直以计划经济为主,粮食的市场没有放开。随着市场经济的发育,特别是我国加入WTO后,依靠政府的产业思路是行不通的,政府的行为也将受到WTO的规则约束,政府只能成为市场经济的维护者。农业产品有规模无市场只能形成规模损失,种植高产值的产品,不对销路也只会带来高额亏损。市场包括本地市场,国内市场及国际市场,只有把市场定位搞好了,才算乘上了产业化的直通车。以市场定规模,以市场定产品,以市场定标准,以市场定价格是节水农业产业的出路。

5 组建公司是农业产业的航空母舰

以上谈到的规模经营,高产值品种及市场定位等,如何实现、如何减少这些环节的损失,这是我们要考虑的另一个问题。我国入世后,国外很多大企业

(下转第134页)

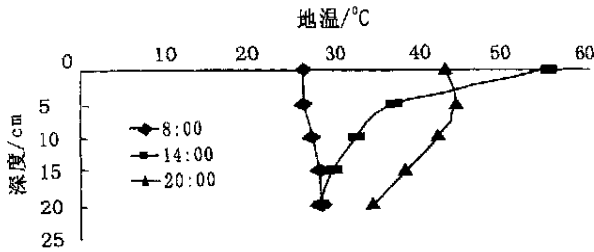


图5 生育期覆膜地温时刻变化度最大

6 结 语

地膜覆盖改变了土壤的温度状况,能把太阳能转化为热能并汇集在土壤中,为作物生长创造了更有利的环境。本文对定期观测的地温资料进行分析,发现地膜覆盖与无膜条件下对比,具有明显的增温效应,其主要特征如下:

(1) 气温的年变化和日变化都是有规律可循的。种植季节4~9月的气温变化大体上为低-升高-降低的趋势;整个种植季节的气温变化可拟合为二次函数。种植季节中月平均气温、最高气温和最低气温有特定规律且均可拟合为二次曲线。一日内三个时刻气温的平均值、最低值和最大值各不相同。

(2) 日观测气温与耕作层地温值有较高的相关性,覆膜与不覆膜条件下气温与土壤层不同深度(0

~25 cm)地温均可拟合为线性关系。

(3) 无论地表是否覆膜,生育期最大值和平均值均沿深度递减,其中地温最大值变化自地表至深层变化幅度较大。覆膜后土壤层0~25 cm深度的生育期地温的最大值、平均值和最低值基本上都高于不覆膜条件。地温特征沿深度变化的规律可拟合为二次函数。

(4) 1998年棉花和玉米覆膜后不同时刻土壤耕作层(0~25 cm)地温最大值、平均值和最小值均有增加。地温的最大增温时间段发生在20:00。地膜覆盖对棉田地温的影响比对玉米地温的影响大,可初步认定,作物的生长高度在某种程度上影响地温变化。

(5) 就棉花而言,覆膜后三个时刻的最大与平均地温增值均随深度增加而递减;而两者地温的最小值差则沿深度无一致的变化规律。而玉米覆膜后地温的最大增值表现在最低地温的提高上。

(6) 土壤表面覆膜后大大改善了土壤层的地温状况,使得地温的时刻变化和在不同深度上的变化都不同于地表不覆膜条件。不同时刻地膜覆盖对土壤增温的效应不同,而且覆盖对土壤温度的增温效应主要体现在提高地温平均值和地温最大值上。

参考文献

- [1] 朱祖祥. 土壤学(上册)[M]. 北京: 农业出版社, 1983
- [2] 中国地膜覆盖栽培研究会主编. 地膜覆盖栽培技术大全[M]. 北京: 农业出版社, 1988
- [3] 华孟, 王坚. 土壤物理学[M]. 北京: 农业大学出版社, 1993
- [4] 雷志栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1988
- [5] 黄介生, 沈荣开. 地膜覆盖技术的研究现状与展望[J]. 中国农村水利水电, 1997, (增刊): 80-81
- [6] 夏自强, 蒋洪庚, 李琼芳, 等. 地膜覆盖对土壤湿度、水分的影响及节水效益[J]. 河海大学学报, 1997, 25(2): 39-45
- [7] Ytzaq M ahrer, Ofir Naot, Ernest Rawitz, et al. Temperature and moisture regimes in soils mulched with transparent polyethylene[J]. Soil Sci Soc. Am. J., 48: 362-367.
- [8] 姚贤良, 程云生, 等编著. 土壤物理学[M]. 北京: 农业出版社, 1986

(上接第120页)

都将进入中国市场,国外企业具有雄厚的经济实力,规范的国际产品标准、先进的生产管理技术,知名的品牌效应,他们还熟悉世贸规则,我们如何面对这些强者,形势十分严峻。我们不能凭千家万户的个体,也不能靠某几个大户人家。国内市场很复杂,国际市场更复杂,一个农业产业包括生产、销售、市场、法律、法规、产品品牌打造等众多环节。目前中国刚刚

参考文献

- [1] 李英能. 西北地区农业高效用水浅议[A]. 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, 2001. 14-18
- [2] 山仑, 张岁岐. 节水农业及其生物学基础[A]. 中国节水农业问题论文集[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999, 30-41
- [3] 康绍忠, 蔡焕杰. 农业水管理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 480-485

加入世贸组织,中国政府还不熟悉世贸规则,企业也不懂世贸规则,正处于学习之中,更何况是一个农户如何能掌握千变万化的市场风云。只有依靠企业特别是大型企业,农户才有可能真正成产业化中的强者。入世给我们带来广阔的市场机遇,也给传统农业造成巨大的压力,应该说WTO给中国的农业带来的挑战大于机遇,如果不引起足够的重视,这种挑战将是残酷的。