

采取综合技术措施提高节水农业水平

李广敏

(河北省农林科学院, 石家庄 050051)

摘要: 我国人均水资源只有世界人均水平的 1/4, 系用水紧张国家。河北省人均水资源为全国平均水平的 1/9, 是极度贫水地区。节约用水是关系到人口、资源、环境可持续发展的战略问题。农业是用水大户, 节水潜力大, 发展节水农业, 对于缓解水资源短缺, 全面建设小康社会, 促进传统农业向现代农业的转变至关重要。发展节水农业必须坚持农业节水与工程节水并重, 采取综合技术措施方能奏效。

关键词: 水资源; 农业用水; 工程节水; 农艺节水

中图分类号: S332.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003) 院庆专辑-0014-03

Improve the Standard of Water Saving Agriculture Through Integrated Technological Approach

LI Guang-min

(Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: Water resource per capita in China is only 1/4 of the world average, which belongs to water-shortage country. The water resource in Hebei province is 1/9 of the China average, and it is an province with severe water shartage. Water saving is a issue related to sustainable resources, enviroment and social development. Agriculture is the biggest user of water resource, thus has a great potential for water saving. Developing water-saving agriculture will be important to allevate water shortage, construct well-off society and to transform the traditional agriculture into modern agriculture. To develop water saving agriculture, an integrated approach combining engineering and agronomic practices should be used.

Key words: Water resource; Engineering water saving; Agrinomic water saving

水是一切生命过程中不可替代的基本要素, 没有水便没有生命, 水也是维系国民经济和社会发展的基础资源, 节约用水是关系人口、资源、环境可持续发展的一项紧迫任务。

我国是世界 13 个贫水国之一, 水资源总量 $28000 \times 10^8 \text{ m}^3$, 按 1997 年人口计算, 人均水资源为 2200 m^3 , 只有世界人均水平的 1/4, 每公顷水资源占有量 27000 m^3 , 只有世界平均水平的 2/3。水资源在时空上分布很不均匀, 占国土面积 50% 的华北、西北、东北地区水资源量仅占全国总量的 20% 左右。预测到 2030 年, 人口增至 16×10^8 时, 人均水资源量将降到 1760 m^3 , 按照国际上一般承认的

标准, 人均水资源少于 1700 m^3 为用水紧张国家。1997 年河北省水资源总量为 203 亿 m^3 , 人均 311 m^3 , 亩均 208 m^3 , 约占全国平均水平的 1/9, 是极度贫水地区。因此, 水资源短缺已经成为经济和社会发展的限制因素, 节水, 特别是农业节水势在必行。

1 发展节水农业意义重大

1.1 发展节水农业是缓解水资源短缺的根本性措施
农业是用水大户, 也是浪费水大户。农业用水量占全国总用水量的 70%, 由于灌溉方式落后, 输水损失很大, 农业灌溉水的利用率只有 40%, 仅为发达国家的一半左右, 单方水的粮食生产能力只有

0.85 kg, 远低于 2.0 kg 以上的世界发达国家水平, 水的浪费十分严重。发达国家的农业用水比重一般为总用量的 50% 左右。目前, 我国农业用水的比重已经从 80% 以上降到 70% 左右, 今后还要继续下降。因此农业节水任务艰巨潜力巨大, 在相当长的一个时期内是缓解水资源短缺和实现水资源可持续发展的根本性措施。

1.2 发展节水农业是全面建设小康社会的需要

根据国家发展战略研究中心研究结果, 我国每立方米的水用于农业的产值为 1 元左右, 用于工业为 30~40 元, 由此看来, 在水资源短缺情况下, 解决农业、工业用水矛盾必须进行用水的重新调度, 把农业用水减下来。满足工业、城市发展和改善人民生活的需求。

1.3 发展节水农业可以促进传统农业向现代换液的转变

当前我国农业正在由传统农业向现代农业转变。现代农业的产业化经营和社会化服务体系, 要求大规模提高劳动生产率, 由人工作业变为机械半机械作业, 由粗放灌溉向精细灌溉过渡, 这就要求逐步建立一套规范化的科学的工程节水及农艺节水模式, 进而推进传统农业向现代农业的转变。

1.4 发展节水农业有利于开拓农村市场, 拉动内需

发展节水农业需要大量灌溉设施, 如各种管材、衬砌材料, 需要信息、中介服务, 这对于发展涉农产业、增加就业岗位、开拓农村市场、拉动内需是十分必要的和非常有利的。

从水资源到作物产量的形成, 水的损失或浪费可分为三个部分: 第一从水源到田间入口过程的输水损失, 包括渗漏和蒸发; 第二水进入田间后的储水损失, 包括深层渗漏和田间蒸发; 第三水从作物根系到形成产量过程中的用水损失, 主要是无效蒸腾。由此看来农业节水问题是系统工程, 是一个综合的技术体系。

2 工程节水技术措施

2.1 输水系统的节水

工程设施的节水主要涉及到输水过程的节水。目前, 全国渠系水的利用率只有 40%, 渠系节水的潜力最大。主要技术有: ①渠道防渗技术, 渠道防渗是提高渠系水分利用率的主要措施, 防渗效果在很大程度上取决于衬砌材料, 因此各种新型防渗材料将应运而生。②低压输水技术: 管道输水效率高、占地少、易管理, 灌溉渠道管道化已经成为各国发展的

共同趋势; 软管道(小白龙)灌溉在我国北方地区也在普遍使用。

2.2 田间灌水过程中的节水

田间灌水过程中的节水主要有: ①喷灌: 适宜于水源有保证的大型农场, 在经济比较发达、土地由种粮大户承包经营, 机械化程度比较高, 在经济作物、经济价值高的林果等栽培方面, 群众也容易接受。②微灌: 目前我国主要用于保护地栽培, 经济作物和果树、蔬菜花卉方面, 而且越是经济发达地区发展的越好。

2.3 地面灌溉技术的改进

地面灌溉技术的改进主要有 ①波涌灌溉: 波涌灌溉也叫间歇灌溉, 它是 70 年代美国学者推出的一种地面喷灌新技术。由于该种方法水流推进速度快, 土壤孔隙会自动关闭, 在土壤表层形成一个薄薄封闭层, 大大减少水的深层渗漏。②膜灌: 是我国新疆科研人员在覆膜种植基础上探索出的一种灌水新方法, 这种方法省水, 灌水均匀。③隔行灌溉: 适宜于宽行距特别是培垄栽培的作物、如棉花、甘薯等。

3 农艺节水技术措施

农艺节水主要是解决提高水分利用效率, 广义的农艺节水包括生物节水(抗旱高产品种选育)和农艺节水(各项抗旱栽培管理措施)。

3.1 生物节水

生物节水主要是选育抗旱作物及抗旱优良品种。抗旱节水高产作物和品种, 在农业高效用水中十分重要, 不同作物或同一作物不同品种间抗旱节水性差异很大。具有较强的抗旱性作物及品种, 在干旱缺水的情况下能正常生长发育。我国干旱半干旱地区传统种植的小麦、糜子、谷子、马铃薯、油料、豆类、高粱等作物都具有耐旱性。抗旱性较强的冬小麦品种有冀麦 38、晋麦 47、鲁麦 21、郑 8915 等, 这些品种有的在浇足底墒水的基础上, 返青后只浇一水就可获得 $6\,000\text{ kg}/\text{hm}^2$ 的产量。常规育种技术培育的品种很难满足高效节水农业的需要。未来的现代生物技术, 将在作物品种改良中发挥重要作用。其中耐旱基因的开发将是根本性的。近年来对植物耐旱机理的研究有很大的进展, 最重要的研究结果来自植物脱水过程中基因表达的研究。非洲有一种玄参目的植物, 叫做 *Crateristigma Plantagineum* 在极端干旱环境胁迫下, 它由于过量的失水(可失水 90% 以上), 呈“枯萎”状态, 但供水后便立即恢复生长。这类作物叫复苏植物(resurrection)。

我国也有类似植物, 俗称还魂草。北京大学的实验室已从我国特有物种中克隆了一批耐旱、耐寒相关的基因片段, 有的是全长 cDNA, 有的转基因植物已表现抗旱性的显著提高。有人利用 RELP 分子标记对抗旱性的基因定位研究表明, 小麦 ABA 调节位点在 5A 染色体长臂上, 渗透调节由单基因控制, 位于 7A 染色体短臂上; 玉米染色体 7 上有控制气孔调节的重要位点, 染色体 3 上有控制 ABA 含量的位点。可以深信, 传统育种技术和现代生物技术相结合在培育抗逆优良作物品种方面, 潜力巨大, 前景广阔。

3.2 农艺节水

农艺节水包括很多内容, 主要是调整播种方式, 改变传统的灌水习惯、覆盖技术和化学保水技术。

3.2.1 缩行种植 我们在冬小麦播种方式上做过这样的试验: 在同样播量的前提下, 行距分别设计为 20 cm 和 10 cm 两种方式。测定其蒸腾、蒸发比例、总耗水量、产量, 结果表明, 行距为 10 cm 窄行种植下裸露面积小、封垄早, 而有效地抑制了地面蒸发量, 节水增产效果明显。

3.2.2 改变传统灌溉方式 北方冬小麦区, 传统灌溉是底墒水、冻水、返青水、拔节水、抽穗灌浆水。根据北京农业大学、河北省农科院、中科院石家庄农业现代化所多年来试验表明, 在河北正常降水年份, 冬小麦的灌水模式为浇足底墒水、推迟拔节水、浇好抽穗灌浆水就能保证和传统灌溉方式同样的产量, 每公顷节水可在 1500 m^3 左右。

3.2.3 保护性耕作节水技术 河北省农林科学院与加拿大农业部列桥研究中心合作, 采取常期定位试验方法, 研究了冬小麦两熟种植制度下土壤耕作制度, 即小麦留茬 25~30 cm 用免耕播种机贴茬播种玉米, 8 年的定位试验结果表明, 较传统耕作方式玉米水分利用率提高 28.6%, 增产 $750 \sim 900 \text{ kg/hm}^2$ 。

3.2.4 覆盖 覆盖包括薄膜覆盖、化学覆盖和秸秆覆盖。此项措施在于减少土壤蒸发保墒蓄水增温, 覆盖方式多种多样: 有地膜覆盖, 这项技术广泛用于北方地区早春作物种植。地膜覆盖作用, 一是减少土壤水分损耗, 使土壤较长时间保持较高的水分含量; 二是能有效提高土壤温度, 加快作物生长; 三是有利土壤微生物活动, 加快有机质矿化分解, 使土壤速效养分含量增加。山西省农科院在浮山试验, 地膜覆盖小麦较露地小麦增产 23.1%, 水分生产效率提高 16.1%, 据赵华荣等试验, 秋季覆膜春种谷子,

40 cm 土壤含水量较不覆盖提高 17.3%, 全苗率提高 36.2%, 增产 22.2%。地膜种类很多, 除透明膜外, 还有有色地膜、微孔膜、降解膜和液态膜。杨陵三环农业实业开发有限公司生产的液态降解膜, 喷施后, 在土壤表面虽然形成一层黑色的高分子保护膜, 但不影响接收自然降雨, 经 40~60 d 可逐渐自然降解为腐殖酸有机肥, 可避免塑料地膜的白色污染, 据实验, 马铃薯可增产 11%~25%, 玉米和特种玉米可增产 10%~29%, 小麦可增产 15%~23%。

秸秆覆盖技术。利用多种秸秆, 根据不同的生态环境, 采用不同的覆盖方式, 可以有效抑制土壤水分的蒸发, 调节地温, 增加雨水的入渗, 提高土壤的蓄水量, 孙容勇试验表明秸秆覆盖的蒸发抑制率介于 25%~50% 之间。

3.2.5 应用化学抗旱保水技术 化学抗旱保水制剂是促进作物根系吸水或降低蒸腾强度的化学物质, 该类物质种类很多, 现摘主要者介绍如下:

黄腐酸 (FA) 是一种较好的调节植物生长的抗蒸腾剂, 具有广泛的抗旱节水功能, 它可以使气孔开张度缩小 11.0%~45.5%。

保水剂又称吸水剂, 是一种人工合成的新型高分子保水材料, 它具有吸收速度快, 保水能力强, 释收性能好和供水时间长等特性。据王生乐等采用 GR-18 和 GR-18F 型保水剂在地膜玉米和穴播马铃薯上试验, 分别增产 9.6% 和 17.6%~20.0%。

种子苗木逆境成苗抗旱剂, 目前较好的有 ABT 生根粉和 Ca-GA (钙-赤霉素) 剂等, 也有良好的效果。

另外, 多效唑、水杨酸、脯氨酸和甜菜碱, 6-苄基氨基嘌呤, 均有抗旱保水作用。

总之, 发展节水农业必须采取综合技术措施, 工程节水与农艺节水并重方能取得良好的效果。

参考文献:

- [1] 中国工程院. 21 世纪中国可持续发展水资源战略研究项目组“中国可持续发展水资源战略研究综合报告”[J]. 中国工程科学, 2000, (2): 8.
- [2] 吴. 关于开发与利用耐旱基因资源的建议[J]. 科技导报, 2000, 7.
- [3] 李英难, 黄修桥. 水资源评价与节水灌溉计划, 1998.
- [4] 李广敏, 关军锋. 作物抗旱生理节水技术研究[M]. 北京: 气象出版社, 2001.
- [5] 韩思明. 黄土高原旱作农田降雨资源高效利用的技术途径[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20, (1).