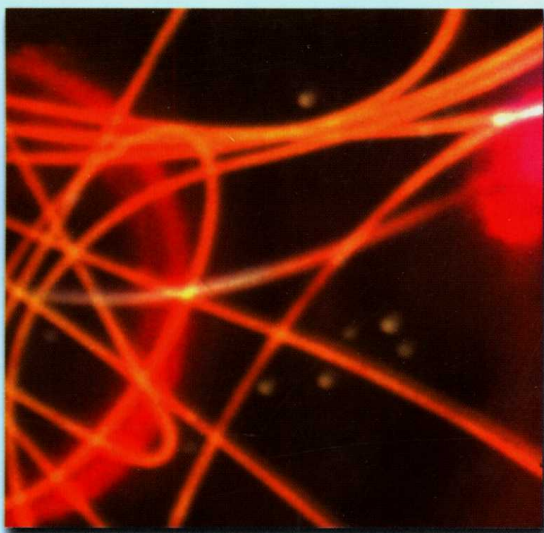


山东省重点学术 研究成果

山东省科学技术协会 编



2003



中国科学技术出版社

山东省重点学术研究成果

(2003)

山东省科学技术协会 编

中国科学技术出版社
·北京·

图书在版编目(CIP)数据

山东省重点学术研究成果. 2003/山东省科学技术协会编. —北京:中国科学技术出版社, 2004. 7

ISBN 7-5046-3851-X

I. 山... II. 山... III. 科技成果—汇编—山东省—2003 IV. N125.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 074473 号

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

北京长宁印刷有限公司印刷

开本:850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:10.375 字数:270 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—600 册 定价:38.00 元

前 言

2003年,山东省科协继续围绕全省的经济建设和科技发展组织开展重点学术研究与研讨。在实施重点学术项目过程中,各学会和广大科技人员积极探索创新学术活动的组织、内容和形式,同时,不断加大学术研讨的深度和广度,努力提高研讨活动的水平和质量,更加注重学术成果的超前性和可操作性。所取得的成果和提出的建议具有较高的学术水平、决策咨询价值和实用价值,受到领导和社会的广泛重视,部分成果已被作为决策参考在生产、科研、教学实际中被采用,有力地促进了科技与经济的结合,在山东的科技、经济和社会发展以及现代化建设中发挥了积极的作用,也对省级学会学术交流活动的蓬勃开展起到了明显的拉动作用。为了更好地交流研究成果,进一步发挥其作用和价值,山东省科协连续第五年将年度重点学术活动成果编辑出版。

本书收录了山东省科协所属部分学会在2003年开展的重点学术活动的研究成果,由于篇幅所限,有的项目成果只收录了综合研究报告,有的项目成果仅收录了研究报告的内容摘要,敬请谅解。本书在编辑出版过程中,得到了中国科学技术出版社和各承担活动项目学会的大力支持和帮助,在此向其表示诚挚的感谢。

山东省科协

2004年5月

目 录

山东省节水型农业研究与开发·····	山东农学会(1)
优化水资源配置实现可持续利用·····	山东水利学会(20)
山东省城市水资源形势和新世纪初期水资源可持续利用对策 ·····	山东省水利厅(36)
山东省城市防洪体系建设构想·····	山东水利学会(46)
山东省污水安全灌溉研究·····	山东农业生态环保学会(59)
关于发挥山东省民用高科技优势推动国防科技和武器装备 发展的研究·····	山东兵工学会(88)
发展造纸速生林 实现生态纸业·····	山东造纸学会(103)
我国及山东现代化进程的测算与实证分析 ·····	山东省应用统计学会(119)
在信息化建设中建立公益性服务体系的研究 ·····	山东计算机学会(144)
山东省溴及溴产品发展展望·····	山东化学化工学会(159)
电子信息化技术促进山东省冶金工业走新型工业化道路的研究 ·····	山东金属学会(168)
山东省汽车产业发展问题分析·····	山东汽车工程学会(185)
发展海洋产业群 建设海洋经济带战略研究 ·····	山东省海洋经济技术研究会(191)
机械化保护性耕作技术与推广示范研究 ·····	山东农业工程学会(202)
山东省冬半年气象条件对日光温室瓜菜生产的影响及对策措施 ·····	山东气象学会(216)

济南市生态化城市建设调研·····	山东林学会(230)
农作物秸秆综合处理和利用的研究·····	山东农业机械学会(243)
新形势下山东科技期刊工作研究 ·····	山东科技期刊编辑学会等(259)
中小学生上网成瘾心理原因调查及其干预研究 ·····	山东心理学会(270)
“科普”推动“全面建设小康社会”的战略研究 ·····	山东科学学与科技管理研究会(284)
山东省棉花产业化现状及发展对策·····	山东省棉花学会(307)
山东省海岸带资源利用的新动向及趋势 ·····	曲绵旭 赵炳来 徐家声(317)

山东省节水型农业研究与开发

山东农学会

水是人类社会发展的基础性自然资源和战略性经济资源。水资源的可持续利用是实现经济社会可持续发展极为重要的保证。在全世界致力于应对水问题的 21 世纪,我国作为经济高速发展的人口大国,面临着更为紧迫的压力。水资源短缺已经成为未来 20 年我国实现全面小康社会目标所面临的重大挑战之一。国情、水情和经济社会发展的需要,决定了必须把节水作为我国的一项重大国策。《中华人民共和国水法》明确规定:“国家厉行节约用水,大力推行节约用水措施,推广节约用水新技术、新工艺,发展节水型工业、农业和服务业,建立节水型社会。”胡锦涛总书记指出:“节水,要作为一项战略方针长期坚持。”温家宝总理要求:“加强水资源管理,提高水的利用效率,建设节水社会,应该作为水利部门的一项基本任务。”

农业是用水大户,目前我国农业用水占全社会用水总量的 70% 以上,要建设节水型社会,必须建立起节水型农业用水体系,大幅度提高灌溉水利用率和水资源效率,减少农业用水。我省是农业大省,人均水资源占有量低于全国平均水平。淡水资源不足,成为全省农业可持续发展的主要制约因素。发展节水农业,提高水资源利用率,成为全省上下的共识。本项目是山东省科协 2003 年重点学术活动项目“山东省水资源合理配置与开发利用”专题之一。在广泛调研、论证和研讨的基础上,撰写了此研究报告。报告重点分析了省内外节水农业技术的现状,21 世纪可能突破的几

项农业高效节水关键技术,国内外农业节水灌溉技术发展趋势,我省发展节水型农业的对策等,以期对全省节水农业发展有所裨益。

一、水资源形势及发展节水型农业的重要性

(一) 水资源形势

我国是一个干旱缺水严重的国家,虽然全国拥有水资源 2.8 万亿 m^3 ,水资源总量居世界第 4 位,仅次于巴西、俄罗斯和加拿大,但人均占有水资源仅 2300m^3 ,只是世界平均水平(10000m^3)的 $1/4$,在世界 153 个国家的人均水资源资料的排位中居 121 位。我国水资源的地区分布很不平衡,81% 的水资源集中分布在长江流域及以南地区,长江以北地区的人口和耕地分别占我国的 45.3% 和 64.1%,而水资源量却仅占全国的 19%,人均占有量为 517m^3 ,相当于全国人均量的 $1/5$ 和世界人均量的 $1/20$,水资源与生产发展不相适应的程度更为突出。

按照现行国际标准,人均水资源量 1000m^3 为人类生存起码需求,人均水资源量 2000m^3 就处于严重缺水边缘。以这个标准来衡量,我国目前有 9 个省、区(天津、宁夏、上海、北京、河北、山东、河南、山西、江苏)人均水资源量尚不足 500m^3 ,离起码的生存需求都相去甚远。根据“国际人口行动”提出的“可持续水——人口和可更新水的供给前景”报告采用的人均水资源评价标准:少于 1700m^3 为用水紧张国家,少于 1000m^3 为缺水,少于 500m^3 为严重缺水国家,对我国水资源进行总体评价是,到 21 世纪中叶我国人口达到 16 亿高峰时,人均水资源量将下降到 1760m^3 ,全国将接近用水紧张国家的边缘。

我省水资源总量仅占全国水资源量的 1.2%,人均水资源占

有量 354m^3 , 仅为全国人均占有量的 14.3%, 为世界人均占有量的 3.5%, 我省的人均水资源量远远低于国际公认的维持一个地区经济发展所必须的 1000m^3 的临界值, 属于人均占有水资源量低于 500m^3 的严重缺水地区。全省平均每公顷水资源量为 4605m^3 , 也仅为全国平均水平的 16.7%。

(二) 发展节水型农业的必要性和紧迫性

20 世纪 80 年代以来, 全球气候变暖趋势明显, 我国北方干旱加剧, 进入 20 世纪 90 年代以来, 每年受旱面积扩大到 2667万 hm^2 , 比 20 世纪 50 年代增加 1.5 倍以上。有关统计资料表明, 20 世纪 90 年代以来, 我国平均因旱受灾的耕地达 2000 多万 hm^2 , 正常年份和较早年份, 粮食减产 100 亿~250 亿 kg, 严重干旱年份粮食减产更高达 500 亿 kg。目前, 全国约有 7333万 hm^2 耕地面积没有水利设施。缺水还导致过量引用地表水和超采地下水, 致使旱季常发生河流干涸断流, 地下水位大幅度下降。黄河是流经我省最大的河流, 流域面积 75万 km^2 ($1\text{km}^2 = 100\text{hm}^2$, 下同), 黄河自 1972 年首次出现断流至 1998 年的 27 年间, 有 21 年出现断流。其中 1972 年断流 19 天, 1980 年为 32 天, 1997 年则增加到 226 天, 且当年断流长度达 700 多 km。另外, 干旱缺水造成生态环境恶化, 对生存环境与发展空间构成了严重威胁。目前, 全国水土流失面积 356万 km^2 , 沙化土地面积 174.3万 km^2 , 荒漠化面积 262.2万 km^2 。我省自 20 世纪 80 年代初出现地下水漏斗, 1990 年全省漏斗面积已达 1.7万 km^2 , 1997 年扩大到 1.99万 km^2 。因此, 节水在我省乃至我国经济社会发展中具有举足轻重的作用, 而大力发展节水型农业、推进节水灌溉已成为 21 世纪保障未来粮食生产和农业可持续发展的紧迫任务。

21 世纪我国农业所面临的巨大压力和矛盾, 必然要逐步转移到农业供水上来。解决上述危机的根本出路, 是大力发展节水型

农业,逐步提高大范围农业用水利用率和灌溉水的利用效率,即通过采用新思路、新技术和现代化技术的集成,以最少的水量投入,获得最大的生产效率。

我国的农田灌溉面积近 5000 万 hm^2 ,居世界首位,占全国耕地面积的 1/2 左右。目前许多单项节水技术均已达到了比较成熟的推广应用阶段,并取得了实际应用效果,全国累计节水灌溉面积已达 1333.3 万 hm^2 ,其中工程节水占绝对比重。正是我国农业灌溉面积和灌溉科学的第一次突破,导致了我国农业生产的第一次飞跃,占全国耕地面积近 1/2 的灌溉地生产了占我国总产 2/3 以上的农产品。山东省灌溉水平有效利用率不足 60%,全省目前有效灌溉面积约 490 万 hm^2 ,达到规范要求的节水灌溉面积不足 270 万 hm^2 。井灌区节水效果最好,其次是引黄灌区,再次是库、河灌区。一些灌区,由于工程老化失修,设施不配套等,水的利用系数只有 0.3 左右,从整个农业用水看,浪费水现象还相当普遍。

目前,全国农业灌溉年用水量将近 4000 亿 m^3 ,占全国总用水量的 70%,是“用水大户”,但农业节水技术的发展速度仍远远不能适应人口增长和社会经济发展的需求,表现在一方面,在世界上许多国家农业灌溉用水利用系数已达到 0.7~0.9 的今天,我国只达到了 0.4~0.5。就是说,同样的灌溉面积,我国的用水量是发达国家的两倍;另一方面,我国灌溉水的利用效率也很低,每立方米水生产粮食不足 1kg,而以色列已达到 2.3kg,一些发达国家大体都在 2kg 以上。这种现状预示着对节水农业技术的需求是很大的。另据许多田间小区试验结果表明,采用综合的农业节水技术的组装集成,可使每立方米灌溉水的生产效率达到 2.0~2.5kg 以上的水平,如果解决好大田推广应用的问题,必将对大面积提高我国农业节水技术水平起到重大的推动作用。因此,发展节水农业,推广节水技术,提高灌溉水的利用效率是我省乃至我国农业生产可持续发展的必然选择,对促进经济社会发展具有十分重要的意义。

二、节水农业技术现状及发展趋势

(一) 农业高效用水技术现状

由于全球人口剧增,对粮食及其他农产品的需求量迅速增加,世界各国都积极采取各种措施,力求大幅度提高农作物产量。灌溉是提高单产的主要措施之一,在占世界总耕地面积 18.5% 的灌溉耕地上却生产了世界粮食总产量的 40%。因此各国都十分重视农业高效用水技术体系建设,重视节水农业的发展。纵观世界各发达国家,农业水高效利用技术如图 1 所示,主要包括 5 个方面,即水资源的合理开发利用,输配水系统工程,田间节水灌溉技术,农业节水增产技术,节水农业管理技术

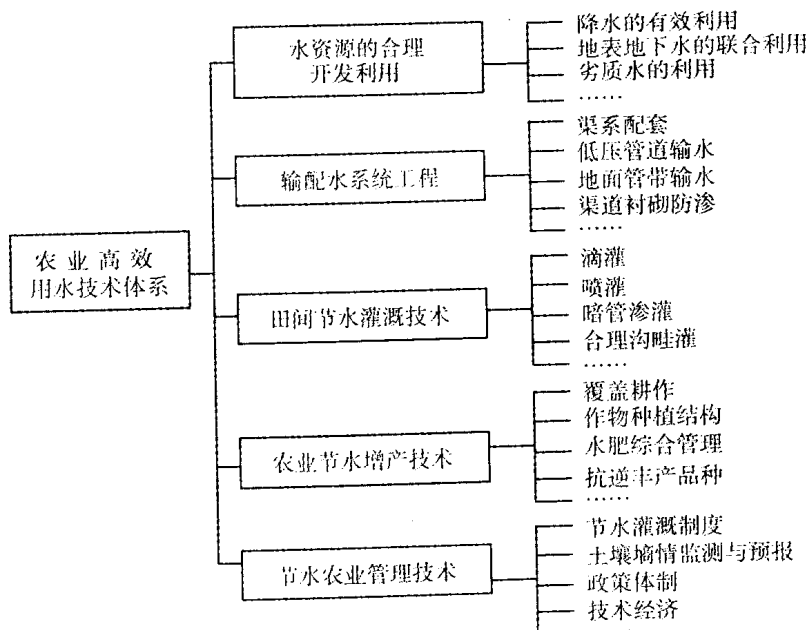


图 1 农业高效用水技术体系的主要结构
(上官周平等,1999)

产技术和节水农业管理技术,经过不断地研究开发已获得较大进展,取得了较好的节水增产效果。其发展趋势呈现出4个显著特点。

1. 技术精细化

喷、微灌技术是当今世界上节水效果最明显的技术,目前已成为节水灌溉发展的主流,发展迅速,全世界喷灌面积已发展到2000多万 hm^2 。随着新的节水技术的不断涌现,喷灌占总灌溉面积的比例有所下降,微灌技术得到迅速推广。以色列水资源极度贫乏,20世纪80年代中期喷、微灌分别占灌溉面积的2/3和1/3,到20世纪90年代初调整为喷灌占灌溉面积的30%,微灌则上升为70%。我国自20世纪70年代开始发展喷、微灌节水技术,取得了显著的节水增产效果。土地平整是改进地面灌溉的基础和关键,由于我国地面灌溉量大、面广,许多有条件的地区已开始推广应用激光控制平地技术、水平畦田灌溉技术、田间闸管灌溉系统以及土壤墒情自动监测技术等改进地面灌溉措施,逐步实现了田间灌溉水的有效控制和适时适量的精细灌溉。

2. 工程规模化

只有较大的农业高效用水工程规模,才能实现从水资源的开发、调度、蓄存、输运、田间灌溉到作物的吸收利用形成一个综合的完整系统,不断提高节水工程标准和质量,不断降低农业用水成本,适应现代农业发展需求。如烟台市节水工程建设目前已开始向规模化、集约化发展,龙口市金鸡岭、牟平区大窑镇、招远市南院镇和辛庄镇、蓬莱市葡萄基地等一批连片近700 hm^2 的微灌工程已成规模,近几年该市节水灌溉面积以每年1.33万 hm^2 的速度快速增长,目前节水灌溉面积已占总灌溉面积的84%,节水工程建设的规模化带来了节水效益的社会化。

3. 设备产业化

将先进的节水技术和设备、成套施工机械、特殊材料和系统软件等形成产业化,强调生产的规模化、工艺操作的规范化和技术产

品的标准化。我国已将农业高效用水技术、设备及其产业化列入国家“2116”工程的首批技术储备库,产业化发展已引起社会各界的广泛关注。目前全国已涌现出一批技术与生产条件雄厚的灌排企业,如中灌公司等,各地从事节水灌溉设备生产的企业众多,成为节水灌溉设备产业化的主要技术依托力量,有力地推动了农业节水设备产业化发展。

4. 管理制度化

灌溉节水的潜力有 50% 在管理方面,只有科学的管理才能使其他节水措施得以顺利实施。科学管理包括灌溉用水管理自动信息系统、输配水自动测量及监控技术、土壤墒情自动监测技术、节水灌溉制度及水资源合理利用的有关政策。各国实践证明,灌区用水管理不善,在很大程度上与管理体制有关。以色列对供水实行严格的配额制,在水资源严重不足条件下,农业得到很大发展。我省烟台市实行灌溉用水企业化管理,即“按亩配水,按方收费,预售水票,凭票供水,节约归己,超容限价”,收到了很好的效果,年均节水 4 亿 m^3 。

(二) 21 世纪具有突破性的几项农业高效节水关键技术

1. 作物控制性分根交替灌溉新技术

控制性分根交替灌溉 (Controlled Roots - Divided Alternative Irrigation, 即 CRAI) 是一种农田节水调控新思路。传统的灌水方法是追求田间作物根系层的充分和均匀湿润,而 CRAI 则强调在土壤垂直剖面或水平面的某个区域保持干燥,而另一部分灌水湿润,交替控制部分根系干燥、部分根系湿润,以利用作物部分根系处于水分胁迫时产生的根源信号脱落酸 (Absciscic Acid, 即 ABA) 供给地上部叶片,以调节气孔保持最适开度,以不牺牲作物光合产物积累而减少其蒸腾耗水从而达到节水的目的。同时通过不同区域根系的交替干湿锻炼,提高根系吸收功能,增加其对水分和养分

的利用率,同时还可减少每次灌水间隙期间土壤湿润面积,减少棵间蒸发损失。

CRAI 作为一种新的农业节水技术,其理论依据主要是:气孔开度由充分灌水逐渐过渡到水分亏缺状况时,作物蒸腾作用下降快而光合作用下降缓慢;植物一部分根系处于适宜水分状态,保证叶片水分正常供应,避免缺水引起伤害,而另一部分根系处于缺水状态,产生根源 ABA,气孔开度变小,使作物没有奢侈(Luxury)的气孔开放和蒸腾损失;交替灌水可以利用植物普遍存在的补偿生长和根系生长的向水性来促进根系生长,增强根系的吸收功能。

2. 干旱缺水条件下作物调亏灌溉技术

调亏灌溉技术是澳大利亚持续灌溉农业研究所(Institute for Sustainable Irrigated Agriculture)Tatura 中心 20 世纪 70 年代中期提出并一直从事研究和开发的一项技术,其基本思想是:对于一些作物,在其生长发育的某些时期施加一定的水分胁迫(有目的地使其有一定程度的缺水),使光合产物向不同组织器官重新分配,从而提高所需收获的产量而舍弃营养器官的生长量和有机合成物质的总量。1984 年, Mitchell 把基于此思想的水的补给方法称之为调亏灌溉法(Regulated Deficit Irrigation, 即 RDI)。此种方法的关键在于从作物的生理角度出发,根据其需水特性进行主动的调亏处理。因而可以说,调亏灌溉开辟了一条从生物学角度节水的途径,不失为一种更科学、更有效的新的灌水策略。

20 世纪 80 年代,中国科学院水土保持研究所的山仑先生从半干旱地区不同作物种类多变低水环境的生理生态适应性的大量试验研究中得出:植物在经受适度干旱后普遍存在着补偿效应,在其他条件不改变的情况下,作物在节约大量用水的同时,可以提高产量或保持不减产。与此同时,国外也存在着一些相反的结论,如对于籽粒作物,在生殖生长期施加一定水分胁迫,则大大降低籽粒的产量,而干物质质量不减少。这些分歧和争议,要求我们尽快地对

该项技术的适用范围及影响因素进行大量的研究,如能把调亏灌溉这一思想体系运用到大田作物上,其节水的潜力将不可估量。

3. 田间地面灌水新技术

重点是提高喷、微灌设备的配套水平、运行可靠性和使用寿命。地面节水灌溉技术的关键在于推出一些提高灌水均匀度、田间水利用系数和灌溉效率的田间地面节水灌溉的设计技术和措施以及有利于推广应用的硬件技术。

由于喷、微灌技术研究及应用较早,各地在这方面已投入了大量的财力和物力,由于高成本投入,限制了该技术的普及,同时由于经济效益的原因,微灌技术在常规大田农作物上很难普及,而传统喷灌技术在是否节水的问题上目前已产生分歧和争议。

4. 农业综合节水技术

该技术要求把节水灌溉措施与农业措施有机融合在一起,形成综合的节水技术体系。主要包括化肥耦合技术、提高农田水分利用效率的耕作栽培技术、覆盖保墒技术、化控节水技术、简易节水农机具及其节水配套技术等,通过这些突破,可使灌溉水的生产效率在现在的基础上提高 10% ~ 15%,化肥的有效利用率提高 10% ~ 15%。

5. 灌区节水管理与精准灌溉技术

包括土壤墒情、作物旱情和水源水情实时监测与预报技术,特别是大区域土壤墒情的时空变化关系及其预报和短、中、长时间尺度的土壤墒情预报。

精准灌溉是精准农业的一个组成部分,在水资源十分紧缺的条件下,未来“精准灌溉”管理系统在我国的发展和应用具有广阔的前景,会成为我国 21 世纪农田灌溉学科的发展热点和新的农业科技革命的重要内容,以及提高农业用水效率和单位面积产量的关键。精准灌溉的潜力是巨大的,但其对科技投入的需要也是巨大的。

6. 生物技术用于农业节水

抗旱节水高产作物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其抗旱节水丰产性差异很大。通过调整作物布局,建立适应抗逆型种植制度,一般可使农田整体水分利用效率提高 $0.15 \text{ kg/m}^3 \sim 0.26 \text{ kg/m}^3$,增产 $15\% \sim 30\%$ 。但目前常规育种技术很难满足农业节水需求,未来生物技术在作物种类和品种改良中将发挥重要作用。

植物生物技术包括基因工程和细胞工程。在 20 世纪 90 年代初,基因工程的三项关键技术,即 DNA 重组技术、基因转化技术和植物再生技术已经达到实用的水平。细胞工程与常规育种技术相结合,形成了一套高效的细胞工程育种新方法。生物技术用于农作物品种定向改良是 21 世纪农业高新技术的重要内容,目前已初步完成了小麦、水稻、玉米等作物染色体基因图的绘制,人类完全可以根据自己的需要来重组作物基因。如利用限制性片段长度多态性(RELP)分子标记对作物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,渗透调节由单隐性基因控制,位于 7A 染色体的短臂上;大麦 4H 染色体上,大豆 LGL5(G)、LG14(H)和 LG18(J)上有控制 WUE 的基因位点;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。今后利用生物工程技术在破译抗旱/抗逆基因组成和结构基础上,进行编码合成和培养专多抗基因作物,使抗旱、耐瘠薄、抗病虫害、优质、丰产等性状达到相对统一。同时通过基因工程研究微生物农药、生物化肥等技术,以与未来的节水灌溉相配套,更好地实现节水增产优质的目的。

7. 小麦垄作高效节水技术

小麦垄作高效节水技术是山东省农业科学院与国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)合作研究成功的,与传统平作相比,垄作改变了传统耕作和种植方式,对土壤结构和作物生长都产生了较大

影响,与传统平作相比,该项技术的特点主要表现在以下几个方面:

(1) 革新地面灌水方式,提高水分利用效率。传统平作的地面灌水方式为大水漫灌,不仅浪费水资源,降低水分利用效率,而且造成土壤板结,影响小麦根系乃至整个植株的生长发育。垄作栽培改变了地面灌水方式,即由传统平作的大水漫灌改为小水沟内渗灌,由此不仅可使灌溉水用量减少 30%~40%,水分利用效率由传统平作的 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 左右提高到 $1.8\text{kg}/\text{m}^3$ 左右,而且消除了根际土壤的板结现象,有利于小麦根系的生长和土壤微生物的活动。

(2) 革新施肥方式,提高肥料利用率。传统平作的施肥方式多为浇水前撒施于地表(零深度施肥),而垄作栽培为沟内集中施肥,使施肥深度相对增加 10~15cm,肥料利用率提高 10%~15%。

(3) 革新种植方式,提高光能利用率。垄作栽培将土壤表面由传统平作的平面型改为波浪型,扩大土壤表面积 40%左右,光能利用率提高 10%~15%。

(4) 植株抗逆性显著增强。与传统平作相比,小麦垄作栽培的地表特征及种植方式有利于田间的通风透光,从而降低了田间湿度,改善了小麦冠层的小气候条件,不仅明显抑制了小麦纹枯病和小麦白粉病等常见病害的发生,而且促进了小麦茎秆的健康生长,株高降低 5~7cm,基部节间缩短 3~5cm,小麦的抗倒伏能力显著增强。

(5) 技术集成,便于应用。该技术实现了农机与农艺的配套结合,小麦垄作播种机实现了起垄、施种肥、播种一次完成,简化了田间作业程序,提高了作业效率。

(6) 节本增效,利于环保。由于小麦群体田间配置状况的变化,与传统平作相比,垄作栽培更便于田间管理(施肥、浇水、打药等)及下季作物的套种。由于该种植方式植株发病率明显降低,不仅减少了对化学除草剂和农药的依赖,减轻了农业化学污染及由此引起的未知生态后果的危险性,而且可降低生产成本 30%。与