

甘肃灌区水肥一体化技术应用现状及发展对策

张立勤, 车宗贤, 崔云玲

(甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 甘肃灌区既是农作物优质高产区, 也是典型的干旱缺水地区。随着灌区种植结构的调整和农村土地流转逐年深入, 节水节肥显著、增产增效突出的水肥一体化技术开始在该区推广和应用。但受灌溉制度滞后、施肥体系陈旧, 以及可供选择的专用水溶性肥料缺乏等诸多因素制约, 技术应用成效受到一定影响, 推广速度缓慢。立足不同生态区域特点, 结合测土配方技术, 围绕高值经济作物和区域优势主导产业, 面向不同土地经营主体, 研发并生产速溶性好、肥效显著的专用水溶肥, 研究并确定指导性强的水肥一体化技术应用参数, 集成提出水肥一体化综合技术体系, 并建成可供参考的技术高效应用模式, 借助政策引导, 强化技术培训, 重视示范区建设和带动, 是推动水肥一体化技术在甘肃灌区快速应用, 实现农业持续高效和生态安全双赢的必由之路。

关键词: 甘肃灌区; 水肥一体化; 应用现状; 发展对策

中图分类号: S436.661 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)03-0066-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2017.03.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2017.03.021)

Application Status of Integration Technology of Water and Fertigation in Gansu Irrigated Area and Its Development Countermeasures

ZHANG Liqin, CHE Zongxian, CUI Yunling

(Institute of Soil and Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Science, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Gansu irrigated area is not only an area for good quality and high yield crop, but also a typical area of drought and water shortage. With the adjustment of planting structure and rural land transfer, the fertigation technology with saved water and fertilizer significantly, increased crop yield and planting efficiency obviously begun to extend and apply. For irrigation system is lagging behind, fertilizing system is obsolete, and the special water soluble fertilizer which can be chosen is deficient, the application effect of fertigation technology have been affected, the extension speed is slow. Based on the characteristics of different ecological regions, combined with the technology of soil testing and fertilizer recommendation, focused on high economic value crops and regional advantage leading industries, faced to different land management subject, to research and produce special water soluble fertilizer with fast dissolved speed and significant effect, study and make sure the application parameters for fertigation technology, integrate and put forward comprehensive fertigation technology system, set up efficient technology application model that can be used for reference, depend on policy guidance, strengthen technical training and pay attention to the construction of the demonstration zone and its leading effect, that is the only path to promote the fertigation technology application, achieve a win-win situation of sustainable and efficient development for agriculture and ecological environment security in Gansu irrigated area.

Key words: Gansu irrigated area; Integration of water and fertilizer; Application status; Development countermeasure

水肥一体化技术也称随水施肥、灌溉施肥或微灌施肥技术^[1-2], 该项技术通过由压力系统、管

收稿日期: 2017-02-20

基金项目: 国家科技支撑计划项目“黄土高原扬黄灌区(宁夏)增粮增效技术研究与示范”(2015BAD22B05)。

作者简介: 张立勤(1970—), 男, 甘肃张掖人, 副研究员, 主要从事作物栽培与节水农业方面的研究。E-mail: lqzhang1993@163.com。

[4] 李 敢. 奶牛中暑症的防治体会[J]. 湖南畜牧兽医, 2009(10): 33-35.

[6] 郭长学. 夏季谨防新生犊牛热射病[J]. 农村新技术, 2014(7): 33.

[5] 黄翔芳. 中西药结合治疗牛日射病[J]. 当代畜牧, 2014(9): 25-26.

(本文责编: 郑立龙)

道系统以及安装在末级管道上的灌水器(滴灌管或滴灌带)组成的灌溉系统,将微灌和施肥相结合,使可溶性固体或液体肥料以及二者配兑成的肥液与灌溉水充分相融,借助注肥系统,在灌溉的同时进行施肥,使水分和养分以组合的状态均匀、定时、定量的浸润作物根系生长区域^[3-4],实现水肥同步供应和高效利用。可根据不同作物的水、肥需求特点,以及同一作物在不同生长阶段的水分及养分需求规律,结合耕地土壤结构和养分状况,通过水肥用量及供应时间等参数的高精度控制,实现生产规范化管理和农产品质量控制^[5-6],可降低灌溉水深层渗漏和肥料淋溶,减少水肥无效损耗,显著提高作物水分及养分利用效率,具有节水、节肥、节药、省工、增产、增效、减少污染、保护环境等诸多优点^[7-16]。

1 国内外水肥一体化技术发展及应用现状

20世纪60年代初,以色列开始发展滴灌,60年代末开始应用水肥一体化技术,70年代中期,水肥一体化技术开始在美国、澳大利亚、新西兰、南非等地推广^[17-18]。近年来,随着全球转暖和干旱加剧,越来越多的国家和地区开始关注和发展节水灌溉,对微灌及其配套设备的研究不断深入,节水效果显著的水肥一体化技术在世界范围内快速发展,无论在意大利、法国、日本等经济发达国家,还是印度、墨西哥等发展中国家,水肥一体化技术都被广泛推广和应用,在干旱缺水严重地区发展的尤为迅速^[19-21]。目前以色列90%以上的果园、温室、大田、绿化等全面应用水肥一体化技术,美国25%的玉米、60%的马铃薯、32.8%的果树也已采用水肥一体化技术^[22]。

我国1974年从墨西哥引进滴灌设备,开始水肥一体化技术研究^[20]。20世纪80年代初,自主研发生产了第1代滴灌设备,并在引进国外先进生产工艺的基础上,逐步形成滴灌设备规模化生产^[23-24],为水肥一体化技术的进一步深入研发奠定了基础。20世纪90年代中后期,水肥一体化技术理论研究及应用受到重视^[21,24],国内开展了多种作物上的水肥一体化试验研究,以及

在不同区域的小面积生产示范,并进行了大量的技术培训和研讨,水肥一体化技术逐步由田间试验、局部生产示范向大面积推广应用发展,2000年应用面积达到26.7万 hm^2 ,居世界第三位^[25]。从2000年开始,全国农业技术推广中心连续5年在不同地区举办水肥一体化技术培训班,进行水肥一体化技术理论和实际操作培训,并从2002年开始组织实施旱作节水农业项目,面向多种作物,在全国10多个省(自治区、直辖市)建立水肥一体化技术核心示范区1.33万多 hm^2 ,有效促进和带动了水肥一体化技术推广和应用^[26]。据不完全统计,2012年我国水肥一体化技术推广面积已接近266.7万 hm^2 ^[18]。应用涉及无土栽培、设施栽培、露地栽培、覆膜栽培等多种栽培模式,以及果树、苗木、花卉、马铃薯、玉米、瓜菜、油料等20多种大田粮食及经济作物,地域范围遍及华北、华东半湿润地区、西北干旱区、东北寒温带和华南亚热带地区。在新疆、甘肃、山西、宁夏、内蒙古、河北、天津、黑龙江、浙江、广西、广东等诸多省(区)都有应用。并在不同区域逐渐形成各具特点的应用模式,如华北微喷水肥一体化技术、南方集雨补灌水肥一体化技术、西北膜下滴灌水肥一体化技术,其中新疆地区推广应用的棉花膜下滴灌水肥一体化技术已达到世界领先水平^[26]。

2 甘肃灌区水肥一体化技术应用现状及特点

甘肃省自2002年开始在灌区示范推广水肥一体化技术,并于2004年在棉花、葡萄、马铃薯、番茄、籽瓜等多种作物生产中对水肥一体化技术进行应用示范,建立核心示范点0.18万 hm^2 。2008年,随着甘肃省农田节水行动的实施,膜下滴灌水肥一体化技术在甘肃灌区7市15个县(区)示范推广0.66万 hm^2 ^[27],在棉花、啤酒花、酿造型葡萄、洋葱、加工型番茄、制种玉米等多种作物上均显示出明显的节水增产效果。在河西绿洲灌区棉花、加工型番茄、制种玉米等多种作物上的应用结果表明,滴灌水肥一体化技术平均节水33.2%~49.5%,增产8.7%~57.0%^[28]。2010

年开始,在甘肃省人民政府《甘肃省河西及沿黄主要灌区高效农田节水技术推广扶持办法》和《甘肃省河西及沿黄主要灌区高效农田节水技术推广三年规划》的有力支持和推动下,水肥一体化技术在甘肃灌区13个市(州)42个县(区)的棉花、加工型番茄、专用型马铃薯、酿造型葡萄、制种玉米、枸杞、中药材、蔬菜、瓜类等作物上得以快速推广和应用,截止2012年,3年累计推广6.50万 hm^2 ^[27]。2014年甘肃水肥一体化技术应用面积达到10.67万 hm^2 ^[29],目前已突破13.33万 hm^2 ^[30]。综合分析水肥一体化技术在甘肃灌区的应用状况,结果表明,该技术适用作物和推广速度受土地经营模式的影响较大,一家一户的土地分散经营型农户,主要借助设施农业,在瓜果、蔬菜、花卉等高值经济作物生产中应用水肥一体化技术,而土地流转大户、合作社、国营农场和农垦企业等土地规模化经营主体,对水肥一体化技术的应用不仅仅局限于设施农业,在棉花、制种玉米、加工型马铃薯、加工型蔬菜等大田作物生产中也应用水肥一体化技术,规模大,效果好,推广速度相对较快。

3 水肥一体化技术在甘肃灌区应用时存在的主要问题

尽管水肥一体化技术在甘肃灌区发展形势看好,但在应用过程中也存在许多问题,归结起来,主要表现在以下几个方面。一是适宜目标作物生长的专用水溶肥缺乏,生产中常用的普通肥料大多在水中速溶性差。其中以磷肥表现得尤为突出,漫灌、沟灌、畦灌等地面灌溉条件下施用的含磷复合肥、掺混肥、以及磷酸二铵、普通过磷酸钙、重过磷酸钙等都是供给作物生长需要的主要磷肥,但以上肥料速溶性都不是很好,通过水肥一体化供应系统时容易堵塞滴头,无法适时供肥,从而影响系统运转和作物生长。同时,普通肥料均为面向多种作物的通用型肥料,专用性不强,养分配比相对固定,与特定目标作物养分吸收特性的吻合度不高,无法实现按需供肥。尽管目前市场上也有多种品牌的水溶肥销售,但多

为中性或弱碱性肥料,在甘肃灌区pH 8以上的弱碱性耕地上应用肥效也难以达到最佳。二是与水肥一体化供应系统相匹配的、有利于目标作物高产高效的优化灌溉制度研发滞后。表现为在滴灌水肥一体化生产条件下,仍然参照多年积累的漫灌经验实施灌溉,灌水时期和灌水量与作物需水规律脱节,定额高,次数少,单次水量大,有时灌溉甚至完全依靠习惯,缺乏量化,生产中因作物受旱减产,以及过量灌溉造成水肥资源浪费、种植效益下降的事件常有发生,严重影响了农户对水肥一体化技术的认知和接受。三是缺乏有利于目标作物优质高产的科学施肥体系。由于缺乏与目标作物养分需求规律高度吻合的施肥参数、以及对肥料科学运筹的技术措施,生产中应用水肥一体化技术后不通过供水系统施肥、为追求作物高产过量施肥、肥料供应与作物养分需求不同步、肥料养分配比不合理、基追肥比例失调、忽视中微肥的作用等现象较为普遍,造成肥料浪费严重,既增加了农业生产成本,也不利于作物增产和农产品质量提升,高投低效,影响水肥一体化技术自身优势的发挥。四是水肥一体化供应系统一次性投入成本较高。经测算,一套包括首部 and 灌水器在内的水肥一体化供应系统,尽管可为20 hm^2 左右的农田提供灌溉,且可连续使用多年,但需要一次性投入的成本仍需7500元/ hm^2 左右,农户投入经济负担较重。以上问题的存在,在很大程度上影响了水肥一体化技术在甘肃灌区的推广和应用,亟待解决。

4 水肥一体化技术发展对策

一是围绕甘肃灌区制种玉米、加工型马铃薯、葡萄、蜜瓜、棉花、蔬菜、果树等主要高值经济作物和区域特色或主导产业,开展水肥一体化技术体系和应用模式研究,确定水肥一体化技术在不同作物上应用时水分和养分方面的技术参数,集成提出水肥一体化高效节水灌溉制度和科学施肥体系,制定不同作物水肥一体化高产栽培技术规程,创建面向不同种植区域、不同土地经营主体的作物高产优质水肥一体化综合技术体系

和高效应用模式。二是加快专用水溶肥研制和生产,为水肥一体化技术的科学应用提供硬件支撑。研制生产的水溶肥应具备下列特点。(1)速溶、稳定,含杂质少,不影响过滤系统正常工作,肥料中的金属微量元素应当以螯合物形式存在,没有钙、镁、碳酸氢盐或其它可能形成不可溶盐的离子。(2)专用性好,一方面要求肥料养分含量满足目标作物在特定产量水平下的需肥要求,另一方面在作物不同生长阶段供应的肥料养分应与该阶段作物的养分需求规律相吻合。因此,应用于同一作物的水肥一体化专用水溶肥不是养分配比固定不变的单一产品,而是包含不同养分配比、由多个肥料包组成的系列产品。(3)肥料溶液呈酸性或弱酸性,以便更好的在甘肃灌区偏碱土壤上发挥作用。三是争取政府引导和多方支持,降低水肥一体化技术应用时的生产成本投入,降低技术应用‘门槛’。四是加大技术宣传、强化技术示范和培训,解决好该技术从研发到应用“最后一公里”的问题,促进技术研究成果快速推广应用。

5 水肥一体化技术在甘肃灌区的发展前景

甘肃灌区地处我国西北干旱区,干旱、缺水是制约该区农业发展的瓶颈因素。但为片面追求高产,长期以来一直沿用‘高水高肥’的农业生产模式,作物产量提升空间越来越小,生产成本居高不下,水分及养分资源利用效率不高,产投比下降明显,农作物种植效益徘徊不前,不仅制约了农业持续增效,也加剧了甘肃灌区内原有的缺水危机,增加了肥料淋溶对区域生态环境污染的风险。加之区内农村青壮年劳动力转移加剧,农业面临着转变发展方式、兼顾持续增效和生态保护、要求轻简化作业等多方面的压力。水肥一体化技术被称为推动农业发展方式转变的一号技术^[22]。自身节水节肥、省工高效以及有益环保的优势,将十分有利于解决甘肃灌区农业发展面临的上述问题。近年来随着甘肃灌区农作物种植结构的调整,小麦、玉米等传统粮食作物种植面积逐年缩小,制种玉米、葡萄、高原夏菜、优质

瓜果等 high 值经济作物和区域特色农产品种植面积迅速扩大,区内土地流转逐年深入,规模化经营面积逐年增加,为水肥一体化技术的推广和应用搭建了平台。同时,国家和地方政府相继出台的一系列相关政策,也将强有力地推动水肥一体化技术在甘肃甘肃灌区推广和应用。2013年2月农业部办公厅印发的《水肥一体化技术指导意见》,将水肥一体化技术作为节水增粮、防灾减灾、粮棉油糖高产创建和园艺作物标准园创建等工作的关键技术^[31]。2015年2月农业部制订的《到2020年化肥使用量零增长行动方案》提出,力争到2020年主要农作物化肥使用量实现零增长的目标,并针对西北地区提出推广膜下滴灌水肥一体化等高效节水灌溉技术^[32]。2016年4月,农业部办公厅印发《推进水肥一体化实施方案(2016—2020)》的通知,要求在西北地区推广玉米、马铃薯、棉花膜下滴灌水肥一体化技术133.33万 hm^2 ^[33]。2014年9月,甘肃省人民政府印发《甘肃省灌区农田高效节水技术推广规划(2015—2017年)》提出,到2017年在甘肃灌区推广应用滴灌水肥一体化技术20万 hm^2 ^[29]。在以上多种因素的共同促进和推动下,以及各方面条件的有力支持下,水肥一体化技术应用过程中存在的相关问题将逐渐得以解决,该技术的应用在甘肃灌区必将得到快速发展,前景十分广阔。

参考文献:

- [1] 徐健. 浅谈水肥一体化技术的应用现状与发展趋势[J]. 科技向导, 2015(3): 33-34.
- [2] 冯焕德. 陕西苹果园灌溉施肥对土壤溶液和叶营养及果实品质的影响研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [3] 张子鹏, 陈仕军. 水肥一体化灌溉技术在大田蔬菜生产上的应用初报[J]. 广东农业科学, 2009(6): 89-90.
- [4] 郭丽英, 陈印军, 罗其友, 等. 浅谈美国现代农业的几个特点[J]. 中国农业资源与区划, 2013, 34(6): 158-162.
- [5] 于舜章. 山东省设施黄瓜水肥一体化滴灌技术应用研究[J]. 水资源与水工程学报, 2009, 20(6): 173-

- 176.
- [6] 邢英英, 张富仓, 张 燕, 等. 滴灌施肥水肥耦合对温室番茄产量、品质和水氮利用的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(4): 713-726.
- [7] 康玉珍, 邝美玲, 刘朝东, 等. 马铃薯水肥一体化种植技术研究[J]. 广东农业科学, 2011(15): 49-50.
- [8] 习金根, 周建斌. 滴灌施肥条件下氮素在土壤中的迁移转化及其生物效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2003.
- [9] 樊兆博. 滴灌和漫灌施肥栽培体系下设施番茄产量和水氮利用效率的评价[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
- [10] 杜文波. 日光温室番茄应用滴灌水肥一体化技术初探[J]. 山西农业科学, 2009, 37(1): 58-60.
- [11] 王 欣. 灌溉施肥一体化对设施番茄产量和水氮利用效率影响研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [12] 屈玉玲, 胡朝霞, 李 武. 设施蔬菜应用水肥一体化技术的试验研究[J]. 山西农业科学, 2007, 35(10): 83-85.
- [13] R B SINGANDHUPE, G G S N RAO, N G PATIL, *et al.* Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.)[J]. *European Journal Agronomy*, 2003, 19(2): 327-340.
- [14] 隋方功, 王运华, 长友诚, 等. 滴灌施肥技术对大棚甜椒产量与土壤硝酸盐的影响[J]. 华中农业大学学报, 2001, 20(4): 358-362.
- [15] 樊兆博, 刘美菊, 张晓曼, 等. 滴灌施肥对设施番茄产量和氮素表现平衡的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(4): 970-976.
- [16] BOMAN B J. Fertigation versus conventional fertilization of flatwood grapefruit[J]. *Fertilizer Research*, 1996, 44: 123-128.
- [17] 周建斌, 陈竹君, 李生秀. Fertigation-水肥调控的有效措施[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(4): 16-21.
- [18] 尹飞虎, 等. 滴灌—随水施肥理论与实践 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2013.
- [19] 高 鹏, 简红忠, 魏 祥, 等. 水肥一体化技术的应用现状与发展前景[J]. 现代农业科技, 2012(8): 250; 257.
- [20] 姚振宪, 王三建. 我国滴灌发展历程及建议[J]. 农业工程, 2011, 1(2): 54-58.
- [21] 高祥照, 杜 森, 钟永红, 等. 水肥一体化发展现状与展望[J]. 中国农业信息, 2015(2): 14-19; 63.
- [22] 夏敬源. 抢抓机遇 乘势而上 大力示范推广水肥一体化技术[J]. 中国农技推广, 2012(2): 4-7.
- [23] 杨培岭, 任树梅. 发展我国设施农业节水灌溉技术的对策研究[J]. 节水灌溉, 2001(2): 9-11.
- [24] 刘建英, 张建玲, 赵宏儒. 水肥一体化技术应用现状、存在问题与对策及发展前景[J]. 内蒙古农业科技, 2006(6): 32-33.
- [25] 李光永. 世界微灌发展态势[J]. 节水灌溉, 2001, (2): 24-27.
- [26] 陈广锋, 杜 森, 江荣凤, 等. 我国水肥一体化技术应用及研究现状[J]. 中国农技推广, 2013(5): 39-41.
- [27] 高 飞, 崔增团, 刘 健, 等. 甘肃省灌区高效节水技术推广应用现状、问题及建议[J]. 中国农技推广, 2012(12): 41-43.
- [28] 崔增团, 刘 健, 张志诚, 等. 甘肃省农田节水技术推广现状及对策[J]. 甘肃水利水电技术, 2009(12): 1-3; 45.
- [29] 甘肃省人民政府办公厅. 甘肃省灌区农田高效节水技术推广规划(2015—2017年)[EB/OL]. (2014-09-22)[2016-12-25] http://www.gansu.gov.cn/art/2014/9/22/art_3723_196570.html.
- [30] 顾 洋. 水肥一体化推广迎来春天[N]. 甘肃经济日报, 2015-9-1 (2).
- [31] 中华人民共和国农业部办公厅. 水肥一体化技术指导意见[EB/OL]. (2013-04-16)[2016-12-20] http://www.moa.gov.cn/zwlwm/tzgg/tfw/201303/t20130305_3239227.htm.
- [32] 中华人民共和国农业部办公厅. 到2020年化肥使用量零增长行动方案[EB/OL]. (2015-02-17)[2016-12-28] http://www.moa.gov.cn/zwlwm/tzgg/tz/201503/t20150318_4444765.htm.
- [33] 中华人民共和国农业部办公厅. 推进水肥一体化实施方案(2016—2020年)[EB/OL]. (2016-07-29)[2016-12-22] <http://www.0475n.com/news/bencandy.php?fid=31&id=8898>.

(本文责编: 郑立龙)