

果园节水保水技术研究进展

曹 慧¹, 张兴涛²

(1. 山东省高校生物化学与分子生物学重点实验室/潍坊学院, 山东 潍坊 261061; 2. 山西农业大学 研究生院, 山西 太谷 030801)

摘要: 为了发展保水技术, 以缓解我国水资源不足的现状, 通过论述节水灌溉的重要性, 简要概括了节水灌溉理论、国内外研究成果及果园节水、保水技术措施, 并提出了果树节水灌溉的研究方向, 以加快传统农业向优质、高产、高效农业转变。

关键词: 果树; 节水灌溉; 保水技术

中图分类号: S275

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2014)01-0141-04

节水灌溉(Water Saving Irrigation, WSI)是以有效的利用降水和灌溉水, 获取农业的最佳经济效益、社会效益和生态环境效益为目的, 根据作物的需水规律和当地供水条件而采取的多种措施的总称^[1]。近年来, 随着人口激增和全球经济快速发展, 水资源短缺日益严重。因此, 发展节水灌溉不仅能缓解我国水资源不足的状况, 同时也将转变农业增长方式, 使传统农业向优质、高产和高效农业转变。面对严峻的水资源危机和干旱化形势, 传统的果树栽培必须转向节水栽培^[2]。因此, 节水保水技术备受国内外关注, 该文通过对非充分灌溉及其国内外研究进展的分析, 进一步阐述了果园节水灌溉技术及保水技术。

1 非充分灌溉理论及国内外研究进展

自 20 世纪 70 年代以来, 在全球水资源短缺十分严重的情况下, 农业用水观念发生了较大的转变, 由传统的丰水高产型灌溉开始转向节水优质型的灌溉, 非充分灌溉就是在这一现实条件下产生的^[3]。非充分灌溉是将有限的水非足额却科学合理地对产量影响较大, 并能产生较高经济价值的水分临界期予以供水。

1.1 国外非充分灌溉研究状况

非充分灌溉(Non-full Irrigation), 国外也叫有限灌溉(Limited Irrigation)或者蒸发蒸腾量亏

缺的灌溉(Evapotranspiration Deficit Irrigation, 简称 EDI), 是作物的潜在蒸发蒸腾量大于实际蒸发蒸腾量的灌溉^[4]。国外从 20 世纪 60 年代末开始对非充分灌溉进行研究, 70 年代以来, 在美国中西部大平原, 由于水资源短缺, 人们开始从传统的丰产灌溉试验研究转向劣态或亚劣态灌溉试验研究。利用作物具有一定的生理节水和抗旱能力的特点, 在其生长需水非关键期不供水或者少供水, 把节省下来的水用在更大面积上的作物需水关键期, 或者用于经济价值更高的作物, 从而达到最高的经济效益的目的。70 年代中期, 澳大利亚提出了调亏灌溉的概念, 并且在果树生产上进行了试验^[5]。澳大利亚植物生理学家 Turner 认为, 适当的水分亏缺不但不会降低作物的产量, 反而会使产量增加^[6]。

1.2 国内非充分灌溉研究状况

我国在非充分灌溉方面的研究起步较晚, 但发展迅速。20 世纪 80 年代, 随着 Jensen 模型引进我国, 我国北方开始了对非充分灌溉问题的专门研究。1986 年, 李洁等在呼和浩特市对春小麦进行了非充分灌溉试验研究^[7]; 高利梅等在凉城县对春小麦进行了非充分灌溉试验研究^[8]; 1988 年, 曾德超等与澳大利亚科学家进行了果树调亏灌溉的研究^[9]; 1993 年, 武汉水利电力大学的茆智教授在广西桂林对水稻进行了非充分灌溉研究^[10]; 1996 年西北农业大学的康绍忠教授和内蒙古农牧学院的陈亚新教授合编了教材《非充分灌溉原理》; 1997 年康绍忠在“控制性交替灌溉一种新的农田节水调控思路”中提出了控制性分根交替灌溉的概念和方法^[11]。

收稿日期: 2013-08-13

基金项目: 山东省科学技术发展计划资助项目(2011 GNC11201); 山东省高等学校科技计划资助项目(J10 LC64); 潍坊市科技发展计划资助项目(201003037)

第一作者简介: 曹慧(1966-), 女, 山西省太谷市人, 博士, 教授, 从事果树逆境生理与分子生物学研究。E-mail: hui5232@163.com。

2 非充分灌溉的几种模式

2.1 局部灌溉

局部灌溉(Partial Irrigation)是 20 世纪 60 年代以色列农业科技工作者发明的一种灌溉技术。该技术用计算机监控调配用水量,按时把水以滴灌的方式输向作物根部,从而达到湿润作物根部土壤的目的^[12]。1979 年,联合国粮农组织出版了局部灌溉一书,内容仅指滴灌。局部灌溉或局部根区干燥(Partial rootzone drying, PDR)技术,是一种作物局部根系受干旱时,既能控制作物蒸腾耗水、满足其水分需求,又能使肥料发挥最大肥效进而达到提高作物产量和品质的农田水分调控新思路。局部灌溉以作物根系局部湿润为技术特征,主要灌溉或者湿润土壤的表层和植株附近的有限面积,其技术模式主要是采用微喷灌、滴灌、涌泉灌和小管出流灌等进行灌溉。

2.2 控制性分根交替灌溉

控制性分根交替灌溉(Controlled Roots-Divided Alternative Irrigation, CRAI)是 1997 年康绍忠等根据作物水分胁迫时产生的根信号对气孔的有效调节功能和光合的滞后效应等机制提出的一种新型的生物性节水技术,该节水技术是在作物整个生育期人为地进行干湿交替控制,以创造作物根系供水的不均匀性,诱导作物抗旱生理生态特性的发挥,从而优化光合产物在不同组织器官间的分配,达到节水及增产的目的^[11]。控制性分根交替灌溉不仅能使根系在土壤中分布更均匀,还能改变干物质在根冠间的分配比例,对根系的生长有明显的促进作用^[13-14]。控制性分根交替灌溉使部分根系受到一定程度的水分胁迫,刺激其吸收补偿功能,提高根系活力和水分传导能力^[15]。作物受到水分胁迫时还会产生的根源信号脱落酸(ABA),从而改变作物的气孔开度进而调节其水分消耗。

2.3 调亏灌溉

调亏灌溉(Regulated Deficit Irrigation, RDI)是在 20 世纪 70 年代中期由澳大利亚的持续灌溉农业研究所 Tatura 中心提出的一种灌溉理论。调亏灌溉理论是根据作物的遗传和生理生态特性及其需水量特征,人为主动地在作物的某一合适的生长发育阶段对作物施加适当的水分胁迫,提高作物后期的抗旱能力,通过作物自身的变化来

实现水分的高效利用^[16-17]。调亏灌溉理论在根冠平衡学说的基础上,根据作物的需水规律对其根系施加适当的水分亏缺来抑制作物的蒸腾作用,从而达到节水的目的^[18]。作物在不同的生长发育期对水的需求不同,干旱对作物造成的影响程度也不一样。作物在适当的水分亏缺条件下能在营养生长、物质运输和产量等方面形成有效的适应和补偿机制,进而提高水分利用效率。

3 果园节水灌溉方式

3.1 沟灌

沟灌是一种传统的灌溉方式,即在果园的果树间根据土壤的类型及其透水性开灌水沟,通过输水沟或输水管道向果树供水。这种灌溉方法不仅可以降低灌水量的损失,使土壤湿润均匀,还可以降低土壤板结、减少对土壤结构的破坏,使土壤保持良好的通透性。该技术的主要缺点是用水量较大,操作时需要大量的劳动力,坡地容易造成突然冲刷^[19]。

3.2 滴灌

现代滴灌技术是由以色列人在 20 世纪 50 年代发明的。该技术是根据果树需水和需肥等要求,通过封闭管道准确、定量、均匀地把灌溉水或营养液逐滴滴入果树根部。滴灌仅局部湿润果树根部土壤,不破坏土壤结构,使土壤保持疏松,能有效减少果树的无效株间蒸发。

3.3 喷灌和微喷灌

喷灌是一种先进的灌溉技术,是把经过水泵加压(或水库自压)的水经管道系统通过喷头或者水枪喷向空中,使水成雨滴均匀地洒落在果园的一种灌溉方式。我国在 20 世纪 70 年代中期开始引进喷灌技术,到目前为止已经达到了显著的节水效益。喷灌与地面灌溉相比具有省水、省工、增产以及对地形条件适应性强等优点。喷灌的不足之处是大风天气不易喷洒均匀,高温天气蒸发损失较大。

微喷灌简称微喷,是把喷灌与滴灌结合在一起的一种局部灌溉技术。微喷灌把作物生长所需要的养分和水分喷到近地面的空中,以微小的水滴的形式均匀地喷洒到果树和果树根区的地面上,以满足作物的需水要求。微喷灌在温度较高和空气干燥时会有一定的水分蒸发损失。此外,微喷灌还具有易发生堵塞的缺点。

3.4 膜上和膜下灌溉

膜上灌溉又称膜上灌水或膜上渗灌,是 20 世纪 80 年代新疆在地膜栽培基础上创造和发展起来的一种地面灌水技术。该技术把膜侧流水改为膜上流水,利用地膜输水,通过膜上面的孔对果树进行灌溉。膜上灌溉可以通过膜上孔的数量和大小来控制水量,既可以防止膜间露地的过量灌溉,又可以防止棵间蒸发,并且投资少、节水效果显著。膜上灌溉还具有增温、保温、保肥以及抑制杂草生长的优点^[20]。膜下灌溉是覆膜种植与滴灌相结合的一种灌水技术。该技术同时具有滴灌和地膜覆盖的优点,能按作物需求供水,节水效果显著,将会从根本上改变我国传统的农业生产方式^[21]。

3.5 渗灌

渗灌又叫地下灌溉,是利用地下管道将灌溉水送达渗水器,利用毛细管作用由下而上湿润土壤的一种灌溉方法。渗灌设备通常由渗水池、渗水管及阀门 3 部分组成。果园采用渗灌技术可以有效减少果树的棵间无效蒸发和深层渗漏,促进土壤团粒结构形成,提高肥料利用率、改善作物生长环境。该节水灌溉技术的缺点是地下管道造价较高,管道微孔易堵塞,灌水不均匀。

3.6 穴灌

穴灌是在树冠投影外缘挖穴并注水进行灌水的方法。根据树冠大小确定挖穴数,一般每棵树 4~10 个 60~80 cm 深、直径约为 30 cm 的穴。把农作物秸秆用水泡透后竖放在穴里,结合施肥(有机肥和复合肥),填土踏实后浇水。穴上面用塑料地膜覆盖后用土压好,使其外高内低。穴中间可以扎个孔,方便下次灌水。穴贮肥水不仅能节水、节能、减少地表蒸发,还能改良土壤结构。但是该技术如果开挖穴数过多会造成伤根,而且会花费较多的人力、物力。

3.7 蓄水坑灌法

蓄水坑灌法是 1998 年孙西欢教授针对我国北方地区干旱、水资源短缺和水土流失等问题提出的一种灌溉方法^[22]。该技术是在树冠半径的 1/2 处,绕树干挖若干个 60~80 cm 的蓄水坑,并用环状沟(宜为一浅沟)将各坑相连,通过管道输水进行注水灌溉^[23-24]。蓄水坑灌法不通过地表,而是将水注入坑内,通过坑壁直接渗入到根区土

壤,有效减少了陆面蒸发,提高了水分的利用效率。蓄水坑壁面为临空面,能够改善中深层土壤的通透性,有利于根系呼吸,从而改善了果树的生长环境。

4 果园保水技术

4.1 果园覆盖

果园覆盖包括覆草和覆膜。前者一般在春季或者夏季进行,覆盖时可在果树的树盘、株间、行内及整个果园覆盖 15~20 cm 厚的秸秆或杂草。该技术是利用秸秆等作物性物质覆盖在土壤表面,不仅能稳定果园土温、抗旱保水、抑制杂草的生长,还能避免雨滴直接冲击土壤表面而使土壤板结^[25]。地膜覆盖是在果树的两侧顺行起垄,要求外高内低,用厚度为 0.002~0.020 mm 的聚乙烯塑料薄膜覆盖。该技术不仅可以减少地表水分蒸发,增加土壤含水量,还可以提高地温,促进根系对水分和肥料的吸收。

4.2 果园生草

果园生草就是在果园内种植对果树生产有益的草种,我国自 20 世纪 90 年代开始引进这项技术。选择合适的草种是果园生草的关键,一般要求矮秆或匍匐生长、耐荫、耐践踏,且与所种植的果树无共同病虫害,以豆科与禾本科牧草为主。果园生草能调节地温、改良土壤、增强抗旱能力和生物防治能力,从而改善果树生长环境,提高果树产量和品质。

4.3 化学制剂

目前应用的化学制剂主要是保水剂。土壤保水剂是近几年开发的一种功能型高分子聚合物,能在极短的时间内吸足水分,并把水分牢固地保持在土壤中,在干旱时把保存的水分缓慢释放出来,供果树根系吸收利用,而且无毒、无污染。保水剂不仅能增加土壤的田间持水量,减少地表地下径流,还能减缓水分的地面蒸发。

5 结论

传统灌溉方法的灌水量主要依靠简易设施和经验控制,对水的有效控制能力低。今后应大量使用调亏灌溉、局部灌溉、控制性交替灌溉等新技术,同时加强对节水灌溉制度的试验研究,确定果树需水的关键期灌溉量和灌溉方式,提高灌溉水的有效利用率,用较少的灌水量取得最佳的效益。

参考文献:

- [1] 王友贞,汤广民.节水灌溉与农业可持续发展[J].节水灌溉,2005(2):33-34.
- [2] 丁三姐,魏钦平,徐凯.果树节水灌溉研究进展[J].北方园艺,2006(4):69-71.
- [3] 吕金印,山仑,高俊凤.非充分灌溉及其生理基础[J].西北植物学报,2002,22(6):1512-1513.
- [4] 田升,康绍忠,冯绍元.缺水条件下非充分灌溉制度预报系统的研制[J].干旱地区农业研究,2006,24(2):79-80.
- [5] Chalmers D J, Vandenende B. Productivity of peach trees factors affecting dry-weight distribution during tree growth[J]. Ann. Bot., 1974, 39(3): 423-432.
- [6] Turner N C. Plant water relation and irrigation management[J]. Agri. Water Manage., 1990, 17: 59-73.
- [7] 李洁.春小麦非充分灌溉试验研究[J].内蒙古水利,1991(4):32-33.
- [8] 高利梅,李树荣.非充分灌溉条件下春小麦优化灌溉制度及推广应用[J].内蒙古水利,1998(3):17-19.
- [9] 曾德超,彼得杰里.果树调亏灌溉密植节水增产技术的研究与开发[M].北京:北京农业大学出版社,1994:40-50.
- [10] 茆智,崔远来,李新健.我国南方水稻水分生产函数试验研究[J].水利学报,1994(9):21-31.
- [11] 康绍忠,张建华,梁宗锁.控制性交替灌溉——一种新的农田节水调控思路[J].干旱地区农业研究,1997,15(1):1-6.
- [12] 薛燕.以色列解决水资源紧缺问题的新方法[J].北京水利,2001(2):43.
- [13] 梁宗锁,康绍忠,高俊凤.分根交替渗透胁迫与脱落酸对玉米根系生长和蒸腾效率的影响[J].作物学报,2000,26(2):250-255.
- [14] 史文娟,康绍忠.分根区垂直交替供水对玉米生长影响的研究[J].中国生态农业学报,2001,9(2):44-46.
- [15] Shi Jianzhong, Wang Tianduo. Simulation of shoot/root ratio changes during vegetative Phase and affected by environmental factors [J]. Acta Phytophysiologica Sinica, 1995, 21(4): 13-323.
- [16] 刘晓英,罗远培.干旱胁迫对作物生长后效影响的研究现状[J].干旱地区农业研究,2002,20(4):6-9.
- [17] 何华,耿增超,康绍忠.调亏灌溉及其在果树栽培上的应用[J].西北林学院学报,1999,14(2):83-87.
- [18] 蔡大鑫.调亏灌溉对大豆生理、生态特征及产量品质影响的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2004:1-55.
- [19] 牛锐敏,陈卫平,王春良.果园节水技术发展现状[J].北方园艺,2010(13):223-225.
- [20] 李应海,田军仓.膜上灌溉技术的研究进展[J].宁夏农学院学报,2003,24(4):96-99.
- [21] 黄士杰.膜下滴灌节水技术与设施栽培研究[J].北方园艺,2008(1):87-88.
- [22] 吴能锋,郭向红,马娟娟.蓄水坑灌法研究进展[J].山西水利,2007(1):79-80.
- [23] 孙西欢.蓄水坑灌法及其水土保持作用[J].水土保持学报,2002,16(1):130-131.
- [24] 孙西欢,马娟娟,周青云.蓄水坑灌法技术要素初探[J].沈阳农业大学学报,2004,35(5):405-407.
- [25] 王朝霞,耿丽.旱地果园节水栽培技术综述[J].山西果树,2008(6):40-42.

Research Progress of Water Saving and Water Retention Techniques in Orchard

CAO Hui¹, ZHANG Xing-tao²

(1. Key Laboratory of Biochemistry and Molecular Biology in Universities of Shandong, Weifang University, Weifang, Shandong 261061; 2. Graduate School of Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801)

Abstract: In order to develop water saving technology to alleviate the current situation of shortage water, through discussion of developing water saving irrigation, the theory of water-saving irrigation, water saving research at home and abroad and technical measures of water conservation in orchards were summarized, and the research direction of water saving irrigation for fruit tree in the future was put forward to speed up the traditional agriculture transforming to high quality, high yield and high efficiency.

Key words: fruit tree; water saving irrigation; sater conservation technology