

葡萄园水肥一体化研究进展

闵卓¹, 房玉林^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘要:水肥一体化技术是一项高效的节水、节肥技术,被广泛应用于葡萄园的水肥管理中。该研究在查阅大量相关文献的前提下,对该项技术的概念、发展历程及优缺点进行了简要的阐述,并通过对国内外葡萄园水肥一体化的应用和研究现状进行了分析,指出了葡萄园水肥一体化技术的发展前景。

关键词:葡萄园;水肥一体化;研究进展;发展前景

中图分类号:S 663.106 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)23-0180-04

近年来,随着生活水平的提高,健康问题日益成为人们关注的焦点,与此同时,葡萄酒的抗癌、抗脑血栓、美容养颜等各种功效日益引起人们的注意,这就促使越来越多的人开始饮用葡萄酒和大量食用鲜食葡萄,从而促进了葡萄与葡萄酒产业的迅速发展。在其蓬勃发展过程中,越来越多的人开始关注葡萄与葡萄酒的质量问题。而诸多影响葡萄与葡萄酒质量的因素中,葡萄园的水分和养分管理是关键因素。

在我国,早期的葡萄园管理中,灌溉和施肥是分开进行的,将肥料撒施、沟施或穴施后,灌水或等待降雨以融化肥料来滋养葡萄树。这种方法有明显的缺点:有的根系因远离肥料位置而吸收不到肥,而肥料集中的部位又无法被根系吸收而被浪费掉,大大降低了肥料利用率,同时增大了生产成本,造成了地下水的污染,对环境也造成了不利影响。近些年,随着全球气候变暖,水分缺乏已日益成为制约葡萄与葡萄酒产量和品质的重要因素,因此,对传统的水肥管理方法进行改进势在必行。多年来一些先进国家利用果园铺设的滴灌系统进行施肥,效果理想,具有节水、节能、省工、高效、环保等特点,自引进国内开始逐渐被推广应用。目前该项技术已被广泛应用在葡萄园的水肥管理方面,对葡萄与葡萄酒的产量和品质都起到了关键性的作用。现从葡萄园水肥一体化技术的概念、发展历程、优缺点、研究现状及发展前景等方面进行了综述。

1 水肥一体化技术的概念

水肥一体化技术是一项将灌溉与施肥相融合进行灌水施肥的技术,又被称为“灌水施肥”、“水肥耦合”、“加肥灌溉”、“肥水灌溉”等,是借助压力系统(或地形自然落差)将可溶性固体或液体肥料,按土壤养分含量和作物种类的需肥规律和特点^[1-2]制备成肥水混合的液体,再利用可控管道系统将水和肥通过管道和滴头形成滴灌,适时、适量的输送到作物的根系周围,使水和肥在土壤中以优化的组合状态供应给作物吸收利用的一种技术。水肥一体化技术是发展资源节约型可持续农业的重要途径,尤其在干旱、半干旱地区的农业生产中,必将发挥愈来愈大的积极作用,存在巨大的推广空间。

2 水肥一体化技术的发展

早在公元前 400 年就出现了水肥一体化的雏形,直到 20 世纪 60 年代初期,随着塑料产业的发展,以色列开始研究和发展滴灌。至 60 年代末期,水肥一体化技术开始被应用。目前,以色列在果园、温室、大田、绿化等方面已全面应用此项技术,应用面积占灌溉面积的 67.9%,居世界之首。90%以上的以色列农作物采用灌溉系统施肥,主要应用在马铃薯、玉米、棉花、葡萄等作物上。除了以色列,美国、法国、澳大利亚等国家也是水肥一体化较为普及的国家。从世界范围内来看,水肥一体化技术在经济发达的国家和干旱缺水的国家应用广泛^[3]。

我国于 1974 年从墨西哥引进滴灌设备,试点总面积 5.3 hm²,自此开始深入研究滴灌技术。1980 年,我国自主研发生产了第一代滴灌设备^[4]。1981 年起,逐步开始规模化生产,在应用上由试验、示范到大面积推广。20 世纪 90 年代后,水肥一体化理论及技术逐步得到更多的重视,促使微灌施肥的面积逐步扩大。当前,该项

第一作者简介:闵卓(1990-),女,硕士研究生,现主要从事葡萄栽培生理与生态学领域等研究工作。E-mail:1031759649@qq.com.

责任作者:房玉林(1973-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事葡萄栽培生理与生态学等研究工作。E-mail:fangyulin@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:国家现代农业(葡萄)产业技术体系资助项目(nycytx-30-2p-04);陕西省科技攻关资助项目(2012K01-25)。

收稿日期:2014-09-04

技术已由过去的局部试验、示范发展,到现在的大面积推广应用,辐射范围从华北地区扩大到西北旱区、东北寒温带和华南热带地区,覆盖设施栽培、果树栽培、无土栽培及蔬菜、苗木、花卉、大田经济作物等多种栽培模式和作物,特别是西北地区的膜下滴灌施肥技术处于世界领先水平。

当前,我国水肥一体化技术的发展有 2 种模式:低级模式和高级模式。将肥料溶解于水中,采用人工淋施、浇施或冲施的技术称为低级模式,此种方法一般比较简单、实用,但比较耗费劳动力,目前华南地区大多采用这种方法。而水肥一体化的高级模式开始于 20 世纪 90 年代,最早主要应用于大棚蔬菜及新疆棉花膜下滴灌,面积超过 167 万 hm^2 ,主要有喷灌、滴灌、渗灌等方法。这种模式主要是机械化操作,解决了费工的缺点,并具有节水、节肥、降污等优点。

3 水肥一体化技术的优缺点

3.1 水肥一体化技术的优点

与大水漫灌相比,微灌条件下的土壤水肥运行规律有很大的不同,其灌溉和施肥的理论及方法发生了革命性的变化,成为一种全新的灌溉、施肥技术。其主要特点表现为:小流量、长时间、高频率、局部灌溉、按需分配^[5-6]。该项技术主要有以下特点。

3.1.1 高效节水,提高了水的利用率 该项技术通过可控管道,准确、适时、适量的向作物的根部供水,使主要根系区的土壤始终保持疏松和适宜含水状态,解决了在传统灌溉模式中出现的“在运输途中或非根系区浪费”的问题,减少了水分的下渗和蒸发,节水率为 30%~40%^[7]。

3.1.2 减少肥料的流失,提高肥料利用率 灌溉施肥的肥效快,养分利用率提高,可以避免肥料施在较干的表土层易引起的挥发损失、溶解慢及最终肥效发挥慢的问题。有关研究发现,相比于肥料撒施,灌溉施肥可以使土壤中磷含量保持在较高水平,更有利于作物根系吸收养分。在同等条件下,通常可节约肥料 30%~50%^[8]。

3.1.3 减少劳动强度及由于大量使用肥料造成的污染 采用水肥一体化技术,只要前期做好准备,在后期主要是机械化操作,可减少人力的使用,这种有针对性和准确性的机械化操作,大大减少了水分的浪费和肥料的过度使用,同时减少了土壤养分流失造成的地下水污染。

3.1.4 提高作物品质和产量 水肥一体化技术通过人为定量调控满足作物在关键生育期的水肥需要,使作物在生产上可达到高产量、高品质。据调查,广西省都安县项目示范果园示范作物“桂葡 1 号”葡萄,应用水肥一体化滴灌技术后,实现了一年两季葡萄高产稳产目标,示范果园区 2009 年 7 月第一季葡萄每 667 m^2 产量达

1.205 t,第二季每 667 m^2 产量 1.1 t 左右^[9]。

3.1.5 改善土壤微环境 水肥一体化技术使土壤容重降低,孔隙度增加,增强土壤微生物的活性,减少养分损失,从而降低了土壤次生盐渍化的发生和地下水资源的污染,耕地综合生产能力大大提高。

3.2 水肥一体化技术的缺点

该项技术需要果园里有微灌设备,有井、水库、蓄水池等固定水源及微喷施肥或自动灌溉施肥系统,前期一次性投资较大;对管理人员要求高,需进行专业培训;由于该技术在国内外推广应用时间较短,设备和专用肥料在市场上购买渠道少;长期应用该项技术,可能造成湿润区边缘的盐分积累,并对作物造成一定的限根效应。

4 国内外葡萄园水肥一体化技术的研究进展

在灌溉施肥技术推广之前,绝大部分葡萄种植采用大水漫灌的方式进行灌溉,水资源浪费严重,并且对葡萄的产量和品质会产生一定的负面影响。从早期的漫灌给水、使用有机肥料为主到目前出现的喷灌、滴灌、渗灌等灌溉技术,以及使用工业化肥为主的发展历程中,众多研究人员对葡萄园的水肥管理进行了大量的研究^[10]。

4.1 我国葡萄园水肥一体化技术的研究进展

我国于 1974 年开始有滴灌设备,1980 年生产研制了第一套整套的滴灌设备,到 20 世纪 90 年代开始进行灌溉施肥的研究,拉开了灌溉施肥的序幕。经过 30 多年的发展,我国的灌溉施肥技术已经大面积推广^[11]。据资料显示,2001 年我国灌溉施肥面积约 6.7 万 km^2 ,已经覆盖各个地区,被应用于设施栽培、无土栽培、果树栽培、蔬菜及花卉等多种栽培模式和作物。

4.1.1 不同灌溉方式的研究 研究表明,不同的灌溉方式对葡萄的品质会产生不同的影响^[12]。早期的大水漫灌方式,造成水资源的浪费严重。随着水资源匮乏的问题日益突出,葡萄种植受到影响,在此基础上,滴灌技术被提出。目前的葡萄园管理中,应用较多的有滴灌和沟灌 2 种灌溉方式,虽然滴灌一次性投资比沟灌大,但可以大大节约灌水量,而且地形适宜性强,适合葡萄灌溉需求,可提高葡萄产量和质量^[13]。在滴灌施肥基础上发展起来的根系分区交替灌溉可达到大量节水、提高葡萄品质和成熟度的目的,但不会明显降低葡萄的产量。与常规滴灌相比,根系分区交替灌溉灌水量减少 1/2,水分利用效率提高 37.36%,浆果维生素 C 及可溶性固形物含量显著提高,果酸含量降低,成熟度有明显改善,但葡萄产量不会显著下降。这种灌溉方式是西北旱区果园有效节水的最佳灌溉模式^[14]。通过建立葡萄园根系分区灌溉条件下的土壤水分动态模型,可以观测到一个灌水周期内葡萄根系对水分的吸收情况^[15],这样能够很好的掌握葡萄在不同时期的需水情况,从而对葡萄园进行

针对性的管理。调亏灌溉技术首先应用在果树的灌溉上,主要是在果实的生长阶段,对其施加一定的水分胁迫来提高作物的品质,并达到高效、节水的目的^[16]。在葡萄的萌芽期和抽穗期进行调亏灌溉可达到补偿生长效应,土壤含水量达到40%时,葡萄的产量可以增加4.6%,在葡萄的花期进行调亏灌溉可以增加葡萄的单粒重^[17]。灌溉施肥技术是近几年葡萄园管理中应用最广泛的灌溉方式。葡萄园进行灌溉施肥的效果明显优于漫灌施肥,进行滴灌施肥的葡萄园667 m²产量可达220.38 kg,漫灌施肥667 m²产量94.45 kg,相比提高了125.93 kg/667m²,并且用水量和施肥量大幅减少,葡萄产量和品质明显提高^[18]。

4.1.2 合理施肥的研究 肥料是果树生长的关键因素,施肥方式也成为决定果园产量的重要因子^[19]。在灌溉施肥过程中,肥料的添加量是影响水肥一体化的重要因素。肥料的使用会通过影响葡萄的产量和品质而影响葡萄酒的质量。有研究表明,葡萄在萌芽-开花期,滴灌追施氮、磷、钾的比例为1:0.26:0.12,在葡萄果实生长期滴灌追施氮、磷、钾的比例为1:1.54:1.97时,能够显著提高葡萄的产量^[20]。当水肥配合使用时,水分和肥料之间的交互作用能够有效提高葡萄的产量和品质,施肥有明显的调水作用,而灌水也有明显的调肥作用,灌水能够促进葡萄对养分的吸收,提高果树对氮、磷、钾的利用率^[20]。合理的水肥调控措施,不仅可以减少农民的投资,而且可以提高水肥的利用率、葡萄的产量和质量,进而提高农民的收益。

4.2 国外葡萄园水肥一体化技术的研究进展

滴灌技术在国外已有30~40年的发展历史,已经形成了相对完善的技术开发和服务体系。据2000年统计发现,美国有将近2 553.6万hm²灌溉面积,其中美国加州有32万hm²滴灌葡萄。1960年滴灌技术首次在美国圣地亚哥实施,到1971年美国圣华金河谷首次将滴灌技术应用到葡萄种植方面,并发现滴灌技术可将肥料均匀、集中地分配到葡萄的根系,具有其它传统灌溉和施肥技术无法比拟的优势^[21]。

4.2.1 不同灌溉方式的研究 早期的葡萄园灌溉主要是沟灌,发展到现在的滴灌灌溉方式,提高了葡萄的产量和质量。相比于单纯的滴灌和沟灌,水溶性肥料灌溉施肥能够提高马铃薯的产量、肥料使用率、作物根系生长和对氮、磷、钾的吸收,减少土壤NO₃-N丢失^[22]。喷灌施肥较高的均匀性使NH₄-N的分布更加的均匀,并且对土壤干物质,氮的吸收和作物产量没有影响^[23]。葡萄树的灌溉是保障葡萄酒质量的重要因素。然而在实施灌溉时,必须要考虑到资源的合理利用及避免过多浪费的问题。灌溉的时机和程度是研究难点之一^[17]。适时的灌溉能够减少葡萄浆果在收获前的开裂^[24]。葡萄

园灌溉过程中采用调亏灌溉和局部根系干旱灌溉,可以减少水分利用的50%,不影响产量并能对产品质量产生一定的影响。调亏灌溉是葡萄园管理中提高水分利用率的最有效方法,从生理和分子层面了解葡萄树对水分胁迫的反应,能够更好的优化灌溉技术及确定最适灌溉条件^[25]。在世界各地,局部根系干旱灌溉已成功的被应用于葡萄树的水分利用上,大量关于葡萄园应用局部根系干旱灌溉技术的研究,发现其在葡萄树灌溉方面的适用性^[26]。并且葡萄树局部根系灌溉比调亏灌溉更能促使葡萄浆果表皮花青素和酚类物质含量的增加^[27]。

4.2.2 合理施肥的研究 氮肥是葡萄生长过程中需要量较大的元素,施用氮肥可以增加葡萄枝叶的数量,使树体变得强壮,促进葡萄副梢的萌发,并提高葡萄的产量。葡萄园在实施灌溉施肥过程中,向灌溉水中加入肥料的量将会成为制约葡萄生长、发育的因素。Peacock等^[28]2005年研究发现,硼在土壤中的含量一般在0.15~1.00 mg/kg,在叶组织中的含量在30~80 mg/kg最为合适,硼过多或过少都会对葡萄的生长及产量产生负面的影响。灌溉施肥过程中加入肥料的时间不同,对作物的产量会产生不同的影响^[29]。研究者发现,在灌溉循环的最后很短时间内加入肥料并且高频率的灌溉施肥,能够有利作物对氮的吸收,减少氮的浸出^[30]。电子舌传感系统已被应用到灌溉施肥技术,主要用来观察灌溉施肥过程中溶液的肥料组成^[31-32]。将电子舌技术应用到葡萄园的水肥一体化中,检测施肥情况,将成为一种可能。

5 葡萄园水肥一体化的发展前景

在我国发展节水农业是形势所迫。作为水资源严重短缺、人均占有量仅为世界平均水平1/4、居世界第109位的国家,应用该项技术不仅可以缓解水资源短缺的现状,而且要考虑其对环境的保护效应。同时,我国也是世界化肥消耗大国,单位土地面积施肥量居世界前列,化肥的生产过程会消耗国家大量的能源,因此所有节省施肥的措施就是节省能源的措施。水肥一体化技术的推广应用不仅可以节水、节肥,其引发的必将是中国农业有传统走向现代化的一场具有深远意义的重大变革。

水肥一体化技术必将成为葡萄园水肥管理的一种趋势,并被大面积推广。但因前期投入比较大,在很多葡萄园种植地区,农民收入较低,一般很难接受这种高成本的投入,而且很多葡萄园种植户由于缺乏了解,觉得滴灌是“一滴一滴”的,不能充分供给葡萄所需要的水分,所以中国的大部分葡萄栽培区还是采用传统的灌溉施肥方式,还需要一段时间才能够大范围实现水肥一体化。

参考文献

- [1] 贾永国,张双宝,徐淑贞,等.滴灌条件下不同供水方式对日光温室桃树耗水量产量和水分利用效率的影响[J].华北农学报,2007,22(2):111-114.
- [2] 陈碧华,郝庆炉,段爱旺,等.水肥耦合对番茄产量和硝酸盐含量的影响[J].河南农业科学,2007(5):87-90.
- [3] 高鹏,简红忠,魏样,等.水肥一体化技术的应用现状及发展前景[J].现代农业科技,2012(8):256-257.
- [4] 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.
- [5] 李久生.滴灌施肥灌溉原理与应用[M].北京:中国农业科学技术出版社,2003.
- [6] 张文忠,闻秀清,赵秀珍.合理施肥的几个问题探讨[J].内蒙古农业科技,2003(S2):100.
- [7] 薛守攻,钱峰.设施蔬菜的水肥一体化[J].吉林蔬菜,2010(4):98.
- [8] 张承林,郭彦彪.灌溉施肥技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [9] 钱开胜.广西水肥一体化技术果园示范项目成效显著[J].中国果业信息,2009(12):6.
- [10] 罗顺.膜下滴灌水、肥对酿酒葡萄生产和产量的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [11] 王留运,叶清平,岳冰.我国微灌技术发展的回顾与预测[J].节水灌溉,2000(3):3-7.
- [12] 王利军,陈佰鸿,曹建东,等.不同节水灌溉方式对赤霞珠生长与果实品质的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2010(5):31-34.
- [13] 范翔.节水灌溉技术在葡萄园中的应用[J].河南水利与南水北调,2009(7):29-30.
- [14] 杜太生,康绍忠,闫博远,等.干旱荒漠绿洲区葡萄根系分区交替灌溉试验研究[J].农业工程学报,2007(11):52-58.
- [15] 周青云,唐绍忠.葡萄根系分区交替滴灌的土壤水分动态模拟[J].2007,10(38):1245-1252.
- [16] 王开荣.不同肥水管理措施对大棚葡萄生长结果的影响[D].南京:南京农业大学,2006.
- [17] 刘洪光,何新林,王雅琴,等.调亏灌溉对滴灌葡萄生长与产量的影响[J].石河子大学学报(自然科学版),2010(5):610-613.
- [18] 荆淑香,刘尚雷,于文涛,等.葡萄加肥灌溉对肥水利用率的影响试验初探[J].农业科技通讯,2010(10):73-74.
- [19] 张钰娟,李凯荣,牛振华,等.果园水肥管理研究综述[J].中国农学通报,2005(7):302-307.
- [20] 梁智,冯耀祖,周勃,等.葡萄滴灌施肥的 NPK 配比研究[J].土壤肥料,2005(3):42-44.
- [21] Peacock W L. Fertigating drip-irrigated vineyards with macro-and micronutrients[C]//Proceeding of the soil environment and vine mineral nutrition symposium, American Journal of the Environment and Viticulture,2004:129-133.
- [22] Hebbar S S, Ramachandrapa B K, Nanjappa H V, et al. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) [J]. European Journal of Agronomy, 2004, 21(1):117-127.
- [23] Li J S, Li B, Rao M J. Spatial and temporal distributions of nitrogen and crop yield as affected by nonuniformity of sprinkler fertigation[J]. Agricultural Water Management, 2005, 76(3):160-180.
- [24] Hocking A D, Leong S L L, Kazi B A, et al. Fungi and mycotoxins in vineyards and grape products[J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 119(1-2):84-88.
- [25] Chaves M M, Zarrouk O, Francisco R, et al. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data[J]. Annals of Botany, 2010, 105(5):661-676.
- [26] Spreer W, Ongprasert S, Hegele M, et al. Yield and fruit development in mango (*Mangifera indica* L. cv. Chok Anan) under different irrigation regimes[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(4):574-584.
- [27] Chaves M M, Santos T P, Souza C R, et al. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality [J]. Annals of Applied Biology, 2007, 150(2):237-252.
- [28] Peacock W L, Christensen L P. Drip irrigation can effectively apply boron to San Joaquin Valley vineyards[J]. California Agriculture, 2005, 59(3):188-191.
- [29] Hou Z N, Chen W P, Li X, et al. Effects of salinity and fertigation practice on cotton yield and N-15 recovery[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(10):1483-1489.
- [30] Gardenas A I, Hopmans J W, Hanson B R, et al. Two-dimensional modeling of nitrate leaching for various fertigation scenarios under micro-irrigation [J]. Agricultural Water Management, 2005, 74(3):219-242.
- [31] Darder M, Valera A, Nieto E, et al. Multisensor device based on Case-Based Reasoning (CBR) for monitoring nutrient solutions in fertigation[J]. Sensors and Actuators B-Chemical, 2009, 135(2):530-536.
- [32] Gutierrez M, Alegret S, Caceres R, et al. Application of a potentiometric electronic tongue to fertigation strategy in greenhouse cultivation[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2007, 57(1):12-22.

Research Progress About Integration of Water and Fertilizer of Grapevine

MIN Zhuo¹, FANG Yu-lin^{1,2}

(1. College of Enology, Northwest Agriculture and Forestry Science and Technology University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: The integration of water and fertilizer was a technique that can be used to save water and fertilizer, which was widely used in the management of vineyard. On the premise of consulting a large number of relevant literature, the concept, the development and the advantages and disadvantages of the technology in this paper were briefly described and the application and research progress of the technology used in vineyard at home and abroad were analyzed too, also its development prospect was stated briefly.

Keywords: vineyard; integration of water and fertilizer; research progress; prospect