

建立节水灌溉技术体系发展高产优质果园*

朱德兰 王得祥 贾锐鱼
(西北农林科技大学 陕西杨陵 712100)

摘 要: 在总结近年来试验研究和调查资料的基础上, 提出了渭北旱塬高产优质果园建设的节水灌溉技术体系, 即节水灌溉工程技术、合理的灌溉制度、以提高水分利用效率为中心的农业节水与生物节水措施以及建立节灌管理体系和推广体系, 可作为该地区发展高产优质果园的依据。
关键词: 灌溉制度 农业节水 生物节水 果园
中图分类号: S 607.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005- 3409(2000) 01- 0073- 04

Establishing Water-saving Irrigation System and Developing High Yield and Quality Orchard

ZHU De-lan WANG De-xiang JIA Rui-yu
(Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry Yangling Shaanxi 712100)

Abstract Based on the data of field research and investigation, the water-saving irrigation systems for high yield and quality orchard in the drought land of Weibei area, such as engineering techniques of water-saving irrigation system, reasonable irrigation methods in order to raise water using efficiency, and also management and generalization system were suggested, which can be regard as a base to develop high yield and quality orchard in this area.
Key words irrigation system agricultural water-saving biological water-saving orchard

我国的苹果栽培区主要分布在山东、陕西以及河南、辽宁、山西、甘肃等省区, 北方地区是苹果的主产区。渭北地区海拔高、光热资源丰富、昼夜温差大, 独特的自然资源条件使之成为我国著名的苹果产区。但该区降水年际、年内分配不均, 水资源开发利用难度大, 成为制约苹果生产发展的主要因素。因此在该地区总结研究适宜的节水灌溉工程技术、合理的灌溉制度以及提高降水利用率的技术具有十分重要的意义。

1 自然条件

渭北地区位于黄土高原南部, 地貌类型复杂, 由塬地、梁峁坡地、谷坡地、谷底地组成, 其中塬地和谷底地占总面积的 80% 以上。地下水埋藏深, 难于利

用, 大部分地区沟道深切, 利用径流水的难度也较大。该地区年平均温度 5~14℃, 0℃积温 3 000~3 900℃, 无霜期 150~200 d, 年降水量 480~650 mm, 年农田水分亏缺量 200~300 mm, 其中春季亏缺 100~150 mm, 夏季亏缺 0~100 mm, 秋季一般年份均有盈余。该区光热资源丰富, 约为 5×10⁹ J/m², 除略低于我国的新疆和青藏高原区外, 均高于国内其它地区, 雨热同季, 且与果树生长季吻合, 是建立黄土高原优质果品基地的最佳区域。

2 节水灌溉工程技术

节水灌溉措施的选择不仅与灌水质量有关, 更重要的是与当地的地形条件、经济状况、管理水平、水源电力条件等有关。渭北地区 70% 以上为旱地农

* 收稿日期: 2000- 01- 01
本研究属国家重点攻关项目“黄土高原南部残塬沟壑区高产型粮果林研究(淳化)”子专题部分内容。

业, 水资源利用难度大, 大部分地区仅有零星的、少量的水源作果园补充灌溉。从地形条件看, 坡地较多, 适宜自压灌溉; 从经济状况看, 虽然近几年以苹果作为支柱产业, 使当地经济呈现较大的增幅, 但总体水平仍然较低, 节灌工程 1 hm^2 投资不宜超过 9 000 元。就管理水平而言, 农村实行联产承包责任制, 土地由一家一户经营管理, 所以节灌工程规模不宜太大, 最好以户为单位安装、管理。鉴于上述原因, 我们于 1997 年在淳化泥河沟试区, 按照地形条件设计安装了 2 hm^2 自压节灌工程, 试区规划设计总的原则是因地制宜、合理布置、管线最短、费用最省以及运行管理方便, 尽量利用小水源自成体系, 按照地面高差将区划分为微喷、滴灌、小管出流、渗灌、穴灌等五个示范区, 以便积累经验, 指导群众根据各自的条件选择适宜的灌水方式。

2.1 滴 灌

滴灌是最适宜果园灌溉的一种方式, 种类主要由灌水器决定, 目前常见的有孔口滴头滴灌、发丝管滴灌、管式滴头滴灌、压力补偿式滴灌, 另外还有双腔毛管滴灌、膜片式多孔灌^[1~2]等。田间 1 hm^2 投资 4 500 ~ 12 000 元不等, 考虑到自压灌溉水压力限制及经济、管理等因素, 以价格低廉、构造简单、低压大口为选择原则。我们采用孔口滴头滴灌和膜片式多孔灌, 经过三年的试验, 经济效益显著, 管理方便, 春季安装, 上部用薄层土覆盖, 冬季收回室内保存, 使用寿命在 5 a 以上。孔口滴头滴灌的地形高差应在 5 m 以上, 膜片式多孔灌适宜水压力在 0.2 ~ 2 m 之间。

2.2 微 喷

微喷集喷灌、滴灌技术之长, 比喷灌节水、节能, 比滴灌抗堵塞, 既可以增加土壤水分又可以提高空气湿度, 起到调节田间小气候的作用。微喷头可直接插在毛管上, 也可以用直径为 4 mm 的微管与毛管连接。微喷头造价差别很大, 国产双向折射式微喷头 (1 元) 和美国雨鸟三件套 LWP 型 (15 元) 相差 14 元, 田间 1 hm^2 投资亦介于 6 000 ~ 22 500 元之间。我们在试区采用莱芜塑料制品厂生产的双向折射式微喷头, 田间 1 hm^2 投资 6 000 元, 运行三年以来, 堵塞、损坏现象少。微喷要求的水压力在 10 m 以上, 地形高差较大时, 应优先采用。

2.3 小管出流

小管出流克服了滴头堵塞的缺点, 直接用安装在毛管上的直径为 4 mm 的微管灌既, 优点是造价低廉、管理方便、对水压力没有严格要求; 缺点是满足灌水均匀度的允许毛管长度仅为 30 m, 田间 1 hm^2 投资 37.50 元。所以当田间地块长度小于 30 m

时, 优先选择小管出流。

2.4 渗 灌

渗灌是通过管壁上的小孔渗出水滴湿润根系土壤, 可以人工钻孔, 也可以利用特制的渗灌管, 优点是给根系直接供水, 防止蒸发, 水分利用效率最高。在实验中, 我们利用 1 mm、1.5 mm 两种规格的打孔器钻孔, 将毛管埋入地面以下 30 cm 处进行渗灌, 运行一年后检查, 结果发现孔径为 1 mm 的毛管 60% 的孔被堵塞, 孔径为 1.5 mm 的毛管 40% 的孔被堵塞。渗灌 1 hm^2 投资为 3 000 元, 水压力为 0.2 m 以上即可, 但由于渗灌堵塞严重, 应用时需慎重考虑。

2.5 穴 灌

穴灌是在果树株间开挖 60 L 左右的渗池, 池壁用黏性土衬护, 池中用杂草填充, 上部用农膜覆盖。此类穴灌的优点是制作简单、省工省钱、配肥地力, 使用年限可达到 3 a, 直接将水分补充到果树根区, 水分利用效率很高。在 1997 年的特旱年, 穴灌补水的试验树, 净增值率高达 58.7% (参考“渭北地区旱地果园穴灌节水灌溉技术研究”), 在“水贵如油”的旱地果园, 该法值得大面积推广。

2.6 经济效益分析

没有效益的事业是难有生命力的, 节水灌溉也不例外, 为使节水灌溉事业健康发展, 必须始终坚持以经济效益为中心。只有让群众从节水灌溉中得到实实在在的经济利益和好处, 才能激发他们发展节水灌溉的主动性和积极性。关于经济效益分析可参考文献“果园不同节水灌溉经济效益分析”^[3]。

3 因地制宜适时适量灌水

灌溉制度大致可分为三类: (1) 丰水高产灌溉制度, 即全生育期供给充足的水分, 作物获得最大产量。(2) 非充分灌溉制度, 在灌溉水源有限的条件下把有限的水最优分配到作物各阶段, 使有限水的经济效益最大。(3) 调亏灌溉制度, 从作物生理角度出发, 在一定时期主动施加一定程度的有益的亏水度, 使作物经历有益的亏水锻炼后, 达到节水增产, 改善农产品品质的目的。如果当地水资源供应充足, 灌溉主要是为了获得最大产量, 采用丰水高产制度, 如果水资源匮乏时, 人们关心的是每单位的水量如何获得最大产量, 必须通过非充分灌溉制度或调亏灌溉制度来实现。

在渭北地区果园, 通过 3 a 丰水高产制度研究, 对非充分灌溉制度进行了初步探索, 结果见表 1、表 2。

表 1 苹果高产的灌溉制度

水文年	灌水定额/ m ³ · hm ⁻²	灌溉定额/ m ³ · hm ⁻²	灌水次数				总灌水次数
			花芽期	幼果期	膨大期	休眠期	
丰水年	330	330				1	1
平水年	330	1320		1	2	1	4
偏旱年	330	1980	1	1	3	1	6
特旱年	330	2640	1	2	4	1	8

* 在小管出流条件下得到。

表 2 非充分灌水灌溉制度

频率年	灌水定额/ m ³ · hm ⁻²	灌溉定额/ m ³ · hm ⁻²	灌水次数			合 计
			幼果期	膨大期	休眠期	
丰水年	105	105			1	1
平水年	105	210		1	1	2
偏旱年	105	315		2	1	3
特旱年	105	420	1	2	1	4

* 在穴灌条件下得到。

对于不同的灌水方式, 灌水定额应适当增减, 一般情况下, 与大水漫灌相比, 微喷节水 40%、滴灌节水 60%、渗灌节水 80%。

4 果树综合节水技术

4.1 地膜覆盖与节水灌溉工程措施相结合

实行地膜覆盖, 能够减少地面蒸发、提高地温、使果实早熟、提高果实质量和产量, 尤其是与节水灌

溉工程措施结合, 能够带来显著的经济效益。1997 年属特旱年, 果树生育期有效降雨量仅 309.5 mm, 我们在淳化试区对 10 a 树龄的青冠果树进行穴灌加地膜覆盖效应研究, 共设四种处理, 分别为: 穴灌加地膜覆盖()、覆盖()、穴灌()、不灌不盖()。灌水时间为 5 月、6 月、7 月、8 月, 灌水定额为 70L/株, 对其进行水分利用效益分析, 结果见表 3。

表 3 地膜覆盖与穴灌结合的水分利用效率分析

处理	萌芽期土壤含水量/ mm	收获期土壤含水量/ mm	生育期有效降雨量/ mm	灌水量/ mm	耗水量/ mm	产量/ kg · hm ⁻²	水分利用效率/ kg · mm ⁻¹ · hm ⁻²
	163.4	123.8	309.5	41.98	391.08	42000	107.4
	169.0	121.3	309.5		357.2	35700	99.9
	160.9	98.1	309.5	41.98	414.37	39375	94.95
	156.3	96.4	309.5		369.43	32025	86.55

从表 3 可以看出, 穴灌结合覆盖水分利用率最高, 覆盖次之, 穴灌第三, 说明在特旱年, 覆盖地膜具有显著的节水增产效果。

4.2 窑窖集流, 节水灌溉

在渭北地区, 年平均降雨量为 60 mm 左右, 集中在 6~9 月份, 多以暴雨形式出现, 形成地面径流, 果树季节性干旱经常发生, 因此, 建设窑窖, 汇集地表径流, 节水灌溉, 是高效果园建设的重要途径。不同补水量对果树生长发育、产量、品质的影响可参考文献“渭北地区苹果高产灌溉制度研究”、“穴灌节水灌溉技术研究”。

4.3 平地缩块

对于自流沟灌果园, 田块过长, 兼之土地不平,

使上游段与下游段的灌水均匀度很低, 上游段土壤水形成深层渗漏, 下游段不满足作物需水要求。据河套灌区试验, 土地平整的田块较不平整的田块可节水 40%左右; 长 200 m、宽 3 m 的田块灌水定额为 2 250 kg/hm², 而长 50 m、宽 3 m 的田块灌水定额仅 750 kg/hm²。另据甘肃省水利厅调查: 0.033 hm² 的田块比 0.067 hm² 的田块, 每公顷可节水 468 m³, 比 0.1 hm² 的田块每公顷可节水 974 m³。因此, 从目前生产水平看, 田块长应小于 100 m, 宽 3 m 左右为宜。

4.4 深耕、施肥充分利用土壤深层储水

黄土土壤土层深厚, 质地疏松, 持水空隙率高, 具有很强的蓄存和调节水分的功能。如果作物对水

的利用层以 2 m 深计算,则可蓄存 550~600 mm 水分,所以土壤本身是一个巨大的天然水库,凡是有利于土壤储水、有利于作物根系扩展的技术都是十分重要的。深耕可以减少土壤机械阻抗,增加通气性,除了具有增加降水入渗和土壤蓄水的作用外,还可以明显的促进根系的扩展和下扎。根的生长与土壤肥力有关,根系具有“趋肥性”。据 1997 年 8 月观察,在灌水量相同的情况下,25 d 无雨,果树肥力高的地块比肥力低的地块,叶片卷曲现象晚出现 10 d,肥力使深层土壤水得到开发利用。另据西北水保所对玉米地的调查表明,在 80 cm 土层以上,多肥地玉米几乎利用了全部有效水分,而一般地利用较少;在 80 cm 土层以下多肥地玉米利用了大量深层储水,一般地基本上没有利用。整个玉米生育期,多肥地比一般地从土壤中多调用了 66 mm 的水,相当于旱地玉米整个生育期耗水量的 1/4,这就是“以肥调水”的作用。所以,在提高水分利用效率技术中,不能忽略施肥。

4.5 控制叶面蒸腾的生物节水措施

植物根系吸收水分中大约有 99% 通过叶片气孔的蒸腾作用散失到大气中。本世纪初以来,人们就开始利用化学物质降低蒸腾作用的试验,希望能够找到减少蒸腾损失的方法达到以下目的:一是保证供应作物的水分不过度耗竭;二是改善作用的水分状况,不致使作物受到水分胁迫的危害。De 与 Patil 等在旱地小麦上使用抗蒸腾剂的实验表明,在播种后 45 d 叶面喷施 6% 的高岭土溶液,叶温较对照低 1~2.5℃,蒸腾较低,产量较对照有明显提高,在不同降水年份,产量提高幅度为 16.5%~27.7%。在果园中,目前叶面喷施果壮精、果抗乳、果福露等起到了良好的抗旱节水效果。

5 加强节水管理措施

不论采用什么灌溉技术,管理跟不上去,就可能造成水的浪费。管理主要包括以下内容:第一,工程管理,工程是管理的对象,管理是工程的延续。在自压微灌工程中过滤器要经常清洗,发现损坏应及时修复或更换,裸露地表的塑料管道应覆草或覆土以避免太阳直接暴晒;每年灌溉结束后,应将地面毛管连同灌水装置卷成盘状,就地挖坑埋存或存放在库

房内;对埋管道用化学药剂消毒处理,防止微生物生长;对管道进行定期冲洗,经常检查灌水器的工作状态并测定流量,流量普遍下降是堵塞的第一个征兆。第二,土壤水分监测,对土壤水分进行长期定点、定位测定,了解天然墒情,根据土壤墒情及降雨情况适时适量灌水。第三,果园田间管理,精耕细作的田间管理对节水起非常重要的作用,例如,土壤深耕、中耕除草、合理密植、修剪、疏花疏果等均能提高水分利用效率。

6 建立节水技术推广体系

为了使节水灌溉技术得到大面积应用,首先必须抓好示范试点,做到由点到面。淳化试区于 1997 年建立 2 hm² 节水灌溉示范园,多次召开现场会,召集县、乡、村委负责人到示范园参观、学习。试区工作人员与淳化县各部门多次组织“科技三下乡”活动,印发节灌材料 10 000 册,使果农对节灌技术有了一定认识。在没有国家扶持、地方投资情况下,在淳化县润镇、嘴头、九庄、地亩庄等地,果农自发在田间地头修建蓄水池,进行渗灌和滴灌,说明节水灌溉已被农民接受,已经有了喜人的发展势头。

7 结论与建议

(1) 果园适宜的节水灌溉工程技术有微喷、滴灌、小管出流、渗灌、穴灌等技术。先进的微喷、滴灌技术,吸收了大量的现代科技成果,代表了本行业当今世界最高技术水平,适合现代化的农业生产,只要各方面条件具备,应积极推广。但是在我国不能忽略简易的节水措施,如“穴灌”、“膜片式多孔灌”、“塑料多孔渗灌”等,设备简单,方便易行,虽然灌溉保证率较低,但它能在一定程度上解决生产的实际问题,深受群众欢迎,在经济欠发达地区应适当发展。

(2) 因地制宜建立以“提高水分利用效率”为中心的节水体系,将工程措施、农业措施、生物措施相结合,发挥综合优势,达到节水、高产、高效的目的。

(3) 加强果园高效用水管理。国际上公认节水的潜力 50% 在管理方面,因此必须十分重视节水管理。

(下转第 88 页)

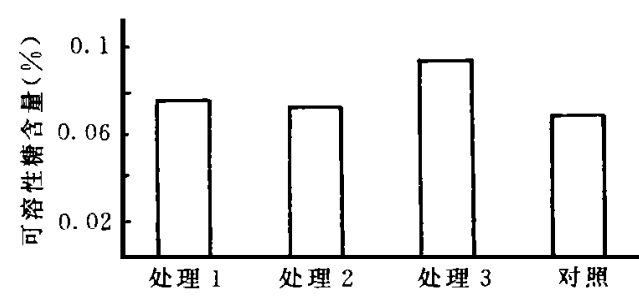


图 4 土壤处理对可溶性糖的影响

表 4 不同施肥方法最佳处理水平表

测试指标	土壤施肥(A)	叶面喷施稀土(B)	叶面喷施硼砂(C)
叶绿素含量	3	2	1
脯氨酸含量	3	2	1
可溶性糖含量	3	2	2
自然饱和亏	3	2	3
临界饱和亏	2	2	1
叶 面 积	3	2	3

4 试验结果

(1) 在较好的立地条件下, 每株 N 肥 1.78 ~ 5. 1 g+ P 肥 8.4 ~ 25. 2 g 的施肥量对大扁杏的光合作用和蒸腾作用影响不大, 而且施肥水平间无显著差异, 施肥量对大扁杏的抗旱性影响不大, 最高的施肥水平对幼树有提高其抗旱性的作用。

(2) 在荒坡条件下土壤施肥(A)和叶面喷施稀土(B)和硼砂(C), 可以明显提高叶绿素的含量, 增大叶面积, 同时对大扁杏的脯氨酸、可溶性糖、饱和亏都有极显著的影响, 而且各水平差异显著, 也就是

参考文献

1 王树纪. 大扁杏- 甜仁杏栽培与利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993

2 王乃江, 赵忠. 大扁杏丰产栽培研究现状[J]. 西北林学院学报. 1998, 13(2): 69 ~ 73

3 陈福明, 陈顺伟. 混合液法测定叶绿素含量的研究[J]. 林业科技通讯, 1984, (2): 4 ~ 8

4 胡新生, 王树绩. 树木水分胁迫生理与耐旱性研究及展望[J]. 林业科学, 1998, 34(2): 82 ~ 82

5 陈惠兰, 王黎. 半干旱地区主要造林树种水分生理研究[J]. 甘肃林业科技, 1990, (1): 12 ~ 21

6 吕忠恕. 果树生理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982, 157 ~ 158

7 连友钦, 郑槐明, 邓明全, 贾慧君, 陈蓬. 林业应用稀土的技术与效果[J]. 林业科学, 1995, 31(5): 453 ~ 456

(上接第 76 页)

参考文献

1 郭慧滨. 国内外节水灌溉发展简介[J]. 节水灌溉, 1998(5): 23 ~ 26

2 陈雷. 节水灌溉是一项革命性的措施[J]. 节水灌溉, 1999(1): 4

3 朱德兰. 果园不同节水灌溉方式的技术经济效益分析[J]. 西北林学院学报, 1998(2): 46 ~ 50

4 山仑, 陈国良主编. 黄土高原旱地农业的理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 1993

5 黄修桥. 关于我国节水灌溉宏观发展的几点思考[J]. 灌溉排水, 1998, 17(4): 53 ~ 56

6 施立民. 宁南山区高效果园建设技术与发展前景[J]. 水土保持通报, 1997, 17(1): 46 ~ 50

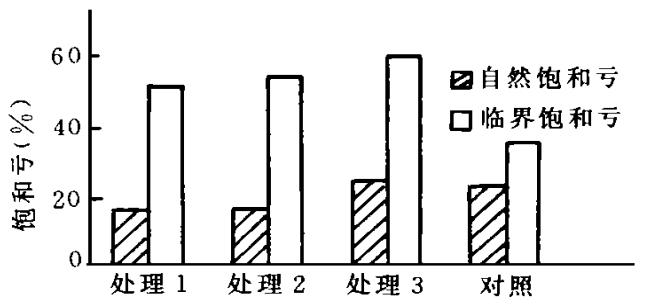


图 5 土壤处理对饱和亏的影响

说以上几种不同的施肥方法都可以明显地提高大扁杏的光合强度和叶面积系数, 增强其抗旱能力。

(3) 荒坡条件下, 土壤的最佳施肥量每株为 N 碳酸氢铵肥料 0.3 kg+ 过磷酸钙肥料 0.21 kg, 叶面喷施稀土的最佳浓度为 400×10^{-6} 叶面喷施硼砂的最佳浓度为 0.2% 水平。

5 讨论与分析

(1) 就光合作用测定的日平均值来讲, 土壤处理的第 2 水平, 其各项光合指标都小于水平 1 和水平 3, 其原因主要在于水平处理 2 的样树位于其它二个处理之间, 受到环境条件影响较小。而水平 1、3 样树能充分吸收和利用样地以外的养分, 使其观测值和对对照无差异。

(2) 由于样地密度较大, 面积较小, 水肥条件充足, 虽然定量施肥, 由于土壤溶液的扩散作用, 未能真正体现出施肥水平间的差异。