

# 不同集雨方式对土壤含水量及苹果产量的影响

赵 刚<sup>1</sup>, 樊廷录<sup>2,3</sup>, 王 勇<sup>1</sup>, 李尚中<sup>1</sup>, 张建军<sup>1</sup>, 闫耀廷<sup>4</sup>

(1. 甘肃省农业科学院 旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院 科研管理处, 甘肃 兰州 730070;

3. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室 陕西 杨凌 712100; 4. 庆阳市农业技术推广中心, 甘肃 庆阳 745000)

**摘 要:**以 15 a 生开心形富士苹果(*Malus pumila* Mill. 'Red Fuji')为试材, 测定了 7 个不同处理的产量和不同生育期的土壤含水量。结果表明: 不同处理土壤含水量成熟前差异不明显, 进入雨季以后, 微集雨技术能够将雨季降雨有效贮存, 在 60~200 cm 土壤含水量高出对照 5% 左右; 各处理之间单株产量差异极显著, 其中微集雨技术都有增产效果, 增产幅度在 1.86%~22.39%, 微集雨技术能够有效贮存有限降雨, 增加产量。

**关键词:**苹果; 集雨; 含水量; 产量

中图分类号: S 661.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)20-0001-04

苹果年耗水量在 500 mm 以上, 而我国西部的苹果产区大部分降雨量低于 400 mm, 栽培苹果必须依靠灌溉。因此在该地区如何利用有限的水资源, 提高水分利用率, 显得尤为重要<sup>[1]</sup>。陇东是我国重要的苹果产区, 陇东苹果主要集中在陇东旱塬。塬区土壤水分补偿有 2 个显著特点: 一是依靠“土壤水库”中、下层水分上移输送补充表层土壤消耗的水分, 二是伏秋降水对土壤上层水分的补偿; 前者在农田中表现明显, 塬区冬小麦耗水量的 35.4% 是由土壤水提供的<sup>[2]</sup>。而塬面苹果地的水分环境效应导致土壤蓄水量降低, “土壤水库”的调节作用丧失, 果树生长和产量形成所消耗的水分转而依靠自然降水<sup>[3]</sup>。但是, 陇东旱塬苹果产区区内基本都是雨养果园, 且土壤保水保肥性差, 根系常处于逆境条件下, 因此, 水是限制该地区苹果优质化的主要因素之一。

陇东地区降雨多集中在 7~9 月, 春旱严重, 为使有限降雨能高效收集利用, 现通过对不同集雨方式下果园土壤水分变化和产量情况进行研究, 为高效利用有限降雨、节水灌溉、提高果树产量提供依据。

**第一作者简介:**赵刚(1981-), 男, 甘肃华亭人, 硕士, 现主要从事作物栽培与生态生理的研究工作。E-mail: 7635423@163.com。

**通讯作者:**王勇(1964-), 男, 甘肃庄浪人, 硕士, 研究员, 现主要从事作物栽培与生态生理研究工作。E-mail: wangyonghns@163.com。

**基金项目:**国家科技支撑计划农业领域课题资助项目(2006BAD29B07); 农业部甘肃省镇原黄土旱塬生态环境重点野外科学观测站基金资助项目; 农业部西北抗旱栽培与耕作开放实验室基金资助项目; 野外科学观测站基金资助项目; 农业部西北抗旱栽培与耕作开放实验室基金资助项目。

收稿日期: 2010-07-29

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

于 2006~2007 年在农业部甘肃省镇原黄土旱塬生态环境重点野外科学观测站(35°30'N, 107°29'E)进行, 海拔 1 254 m, 年均降水量 540 mm, 其中 60% 分布在 7、8、9 月, 年平均温度 8.3℃, 年辐射量 554.3~565.2 kJ/cm<sup>2</sup>。≥0℃积温 3 435℃, 持续 253 d; ≥10℃积温 2 722℃, 持续 153 d; 无霜期 165 d, 干燥度 1.17, 土壤为黑垆土, 主要土壤类型为发育良好的覆盖黑垆土和黄绵土, 土层深厚, 有机质含量在 1.2% 左右, 土壤耕层容重 1.35 g/cm<sup>3</sup>, pH 7.4 左右, 田间最大持水量 21.8%。属完全依靠自然降雨的西北半湿润偏旱区, 试验地总面积 4 670 m<sup>2</sup>, 质地为中壤。

### 1.2 试验设计

供试树种为 15 a 生红富士, 株行距 4 m×3 m, 试验树生长健壮, 树势中庸, 树姿开张, 树相整齐。试验设 7 个处理, 每处理选 5 株, 以树干直径选树, 随机区组排列, 3 次重复。处理 1(CK): 当地农户管理果园方法。果树采摘后离树干 40~80 cm 处, 挖深 20 cm、宽 20 cm、长 200 cm 的大穴, 每穴中依次施入农家肥、尿素、磷肥、钾肥, 然后覆土。化肥在采果后作基肥施入优质土粪 75~90 kg/株, (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:1:1), 施肥量为 1.5 kg N (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 或 K<sub>2</sub>O)/株。氮肥选用尿素, 磷肥选用磷酸二铵, 钾肥用氯化钾。处理 2(T1): 在果树两旁覆黑色地膜, 分别在离主干干 5 cm 两侧, 覆 70 cm 宽的黑色地膜, 覆膜时将树冠两侧做成向主干干倾斜的斜面, 便于集水。处理 3(T2): 同 T1, 分别在离主干干 5 cm 两侧, 覆 120 cm 宽的黑色地膜。处理 4(T3): 果树采摘后顺主枝, 延长枝, 离树干 100 cm 处, 分别挖长 50~60 cm, 宽 40~50 cm, 深 40~50 cm 的 3 个大穴。每穴中部竖放一个直

径 30 cm, 高 30 cm 的有盖水桶 从水桶底部、侧面 15 cm 处开始向底部打上 0.5 cm 的小孔, 约 80 个, 作为集雨微灌, 并把树冠下 4 m×3 m 处做成浅盘状, 将其分成 3 等分, 便于降雨集水。处理 5(T4): 同 T3, 在果树树冠下埋 3 个集雨微灌桶, 在浅盘状树冠下覆盖黑色地膜便于集雨。并把和树冠大小的树盘分成 3 等分, 桶周围修成浅盘状, 有利于雨水向桶内流动。处理 6(T5): 同 T3, 在果树树冠下埋 3 个集雨微灌桶, 作为补灌处理(果实膨大期灌溉), 灌水量为 100 mm。处理 7(T6): 在树冠周围离树干 100 cm 处挖 3 个 30 cm 深的坑, 作为开花时灌水处理, 灌水量为 100 mm。其它处理如田间管理、施肥等同当地农户常规管理。

### 1.3 测定项目和方法

在春梢生长期(6月5日)、果实膨大期(7月15日)、成熟期(9月10日)和收获后(10月5日)分别用土钻法测定每个处理 5 m 土层(每 20 cm 为 1 个层次)的土壤含

水率, 转化为以毫米为单位的播前和收获时的土壤贮水量。苹果成熟后采用单株测产法, 计算产量。每株全部采收后进行分级, 用分极管按 65、70、75、80、85、90 mm 的 6 个直径将果实分成 7 级, 根据国家标准直径大于 75 mm 的为一级果, 计算优果率。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同集雨方式对土壤水分变化的影响

苹果树生长的年周期中, 不同发育阶段对土壤水分含量的要求不同。在需水的敏感期缺水直接导致产量和品质的显著下降。由图 1 可知, 不同处理在不同生育期土壤水分, 在 3 m 以上差别比较大, 3 m 以下含水量基本相同。土壤干层基本都在 3 m 左右, 随着深度加深, 土壤含水量逐渐回复, 都在 11% 左右。而在果实膨大期在 2~2.4 m 土壤含水量只有 8% 左右。因为这个时期苹果需水量较大, 也是外界环境温度最高的时期, 叶片蒸腾增大, 对土壤水分消耗较大。

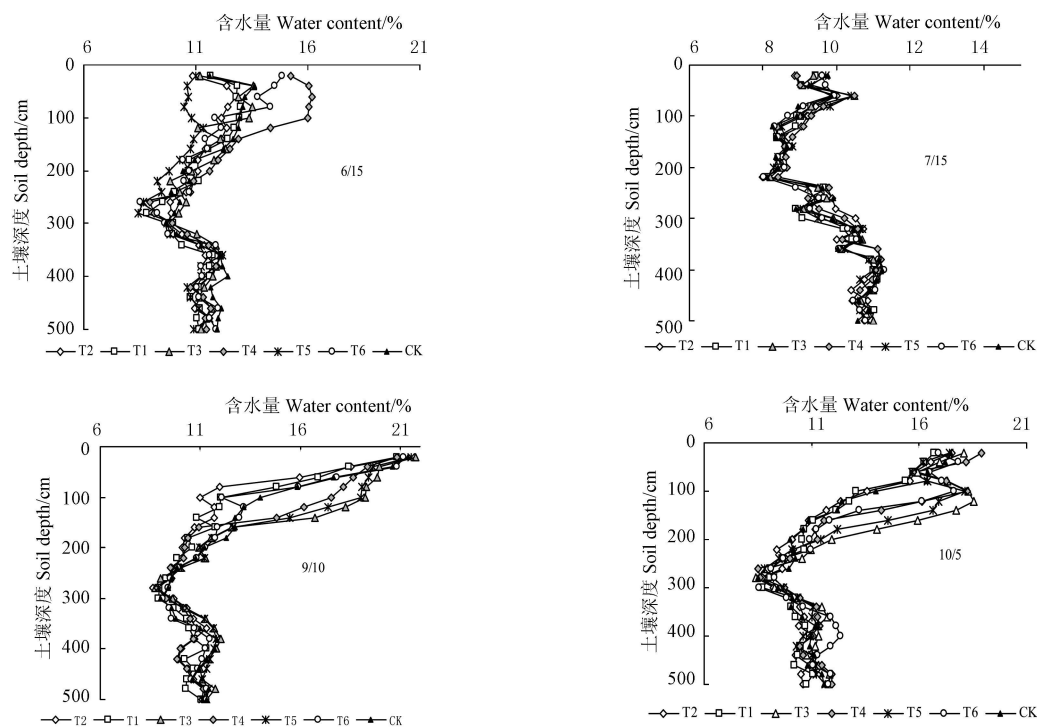


图 1 不同集雨方式 5 m 土壤含水量的变化

Fig. 1 Different rainfall collection technology soil water content changes in 5 m

在春梢生长期, 不同处理间在 1 m 以上差异较大, T5(微集雨技术+补灌)处理含水量低于对照, 含水量在 11% 左右, T2(黑宽膜覆盖)处理和 T4(微集雨技术+黑宽膜覆盖)处理总体变化趋势一致, 含水量明显高于其它处理, 而 T4(微集雨技术+黑宽膜覆盖)处理最高, 含水量在 16% 以上, 比 CK 高 3 个百分点; 随着深度的加深, 7 个处理变化趋势基本一致。而在 3 m 左右土壤干层, T3(微集雨技术)处理含水量较其它处理高, 但是含

水量还是在 10% 以下。果实膨大期果树需水量较大, 4 m 以上土壤含水量都低于 10%。成熟期已经进入雨季, 土壤含水率明显增高, 20 cm 土壤水分都在 20% 以上, 随着土壤深度的增加土壤含水率逐渐减小; 在 60~160 cm 之间, T3、T4 和 T5 的 3 个微集雨技术土壤含水率明显高于其它处理, 较对照高 1%~5.22%; 收获后, 60 cm 以上土壤含水量基本一致, 60~200 cm 之间, T3、T4、T5 和 T6 含水量明显高于其它处理, 这是由于进入

雨季, 降雨较多, 微集雨技术增加了降雨的下渗深度, 消除干土层, 减少地表蒸发, 有利于储存降雨。

春梢生长期、成熟期和收货后土壤干层都出现在 260~300 cm, 含水量一般都在 8%~9%, 而果实膨大期干土层出现在 220 cm 左右, 这是因为此时土壤耗水较大, 土壤水分补给不足。

## 2.2 不同集雨方式对苹果产量的影响

高产优质是生产者追求的目标。该研究在成熟期测各处理的百叶重, 并于果实成熟后(10月3日)整树采收, 称取单株产量并将其分级, 分级时将直径 75 mm 以上的果型定为优质果型。

由表 1 可知, 百叶重最高的为 T2 处理, 比对照高出 16.66 g, 其次为 T6 处理, 而 T3、T4 和 T5 的 3 个微集雨技术处理之间差异也很大, 其中 T5 处理低于对照 1.82 g。3 个微集雨技术百叶重都低于对照, 微集雨技术能够有效调节果树冠层比例, 减少叶片蒸腾。7 个处理之间平均单果重差异不明显, 单果重都在 0.17~0.20 g。T5 处理最高, 为 0.20 g, 较对照高出 0.02 g。而从优果率来看, 7 个处理差异明显, 其中 T4 和 T5 处理最高, 分别比对照高 9.5 和 9.24 个百分点, T1 处理低于对照 12.83 个百分点, 其它处理间无明显差异。

单株产量差异极显著(表 1), T4、T5 和 T6 处理较对照分别增产 16.13%、22.39% 和 12.64%, T3 处理增产 1.86%, 3 个微集雨技术都有增产能力, T5 处理增产幅度最大。T1 和 T2 处理较对照分别减产 1.29% 和 1.13%。

表 1 不同处理对苹果产量和单果重的影响

Table 1 Different treatment to effect yield and single fruit weight of apples

处理 Treatment	百叶重 Hundred leaf weight/g	单果重 Single fruit weight/kg	单株产量 Yield per plant/kg	优果率 Excellent fruit rate/%	增产 Increasing rate/%
T1	75.31	0.17	39.96fE	30.67	-1.29
T2	85.82	0.17	40.02efE	42.86	-1.13
T3	72.31	0.18	41.23dD	43.00	1.86
T4	76.34	0.19	47.01bB	53.00	16.13
T5	67.31	0.20	49.54aA	52.74	22.39
T6	76.73	0.19	45.60cC	45.79	12.64
CK	69.16	0.18	40.48deDE	43.50	—

## 3 结论与讨论

苹果当年的生长发育、产量和品质除受当年管理水平、降水时间与强度的影响外, 还受上一年或上几年多个因素的影响, 从而增加了对其水分利用研究的难度<sup>[4]</sup>。果树如何最大程度地利用土壤水和降水, 提高自然降雨的利用效率, 调节光合产物更多地用于经济器官的形成, 刺激根系补偿生长功能, 成为植物生理科学和灌溉科学的热点问题。

农田土壤水分是农业的一个重要参数。它影响着

农业的产量、质量以及水的入渗和灌溉制度的制定。因此土壤含水量的监测相当重要<sup>[5]</sup>。苹果地土壤水分的利用状况是影响水分储存量的一个重要因素<sup>[6]</sup>。多年观测结果表明, 果园 3 m 左右明显出现土壤干层, 而进入雨季后降雨多而集中, 不能及时入渗到更深层, 使有限的降雨不能高效利用, 该试验根据陇东降雨情况, 研究出微集雨技术, 将有限的降雨能够及时储存起来, 以备在雨季过后果树能够持续利用。试验结果表明, 7 个处理在不同生育期土壤含水量变化趋势基本一致, 3 m 左右的土壤含水量都在 8%~10% 左右, 是土壤干层所在深度, 而果实膨大期 2~2.4 m 土壤含水量在 8% 左右, 这是由于果实膨大期耗水较大, 自然降雨较少, 果树吸收更深层土壤水分供给果实膨大需求。到收获后, 在 60~200 cm 之间, T3、T4 和 T5 的 3 个微集雨技术土壤含水率较对照高 5% 左右。苹果树生育期的水分输入量与输出量存在着明显的失衡现象。生育期耗水量与有效降水量之比多变动在 1.06~1.35 之间, 表明水分的供需矛盾甚为突出<sup>[7]</sup>。而 3 个微集雨技术能够贮存有限降雨, 调节苹果生育期水分输入量与输出量。

不同处理间单株产量达到了极显著水平 ( $P < 0.001$ ), 其中增产效果最好的为 T5 处理, 增产 22.39%, T4 增产 16.13%, 而 T6 处理增产 12.64%, T5 和 T4 处理较 T6 处理分别高出 9.75、3.49 个百分点, 但是 T3 处理较对照增产 1.86%, 这是由于从开花到 7 月初进入雨季时, 自然降雨只有 59.90 mm, 春旱严重所致。而进入雨季以后, 各处理均不缺水, 而微集雨技术能够将灌溉水贮存更深层, 减少表面蒸发消耗, 高效利用水资源。

从试验结果来看, 3 个微集雨技术能够储水增产, 为有效消除土壤干层和高效利用自然降雨有一定效果, 但是该试验只是 1 a 数据, 储水效率和增产潜力有多大, 还需后续进一步研究。

## 参考文献

- [1] 刘奉觉, 郑世锴. 杨树水分生理研究[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992: 32-41.
  - [2] 李玉山, 喻宝屏. 土壤深层储水对冬小麦产量的增产效应研究[J]. 土壤学报, 1980(1): 43-54.
  - [3] 刘贤赵, 黄明斌. 渭北旱塬苹果园土壤水分环境效应[J]. 果树学报, 2002 19(2): 75-78.
  - [4] 程福厚, 陈敬谊, 赵志军, 等. 灌溉对苹果产量、品质 and 水分利用效率的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(26): 11298-11300.
  - [5] 许小燕. 表层土壤水分反演深层土壤水分的研究进展[J]. 陕西农业科学, 2005(3): 81-82.
  - [6] 王进鑫, 张晓鹏, 高保山, 等. 渭北旱塬红富士苹果需水量与限水灌溉效应研究[J]. 水土保持研究, 2000, 7(1): 69-73.
  - [7] 刘贤赵, 衣华鹏, 李世泰. 渭北旱塬苹果种植分区土壤水分特征[J]. 应用生态学报, 2004 15(11): 2055-2060.
- (该文作者还有唐小明、王磊、党翼, 单位同第一作者。)

# 不同葡萄品种膜质过氧化和保护酶活性对盐胁迫的响应

秦红艳, 沈育杰, 李昌禹, 杨义明, 范书田, 王新伟

(中国农业科学院 特产研究所, 吉林 吉林 132109)

**摘要:** 研究了不同浓度 NaCl 处理对双丰、左山二、贝达以及金玫瑰细胞膜透性、膜质过氧化和保护酶活性的影响。结果表明: 不同处理间, 4 个品种耐 NaCl 胁迫的动态响应表现出显著差异。随胁迫浓度的增大和胁迫时间的延长, MDA 含量和细胞膜透性表现出增高趋势, 增高幅度由高到低的顺序为双丰、左山二、贝达、金玫瑰; 保护酶 SOD 活性整体表现出先增后降趋势, 金玫瑰和贝达升高幅度相对较大; POD 活性整体表现出下降趋势, 但金玫瑰和贝达下降幅度相对较小。

**关键词:** 葡萄; 膜质过氧化; 保护膜活性

**中图分类号:** S 663.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)20-0004-06

逆境导致自由基的积累, 膜脂过氧化物水平的增高, 丙二醛(MDA)含量的增加, 膜脂成分的改变, 不饱和酸指数的下降, 膜结构功能的改变等一系列生理变化<sup>[1]</sup>, 植物为了适应这一变化, 会发生一系列生理生化

反应, 而其抗氧化作用是植物自身适应性调节的一个重要方面。在此过程中植物会调动抗氧化酶类及抗氧化物质来清除这些活性氧和自由基, 减缓和抵御细胞伤害。目前有关盐胁迫植物细胞伤害的活性氧代谢机制已有不少报道<sup>[2,4]</sup>, 但山葡萄方面的报道较少, 该试验选用双丰(山葡萄)和左山二(山葡萄), 以及贝达(美洲葡萄和河岸葡萄杂交品种)和金玫瑰(欧美杂交品种)为试材, 通过对细胞膜透性、丙二醛(MDA)含量和超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)等酶促系统的动态变化研究, 探讨不同 NaCl 浓度处理随时间变化及不同葡萄品种对胁迫的动态响应。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于国家果树种质中国农业科学院特产研究所

**第一作者简介:** 秦红艳(1984), 女, 山东聊城人, 在读硕士, 现从事经济植物种质资源评价与利用研究工作。E-mail: qinyan11@163.com。

**通讯作者:** 沈育杰(1951-), 男, 研究员, 硕士生导师, 现从事山葡萄资源评价与育种研究工作。E-mail: tcssyj@163.com。

**基金项目:** 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(农业部、财政部 nycyt-30-01); 山葡萄种质资源更新复壮与利用资助项目(农业部 NB09-2130135-12); 山葡萄种质资源标准化整理、整合及共享试点资助项目(科技部 2005DKA21002-30)。

**收稿日期:** 2010-07-29

## Effect of Different Rainfall Collection Technology to Soil Water Content and Apples Yield

ZHAO Gang<sup>1</sup>, FAN Ting-lu<sup>2,3</sup>, WANG Yong<sup>1</sup>, LI Shang-zhong<sup>1</sup>, ZHANG Jian-jun<sup>1</sup>, YAN Yao-ting<sup>4</sup>

TANG Xiao-ming<sup>1</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, DANG Yi<sup>1</sup>

(1. Institute of Dryland Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070; 3. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland farming on Loess Plateau, Yangling, Shaanxi 712100; 4. Qingyang Agro-Tech Extension and Service Center, Qingyang, Gansu 745000)

**Abstract:** Taking 15 years old fan-shaped apple (*Malus pumila* Mil1. 'Red Fuji') as test materials, 7 measured the yield of 7 different treatments and the soil water content under different growth stages. The results showed that there was no significant difference between different soil water content before maturation. Enter the rainy season, micro-rainwater harvesting technology could be effectively stored rainfall during the rainy season, soil moisture content in 60~200 cm about 5% higher than the control; yield per plant between treatments were significantly different, in which micro-rainwater harvesting technologies increased the yield in the range of 1.86%~22.39%, slightly effective rainwater harvesting technology could store a limited rainfall, and increase yield production.

**Key words:** apples; rainfall collection; soil water content; yield