

覆沙对旱地果园土壤的水热效应研究

刘晓伟, 何宝林, 康恩祥

(农业部西北作物抗旱栽培与耕作重点开放实验室; 甘肃省旱作区水资源高效利用重点实验室; 甘肃省农业科学院 旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘 要:以 4、7、10 a 生“红富士”苹果为试材, 研究不同覆沙年限对土壤含水量、土壤温度及苹果产量的影响。结果表明: 果园覆沙主要在苹果开花期之前有增温效应, 可明显提高 0~20 cm 土壤地温 2℃左右; 覆沙 4~7 a 保墒效应明显, 10 a 后逐渐减弱, 需要换沙。

关键词:覆沙; 果园; 土壤含水量; 土壤温度; 产量

中图分类号:S 155.4⁺6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)18-0022-04

西北黄土丘陵区生态条件优越, 非常适宜果品生产, 是我国重要的优质晚熟苹果产区之一, 其中甘肃省平凉市是我国重要的优质“红富士”苹果产区, 是农业部划定的全国苹果生产最佳适宜区^[1], 是“平凉金果”红富士系列苹果的生产基地。作为苹果优势产区, 苹果产业是平凉市庄浪县农村经济的一项重要支柱产业, 但是近年来, 果树栽培模式落后、品种结构不合理、管理粗放、配套技术不到位等问题日益显现, 加之其它地区苹果产业发展迅猛, 对平凉市的苹果生产形成巨大挑战。该区域苹果产区基本都是雨养果园, 水是限制该地区苹果优质化的主要因素之一, 在没有灌溉条件的地域必须立足抗旱保墒, 通过各种保墒措施减少果园土壤水分的无效消耗, 做到最大限度的蓄水保墒, 实现有限自然降水的高效利用。覆沙是甘肃省旱区果农经过长期的试验总结, 结合当地自然条件, 就地取材而采取的一项独特的覆盖保水措施, 它恰当地适应了干旱、半干旱地区的气候、地理、土壤等自然条件, 不仅具有蓄水保墒、提高水分利用效率和保持土壤水分相对稳定的作用^[2-5,8], 还具有提高地温、改善土壤热量状况^[6-7]、减少杂草生长、减轻病害发生和提高产量等作用^[9-11], 有效地改善了土壤水、热、气、肥等状况, 为果树生长创造了较好的环境条件, 促进了果树的生理功能和新陈代谢。该研究针对当地苹果生产中冬、春季土壤水分无效蒸发量大、早春低温和春旱严重的现状, 研究苹果抗旱高产栽培模式, 通过

对不同覆沙年限果园土壤温度、含水量的变化及苹果产量的比较, 分析果园覆沙后土壤水分的变化特征和水热效应及对产量的影响, 以期为该区域建立完善的果园覆沙技术体系、改进土壤水分管理和苹果优质丰产栽培技术的快速发展提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2009~2010 年在甘肃省农业科学院庄浪试验站(35°22'N, 106°07'E)进行, 试验果园在水平梯田上, 海拔为 1 337 m, 无霜期为 178 d, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 2 736.8℃, 年日照时数 2 580 h, 年平均气温 8.5℃, 多年平均降雨量 527.8 mm, 60% 以上集中在 7~9 月, 果园无灌溉条件。土壤类型为黄棉土, 土层深厚。土壤有机质含量 1.13%, pH 8.15。

1.2 试验材料

供试果园树种分别为 4、7、10 a 生红富士“长富 2 号”, 授粉品种为“秦冠”。株行距 3 m×4 m, 果树生长健壮, 树形为改良纺锤形, 树势中庸。

1.3 试验方法

试验设 4 个处理, 即覆沙 10 a 苹果园(T1)、覆沙 7 a 苹果园(T2)、覆沙 4 a 苹果园(T3)和露地果园(10 a 生果树)(CK), 覆沙年限与树龄相同。果园面积 0.1~0.15 hm², 每果园栽植果树 50 株以上, 从中选择树体大小基本一致的 5 株为试材。果园覆沙厚度 6~8 cm, 沙粒直径 3~5 mm。果树修剪、施肥同常规管理。在果树主要物候期用烘干法测定 0~200 cm 土层(20 cm 为 1 层次)土壤含水量, 用曲管地温计测定 5、10、15、20 cm 土层的土壤温度, 每个物候期连续观测 3 d, 每天测定 3 次, 测定时间为 8:00、14:00、18:00。苹果成熟后单株计算产量, 所有数据采用 Excel 2003 进行处理, 采用 DPS 7.5 统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤温度的影响

由表 1 可知, 在春季, 沙覆盖对土壤温度的影响较

第一作者简介: 刘晓伟(1982-), 男, 甘肃临洮人, 本科, 助理研究员, 现主要从事作物栽培与生态生理研究工作。E-mail: liuxw918@163.com。

责任作者: 何宝林(1964-), 男, 甘肃秦安人, 本科, 研究员, 现主要从事作物栽培与生态生理研究工作。E-mail: blhe@163.com。

基金项目: 甘肃省农业科学院农业科技创新专项资助项目(2009 GAAS24); 农业部西北作物抗旱栽培与耕作重点开放实验室基金资助项目; 甘肃省旱作区水资源高效利用重点实验室资助项目。

收稿日期: 2011-06-14

大,由于沙粒比热小,增温速度快,沙覆盖的土壤温度明显高于露地。其中萌芽期 0~20 cm 土层温度分别较露地高 2.1、1.7、1.6、1.2℃,开花期各土层分别较露地高 1.6、1.0、0.3、0.4℃,之后随着气温的不断升高和树木枝叶的荫蔽使其增温效果减弱。说明果园覆沙后萌芽期-开花期能提高 0~20 cm 土层温度 2℃左右,增温效果明显。春季地温的增加,对提早促进果树根系萌动和生长及水分的吸收大有裨益。

表 1 不同处理在苹果生育期的土壤温度

Table 1 The dynamics of soil temperature during the apple growth stage under different treatments ℃

生育时期 The apple growth stage	露地 Non-mulch					覆沙 Sand mulch				
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	5 cm	10 cm
萌芽期 Budding stage	7.7	7.5	7.1	6.7	9.8	9.2	8.7	8.2		
开花期 Flowering stage	15.2	13.7	12.7	12.3	16.8	14.7	13.0	12.7		
幼果期 Young fruit stage	19.3	18.6	15.4	14.2	21.8	18.5	15.6	14.2		
新梢生长期 Shoot-growing	24.3	20.2	19.2	18.4	23.9	20.7	20.2	19.3		
花芽分化期 Flower budding	23.6	20.9	20.8	18.1	23.4	21.7	21.1	18.4		
果实膨大期 Fruit-development	19.0	19.2	20.4	19.3	20.3	20.6	20.3	19.7		
成熟期 Harvesting	14.3	12.6	12.3	12.1	15.2	13.2	12.4	12.2		
采收后 After harvest	11.8	10.8	10.7	10.6	12.6	11.7	11.3	10.2		

2.2 不同处理对土壤水分的影响

2.2.1 露地和覆沙对土壤水分变化的影响 由图 1 可以看出,从果树萌动生长到新梢生长期,在 0~200 cm 土层中,覆沙果园土壤含水量明显高于露地,随后差异逐渐缩小,至花芽分化期无明显差异。其中 2010 年的 3、4、5 月的降雨量分别只有 11.8、20.8、17.6 mm,出现了当地近 20 a 未遇的严重持续春夏连旱,在降雨量明显低于往年同期降雨量的情况下,由于沙覆盖果园前期形成的较好土壤水分基础,使干旱对果树的影响得到了有效缓解,土壤水分含量均高于露地,有很好的保墒作用。从果实膨大期开始到成熟期,由于受降雨量增加的影响,露地与沙覆盖各土层含水量均明显增加,二者差异缩小。

2.2.2 不同覆沙年限在果树生育期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的要求不同,春季气温低,果树耗水量小,是果树生长结果的关键时期。果树萌芽期-开花期,土壤含水量随土壤的解冻水分而增加,由图 1 可知,不同处理在不同生育时期土壤水分在 120 cm 以上差别较明显,120 cm 以下含水量差异逐渐减小。在萌芽期-开花期,0~80 cm 土层中,覆沙 4 a 果园与覆沙 7 a 果园含水量都在 16%~21%之间,有较高的含水量,为果树根系的提前萌动生长提供了有效的水分保证,有利于缓解春旱。在苹果幼果期-新梢生长期,由于气温的迅速升高,致使地表水分蒸发加快,加之果树由于生长旺期来临而蒸腾作用不断增强,营养生长和叶片蒸腾也需要消耗大量水分,这一时期为苹果树需水量最大的时期,也是对水分非常敏感的时期,是果树需水临界期。此期的降雨量已经满足不了果树生长对水分的需要,土壤含水量不断降低,各处理间含水量都比春季有所降低。但由于覆沙年限的不同,各覆沙果园的保墒效果

有明显差异,其中新梢生长期 0~80 mm 土层中,受果树根系活动的影响,覆沙处理间差异明显,覆沙 4 a 和覆沙 7 a 果园含水量分别比覆沙 10 a 果园高 8.95 个百分点和 6.01 个百分点;在 80~200 cm 土层中,覆沙 4 a 果园明显高于覆沙 7 a 果园,高 5.36 个百分点。在果树整个生育期,覆沙 4 a 和覆沙 7 a 果园 0~80 cm 平均含水量高于覆沙 10 a 果园 3~7 个百分点;在 80 cm 以下土层中表现趋势相同。花芽分化期果树生长缓慢,由于干旱和前期果树根系的吸收,基本上消耗尽了 100~200 cm 土层的土壤有效水分,覆沙 10 a 果园含水量下降到 7%~8%,达到凋萎湿度,在 100~200 cm 形成土壤干层。经过 7、8、9 月雨季降水的补充,特别是果实膨大期降水量较常年偏多 22%,对有效缓解伏旱、高温热害非常有利,从果实膨大期到果实着色期 0~200 cm 土层土壤水分得到补给,随着深度的增加,土壤含水量逐渐恢复,土壤干层消除,有利于苹果增产潜力的有效发挥。因此旱地果园形成的土壤干层是暂时的,通过降水补充可以消除。成熟期由于已进入雨季,土壤含水量明显增加,不仅消除了干土层,减少了地表蒸发,还有利于储存降水。覆沙 4 a 和覆沙 7 a 果园 0~60 cm 土壤含水量都在 20%以上,随着土层深度的增加土壤含水量逐渐减小,但高于覆沙 10 a 果园,这种趋势一直持续到苹果采收后。在整个果树生育期内,土壤水分呈现高峰维持-急剧下降-缓慢恢复的趋势。幼果期-新梢生长期是苹果树耗水最大的时段,有效降水及浅层(0~200 cm)土壤供水不能满足其需水要求,果树亏缺的水量只有靠根系吸收深层水分来补充。不同树龄的果树对土壤水分的利用程度不一样,树龄越大对深层土壤水分的利用越多。因此该区域覆沙果园利用伏雨和秋雨使土壤及时储水保墒,对于消除土壤干层和苹果的稳产非常重要。

2.3 不同处理对苹果产量的影响

在果实成熟后(9月30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 2 可知,4 个处理间平均单果重差异不明显,单果重都在 196.2~215.1 g。T1 处理最高,为 215.1 g,较对照高出了 11.7 g。而从优果率来看,处理差异明显,其中 T1 处理最高,较对照高 6.54 个百分点,T2、T3 处理低于对照。单株产量差异显著,T1 处理较对照增产 20.28%,说明果园覆沙由于保持了较高的土壤水分而促进了果树的生长发育,有利于实现苹果高产栽培。

3 结论与讨论

西北半干旱区季节降水分布不均和年际间降水变率较大限制了苹果产业的发展,较少的春季降水极大地影响了果园的土壤墒情,果园覆沙后,减少了地表蒸发,增加了土壤的入渗能力和保水能力,尤其是抑蒸保墒、增产作用明显,使土壤水热等条件得到改善,为果树生长创造了良好环境。

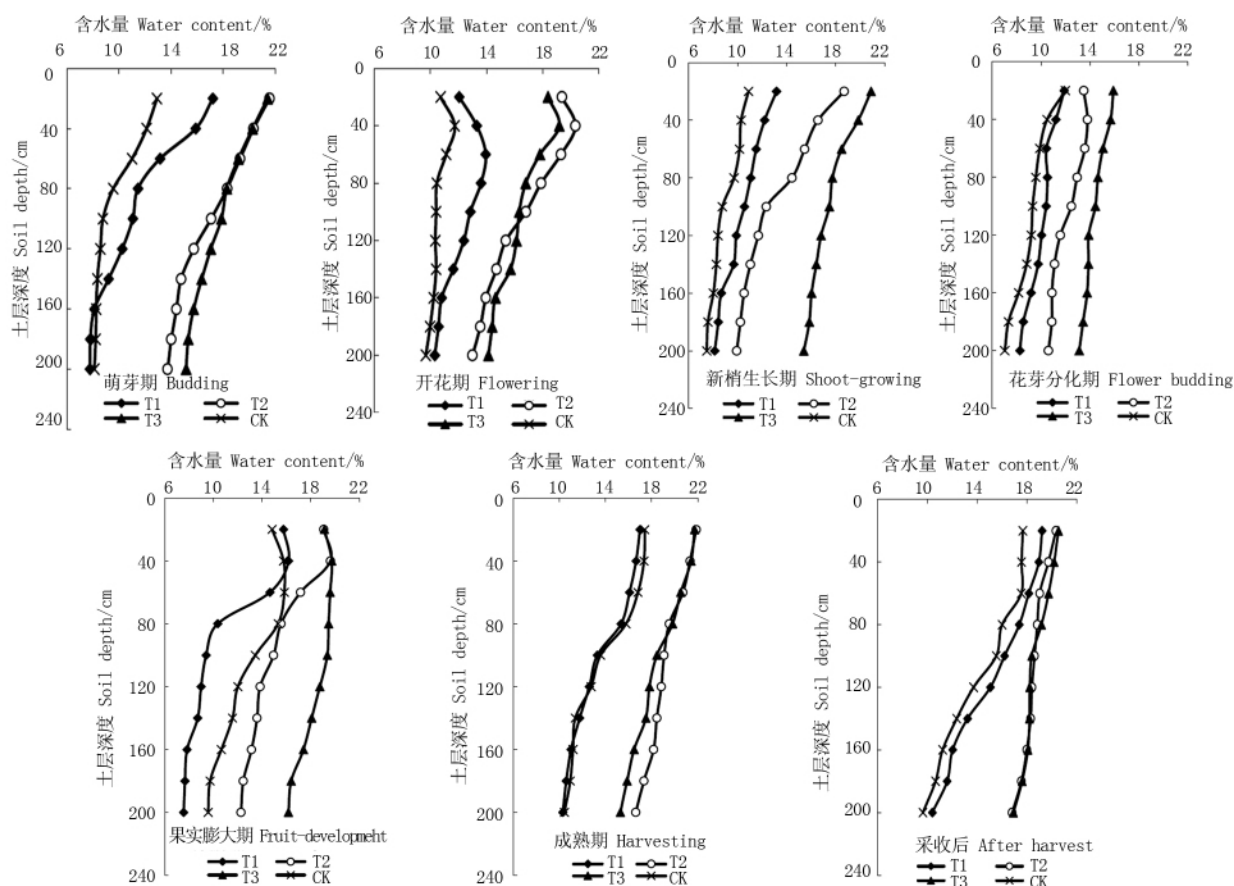


图1 苹果生育期土壤水分变化

Fig.1 The dynamics of soil moisture content under different treatments

表2 不同处理对苹果产量的影响

Table 2 Different treatment to effect yield of apples

处理 Treatment	单果重 Single fruit weight/g	单株产量 Yield per plant/kg	优果率 Excellent fruit rate/%	增产率 Increasing rate/%
T1	215.1	36.53 A	51.76	20.28
T2	197.6	14.62 C	23.49	*
T3	196.2	5.13 D	11.03	*
CK	203.4	30.37 AB	45.22	—

注: * 因处理 T3 与 CK 树龄相同, 而 T1、T2 树龄异于 CK, 故无比较。

Note: * 'express T3 and CK the same tree-age, and T1, T2 tree-age different from CK, it is no more compare.

该试验结果表明, 果园覆沙后增温效应明显优于露地, 在春季(苹果萌芽期-开花期)可以明显提高 0~20 cm 土壤地温 2℃ 左右, 之后增温效应不明显。覆沙使土壤水分的蒸发得到抑制, 保墒效应明显。覆沙土壤的沙层和表层的温度比较高, 引起水分向上运动, 又因毛细管被沙层切断, 水分就积滞于表层, 致使覆沙果园 0~40 cm 的含水量与露地果园差异最明显, 但随着深度的增加差异逐层减小。覆沙 4~7 a 果园土壤含水量明显高于覆沙 10 a 的果园, 即覆沙初期保墒效应明显, 随着覆沙年限的增加, 10 a 后其保墒效应逐渐减弱, 与露地无显著差异, 需要换沙重新覆盖。

水分是果树生长重要的物质基础, 其协调供应是果树正常生长的重要条件, 但作为多年生植物的果树

却又具有与其它 1 a 生植物不同的生长特点, 其对水分的需求也随季节及发育周期的变化而出现波动^[12]。旱地覆沙果园土壤水分的时序变化主要受降水影响, 果树生长期土壤水分的变化规律可划分为 3 个时期: 土壤水分高峰维持期(萌芽期-幼果期)、土壤水分急剧下降期(新梢生长期-花芽分化期)和土壤水分缓慢回升期(果实膨大期-苹果成熟期)。

参考文献

- [1] 牛军强, 马明, 尹晓宁, 等. 不同枝量类型富士苹果光强分布及产量品质比较[J]. 北方园艺, 2010(21): 10-13.
- [2] 杨国强, 杨敬青, 张明玺. 砂田在干旱山区农业持续发展中的作用与效益[J]. 中国水土保持, 1995(5): 31-33.
- [3] 陈年来, 刘东顺, 王晓巍, 等. 甘肃砂田的研究与发展[J]. 中国瓜菜, 2008(2): 29-31.
- [4] 欧阳维敏, 肖功烈. 砂田桃树抗旱栽培法[J]. 西北园艺, 1993(3): 27-28.
- [5] 王天送, 苏贺昌, 杨世维. 兰州地区砂田土壤的水分特征[J]. 干旱地区农业研究, 1991(1): 66-69.
- [6] 曹来钧, 马明, 李宽莹, 等. 苹果砂田栽培技术研究[J]. 甘肃农业科技, 1996(1): 12-14.
- [7] 张国和. 盖砂覆膜对苹果园土壤温度的影响[J]. 甘肃农业科技, 1998(4): 32-33.
- [8] 刘谦和, 李志强. 砂田土壤的水蒸发特征和温度变化[J]. 甘肃农业科技, 1993(8): 26-28.

甜茶光合日变化及其与环境因子的关系

王满莲, 唐辉, 孔德鑫, 史艳财, 邹蓉, 蒋海英

(广西壮族自治区 中国科学院 广西植物研究所, 广西 桂林 541006)

摘 要:用 Li-6400 便携式光合测定系统对甜茶的光合-光强响应曲线和光合日变化进行了测定。结果表明:100%光下甜茶的光饱和点、光补偿点与最大净光合速率均显著高于 30% 光下的值,但 2 种光下甜茶的表观量子效率值均较低,且无显著差异,说明甜茶强光下的光合能力较强,但对弱光的利用效率较低。全光下甜茶的净光合速率(P_n)日进程呈双峰型曲线,中午前后 P_n 的下降与此时的强光、高温和低湿度有关,但非气孔限制是主要限制因素。逐步多元回归和通径分析表明,光合有效辐射、气温、叶温和空气湿度是直接影响净光合速率日变化的主要因子。因此,甜茶适宜种植在阳光充足的环境,但夏季适度遮荫利于其生长。

关键词:甜茶;光响应曲线;光合日变化;逐步多元回归;通径分析

中图分类号:S 571.1 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)18-0025-04

甜茶(*Rubus suavissimus* S. Lee)为蔷薇科悬钩子属,20 世纪 80 年代初调查发现,是广西特有的无毒、低热能、高甜度和具有保健功能的野生珍稀甜味植物^[1-2]。其叶中含有的甜茶素的甜度相当于蔗糖的 300 倍^[3-4]。近年来,随着患肥胖症、糖尿病及心血管病的人数日益增多,甜茶素作为一种高甜度、低热量、口味纯正

的非蔗糖天然甜味剂,日益受到重视。自广西甜茶被发现以来,国内外学者在医学^[5]、毒理学^[6]、化学成分^[7-8]等方面对其进行了广泛的研究,而对其光合特性及其与环境因子的关系研究尚未见报道。光合作用是植物生长和其它一切代谢活动的生理基础,光合特性的不同往往是植物生长及抗性差异的直接原因之一^[9]。光合作用的某些生理参数,如最大光合速率、光补偿点、光饱和点等,已成为植物速生丰产以及制定栽培措施的科学依据^[10]。现通过观测甜茶的光合-光响应曲线和光合日变化进程,并应用逐步多元回归和通径分析方法研究了生态因子与光合作用的关系,揭示其光合作用的基本生理生态学特征和规律,为其制定合理、有效的栽培管理措施提供理论依据。

第一作者简介:王满莲(1978-),女,硕士,助理研究员,现主要从事植物生理生态学方面的研究工作。E-mail:Wangml1978@163.com。
责任作者:唐辉(1972-),男,本科,副研究员,现主要从事药用植物资源评价及规范化栽培研究工作。

基金项目:广西自然科学基金资助项目(桂科自 0991228);桂林市科技成果转化与应用资助项目(20100103-6)。

收稿日期:2011-06-20

[9] 王毅,王建国. 覆砂覆草对果园增产增收效应试验[J]. 中国果树, 1996(1):16-17.

[10] 张国和. 盖砂覆膜对苹果园土壤养分和树体生长发育的效应[J]. 甘肃农业科技, 1998(4):29-30.

[11] 刘小勇,尹晓宁,张永茂,等. 苹果园覆沙栽培试验[J]. 中国果树, 2004(2):14-16.

[12] 唐龙翔,康少杰,李文庆. 干旱胁迫对果树开花的诱导及对生理生化性状的影响[J]. 北方园艺, 2009(9):111-115.

Study on Effects of Sand Mulch on Soil Water and Temperature in Dryland Apple Orchard

LIU Xiao-wei, HE Bao-lin, KANG En-xiang

(Key Laboratory of Northwest Drought-resistant Crop Farming, Ministry of Agriculture, People's Republic of China, Key Laboratory of Efficient Water Utilization in Dryland Farming, Gansu Province; Institute of Dryland Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract: Taking 4 years, 7 years and 10 years old apple as test materials, the effects of different sand mulch years on the soil water content, soil temperature under different growth stages and yield of apple were studied. The results showed that the sand mulch could increase the temperature variation of topsoil about 2°C in 0~20 cm before apple flowing; The sand mulch under 4~7 a increased the soil moisture content compare with the sand mulch under 10 a, but it abated gradually the soil moisture content after 10 a and it need changed.

Key words: sand mulch; orchard; soil water content; soil temperature; yield