排灌机械工程学报
Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering
2022 年 2 月 Feb. 2022 | 第 40 卷 第 2 期 Vol.40 No.2

不同覆盖方式对土壤水热及猕猴桃产量的影响


刘立豪

刘立豪，王辉*，谭帅，胡传旺，卢佳宇，童晨晖
（湖南农业大学水利与土木工程学院，湖南 长沙 410128）

摘要：针对南方季节性干旱和夏季土壤高温胁迫所造成的猕猴桃产量与品质下降等问题，探索合理有效的覆盖措施来改善果园的土壤水热环境，从而实现南方猕猴桃产业的可持续发展.通过大田观测试验，研究黑膜(H)、白膜(B)、防草布(F)、防草布+白膜(F+B)、秸秆(J)、不覆盖(CK)6 种不同覆盖处理下土壤水分、温度的变化规律，并比较相应处理的猕猴桃产量与品质差异.相比处理 CK，覆盖处理保水效果较好，处理 H，B，F，F+B，J 在 0~50 cm 土壤含水率分别提高了 1.1%，1.3%，2.2%，2.9%，1.6%，随土层深度的增加，土壤含水率明显提升.相比处理 CK，夏季单一覆盖处理使 0~25 cm 土壤温度降低了 0.8~2.5 ℃，而 F+B 组合覆盖处理土壤温度升高了 0.9 ℃，同时覆盖处理缩小了温度日变化 0.9~2.1 ℃，处理 F 尤为显著.各覆盖处理使猕猴桃单果质量提高了 0.1%~7.7%，同时可提高糖酸比 3.8%~33.6%.防草布覆盖既可改善猕猴桃土壤的水热环境，又能提高猕猴桃的产量与品质，是该区果园管理较适宜的覆盖方式.

关键词：猕猴桃；覆盖方式；土壤水热；产量
中图分类号：S278　**文献标志码**：A　**文章编号**：1674-8530(2022)02-0188-08
Doi：10.3969/j.issn.1674-8530.21.0159

刘立豪，王辉，谭帅，等.不同覆盖方式对土壤水热及猕猴桃产量的影响[J].排灌机械工程学报，2022，40(2)：188-195.

LIU Lihao，WANG Hui，TAN Shuai，et al. Effects of different mulching patterns on soil moisture，soil temperature and yield of kiwifruit[J]. Journal of drainage and irrigation machinery engineering(JDIME)，2022，40(2)：188-195.(in Chinese)

Effects of different mulching patterns on soil moisture, soil temperature and yield of kiwifruit

LIU Lihao，*WANG Hui**，*TAN Shuai*，*HU Chuanwang*，*LU Jiayu*，*TONG Chenhui*
(College of Water Resources and Civil Engineering，Hunan Agricultural University，Changsha，Hunan 410128，China)

Abstract：In order to realize the sustainable development of kiwifruit industry，aiming at the problems such as the decline of kiwifruit yield and quality caused by the seasonal drought in South China and the high temperature stress in summer soil，the reasonable and effective mulching measures were explored to improve the soil temperature and moisture environment of orchards. Through field observation experiment，the changes of soil moisture and temperature under six different mulching treatments，including black mulching (H)，white mulching (B)，weed-proof mulching (F)，weed-proof mulching+white mulching (F+B)，straw mulching (J) and no mulching (CK)，were studied. Then the differences of yield and quality of kiwifruit under corresponding treatments were compared. The soil water retention effects of mulching treatments were more significant than the contrast，and the soil moisture content in 0-50 cm soil layer under H，B，F，F+B and J treatments were increased by 1.1%，1.3%，2.2%，

收稿日期：2021-06-07；**修回日期**：2021-09-14；**网络出版时间**：2022-01-06
网络出版地址：https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1814.TH.20220105.0957.002.html
基金项目：国家自然科学基金资助项目(41471185，52009039)；湖南创新型省份建设专项经费资助项目(2020NK2003)
第一作者简介：刘立豪(1995—)，男，河南安阳人，硕士研究生(771901557@qq.com)，主要从事农业水土与环境工程研究.
通信作者简介：王辉(1973—)，男，湖南古丈人，教授，博士生导师(wanghuisb@126.com)，主要从事农业水土与环境工程研究.

2.9% and 1.6%, respectively. With the increase of soil depth, the soil moisture content increased significantly. Soil temperature under single mulching treatments were decreased by 0.8-2.5 ℃ in 0-25 cm soil layer, while the soil temperature under F+B treatment were increased by 0.9 ℃, and the diurnal variation of temperature under treatments were decreased by 0.9-2.1 ℃. Compared with CK, of single fruit weight of were increased by 0.1%-7.7%, and the effect of F treatment was particularly significant. Meanwhile, mulching treatment had a great effect on the ratio of sugar to acid, which could increase the ratio of sugar to acid by 3.8%-33.6%.The mulching of F could improve the soil moisture, heat condition, and the yield and quality of kiwifruit. It is a more suitable covering method for orchard management in this area.

Key words: kiwifruit; mulching method; soil temperature and moisture; yield

土壤水分对降雨入渗和土面蒸发起控制作用[1],土壤温度对植物根系生长、水分、养分的运移和转化均有较大影响[2].湖南三面环山,地跨长江、珠江两大水系,四季分明、光照充分、雨量充沛、土壤肥沃且保水性好.由于优越的地理环境及适宜的气候、土壤等条件,湖南地区非常适宜种植猕猴桃.近年来湖南地区猕猴桃产业发展迅猛,产量大幅提升,已成为当地果农的重要经济来源.然而,湖南地区南方普遍存在由雨热分布不均引发的季节性干旱等问题[3],且猕猴桃对土壤水分变化尤为敏感[4],耐旱、耐涝能力差,喜温但忌高温,在炎热的夏季易出现灼果,甚至落叶落果等现象[5].因此,探究适宜的田间管理措施来缓解猕猴桃季节性干旱和夏季高温的双重胁迫,是湖南乃至整个南方地区猕猴桃产业可持续发展的重要环节.

实践研究表明[6],采取有效的覆盖措施可以改善土壤水热条件,覆盖地膜是一项重要的增墒调温、蓄水丰产技术.路海东等[7]研究发现,与白色地膜相比,黑色地膜可以使 0~15 cm 土层地温降低 0.8 ℃.与地膜覆盖相比,秸秆覆盖提高土壤水分效果更加显著,可提高作物水分利用效率 31.2%[8].采取合理的覆盖措施不仅可以调节土壤温度,而且可以使土壤水分维持在相对较高的水平,为根系生长发育提供充足的水分[9],加快土壤中能量和养分的流速,从而为果树生长提供优越的水热环境,提高果实产量和改善果实品质[10].然而,在覆盖条件下对土壤水热的研究主要集中在北方,且大多以玉米[7-8]、马铃薯[2,11]、小麦[12-13]等 1 a 生的作物为研究对象,基于覆盖措施对南方果园土壤水热的研究鲜见报道.

中国南北方气候、地形、土壤质地等均存在较大差异,南方水热充足,但存在夏季高温干旱胁迫等问题,因此,文中分析不同覆盖措施下南方土壤水热时空变化规律,拟为该区域内作物抵御夏季高温胁迫和季节性干旱提供技术支撑和理论依据.

1　研究地区与研究方法

1.1　试验区概况

试验区位于湖南省岳阳县峰岭菁华果园试验基地(29°80′ E, 113°18′ N),种植的猕猴桃品种为红阳.该区属于典型的亚热带季风气候,年均温 17.0 ℃、年降雨量约 1 500 mm,研究期间降水 P 及气温变化 T 如图 1 所示.该果园于 2015 年 8 月由平均海拔 200.0 m 左右的低山丘陵开发而成,猕猴桃株距 3.0 m、行距 2.5 m、垄宽 1.5 m、垄距 2.0 m,果树大小长势均匀.土壤容重 1.4 g/cm^3,有机质含量 1.12 g/kg,pH 值 6.6,土壤总孔隙度 42.8%,毛管孔隙度 41.9%,砂粒质量分数为 52.0%、粉粒为 20.0%、黏粒为 28.0%,依据国际制土壤质地的分类标准,属于壤质黏土.

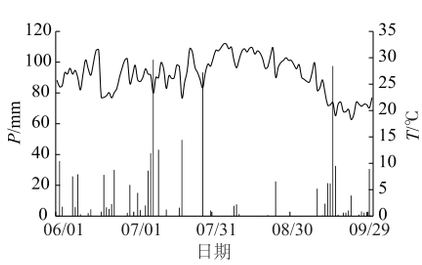


图 1　研究期 6—9 月降水及气温变化

Fig.1　Temperature and rainfall changes in study area from July to September

1.2　试验设计

试验布置前将区域内的杂草清除干净,2020 年 5 月设置 6 种处理,如表 1 所示,各试验小区面积 40 m^2(2 m × 20 m),区组随机分布,各处理重复 3 次.不同处理下猕猴桃田间管理方式(施肥、耕作、剪枝、授粉、喷药、采摘等)一致,试验采用的白色、黑色地膜为幅宽 100 cm、厚度 0.006 mm 的农用聚乙

烯地膜,防草布为桐城市金涛塑业有限公司生产幅宽为100 cm的无纺布,秸秆采用当地油菜收割后的整秆,长度约80 cm.

表1 试验处理描述
Tab.1 Treatments description

编号	处理	具体措施
CK	裸地	自然生草不进行任何材料覆盖
H	黑膜覆盖	顺垄均匀平行布置两道并采用长15 cm的地钉每隔100 cm固定
B	白膜覆盖	顺垄均匀平行布置两道并采用长15 cm的地钉每隔100 cm固定
F	防草布覆盖	顺垄均匀平行布置两道并采用长15 cm的地钉每隔100 cm固定
F+B	防草布+白膜覆盖	首先顺垄均匀平行布置两道白色地膜,然后在白色上顺垄均匀平行布置两道防草布,最后采用长15 cm的地钉每隔100 cm固定
J	秸秆覆盖	覆盖量为4 500 kg/hm^2,厚度为3~4 cm,顺垄均匀撒至地表

1.3 测定项目与方法

土壤水分:2020年6月1日—9月30日每10 d在各小区长势均匀的猕猴桃树径50~100 cm范围用直径为5 cm的土钻取土,取样深度为50 cm,测定步长取10 cm,共计取土13次,采用烘干称重法测土壤质量含水率,再乘以土壤容重换算得到土壤体积含水率.

土壤温度:在各试验小区中间垄上猕猴桃长势均匀附近埋设1套直角水银地温计进行定点测定,埋深分别为5,10,15,20,25 cm,试验期内每3 d分别在8:00,12:00,18:00读取地温,分析时取3点平均温度计算当日均温,并选取3 d从6:00至20:00每2 h读取1次数据,监测土壤温度日变化.

产量与品质:猕猴桃采摘时,首先对产量相关指标进行测定,各处理随机选取3株果树测定,单株产量、单果质量、干物质含量,采用精度为0.01 g的电子天平称取,果实纵横径采用精度0.02 mm的游标卡尺进行测量.随后将采摘后的猕猴桃放进冷库中低温贮藏,待其软熟时选取果实成熟度相对一致的猕猴桃测果实品质,可溶性固形物采用手持折光计PAL-BX/ACID测得,维生素C、可滴定酸采用滴定法测算,总糖采用紫外分光比色法测定.

1.4 数据处理

采用Excel 2010和SPSS 25软件进行数据处理与统计分析,采用单因素(one-way ANOVA)和Waller Duncan法进行方差分析及多重比较(α取0.05).运用Origin Pro 8绘制图表,表中数据为平均值±标准差.

2 结果与分析

2.1 覆盖对土壤水分的影响

适宜的土壤水分是猕猴桃生长的关键因素,土壤水分决定果树用水的供给,对果树生长发育、干旱监控具有重要意义.图2为不同覆盖措施下0~50 cm平均体积土壤含水率随时间变化.由图可以看出,各处理土壤体积含水率W_S随时间的变化趋势基本一致,6月1日—7月11日土壤含水率呈稳定增长趋势并于7月11日达到峰值.7月21日土壤含水率骤降后呈小幅波动状态,此时各处理土壤含水率均较低,出现了南方较为常见的季节性干旱.采取覆盖措施较CK处理可提高0~50 cm土壤含水率1.0%~3.3%,土壤含水率较高的依次为处理F+B,F,J,B,H,在土壤含水率整体较低时,覆盖处理提高土壤含水率效果更佳.

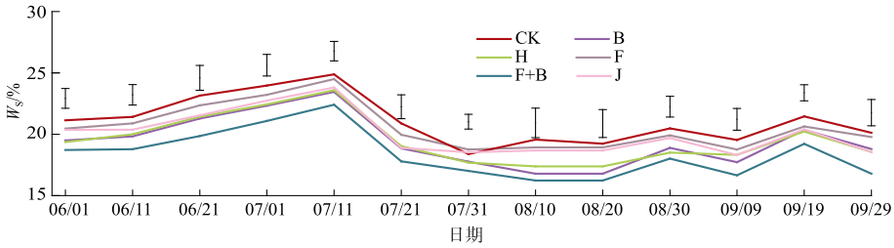


图2 不同覆盖措施下0~50 cm平均体积土壤含水率随时间变化
Fig.2 Time-dependent changes of average soil volumetric water content of 0-50 cm under different mulching measures
注:误差棒代表各处理间标准差,下同

表2为不同覆盖措施下0~50 cm各层平均体积土壤含水率,其中h为土壤深度.由表可以看出,覆盖处理对0~30 cm土壤含水率提高效果更加显著,处理H,B,F,F+B,J下0~30 cm土壤含水率较CK提高了1.1%~3.3%,而30~50 cm提高了1.1%~2.9%.各处理土层深度与土壤含水率呈显著正相关,处理F+B 40~50 cm土层土壤含水率达到了25.2%.各处理土壤蓄水保墒能力差异随土层深度增加逐

渐减小,与处理 CK 相比,处理 J 在 0~10 cm 土壤含水率提升了 1.8%,而 40~50 cm 土壤含水率仅提升了 1.4%.F+B 和 F 处理在试验期内提高含水率效果较好,两处理 0~50 cm 土层平均土壤含水率较处理 CK 有效提高了2.2%~2.9%.各处理 0~20 cm 与 30~50 cm土壤含水率差异具有统计学意义.

表 2　不同覆盖措施下 0~50 cm 各层平均体积土壤含水率

Tab.2　Average volume soil water content of 0−50 cm layer under different mulching measures　%

h/cm	CK	H	B	F	F+B	J
[0,10)	17.2±1.3Dc	18.2±1.4Dbc	18.4±1.5Dbc	19.5±1.3Dab	19.9±1.4Ca	19.0±1.7Dab
[10,20)	18.8±1.8CDb	19.8±1.7CDab	20.0±1.8CDab	20.9±1.6CDa	21.4±1.5Ca	20.4±1.8CDab
[20,30)	19.9±1.9BCc	21.3±1.8BCab	21.4±1.9BCabc	22.4±1.7BCab	23.1±1.8Ba	21.6±1.7BCabc
[30,40)	21.1±1.9ABb	22.3±1.6ABa	22.4±1.8ABab	23.2±1.8ABab	24.0±1.8ABa	22.7±1.7ABab
[40,50]	22.4±2.0Ac	23.5±1.9Abc	23.6±1.7Aabc	24.5±1.8Aab	24.9±1.8Aa	23.8±1.7Aab

注:同行不同小写字母表示同一土层深度不同处理间差异具有统计学意义,同列不同大写字母表示同一处理不同土层深度间差异具有统计学意义(P<0.05),下同

2.2　覆盖对土壤温度的影响

2.2.1　不同土层土壤日均温变化特征

图 3 为不同覆盖措施下 0~25 cm 土壤温度随时间变化.由图可以看出,试验期间各处理 0~25 cm 土壤温度 T 随时间呈现出较为一致的变化规律,6 月 1 日—8 月 12 日呈波动增长趋势,且各处理间温度波动逐渐增大,8 月 12 日—8 月 30 日整体呈下降趋势,同时各处理间温度波动逐渐缩小,之后土壤温度呈上下波动状态.

试验期间 0~10 cm 土壤温度从大到小表现为 F+B,CK,H,B,F,J,各覆盖处理 20~25 cm 土壤温度均低于处理 CK.处理 F+B 在试验间整体温度最高且显著高于处理 CK,0~5 cm 表层土壤日均温在 8 月 12 日高达 40.4 ℃,0~25 cm 土壤平均温度可达 33.1 ℃,同时该处理日均温差较其他处理波动较大.其他覆盖处理在夏季则表现出良好的降温效果,0~25 cm 土壤温度整体低于处理 CK,可有效降低土壤温度 0.8~2.6 ℃,同时可使土壤温度日均温之间差异减小.处理 CK 土壤日均温差变化幅度在所有处理中最大,平均高达 8.1 ℃,采取覆盖措施可有效降低土壤日均温差变化幅度 0.7 ~1.9 ℃,处理 F 和处理 J 降低效果更加显著.由图 3 中的误差棒长度可知,各处理在土壤日均温度较低时土壤温度差异较小,在日均温度较高时差异较大,且越靠近地表,各处理间土壤温度差异越大,表层 0~10 cm 土壤各处理间土壤温度差异显著大于 15~25 cm 土壤.

2.2.2　0~25 cm 土壤温度日变化规律

为进一步探究各处理对土壤温度变化的影响,选取典型晴朗天气(7 月 21 日—23 日),监测 0~25 cm 各层土壤温度 T 的日变化,如图 4 所示.各处理 0~10 cm 土壤温度在 6:00—20:00 大致呈倒“V”型趋势变化,随土壤深度的增加,土壤温度日变化趋于平缓.6:00—10:00 大气温度相对较低,各覆盖处理表现出良好的保温效果,10:00 之后,随外界气温的升高,各处理土壤温度明显提高,除处理 F+B,各覆盖处理的土壤温度整体低于处理 CK.表层 0~10 cm 土壤温度的峰值出现在 14:00 左右,而下层 10~25 cm 土壤温度存在略微滞后现象,最高土壤温度出现在 16:00 左右,土壤表层温度日变化显著大于土壤下层温度日变化,处理 F+B 表层 5 cm 处土壤温度日变化幅度高达 17.7 ℃,而下层土壤 25 cm 处温度变化幅度仅为 4.5 ℃.覆盖处理可以显著降低土壤温度日变化幅度,并随土壤深度的增加,这种降低作用逐渐减弱,且不同处理间差异明显,处理 F+B日变化幅度较大,较处理 CK,处理 F 在 5,10,15,20,25 cm 处土壤温度温度日变幅降低了 3.9,3.7,3.8,3.1,1.6 ℃,起到了良好的缓冲降温作用.

2.3　覆盖对猕猴桃产量与品质的影响

产量与品质是衡量猕猴桃产业发展的首要经济指标.覆盖对猕猴桃产量与品质的影响如表 3 所示,其中 *SY*,*SN*,*SM*,*DC*,*VD*,*TD*,*SI*,*VC*,*SS*,*TC*,*TA*,*SA* 分别表示单株产量、单株果数、单果质量、干物质含量、纵径、横径、果形指数、维生素 C、可溶性固形物、总糖、可滴定酸、糖酸比.猕猴桃单株产量变化范围为 4.23~4.46 kg/株,处理 B 和 F 单株产量高于处理 CK,但未达到统计学差异水平,究其原因可能是构成猕猴桃产量的因素众多,且果树产量形成是个漫长的过程,需要地表长期覆盖才能使提高的产量效果完全显现.单果质量是评判猕猴桃大小的重要指标,相比处理 CK,所有覆盖处理均可提高猕猴桃单果质量,处理 H,B,F,F+B,J 单果质量分别提高了 0.1%,3.3%,7.7%,7.6%,1.3%,由此可见覆盖处理有助商品果(红阳猕猴桃单果质量大于 60 g)的形成.

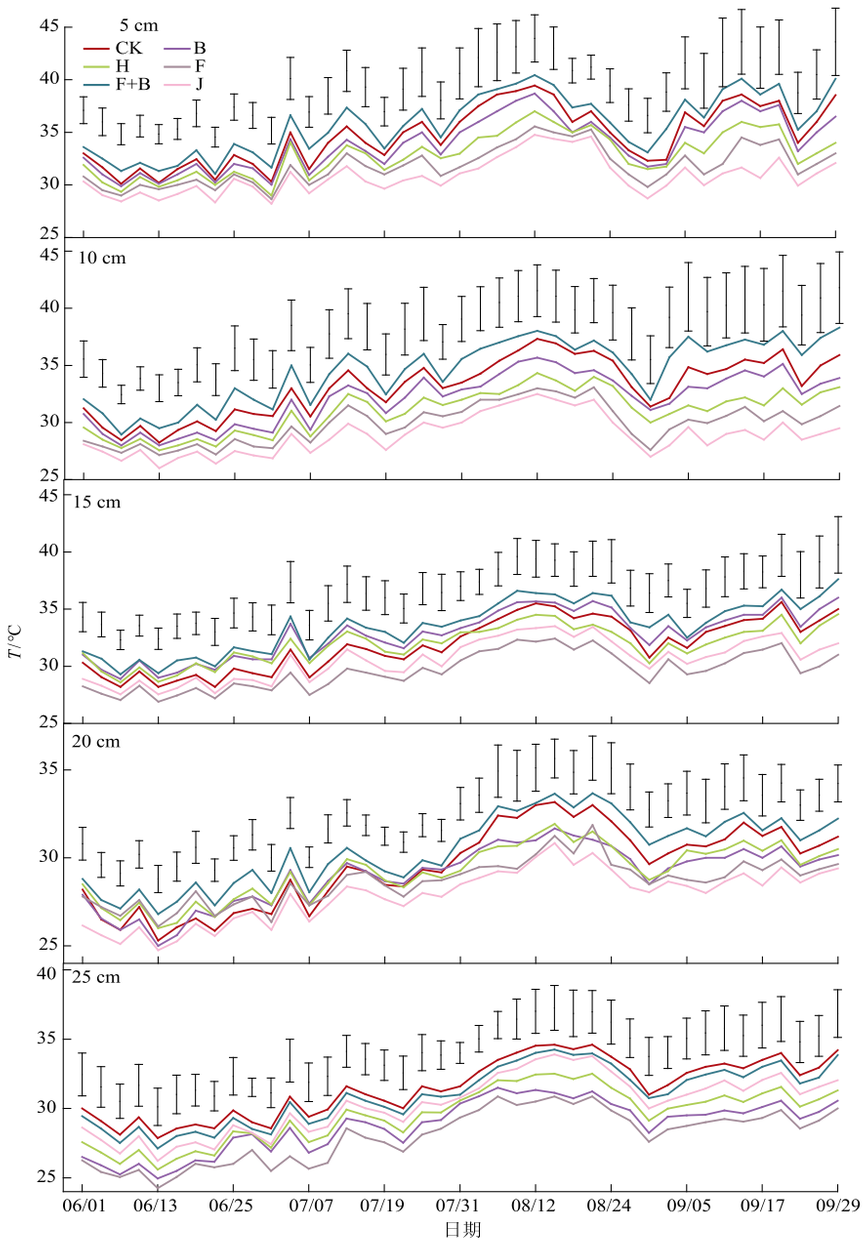


图 3　不同覆盖措施下 0~25 cm 土壤温度随时间变化

Fig.3　Time-dependent changes of average soil temperature of 0−25 cm under different mulching measures

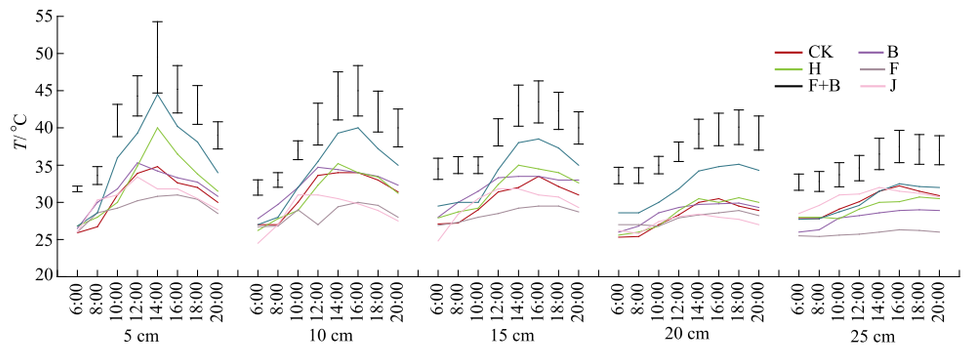


图 4　不同覆盖措施下 0~25 cm 土壤温度日变化

Fig.4　Dynamic changes of soil temperature of 0−25 cm soil layer under different treatments

覆盖处理可提高猕猴桃干物质含量 8.1%~15.8%,处理 F 和 J 效果最佳.纵横径是评价猕猴桃形状的重要指标,覆盖处理虽对猕猴桃纵径的影响不明显,但使横径提高了 0.5%~21.5%,进而使果形指数降低了 6.8%~10.5%,使猕猴桃的外观更接近圆形.被誉为“水果维 C 之王”的猕猴桃富含维生素 C,相比处理 CK,覆盖处理对维生素 C 有较大提高,处理 B 尤为显著,每 100 g 维生素 C 含量高达 66.88 mg.可溶性固形物含量直接影响猕猴桃的口感,处理 F+B 对可溶性固形物含量影响最为显著,可提高 2.1%.作为酸甜口味的水果,酸甜度对猕猴桃口感显得尤为重要,覆盖处理在降低猕猴桃酸度的同时提高了糖度,进而提高了糖酸比 3.8%~33.6%,使得口感更佳.

表 3　不同覆盖处理对猕猴桃产量及品质的影响

Tab.3　Effects of different mulching treatments on yield and quality of kiwifruit

指标	CK	H	B	F	F+B	J
SY/kg	4.35±0.02ab	4.34±0.04ab	4.46±0.05a	4.50±0.02a	4.23±0.03b	4.32±0.01ab
SN/个	70±0b	70±0a	70±0a	67±0a	63±0a	69±0a
SM/g	62.08±0.05c	62.15±0.04d	64.15±0.07b	66.89±0.08a	66.80±0.05a	62.89±0.03c
DC/%	18.0±0.0a	19.4±0.1d	20.0±0.0c	20.3±0.3b	19.6±0.1d	20.8±0.0a
VD/mm	55.69±0.02b	55.78±0.04b	52.57±0.05d	57.90±0.02a	52.70±0.06d	54.98±0.05c
TD/mm	39.85±0.06e	48.40±0.05a	41.58±0.04d	46.37±0.04b	40.04±0.02e	42.22±0.03c
SI(*VD*/*TD*)	1.4±0.0a	1.2±0.1b	1.3±0.0ab	1.3±0.0ab	1.3±0.1ab	1.3±0.1ab
VC/(mg/100g)	60.02±0.01d	64.85±0.03b	66.88±0.02a	61.81±0.02c	62.96±0.01b	58.77±0.03d
SS/%	15.9±0.0e	16.3±0.2d	17.0±0.1c	16.1±0.1de	18.0±0.0a	17.2±0.1b
TC/%	6.8±0.0b	6.8±0.1b	6.9±0.1b	6.8±0.1b	7.2±0.1a	6.9±0.1b
TA/%	1.3±0.0a	0.9±0.2c	1.2±0.1a	1.0±0.0bc	1.1±0.0abc	1.2±0.0ab
SA (*SS*/*TA*)	5.4±0.0e	7.3±0.1a	5.6±0.1d	6.8±0.0b	6.9±0.1b	6.0±0.1c

3　讨　论

南方季节性干旱(易发生在 6—9 月)发生时正值猕猴桃需水的关键期,此时土壤水分的田间管理尤为重要.覆盖可有效降低土壤的蒸散作用[14],为猕猴桃生长发育提供必要的水分.本研究表明,覆盖提高了 0~50 cm 土壤含水率 1.1%~3.3%,由于土壤水分的运移路径及猕猴桃耗水状况不同,各处理保水效果存在一定差异.处理 H 和 B 虽可形成“隔膜效应”,对土壤水分的蒸散起抑制作用[2],但其对土壤含水率的提高效果没有其他覆盖处理明显[15],可能是地膜的密闭性阻碍雨水入渗,减少降雨对土壤水分的补充.由编织结构组成的处理 F 具有良好的透水性,即使降雨较小或仅有少量露水时,水分也可以通过其结构缝隙进入土壤[16],提高土壤含水率.同时,处理 F 在晴热天气可以减缓土壤水分蒸发,增大蒸发阻力,有效抑制土壤水分散失,从而有效保持土壤墒情.

夏季土壤温度过高,会影响猕猴桃生长,致使猕猴桃出现灼伤、色泽较差等现象.地表覆盖后,地表与大气间可形成特殊的热量与辐射交换层,会对热量传输及辐射吸收产生影响,进而影响土壤温度[17].处理 F 降低了土壤温度 0.9~3.5 ℃,因为处理 F 本身存在物理遮蔽作用,白天高温时对太阳辐射阻挡作用较强,同时处理 F 具有良好的透气性,有助于加快土壤与外界热量的交换频率,因此可有效降低土壤温度[18].同时土壤含水率在一定程度上可以影响土壤温度状况,处理 F 可以提高土壤含水率,水的比热容比较大,含水率高的处理土壤升温慢.

土壤水热是猕猴桃生长的重要条件,改善土壤水热条件是猕猴桃增产提质的重要措施.中国南方夏季高温与季节性干旱的双重胁迫会导致土壤温度过高、蓄水保墒效果不佳,严重影响猕猴桃产量与品质.采取适宜的覆盖措施有助于改善这种状况,特别是处理 F 效果较为显著,与处理 H 和 B 相比,处理 F 不阻碍降水下渗[18],有利于为果实增长提供必要的水分,且处理 F 在夏季土壤降温效果明显[19],避免了猕猴桃在关键生长期的高温胁迫,有利于提高猕猴桃根部活性.同时,处理 F 颜色较深,可以遮蔽阳光,进而影响杂草进行光合作用,对果园杂草生长起良好的抑制效果,降低杂草对土壤水分和养分的争夺,使更多水分和养分用于作物生长[20],进而提高猕猴桃产量与品质[21].

4　结　论

1) 覆盖处理可有效保持土壤水分,与处理 CK 相比,可提高土壤含水率 1.2%~2.9%,防草布与秸

秆覆盖处理提高土壤含水率效果尤为显著.在0~50 cm土层内,土壤含水率随土层深度的增加而显著提升.

2)各处理间0~25 cm土壤温度差异明显,较处理CK相比,防草布与秸秆覆盖处理在夏季降温效果显著,可降低土壤温度2.5~2.6 ℃.随土层深度的增加,土壤日均温和温度日变幅均趋于平缓.

3)防草布覆盖处理单株产量最高,较处理CK,单株产量提高了0.15 kg,覆盖处理还可提高单果质量0.1%~7.7%.同时覆盖处理对糖酸比影响显著,可提高糖酸比3.8%~33.6%.

参考文献(References)

[1] DAVID R. LEGATES. Soil moisture: a central and unifying theme in physical geography[J]. Progress in physical geography, 2011, 35(1): 65-86.

[2] 高彦萍, 胡新元, 李掌, 等. 高寒阴湿区不同覆膜马铃薯微型薯的土壤水热效应及产量表现[J]. 核农学报, 2017, 31(12): 2426-2433.
GAO Yanping, HU Xinyuan, LI Zhang, et al. Yield performance of mini-tuber potato and characteristics of soil moisture temperature response to different plastic film mulching models in the cold and humid areas[J]. Journal of nuclear agricultural sciences, 2017, 31(12): 2426-2433. (in Chinese)

[3] WANG Y J, XIE Z K, MALHI S S, et al. Effects of rainfall harvesting and mulching technologies on water use efficiency and crop yield in the semi-arid loess plateau, China[J]. Agricultural water management, 2008, 96(3): 374-382.

[4] 齐秀娟, 郭丹丹, 王然, 等. 我国猕猴桃产业发展现状及对策建议[J]. 果树学报, 2020, 37(5): 754-763.
QI Xiujuan, GUO Dandan, WANG Ran, et al. Development status and suggestions on Chinese kiwifruit industry [J]. Journal of fruit science, 2020, 37(5): 754-763. (in Chinese)

[5] 姜正旺, 钟彩虹. 试论猕猴桃科普与果实品质提升的重要性[J]. 中国果树, 2020(1): 1-8.
JIANG Zhengwang, ZHONG Caihong. A comprehensive understanding with the importance of popular science knowledge to the kiwifruit quality improvement [J]. China fruits, 2020(1): 1-8. (in Chinese)

[6] 张国伟,王晓婧,周玲玲,等.栽培方式对金针菜产量、品质和氮素吸收利用的影响[J].江苏农业学报, 2019,35(1):166-172.
ZHANG Guowei,WANG Xiaojing,ZHOU Lingling,et al. Effects of cultivation patterns on yield, quality, nitrogen uptake and utilization of daylily (Hemerocallis citrina Baroni)[J]. Jiangsu journal of agricultural sciences, 2019, 35(1):166-172. (in Chinese)

[7] 路海东, 薛吉全, 郝引川, 等. 黑色地膜覆盖对旱地玉米土壤环境和植株生长的影响[J]. 生态学报, 2016, 36(7): 1997-2003.
LU Haidong, XUE Jiquan, HAO Yinchuan, et al. Effects of black film mulching on soil environment and maize growth in dry land[J]. Acta ecoloykal sinica, 2016, 36(7): 1997-2003. (in Chinese)

[8] 冯浩, 刘匣, 余坤, 等. 不同覆盖方式对土壤水热与夏玉米生长的影响[J]. 农业机械学报, 2016, 47(12): 192-202.
FENG Hao, LIU Xia, YU Kun, et al. Effects of different mulching patterns on soil moisture, soil temperature and summer maize growth[J]. Transactions of the CSAM, 2016, 47(12): 192-202. (in Chinese)

[9] 谷晓博, 李援农, 银敏华, 等. 降解膜覆盖对油菜根系、产量和水分利用效率的影响[J].农业机械学报, 2015,46(12):184-193.
GU Xiaobo, LI Yuannong, YIN Minhua, et al. Effects of biodegradable film mulching on root distribution, yield and water use efficiency of winter oilseed rape [J]. Transactions of the CSAM, 2015, 46(12): 184-193. (in Chinese)

[10] 张超, 李爱梅, 周旭, 等. 地面覆盖对渭北旱地苹果园土壤理化性质与果实产量、品质的影响[J]. 西北农业学报, 2017, 26(4): 609-616.
ZHANG Chao, LI Aimei, ZHOU Xu, et al. Effect of different ground-mulching patterns on soil physicochemical properties and yield and fruit quality in non-irrigated apple orchard in Weibei highland[J]. Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica, 2017, 26(4): 609-616. (in Chinese)

[11] 陈超, 李荣, 李芬, 等. 不同沟垄覆盖下土壤水热效应对旱作马铃薯生长及产量的影响[J]. 排灌机械工程学报, 2020, 38(11): 1160-1166.
CHEN Chao, LI Rong, LI Fen, et al. Influences of soil hydrothermal effect on dryland potato growth and yield under various ridge and furrow mulch conditions[J]. Journal of drainage and irrigation machinery engineering, 2020, 38(11): 1160-1166. (in Chinese)

[12] 杨长刚, 柴守玺. 秸秆带状覆盖对旱地冬小麦产量及土壤水热利用的调控效应[J]. 应用生态学报, 2018, 29(10): 3245-3255.
YANG Changgang, CHAI Shouxi. Regulatory effects of bundled straw covering on winter wheat yield and soil

thermal-moisture utilization in dryland[J]. Chinese journal of applied ecology, 2018, 29(10): 3245-3255. (in Chinese)

[13] 侯慧芝, 张绪成, 尹嘉德, 等. 全膜微垄沟穴播对春小麦土壤水热环境的影响及其光合和产量效应[J]. 应用生态学报,2020,31(9):3005-3014.
HOU Huizhi, ZHANG Xucheng, YIN Jiade, et al. Effects of micro-ridge-furrow with plastic mulching and bunching seeding on soil hydrothermal environment and its response to photosynthesis and grain yield of spring wheat[J]. Chinese journal of applied ecology, 2020,31(9):3005-3014. (in Chinese)

[14] 田飞, 谢永生, 索改弟, 等. 双元覆盖对果园土壤水分的调控效果[J].应用生态学报,2014,25(8): 2289-2296.
TIAN Fei, XIE Yongsheng, SUO Gaidi, et al. Controlling effects of dual mulching on soil moisture in an apple orchard[J]. Chinese journal of applied ecology, 2014, 25(8):2289-2296. (in Chinese)

[15] 赵文举, 马宏, 郁文, 等. 不同覆盖模式对土壤水分蒸发的影响[J]. 排灌机械工程学报, 2016, 34(6): 539-544.
ZHAO Wenju, MA Hong, YU Wen, et al. Effect of different mulching modes on soil moisture evaporation[J]. Journal of drainage and irrigation machinery engineering 2016, 34(6): 539-544. (in Chinese)

[16] 邓仁菊,尹旺,张皓,等.5 种地膜覆盖对甘薯产量及品质的影响[J].江苏农业科学,2021,49(4):51-54.
DENG Renju, YIN Wang, ZHAGN Hao, et al. Effects of plastic film mulching on yield and quality of sweet potato[J]. Jiangsu agricultural sciences, 2021, 49(4):51-54. (in Chinese)

[17] 刘春生, 杨吉华, 马玉增, 等. 对板栗园树盘土壤双重覆盖的效应研究[J]. 农业工程学报, 2004(1): 69-71.
LIU Chunsheng, YANG Jiahua, MA Yuzeng, et al. Effects of dual mulches on chestnut orchard soil[J]. Transactions of the CSAE, 2004, 20(1): 69-71. (in Chinese)

[18] 杨清华, 黄俊, 胡光灿, 等. 防草布在不同桔园应用试验初报[J]. 中国南方果树, 2019, 48(3): 37-40.
YANG Qinghua, HUANG Jun, HU Guangcan, et al. Preliminary report on application of black plastic mulch in different orange orchards[J]. South China fruits, 2019, 48(3): 37-40. (in Chinese)

[19] 王金锋, 张林森, 张永旺, 等. 地布覆盖对渭北旱塬苹果园土壤水热效应及产量品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(1): 75-78,84.
WANG Jinfeng, ZHANG Linshen, ZHANG Yongwang, et al. Effects of ground cloth mulching on soil water, temperature, yield and quality in apple orchard in Weibei plateau[J]. Journal of irrigation and drainage, 2015, 34(1): 75-78,84. (in Chinese)

[20] 雷宏军, 金翠翠, 胡世国, 等. 增氧地下滴灌对温室紫茄土壤通气性的影响[J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2019, 40(3): 325-331.
LEI Hongjun, JIN Cuicui, HU Shiguo, et al. Effects of aerated subsurface drip irrigation on soil aeration under greenhouse purple eggplant cropping system[J]. Journal of Jiangsu University (natural science edition), 2019, 40(3): 325-331. (in Chinese)

[21] 杨开宝, 刘占德, 刘存寿. 猕猴桃园不同覆盖材料的水分效应评价[J]. 中国水土保持, 2017(10): 54-57,72.
YANG Kaibao, LIU Zhande, LIU Cunshou, et al. Moisture effect of different covering materials of kiwifruit orchard[J]. Soil and water conservation in China, 2017(10): 54-57,72. (in Chinese)

(责任编辑　徐云峰)