

覆膜对西南紫土区黄瓜早春栽培土壤水热效应及产量的影响

何自涵, 蒲全明*, 雍 磊, 张 婷, 向承勇, 杨 鹏

(南充市农业科学院, 四川 南充 637000)

摘 要: 探索覆膜方式对膜下土壤水热环境及黄瓜产量和效益的影响, 解析覆膜促进作物增产机制, 为早春黄瓜栽培技术增产潜力提供理论依据。2020 和 2021 年设置大田试验, 试验材料为地方黄瓜品种‘寸金子’, 以裸地栽培为对照 (CK), 设置当地常用的单层黑膜 (B)、单层白膜 (W)、小拱棚 (A) 和优化双膜覆盖处理黑膜 + 小拱棚 (BA)、白膜 + 小拱棚 (WA) 5 种覆膜方式, 测定黄瓜生育前期土壤温度、土壤含水率和作物形态、产量等指标, 分析覆膜对土壤水分、温度与黄瓜产量、经济效益的影响。结果表明: 覆膜能显著提高 0 ~ 25 cm 土层的平均土壤温度和有效积温, 且双膜覆盖处理的增温效果明显优于单膜; 与 CK 相比, 双膜覆盖处理 WA、BA 的耕层土壤温度提高 3.18 ~ 4.58℃, 有效积温增加 55.78% ~ 64.94%。随着覆膜时间的推移, 覆膜处理均能明显提高土壤含水率, BA 处理的保水效果最佳。双膜覆盖处理能更好地促进早春黄瓜的生长, 比 CK 增产 197.95% ~ 232.85%, 比单膜覆盖的最高产量增产 27.02% ~ 41.90%, 经济效益高达 16.72 万 ~ 22.11 万元/hm²。由此可见, 双膜覆盖处理可以通过改善西南紫土区的土壤水热条件, 促进早春黄瓜旺盛生长, 提高产量, 增加经济效益, 是适宜西南紫土区黄瓜早春栽培的高产高效模式。

关键词: 覆膜; 紫土区; 黄瓜; 早春栽培; 水热效应

四川省南充市地处四川盆地东北部、嘉陵江中游, 丘陵地貌特征显著, 属中亚热带湿润季风气候, 是典型的紫色土种植区。受季风、地形、水文等环境状况影响, 该区冬季冗长, 春季短暂, 季节更迭滞后, 降水少、气温回升缓慢^[1], 早春低温和干旱成为作物低产的主要原因^[2]。黄瓜作为当地主要早春蔬菜作物之一, 多年来因低温限制其前期幼苗生长, 干旱影响其根系发育, 严重制约着黄瓜生产的发展^[3]。因此, 探究保护栽培措施缓解黄瓜生育期的低温、干旱双重胁迫, 实现高产稳产, 对该区域早春黄瓜种植产业发展具有重要的指导意义。

覆膜栽培通过缩小温差、减少水分蒸发、增加土壤含水率, 改善局部土壤环境, 促进作物生长, 实现作物增产^[4]。王娟等^[5]研究表明, 华东砂壤土区地膜覆盖可提高 5 ~ 25 cm 土层的

土壤温度, 提高 0 ~ 20 cm 土层的土壤含水率 12.6% ~ 24.4%; 在相同湿润比的条件下, 胡英杰等^[6]研究发现, 覆膜能显著提高华北平原砂壤土区甘薯生育前期的土壤温度; 黄云志等^[7]研究也发现, 在西南高原冷凉山区黄壤中, 双层膜覆盖处理的土壤温度、湿度增幅更加明显, 为烤烟生长提供了更好的水温条件, 产量和质量提升效果显著。王平等^[8]研究表明, 西北干旱地区栗钙土的地膜覆盖处理可促进马铃薯出苗, 缩短各生育期时间; 张泽锦等^[9]对四川盆地秋季黄瓜进行覆膜处理, 发现不同颜色地膜覆盖均能明显提高黄瓜株高和总产量。

前人围绕不同地区覆膜栽培条件下农作物生长状态、产量变化及土壤水热状况等方面已经开展了大量探索研究^[5-10], 但对于西南紫土区的黄瓜早春栽培研究却鲜有报道。南充作为四川省农业大市, 是西南紫色土种植区的典型代表, 长久以来有种植早春黄瓜或水果黄瓜的习惯。除了黄瓜早春裸地栽培外, 当地常采用地膜覆盖或小拱棚覆盖的方式提高地温, 以抵御早春短时间的低温与干旱双重胁迫, 促进黄瓜高产稳产及提早上市^[11-12]。但是, 近年来早春低温持续时间变长、温度波动性加剧以及干旱频发^[13], 让裸地、单膜覆盖等栽培

收稿日期: 2024-06-26; 录用日期: 2024-07-27

基金项目: 四川省自然科学基金项目 (2023NSFSC1246); 南充市应用基础研究项目 (22YYJCYJ0018); 国家现代农业产业技术体系四川省蔬菜创新团队专项资金 (scxxtld-2023-05)。

作者简介: 何自涵 (1994-), 助理研究员, 硕士, 从事蔬菜育种及栽培技术研究。E-mail: hezihan2024@163.com。

通讯作者: 蒲全明, E-mail: puquanming@163.com。

方式的黄瓜产量受到很大影响。本研究针对该区域早春低温持续时间长、温度波动性加剧、降水少等问题,开展单膜、双膜等不同覆膜方式对早春黄瓜种植土壤耕层温度与湿度动态变化规律的研究,揭示覆膜方式对土壤环境的影响作用,进而筛选出适宜现阶段西南紫色土区域的黄瓜早春覆膜栽培方式。以期有效解决西南紫色土区域的早春持续性低温和频发性干旱等问题提供技术参数,在促进早春黄瓜高产稳产和提高农户收入等方面发挥作用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验分别于2020和2021年2—6月在四川省南充市高坪区走马乡(106°26'E, 30°75'N)金凤山村试验基地进行,试验区域属于中亚热带湿润季风气候,降水量大于蒸发量,年均相对湿度为75%~79%,月平均气温在6℃以上,年平均气温在17.1℃左右,全年霜日低于20 d,试验期间温度与湿度如图1所示。

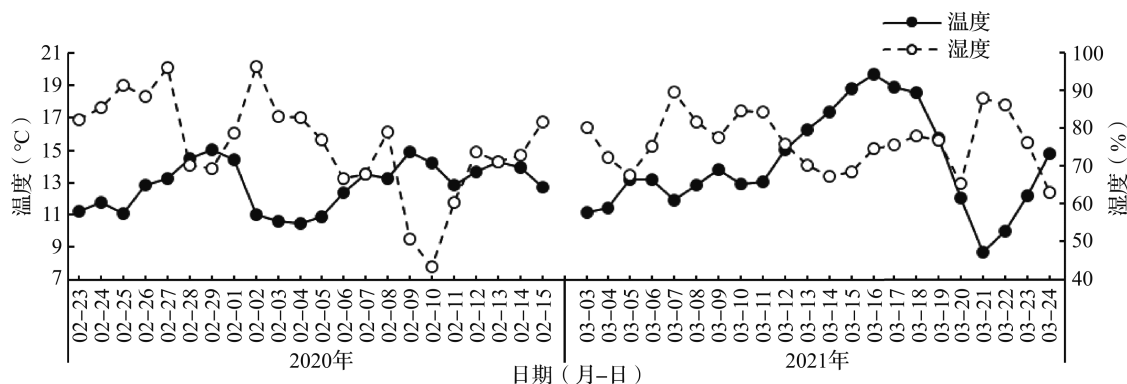


图1 黄瓜定植至揭膜期间的温度与湿度

1.2 试验设计

参试材料为南充本地黄瓜品种‘寸金子’,该品种抗性较强,耐寒,极早熟。立春前后,在大棚中育苗;分别于2020年2月24日和2021年3月2日定植移栽。

定植厢面宽1.2 m,长10 m,高20 cm,各小区面积为12 m²,株行距为60 cm,用地约0.033 hm²。采用随机区组设计,设裸地栽培(CK)、单层白膜覆盖(W)、单层黑膜覆盖(B)、单层透明膜小拱棚(A)、白膜+透明小拱棚(WA)、黑膜+透明小拱棚(BA)6个处理,每个处理重复3次,待黄瓜生长至拱棚高度,揭去透明小拱棚。

1.3 测定指标及方法

株高、叶片数、叶面积的测定:在小拱棚揭膜前测定,采用卷尺从黄瓜茎基部到生长点进行测量;叶片数为完全展开叶片;单株叶面积为测定时最大叶片面积。

花期及开花数:开花数达70%以上为该处理的花期;开花数分别于2020年4月1日和2021年4月8日观测。

土壤温度的测定:用五支组直角地温表(-20~50℃,精度0.1℃)测定黄瓜株间土壤温度,每个小区于垄上设地温表一套,在黄瓜定植至花期进行测定。于栽培后第3 d从厢面最高点开始,分5个层次(5、10、15、20、25 cm)进行观测,小拱棚揭膜后停止观测。每次观测于观测日的8:00、14:00、18:00进行,取3次读数的平均值作为日平均温度^[14],以定植后2、5、8、11、14、17、20 d为测定时间,数据观测当天气象条件分别为晴、雨、阴、晴、晴、阴、雨。土壤有效积温计算以15 cm土层土壤的温度为准,用直角地温表测定^[15]。

土壤含水量的测定:小拱棚揭膜前取0~25 cm土层的土壤,采用烘干法测定。

产量测定及经济效益计算:按照小区记录的每次采收重量,拉秧后统计总重量计算经济产量(kg/m²);经济效益根据市场调研结果,按照当次采收售出价格计算后累计获得^[16]。

经济效益(元/hm²)=黄瓜产量×市场价格

产投比=总收入/总投入

式中总投入包括种子、地膜、肥料、农药、搭架、人工、地租投入。

1.4 数据处理

采用 Excel 2020 进行数据处理和作图, T 检验、单因素方差分析和差异显著性检验 (LSD 法, $\alpha=0.05$), 利用 SPSS 20.0 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同覆膜方式下土壤温度的变化特征

由图 2 可知, 相比于 CK, 不同覆膜方式均能显著提高不同土层的平均土壤温度。在 0 ~ 25 cm 土层, 各处理土壤温度均表现为随土层深度的加深而逐渐降低; 不同覆膜方式的增温效果表现为两个双膜覆盖处理 WA、BA 增温效果明显, 3 个单膜覆盖处理 W、B、A 增温效果相对较弱。在 5 cm 土层, 不同处理的土壤温度依次为 BA > WA > A > B > W > CK; 相比于 CK, 覆膜处理 BA、WA、A、B、W 分别增温 4.58、4.14、3.32、3.01、

1.80℃。在 10 cm 土层, 不同处理的土壤温度依次为 WA > BA > B > A > W > CK; 与 CK 相比, 覆膜处理 WA、BA、B、A、W 分别增温 4.16、4.00、2.54、2.12、1.73℃。在 15 cm 土层, 不同处理的土壤温度依次为 WA > BA > B > A > W > CK; 与 CK 相比, 覆膜处理 WA、BA、B、A、W 分别增温 3.26、2.85、2.15、1.80、1.49℃。在 20 cm 土层, 不同处理的土壤温度依次为 WA > BA > B > A > W > CK; 与 CK 相比, 覆膜处理 WA、BA、B、A、W 分别增温 3.30、3.03、2.37、2.27、1.68℃。在 25 cm 土层, 不同处理的土壤温度依次为 WA > BA > B > A > W > CK; 与 CK 相比, 覆膜处理 WA、BA、B、A、W 分别增温 3.18、2.82、2.10、1.87、1.43℃。由此可见, 在不同土层深度, 覆膜处理均表现出增温效果, 而双膜覆盖处理 WA、BA 的土壤增温效果显著优于各单膜覆盖处理。

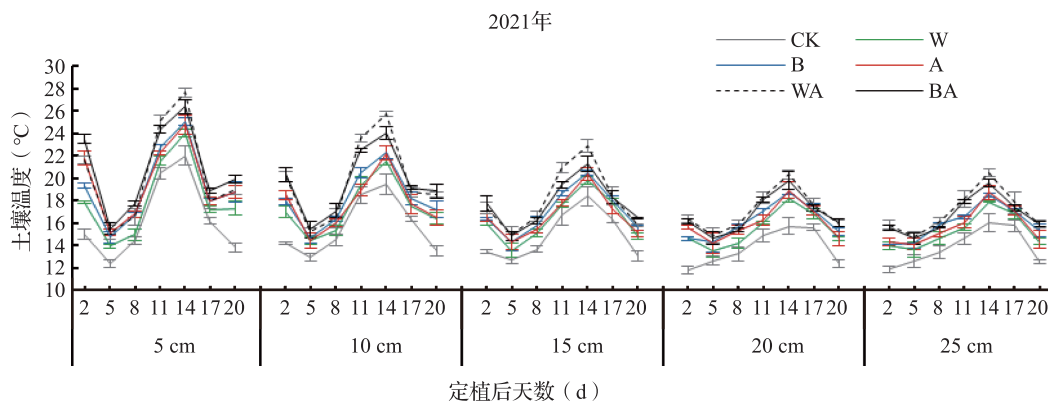


图 2 不同覆膜处理下早春黄瓜栽培 0 ~ 25 cm 土层土壤垂直温度变化

结合试验期内的天气情况进一步分析发现, 各覆膜处理的土壤温度差异与天气变化有紧密联系。结合图 1 与图 2 可以看出, 晴天气温升高时, 各覆膜处理土壤温度的差异变大, 双膜覆盖处理的升温程度更显著; 雨天气温降低时, 各覆膜处理土壤温度的差异变小, 这可能与阴雨天气时云层较厚, 到达地面的太阳辐射减少有关。

2.2 不同覆膜方式下土壤有效积温的变化特征

在小拱棚揭膜前, 各处理有效积温变化特征如图 3 所示, 表现为 WA > BA > B > A > W > CK。其中, 单膜覆盖处理 B、A、W 的有效积温分别为 134.75、129.75、124.25℃, 分别比 CK 处理提高 38.56%、33.42%、27.76%; 处理 B 与 W 之间差异显著。双膜覆盖处理 WA、BA 的有效积温分别为

160.40、151.50℃, 分别比 CK 提高 64.94%、55.78%, 且差异显著。相比于单膜覆盖处理中的最高有效积温 134.75℃, 双膜覆盖处理 WA、BA 的有效积温分别提高 19.04%、12.43%。可以看出, 覆膜处理均能显著提高耕层土壤的有效积温, 双膜覆盖处理提高土壤有效积温的效果明显优于单膜覆盖处理; 双膜覆盖处理以 WA 为最佳, BA 处理次之。

2.3 不同覆膜方式下土壤含水率的变化特征

如图 4 所示, 连续两年覆膜处理的土壤含水率均高于 CK, 但其变化特征因覆膜方式和年份而有差异。定植后 4 d, 2020 年各处理间的土壤含水率差异均不显著; 2021 年处理 BA、WA、B、A、W 的土壤含水率分别比 CK 增加 19.92%、13.76%、9.96%、

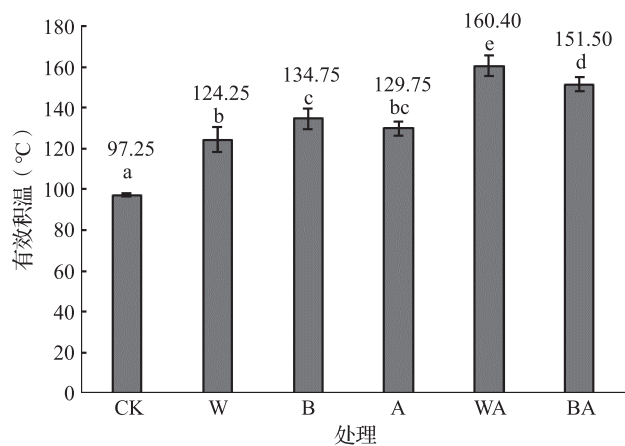


图3 不同覆膜处理对早春黄瓜栽培土壤有效积温的影响
注: 不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。下同。

8.19%、4.98%。定植后 14 d, 2020 年处理 BA、WA、W、B、A 的土壤含水率分别比 CK 显著增加 19.20%、17.54%、15.08%、13.06%、11.32%; 2021 年各处理土壤含水率依次为 BA > B > W > WA > A > CK, 分别较 CK 显著增加 54.01%、38.11%、34.71%、26.74%、22.70%。定植后 24 d, 2020 年处理 BA、WA、B、W、A 土壤含水率分别较 CK 显著增加 36.58%、33.81%、26.03%、24.21%、14.76%; 2021 年各处理与定植后第 14 d 的变化一致, 分别较 CK 显著增加 34.46%、24.85%、19.40%、14.92%、11.87%。整体上看, 随着覆膜时间的推移, 不同覆膜方式均能明显提高土壤含水率, 表现出较好的保水效果, 以 BA 处理效果最优。

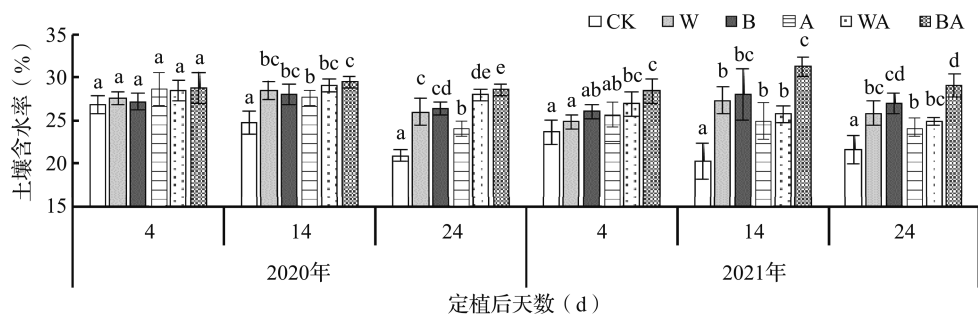


图4 不同覆膜处理下早春黄瓜栽培土壤含水率

2.4 不同覆膜方式下黄瓜的生长特性

综合两年的试验数据(表1)分析发现, 各处理的黄瓜株高表现为 WA > BA > A > W > B > CK。相比 CK, 单膜覆盖处理 A、W、B 的株高分别增加 7.66、5.75、4.34 cm, 双膜覆盖处理 WA、BA 的株高分别增加 16.9、9.4 cm; 双膜覆盖的株高显著高于单膜覆盖。各处理的黄瓜叶片数也表现为双膜覆盖处理 > 单膜覆盖处理 > CK。与 CK 相比, 单膜覆盖处理 A、W、B 的叶片数分别增加 2.3、2.2、1.5 片, 双膜覆盖处理 WA、BA 的叶片数分别增加 3.8、3.1 片;

双膜覆盖的叶片数明显多于单膜覆盖。各处理的黄瓜叶面积也表现为 WA > BA > W > A > B > CK。与 CK 相比, 单膜覆盖处理 W、A、B 的叶面积分别增加 106.57、93.45、30.72 cm², 双膜覆盖处理 WA、BA 的叶面积分别增加 211.62、100.10 cm²; 双膜覆盖的叶面积明显大于单膜覆盖。由此可见, 在黄瓜营养生长前期, 各覆膜处理的株高、叶片数、叶面积均显著大于 CK, 双膜覆盖处理的黄瓜营养生长量明显高于单膜; 双膜覆盖处理 WA 的黄瓜营养生长量最高, BA 处理次之。

表1 覆膜对早春黄瓜部分农艺性状的影响

处理	2020 年			2021 年		
	株高 (cm)	叶片数 (片)	叶面积 (cm ²)	株高 (cm)	叶片数 (片)	叶面积 (cm ²)
CK	8.28 ± 0.35a	2.20 ± 0.20a	34.75 ± 1.19a	8.60 ± 0.43a	3.00 ± 0.00a	28.50 ± 1.70a
W	13.18 ± 0.60b	3.60 ± 0.24b	131.05 ± 3.81c	15.20 ± 0.34c	6.00 ± 0.00d	145.35 ± 8.61c
B	12.46 ± 0.39b	3.20 ± 0.20bc	63.10 ± 2.65b	13.10 ± 0.19b	5.00 ± 0.00b	61.60 ± 3.19b
A	15.20 ± 0.54c	4.20 ± 0.20c	123.50 ± 6.50c	17.00 ± 0.16d	5.60 ± 0.24c	126.65 ± 5.66c
WA	22.88 ± 0.48e	5.80 ± 0.37d	237.10 ± 3.94d	27.80 ± 0.60e	7.00 ± 0.00e	249.40 ± 4.60d
BA	17.68 ± 0.47d	5.40 ± 0.24d	129.90 ± 2.29c	18.00 ± 0.35d	6.00 ± 0.00d	133.55 ± 5.52c

注: 不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。下同。



由表 2 可知,不同覆膜处理均能增加单株开花数,并提前花期。两年各处理平均单株开花数与花期顺序均为 WA > BA > A > W > B > CK。其中,各处理平均单株开花数较 CK 分别增加 5.5、4、3.5、2.5、2 朵;平均花期较 CK 分别提前 19、15、9、7.5、4.5 d。因此,双膜覆盖处理下的黄瓜单株开花数高于单膜覆盖处理,花期也早于单膜覆盖处理。

表 2 覆膜对早春黄瓜开花的影响

处理	2020 年		2021 年	
	单株开花数	花期	单株开花数	花期
	(朵)	(月-日)	(朵)	(月-日)
CK	0	04-17	0	04-16
W	2	04-08	3	04-10
B	2	04-12	2	04-12
A	3	04-06	4	04-09
WA	5	03-28	6	03-29
BA	4	03-31	4	04-03

2.5 不同覆膜方式下黄瓜的产量、经济效益和产投比

从表 3 可以看出,不同处理黄瓜的两年平均产量依次为 WA > BA > A > W > B > CK。相比于 CK,单膜覆盖处理 A、W、B 分别增产 134.56%、72.56%、41.09%,双膜覆盖处理 WA、BA 分别增产 232.85%、197.95%;相比于单膜覆盖处理中的最高产量 219.62 kg/hm²,双膜覆盖处理 WA、BA 分别增产 41.90%、27.02%。不同处理黄瓜的两年平均经济效益表现为 WA > BA > A > W > B > CK。与 CK 相比,单膜覆盖处理 A、W、B 的经济效益分别增加 10.85 万、4.76 万、2.89 万元/hm²,双膜覆盖处理 WA、BA 的经济效益分别增加 20.00 万、14.61 万元/hm²;相比于单膜覆盖的最高经济效益 13.06 万元/hm²,双膜覆盖处理 WA、BA 的经济效益增幅分别达 69.30%、28.02%。不同处理黄瓜的两年平均产投比表现为 WA > BA > A > W > B > CK,分别为 5.90、4.46、4.35、3.05、2.22、1.41;除 BA 与 A 处理间差异不显著,其余各处理间的差异均达到显著水平。由此可见,不同覆膜方式均可显著提升早春黄瓜栽培的产量、经济效益与产投比,双膜覆盖的提升效果显著优于单膜,以 WA 处理最优,BA 处理次之。

表 3 不同覆膜处理下早春黄瓜产量、经济效益和产投比

年份	处理	产量 (kg/hm ²)	经济效益 (万元/hm ²)	产投比
2020	CK	93.26 ± 9.50a	2.11 ± 0.38a	1.41 ± 0.15a
	W	164.03 ± 7.17c	6.70 ± 0.77b	2.98 ± 0.20c
	B	132.41 ± 4.97b	5.41 ± 0.79b	2.40 ± 0.20b
	A	210.97 ± 12.79d	13.10 ± 0.97c	4.37 ± 0.19d
	WA	307.19 ± 7.29f	22.81 ± 0.53e	6.08 ± 0.08e
	BA	270.88 ± 7.23e	17.02 ± 1.09d	4.54 ± 0.17d
2021	CK	94.00 ± 9.78a	2.10 ± 0.37a	1.40 ± 0.14a
	W	159.09 ± 7.52c	7.04 ± 0.31b	3.13 ± 0.08c
	B	131.79 ± 6.82b	4.59 ± 0.70ab	2.04 ± 0.18b
	A	228.26 ± 6.12d	13.02 ± 1.95c	4.34 ± 0.38d
	WA	316.08 ± 3.50f	21.42 ± 0.91e	5.71 ± 0.14e
	BA	287.06 ± 3.54e	16.42 ± 0.31d	4.38 ± 0.05d
平均	CK	93.63 ± 0.37a	2.11 ± 0.03a	1.40 ± 0.01a
	W	161.56 ± 2.47c	6.87 ± 0.50b	3.05 ± 0.07c
	B	132.10 ± 0.31b	5.00 ± 0.66c	2.22 ± 0.18b
	A	219.62 ± 8.65d	13.06 ± 1.10d	4.35 ± 0.01d
	WA	311.64 ± 4.45f	22.11 ± 0.34f	5.90 ± 0.19e
	BA	278.97 ± 8.09e	16.72 ± 0.47e	4.46 ± 0.08d

3 讨论

覆膜栽培可以明显提高耕层的土壤温度,其增温效果受覆膜方式、地膜颜色、土层深度、气候条件等因素的影响^[4, 17]。普雪可等^[18]研究发现,单层地膜覆盖可显著提高马铃薯生长前期的耕层土壤温度 1.3℃;Wang 等^[19]研究报道,覆膜能提高玉米生长前期的表层土壤温度,单层黑色膜、透明膜分别可增温 2.5%、3.4%。本研究发现,与西南紫色土区裸地栽培相比,各覆膜处理均可显著提升土壤耕层温度,与前人研究^[9]一致。双膜覆盖处理 WA、BA 可提高耕层土壤温度 3.18 ~ 4.58℃,明显优于各单膜覆盖处理,这与黄云志等^[7]在高原冷凉山区黄壤中的双膜覆盖栽培试验结论相似。这说明双膜覆盖处理能够更好地消除西南紫色土与外界的热量损失,减缓地温降速,有效解决早春土壤的低温问题,有利于早春黄瓜的生长。另外,本研究中双膜覆盖处理的最高土壤增温为 4.58℃,表层土壤温度最高可达 28℃;土壤热量与水分的协同向上运移^[7],会导致拱棚内的空气温度明显高于土壤温度,可能会引起黄瓜植株的热害症状。因此,在实际生产中,建议于晴天午后掀起拱棚两端的棚膜,适当通风降温。

覆膜栽培可以提升农作物耕层土壤的有效积温^[20]。孙仕军等^[21]研究发现,在东北雨养区,覆膜可增加春玉米苗期的耕层土壤积温超过 8.7%;刘海军等^[22]研究表明,在不同灌溉条件下,覆膜提高新疆棉花苗期和蕾期有效积温 16.47℃ 以上;梁晓阳等^[23]研究指出,在内蒙古河套灌区,春玉米全生育期覆膜处理的累计有效积温提高 66.6℃,苗期提高 64.1℃。本研究发现,单膜覆盖处理 B、A、W 的有效积温比 CK 处理分别提高 38.56%、33.42%、27.76%,双膜覆盖处理 WA、BA 的有效积温分别比最优单膜覆盖处理 B 提高 19.04%、12.43%。可见,双膜覆盖处理能够更明显提升早春西南紫色土的有效积温,这可能与双膜覆盖集成了地膜和拱棚两者的优势有关,一方面减弱土壤与外界的热交换,提高耕层土壤温度,使土壤蓄积有效积温的能力增强^[24-25];另一方面减缓温度骤然降低,平抑土壤温度的波动幅度^[26]。

覆膜对农作物耕层土壤的水分具有良好的保蓄效果^[27]。覆膜栽培通过降低土壤水分的无效蒸发,进而增加表层土壤含水量^[28],保证农作物生长所需的充足水分^[27]。研究发现,不同覆膜方式对耕层土壤水分的保蓄作用有差别^[16]。在黔西北春玉米的种植过程中,宽膜覆盖比窄膜的土壤水分含量提高 4.8% ~ 11.8%^[28];在旱地马铃薯栽培过程中,黑、白膜覆盖均能促进土壤集水保墒,黑膜覆盖对土壤水分的补充作用明显优于白膜^[16]。本试验条件下,随着覆膜时间的延长,2020 年双膜覆盖处理 BA、WA 的土壤含水率均明显高于单膜;2021 年双膜覆盖处理 BA 的土壤含水率明显高于其他处理。有趣的是,2021 年单层黑膜覆盖处理 B 的土壤含水率高于双膜覆盖 WA,这可能与黑膜有更好的保水性能^[8, 29]、试验期内降水偏多而滴灌减少有关。综合来看,双膜覆盖对耕层土壤水分的保蓄作用优于单膜和裸地,尤其是 BA 处理的覆膜方式保水效果最佳,更利于黄瓜前期的生长。

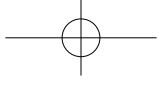
覆膜栽培可以通过改善耕层土壤的水温条件增加土壤微生物的多样性,促进农作物对养分的吸收,进而提高农作物的长势^[6]。有研究指出,温室条件下,覆膜种植可以提高黄瓜株高 38.0% ~ 63.1%,增大叶面积指数 84.0% ~ 89.4%^[30];在西北黄土高原半干旱地区,覆膜种植可以提高荞麦叶面积指数,增加荞麦干物质含量^[31];在甜菜种植过程

中,双膜覆盖处理的甜菜叶面积指数较单膜增加 8.71%,干物质含量也显著升高^[32]。本研究中,双膜覆盖处理的黄瓜株高、叶片数、叶面积均显著高于单膜及裸地,花期大幅提前。良好的土壤水热条件不仅促进作物前期的营养生长,而且是提高作物产量的保障^[33]。Yan 等^[30]研究发现,地膜覆盖可提高温室黄瓜产量 18.0% ~ 24.7%;Wang 等^[19]研究指出,在华北平原,透明膜覆盖可提高春玉米产量 9.8%、夏玉米产量 8.90%,黑膜覆盖可提高春玉米产量 17.4%、夏玉米产量 4.70%。本研究结果显示,在西南紫色土区域的早春黄瓜种植过程中,双膜覆盖处理 WA、BA 分别较 CK 处理增产 232.85%、197.95%,分别比单膜覆盖处理中的最高产量 219.62 kg/hm² 增产 41.90%、27.02%。由此可见,地膜 + 小拱棚的双膜覆盖方式能够提高早春黄瓜的长势,显著提升西南紫色土区的早春黄瓜产量。

因使用的农资种类、数量和覆盖方式不同,使得物资成本和人工投入差异明显,最终影响经济效益。产投比可以较好地反映经济效益,其比值越高说明该种植方式经济效果越好^[34-35]。本研究结果显示,双膜覆盖处理(WA 和 BA)的产投比介于 4.46 ~ 5.90;双膜覆盖处理 WA、BA 经济效益分别高达 22.11 万、16.72 万元/hm²,分别比单膜覆盖的最高经济效益 13.06 万元/hm² 高 69.30%、28.02%。这说明地膜 + 小拱棚的双膜覆盖方式更加适宜现阶段西南紫色土区的早春黄瓜栽培,能够更好地促进早春黄瓜高产以及农户增收。

4 结论

在西南紫土区,覆膜均能显著提高黄瓜早春栽培的耕层土壤温度与有效积温,且双膜覆盖处理的增温效果明显优于单膜;随着覆膜时间的推移,不同覆膜方式均能明显提高土壤含水率,以黑膜 + 小拱棚的覆膜方式保水效果最佳。双膜覆盖处理通过改善土壤水温条件,能更好促进早春黄瓜的生长,比裸地栽培增产 197.95% ~ 232.85%,比单膜覆盖处理中的最高产量增产 27.02% ~ 41.90%,经济效益高达 16.72 万 ~ 22.11 万元/hm²。综合来看,双膜覆盖栽培模式可以更好地改善土壤水热状况,促进黄瓜的生长与高产,具有蓄水保湿和增产增效的效果,是适宜西南紫色土区早春黄瓜栽培的模式。



参考文献:

- [1] 徐晓, 肖天贵, 麻素红. 西南地区气候季节划分及特征分析[J]. 高原山地气象研究, 2010, 30(1): 35-40.
- [2] 张晶, 刘继芳, 吴建寨, 等. 2021年蔬菜市场运行分析与2022年展望[J]. 中国蔬菜, 2022(1): 1-8.
- [3] 闫秋艳, 段增强, 李汛, 等. 不同根区温度对嫁接黄瓜生长和光合参数的影响[J]. 土壤学报, 2013, 50(4): 752-760.
- [4] 霍铁珍, 丁春莲, 银花, 等. 不同材料覆盖对马铃薯田土壤水热状况及产量的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(1): 90-94.
- [5] 王娟, 张瑜, 黄成真, 等. 不同覆盖方式对新复垦区土壤水热及春玉米产量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2021, 29(5): 844-854.
- [6] 胡英杰, 张友良, 冯绍元, 等. 不同颜色地膜和滴灌土壤湿润比对土壤水热及甘薯生长的影响[J]. 灌溉排水学报, 2021, 40(10): 33-42.
- [7] 黄云志, 宋鹏飞, 季泽顺, 等. 不同覆膜方式对冷凉山区土壤水热效应及烤烟农艺性状的影响[J]. 中国农学通报, 2023, 39(33): 92-98.
- [8] 王平, 陈娟, 谢成俊, 等. 干旱地区覆盖方式对土壤养分及马铃薯产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(4): 118-125.
- [9] 张泽锦, 王力明, 雷晓葵, 等. 四川盆地3种颜色地膜对秋季土壤温度及黄瓜产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2021, 40(2): 42-46.
- [10] Bai Y S, Zhang H J, Jia S H, et al. Plastic film mulching combined with sand tube irrigation improved yield, water use efficiency, and fruit quality of jujube in arid desert area of Northwest China[J]. Agricultural Water Management, 2022, 271: 107809.
- [11] 张玉, 晏莉霞, 谭明明, 等. 南充蔬菜优势产区培育路径[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(3): 228-231.
- [12] 雍磊, 蒲全明, 何自涵, 等. 南充市蔬菜保护地栽培现状及应用前景分析[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(1): 90-95.
- [13] 丁攀, 鲜铁军, 蒲春雷, 等. 气象灾害对南充农业的影响及防范措施[J]. 四川农业科技, 2022(9): 98-100.
- [14] 吕剑, 李金武, 郁继华, 等. 不同地表覆盖方式对松花菜土壤温度、产量和水分利用的影响[J]. 核农学报, 2021, 35(8): 1941-1951.
- [15] 丁奠元, 徐志鹏, 陈飞宇, 等. 基于覆膜积温补偿效应的 AquaCrop 模型优化模拟[J]. 干旱地区农业研究, 2021, 39(6): 113-125.
- [16] 杨封科, 何宝林, 董博, 等. 不同降雨年型黑膜垄作对土壤水肥环境及马铃薯产量和效益的影响[J]. 中国农业科学, 2021, 54(20): 4312-4325.
- [17] 谢成俊, 王平, 程娟. 不同覆盖方式对农田土壤水热状况及马铃薯产量的影响[J]. 土壤通报, 2019, 50(5): 1151-1158.
- [18] 普雪可, 吴春花. 不同覆盖方式对旱作马铃薯生长及土壤水热特征的影响[J]. 中国农业科学, 2020, 53(4): 734-747.
- [19] Wang C J, Wang J D, Zhang Y Q, et al. Effects of different mulching materials on the grain yield and water use efficiency of maize in the North China Plain[J]. Agriculture, 2022, 12(8): 1112.
- [20] 唐永齐, 张友良, 王凤新, 等. 地膜对花生土壤水热环境和生长的影响[J]. 灌溉排水学报, 2024, 43(1): 17-27.
- [21] 孙仕军, 朱振闯, 陈志君, 等. 不同颜色地膜和种植密度对春玉米田间地温、耗水及产量的影响[J]. 中国农业科学, 2019, 52(19): 3323-3336.
- [22] 刘海军, 张昊, 王一帆, 等. 不同覆盖材料和灌溉量对机采棉产量形成及有效积温生产效率的影响[J]. 新疆农业科学, 2023, 60(9): 2091-2100.
- [23] 梁晓阳, 沈欣, 王传娟, 等. 覆膜类型对春玉米农田盐热变化及产量的影响[J]. 排灌机械工程学报, 2023, 41(11): 1179-1188.
- [24] Wu Y, Huang F Y, Jia Z K, et al. Response of soil water, temperature, and maize (*Zea mays* L.) production to different plastic film mulching patterns in semi-arid areas of northwest China[J]. Soil & Tillage Research, 2017, 166(166): 113-121.
- [25] 李尚中, 樊廷录, 赵刚, 等. 旱地玉米不同覆盖栽培模式的土壤水热特征及产量品质效应[J]. 草业学报, 2018, 27(4): 34-44.
- [26] 张哲, 李志刚, 倪细炉. 不同覆盖措施对宁夏沙化地区枸杞地土壤水热条件及产量的影响[J]. 水土保持研究, 2018, 25(1): 257-262.
- [27] Zhao X D, Qin X R, Li T L, et al. Effects of planting patterns plastic film mulching on soil temperature, moisture, function of bacteria and yield of winter wheat in the Loess Plateau of China[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2023, 5(22): 1560-1573.
- [28] 魏盛, 罗上轲, 程乙, 等. 不同覆膜方式对春玉米根系生长和土壤水热状况的影响[J]. 作物研究, 2022, 36(1): 14-22.
- [29] 李雪玲, 郭俊先, 陈莉, 等. 不同覆膜宽度对棉花生长发育、产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(22): 76-80.
- [30] Yan H F, Ma J M, Zhang J Y, et al. Effects of film mulching on the physiological and morphological parameters and yield of cucumber under insufficient drip irrigation[J]. Irrigation and Drainage, 2022, 4(71): 897-911.
- [31] Fang Y J, Yu X F, Hou H Z, et al. Growth response of tartary buck wheat to plastic mulching and fertilization on semiarid land[J]. Applied Sciences, 2023, 4(13): 2232-2232.
- [32] 林明, 鲁伟丹, 陈友强, 等. 覆膜方式与灌水量对滴灌甜菜叶丛生长及光合特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2022, 40(5): 182-189.
- [33] Rincy K A, Munsri P S, Dulal C M, et al. Effect of drip

irrigation, fertigation and mulching on growth and dry matter accumulation in bitter melon [J]. Journal of Krishi Vigyan, 2018, 2 (6): 61-67.

[34] Xiao L G, Wei X, Wang C Y, et al. Plastic film mulching significantly boost scrop production and water use efficiency but not evapotranspiration in China [J]. Agricultural Water Management, 2023, 275: 108023.

[35] 唐文雪, 马忠明. 不同厚度地膜一膜三年覆盖对土壤水热效应、玉米产量及地膜残留的影响 [J]. 中国农业科技导报, 2020, 22 (4): 153-161.

Effects of plastic film mulching on soil hydrothermal effect and yield of cucumber cultivated in early spring in purple soil area of Southwest China

HE Zi-han, PU Quan-ming*, YONG Lei, ZHANG Ting, XIANG Cheng-yong, YANG Peng (Nanchong Academy of Agricultural Sciences, Nanchong Sichuan 637000)

Abstract: The effects of mulching methods on the soil hydrothermal environment under mulching, cucumber yield and benefits were explored, to explain the mechanism of mulching on yield increase and provide the oretical basis for deeply exploring the yield increase potential of the early spring cucumber cultivation technique. A 2-year consecutive field experiments was conducted from 2020 to 2021. Using the bare field cultivation as control (CK), five types of plastic film mulching methods were adopted, including black film (B), white film (W), small arched shed (A), black film combined with small arched shed (BA) and white film combined with small arched shed (WA). Soil temperature, soil moisture content, crop morphology and yield were measured in the early growth stage of cucumber, and the effects of film mulching on soil moisture, temperature, cucumber yield and economic benefits were analyzed. The results showed that mulching significantly increased the average soil temperature and effective accumulated temperature of 0-25 cm soil layer, and the warming effect of double film mulching treatment was significantly better than that of single film. Compared with CK, the soil temperature of the tillage layer of WA and BA treatments was increased by 3.18-4.58℃, and the effective accumulated temperature increased by 55.78%-64.94%. With the going by of mulching time, the soil moisture content was significantly improved by mulching, and the water retention effect of BA treatment was the best. The double film mulching treatment could better promote the growth of cucumber in early spring, which increased the yield by 197.95%-232.85% and 27.02%-41.90% compared with CK and the highest yield of single film mulching, respectively, and the economic benefit was as high as 167200-221100 Yuan/hm². In conclusion, double film mulching treatment could improve the soil hydrothermal conditions in the purple soil region of Southwest China, promote the vigorous growth of cucumber in early spring, increase the yield and increase the economic benefits, and was a high-yield and high-efficiency mode suitable for early spring cultivation of cucumber in the purple soil area of Southwest China.

Key words: filmcovering; purple soil; cucumber; early spring cultivation; hydrothermal effect