

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2019)03-0146-06

不同功能地膜覆盖对旱地马铃薯土壤水热效应和产量的影响

胡新元¹, 谢奎忠^{2*}, 陆立银², 罗爱花²

(1. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为了研究旱地不同功能地膜覆盖栽培马铃薯的效果, 在甘肃省定西市设置露地栽培(CK)、覆盖黑色膜、覆盖黑白双色膜、覆盖蓝色高光效膜和覆盖黑色液体降解地膜5个处理试验, 研究不同地膜覆盖对土壤水热状况和产量的影响。结果表明, 地膜覆盖可以提高马铃薯0~20 cm各土层的土壤温度1.0~6.0℃, 覆盖黑白双色地膜和蓝色地膜的地温最高, 其次为覆盖黑色地膜, 液体可降解地膜的温度提高幅度最小, 仅较露地栽培高1.0~2.0℃。覆盖黑白双色膜、蓝色膜和黑色膜3个处理0~100 cm土层的土壤含水量最高, 其次为液体降解地膜, 露地土壤含水量最低。各处理与露地(CK)相比, 覆盖黑白双色地膜、黑色地膜和蓝色地膜处理水分利用效率分别较露地栽培提高32.00%、29.99%和25.22%, 液体降解地膜较露地栽培高7.42%(不显著)。蓝色地膜、黑色地膜和黑白双色地膜块茎产量分别较露地栽培提高29.28%、28.73%和25.72%, 液体降解地膜覆盖块茎产量较露地栽培高5.29%(不显著)。地膜覆盖能提高地温, 有效提高土壤含水量、水分利用效率和马铃薯产量, 蓝色高光效地膜、黑色地膜和黑白双色膜有极显著增产效果, 宜在生产中推广。

关键词: 多功能地膜; 地温; 土壤水分; 旱地; 马铃薯

Influences of Soil Mulching with Different Multifunctional Mulch Films on Soil Temperature, Soil Moisture and Potato Yields in Dry Land

HU Xinyuan¹, XIE Kuizhong^{2*}, LU Liyin², LUO Aihua²

(1. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Potato Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Five treatments, open field culture (CK), black plastic film mulching, black and white plastic film mulching, blue plastic film mulching and liquid degradable plastic film mulching, were set up in Dingxi City, Gansu Province to study the influence of different soil plastic films mulching on soil temperature, soil moisture and potato yields in order to understand the effects of different multifunctional mulch films mulching on potato production. Film mulching increased the soil temperature by 1.0 to 6.0 °C at different soil layers within the depth of 0 to 20 cm. Mulching with black and white film and blue film showed the highest increasement in soil temperature among all the treatments followed by the black film mulching, while liquid degradable plastic film mulching showed the lowest increasement in soil temperature among all the treatments, which was only 1.0 to 2.0 °C compared with that of CK. The soil moisture contents in the soil depth of 0-100 cm were the highest in the treatments of mulching with black and white film, blue film, and black film followed by liquid degradable plastic film mulching,

收稿日期: 2017-09-10

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201503001-7); 国家自然科学基金(31560172; 31860354); 甘肃省农业科学院农业科技创新专项(2016GAAS39; 2017GAAS96)。

作者简介: 胡新元(1973-), 男, 硕士, 副研究员, 主要从事植物营养及栽培方面研究工作。

*通信作者(Corresponding author): 谢奎忠, 博士研究生, 副研究员, 主要从事马铃薯栽培生理生态研究工作, E-mail: xiekz79@163.com。

with the lowest soil moisture content found in CK. Compared with CK, the water use efficiency in the treatments of black and white film mulching, black film mulching and blue plastic film mulching were increased by 32.00%, 29.99% and 25.22%, respectively, while the water use efficiency in liquid degradable plastic film mulching was only 7.42% higher (nonsignificance) than that of CK. Compared with CK, the potato yields in the treatments of blue plastic film mulching, black film mulching, and black and white film mulching were increased by 29.28%, 28.73%, and 25.72%, respectively. For liquid degradable plastic film mulching, the yield increase was only 5.29% (nonsignificance). In general, plastic film mulching could increase the soil temperature, soil moisture content, water use efficiency and potato yields, of which blue film, black film, and black and white film showed the best results and ought to be promoted in production.

Key Words: multifunctional mulch film; soil temperature; soil moisture; dry land; potato

地膜覆盖能够起到明显的增温保墒效果, 是有效提高植物水分利用率、减轻水资源紧张的重要手段, 地膜覆盖改善作物生长环境, 提高土壤温度和含水量等, 进而影响植物生长^[1-4]。覆盖地膜已成为中国北方地区农业生产的主要技术模式^[5], 地膜已经成为化肥、农药之后的第三大农业生产资料^[6]。随着科学技术的发展和进步, 生产地膜的颜色和种类越来越多, 地膜的功能越来越广, 不同颜色的地膜对太阳光拥有不同的吸收、透射和反射作用, 所产生的光和热效应不同, 从而引起作物对光的吸收不同^[7-10]。土壤温度对作物根系发育和生理代谢有直接影响, 而根系的发育对作物地上部的生长起着调控作用。地膜覆盖提高地表温度, 改变根际环境, 增强作物抗逆性。北方寒冷地区由于作物生长前期地温较低会明显推后出苗日期, 并且影响作物生长发育, 地膜的保温效应对于北方寒冷地区具有重要的意义^[11]。有色功能地膜具有调节温光环境、调控作物生长的作用^[12]。

中国是世界上最大的马铃薯生产国, 在马铃薯生产过程中, 农民因应用各种地膜而感到迷茫, 使用不当造成马铃薯减产^[13,14], 因此为了明确各种不同功能地膜特性和应用效果, 研究高光效膜、液体降解地膜、双色膜以及普通塑料黑色地膜覆盖对土壤水热效应的影响, 在甘肃干旱半干旱地区设置了不同功能地膜覆盖对旱地马铃薯生长影响试验, 旨在明确不同功能性地膜在马铃薯生产中的应用效果, 为马铃薯栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在甘肃省定西市安定区宁远镇红土村中川社, 位于N 35°26.346', E 104°50.991', 海拔2 023 m, 试验地为平坦川地, 该区属中温带偏旱区, 平均海拔2 000 m, 日照时数2 476.6 h, 年均气温6.4 °C, ≥10 °C积温2 239.1 °C; 无霜期140 d。多年平均降水390.9 mm, 年蒸发量1 531 mm, 干燥度2.53, 为典型的黄土高原半干旱雨养农业区, 一年一熟。土壤为典型的黄绵土, 土质绵软、深厚, 质地均匀, 贮水性能良好^[15]。0~20 cm耕层土壤有机质12.90 g/kg, 全氮0.85 g/kg, 全磷0.91 g/kg, 全钾21.61 g/kg, 速效氮63.00 mg/kg, 速效磷30.01 mg/kg, 速效钾376.00 mg/kg, 土壤pH 8.27。试验地前茬为玉米。

1.2 试验品种

‘陇薯3号’一级种。

1.3 试验设计

试验设5个处理。处理1: 露地栽培(CK); 处理2: 覆盖黑色膜; 处理3: 覆盖黑白双色膜(覆盖黑白双色膜时使白色条带在垄顶, 黑色条带在垄沟); 处理4: 覆盖蓝色高光效膜; 处理5: 黑色液体降解地膜。3次重复, 15个小区, 随机区组排列。小区长6.0 m, 宽3.3 m, 面积19.8 m²。

2013年3月下旬, 一次性施入基肥N 150 kg/hm²、P₂O₅ 120 kg/hm², 农家肥37 500 kg/hm²后, 用旋耕机翻耕, 然后各处理按照设计全膜覆盖不同颜色

和功能地膜, 栽培方式为全膜双垄沟覆盖, 大垄宽70.0 cm, 小垄宽40.0 cm, 大小垄宽共计1.1 m。4月26日用点播器在大垄垄侧点播马铃薯, 马铃薯株距38.0 cm, 播种密度47 847株/hm²。

1.4 测定指标

1.4.1 土壤温度测定

用直角地温表测定, 于出苗后10 d在每个处理垄上插地温表一套, 自垄面最高点开始, 分4个层次(5, 10, 15和20 cm), 分生育期在每天下午14:00进行观测。

1.4.2 土壤贮水量

根据土壤容重和土壤含水量计算, 每个生育期从垄顶开始分0~20, 20~40, 40~60, 60~80和80~100 cm 5层, 用土钻取各小区0~100 cm土样, 用烘干称重法测定土壤含水量。

1.4.3 作物水分利用效率

作物水分利用效率(Water use efficiency, WUE)计算公式:

$$WUE = Y/ET$$

式中: Y为不同处理的商品薯产量; ET为处理的总耗水量。ET = (播前土壤贮水量 - 收获后土壤贮水量) + 生育期内降雨量。

1.4.4 产量测定

按小区实收薯块的重量, 折算成公顷产量,

并与邻近对照的产量比较, 计算增产百分率。

1.5 数据分析

试验数据采用DPS 7.05进行统计分析, 应用新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同地膜覆盖对土壤温度的影响

从图1、2可以看出, 5 cm处土层苗期土壤温度最低, 除图2黑白膜处理外, 开花期土壤温度最高, 终花期和薯块膨大期土壤温度又降低。从图3、4可以看出, 除图3黑白膜处理外, 各处理块茎膨大期土层15和20 cm处的土壤温度最低, 其次为苗期, 现蕾期、开花期和终花期的土壤温度相差不大, 基本持平。

从图1~4可以看出, 与露地栽培(CK)相比, 地膜覆盖可以提高马铃薯0~20 cm土层的土壤温度1.0~6.0℃, 覆盖黑白双色地膜和蓝色地膜的地温最高, 其次为黑色地膜覆盖, 液体可降解地膜的温度提高幅度最小, 仅较露地栽培高1.0~2.0℃。

覆盖蓝色高光效地膜在苗期到现蕾期可以大幅提高地温, 高地温促进马铃薯提早出苗, 达到壮苗的作用; 黑白双色膜覆盖在开花期到薯块膨大期地温提高幅度大。

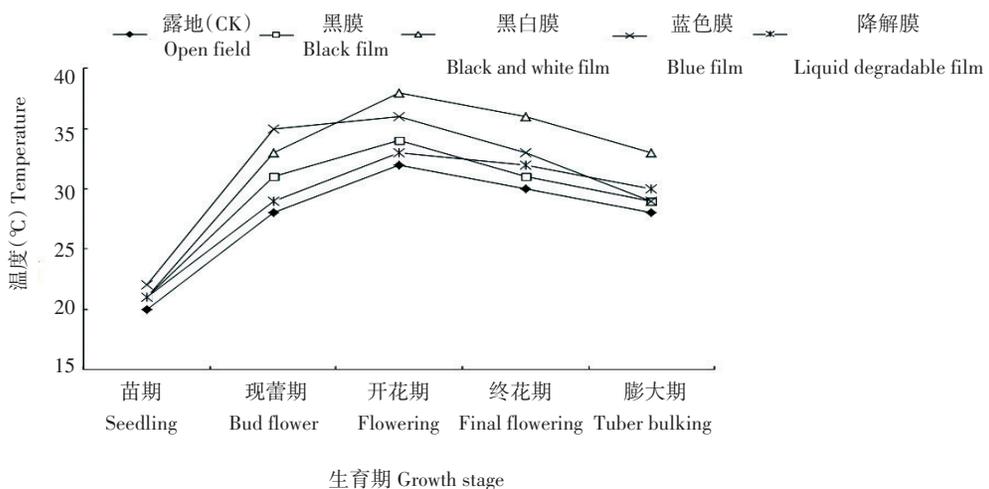


图1 各处理深5 cm处土层温度变化

Figure 1 Change in temperature under different treatments at 5 cm depth of soil

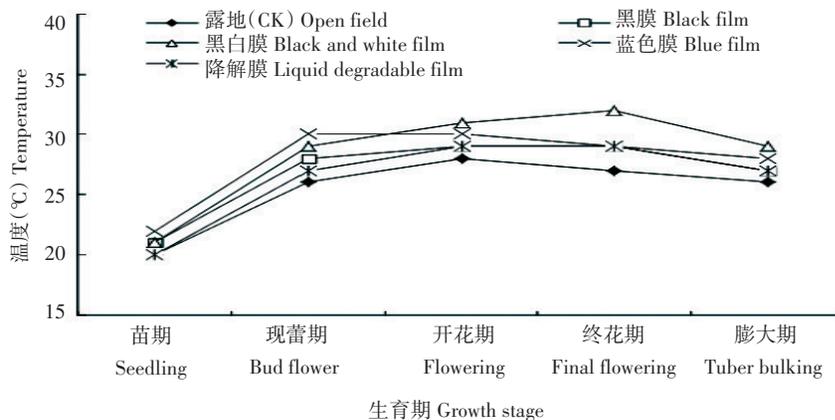


图2 各处理深 10 cm 处土层温度变化

Figure 2 Change in temperature under different treatments at 10 cm depth of soil

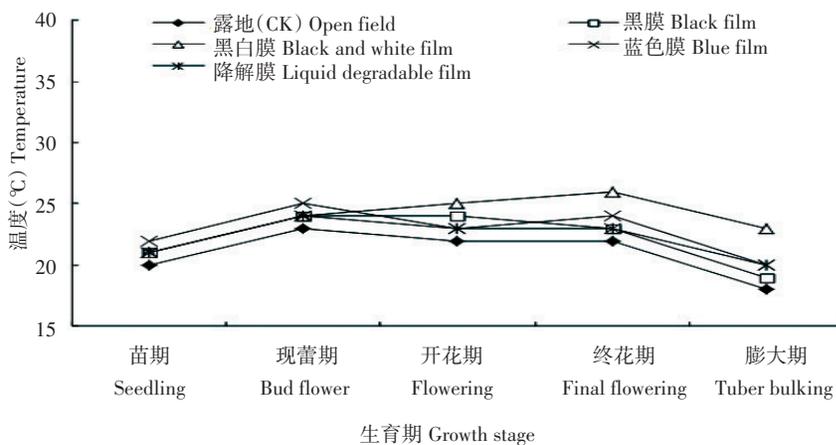


图3 各处理深 15 cm 处土层温度变化

Figure 3 Change in temperature under different treatments at 15 cm depth of soil

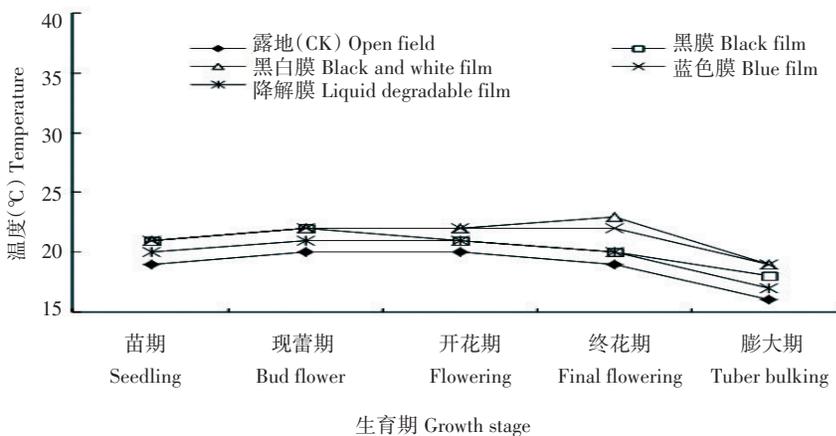


图4 各处理深 20 cm 处土层温度变化

Figure 4 Change in temperature under different treatments at 20 cm depth of soil

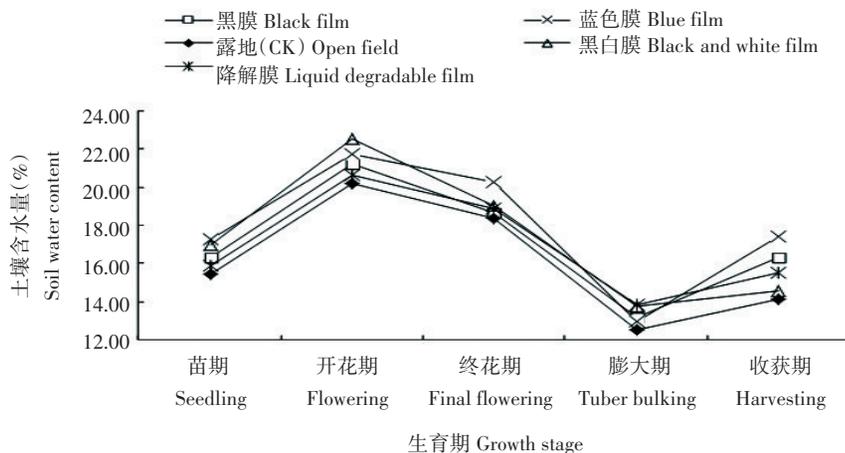


图5 各处理0~100 cm土壤含水量变化
Figure 5 Change in soil water content under different treatments in 0-100 cm depth of soil

2.2 不同处理土壤水分变化动态

从图5可以看出, 各处理0~100 cm土壤含水量从苗期到成熟收获期呈现“S”型曲线变化, 从苗期到开花期随着降雨量的增加, 土壤含水量呈现增加, 开花期达到最高, 随后土壤含水量逐渐降低, 这主要是马铃薯由营养生长期转换为生殖生长期, 马铃薯需水量增大, 土壤含水量相应降低, 到块茎膨大期土壤含水量最低, 从块茎膨大期到成熟收获期土壤含水量又升高。

各处理与对照露地相比, 覆盖地膜各处理土壤含水量均较对照露地高。相对来说, 覆盖双色

膜、蓝色膜和黑色膜的土壤含水量最高, 其次为液体降解地膜, 露地土壤含水量最低。

2.3 不同处理对马铃薯耗水量的影响

从表1可以看出, 各处理的耗水量在380~410 mm, 方差分析表明各处理间差异不显著。

2.4 不同处理对马铃薯水分利用效率的影响

从表1可以看出, 各处理与露地栽培(CK)相比, 黑白双色地膜覆盖水分利用效率最高, 为100.35 kg/hm²·mm, 较露地栽培提高32.00%; 其次为黑色地膜覆盖, 较露地栽培提高29.99%; 蓝色地膜覆盖处理较露地栽培显著提高25.22%; 液

表1 不同处理对马铃薯耗水量、水分利用效率和经济产量的影响

Table 1 Evapotranspiration, water use efficiency and yield of potato under different treatments

处理 Treatment	耗水量(mm) Evapotranspiration	水分利用效率(kg/hm ² ·mm) Water use efficiency (kg/ha·mm)	产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)
黑白膜 Black and white film	380.63 aA	100.35 aA	37 855 aA
黑膜 Black film	398.02 aA	98.82 aA	38 762 aA
降解膜 Degradable film	389.96 aA	81.66 bAB	31 702 bB
蓝色膜 Blue film	409.22 aA	95.19 aAB	38 927 aA
露地(CK) Open field	396.48 aA	76.02 bB	30 111 bB

注: 同列不同大小写字母分别表示在0.01和0.05水平差异显著。

Note: Treatment means in the same column followed by different small and capital letters are significantly different at levels of 0.05 and 0.01, respectively.

体降解地膜较露地高7.42%, 但差异不显著。

2.5 不同处理对马铃薯产量的影响

从表1可以看出, 各处理与露地栽培(CK)相比, 蓝色地膜覆盖马铃薯产量最高, 为38 927 kg/hm², 较露地栽培提高29.28%; 其次为黑色地膜覆盖, 较露地栽培产量提高28.73%; 黑白双色地膜覆盖马铃薯产量较露地栽培提高25.72%; 液体降解地膜覆盖马铃薯产量较露地栽培提高5.29%, 但差异不显著。

3 讨 论

地膜覆盖能够起到明显的增温作用, 覆盖不同功能地膜提高地温的效果不同^[3,4]。本研究表明, 种植马铃薯覆盖黑白双色膜和蓝色地膜的地温最高, 其次为黑色地膜, 液体可降解地膜的温度提高幅度最小。覆盖蓝色高光效地膜在苗期到现蕾期可以大幅提高地温, 高地温促进马铃薯提早出苗, 达到壮苗的作用; 黑白双色膜覆盖在开花期到薯块膨大期地温提高幅度大。土壤温度对植物根系生长、代谢有直接的影响, 而根系的生长和代谢又对植物地上部的生长起着控制作用。

地膜覆盖能够起到明显的保墒效果, 可提高土壤含水量^[6,7]。本研究表明, 不同地膜覆盖对种植马铃薯土壤水分有不同影响, 覆盖黑白双色膜、蓝色膜和黑色膜的土壤含水量最高, 其次为液体降解地膜, 露地土壤含水量最低。

地膜覆盖能够提高农田作物水分利用效率, 蓝色高光效膜、黑色地膜和黑白双色地膜覆盖水分利用效率最高, 产量最高, 增产幅度大, 具有广阔的应用前景。

[参 考 文 献]

- [1] 蒋云鹏. 秸秆覆盖和免耕对玉米生长与土壤环境的影响[J]. 农技服务, 2008, 25(8): 42.
- [2] 刘超, 汪有科, 湛景武, 等. 秸秆覆盖量对夏玉米产量影响的试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(40): 64-66.
- [3] 李仙岳, 彭遵原, 史海滨, 等. 不同类型地膜覆盖对土壤水热与葵花生长的影响[J]. 农业机械学报, 2015, 46(2): 97-103.
- [4] 刘露, 张玉鑫, 王锐, 等. 不同地膜覆盖对土壤温度和胡萝卜营养生长的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2010, 45(5): 79-82.
- [5] 王琦, 张恩和, 李凤民, 等. 半干旱地区沟垄微型集雨种植马铃薯最优沟垄比的确定[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 38-41.
- [6] 申丽霞, 王璞, 张丽丽. 可降解地膜对土壤温度、水分和玉米生长的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 25-30.
- [7] 刘鸿高, 李建宾, 顾才上, 等. 间作马铃薯覆盖不同地膜对土壤温湿度和产量的影响[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2017, 32(1): 44-51.
- [8] 王玉光, 徐坤, 赵锴, 等. 有色地膜覆盖对洋葱生长及产量的影响[J]. 中国蔬菜, 2009(6): 46-51.
- [9] 侯慧芝, 王娟, 张绪成, 等. 半干旱区全膜覆盖垄上微沟种植对土壤水热及马铃薯产量的影响[J]. 作物学报, 2015, 41(10): 1582-1590.
- [10] 侯慧芝, 张绪成, 汤瑛芳, 等. 半干旱区全膜覆盖垄沟种植马铃薯/蚕豆间作的产量和水分效应[J]. 草业学报, 2016, 25(6): 71-80.
- [11] Hou X Y, Wang F X, Han J J, *et al.* Duration of plastic mulch for potato growth under drip irrigation in an arid region of Northwest China[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2010, 150(1): 115-121.
- [12] Rabinowitcha H D, Katana K, Rotemb I. The response of onions to solar heating agricultural practices and pink-root disease[J]. Scientia Horticulture, 1981, 15(4): 331.
- [13] 谢奎忠, 陆立银, 罗爱花. 不同栽培措施对连作马铃薯土壤真菌、真菌性病害和产量的影响[J]. 中国蔬菜, 2013(2): 70-75.
- [14] 严昌荣, 何文清, 刘恩科, 等. 作物地膜覆盖安全期概念和估算方法探讨[J]. 农业工程学报, 2015, 31(9): 1-4.
- [15] 谢奎忠, 陆立银, 胡新元, 等. 不同级别脱毒种薯对旱地马铃薯病毒和产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2016, 30(6): 330-335.