

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)01-0013-06

半干旱区马铃薯不同覆膜方式对土壤水分、 温度及产量的影响

刘五喜¹, 董 博^{2*}, 张立功¹, 苏忠太¹

(1. 庄浪县农业技术推广中心, 甘肃 庄浪 744699; 2. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 在甘肃省陇中黄土高原半干旱农业区, 以建立马铃薯地膜覆盖的最佳模式, 高效利用降雨资源为目的, 于2015年在庄浪县旱地梯田开展了马铃薯不同覆膜方式对土壤水分、温度及产量的影响试验。结果表明, 马铃薯全膜垄沟栽培和全膜双垄播栽培, 较露地种植(CK)增产10 523~12 675 kg/hm², 增幅在26.1%~31.4%; 起垄单沟秸秆覆盖、起垄双沟秸秆覆盖、黑色全膜垄作侧播种植较露地种植(CK)增产3 092~4 932 kg/hm², 增幅在7.7%~12.2%。地膜覆盖、秸秆还田较露地种植(CK)显著提高了单株结薯数和单株薯块重, 大中薯率也明显增加, 单株结薯数增加0.8~1.5个, 单株薯重大中薯重增加60~230 g, 大中薯重量比增加1.1~4.6个百分点。马铃薯全膜垄沟栽培和全膜双垄播栽培2种模式适宜在半干旱地区推广。

关键词: 半干旱区; 覆膜方式; 水分; 温度; 产量; 马铃薯

Effects of Plastic Film Mulching Modes on Soil Moisture, Temperature and Yield of Potato in Semi-arid Region

LIU Wuxi¹, DONG Bo^{2*}, ZHANG Ligong¹, SU Zhongtai¹

(1. Zhuanglang Agricultural Technology Extension Center, Zhuanglang, Gansu 744699, China;

2. Dryland Agriculture Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Experimentation on dryland terrace was carried out in 2015 in Zhuanglang County to understand the effects of various mulching modes on soil temperature and moisture content, and yield of potato, in order to establish the best mode of potato plastic film-covering and the most efficient utilization of rainfall resources in the Loess Plateau semi-arid agricultural region in the middle part of Gansu Province. The results showed that full plastic-film mulching on double furrow and full film double row planting increased yield to 10 523-12 675 kg/ha, compared to cultivated in open fields (CK), and the yield increase was 26.1%-31.4%. The straw mulching covered in single furrow and double furrow and planting on the side of ridge with black plastic-film increased yield to 3 092-4 932 kg/ha, and the yield increase was 7.7%-12.2%, compared to cultivated in open fields (CK). Film mulching and straw turnover significantly increased the tuber numbers and weight per plant, and the percentage of large- and medium-sized tuber. The tuber number and large- and medium-sized tuber weights per plant increased 0.8 to 1.5, and 60 to 230 g. The percentage of large- and medium-sized tuber weights increased 1.1 to 4.6 percentage points. The full plastic-film mulching on double furrow and full film double row planting are suitable to be popularized in semi-arid area.

Key Words: semi-arid region; plastic film mulching mode; moisture; temperature; yield; potato

收稿日期: 2016-03-09

基金项目: 国家科技支撑计划(2012BAD05B03); 农业部行业专项(201503120)。

作者简介: 刘五喜(1981-), 男, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。

*通信作者(Corresponding author): 董博, 博士, 助理研究员, 主要从事农田水肥调控理论研究, E-mail: donbobby@163.com。

庄浪县地处六盘山西麓, 海拔1 400~2 857 m, 年均降雨量498 mm, 年均气温8.1℃, 属雨养农业区。马铃薯是庄浪县第二大作物, 也是特色优势作物。近年来, 随着旱作农业的发展, 马铃薯全膜栽培面积不断扩大, 常年播种面积2万 hm^2 以上^[1]。然而马铃薯的栽培模式比较单一, 且产量不稳定。为此, 在总结玉米全膜双垄沟播栽培的基础上, 提出了马铃薯全膜双垄垄播和全膜垄作侧播栽培技术, 并在干旱半干旱地区大面积推广应用, 推动了马铃薯地膜覆盖栽培进入全覆盖时代。然而, 在马铃薯全膜覆盖栽培大田应用中, 农户施用有机肥不足, 导致庄浪县耕地地力下降, 玉米秸秆资源的浪费对环境造成的污染等问题。因此, 马铃薯全膜覆盖栽培技术亟待进一步完善和提高。近年来, 国内对旱地马铃薯地膜覆盖栽培模式研究较多^[2-5], 但对马铃薯秸秆覆盖研究报道较少, 为了进一步提高庄浪县耕地质量, 实现秸秆资源化利用, 减轻废旧地膜对环境造成的污染, 探索马铃薯秸秆带状覆盖技术代替地膜覆盖技术的可行性, 于2015年进行了马铃薯不同栽培模式试验研究, 探讨半干旱地区马铃薯的最佳栽培模式, 以达到对降水资源的高效利用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设于2015年庄浪县南湖镇寺门村, E 105°58'44.8", N 35°22'38.9", 海拔1 800 m, 年均气温7.9℃, 无霜期145 d, $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温3 310℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温2 690℃, 年均降雨量498 mm, 其中 $<10\text{ mm}$ 的降雨占总降雨量的47.73%, 平均蒸发量为1 289.1 mm, 空气相对湿度67%, 干燥度1.55。试验地土壤为黑垆土, 容重 1.30 g/cm^3 , 有机质 15.26 g/kg , 速效氮 54.8 mg/kg , 速效磷 18.14 mg/kg , 速效钾 186.3 mg/kg , pH 8.56。试验地肥力中等、均匀, 地块平坦。

1.2 供试材料

供试氮肥为尿素(N 46.4%, 甘肃刘家峡化工总厂), 磷肥为普钙(P_2O_5 16%, 云南禄丰勤攀磷化工有限公司), 钾肥为硫酸钾(K_2O 33%, 山东鲁丰钾肥有限公司); 地膜为天水天宝塑业有限责任公司

生产的黑色地膜, 幅宽120 cm; 秸秆为已收获的半风干玉米秸秆, 马铃薯采用庄浪县农业技术推广中心生产的‘庄薯3号’品种的脱毒一级种薯。

1.3 试验设计与方法

试验采用随机区组设计, 共设6个处理。

T1: 通用全膜垄沟栽培垄上播种, 垄底宽33 cm, 垄面宽20 cm, 垄高15 cm, 采用120 cm黑色地膜覆盖, 一幅地膜覆盖3垄2沟, 每隔20 cm打渗水孔, 垄沟组合为“3垄-2沟”, 马铃薯播于垄面上, 平均行距33 cm, 密度52 500穴/ hm^2 。

T2: 全膜双垄垄播, 垄型呈“凹”型, 在垄底宽70 cm, 垄面宽50 cm, 垄高15 cm的大垄上, 纵向沿中线开挖一条微沟, 即成“凹”型双垄, 微沟宽20 cm, 深10 cm。垄沟组合为“凹型垄-大沟”, 大沟宽40 cm, 深15 cm, 用120 cm黑色地膜全覆盖, 两幅地膜接于大沟处, 并用土压住地膜。凹槽内覆少量土, 并每隔20 cm打渗水孔, 宽行距70 cm, 窄行距40 cm, 密度52 500穴/ hm^2 , 马铃薯播于垄面上。

T3: 黑色全膜垄作侧播种植, 垄成“弓”型, 垄底宽70 cm, 垄面宽50 cm, 垄高15 cm, 垄沟组合“弓型垄-沟”, 沟宽40 cm, 沟深10 cm, 采用120 cm黑色地膜覆盖, 一幅地膜覆盖1垄1沟, 宽行距70 cm, 窄行距40 cm, 密度52 500穴/ hm^2 , 一垄播双行, 马铃薯播于垄侧。

T4: 起垄单沟秸秆覆盖, 垄底宽70 cm, 垄面宽50 cm, 垄高15 cm的大垄, 其他规格同T2, 形成大小双沟, 在小沟内均匀覆秸秆与垄面高度持平, 并用土压住秸秆, 垄沟组合为“凹型垄-单沟秸秆”, 马铃薯播于垄面上。宽行距70 cm, 窄行距40 cm, 密度52 500穴/ hm^2 。

T5: 起垄双沟秸秆覆盖, 垄底宽70 cm, 垄面宽50 cm, 垄高15 cm的大垄, 其他规格同T2, 在大、小沟内均匀覆秸秆与垄面高度持平, 并用土压住秸秆, 垄沟组合为“凹型垄-双沟秸秆”, 宽行距70 cm, 窄行距40 cm, 密度52 500穴/ hm^2 , 马铃薯播于垄面上。

T6: 露地栽培(CK), 宽行距70 cm, 窄行距40 cm, 密度52 500穴/ hm^2 , 马铃薯平地播种, 现蕾前施肥培土成垄。试验采用随机区组排列, 重复3次, 小区面积($4.8\text{ m} \times 6\text{ m}$)28.8 m^2 , 试验走道及小区间距50 cm, 设置保护行。

试验于2014年11月上旬覆膜,按试验要求整株覆盖玉米秸秆,覆盖量为8 250 kg/hm²。试验于2015年4月13日统一播种,采用简易马铃薯穴播器播种;结合播前整地,各处理施腐熟鸡粪4.5 t/hm²,施纯N 90 kg/hm², P₂O₅ 90 kg/hm², K₂O 45 kg/hm²。于6月10日用点播器打孔追施纯N 90 kg/hm²,深度15 cm。其他管理措施同当地大田,于10月12日统一收获。

1.4 试验记载和测定项目

1.4.1 生育期记载

试验期间观察记载出苗期、现蕾期、开花期、成熟期以及生育期。

1.4.2 土壤含水量的测定

用烘干法测定土壤含水量。播种前、收获后测0~20, 20~40, 40~60, 60~80, 80~100, 100~120, 120~140, 140~160, 160~180和180~200 cm土壤含水量,出苗期、现蕾期、开花期、成熟期测0~20, 20~40, 40~60, 60~80和80~100 cm土壤含水量。所取土样在105~110℃烘箱中烘6~8 h至恒重后称重。

土壤重量含水量(%) = (土壤湿重 - 土壤干重) / 土壤干重 × 100

土壤贮水量(mm) = 土壤重量含水量(%) × 容重(g/cm³) × 土层厚度(cm) × 10

耗水量(mm) = 播前贮水量(mm) - 收后贮水量(mm) + 生育期降水(mm)

水分利用效率(kg/hm²·mm) = 经济产量(kg/hm²) / 耗水量(mm)

1.4.3 土壤温度的测定

用曲管温度计测定土壤温度。分别在马铃薯出苗期、现蕾期、开花期、成熟期,选择晴朗的天气,于上午11点,测定小区中心位置的马铃薯播种带相邻2株之间5, 10, 15, 20和25 cm的地温。

1.4.4 产量和经济性状的测定

试验收获前,每小区中间行按5点取样法,取30株考种样考查株高、结薯数量和薯块鲜重,按小区收获计实产。薯块大小按小薯(<75 g)、中薯(75~150 g)、大薯(>150 g)标准统计。

1.5 数据处理

试验用Excel 2007进行数据处理,用DPS 7.05处理软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 生育期

地膜和秸秆覆盖对马铃薯的生育期有明显影响(表1),地膜覆盖(T1、T2、T3)较T6(CK)各个生育期提前,出苗期提前4 d,现蕾期、开花期、成熟期提前7 d,生育期提前3 d。秸秆覆盖(T4、T5)较T6(CK)生育期略有推迟,开花期、成熟期推迟1 d,生育期延长1 d。

2.2 经济性状

不同模式对马铃薯的性状有明显的影响(表2),T1、T2、T3、T4和T5单株结薯数分别较T6(CK)增加1.5, 1.5, 1.2, 0.8和0.9个,大中薯数分别较T6(CK)增加1.4, 1.2, 1.1, 1.0和0.8个,单株结薯数T1、T2、T3间差异不显著,T3、T4、T5间差异不显

表1 各处理生育期

Table 1 Growth stages of different treatments

处理 Treatment	播种期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Emergence	现蕾期(D/M) Bud flower	开花期(D/M) Flowering	成熟期(D/M) Maturity	生育期(d) Growth duration
T1	13/04	05/05	22/06	01/07	01/10	149
T2	13/04	05/05	22/06	01/07	01/10	149
T3	13/04	05/05	22/06	01/07	01/10	149
T4	13/04	09/05	29/06	09/07	09/10	153
T5	13/04	09/05	29/06	09/07	09/10	153
T6(CK)	13/04	09/05	29/06	08/07	08/10	152

表2 各处理经济性状
Table 2 Economic characteristics of different treatments

注: 处理平均值多重比较采用LSD法。下同。

Note: Significant difference is tested by LSD method. The same below.

表3 0~25 cm土壤温度(℃)
Table 3 Soil temperature in 0~25 cm

处理 Treatment	出苗期 Emergence	现蕾期 Bud flower	开花期 Flowering	成熟期 Maturity	平均 Average
T1	16.8	21.3	22.5	15.6	19.1
T2	16.7	20.5	22.0	15.0	18.5
T3	15.2	20.0	21.8	14.6	17.9
T4	14.1	18.8	20.2	13.1	16.6
T5	13.9	18.6	20.2	13.2	16.5
T6(CK)	15.1	19.1	21.4	14.2	17.5

著, 其余处理间差异均显著; T1、T2、T3、T4和T5单株薯重分别较T6(CK)增加180, 240, 80, 40和70 g; 大中薯重分别较T6(CK)增加200, 230, 90, 60和70 g, 单株薯重T3、T4、T5间差异不显著, 其余处理间差异均显著。T1、T2、T3、T4和T5大中薯重量比分别较T6(CK)增加4.6, 2.2, 2.4, 3.1和1.1个百分点, 地膜覆盖、秸秆还田较露地栽培显著提高了单株结薯数和单株薯重, 大中薯率也明显增加。

2.3 土壤温度

马铃薯全生育期0~25 cm土壤温度变化明显

(表3), 地膜覆盖处理(T1、T2、T3)土壤平均温度17.9~19.1℃, 较T6(CK)提高0.4~1.6℃; 秸秆覆盖处理(T4、T5)土壤温度16.5℃左右, 较T6(CK)降低1℃左右。

2.4 土壤含水量及水分利用效率

马铃薯全生育期地膜覆盖处理(T1、T2、T3)土壤含水量平均为21.5%~22.3%, 较T6(CK)高1.6~2.4个百分点; 秸秆覆盖处理(T4、T5)土壤含水量平均为20.6%~20.8%, 较T6(CK)高0.7~0.9个百分点(表4); 水分利用效率地膜覆盖处理(T1、T2、T3)为78.8~93.3 kg/hm²·mm, 较T6(CK)高11.6~26.1 kg/hm²·mm。

表4 0~100 cm土壤含水量(%)
Table 4 Soil moisture content in 0~100 cm

处理 Treatment	出苗期 Emergence	现蕾期 Bud flower	开花期 Flowering	成熟期 Maturity	平均 Average
T1	24.9	22.5	23.7	17.2	22.1
T2	24.7	22.9	23.9	17.8	22.3
T3	24.3	21.3	23.5	17.0	21.5
T4	23.8	20.9	22.9	15.6	20.8
T5	23.9	20.3	22.3	15.8	20.6
T6(CK)	23.2	19.7	21.7	15.1	19.9

表5 水分利用效率
Table 5 Water use efficiency (WUE)

处理 Treatment	播前2 m贮水量(mm) Water storage before planting in 2 m	收后2 m贮水量(mm) Water storage after harvesting in 2 m	耗水量(mm) Water consumption	降雨量 (mm) Rainfall	产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)	水分利用效率 (kg/hm ² ·mm) WUE (kg/ha·mm)	较CK提高 (kg/hm ² ·mm) Compared to CK (kg/ha·mm)
T1	505.5	362.6	571.3	428.4	50 837	89.0 aAB	21.8
T2	505.5	366.1	567.8	428.4	52 989	93.3 aA	26.1
T3	505.5	359.6	574.3	428.4	45 246	78.8 bBC	11.6
T4	505.5	340.6	593.3	428.4	43 406	73.2 bcC	6.0
T5	505.5	347.7	586.2	428.4	45 072	76.9 bC	9.7
T6(CK)	505.5	333.9	600.0	428.4	40 314	67.2 cC	—

表6 产量及经济效益
Table 6 Yield and economic benefit

处理 Treatment	小区产量(kg/28.8m ²) Plot yield			折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	增幅(%) Increase	经济效益(元/hm ²) Economic benefit (Yuan/ha)			产投比 Value cost ratio
	I	II	III			产值 Output value	投入 Input	纯收入 Net income	
T1	148.6	142.9	147.7	50 837 aA	26.1	40 669.2	7 896	32 773.2	5.15
T2	154.1	155.9	147.8	52 989 aA	31.4	42 391.2	7 896	34 495.2	5.37
T3	137.6	125.3	128.0	45 246 bB	12.2	36 196.8	7 896	28 300.8	4.58
T4	125.6	124.6	124.8	43 406 bBC	7.7	34 724.4	7 842	26 882.4	4.43
T5	128.6	128.8	132.0	45 072 bB	11.8	36 057.6	7 872	28 185.6	4.58
T6(CK)	122.4	115.7	110.3	40 314 cC	—	32 251.2	6 312	25 939.2	5.11

注: 马铃薯0.8元/kg, 地膜14元/kg, 纯N4元/kg, 纯P₂O₅5.8元/kg, 纯K₂O6元/kg, 秸秆0.3元/kg, 种子1元/kg, 人工50元/d。

Note: Potato is 0.8 Yuan/kg; plastic film 14 Yuan/kg; pure N 4 Yuan/kg; pure P₂O₅ 5.8 Yuan/kg; pure K₂O 6 Yuan/kg; maize straw 0.3 Yuan/kg; seed potato 1 Yuan/kg; and labor 50 Yuan/d.

mm; 秸秆覆盖处理(T4、T5) 73.2~76.9 kg/hm² · mm, 较T6(CK)高6.0~9.7 kg/hm² · mm(表5)。不同栽培及覆盖方式对马铃薯水分利用效率影响十分明显, 水分利用效率T1、T2间差异不显著, T3、T4、T5间差异不显著, T4、T6间差异不显著, 其余处理间差异均显著。

2.5 产量

从表6可以看出, 全膜双垄垄播栽培产量和纯收入最高, 即T2处理产量和纯收入分别为52 989 kg/hm²、34 495.2元/hm², 较T6(CK)产量和纯收入增加12 675 kg/hm²、8 556元/hm²; 其次为T1处理, 产量和纯收入分别为50 837 kg/hm²、32 773.2元/hm², 较T6(CK)分别增加10 523 kg/hm²、6 834元/hm², 第3位的是T3处理, 产量和纯收入分别为45 246 kg/hm²、28 300.8元/hm², 较T6(CK)分别增加4 932 kg/hm²、2 361.6元/hm², T5处理产量和纯收入排第4位, 分别为45 072 kg/hm²、28 185.6元/hm², 较T6(CK)分别增加4 758 kg/hm²、2 246.4元/hm², T4处理产量和纯收入分别为43 406 kg/hm²、26 882.4元/hm², 分别较T6(CK)增加3 092 kg/hm²、943.2元/hm², T6(CK)产量和纯收入最低, 分别仅为40 314 kg/hm²、25 939.2元/hm²。对产量结果进行方差分析, 处理间差异达到极显著水平, 区组间未达到显著水平, T1、T2间差异不显著, T3、T4、T5间差异不显著, 其余处理间差异均显著。

3 讨论

马铃薯全膜双垄垄播栽培可达到节水、增产, 提高水分利用效率。试验结果表明, 全膜双垄垄播栽培(T2)较露地(CK)种植增产12 675 kg/hm², 增幅31.4%, 水分利用效率提高26.1 kg/hm² · mm, 大中薯重量比提高了2.2个百分点。与前人研究结果基本一致^[6-10]。

马铃薯全膜双垄垄播栽培技术用黑色地膜全地面覆盖, 马铃薯播于小垄上, 沟内覆土打渗水孔集雨的栽培技术, 该技术集蓄水保墒、增温于一体, 并有效地调节垄内土壤水分, 干旱年不旱, 丰水年不涝, 其增产增收效果十分显著, 且技术流程简单, 简便易行, 是马铃薯全膜覆盖栽

培技术创新和丰富, 采用黑色地膜覆盖可以抑制杂草和减少绿头薯^[11,12]。

秸秆覆盖能抑制土壤水分蒸发, 改善作物生长的水环境, 促进马铃薯对土壤水分的有效利用, 进而提高马铃薯产量和大中薯率。秸秆覆盖(T4、T5)种植较露地(CK)种植增产3 092~4 758 kg/hm², 增幅7.7%~11.8%, 大中薯重量比提高了1.1~3.1个百分点。与前人研究结果基本一致^[13]。

[参 考 文 献]

- [1] 张立功, 马淑珍. 黄土丘陵区(庄浪)旱作马铃薯全膜覆盖关键技术集成研究[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(5): 84-92.
- [2] 刘晓伟, 何宝林, 康恩祥. 半干旱地区马铃薯不同覆膜方式的研究[J]. 作物杂志, 2012(1): 115-117.
- [3] 石有太, 陈玉梁, 刘世海, 等. 半干旱区不同覆膜方式对土壤水分温度及马铃薯产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2013, 27(1): 19-24.
- [4] 买自珍, 余萍, 买娟, 等. 半干旱区不同覆膜时期、方式与膜色对土壤水分及马铃薯水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(1): 99-106.
- [5] 李继明. 安定区地膜马铃薯不同覆膜方式集雨保墒增产试验[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(5): 275-278.
- [6] 晋小军, 李国琴, 潘荣辉. 甘肃高寒阴湿地区地膜覆盖对马铃薯产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(4): 207-210.
- [7] 郑元红, 王嵩, 何开祥, 等. 不同栽培方式对马铃薯产量影响研究[J]. 耕作与栽培, 2008(3): 12-14.
- [8] 郑有才, 杨祁峰. 不同覆盖模式对旱作马铃薯生育期及土壤含水量的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(20): 8462-8464.
- [9] 藏宁. 覆盖方式对旱地马铃薯产量和水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业科技, 2010(9): 22-24.
- [10] 陈永兴. 氮磷钾配施对马铃薯产量和效益的影响[J]. 中国马铃薯, 2008, 22(4): 213-215.
- [11] 李国斌, 刘五喜. 马铃薯全膜双垄垄播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2014(2): 63-64.
- [12] 石玉章. 黑色地膜覆盖方式对旱地马铃薯的影响[J]. 甘肃农业科技, 2012(7): 41-42.
- [13] 韩凡香, 常磊, 柴守玺, 等. 半干旱雨养区秸秆带状覆盖种植对土壤水分及马铃薯产量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2016, 24(7): 874-882.