

doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.20190

干旱地区覆盖方式对土壤养分及马铃薯产量的影响

王平¹, 陈娟², 谢成俊^{1*}, 王镭¹

(1. 兰州市农业科技研究推广中心, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 大田条件下, 为研究不同覆盖方式对旱作区马铃薯土壤有机质、养分及产量的影响, 试验设置白色半膜垄作(BB)、白色全膜垄作(BQ)、白色半膜垄作+垄沟秸秆覆盖(BJ)、黑色半膜垄作(HB)、黑色全膜垄作(HQ)、黑色半膜垄作+垄沟秸秆覆盖(HJ)、秸秆覆盖垄作(JL)及裸地垄作种植(CK) 8个处理。结果表明: 不同覆盖方式均能改变0~30 cm土层温度, 与CK相比, 地膜覆盖方式具有增温效果, 白膜增温优于黑膜, 全膜覆盖增温优于半膜与垄面覆膜垄沟秸秆处理, 且随着马铃薯生育期的推进覆膜增温效果逐渐减弱, 秸秆覆盖在生育前期具有降温作用, 后期具有一定的保温性。较JK与CK处理, 地膜覆盖处理促进了马铃薯的出苗并缩短了各生育期的时间; 覆盖方式能影响马铃薯根际土壤有机质、养分含量, 增加马铃薯根际土壤有机质含量, 有机质含量大小依次为 JL>BJ>BQ>BB>HQ>HJ>HB, 其中 JL 处理下的有机质含量较 CK 增加了 16.72%, 同色膜处理下的不同覆盖方式对马铃薯根际土壤有机质影响不显著, 地膜覆盖对土壤全量养分、速效氮磷钾含量的作用较秸秆覆盖小, 垄面覆膜+垄沟秸秆覆盖(BJ、HJ)对土壤养分含量的促进效果更大, 黑膜较白膜更能增加土壤速效钾的含量; 覆膜与秸秆覆盖较 CK 处理均能提高马铃薯产量, 以覆膜增产作用最为显著, 达到 87.87%。不同覆盖方式处理中以处理 BJ 产量最高, 其次为 HJ。因此, 覆盖材料(秸秆、黑膜、白膜)对于马铃薯生长、土壤养分、产量影响作用明显, 覆盖方式(半膜、全膜、半膜+秸秆)对于土壤温度、养分及马铃薯生长具有一定的调控作用, 总体表现为覆盖材料>覆盖方式, 以垄面覆膜+垄沟秸秆覆盖(BJ、HJ)最有利于马铃薯生长与产量的增加, 是适宜当地旱作区马铃薯种植的覆盖模式。

关键词: 旱作区; 覆盖方式; 土壤温度; 土壤养分; 马铃薯; 产量

甘肃省位于我国西部内陆, 气候多变, 为典型的干旱与半干旱地区, 耕地面积的 70% 以上为山旱地, 地貌特点为沟壑纵横。干旱是甘肃最严重的自然灾害, 大多数区域农业生产均缺少灌溉, 主要以雨养农业为主^[1]。降雨少而集中, 土壤贫瘠与不合理的种植方式是影响作物产量低而不稳的重要因素。为应对干旱对作物造成的自然灾害, 人们采取覆盖栽培来减少水分的无效蒸发, 这些方法很大程度上提高了作物的产量, 特别是“全膜双垄沟播玉米”、“一膜两年用”等技术的应用与推广, 为甘肃省的旱作农业发展提供了技术支撑。但是, 每一项技术的应用因受环境、作物、区域等因素的影响, 在推广应用上会存在一定的局限性^[2]。马铃薯是甘肃省的主栽作物, 种植与栽培方式多样, 既

有传统的无覆盖种植, 也有全覆膜、半覆膜等多种种植方式, 在一些偏远山区农户多采用无覆盖的起垄种植, 没有形成统一的高产、高效种植模式。因此, 寻求有效的栽培措施, 以提高土壤肥力与生产力是旱地农作物稳产高产亟待解决的问题。

研究表明覆盖不仅能够节水保墒, 同时还具有调节地温、协调水肥气热、改善土壤环境等作用^[3-4]。王平等^[5]研究表明, 地膜覆盖能促进土壤温度升高、作物的出苗时间提前, 提高作物出苗率, 增加水分利用效率。霍轶珍等^[6]研究表明秸秆覆盖能提升马铃薯生育后期土壤温度。杨长刚等^[7]研究表明秸秆覆盖能降低玉米生育后期土壤温度。众多研究表明覆盖方式能提高土壤养分。刘高等^[8]通过 3 年田间定位试验研究发现, 垄沟秸秆覆盖能够提高表层土壤全量氮、磷、钾、有机碳、活性有机碳含量及蔗糖酶、脲酶与磷酸酶活性等。罗珠珠等^[9]研究发现, 秸秆与地膜覆盖栽培持续 6 年后, 土壤速效养分和有机碳含量均有所增加。相关研究认为, 地膜具有较好的增温保墒作

收稿日期: 2020-04-08; 录用日期: 2020-05-30

作者简介: 王平(1979-), 男, 甘肃定西人, 农艺师, 硕士研究生, 主要从事作物栽培与耕作工作。E-mail: wangping0931@163.com。

通讯作者: 谢成俊, E-mail: 114557337@qq.com。

用,覆盖秸秆具有平抑地温,增加对降水的拦储与入渗,地膜垄面覆盖+垄沟秸秆覆盖方式较单一覆盖更能改善伏旱期间的土壤水热状况,有利于作物的生长发育,提高产量。Jordán 等^[10]研究发现,秸秆覆盖显著提高了土壤有机质含量,增加土壤水分储量与有效性,并改善土壤容重、孔隙度和团聚体稳定性。而李富翠等^[4]则认为覆盖栽培也可能会降低作物的养分吸收量,甚至会造成作物减产,这些研究结论的不一致很大程度上取决于区域气候环境条件的不同。

不同地膜覆盖技术或覆盖材料的应用效果因作物、区域环境的不同而异,技术有其适用的范围,针对兰州市山旱区的特点,本试验开展了覆盖栽培的研究。试验采取不同的覆盖材料和覆盖方式,比较研究不同覆盖技术处理对旱地春小麦土壤水分、温度、产量及降水利用效率等的影响,为因地制宜选择适合西北寒旱区春小麦覆盖种植技术模式提供依据,同时深化对覆盖增产和高效用水机制的认识。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验位于榆中县清水驿乡孟家山村试验基地,海拔约 2400 m。该区属于典型的半干旱气候,光、

热资源丰富,年平均气温 7.4℃,年蒸发量 1450 mm,年无霜期 150 d 左右,年日照时数 2500 h,年平均降水量 350 mm,其中 7~9 月占年降水量的 56%。2017 年 6 月中旬至 7 月持续高温,且没有有效降雨,其余生育期较历年同期降水充足,以 8 月份降水最大,马铃薯生育期内降水 368.4 mm。土壤为栗钙土,覆盖前 0~30 cm 土层全氮 0.939 g/kg,全磷 0.648 g/kg,全钾 21.09 g/kg,碱解氮 63.40 mg/kg,有效磷 9.86 mg/kg,速效钾 312.54 mg/kg,有机质 15.13 g/kg, pH 值 8.80。

1.2 试验材料

供试马铃薯品种:陇薯 10 号。
供试肥料:覆膜前结合整地施腐熟猪粪 45000 kg/hm²,施尿素 260 kg/hm² (N 46%),过磷酸钙 857 kg/hm² (P₂O₅ 14%),氯化钾 250 kg/hm² (K₂O 60%)。整地起垄时用 40% 辛硫磷乳油 7.5 kg/hm² 加细沙土 450 kg/hm²,搅拌撒施以防地下害虫。

1.3 试验设计

采用随机区组设计,共 8 个处理(表 1),3 次重复,小区面积 6.6 m×6 m=39.6 m²。其中,垄作宽度 70 cm,垄高 18 cm,垄沟宽 40 cm,每小区种植 180 株,株距 40 cm,种植密度 45400 株/hm²,小区保护行间距 50 cm。于 4 月 21 日开展马铃薯种植。

表 1 试验设计

处理代号	处理名称	操作方法
BB	白色半膜垄作	选用宽 90 cm,厚 0.01 mm 以上的白色地膜。机械操作形成垄高 18 cm,大垄宽 70 cm,中间开有 10 cm 深微沟,垄面形成“M”型微沟垄面,垄两侧点种马铃薯,行距 60 cm,株距 40 cm,垄沟宽 40 cm。
BQ	白色全膜垄作	垄面、垄沟宽、垄沟同 BB 处理,种植方法与半膜相一致,垄面与垄沟选用白色地膜全覆盖。
BJ	白色半膜垄作+ 垄沟秸秆覆盖	选用白色地膜(厚 0.01 mm 以上)覆膜,种植方法同 BB 处理。覆膜之后在垄沟进行玉米秸秆覆盖,秸秆覆盖量为 450 kg/hm ² 。
HB	黑色半膜垄作	选用宽 90 cm,厚 0.01 mm 以上的黑色地膜。机械操作与种植方法与 BB 处理一致。
HQ	黑色全膜垄作	垄面、垄沟宽、垄沟同 BB 处理,种植方法与半膜相一致,垄面与垄沟选用黑色地膜全覆盖。
HJ	黑色半膜垄作+ 垄沟秸秆覆盖	选用黑色地膜覆膜,种植方法与 BB 处理一致。覆膜之后在垄沟进行玉米秸秆覆盖,秸秆覆盖量为 450 kg/hm ² 。
JL	秸秆覆盖垄作	机械操作形成垄高 18 cm,大垄宽 70 cm,垄两侧点种马铃薯,行距 60 cm,株距 40 cm,垄沟宽 40 cm。选用玉米秸秆在垄面与垄沟同时覆盖,秸秆覆盖量为 1500 kg/hm ² 。
CK	裸地垄作种植	机械开沟,垄作无覆盖,人工点播种植,大垄宽 70 cm,垄沟 40 cm,株距 40 cm。在马铃薯开花期进行壅土起垄。

1.4 采样时间与测定方法

1.4.1 生育期记载

马铃薯物候期记载,主要为出苗期、现蕾期、

开花期、成熟期。

1.4.2 土壤养分测定

2017 年 3 月 22 日(覆膜前)与 2017 年 10 月

2 日, 不同处理小区取 0 ~ 30 cm 马铃薯的根际土 (靠近马铃薯薯块的土壤), 每小区采用“S”形取 5 个点土样进行混合, 带回实验室, 风干、研磨后待测土壤养分^[12-13]。

1) 土壤有机质 (OM): 重铬酸钾容量法; 2) 土壤全氮 (NT): 重铬酸钾消化法; 3) 土壤全磷 (TP): 硫酸—高氯酸消煮法; 4) 土壤全钾 (TK): 氢氧化钠熔融—火焰光度法; 5) 土壤碱解氮 (AN): 碱解扩散法; 6) 土壤有效磷 (AP): 碳酸氢钠法; 7) 土壤速效钾 (AK): 醋酸铵—火焰光度法。

1.4.3 成熟指标测定

马铃薯成熟期, 每小区挖取 3 m² 马铃薯, 挑选大薯及小薯, 进行称量, 并抽取 10 株记录块茎数。马铃薯产量按照小区单收计算。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 整理数据和作图, SPSS 21.0 进行方差分析 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖方式对土壤温度的影响

不同覆盖方式能显著影响 0 ~ 30 cm 的土壤温度 (图 1)。不同生育期的土壤温度变化呈现先增大后减小的趋势。出苗期不同覆盖方式下的土壤平均温度大小依次为 BQ>BB>BJ>HQ>HB>HJ>CK>JL, 以处理 BQ 土壤地温最高 (19.71 °C), 其中同一覆盖方式下白膜处理 (BB、BQ、BJ) 较黑膜处理 (HB、HQ、HJ) 土温平均高 0.61 ~ 0.75 °C, 黑膜以 HQ 处理下土壤温度最高, 以 JL 处理土壤温度最低, JL 处理较其他覆膜处理温度低 2.69 ~ 6.10 °C, 地膜覆盖方式 (BB、BQ、BJ、HB、HQ 与 HJ) 与 CK 相比土壤温度增幅为 2.25 ~ 3.41 °C, 以 BQ 处理土壤增温最高; 马铃薯现蕾期, 不同覆盖方式下的土壤温度较出苗期均升高, 以 JL 处理下土壤增温最高 (5.58 °C), 较其它覆盖处理下土壤温度提高 2 ~ 3 °C, 地膜覆盖方式与 CK 相比土壤温度增幅为 1.12 ~ 3.26 °C; 马铃薯开花期, 秸秆覆盖下的土壤温度较 CK 增加 0.22 °C, 地膜覆盖与 CK 相比温度增幅为 1.30 ~ 3.23 °C; 马铃薯成熟期, 覆膜处理 (BB、BQ、BJ、HB、HQ、HJ) 土壤温度与 CK 相比提高了 1.16 ~ 2.43 °C, 处理 JL 较 CK 温度提高 0.19 °C。通过分析表明, 随生育期的推进地膜覆盖对土壤温度的影响逐渐减弱, 秸秆覆盖在生育前期具有降温

作用, 后期具有一定的保温性, 白膜较黑膜更能促进土壤温度的提高, 且以全膜覆盖增加温度最为明显。

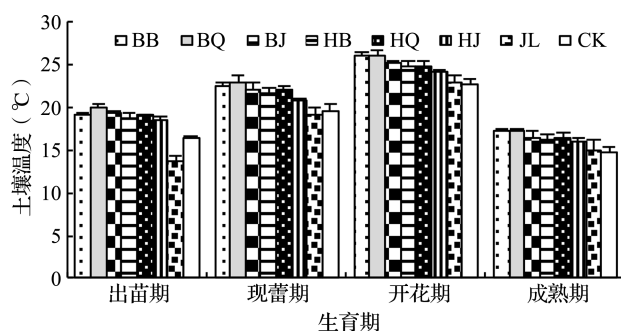


图 1 不同覆盖方式对土壤温度的影响

2.2 不同覆盖方式对马铃薯生育期的影响

覆盖方式显著影响马铃薯出苗、开花、成熟的时间, 成熟期的最后时间以霜冻来临 10 月 18 日为截止日期, 不同覆盖处理马铃薯的生育期在 132 ~ 138 d。马铃薯的出苗时间以 BQ 处理最早 (29 d), 其次为 BB、BJ 处理, 白膜出苗时间均较黑膜出苗时间早, 秸秆覆盖下的马铃薯出苗时间最迟达到 49 d, CK 出苗时间 42 d; 不同覆盖方式下的马铃薯现蕾期、开花期、成熟期与出苗期变化规律相似, 均为白膜覆盖较黑膜提前, 地膜覆盖下的马铃薯成熟期较为相近, 秸秆覆盖受出苗影响生育期推迟。JL 处理出苗最晚, 成熟期最晚, 生育期为最小 (132 d)。与 CK 相比秸秆覆盖延长了收获时间, 地膜覆盖马铃薯生育时期提前。

2.3 不同覆盖方式对马铃薯根际土壤有机质与养分的影响

由表 3 可以看出, 覆盖方式能显著影响马铃薯收获期 0 ~ 30 cm 根际土壤有机质和养分含量。与 CK 相比不同覆盖方式均能提高土壤有机质含量, 其中以 JL 处理的土壤有机质含量最高, 较 CK 增加 16.72%, 其次影响显著的覆盖方式为白膜覆盖 (BB、BQ、BJ), 黑膜覆盖 (HB、HQ、HJ) 影响不显著, 而同一膜色 (黑膜、白膜) 下不同覆盖方式对土壤有机质含量影响不显著, 不同覆盖方式对土壤有机质的影响大小为: 秸秆 > 白膜 > 黑膜 > CK。处理 JL 与其他覆盖方式相比能显著提高土壤全氮的含量, 与 CK 相比土壤全氮含量增加 5.96%, 不同覆膜方式对于土壤全氮的影响没有显著差异。黑膜覆盖方式下的土壤全磷含量与其他处理之间差异显著, 同一膜色不同覆盖方式下的土壤

表 2 不同覆盖方式对马铃薯生育期的影响

处理	播种期 (月-日)	出苗期 (月-日)	现蕾期 (月-日)	开花期 (月-日)	成熟期 (月-日)	生育期 (d)
BB	04-21	05-22	07-08	07-15	10-05	136
BQ	04-21	05-20	07-08	07-15	10-02	135
BJ	04-21	05-24	07-11	07-17	10-07	138
HB	04-21	05-25	07-11	07-17	10-07	133
HQ	04-21	05-25	07-11	07-17	10-07	133
HJ	04-21	05-27	07-13	07-20	10-12	137
JL	04-21	06-08	07-20	07-29	10-18	132
CK	04-21	06-01	07-18	07-24	10-15	136

表 3 不同覆盖方式对马铃薯收获期土壤有机质与养分的影响

处理	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
BB	16.49b	0.903c	0.689a	21.14ab	57.24c	10.70b	258.93d
BQ	16.72b	0.893c	0.711a	20.35b	63.11b	10.65b	242.24d
BJ	16.74b	0.889c	0.699a	21.42ab	63.87b	10.88b	269.24d
HB	14.94d	0.923bc	0.641b	20.05b	57.02c	7.17c	352.79b
HQ	15.23cd	0.915bc	0.622b	20.36b	63.58b	7.68c	315.33c
HJ	15.13cd	0.889c	0.601b	20.95b	64.07b	8.94c	359.69b
JL	17.31a	1.014a	0.691a	22.22a	72.05a	17.42a	430.28a
CK	14.43d	0.957ab	0.696a	20.27b	56.70c	8.50c	240.75d

注：同一列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

全磷含量无显著差异。与 CK 相比，地膜或者秸秆覆盖均能提高全钾含量，JL 处理较其他处理能够增加全钾含量，白膜较黑膜更能增加全钾含量。不同覆盖方式对于土壤速效养分的影响较全量养分更为明显，不同覆盖方式对于土壤碱解氮的影响表现为，JL 处理与其他覆盖处理相比能显著增加土壤碱解氮含量，增幅为 0.95% ~ 12.99%，不同膜色覆盖方式对土壤碱解氮的影响差异不显著，同一膜色不同覆盖方式表现为：BJ>BQ>BB、HJ>HQ>HB。不同覆盖方式下的土壤有效磷含量以 JL 处理最高，其次为 BJ、BB、BQ，有效磷含量较 CK 分别显著提高了 104.96%、28.02%、25.89% 及 25.32%，白膜覆盖方式下的土壤有效磷显著高于黑膜。不同覆盖方式下土壤速效钾表现为：JL>HJ>HB>HQ>BJ>BB>BQ>CK，与 CK 相比不同覆盖方式下的土壤速效钾增幅为 0.62% ~ 49.40%，黑膜覆盖较白膜更能提高土壤速效钾含量。

2.4 不同覆盖方式对马铃薯产量的影响

马铃薯不同覆盖方式对马铃薯的产量具有

显著影响，且覆盖方式均能提高马铃薯的产量（表 4）。不同覆盖方式下马铃薯 3 m² 的大薯产量以 BL 处理最高，其次为 HJ 处理，较 CK 分别显著增加了 114.29%、100.00%；在同一膜色处理中全膜覆盖较半膜与垄沟秸秆覆盖大薯产量均低，JL 与 CK 处理无显著差异，不同覆盖方式对小薯的影响较小。单株块茎数 BJ 最高，其次为 HJ、BQ、BB、HQ、HB、JL 及 CK 处理，同一膜色覆盖方式下，全膜覆盖较半膜更有利于促进块茎数的增加。马铃薯商品率表现为黑膜覆盖较高，以 BQ 处理商品率最低，其余覆盖方式之间无显著差异。覆盖方式对产量的影响表现为，覆盖方式均能显著提高马铃薯产量，对产量的增加幅度为 19.60% ~ 87.87%。其中以 BJ 处理的马铃薯产量 39941.43 kg/hm² 最高，产量依次为 BJ>HJ>BB>HB>HQ>BQ>JL>CK，覆膜方式以全膜覆盖下的马铃薯产量最低，不同膜色下的半膜处理、垄面覆膜 + 垄沟秸秆处理之间对于产量的影响差异不显著，秸秆覆盖下的马铃薯产量增幅仅为 19.60%。

表 4 不同覆盖方式对马铃薯产量的影响

处理	产量 (kg/hm ²)		单株块茎数	商品薯率 (%)	产量 (kg/hm ²)
	大薯	小薯			
BB	9.30bc	3.45b	4.20b	72.94b	36846.06ab
BQ	5.67d	2.85c	4.50b	66.55c	28414.21c
BJ	11.25a	4.50a	5.50a	71.43b	39941.43a
HB	8.55c	3.15b	3.90bc	73.08b	33166.58b
HQ	7.38c	2.52c	4.09b	74.54b	32708.65b
HJ	10.50b	2.70c	4.60ab	79.55a	38595.17a
JL	5.63d	2.04c	3.10c	73.38b	25427.86d
CK	5.25d	2.22c	2.80d	70.28b	21260.63e

3 讨论

3.1 不同覆盖方式对耕层土壤温度与作物生长的影响

土壤温度是影响作物生长发育的重要因素,覆盖方式能不同程度的改变土壤的温度状况进而影响作物的生长情况^[13]。研究表明不同覆盖方式对土壤温度的影响因土壤类型、气候条件、覆盖材料的不同而异^[6],地膜、秸秆覆盖均有抑制土壤水分蒸发的作用,对土壤的温度影响表现为地膜覆盖能有效地增加生育期积温,在作物生育前期低温期的增温效果更为明显,耕层土壤平均温度比无覆盖时高 1.7 ~ 4.8℃^[14],吴杨等^[15]研究表明地膜覆盖不仅能迅速提高日间土壤温度,同时能显著减缓土壤温度的下降速度,播后 0 ~ 60 d 土壤温度较无覆盖增温平均为 4.7℃,在玉米出苗到穗期,可增加积温 200℃。蔡太义等^[16]研究表明在玉米生长前期秸秆覆盖与不覆盖处理相比具有显著的降温作用,且温度降幅随秸秆覆盖量的增加而增加,这与王平等^[5]的研究结论相一致,同时表明秸秆的这种降温效应主要在前期。本研究也得出相似的结论,在马铃薯苗期覆膜方式下的土壤温度较无覆盖土壤温度高 2.25 ~ 3.41℃,秸秆覆盖下的土壤温度较无覆盖土壤温度低。李静静等^[17]的研究也表明了随着生育期的推进秸秆覆盖显著降低了花前土壤温度,随生育期推进覆盖秸秆与无覆盖处理的土壤温度趋于一致,秸秆覆盖处理也明显提高了苗期整齐度,秸秆覆盖对苗期的生育期天数略有推迟。地膜覆盖与无覆盖处理相比能够促进作物的生育时期提前,秸秆覆盖则延迟了生育时期^[13]。

3.2 不同覆盖方式对土壤有机质与养分的影响

不同覆盖方式种植能够显著地影响土壤水热状况,并改善土壤的物理性质,进而影响土壤微生物及土壤养分含量。毛云玲等^[18]研究覆盖处理对核桃根系土壤养分的影响时发现,不同的覆盖处理(地膜与秸秆)均能提高土壤有机质与速效养分含量,且秸秆覆盖后能够分解产生更多的有机质,并能促进土壤腐殖物质的形成与增加土壤有机质易矿化的碳氮组分与数量,提高土壤有机碳氮的生物活性,从而能够给作物提供更多的养分^[19],王永鹏^[20]进行了覆膜对土壤养分影响的研究,发现覆膜加快了有机质矿化速率,导致土壤总有机碳含量略有降低,而何进勤等^[21]研究发现地膜覆盖能增加土壤有机质含量,因为土壤有机碳的归还量较少,仅有利于增加表层土壤有机质含量,出现有机质表层富集。本研究结果表明覆膜对马铃薯根际土壤有机质有一定的促进作用,这与王倩等^[3]的结论相似,出现不同的结论可能是根际土样与非根际土样有关,地膜覆盖促进了土壤有机碳矿化,但同时增加了土壤微生物活性以及作物根系有机碳的输入(根际碳沉积物及根际效应)^[22],与非根际土壤相比根际土分泌物较大,微生物的生长和代谢能够提供的碳源和能源较大,根部凋落物大,造成根部有机质略高的可能^[23],An 等^[24]在辽宁沈阳用¹³C 脉冲标记技术研究也表明地膜覆盖下土壤中的有机碳输入也在增加。而不覆盖处理土壤裸露,降水促进土壤“结皮”的形成,致使地表径流量和土壤侵蚀量大,土壤养分损失量大^[25]。本研究结果表明不同覆盖方式均能显著增加土壤有机质与土壤速效氮、磷、钾养分,这与大部分的结果相似^[18, 25-26]。

覆盖地膜处理下土壤较湿热,有利于土壤中的部分微生物活动,有促进养分分解的作用,加快土壤有机质分解成为可被植物直接利用的矿物质^[8],这证明了本研究中白膜较黑膜更能显著增加土壤有机质的含量的结果。温度越高矿化速率越快,地膜覆盖增强了有机物矿化速率,提高了有效养分释放,但数值却低于秸秆覆盖的作用^[27],而且矿化量增加可能会导致土壤全效养分的降低,提高了有效养分释放。也有研究表明^[28]秸秆覆盖显著增加了土壤有机质和速效氮、磷、钾等养分含量,而地膜覆盖对土壤养分的影响较小,甚至降低了表层土壤有机质含量,其原因有待进一步的分析和验证。垄面覆膜+垄沟覆盖增强了雨水入渗,沟内的秸秆覆盖起到了透气、保水功能,提高了酶活性,改善了更深层土壤微生态环境,增加了稳定态养分的含量,促进了难溶性物质的分解与转化,从而提高了土壤肥力的有效性^[8],且垄沟秸秆覆盖对速效养分的拦蓄效应强于对全量养分的拦蓄效应^[29]。

3.3 不同覆盖方式对产量的影响

研究表明,地膜覆盖较无覆盖与秸秆覆盖能显著增加马铃薯产量^[6]。其中,白色膜覆盖较黑膜更能促进马铃薯产量的增加^[30-31],与本研究结论一致;但在气温偏高降雨量少的年份与地膜覆盖营造高产田的同时,容易导致土壤水分过量消耗,土壤干燥化现象发生或土壤年际水分平衡破坏,耕层土壤干燥化风险增加。也有研究表明黑色膜比白色膜平抑低温变化方面作用强,认为在改善土壤水温效应的同时有助于马铃薯主茎数和结薯数的增加,增产效果较白膜覆盖更加明显^[32]。研究结论的不一致,可能是不同的地理环境与气候差异导致的。秸秆覆盖较地膜覆盖与无覆盖更加有利于土壤肥力的提高^[27],却不能显著地提高产量,秸秆覆盖下耕层温度降低减缓了作物生育前期根系的生长,前期低温可能是引起作物生长发育滞后和产量降低的主导因素^[33]。本研究发现,覆膜较秸秆覆盖与无覆盖更能有利于马铃薯产量的增加,且以地膜垄面覆盖+秸秆垄沟覆盖下的马铃薯产量最高,该覆盖方式不仅能够有效地进行集雨,垄面地膜能够有效地提高土壤温度促进作物生长,垄沟秸秆具有一定的降温作用,促进前期发育并减缓后期高温对作物的胁迫。马铃薯是冷凉作物,持续的高温会增加作物的耗水对其生长发育会造成不利影响^[34],在集雨保水措施应用的同时,必须充分考

虑覆盖材料的增温效果对马铃薯生产的可能不利影响。

4 结论

地膜具有保温作用,全膜覆盖作用较半膜佳,白膜较黑膜佳,覆膜随生育期对土壤温度的影响减小,覆膜能促进马铃薯出苗提前与加快生长,缩短生育时期,各处理对生育期的影响效果与温度相似。秸秆覆盖对温度影响具有双重作用,在生育前期具有降温作用,后期具有一定的保温性,秸秆覆盖延长了马铃薯的生育时期。覆盖方式能影响土壤的养分,覆膜+秸秆覆盖(BJ、HJ)对于土壤养分含量的促进效果明显,对应马铃薯产量也表现为以覆膜+秸秆覆盖(BJ、HJ)对促进产量的增加更为显著,以处理BJ产量最高,达到39941.43 kg/hm²,秸秆覆盖对产量的促进作用最小。

参考文献:

- [1] 王平,郭小俊,谢成俊,等.兰州市山旱区马铃薯品种比较与筛选试验[J].中国马铃薯,2018,32(4):19-26.
- [2] 汤瑛芳,高世铭,王亚红,等.旱地马铃薯不同覆盖种植方式的土壤水热效应及其对产量的影响[J].干旱地区农业研究,2013,31(1):1-7.
- [3] 王倩,安贵阳,李世芳,等.不同覆盖模式对旱地苹果园土壤养分、微生物和酶活性的影响[J].西北农业学报,2015,24(7):69-74.
- [4] 李富翠,赵护兵,王朝辉,等.旱地夏闲期秸秆覆盖和种植绿肥对冬小麦水分利用及养分吸收的影响[J].干旱地区农业研究,2012,30(1):119-125.
- [5] 王平,郭小俊,张丽娟,等.不同覆盖方式对小麦产量和土壤水热状况的影响[J].水土保持通报,2017,37(5):69-75.
- [6] 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):92-96.
- [7] 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):89-99.
- [8] 刘高远,杨玥,张齐,等.覆盖栽培对渭北旱地冬小麦生产力及土壤肥力的影响[J].植物营养与肥料学报,2018,24(4):857-868.
- [9] 罗珠珠,蔡立群,李玲玲,等.长期保护性耕作对黄土高原旱地土壤养分和作物产量的影响[J].干旱地区农业研究,2015,33(3):171-176.
- [10] Jordán A, Zavala L M, Gil J. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain [J]. Catena, 2010, 81(1): 77-85.

- [11] 王平, 陈娟, 谢成俊, 等. 轮耕条件下土壤改良及春玉米增产增收效果研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36 (5): 65-73.
- [12] 陈晓波, 官会林, 郭云周, 等. 绿肥翻压对烟地红壤微生物及土壤养分的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2011 (4): 74-78.
- [13] 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 (12): 197-207.
- [14] 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.
- [15] 吴杨, 贾志宽, 边少锋, 等. 不同方式周年覆盖对黄土高原玉米农田土壤水热的调控效应 [J]. 中国农业科学, 2018, 51 (15): 52-65.
- [16] 蔡太义, 贾志宽, 黄耀威, 等. 不同秸秆覆盖量对春玉米田蓄水保墒及节水效益的影响 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (增刊1): 238-243.
- [17] 李静静, 李从锋, 李连禄, 等. 苗带深松条件下秸秆覆盖对春玉米土壤水温和产量的影响 [J]. 作物学报, 2014, (10): 1787-1796.
- [18] 毛云玲, 张雨, 陆斌, 等. 不同覆盖处理对核桃产量及土壤养分的影响 [J]. 经济林研究, 2018, 36 (2): 14-19.
- [19] 付鑫, 王俊, 刘全全, 等. 秸秆和地膜覆盖对旱作玉米田土壤团聚体及有机碳的影响 [J]. 土壤通报, 2016, 47 (2): 405-413.
- [20] 王永鹏. 秸秆还田与地膜覆盖耦合对玉米产量及土壤有机质平衡的影响 [D]. 兰州: 兰州大学, 2014.
- [21] 何进勤, 雷金银, 冒辛平, 等. 马铃薯覆膜方式对土壤氮磷钾养分与产量的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2017 (2): 35-41.
- [22] 李小刚, 李凤民. 旱作地膜覆盖农田土壤有机碳平衡及氮循环特征 [J]. 中国农业科学, 2015, 48 (23): 4630-4638.
- [23] 孟令军, 耿增超, 殷金岩, 等. 秦岭太白山山区 6 种中草药根际与非根际土壤化学性质及酶活性 [J]. 应用生态学报, 2012 (10): 66-73.
- [24] An T, Schaeffer S, Li S, et al. Carbon fluxes from plants to soil and dynamics of microbial immobilization under plastic film mulching and fertilizer application using ^{13}C pulse-labeling [J]. Soil Biology & Biochemistry, 2015, 80: 53-61.
- [25] 曹欣冉, 安贵阳, 张紫嫣. 几种覆盖方式对旱地苹果园土壤养分、酶活性及树体生长的影响 [J]. 西北农业学报, 2016, 25 (5): 788-794.
- [26] 吕洁婷. 秸秆还田与地膜覆盖对土壤理化性状影响 [D]. 兰州: 兰州大学, 2017.
- [27] 汪景宽, 刘顺国, 李双昇. 长期地膜覆盖及不同施肥处理对棕壤无机氮和氮素矿化率的影响 [J]. 水土保持学报, 2006, 20 (6): 107-110.
- [28] 卜玉山, 苗果园, 周乃健, 等. 地膜和秸秆覆盖土壤肥力效应分析与比较 [J]. 中国农业科学, 2006, 39 (5): 1069-1075.
- [29] 王宇, 韩兴, 赵占军, 等. 垄沟秸秆覆盖对黑土顺坡耕地氮、磷养分阻控效果 [J]. 水土保持学报, 2016, 30 (1): 137-140.
- [30] 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): 1-10.
- [31] 张维国. 不同类型地膜覆盖对马铃薯产量及品质的影响 [J]. 作物杂志, 2013 (1): 87-90.
- [32] 李彦强, 张鹏飞, 石晓华, 等. 不同膜色及覆膜方式对旱地马铃薯生长的影响 [J]. 中国马铃薯, 2015 (4): 202-208.
- [33] 闫宗正, 陈素英, 张喜英, 等. 秸秆覆盖时间和覆盖量对冬小麦田温度效应及地上地下生长的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2017 (12): 53-65.
- [34] 汤瑛芳, 高世铭, 王亚红, 等. 旱地马铃薯不同覆盖种植方式的土壤水热效应及其对产量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31 (1): 1-7.

Effects of different covering modes on soil nutrient and potato (*Solanum tuberosum* L.) yield in arid areas

WANG Ping¹, CHEN Juan², XIE Cheng-jun^{1*}, WANG Lei¹ (1. Lanzhou Agriculture Science Research Center, Lanzhou Gansu 730000; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070)

Abstract: A field experiment was conducted to assess the effects of eight different covering modes (including BB, semi-film ridge planting with transparent plastic mulch; BQ, double ridge-furrow planting with transparent plastic mulch; BJ, semi-film ridge planting with transparent plastic mulch, and furrow covered with straw; HB, semi-film ridge planting with black plastic mulch; HQ, double ridge-furrow planting with black plastic mulch; HJ, semi-film ridge planting with black plastic mulch, and furrow covered with straw; JL, ridge-furrow planting with straw mulching on both ridges and furrows; CK, flat planting without mulching as control) on soil organic matter, soil nutrient content and potato yield in arid area. The results showed that different covering modes could change on the soil temperature of 0 ~ 30 cm layer, compared to the CK treatment, higher soil temperature was observed at the film mulching treatments (transparent plastic mulch treatments>black plastic mulch treatments, and double ridge-furrow planting with film mulch treatments>semi-film ridge planting with film mulch treatments>ridge-furrow planting with straw mulching on both ridges and furrows treatment), the effects of film mulching treatments on the soil temperature declined gradually with the development of growth stage, JL decreased soil temperature at early growth stages and increased soil temperature at later growth stages. Compared to the JL

and CK treatments, film mulch treatments accelerated the seedling emergence of potato, and shortened the growing period. The covering modes had a remarkable effect on soil organic matter and soil nutrient in the rhizospheric soil, which increased the content of organic matter (JL>BJ>BQ>BB>HQ>HJ>HB), JL treatment increased the content of organic matter by 16.72%, compared to the CK treatment, and the different covering modes under same color plastic mulch treatments had no significant effect on soil organic matter in the rhizospheric soil. The effects of plastic mulch treatments on soil total N, total P, total K, alkalize N, available P and available K were less than straw, BJ and HJ had the higher effect on soil nutrient content, and available K under black plastic mulch treatments was higher in transparent plastic mulch treatments. BJ and HJ treatment improved potato yield by 87.87% (BJ>HJ) comparing with CK. Therefore, it is concluded that covering material (straw, transparent plastic mulch and black plastic mulch) could improve the growth of potato, soil nutrient and potato yield, and covering modes (semi-film ridge planting with film mulch, double ridge-furrow planting with film mulch, semi-film ridge planting with film mulch and furrow covered with straw) could regulate soil temperature, soil nutrient and growth of potato, the turn of the influence factors was covering material>covering method, BJ and HJ treatments could be an appropriate cultivation mode to increase the potato productivity in arid areas.

Key words: arid crop area; covering modes; soil temperature; soil nutrient; potato; yields