

全覆膜平作与沟播对谷子生理性状及产量的影响

张兴隆, 李志新, 王宗铠, 马 斌, 徐 畅, 孙梦媛, 刘景辉*

(内蒙古农业大学 农学院, 呼和浩特 010019)

摘 要:【目的】明确全膜覆土栽培技术对谷子生理特性及产量的影响。【方法】以“张杂谷3号”为供试品种,于2015—2016年在内蒙古清水河县,设全覆膜平作(QP)、全覆膜垄沟种植(QW)、露地平作(CK)处理,研究了耕作方式对土壤含水率、谷子形态特征、生理特性及产量的影响。【结果】QP处理和QW处理均能提高0~40 cm土层土壤含水率、谷子出苗率,QW处理对土壤含水率的提升优于QP处理,而QP处理对谷子出苗率的提升效果大于QW处理。2015年QP、QW处理籽粒产量分别比CK提高16.24%和11.48%;2016年QP和QW处理籽粒产量分别为7 139、7 796 kg/hm²,较CK提高19.00%、29.96%。【结论】内蒙古黄土高原沟壑区少雨年份全覆膜平作处理对谷子增产效果最优,而在多雨年份则相反。

关 键 词:全覆膜; 谷子; 生理性状; 产量

中图分类号:S515

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.0186

张兴隆,李志新,王宗铠,等.全覆膜平作与沟播对谷子生理性状及产量的影响[J].灌溉排水学报,2018,37(8):58-63.

0 引 言

谷子[*Setaria italica* (L.) Beauv.]起源于中国,播种面积占世界谷子播种面积的80%,居世界第一位,产量占全球谷子总产量的90%^[1-2]。谷子是内蒙古地区的主要经济作物之一,内蒙古黄土高原丘陵沟壑区地处我国北方干旱、半干旱区,春旱十分严重,极易造成播种难、出苗难、保苗难等问题。同时,降雨在当地农田水分利用中占主导作用,而降雨量时空分布不均、年蒸发量大是该地区农业生产的制约因素,严重制约了谷子生产的发展。如何提高、保持该地区土壤水分、缓解干旱、保证粮食稳产增产是其农业生产中亟待解决的问题^[4-6]。地膜覆盖技术可以改善耕层土壤状况,提高土壤含水率,促进作物生长发育,提高作物的水分利用效率进而达到稳产高产的目标。但是由于地膜覆盖后土温的升高,地膜覆盖后水分生产潜力不能充分发挥^[7-8],会造成减产。本试验通过全膜覆土垄沟播种、全膜覆土平作与露地平作比较,通过研究土壤含水率、谷子生理指标和产量的差异,旨在筛选出适宜黄土高原丘陵区旱作谷子的栽培模式,为发展区域农业经济做出贡献。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试谷子品种为‘张杂谷3号’,生育期为113 d左右;供试肥料为尿素(纯N量46%)、磷酸二铵(纯N量18%、P₂O₅量46%);供试地膜为1 200 mm×0.010 mm白膜。

1.2 试验地概况

试验于2015—2016年在内蒙古呼和浩特市清水河县宏河镇一间房村进行。清水河县位于内蒙古呼和浩特市南部,地理位置为111°39'E和39°57'N,平均海拔1 374 m,年均日照时间为2 914 h,无霜期140 d左右,年均降雨在350~450 mm之间,多集中在7—9月,年蒸发量2 577 mm,属典型的中温带半干旱大陆性季风气候。试验地土壤类型为黄绵土,土壤总孔隙度为43.65%,土壤体积质量为1.45 g/cm³,土壤有机质质量

收稿日期:2017-03-27

基金项目:国家科技支撑计划项目(2015BAD22B04-02)

作者简介:张兴隆(1992-),男。硕士研究生,主要从事耕作制度与农业生态系统研究。E-mail: 1351429120@qq.com

通信作者:刘景辉(1965-),男。教授,主要从事耕作制度与农业生态系统研究。E-mail: cauljh@163.com

分数为10.16 g/kg,全氮质量分数为2.40 g/kg,全磷质量分数为1.30 g/kg,全钾质量分数为21.50 g/kg,碱解氮质量分数为44.80 mg/kg,速效磷质量分数为7.70 mg/kg,速效钾质量分数为123.80 mg/kg,pH值为7.87。试验区域2015—2016年月降雨量如表1所示。

表1 试验地2015—2016年降雨量

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
2015	4.9	5.6	0.1	21.2	27.5	54.3	35.0	26.7	106.2
2016	3.1	9.3	1.5	7.7	64.0	65.6	130.7	174.4	62.1

1.3 试验设计

试验设3个处理:全覆膜平作穴播(QP处理),穴距13 cm,行距40 cm,膜上2行;全覆膜膜上微垄沟穴播(QW处理),穴距13 cm,行距40 cm,膜上2行,膜上微沟深8 cm;露地平作(CK)。播量7.5 kg/hm²,小区面积5 m×16 m=80 m²,重复3次。试验基肥施用量中纯N量157.5 kg/hm²和P₂O₅量138 kg/hm²,之后不再追施肥料。播种期:2015年5月6日、2016年5月7日;收获期2015年10月5日、2016年10月3日。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 土壤质量含水率的测定

用土钻取0~100 cm土层土壤(分6个层次:0~10、10~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm),用铝盒烘干法测土壤含水率。

1.4.2 出苗率及谷子生理指标测定

1)出苗率:于谷子出苗10 d后测定各处理的出苗率。

2)株高:用直尺测量株高。

3)光合速率和叶绿素SPAD值:苗期、拔节期、抽穗期和灌浆期分别在晴天08:00—10:00之间每小区取10株谷子,用SPAD-502型叶绿素仪测定谷子第三片完全展开叶的SPAD值,用CIRAS二代光合仪测定谷子的光合等指标。

1.4.3 产量指标测定

收获期,每小区随机取1 m²测量穗数、穗粒质量、籽粒产量。每个小区取20株分别测量穗长、穗粒质量、千粒质量。

1.5 数据处理

采用Microsoft Excel 2003软件对数据进行处理和绘图,采用SAS 9.0统计分析软件对数据进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖处理对土壤含水率的影响

由图1可知,2015年在谷子生育时期内,QW处理均能够提高0~40 cm土层土壤含水率,苗期(降雨量54.3 mm)较CK提高土壤含水率32.26%~56.76%,土壤水分的增加有利于谷子出苗。QP处理在苗期(降雨量54.3 mm)较CK提高土壤含水率39.23%~51.97%。在拔节期(降雨量35 mm)和抽穗期(降雨量26.7 mm)土壤含水率低于CK,可能是因为覆膜使得降雨在膜上形成径流阻碍了水分的渗入,而QW处理由于膜上微沟使得水分向谷子根部聚集,有利于水分入渗,使土壤含水率高于CK。

图2显示,由于2016年谷子生育期内降雨量高于2015年,在谷子生育时期内覆膜处理均能够增加0~40 cm土层土壤含水率,且QW处理对水分的增幅效果优于QP处理。

2.2 不同覆盖处理对谷子出苗率的影响

出苗率能够直观地表现各个处理的出苗情况。从表2可以看出,在2015年和2016年,QP、QW处理均能够极显著地提高谷子的出苗率。覆膜处理由于地膜的覆盖减少了土壤水分的蒸发,改变了土壤水分的再分配,进而使得土壤含水率较高有利于谷子萌发出苗。其中,2015年QP处理出苗率较CK提高了12.85%,提升量最高。2016年由于播种时土壤含水率较高,露地谷子出苗率也高,QP、QW处理谷子出苗率较CK仅提高了7.03%和2.46%。QP、QW处理由于膜上覆土厚度不同,QP处理出苗率要显著高于QW处理,2015年和2016年谷子出苗情况均表现为:QP处理>QW处理>CK,证明对QP处理谷子出苗率的提升效果优于QW处理。

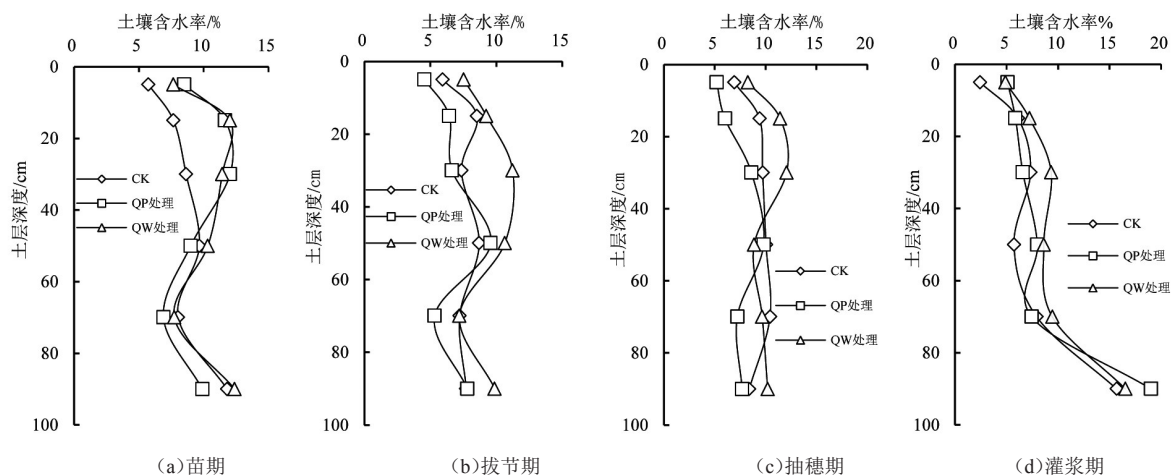


图1 2015年各处理土壤质量含水率

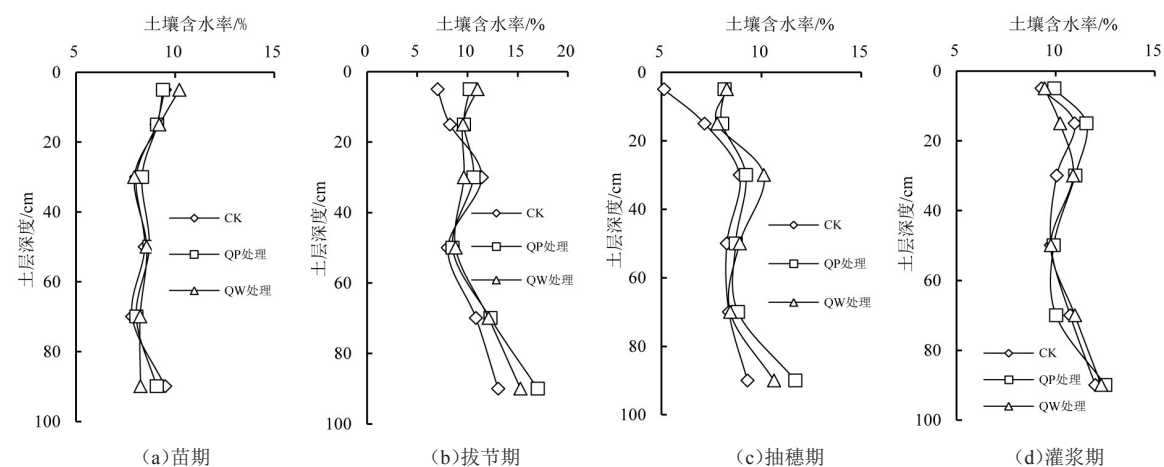
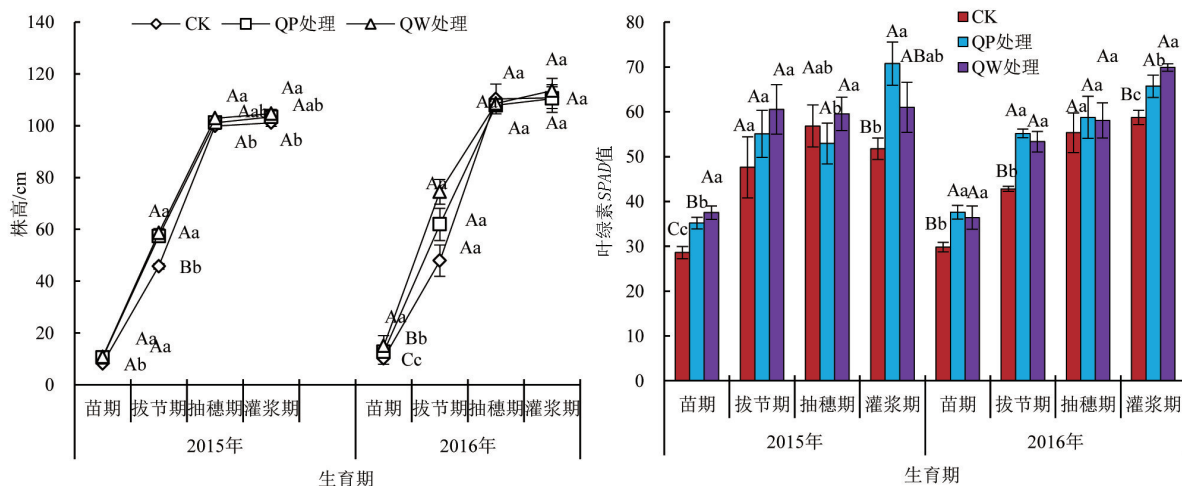


图2 2016年各处理土壤质量含水率

表2 不同处理谷子出苗率及产量性状

年份	处理	出苗率/%	穗数/(穗·hm ²)	穗粒质量/(g·株 ⁻¹)	千粒质量/g	籽粒产量/(kg·hm ²)
2015	CK	73.22Bc	430 000Bb	10.90Aa	2.20Cc	4 685Cc
	QP	82.63Aa	500 000Aa	10.90Aa	3.07Aa	5 446Aa
	QW	80.56Ab	460 000Aab	11.35Aa	2.83Bb	5 223Bb
2016	CK	78.93Cc	320 000Bc	18.75Bb	3.01Ab	5 999Cc
	QP	84.48Aa	370 000Aa	19.29Bb	3.21Aa	7 139Bb
	QW	80.87Bb	350 000ABb	22.27Aa	3.26Aa	7 796Aa

注 同列不同大(小)写字母表示在0.01(0.05)水平差异显著。



注 图中不同大(小)写字母表示在0.01(0.05)水平差异显著,下同。

图3 各处理谷子的株高

图4 各处理谷子叶绿素SPAD值

2.3 不同覆盖处理对谷子株高的影响

从图3可以看出,除2016年苗期QP处理外,其他处理在2015年和2016年的苗期和拔节期均能显著提高谷子的株高。2015年苗期一拔节期,QP处理谷子株高较CK提高25.36%~27.64%、QW处理较CK提高28.21%~30.49%;2016年QP处理谷子株高较CK提高24.51%~29.23%、QW处理较CK提高47.06%~55.53%。2016年7、8月降雨丰富,不覆膜谷子长势较好,虽然全覆膜处理较CK有提高,但处理间差异不显著。2015年和2016年各处理间株高表现为:QW处理>QP处理>CK,证明QW处理对谷子株高建成的促进作用优于QP处理。

2.4 不同覆盖处理对谷子叶片SPAD值的影响

由图4可知,随着生育时期的推进,谷子叶片SPAD值呈逐渐增加的趋势。除2015年抽穗期QP处理可能因为连续多日高温造成膜下地温过高,导致谷子枯黄致使叶片SPAD值低于CK处理外,其他生育时期各处理均能够增加谷子叶片SPAD值。2015年QP处理谷子叶片SPAD值较CK提高15.61%~36.74%,QW处理提高4.77%~31.12%;2016年QP、QW处理较CK的提升分别为6.22%~28.90%和4.95%~24.60%,说明QP处理对谷子叶片SPAD值的增幅效果优于QW处理,但二者在2015年拔节期和灌浆期差异不显著,2016年仅在灌浆期差异显著。

2.5 不同覆盖处理对谷子叶片光合速率的影响

由图5可见,2016年谷子叶片光合速率随生育时期推进呈先增加后降低的趋势,在抽穗期达到峰值。但2015年拔节期由于干旱,谷子叶片出现萎蔫现象,使谷子光合速率锐减。各处理在2015年和2016年内均能提高谷子叶片的光合速率,且覆膜处理在苗期对谷子叶片光合速率的提升幅度最高,2015年QP、QW处理生育期内较CK提高51.92%和62.02%,2016年提升40.57%和25.47%。2016年苗期由于QW处理出苗速度和出苗率低于QP处理,所以苗期QW处理光合速率低于QP处理,除去苗期外其他生育时期QW处理的光合速率均高于QP处理。

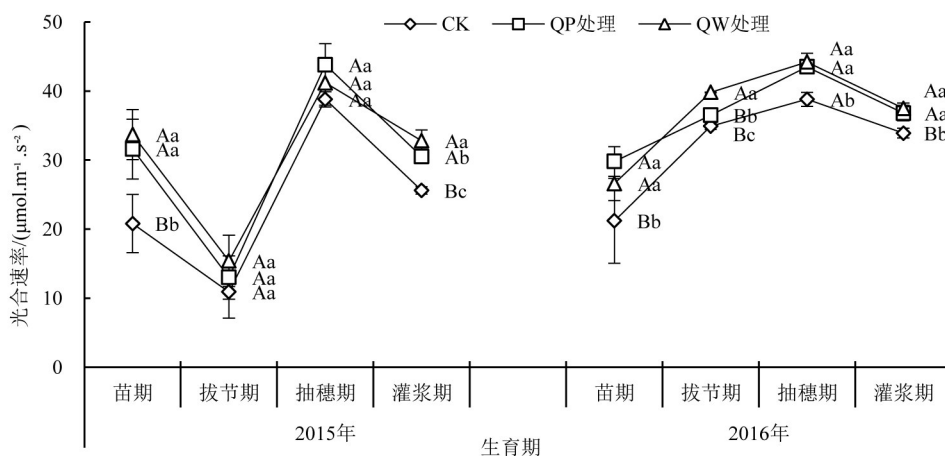


图5 各处理谷子叶片光合速率

2.6 不同覆盖处理对谷子产量的影响

由表2可见,不同年际间QP、QW处理均能提高谷子的穗数、穗粒质量、千粒质量,还能极显著地提高谷子的籽粒产量。2015年QP处理对谷子穗数、千粒质量、籽粒产量的增幅效果优于QW处理;而在2016年则相反,QW处理的增幅效果优于QP处理,可能是由于年际间降雨量不同2015年QP、QW处理谷子籽粒产量较CK提高16.24%和11.48%;2016年QP、QW处理较CK分别提高了19.00%和29.96%。可见,在多雨年份QW处理能够起到集雨作用,促进谷子产量的形成;而在少雨年份,由于QW处理覆土厚于QP处理,其对谷子的增产效果低于QP处理。

3 讨论

3.1 覆膜处理对土壤含水率的影响

马忠明等^[9]研究表明,在幼苗期降水量少的情况下,全膜沟播处理优于微沟的集雨效果,0~40 cm土层含水率显著高于其他处理。张野等^[10]发现,覆膜处理均能够提高谷子0~20 cm土层土壤含水率。郭志利等^[11-12]

研究发现,覆膜穴播和膜际条播均能不同程度提高耕层土壤含水率,从而促进谷子大豆生长发育。研究表明,全覆膜微垄沟播种处理由于膜上微沟在降雨时能够起到集雨的作用,在不同年际间均能提高0~40 cm 土层土壤含水率;而全覆膜平作处理由于地膜的阻碍在降雨较少时雨水不能集中在谷子根际,大多流向地膜边际,雨水不能入渗降低了地膜覆盖的保水效果,使土壤含水率在少雨时低于不覆膜处理。

3.2 全覆膜处理对谷子植株性状及产量的影响

谷子的出苗率、株高、光合指标等能够看出谷子的生长状况,产量能够表现出处理间的增产效果,基于这些指标的性状能够挑选适合的全覆膜耕作方式。孔维萍等^[13]研究表明,顶凌全膜双垄沟播和垄播处理的出苗率最高,显著高于平地不覆膜处理。刘蕊等^[14]研究表明,生物氧化双降解地膜和聚乙烯地膜均能够提高作物的出苗率。马树庆等^[15]研究表明,玉米出苗率对播种至出苗期间土壤水分的反应十分敏感。本试验结果表明,由于全覆膜的保温保墒作用,全覆膜平作和微沟处理均能极显著提高谷子的出苗率,但是由于全覆膜微沟播种的覆土过厚导致其对谷子出苗率的增幅效果低于全覆膜平作处理,对于微沟的深度和覆土厚度有待进一步研究。

李春荣等^[16]研究发现,起垄覆膜处理株高增长速率快于露地平作。郭大辛等^[17]研究表明,覆膜处理的株高日均生长速率高于穴播和条播处理。本试验研究表明,全覆膜能够有效减少春季土壤水分蒸发使得苗期和拔节期谷子植株建成优于不覆膜处理,株高显著高于不覆膜处理,而到达抽穗期后由于品种本身的特性,各个处理间谷子的株高差异不大。

叶绿素是影响光合作用的重要因素,是吸收、传递、转化光能的主要物质^[18]。姜净卫等^[19]、郭志利等^[20]、张德奇等^[21]研究得出,覆膜处理能够增加作物叶片叶绿素量,增加光合速率。谢恒星等^[22]研究表明,1天2次补氧能促进覆膜处理的光合速率。试验研究发现,全膜沟播和全膜平作均能提高谷子叶片叶绿素 *SPAD* 值和光合速率,在谷子苗期和拔节期,2015 年降雨较少时全膜沟播处理对谷子叶绿素 *SPAD* 值和光合速率的增幅效果优于全膜平作处理,2016 年由于降雨较多其增幅效果与 2015 年相反。

姜净卫等^[19]、党修辉等^[23]、胡志桥等^[24]研究表明,覆膜处理可以提高谷子、玉米、冬小麦、单位面积穗数、千粒质量和籽粒产量,提高效益。张德奇等^[21]研究发现,平膜穴播处理对谷子的增产效果要优于垄膜沟植处理。本试验研究表明,全覆膜处理能提高谷子的穗数、穗粒质量和千粒质量,其中穗数 2016 年 QW 处理较 CK 差异显著,其他处理较 CK 差异极显著;2015 年处理间穗粒质量无差异,2016 年全覆膜处理较 CK 差异极显著;千粒质量较 CK 差异显著,2015 年差异达到了极显著水平。2015 年由于全膜平作处理各指标均高于全膜微沟处理,其对谷子产量的增幅最优,2016 年虽全膜平作处理的株数高于全膜微沟播中处理,但是其他产量构成因素均为全膜微沟播种最高,所以全膜微沟播种对谷子产量的增幅效果最优。

4 结 论

研究表明,内蒙古黄土高原旱作区全膜覆处理能够提高土壤 0~40 cm 土层土壤含水率,最高增幅能够达到 56.76%;土壤水分的供给保证了全覆膜处理谷子的出苗率,较不覆膜处理增幅达 2.46%~12.85%;不仅如此,全覆膜处理还能够增加叶片 *SPAD* 值和光合速率,促进植株的生长发育;全覆膜处理还能够改善谷子的产量性状,极显著提高谷子的籽粒产量,全覆膜处理产量最高达到 7 796 kg/hm²,较 CK 提升 29.96%,且其效果受自然降雨影响。

参考文献:

- [1] 陈印军,肖碧林,卢布,等.我国谷物发展态势与未来展望[J].中国农业资源与区划,2008,29(5):1-4.
- [2] 徐晓艺,高悦华,车桂华,等.谷子高产栽培技术[J].农业科技通讯,2008(4):76-77.
- [3] 王峰,刘晓婕,范光宇,等.内蒙古阿拉善杂交谷子示范以及玉米与谷子节水对比试验研究[J].河北农业科学,2012,16(10):4-7.
- [4] 马九杰,崔卫杰,朱信凯.农业自然灾害风险对粮食综合生产能力的影响分析[J].农业经济问题,2005(4):14-17.
- [5] 王春乙,娄秀荣,王建林.中国农业气象灾害对作物产量的影响[J].自然灾害学报,2007,16(5):37-43.
- [6] ZHAO Zhihai, FENG Xiaolei, SHI Gaolei, et al. Drought-resistant Hybrid Millet under Water-saving Irrigation in Extreme Drought Area of Dunhuang City[J]. Agricultural Science & Technology, 2014,15(2):231-235.
- [7] 侯慧芝,吕军峰,郭天文,等.旱地全膜覆土穴播对春小麦耗水、产量和土壤水分平衡的影响[J].中国农业科学,2014,47(22):4 392-4 404.
- [8] 张平良,郭天文,侯慧芝,等.不同穴播种植方式与平衡施肥对旱地春小麦产量及水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2012,30(1):132-136.
- [9] 马忠明,白玉龙,薛亮,等.不同覆膜栽培方式对旱地土壤水热效应及西瓜产量的影响[J].中国农业科学,2015,48(3):514-522.

- [10] 张野,王显瑞,赵禹凯,等.覆膜对谷子农艺性状、产量及土壤物理性状的影响[J].作物杂志,2012(5):153-157.
- [11] 郭志利,古世禄.覆膜栽培方式对谷子(粟)产量及效益的影响[J].干旱地区农业研究,2000,18(2):33-39.
- [12] 郭志利,孙常青,梁楠.旱地春大豆地膜覆盖增产节水效果及密度效应研究[J].中国生态农业学报,2007,15(1):205-206.
- [13] 孔维萍,成自勇,张芮,等.不同覆盖及种植方式下旱地玉米前期水热及出苗效应[J].灌溉排水学报,2014,33(3):119-121.
- [14] 刘蕊,孙仕军,张旺旺,等.氧化生物双降解地膜覆盖对玉米田间水热及产量的影响[J].灌溉排水学报,2017,36(12):1-7.
- [15] 马树庆,王琪,张铁林,等.吉林省中部玉米出苗率和产量对播种一出苗期水分胁迫的反应及其气象评估[J].应用生态学报,2014,25(2):451-457.
- [16] 李春荣,苏德荣,李向林,等.覆膜垄沟集雨种植对老芒麦高度和密度的影响[J].草业科学,2010,27(3):82-88.
- [17] 郭大辛,郭平毅,原向阳,等.地膜覆盖对杂交谷子生长发育及农艺性状的影响[J].山西农业大学学报(自然科学版),2016,36(2):111-114.
- [18] 丁瑞霞,贾志宽,韩清芳,等.宁夏旱区微集水种植条件下谷子边际效应和生理特性的响应[J].中国农业科学,2006,39(3):494-501.
- [19] 姜净卫,董宝娣,司福艳,等.地膜覆盖对杂交谷子光合特性、产量及水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2014,32(6):154-158.
- [20] 郭志利,孙常青,卢成达.谷豆覆膜条带种植技术及其光合水分变化研究[J].中国生态农业学报,2009,17(5):909-913.
- [21] 张德奇,廖允成,贾志宽,等.旱地谷子集水保水技术的生理生态效应[J].作物学报,2006,32(5):738-742.
- [22] 谢恒星,吕海波,高志勇,等.加氧灌溉下温室甜瓜生长、品质和产量特征研究[J].灌溉排水学报,2017,36(12):20-24.
- [23] 党修辉,刘庆华.行间覆膜对玉米根系层土壤水分动态及产量的影响[J].灌溉排水学报,2008,27(6):114-116.
- [24] 胡志桥,包兴国,张久东,等.不同覆膜方式对河西灌区小麦产量和土壤生态环境的影响[J].灌溉排水学报,2014,33(2):110-113.

Effects of Full-film Mulching Flat and Raised-bed Cultivation on Physiological Traits and Yield of Millet

ZHANG Xinglong, LI Zhixin, WANG Zongkai, MA Bin, XU Chang, SUN Mengyuan, LIU Jinghui*
(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract: **【Objective】** The combination of film mulch with raised-bed cultivation have proven to be an efficient rainwater-saving practice for growing staple crops in semiarid loess plateau, while only limited efforts had been made to examine the physiological and economic effects of such techniques on millet production [*Setaria italica* (L.) Beauv.]. The purpose of this paper is to fill this gap. **【Method】** A two-year experiment was conducted from 2015 to 2016 at the Semiarid Qingshuihe Station in Inner Mongolia to investigate the effect of different types of film mulching and cultivations on soil water, morphological and physiological traits as well as the yield of a local millet variety ‘zhangzagu 3’. Experiments designed in randomized complete block were conducted to examine three treatments: Flat planting with whole plastic-film mulching (QP), raised bed planting with whole plastic-film mulching (QW), and traditional planting without mulching (CK). **【Result】** QP and QW not only significantly increased 0~40 cm soil water content, but also the germinating rate. Compared to QP, QW improved the soil moisture, but not germinating rate. Compared to the CK, QP and QW increased the yield by 16.24% and 11.48% respectively in 2015, and 19.00% and 29.96% with associated yield of 7 139 kg/hm² and 7 796 kg/hm² respectively in 2016. **【Conclusion】** Whole film mulching with flat planting appears to be an improved solution to sustain millet productivity in relatively dry seasons, while whole film mulching with raised-bed works better in relatively wet seasons.

Key words: full film mulching; millet; physiological traits; yield

责任编辑:陆红飞