

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2016)02-0080-07

栽培生理

旱作马铃薯微垄覆膜侧播栽培模式的集雨效果

赵元霞¹, 樊明寿¹, 贾立国^{1*}, 张子义²

(1. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农业大学生命科学学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要: 微垄覆膜侧播栽培模式是最近提出的旱作区马铃薯集雨栽培技术, 研究的目的是通过设置5, 10, 15和20 mm 4个模拟降雨量水平, 与传统平作模式进行比较以检验微垄覆膜侧播栽培模式在内蒙古阴山北麓地区的集雨效果。试验在马铃薯出苗后16 d进行模拟降水处理。结果表明, 在微垄覆膜侧播栽培模式下, 5 mm降雨即可显著提高马铃薯根际0~20 cm土层土壤含水量, 10 mm时微垄覆膜侧播的贮水效果最好。随着模拟降雨量的增加, 微垄覆膜侧播马铃薯的干物质积累速率、各器官干物质积累、叶面积指数及水分利用效率均呈现增加的趋势。

关键词: 旱作; 马铃薯; 微垄覆膜侧播; 集雨效果

Simulation Study on Rainwater Harvesting of Rainfed Potato Under the Cultivation Pattern of Micro Ridge Mulching with Side Planting

ZHAO Yuanxia¹, FAN Mingshou¹, JIA Ligu^{1*}, ZHANG Ziyi²

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China;

2. College of Life Sciences, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: Micro ridge mulching with side planting is a rainwater harvesting cultivation pattern for the rainfed potato in arid area. This research aimed to quantify the rainwater harvesting effect of the micro ridge mulching with side planting by comparing with conventional flat planting under different simulated rainfall levels of 5, 10, 15 and 20 mm. Treatments were applied 16 days after emergence (DAE). The results showed that from 5 mm of rainfall level, the micro ridge mulching with side planting pattern began to significantly improve the soil moisture content of 0-20 cm, with the best effect on soil water storage at 10 mm under simulated conditions. As the amount of rainfall increasing, the potato dry matter accumulation percentage, dry matter accumulation in various organs, leaf area index and water use efficiency also had a tendency to increase under the cultivation mode.

Key Words: rainfed farming; potato; micro ridge mulching with side planting; effective rainwater

沟垄集雨是雨养农业区一种重要集雨技术措施, 主要是通过对地表进行起微小垄状突起, 利用集雨垄面将降雨汇集至沟侧, 之后水分向沟中聚集, 随之被聚集的降水慢慢向沟中土壤渗入, 进而

使种在沟中的作物得到生长所需水分, 并且使土壤中降水得到有效的贮存, 进而在时间和空间上对农田水分进行有效的调控与利用^[1,2]。将沟垄技术与地膜覆盖技术结合起来^[3-6], 进而形成垄膜沟播技术,

收稿日期: 2015-06-09

基金项目: 农业部公益性行业科研专项“黄土高原雨养农田水分高效利用技术与示范——内蒙古雨养农田马铃薯水分高效利用技术研究” (201303104); 中国博士后科学基金“微垄覆膜侧播马铃薯集雨效果的数量化研究” (2015M572633XB); 内蒙古自然科学基金 (2013MS0302)。

作者简介: 赵元霞(1991-), 女, 硕士, 主要从事植物生理生态方面研究。

***通信作者(Corresponding author):** 贾立国, 讲师, 主要从事马铃薯水分及营养生理的研究, E-mail: nndjialiguo@163.com。

能够对雨水起到更好的收集利用效果^[7]。韩娟等^[8]通过2007~2010年间在黄土高原沟壑区的研究表明, 垄上覆地膜沟内覆秸秆能显著提高冬小麦水分利用效率, 且沟垄集雨种植的水分利用效率较对照高出33.6%~35.8%。李荣等^[9]试验证明, 垄覆地膜、沟覆地膜可显著提高作物水分利用效率和0~200 cm土壤蓄水量。吴育学等^[10]证明, 沟垄覆膜处理是一种耗水量相对较小, 燕麦产量和水分利用效率最高的集雨种植模式, 分别可达1 745.5 kg/hm²和9.1 kg/mm·hm²。王晓凌等^[11]试验表明, 在垄沟覆膜集雨处理下旱作马铃薯产量分别较在土垄集雨处理下和裸地平作处理下提高126.8%和277.2%, 主要是由于垄沟覆膜集雨能够增加土壤水分含量, 促进土壤矿质营养的积累, 同时, 该集雨模式能够起到集雨、保墒和增温的作用。任小龙等^[12]研究发现, 沟垄集雨技术因显著增加了功能叶片的叶绿素含量, 从而提高了玉米叶片净光合速率。

内蒙古阴山北麓丘陵地区是典型的“雨养农业区”, 年降雨量在400 mm以下, 而且主要集中在6~8月, 充分、合理、有效地利用好当地的有效降雨资源, 提高水分利用效率对提高当地马铃薯产量起到关键性的作用。研究证明, 沟垄覆膜侧播能够有效提高马铃薯产量, 并且提高水分利用效率^[13,14], 鉴于此, 结合内蒙古阴山北麓丘陵地区实际气候特点, 本课题组经过多年的实地调查研究, 提出了适宜内蒙古阴山北麓丘陵地区的栽培模式—微垄覆膜侧播, 目前生产中大多数沟垄种植模式垄高均在20 cm左右, 垄宽在60 cm左右, 而微垄覆膜侧播的特点是垄高为10 cm, 垄宽在50 cm。这样的特点既起到了垄作覆膜汇集雨水的功能, 又使植株根部保障良好的通气条件, 有效避免当沟内播种单次雨水过大时, 沟内雨水过多汇集, 不利于马铃薯根部的生长发育。研究表明, 微垄覆膜侧播较平地覆膜和露地平作的产量分别提高20.21%和30.70%^[15,16]。但是这种模式在多少毫米降雨下开始发挥作用, 又在多少毫米降雨量下集雨效果达到饱和状态? 即微垄覆膜侧播模式下的集雨下限降雨量值与集雨上限降雨量值是未知的。本试验旨在确定微垄覆膜侧播能够发挥作用的降雨量下限值, 以期进一步完善微垄

覆膜侧播的技术规程, 为雨养马铃薯的高产和水分高效利用提供更加充足的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2014年在内蒙古呼和浩特市武川县厂汉木台乡(东经111°27', 北纬41°14', 海拔1 600 m)进行。该地区属于半干旱雨养农业区, 年均降雨量约300 mm左右, 全年日照时数为2 963 h, 年光合有效辐射为2 858.1 × 10⁶ J/m², 无霜期100 d左右。试验地土质为沙壤土, 耕层(0~20 cm)土壤有机质17.43 g/kg, 全氮1.21 g/kg, 速效磷11.53 mg/kg, 速效钾143.5 mg/kg, pH值8.3, 容重1.3 g/cm³。播前土壤含水量: 12.36% (0~20 cm), 13.55% (20~40 cm)和14.17% (40~60 cm)。

1.2 材料与方法

供试马铃薯品种为‘克新1号’脱毒原种。试验采用微垄覆膜侧播(以下用W表示)和露地平作(以下用P表示)2种植模式, 在苗期设置4个模拟降雨量处理: 5, 10, 15和20 mm。以下5W、5P、10W、10P、15W、15P、20W、20P分别代表5, 10, 15和20 mm模拟降雨量的微垄覆膜侧播和露地平作处理。小区面积均为60 m², 其中宽4 m、长15 m。行距0.5 m, 株距0.38 m, 种植密度为52 500株/hm², 试验设置3次重复, 采用随机区组设计。

试验于2014年5月12日播种, 9月14日收获。肥料用量为N 150 kg/hm²(氮源为尿素), P₂O₅ 60 kg/hm²(磷源为重过磷酸钙), K₂O 150 kg/hm²(钾源为硫酸钾)。肥料全部采用播前基施, 其他管理措施均按常规方法进行。

模拟降雨: 根据公式, 降雨毫米数 = 降雨体积/土地面积, 求得模拟降雨体积, 利用人工喷雾进行模拟降雨处理, 在出苗后16 d(6月25日)进行处理。

1.3 取样及测定

1.3.1 土壤含水量

取样时间及部位: 露地平作和微垄覆膜侧播均从距离植株5 cm处取土, 其中微垄覆膜侧播在偏沟部位取土, 取样深度为60 cm, 每20 cm为1层, 取样时间分别为出苗后15 d(模拟降雨前1 d)、17 d

(处理后1 d)、19 d(处理后3 d)、22 d(处理后6 d)。用土钻取土后采用烘干法测定含水量, 土壤含水量计算公式: $W_s(\%) = (W1 - W2)/(W2 - W3) \times 100\%$ (I), 其中W1为湿土和铝盒的重量(g), W2为干土和铝盒的重量(g), W3为空铝盒的重量(g)。

1.3.2 植株生物量

取样时间: 除处理后1 d不取样外, 其余取样时间同土壤样本。

测定方法: 将各个器官分开后, 先称取鲜重, 然后放入105℃烘箱中杀青30 min, 之后放入80℃烘箱中烘48 h后称得干重。

1.3.3 叶面积指数

取样时间: 同植株生物量取样时间。

测定方法: 打孔法。

计算公式: 整株马铃薯叶面积(cm^2) = $30 \times (a + b)/a$, 叶面积指数 = 整株马铃薯叶面积(m^2) $\times$ 公顷株数(株/10 000 m^2), 其中a为30片小圆叶片的鲜重, b为其余叶片的总鲜重。

1.3.4 水分利用效率

水分利用效率根据公式 $WUE [\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{mm})] = Y$ 块茎产量(kg/hm^2)/ET 总耗水量(mm); 其中, $ET = P + I + \Delta SWS - R - D$; ET为作物总耗水量, P为马铃薯生长季节的降雨量, I为灌溉量, ΔSWS 为模拟降雨前1 d土壤贮水量与取样时土壤贮水量之差, R为地表径流量, D为耕层土壤水的渗漏量。本试验由于R和D值太小, 忽略不计, 所以作物耗水量实际计算公式为 $ET = P + I + \Delta SWS$ 。

1.4 数据处理

试验数据采用SPSS 18.0软件、Excel 2003进行统计分析。

土壤贮水量(mm) = 土层厚度(mm) $\times$ 土壤容重(g/cm^3) $\times$ 土壤含水量(%)。

土壤水分利用率[$\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{mm})$] = 马铃薯生物量累积(kg/hm^2) / [模拟降雨前1 d土壤贮水量(mm) + 模拟降雨后到取样期间总降水量(mm) - 取样时土壤贮水量(mm)]。

2 结果与分析

2.1 土壤含水量

苗期不同处理0~60 cm各个土层土壤贮水量见

表1。从表1可以看出, 处理后1 d, 不同处理的土壤含水量较处理前1 d都有不同程度的增加, 但是微垄覆膜侧播模式(W)明显高于露地平作模式(P)。处理后3 d相比处理前1 d, 0~20 cm土层土壤含水量的增加值W明显高于P, 5, 10, 15和20 mm处理下, W模式较P模式分别多增加4.74, 8.55, 10.27和13.12 mm。随土层深度增加, W模式与P模式土壤含水量增加量差值逐渐减小。20~40 cm土层土壤含水量, 在4个模拟降雨量下, W比P分别多增加1.01, 4.19, 7.10和2.81 mm, 40~60 cm土层土壤含水量, 4个模拟降雨量下, W比P分别多增加0.78, 2.57, 1.79和5.41 mm。

模拟降雨5 mm在处理前1 d微垄覆膜侧播的土壤含水量增加值明显高于露地平作, 且随模拟降雨量的增加, 微垄覆膜侧播的集雨效果越明显, 2种栽培模式的土壤含水量增加值差值越大(图1)。说明从5 mm开始, 微垄覆膜侧播较露地平作就有明显的收集雨水的作用。

处理后1 d和处理后3 d, 2种模式的土壤含水量均减少, 露地平作土壤含水量减小值随模拟降雨量增加差异不大, 微垄覆膜侧播土壤含水量减小值则随模拟降雨量增加呈先减小后增加的趋势(图2)。

2.2 干物质积累

2.2.1 整株干物质积累

经测量, 从播种到苗期模拟降雨处理前共有56.6 mm天然降雨。从表2看出处理前, 不同模式的马铃薯干物质积累量在处理时已存在显著差异, W比P干物质积累量多44%。5, 10, 15和20 mm处理后3 d, 2种栽培模式干物质增长率均随模拟降水量增加而呈增加趋势。微垄覆膜侧播(W)干物质质量增长率较露地平作(P)多6~24个百分点, 5~20 mm时2种栽培方式干物质质量增长率都有显著差异。

处理后3 d内, 随模拟降雨量增加干物质积累速率也随之增大, 且微垄覆膜侧播干物质积累速率显著大于露地平作, 5, 10, 15和20 mm处理下, 微垄覆膜侧播分别比露地平作高0.25, 0.73, 0.91和0.96 g/株·d。

2.2.2 各器官干物质积累

如表3所示, 处理前1 d微垄覆膜侧播与露地平作在叶干重上有显著差异, 而在茎及根上无显著

表 1 苗期不同处理 0~60 cm 土层土壤贮水量
Table 1 Water content at 0~60 cm depth soil under different treatments at seedling stage

处理 Treatment	土层深度 (cm) Soil depth	土壤贮水量 (mm) Soil water content		
		处理前 1 d 1 d before treatment	处理后 1 d 1 d after treatment	处理后 3 d 3 d after treatment
5W	0~20	19.32	25.87	21.72
	20~40	22.20	23.69	22.75
	40~60	20.33	20.67	20.77
5P	0~20	18.51	21.09	16.17
	20~40	19.21	19.71	18.75
	40~60	19.29	19.94	20.51
10W	0~20	19.32	32.60	28.52
	20~40	22.20	28.63	28.16
	40~60	20.33	21.22	23.45
10P	0~20	18.51	25.04	19.16
	20~40	19.21	21.32	20.98
	40~60	19.29	20.93	19.84
15W	0~20	19.32	39.62	35.10
	20~40	22.20	35.00	34.27
	40~60	20.33	25.48	26.57
15P	0~20	18.51	28.89	24.02
	20~40	19.21	28.29	24.18
	40~60	19.29	23.61	23.74
20W	0~20	19.32	49.87	39.05
	20~40	22.20	38.69	37.57
	40~60	20.33	26.16	26.75
20P	0~20	18.51	33.02	25.12
	20~40	19.21	31.85	31.77
	40~60	19.29	20.49	20.57

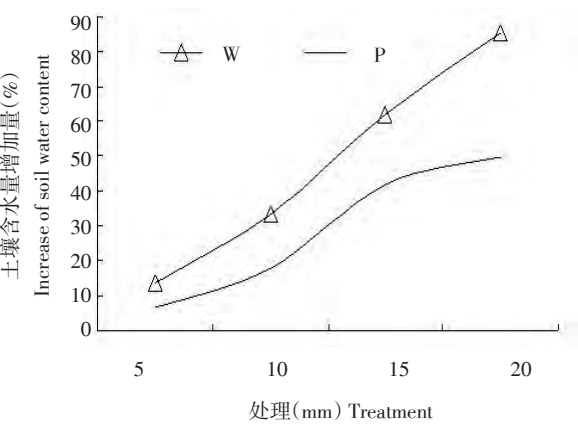


图 1 处理后 1 d 60 cm 土层土壤含水量的增加量
Figure 1 Increase of soil water content at 60 cm depth soil 1 d after treatment

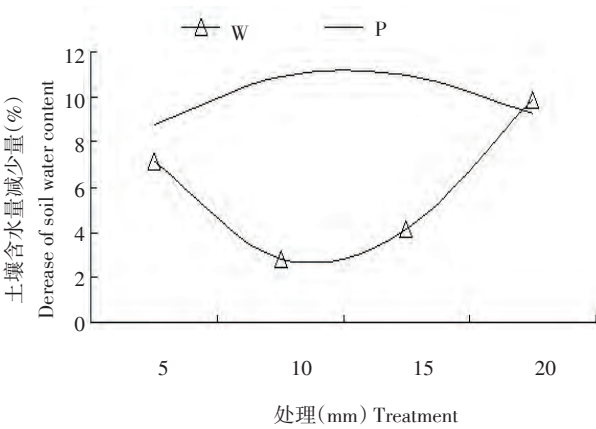


图 2 处理后 1~3 d 60 cm 土层土壤含水量的减小量
Figure 2 Decrease of soil water content at 60 cm depth soil 1-3 d after treatment

表2 苗期不同处理下马铃薯干物质积累及干物质积累速率

Table 2 Amount and percentage of dry matter accumulation of potato under different treatments at seedling stage

取样时间 Sampling time				
处理 Treatment	处理前干物质积累(g/株) Dry matter accumulation before treatment (g/plant)	处理后3 d干物质积累(g/株) Dry matter accumulation 3 d after treatment (g/plant)	处理后3 d较处理前增加(g/株) 3 d after treatment compared to before treatment (g/plant)	处理后3 d内干物质积累速率(g/株·d) Dry matter accumulation percentage 3 d after treatment (g/plant·d)
5	W	7.57 a	8.99 a	1.42 a
	P	5.25 b	5.90 b	0.65 b
10	W	7.57 a	11.26 a	3.69 a
	P	5.25 b	6.76 b	1.51 b
15	W	7.57 a	12.38 a	4.81 a
	P	5.25 b	7.32 b	2.07 b
20	W	7.57 a	13.49 a	5.92 a
	P	5.25 b	8.27 b	3.02 b

注: 同列单一处理下2种植模式不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$), 下同。

Note: Different letters indicate statistical significance at 0.05 level within the same column and the same treatment. The same below.

表3 苗期不同处理下马铃薯各器官干物质积累

Table 3 Dry matter accumulation in different organs of potato under different treatments at seedling stage

处理 Treatment		干物质积累(g/株) Dry matter accumulation (g/plant)					
		处理前1 d 1 d before treatment			处理后3 d 3 d after treatment		
		叶 Leaf	茎 Stem	根 Root	叶 Leaf	茎 Stem	根 Root
5	W	4.23 a	1.97 a	1.37 a	5.24 a	2.16 a	1.59 a
	P	2.51 b	1.61 a	1.13 a	2.62 b	1.80 a	1.48 a
10	W	4.23 a	1.97 a	1.37 a	6.39 a	2.65 a	2.22 a
	P	2.51 b	1.61 a	1.13 a	3.46 b	1.73 b	1.57 b
15	W	4.23 a	1.97 a	1.37 a	7.92 a	2.56 a	1.90 a
	P	2.51 b	1.61 a	1.13 a	4.38 b	1.75 b	1.19 b
20	W	4.23 a	1.97 a	1.37 a	8.43 a	2.97 a	2.09 a
	P	2.51 b	1.61 a	1.13 a	5.99 b	2.23 b	1.35 b

差异。经过模拟降雨量处理后3 d, W与P在叶干重上依然有显著差异。W模式经5, 10, 15和20 mm降水处理后叶干重分别增加了23.88%, 51.06%, 87.23%和99.29%, 而P模式在相应的降水处理下分别增加4.38%, 37.85%, 74.50%和138.65%。

这一点同样可以通过各器官占总干重的比例来分析, 处理后3 d, 5, 10, 15和20 mm地上部干重的分配率, W分别为82.34%, 80.25%, 84.71%和84.52%, P分别为74.91%, 76.71%, 83.75%和85.90%。由此可见5和10 mm处理下, 微垄覆膜侧播地上部分分配率明显高于露地平作, 而在15和20 mm

作用下, 二者无明显差异。处理后3 d, 5, 10, 15和20 mm地下部干重的分配率, W分别为17.66%, 19.75%, 15.29%, 15.48%, P分别为25.09%, 23.29%, 16.25%, 14.10%。5和10 mm处理下, 微垄覆膜侧播地下部分分配率明显低于露地平作, 而在15和20 mm作用下, 二者无明显差异(表3)。

2.3 叶面积指数

表4为苗期不同处理对叶面积指数的影响, 叶面积指数变化规律与叶干重变化规律基本相同, 随模拟降雨量增加, 微垄覆膜侧播植株叶面积指

表 4 苗期不同处理对马铃薯叶面积指数的影响

Table 4 Effect of different treatments on LAI of potato at seedling stage

取样时间 Sampling time		处理水平(mm) Treatment level			
		5	10	15	20
处理后 3 d	W	0.53 a	0.62 a	0.70 a	0.46 a
3 d after treatment	P	0.18 b	0.21 b	0.33 b	0.34 b

数呈单峰型曲线变化，且微垄覆膜侧播与露地平作之间差异显著。

2.4 水分利用效率

由表 5 可以看出，5，10，15 和 20 mm 处理后 3 d，W 模式的水分利用率较 P 分别高 78 到 112 个百分点，呈现随降水量增加而增加的趋势。

3 讨 论

起垄覆膜在许多地区被证明可以起到增产和提高水分利用效率的作用，也有部分学者对其增产增效的生理机制进行了研究^[1,7,15]。微垄覆膜侧播在马铃薯上证明也具有这样的效果，该模式设计时即考虑到内蒙古主产区干旱少雨，无效降雨频率高的降水特点而设计。但是，不同降雨条件下的集雨与保水效果还不清楚，这些指标的确立将为该模式的推广应用和创新提供必要的理论依据。课题组的统计数据显示，乌兰察布地区无效降雨（单次降雨小于 5 mm）的频率高达近 80%，如何将无效降雨有效化是急需解决的理论问题，该研究结果显示微垄覆膜侧播模式在至少 5 mm 时呈现

出明显的集雨效果，在 5~20 mm 的降雨范围内，微垄覆膜侧播的干物质积累速率与露地平作相比呈现随降雨量增加而增加的趋势。在 5 和 10 mm 降雨量下，微垄覆膜侧播较露地平作能收集更多的雨水，进而有利于地上部生长。

微垄覆膜侧播不仅具有较好的集雨效果，而且还有很好的保水效果，且在降雨量为 10 mm 时的保水效果最好。原因可能是当模拟降雨量为 5 mm 时，大多数模拟降水被截留在膜上，水分损失较大，当模拟降雨量为 10 mm，微垄覆膜侧播能更有效的收集雨水且所收集的雨水量没有达到导致大量土壤水分下渗的程度，所以在此模拟降雨量下，其损失的降雨最小。当模拟降雨量继续增加时，微垄覆膜侧播所收集的降雨较多导致雨水下渗。从 5 mm 起，微垄覆膜侧播开始表现出显著优于露地平作的保水优势，但到 20 mm 时，由于土壤含水量达到了饱和状态，2 种栽培模式间的贮水能力没有显著差异，可以认为是该模式发挥作用上限值，但是在 5~20 mm 的降雨范围内，微垄覆膜侧播水分利用效率显著高于露地平作。

表 5 苗期不同处理对马铃薯水分利用效率的影响(kg/hm²·mm)

Table 5 Water use efficiency of potato under different treatments at seedling stage (kg/ha·mm)

处理 Treatment		处理时间 Treatment time
		处理后 3 d 较处理前增加 3 d after treatment compared to before treatment
5	W	24.77 a
	P	5.30 b
10	W	80.53 a
	P	8.99 b
15	W	106.52 a
	P	11.13 b
20	W	127.81 a
	P	15.20 b

该研究结果为该模式的推广应用提供了较好的理论基础, 但是该模式对最终产量的影响是整个生育期的累计效应, 而且不同时期的集雨效果还受到植物生长状况的影响。因此, 对集雨效果的数量化指标还需深入研究, 为旱作马铃薯集雨模式的创新提供更加扎实的理论基础。

[参 考 文 献]

- [1] 李永平, 贾志宽, 刘世新, 等. 旱作农田微集水种植产流蓄墒扩渗特征研究[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(2): 86-90.
- [2] 李凤民, 徐进章. 黄土高原半干旱地区集水型生态农业分析[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(1): 105-107.
- [3] 王彩绒, 田霄鸿, 李生秀. 夏玉米沟垄覆盖集水效果及生态效应研究[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(3): 28-30.
- [4] Li X Y, Gong J D, Gao Q Z, *et al.* Incorporation of ridge and furrow method of rainfall harvesting with mulching for crop production under semiarid conditions [J]. *Agricultural Water Management*, 2001, 50(3): 173-183.
- [5] 杨封科. 旱作春小麦垄膜沟种微集水种植技术研究[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(4): 47-49.
- [6] Wang X L, Li F M, Jia Y, *et al.* Increasing potato yields with additional water and increased soil temperature [J]. *Agricultural Water Management*, 2005, 78(3): 181-194.
- [7] Mo F, Zhou H, Wang J Y, *et al.* Development and application of micro-field rain-harvesting technologies [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(8): 1-17.
- [8] 韩娟, 廖允成, 贾志宽, 等. 半湿润偏旱区沟垄覆盖种植对冬小麦产量及水分利用效率的影响[J]. 作物学报, 2014, 40(1): 101-109.
- [9] 李荣, 侯贤清, 贾志宽, 等. 沟垄全覆盖种植方式对旱地玉米生长及水分利用效率的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(7): 2282-2291.
- [10] 吴育学, 张新民, 邢贵, 等. 沟垄种植方式下的燕麦产量和水分利用效率[J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(5): 56-59.
- [11] 王晓凌, 董普辉, 李凤民, 等. 垄沟覆膜集雨对马铃薯产量及水分和氮肥利用的影响[J]. 河南农业科学, 2007(10): 84-87.
- [12] 任小龙, 贾志宽, 陈小莉, 等. 半干旱区沟垄集雨对玉米光合特性及产量的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(5): 838-845.
- [13] 陈阜, 龙牧华, 刘巽浩. 武川旱农试区农田水分生产潜力研究[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(4): 14-18.
- [14] 冷石林. 北方旱地农田水分平衡及提高作物生产力研究[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(4): 7-13.
- [15] 陈杨, 樊明寿, 高媛. 微垄覆膜沟播对阴山丘陵地区旱作马铃薯土壤水分及产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2013(5): 71-74.
- [16] 陈杨, 贾立国, 秦永林, 等. 微垄覆膜沟播对阴山丘陵旱作区马铃薯干物质积累及产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2015(1): 91-95.



辰翔矿业有限公司

专业生产马铃薯育种——膨胀蛭石

河北灵寿县辰翔矿业有限公司位于河北省石家庄市灵寿县, 是一家专业生产蛭石片、膨胀蛭石、珍珠岩的企业, 已有30多年的发展历史。辰翔公司根据马铃薯育种特点, 研发了育种专用膨胀蛭石。本公司生产的马铃薯专用膨胀蛭石性价比高, 已在国内十几家马铃薯育种公司应用, 并得到一致好评。本公司蛭石产品型号齐全, 也可根据客户需求订制生产。

如果您对我们的产品感兴趣, 欢迎致电联系, 索要资料、样品。

联系人: 薛 刚 15613123526、15833992815

地 址: 河北省石家庄市灵寿县燕川工业区

电 话: 0311-82616100(传真)