

半干旱区全膜覆盖垄上微沟种植对土壤水分及马铃薯产量的影响

王娟^{1,2} 谭伟军^{1,2} 黄凯^{1,3} 何万春^{1,3} 马海涛^{1,2}
徐祺昕^{1,2} 陈自雄^{1,3} 孟红梅^{1,2}

(¹ 甘肃省定西市农业科学研究院, 定西 743000; ² 甘肃省马铃薯工程技术研究中心, 定西 743000;

³ 甘肃定西百泉马铃薯有限公司, 定西 743000)

摘要:为探明半干旱区全膜覆盖垄上微沟种植对土壤水分及马铃薯产量的影响,以马铃薯品种陇薯10号为试材,采用全膜覆盖垄播和全膜覆盖垄上微沟播种方式,研究了两种种植方式下种植密度分别为45000株/hm²、52500株/hm²、60000株/hm²、67500株/hm²时马铃薯生育期、生长指标、产量及水分利用率。结果表明,全膜覆盖垄播和全膜覆盖垄上微沟播两种种植模式对马铃薯生育期、主茎数、分枝数、株高无明显影响。全膜覆盖垄上微沟播水分利用效率高于全膜覆盖垄播6.5kg/hm²·mm,产量比全膜覆盖垄播平均增产8.5%,两种种植模式下种植密度以60000株/hm²时产量最高。

关键词:全膜覆盖;垄上微沟;水分;马铃薯;产量

马铃薯是粮菜兼用作物,耐逆抗灾,在贫困地区是农民赖以生存的主要作物,也是国家增粮和农民增收、产业扶贫的重要作物。在西北黄土高原半干旱区,马铃薯全膜覆盖垄沟种植技术是当地马铃薯的主要栽培模式,它是一项集保墒、集雨、增温为一体的抗旱种植技术,通过养分管理来调控作物的水分利用过程,实现水肥资源高效利用,也实现了旱作区水资源量的最大化^[1]。在该项技术得到大面积应用之后,西北半干旱区马铃薯产量得以大幅度提高,为当地农业增产和农民增收发挥了支撑性作用^[2-3],但全膜覆盖垄沟种植技术在养分管理方面存在较多问题^[4-5]。随着旱作农业技术的不断发展和改进,通过改善作物种植结构、作物水分利用状况来提高降水利用效率外,通过农艺措施降低田间无效蒸发和提高自然降水入渗效率成为当前旱地农业作物栽培领域研究的热点问题,提高自然降水利用效率是旱区作物稳产高产的根本途径^[6-7]。为了提高旱地马铃薯生产潜力及生产效益,研究人员在长期大田试验和

技术示范基础上,对马铃薯全膜覆盖垄沟种植进行了改进,集成了马铃薯全膜覆盖垄上微沟技术,该技术起垄后在垄上营建微沟,并用地膜全地面覆盖,增加了集雨面,使垄面上的降水向垄上微沟和大沟内聚集叠加,较普通的全膜双垄沟播显著提高降水利用效率;可以促进马铃薯对土壤水分的利用,提高降水利用效率和马铃薯产量^[8]。定西是马铃薯主产区,马铃薯种植效益的提高急需水分利用效率高的栽培技术。本研究针对当前陇中半干旱区地膜马铃薯降水利用效率低、技术操作不规范等问题,引进旱地马铃薯全膜覆盖垄上微沟播种技术,重点研究该技术模式下不同垄沟配置、种植密度条件下土壤水分效应和马铃薯产量,比较分析全膜覆盖垄播和全膜覆盖垄上微沟播的栽培模式效应、适宜播种密度,以期建立资源高效、持续增产的旱作马铃薯全膜覆盖集水垄作技术模式,为旱作马铃薯种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 本试验在定西市安定区香泉镇试验基地实施,该地区海拔高度为2109m,年均辐射量592.85kJ/cm²,年均气温6.4℃,≥10℃积温2239.1℃,年均降水量415.2mm,年蒸发量1531mm。供试土壤类型为黄绵土,土壤肥力中等。播前0~20cm土壤有机质21.80g/kg,速效氮22.6mg/kg,速

基金项目:甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目(2019GAAS46);甘肃省现代农业马铃薯产业技术体系资金(GARS-03-P3);甘肃省马铃薯产业发展项目(GNKJ-2020-1,GNKJ-2020-2)

通信作者:孟红梅

执笔人:陈自雄

效磷 35.5mg/kg,速效钾 143.5mg/kg。

1.2 试验材料 有机肥料选用撒可富(N 15%、 P_2O_5 15%、 K_2O 15%),常规肥料选用尿素(N 46%)、过磷酸钙(P_2O_5 16%)、硫酸钾(K_2O 52%)。供试马铃薯品种为陇薯 10 号,种薯级别为原种。

1.3 试验设计与方法 试验采用裂区设计,主区为全膜覆盖垄播、全膜覆盖垄上微沟播,副区为密度,设置 45000 株/hm²、52500 株/hm²、60000 株/hm²和 67500 株/hm² 4 个密度,共计 8 个处理,3 次重复,具体见表 1。小区长 10m、宽 5m,小区面积 50m²。每 hm² 施肥种类及肥料用量:纯 N 180kg、 P_2O_5 180kg、 K_2O 220kg。地膜选用宽 120cm、厚度为 0.008mm 的黑色地膜。两种栽培模式均为单垄双行种植,垄播模式垄宽 60cm,垄沟宽 40cm,垄高 20cm;垄上微沟播模式垄宽 60cm,沟宽 40cm,垄高 20cm,垄上微沟宽 20cm、深 10cm。马铃薯种植在垄面上。在播种前用机械起垄、人工覆膜,用穴播器点播。播种时间为 2016 年 5 月 12 日,收获期为 9 月 30 日。试验期间气象资料见表 2。

表 1 试验处理

处理	种植模式	密度(株/hm ²)
T1M1	全膜覆盖垄播	45000
T1M2	全膜覆盖垄播	52500
T1M3	全膜覆盖垄播	60000
T1M4	全膜覆盖垄播	67500
T2M1	全膜覆盖垄上微沟播	45000
T2M2	全膜覆盖垄上微沟播	52500
T2M3	全膜覆盖垄上微沟播	60000
T2M4	全膜覆盖垄上微沟播	67500

表 2 试验期间气象资料

项目	月份				
	5	6	7	8	9
平均温度(℃)	13.7	18.8	21.0	21.9	15.2
降雨量(mm)	74.5	27.4	51.2	19.3	18.0

1.4 调查测定项目 播前和收获后测定 0~200cm 土层土壤水分含量,每 20cm 为 1 层,共计 10 层。用土钻取土,烘干法测定,取样在垄上 2 穴马铃薯株间。

在马铃薯生育期测定各处理出苗率;马铃薯生长指标(主茎数、株高、分枝数);产量及产量性状(单株块茎数、单株块茎重、单株薯重、商品薯率、小区产量)。

水分利用效率(WUE, kg/hm²·mm) = Y/ETa, Y

为马铃薯产量(kg/hm²),ETa 为全生育期实际蒸散量(mm)。

补灌量(mm):作物生育期补充灌溉的水量。

实际蒸散量(ETa, mm) = 播前土壤贮水量 + 降雨量 + 补灌量 - 收后土壤贮水量。

贮水量(mm) = 重量含水量 × 土壤容重 × 土壤层厚度(mm)。

使用 Excel 2003 和 SPSS 19.0 对各处理数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植模式对马铃薯生育期的影响 由表 3 可以看出,全膜覆盖垄播和全膜覆盖垄上微沟播两种种植模式对陇薯 10 号生育期无影响。因陇薯 10 号属于晚熟抗旱抗病品种,试验采用的两种种植模式均为起垄覆膜处理,所以对生育期无影响。

表 3 各处理生育期

处理	播种期 (月/日)	出苗期 (月/日)	现蕾期 (月/日)	盛花期 (月/日)	成熟期 (月/日)	生育期 (d)
T1M1	5/12	6/10	7/5	6/24	10/12	125
T1M2	5/12	6/8	7/3	6/24	10/12	127
T1M3	5/12	6/10	7/5	6/24	10/12	125
T1M4	5/12	6/10	7/5	6/24	10/12	125
T2M1	5/12	6/10	7/5	6/24	10/12	125
T2M2	5/12	6/8	7/2	6/24	10/12	127
T2M3	5/12	6/10	7/5	6/24	10/12	125
T2M4	5/12	6/8	7/5	6/24	10/12	127

2.2 不同种植模式对马铃薯出苗率及生长指标的影响 由表 4 可以看出,两种种植方式下陇薯 10 号出苗率在 85.1%~91.1% 之间,总体上全膜覆盖垄播出苗率高于全膜覆盖垄上微沟播,但各处理之间差异不明显。两种种植模式下陇薯 10 号主茎数、分枝数、株高无显著差异。

表 4 各处理出苗率及生长指标

处理	出苗率 (%)	主茎数	分枝数	株高 (cm)
T1M1	89.7a	1a	12.3a	63.7a
T1M2	91.1a	1a	13.0a	63.0a
T1M3	89.2a	1a	13.3a	63.3a
T1M4	89.1a	1a	11.3a	64.7a
T2M1	89.5a	1a	11.3a	63.3a
T2M2	87.9a	1a	13.3a	63.0a
T2M3	85.1a	1a	14.0a	63.0a
T2M4	85.8a	1a	13.3a	61.7a

采用新复极差测验法,小写字母表示 0.05 水平差异显著性。下同

2.3 不同种植模式对马铃薯产量的影响 由表5可以看出,两种种植模式下陇薯10号单株块茎数、单株块茎重、单薯重、商品薯率无显著差异。全膜覆盖垄上微沟播的平均单株块茎数为6.0个,平均较单垄播多1.0个;单株块茎重方面全膜覆盖垄上微沟播平均为736.5g,较全膜覆盖垄播高52.9g;全膜覆盖垄上微沟播处理的平均单薯质量较单垄播小14.6g,商品薯率小1.1%。产量方面全膜覆盖垄上微沟播和垄播处理的平均产量分别为40148.1kg/hm²和36994.3kg/hm²,前者比后者增产8.5%,产量高低顺序为T2M3>T2M2>T2M4>T1M3>T2M1>T1M4>T1M1>T1M2。T1M1和T1M2处理的产量显著小于其他各处理。种植密度方面,两种种植模式下均以种植密度为60000株/hm²时产量最高,当密度增加到67500株/hm²时产量下降,说明两种种植模式下的最佳种植密度为60000株/hm²。

表5 各处理产量指标

处理	单株块茎数 (个/株)	单株块茎重 (g/株)	单薯重 (g)	商品薯率 (%)	产量 (kg/hm ²)
T1M1	5.5a	788.9a	146.3a	72.9a	37289.7b
T1M2	4.9a	622.9a	129.6a	69.4a	33274.4b
T1M3	4.5a	697.1a	154.8a	77.9a	39335.3a
T1M4	5.2a	625.6a	121.4a	70.4a	38077.7a
T2M1	6.6a	787.4a	122.0a	73.2a	38562.5a
T2M2	5.5a	741.0a	135.5a	69.5a	40396.0a
T2M3	6.4a	760.0a	120.2a	69.8a	42032.4a
T2M4	5.7a	657.5a	116.2a	73.8a	39601.5a

2.4 不同种植模式对马铃薯土壤水分利用效率的影响 由表6可以看出,播前0~200cm土层的含水量在17.34%~22.74%之间,在0~100cm和100~200cm之间,随着土层的下降,含水量分别呈下降的趋势。由表7可以看出,收获后0~100cm土层全膜覆盖垄播的平均含水量比全膜覆盖垄上微沟播处理含水量低0.66%,而100~200cm土层则是前者高于后者0.34%。当种植密度相同时,0~100cm土层,平均含水量T1M1大于T2M1, T1M2大于T2M2,而T1M3和T1M4处理则分别小于T2M3和T2M4处理,说明在0~100cm土层中,随着种植密度的增加,全膜覆盖垄上微沟播较全膜覆盖垄播积聚水分。在100~200cm土层中,除T1M1小于T2M1外,其他相同密度条件下,土壤含水量均是全膜覆盖垄播小于全膜覆盖垄上微沟播处理,说明在该土层,微沟播处理更能吸纳水分。

表6 播前土壤含水量

土层深度 (cm)	土壤含水量(%)	土层深度 (cm)	土壤含水量(%)
0~20	22.74	100~120	20.50
20~40	21.17	120~140	20.29
40~60	20.84	140~160	18.94
60~80	19.53	160~180	18.57
80~100	18.59	180~200	17.34

表7 收获后各处理土壤含水量

土层深度 (cm)	土壤含水量(%)									
	T1M1	T1M2	T1M3	T1M4	垄播平均	T2M1	T2M2	T2M3	T2M4	微沟播平均
0~20	20.89	20.31	18.46	18.30	19.49	22.46	18.67	21.23	20.88	20.81
20~40	21.81	19.85	17.78	17.33	19.19	21.75	19.02	20.04	18.81	19.91
40~60	21.10	20.95	17.90	15.91	18.97	21.76	18.73	20.73	18.87	20.02
60~80	20.57	21.01	18.12	15.88	18.90	20.98	17.36	21.57	18.11	19.51
80~100	20.48	20.95	18.19	15.96	18.90	20.78	17.42	19.39	16.46	18.51
平均	20.97	20.61	18.09	16.68	19.09	20.10	18.24	20.59	18.63	19.75
100~120	20.58	20.75	18.32	15.17	18.71	20.10	16.85	18.04	16.15	17.79
120~140	19.85	19.52	18.70	12.16	17.56	19.16	16.50	17.75	16.91	17.58
140~160	18.24	18.71	18.16	16.49	17.90	18.65	16.72	16.93	16.66	17.24
160~180	17.45	17.51	18.13	15.40	17.12	18.54	16.44	16.18	15.88	16.76
180~200	16.48	16.21	17.85	14.78	16.33	19.88	15.60	15.10	15.57	16.54
平均	18.52	18.54	18.23	14.80	17.52	19.27	16.42	16.80	16.23	17.18

高产小麦新品种云麦 76 丰产稳产性 分析及应用评价

王志龙 程加省 杨金华 王志伟 乔祥梅 程 耿 黄 锦 于亚雄

(云南省农业科学院粮食作物研究所 / 国家小麦改良中心云南分中心, 昆明 650205)

摘要:为全面了解云麦 76 的生产特性,利用 2015–2017 年云南省地麦区域试验汇总结果,通过产量、高稳系数和相关系数分析云麦 76 的丰产稳产性及与产量要素的相关性。结果表明,云麦 76 两年区试产量分别为 $5741.96\text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $5163.92\text{kg}/\text{hm}^2$,均比对照增产;高稳系数分别为 79.16% 和 61.05%,分别居第 1 和第 2 位,均大于对照;穗粒数与产量呈极显著正相关。综合分析,云麦 76 是一个丰产性高、稳产性好且适应性广的旱地品种,可以通过增加穗粒数来提高云麦 76 的产量。

关键词:云麦 76; 稳产; 相关系数; 产量三要素

云麦 76 (区试编号:易 2011-1)是云南省农业科学院粮食作物研究所于 2002 年以自育品种云麦 50 和云麦 39 进行杂交,采用系统选育和穿梭育种方法,经多年多点抗旱性筛选选育的高产、稳产、广适的旱地小麦新品种,2019 年经云南省品种审定委

员会审定,审定编号:滇审小麦 2019001 号。该品种为弱春性,幼苗半匍匐,生育期 173d,株高 85cm;穗方型,长芒,籽粒饱满,耐寒,耐旱,抗倒伏。

品种最主要的特性是其丰产性和稳产性。前人通常采用与对照品种比较产量的方法来衡量品种的丰产性^[1-2],以高稳系数(HSC, high stability coefficient)来衡量品种的稳产性,HSC 越大说明品种的稳产性越好,适应性越强^[3]。产量是单位面积有效穗数、穗粒数与千粒重的乘积^[4],分析产量与各要素之间的相

基金项目:国家重点研发计划“七大作物育种”重点专项(2017YFD0100904);国家小麦现代农业产业技术体系(CARS-03);云南省麦类现代农业产业技术体系

通信作者:于亚雄

由表 8 可以看出,收获后全膜覆盖垄播和全膜覆盖垄上微沟播处理的平均贮水量分别为 402.7mm 和 406.2mm,后者比前者高 3.54mm。水分利用效率方面全膜覆盖垄播和全膜覆盖垄上微沟播处理的

表 8 各处理土壤水分利用效率

处理	播前 贮水量 (mm)	收后 贮水量 (mm)	补灌量 (mm)	降雨量 (mm)	蒸散量 (mm)	水分利用效率 ($\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$)
T1M1	436.7	434.4	300	190.4	492.7	75.7
T1M2	436.7	430.7	300	190.4	496.4	67.0
T1M3	436.7	399.5	300	190.4	527.6	74.6
T1M4	436.7	346.2	300	190.4	580.9	65.6
T2M1	436.7	448.9	300	190.4	478.2	80.6
T2M2	436.7	381.3	300	190.4	545.8	74.0
T2M3	436.7	411.3	300	190.4	515.8	81.5
T2M4	436.7	383.5	300	190.4	543.6	72.8

平均值分别为 $70.7\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$ 和 $77.2\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$,全膜覆盖垄上微沟播处理比全膜覆盖垄播处理高 $6.5\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$,说明全膜覆盖垄上微沟能够促进马铃薯对土壤水分的利用,更能充分地发挥旱作区马铃薯的水分生产潜力^[9-10]。全膜覆盖垄播以 T1M1 处理最高,达到 $75.7\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$,T1M4 处理最低为 $65.6\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$ 。全膜覆盖垄上微沟播处理以 T2M3 处理最高,达到 $81.5\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$,所有处理以 T1M4 处理最低。两种栽培模式下,当种植密度为 67500 株/ hm^2 时产量水分利用率均最低。全膜覆盖垄上微沟播处理当种植密度为 60000 株/ hm^2 时产量水分利用率最高。

3 讨论

全膜覆盖垄播和全膜覆盖垄上微沟播两种种植模式对马铃薯生育期、主茎数、分枝数、株高无明显影响。全膜覆盖垄上微沟播蓄水效果优于全膜覆盖垄

关性,可以为有针对性地提高产量提供依据。为加快云麦 76 的推广,实现其应用价值,本研究以 2015–2017 年度云南省地麦区域试验汇总资料为依据,分析了云麦 76 的丰产稳产性及产量构成因素与产量间的关系,旨在为云麦 76 的进一步推广提供依据,以期对云南旱地小麦品种的发展贡献力量。

1 材料与方法

1.1 试验材料与数据来源 试验数据源自 2015–2017 年 2 个年度的云南省地麦品种区域试验汇总资料,共计 20 个试点。其中 2015–2016 年度 10 个参试品种,2016–2017 年度 12 个参试品种,具体品种名称见表 1。2015–2016 年度以云麦 54 为对照,2016–2017 年度以云麦 56 为对照。每年选取具有代表性的 10 个试点同时进行,分别为嵩明、大理、楚雄、临翔、宁洱、镇雄、蒙自、会泽、易门、文山。

1.2 试验方法 区域试验按照云南省地麦区域试验方案要求实施。参试品种随机区组排列,重复 3 次,小区长 3.62m、宽 2.76m,行距 23cm,面积 10m²。全区收获计产,成熟后按小区单独收获,晾晒、称重计产。田间管理与当地大田生产相同。

丰产性采用与对照产量比较的方法进行分析;用高稳系数法对品种的稳产性进行评价。高稳系数计算公式: $HSC = (X_i - S_i) / 1.10X_{CK} \times 100^{[3]}$, 其中 X_i 为某品种的平均产量, S_i 为某品种的标准差, X_{CK} 为

对照(CK)品种的平均产量。

1.3 数据分析 利用 Excel 和 SPSS 19.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 丰产性分析 由表 1 可以看出,在 2015–2016 年度,云麦 76 平均产量为 5741.96kg/hm²,在 10 个参试品种中排第 1 名,较对照品种云麦 54(4565.38kg/hm²)增产 25.77%,增产点率 100%,增产极显著。在 2016–2017 年度,云麦 76 平均产量为 5163.92kg/hm²,在 12 个参试品种中排第 2 名,比对照品种云麦 56(5047.99kg/hm²)增产 2.30%,增产点率 50.00%,增产不显著。综合 2 年数据,云麦 76 均比对照增产且 2016 年增产极显著,产量在 2 年参试品种中分别居第 1、第 2 位,表现出强劲的丰产性。

2.2 稳产性分析 由表 1 可以看出,在 2015–2016 年度区域试验中,云麦 76 的高稳系数为 79.16%,在 10 个参试品种中排第 1 名,对照云麦 54 的高稳系数为 66.79%,排第 6 名。在 2016–2017 年度区域试验中,云麦 76 的高稳系数为 61.05%,在 12 个参试品种中排第 2 名,稳产性居第 2 位,对照云麦 56 的高稳系数为 58.12%,排第 4 名。云麦 76 在 2 年区试中的高稳系数分别居第 1 和第 2 位,均比对照高,表现出很好的稳产性,说明云麦 76 是一个稳产性好的品种。

播,水分利用效率高于全膜覆盖垄播 6.5kg/hm²·mm,说明地膜全覆盖增加了集雨面,使垄面上的降水向垄上微沟和大沟内聚集叠加,较普通的全膜双垄沟播显著提高降水利用效率;全膜覆盖垄上微沟播产量高于全膜覆盖垄播,平均增产 8.5%,说明全膜覆盖垄上微沟播更有助于提高产量。两种种植模式下种植密度以 60000 株/hm² 最佳,均能取得较高的产量。全膜覆盖垄上微沟播能够促进马铃薯对土壤水分的利用,更加充分地发挥旱作区马铃薯的水分生产潜力,该技术在西北干旱区马铃薯种植中有较为广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 彭珂珊. 黄土高原农业高效调水技术. 中国农业科技导报, 2001, 3(1): 12–16
- [2] 张子义, 樊明寿. 旱作马铃薯养分资源管理研究进展. 内蒙古农业

大学学报: 自然科学版, 2009, 30(3): 271–274

- [3] 秦舒浩, 张俊莲, 王蒂, 肖洪浪, 蒲育林. 陇中半干旱区马铃薯集雨限灌效应研究. 作物学报, 2011, 37(1): 138–145
- [4] 王小英, 同延安, 刘芬, 赵佐平. 陕西省马铃薯施肥现状评价. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(2): 471–479
- [5] 陈亚兰, 张健, 韩敬仁, 王会蓉. 陇中干旱半干旱地区马铃薯养分资源投入的调查与分析. 中国马铃薯, 2013, 27(4): 208–211
- [6] 蔡立群, 齐鹏, 张仁陟. 保护性耕作对麦–豆轮作条件下土壤团聚体组成及有机碳含量的影响. 水土保持学报, 2008, 22(2): 141–145
- [7] 高世铭, 张绪成, 王亚宏. 旱地不同覆盖沟垄种植方式对马铃薯土壤水分和产量的影响. 水土保持学报, 2010, 24(1): 249–251, 256
- [8] 侯慧芝, 方彦杰, 张绪成, 王红丽, 于显枫, 马一凡. 半干旱区旱地马铃薯全膜覆盖起垄微沟种植技术. 中国马铃薯, 2015(1): 18–20
- [9] 侯慧芝, 王娟, 张绪成, 方彦杰, 于显枫, 王红丽, 马一凡. 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. 作物学报, 2015, 41(10): 1582–1590
- [10] 侯慧芝. 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. 草业学报, 2016, 25(6): 71–80

(收稿日期: 2020-01-16)