

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2015)06-0335-06

栽培生理

半干旱区马铃薯高产栽培技术集成

王娟, 李德明*, 姚彦红, 黄凯, 李亚杰, 罗磊, 王瑞英, 汪仲敏

(定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 在半干旱区全膜双垄播栽培技术模式下, 用‘青薯9号’脱毒种薯, 在常规施肥基础上增施有机生物菌肥, 并采用病虫害综合治理等技术措施, 对其田间表现、产量和水分利用效率进行了研究。结果表明, 马铃薯覆膜栽培较露地栽培的出苗期、现蕾期和开花期均提前5~6 d。各覆膜处理的出苗率均高于对照, 但无显著性差异。施用马铃薯专用肥675 kg/hm²基础上增施有机生物菌肥675 kg/hm²和采用病虫害综合治理的处理株高显著高于其他各处理, 除2个处理外各覆膜处理茎粗均显著高于对照。各处理均未见花叶病、卷叶病; 早疫病和晚疫病发病级数较轻。施用马铃薯专用肥675 kg/hm²基础上增施有机生物菌肥675 kg/hm²和采用病虫害综合治理处理的商品薯率和产量最高, 各覆膜处理平均产量极显著高于对照。土壤水分利用效率(WUE)以施用马铃薯专用肥675 kg/hm²基础上增施有机生物菌肥675 kg/hm²和采用病虫害综合治理处理最高, 各覆膜处理极显著高于对照。

关键词: 半干旱区; 马铃薯; 栽培技术

Integration of Cultivation Techniques for High Yield of Potato in Semi-arid Area

WANG Juan, LI Deming*, YAO Yanhong, HUANG Kai, LI Yajie, LUO Lei, WANG Ruiying, WANG Zhongmin

(Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: The effects on potato field performance, yield and water use efficiency (WUE) were studied of addition of organic bio-bacterial fertilizer on the basis of conventional fertilization and application of technique for control of diseases and insects under a whole plastic mulching and double row system in semi-arid area using virus-free seed of 'Qinshu 9' as plant material. The stages of potato emergence, bud flower and flowering appeared 5-6 days earlier in plastic mulching than in open field (CK). The emergence rate in plastic mulching treatments was higher than in CK, but no significant difference was found. The plant height in the treatment of addition of organic bio-bacterial fertilizer 675 kg/ha on the basis of conventional fertilization 675 kg/ha, and application of technique for control of diseases and insects was significantly higher than that in other treatments, and the stem diameter of potato under plastic mulching, except for two treatments, was significantly greater than that in CK. No mosaic virus and potato leaf roll virus were found, however, early blight and late blight did occur, but to a lesser degree. The highest yield and marketable tuber percentage were achieved in the treatment of addition of organic bio-bacterial fertilizer 675 kg/ha on the basis of conventional fertilization 675 kg/ha, and application of technique for control of diseases and insects, and yield of potato in plastic mulching treatments was highly significantly higher than that in CK. Soil water use efficiency was also the highest in this treatment, and WUE in plastic mulching treatments was highly significantly higher than CK.

Key Words: semi-arid area; potato; cultivation technique

收稿日期: 2015-01-10

基金项目: 国家科技支撑计划项目“西北区马铃薯节水高效关键技术研究示范(2012BAD06B03)”; 现代农业产业技术体系专项资金(CARS-10); 农业科技成果转化资金(2014GB2G100146)。

作者简介: 王娟(1980-), 女, 助理研究员, 硕士, 主要从事马铃薯遗传育种和栽培研究。

*通信作者(Corresponding author): 李德明, 研究员, 主要从事马铃薯遗传育种研究, E-mail: dxlideming@163.com。

西北旱作区是中国马铃薯的主产区。作为甘肃省乃至全国重要的优质马铃薯产区之一的定西市, 马铃薯常年种植面积达20多万hm², 马铃薯在当地粮食生产和农村经济发展中发挥着举足轻重的作用。近年来, 定西市旱作农业区结合本地区降雨量少的特点, 在马铃薯栽培中大面积推广使用全膜覆盖栽培技术, 使马铃薯的产量和水分利用效率显著提高。研究表明, 在旱作区采用全膜双垄播栽培可以显著改善马铃薯的形态指标及产量要素的构成, 其主要原因是通过沟垄覆膜改善了马铃薯生长发育的微环境, 促进了马铃薯的生长及产量要素的有效构成^[1,2]。但是, 目前定西市马铃薯种植过程中连作障碍问题突出, 标准化种植模式不完善和机械化水平较低, 导致产量较低。本试验在机械深松、全膜双垄播栽培技术模式下, 使用优良品种的脱毒种薯, 在常规施肥基础上增施有机生物菌肥和采用病虫害综合防治等技术对旱作区马铃薯生长、产量及水分利用效率的影响进行了研究, 以期为进一步优化陇中半干旱区马铃薯栽培模式, 提高产量和水分利用效率, 集成旱地覆膜培肥高产高效综合栽培技术提供理论依据, 探索提高旱地马铃薯产量和效益的有效途径, 为本地区马铃薯高产优质栽培提供技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地位于定西市农业科学研究院试验基地,

该区海拔1 920 m, 年均辐射592.85 kJ/cm², 年均气温6.4 ℃, ≥10 ℃积温2 239.1 ℃, 年均降水量415.2 mm, 年蒸发量1 531 mm, 干燥度2.53, 为典型的半干旱雨养农业区, 供试土壤类型为黄绵土, 土壤肥力中等。0~20 cm土壤有机质含量为20.90 g/kg, 速效氮、速效磷、速效钾含量分别为20.4, 36.5, 115.3 mg/kg, 马铃薯连作年限为3年。

1.2 试验材料

常规施肥中基础底肥施农家肥牛粪30 000 kg/hm², 施可丰长效缓释型复合肥料专用肥(N 23%, P₂O₅ 16%, K₂O 7%)675 kg/hm²。有机生物菌肥选用苏州仁成生物科技有限公司生产的“使达利”有机生物菌肥(N-P₂O₅-K₂O ≥ 25%, 有效活菌数 ≥ 0.2 亿个/g, 有机质 ≥ 20%, 微量元素 ≥ 7%, 腐植酸 ≥ 10%)。肥料在覆膜时按各处理用量条施。播种前用40%甲基异柳磷乳油7.5 kg/hm²加细沙土750 kg/hm²制成毒土进行土内施药。马铃薯供试品种为‘青薯9号’, 种薯级别为一级原种。

1.3 试验方法

试验共设8个处理, 每个处理面积592 m² (12.65 m × 46.8 m), 不设重复, 在测定各项指标时, 取样方测定3次。具体施肥量见表1。表1中病害防治措施为, 封行前喷药以防控马铃薯早疫病, 75%拿敌稳(肟菌-戊唑醇)水分散粒剂喷雾, 用药150~225 g/hm²。开花期、淀粉积累期(7月上旬至9月下旬)根据天气及发病情况进行2次喷药。第1次: 72%克露(霜脲氰+代森锰锌)可湿性粉剂喷雾, 用量1 500 g/hm²; 第2次: 安克(烯酰吗啉)

表1 试验处理

Table 1 Treatments in experiment

处理 Treatment	专用肥(kg/592m ²) Special fertilizer	有机生物菌肥(kg/592m ²) Organic bio-bacterial fertilizer	病害防治 Disease control	覆膜 Film mulching
T ₁ -1	40	30	-	覆膜
T ₁ -2	40	20	-	覆膜
T ₂	40	40	-	覆膜
T ₃ -1	40	20	防治	覆膜
T ₃ -2	40	30	防治	覆膜
T ₄	40	40	防治	覆膜
CK ₁	40	20	-	-
CK ₂	40	0	-	-

50%可湿性粉剂喷雾, 用量 450 g/hm²。

试验于 2013 年 10 月中旬进行机械深松, 2014 年 4 月 7 日进行机械覆膜。覆膜采用厚度 0.008 mm 黑色地膜全覆盖, 膜宽 1.20 m。分大小垄种植, 大垄高 10 cm, 宽 70 cm, 小垄高 15 cm, 宽 40 cm。覆膜时地膜要与垄面、垄沟贴紧, 每隔 2~3 m 压一土腰带。覆膜后 7 d 左右, 在垄沟内每隔 50 cm 打微孔, 使垄沟内的集水能及时渗入土壤。对照处理

实行露地平播, 株行距与覆膜处理相同, 在现蕾期进行人工培土, 培土高度为 15 cm。切种前用 0.1% 的高锰酸钾溶液对刀具进行消毒。薯块切好后, 用甘肃省农业科学院马铃薯研究所生产的抗旱防病拌种剂(300 g:100 kg 薯块)和草木灰拌种后播种。5 月 1 日进行人工点播种植, 株距 32 cm, 行距 60 cm, 密度为 54 720 株/hm²。试验期间无灌水。于 10 月 28 日收获。试验期间气象资料见表 2。

表 2 试验期间气象资料

Table 2 Meteorological data during experimentation

项目 Item	月份 Month						
	4	5	6	7	8	9	10
平均温度(℃) Average temperature	9.7	14.0	17.9	20.2	18.1	14.4	9.8
降雨量(mm) Rainfall	77.8	12.9	69.9	39.0	82.6	136.0	30.8

1.4 测定项目与方法

1.4.1 发病率和病情指数

发病率(%) = 发病株数/调查总株数 × 100

病情指数 = $\sum(\text{病级株数} \times \text{代表值}) / (\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}) \times 100$

1.4.2 水分利用效率

水分利用效率(WUE) = Y/ETa, Y 为马铃薯产量, ETa 为全生育期实际蒸散量;

灌水利用效率(IWUE) = (Y 补灌处理 - Y 对照)/补灌量;

实际蒸散量(ETa) = 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(g/cm³) × 土壤层厚度(mm)。

各项指标测定时每个处理取样方测定 3 次重复, 数据处理采用 Excel 2003 和 SPSS 11.5 软件。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯生育期的影响

由表 3 可以看出, 各覆膜处理的出苗期、现蕾

表 3 各处理生育期

Table 3 Growth period of potato under different treatments

处理 Treatment	播种期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Emergence	现蕾期(D/M) Bud flower	盛花期(D/M) Flowering	收获期(D/M) Harvesting	生育期(d) Growth duration
T ₁ -1	01/05	01/06	02/07	10/07	14/10	131
T ₁ -2	01/05	01/06	02/07	10/07	14/10	131
T ₂	01/05	01/06	02/07	10/07	14/10	131
T ₃ -1	01/05	01/06	02/07	10/07	14/10	131
T ₃ -2	01/05	01/06	02/07	10/07	14/10	131
T ₄	01/05	01/06	02/07	10/07	14/10	131
CK ₁	01/05	07/06	08/07	15/07	14/10	125
CK ₂	01/05	07/06	08/07	15/07	14/10	125

期、开花期均较对照提前5~6 d, 这主要是因为地膜覆盖能加快马铃薯出苗速度, 马铃薯植株生长势强, 加快了植株生长速度。专用肥和有机生物菌肥的施用对‘青薯9号’生育期无影响。由于‘青薯9号’属于极晚熟品种, 生育期较长, 生长旺盛, 10月14日当地的早霜来临, 导致其生育期提前结束。

2.2 不同处理对马铃薯出苗率、株高及茎粗的影响

由表4可以看出, 各覆膜处理的出苗率均高于对照, 但无显著性差异。株高方面T₄处理为

113 cm, 显著高于其他各处理, T₁-1、T₁-2和T₂处理之间无显著差异, T₃-1和T₃-2处理之间无显著差异, 说明在施用马铃薯专用肥675 kg/hm²基础上增施有机生物菌肥675 kg/hm²和采用病虫害综合防治处理可以显著提高马铃薯的株高。各覆膜处理的株高极显著高于对照, 平均比对照高26.7%, 对照CK₁和CK₂之间株高无显著差异。各覆膜处理的茎粗除T₂和T₄外显著大于对照, 但各覆膜处理之间无显著差异, 对照处理之间也无显著差异。

表4 各处理出苗率、株高及茎粗

Table 4 Seedling emergence, plant height and stem diameter of potato under different treatments

处理 Treatment	出苗率(%) Emergence rate	株高(cm) Plant height	茎粗(mm) Stem diameter
T ₁ -1	95 aA	101 bB	12.36 abABC
T ₁ -2	95 aA	103 bAB	13.15 aAB
T ₂	96 aA	100 bB	12.10 abcBC
T ₃ -1	96 aA	92 cBC	13.76 aA
T ₃ -2	96 aA	87 cC	12.34 abABC
T ₄	96 aA	113 aA	12.14 abcABC
CK ₁	94 aA	75 dD	9.26 cC
CK ₂	94 aA	70 dD	9.14 cC

注: 采用新复极差测验法, 小写字母表示0.05水平差异显著性, 大写字母表示0.01水平差异显著性, 下同。

Note: Means are separated by Duncan's multiple range test. Small and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same below.

2.3 不同处理对马铃薯病害的影响

由表5可以看出, 各处理均未见花叶病、卷叶病。早疫病方面T₁-1处理发病, 发病级数较轻。晚疫病方面CK₁和CK₂处理在9月中旬生育后期发现病株, 但发病级数较轻。进行病害防治的处理T₃-1、T₃-2和T₄处理均未见发病, 主要是由于‘青薯9号’抗病性极强, 尤其对晚疫病的抗性强, 试验期间9月份的降雨量多, 但气温较低, 提前进行的病害防治对晚疫病的防治效果较好。另外试验选用的种薯级别为一级原种, 种薯质量好也是各病害没有大量发生的原因之一。

2.4 不同处理对马铃薯产量的影响

由表6可以看出, 商品薯率覆膜处理中以T₄处理最高为76.0%, 其次为T₂, T₃-2, T₃-1, T₁-2, T₁-1处理。对照处理CK₁和CK₂之间无显著性差

异。各覆膜处理的平均产量为66 500 kg/hm², 极显著高于对照处理, 分别较对照CK₁和CK₂平均增产21 022和33 299 kg/hm², 增幅分别为46.2%和100.3%。T₄处理产量最高, 达79 657 kg/hm², 较T₂处理增产7 246 kg/hm², 增幅为10.0%, 差异显著, 说明在全膜覆盖条件下, 专用肥施用一致的基础上增施一定量的有机生物菌肥和加强病害防治可以改善连作条件下的不利因素, 显著增加马铃薯产量。由于有机生物菌肥富含有机质和腐殖酸, 大量微生物菌在土壤中繁殖活动, 其代谢产物富含多种作物生长营养物质, 可以疏松土壤, 促进土壤养分分解释放, 增强土壤平衡供肥能力, 明显提高肥料利用率, 从而提高产量。T₂处理产量极显著高于T₁-1和T₁-2处理, 进一步说明增施有机生物菌肥可以显著提高马铃薯产量, 但

表5 各处理主要病害情况
Table 5 Main diseases of potato under different treatments

处理 Treatment	花叶病毒病 Mosaic		卷叶病毒病 PLRV		早疫病 Early blight		晚疫病 Late blight	
	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数
	Incidence	Disease index	Incidence	Disease index	Incidence	Disease index	Incidence	Disease index
T ₁ -1	0	0	0	0	10	2.5	0	0
T ₁ -2	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₃ -1	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₃ -2	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₄	0	0	0	0	0	0	0	0
CK ₁	0	0	0	0	0	0	10	2.5
CK ₂	0	0	0	0	0	0	20	5

表6 各处理马铃薯产量
Table 6 Yield of potato under different treatments

处理 Treatment	商品薯率(%)	产量(kg/hm ²)	较CK ₁ 增产(kg/hm ²)	较CK ₂ 增产(kg/hm ²)	较CK ₁ 增产(%)	较CK ₂ 增产(%)
	Marketable tuber percentage					
T ₁ -1	63.4 cB	60 651 cdC	15 173	27 450	33.4	82.7
T ₁ -2	63.6 cB	55 118 dC	9 640	21 917	21.2	66.0
T ₂	72.5 abAB	72 411 bAB	26 933	39 209	59.2	118.1
T ₃ -1	65.2 bcAB	61 392 cC	15 914	28 190	35.0	84.9
T ₃ -2	71.7 abcAB	69 772 bB	24 294	36 570	53.4	110.1
T ₄	76.0 aAB	79 657 aA	34 179	46 455	75.2	139.9
CK ₁	73.6 abAB	45 478 eD				
CK ₂	71.4 abcAB	33 202 fE				

T₁-1 和 T₁-2 处理之间无显著差异。T₃-2 处理产量极显著高于 T₃-1。CK₁ 处理产量极显著高于 CK₂ 处理。

2.5 不同处理对土壤水分利用效率的影响

由表7可以看出,各覆膜处理的土壤水分利用效率极显著高于对照。8个处理中以T₄处理最高为185.7 kg/hm²·mm,极显著高于其他各处理。覆膜处理中T₁-1处理的水分利用效率为140.2 kg/hm²·mm,极显著高于T₁-2处理;T₃-2处理极显著高于T₃-1处理,CK₁极显著高于CK₂处理,说明在同等条件下增施有机生物菌肥可以提高土壤水分利用效率。由于有机生物菌肥可改良土壤结构,形成的根土水肥微环境有利于马铃薯生长,使得马铃薯的水肥耦合效应好。

3 讨论

全膜双垄垄播栽培技术集覆膜抑蒸、垄面集雨、垄上种植为一体,实现了雨水富集叠加,极大地提高了半干旱区的降水利用率,实现了增产增效。在半干旱区,探索在该技术基础上的水肥高效利用模式,结合机械深松、应用优良品种脱毒种薯,采取全膜双垄垄播栽培模式,在常规施肥基础上增施一定量的有机生物菌肥和加强病虫害综合防治等技术措施,可以使马铃薯较露地栽培提前出苗、现蕾和开花5~6 d,主要因为地膜覆盖能加快马铃薯出苗速度,马铃薯植株生长势强,加快了植株生长速度^[3],但施肥对整个生育期无明显影响。各覆膜处理的出苗率均高于对照,但无显著性差

表7 各处理土壤水分利用效率
Table 7 Water use efficiency of different treatments

处理 Treatment	播前土壤贮水量(mm) Soil water storage before planting	收后土壤贮水量(mm) Soil water storage after harvesting	降雨量(mm) Rainfall	蒸散量(mm) Evaporation (Eta)	水分利用效率(kg/hm ² ·mm) Water use efficiency (WUE)
T ₁₋₁	39.3	55.6	449.0	432.7	140.2 eE
T ₁₋₂	39.3	59.7	449.0	428.7	128.6 fF
T ₂	39.3	54.9	449.0	433.4	167.5 bB
T ₃₋₁	39.3	59.9	449.0	428.4	143.3 dD
T ₃₋₂	39.3	58.6	449.0	429.7	162.4 cC
T ₄	39.3	59.4	449.0	429.0	185.7 aA
CK ₁	43.8	56.9	449.0	435.9	104.3 gG
CK ₂	43.8	58.8	449.0	433.9	76.5 hH

异。本试验在连作3年的土壤上通过使用优良品种‘青薯9号’脱毒种薯,在马铃薯专用肥施用一致的基础上增施一定量的有机生物菌肥,加强病虫害防治,可以明显提高马铃薯的株高和产量以及水分利用效率,减少马铃薯病害的发生。这是由于覆膜种植模式能在一定程度上通过提高土壤养分的有效性及吸收利用率而缓解连作种植对马铃薯产量形成的不利影响,继续保持较高的产量水平^[4-6]。各覆膜处理的土壤水分利用效率极显著高于对照,随着马铃薯生育进程的推进,增施有机生物菌肥保持土壤水分作用更加明显,形成的根土水肥微环境有利于马铃薯生长,使得马铃薯的水肥耦合效应好,从而提高了土壤保水保肥能力^[7,8]。试验选取的马铃薯品种‘青薯9号’抗旱抗病性强,在7月下旬定西市遭遇20 d持续干旱条件下,仍然保持了较高的产量水平,已成为当地的主栽品种;选用的有机生物菌肥由于富含微生物菌代谢产物对作物具有防治病害的作用,有效提高作物抗重茬等防御能力以及提高产量的能力。在半干旱区,在全膜双垄播栽培技术模式下,采取“机械深松+优良品种脱毒种薯+增施有机生物菌肥+病虫害综合防治”的技术措施,

可以在连作土壤上明显提高马铃薯的产量,增产效果明显,可在甘肃半干旱区大面积推广应用。

[参 考 文 献]

[1] 刘世明. 马铃薯覆膜栽培技术及增产原因分析 [J]. 内蒙古农业科技, 2011(1): 87-88.

[2] 代海林, 秦舒浩, 张俊莲, 等. 沟垄覆膜栽培对旱作马铃薯生长及产量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(5): 56-60.

[3] 刘富强, 张智芳, 云庭, 等. 旱地地膜覆盖对马铃薯生物产量及商品薯率的影响 [J]. 内蒙古农业科技, 2009(3): 20-21.

[4] 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 [J]. 水土保持学报, 2010, 24(1): 249-251.

[5] 李成军. 不同肥料的组配施用对马铃薯产量的影响试验 [J]. 中国马铃薯, 2002, 16(5): 294-296.

[6] 石仓吉, 文宏伟. 定西市马铃薯新型肥料引进试验研究初报 [J]. 甘肃农业, 2013(8): 58, 60.

[7] 王亚宏. 覆盖种植及垄作对旱地马铃薯水分利用效率的影响 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.

[8] 廖佳丽. 水肥管理对旱地马铃薯生长和水分利用效率及土壤肥力的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.