

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2019)04-0211-06

高寒阴湿旱作区马铃薯主粮化品种绿色高效栽培技术研究

罗爱花^{1*}, 陆立银¹, 胡新元², 谢奎忠¹, 柳永强¹

(1. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 随着马铃薯主粮化战略的不断推进, 筛选适宜旱作雨养农业区种植的马铃薯主粮化需求的新品种(系), 并探索其高效栽培技术具有重要的实践意义。以2个马铃薯主粮化品种‘陇薯7号’、‘陇薯9号’原种为材料, 以露地种植常规施肥处理为对照, 研究了黑膜、大垄、氮肥减施10%、氮肥减施20%对马铃薯植株叶片生理参数、田间枯萎病发病率、产量及其经济效益的影响。结果表明, 覆膜、氮肥减量10%处理对‘陇薯9号’与对照处理相比, 叶片光合速率和蒸腾速率的差异显著。栽培措施显著影响2个马铃薯品种田间枯萎病发病率。在高寒阴湿旱作区, 与露地种植、常规施肥处理相比, 采用黑膜覆盖、氮肥减施处理(最高可减施20%)与黑膜覆盖、大垄双行栽培有利于实现马铃薯主粮化品种‘陇薯7号’、‘陇薯9号’绿色栽培与高产高效的生产目标。

关键词: 高寒阴湿; 马铃薯; 主粮化; 栽培措施

Studies on Green and High-efficiency Cultivation Techniques of Rain-fed Staple Food Potato in Mountainous Region of Cool and Humidity

LUO Aihua^{1*}, LU Liyin¹, HU Xinyuan², XIE Kuizhong¹, LIU Yongqiang¹

(1. Institute of Potato, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: With the development of strategy of potato as staple food, it is of great practical significance to explore the new varieties (lines) and their efficient cultivation techniques which might be suitable for cultivation in rain-fed agricultural areas. In this research, conventional fertilization treatment in open field was used as a control, and two staple food potato varieties ('Longshu 7' and 'Longshu 9') were used as experimental materials to study the effects of black film mulching, large ridge and nitrogen fertilizer reduction (10% or 20%) on physiological parameters of potato leaves, the incidence of *Fusarium* wilt, yield and economic benefits. The results showed that treatments of film mulching and nitrogen fertilizer reduction (10%) had significant effects on photosynthetic rate and transpiration rate of 'Longshu 9' compared with control. Cultivation measures significantly affected the incidence of *Fusarium* wilt of the two potato varieties in field. In the mountainous region of cool and humidity, compared with the conventional fertilization treatment in field planting without mulching, the treatment of black film mulching with nitrogen fertilizer reduction (up to 20%) or black film mulching with large ridge was beneficial to realize the target of the green and high efficient production for staple food potato varieties, 'Longshu 7' and 'Longshu 9'.

Key Words: cool and humid mountainous region; potato; staple food strategy; cultivation measure

收稿日期: 2018-06-25

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201503001-7); 甘肃省农业科学院中青年基金项目(2015GAAS39); 甘肃省委组织部陇原青年创新人才扶持计划。

作者简介: 罗爱花(1977-), 女, 博士, 副研究员, 主要从事马铃薯栽培生理方面的研究。

*通信作者(Corresponding author): 罗爱花, E-mail: florancehua@163.com。

随着马铃薯主粮化战略的不断推进, 马铃薯成为中国四大粮食作物之一, 马铃薯产业也在保障国家粮食安全、保护生态环境稳定等方面发挥着越来越重要的作用^[1]。筛选出适宜各生态区域的主粮化品种是马铃薯主粮化战略的迫切需求^[2,3]。甘肃省马铃薯种植主要集中在旱作雨养农业区^[4], 因此探索旱作雨养农业区, 尤其是作为优质种薯繁育基地的高寒阴湿旱作区适宜种植的马铃薯主粮化需求的新品种(系)及其高效栽培技术具有重要的实践意义。为此, 2017年选取2个马铃薯主粮化品种(‘陇薯7号’、‘陇薯9号’)原种, 开展覆膜、大垄、氮肥减量施用等栽培措施对2个马铃薯主粮化品种植株叶片生理参数、田间枯萎病发病率、产量及其经济效益的影响研究, 以期能为甘肃省马铃薯产业可持续发展提供科技和理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验点设在甘肃省渭源县会川镇, 该区位于N 35°06.480', E 103°58.840'; 海拔2 276 m; 试验地环境: 平坦川地, 旱作雨养, 年降雨量在500 mm左右; 土壤为黑麻土。前茬作物为马铃薯。

1.2 试验材料

马铃薯: ‘陇薯7号’原种, ‘陇薯9号’原种。

1.3 试验方法

试验于2017年4月在甘肃省定西市渭源县甘肃省农业科学院马铃薯研究所会川实验基地进行。采取裂区试验设计, 主区为品种(2个主粮化品种), 副区为栽培模式(5个)。5个栽培模式描述如下: A露地, 常规施肥(N:P:K = 10:8:5)kg/667m², 垄作, 单行, 垄距90 cm(CK₁); B黑膜覆盖, 常规施肥(同上), 垄作, 单行, 垄距90 cm(CK₂); C黑膜覆盖, 氮肥减量10%(N:P:K = 9:8:5)kg/667m², 垄作, 单行, 垄距90 cm; D黑膜覆盖, 氮肥减量20%(N:P:K = 8:8:5)kg/667m², 垄作, 单行, 垄距90 cm; E黑膜覆盖, 常规施肥(同上), 垄作, 双行, 垄距120 cm。共计10个处理, 每个小区5垄, A~D处理小区面积为36 m², E处理小区面积为48 m², 3次重复。小区间留1 m走道。各处理马铃薯播种密

度保持4 200株/667m²。

1.4 田间管理

试验于2017年4月23日播种。播前施农家肥2 500 kg/667m², N、P、K源分别为尿素(N 46%, 山东瑞星化工有限公司)、磷酸二铵[N 18%, P₂O₅ 46%, 云天化三环嘉吉化肥(北京)有限公司]、硫酸钾[K₂O 52%, 中农(天津)化肥有限公司], 按照小区折算并称量所需化肥用量, 播前按小区撒施后起垄、点播。其他田间管理同当地大田。自现蕾期开始用4.5%高效氯氰菊酯乳油防治蚜虫30 mL/667m², 兑水30~40 kg/667m²喷雾; 72.2%霜霉威盐酸盐(陕西康泽化工有限公司)1 000倍液叶面喷施防治晚疫病, 每7 d喷施1次, 视田间情况, 本次试验共喷施3次。

1.5 测定项目

光合生理参数测定: 采用美国基因公司生产的Li-6400 XT便携式光合作用系统在淀粉积累期(9月12日)每个处理选择3~5株健康植株顶部第4层叶片进行马铃薯叶片光合生理参数的测定, 具体包括净光合速率(Pn, $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)、气孔导度(Gs, $\text{molH}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)、胞间二氧化碳浓度(Ci, $\mu\text{molCO}_2/\text{mol}$)和蒸腾速率(Tr, $\text{mmolH}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)。

SPAD(相对叶绿素含量): 采用便携式叶绿素仪SPAD-502, 在淀粉积累期(9月12日)每个处理测定3个重复, 每个重复选择5株健康植株顶部第4层叶片进行测定。

测产: 收获时按小区收获, 折算成单位面积产量。

经济收益 = 总收益 - 总投入

其中, 总投入计算如下: 单位面积(667m²)总投入包括种薯用量200 kg(单价2.4元/kg)、地膜90元、化肥145元、农药80元、人工240元。

总收益具体指收获后的马铃薯一级种产量收益, 按单价1.0元/kg计算。

马铃薯枯萎病发病率田间调查: 在马铃薯淀粉积累期(9月12日), 每个处理随机选取3垄, 以每垄实际马铃薯植株数与枯萎病发病植株数之比的百分数作为马铃薯枯萎病发病率。

数据分析采用Excel 2010和SPSS 13.0, 多重比较用新复极差法(Duncan's法)。

2 结果与分析

2.1 栽培措施对2个马铃薯主粮化新品种原种叶片光合生理参数的影响

对2个马铃薯主粮化品种的光合生理参数的测定与统计分析(表1)表明, 在本试验环境和气候条件下, 栽培措施如种植方式以及适量减施氮肥措施对‘陇薯7号’叶片光合速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度和蒸腾速率的影响均不显著。处理间比较, 处理A‘陇薯7号’原种叶片光合速率居中, ‘陇薯9号’原种叶片光合速率最低。处理A与处理B之间‘陇薯9号’原种叶片光合速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度和蒸腾速率仅在0.05水平差异显著。处理A与处理C之间‘陇薯9号’原种叶片光合速率和蒸腾速率的差异显著。常规施肥(处理B)、氮肥减量10%(处理C)、氮肥减量20%(处理D)处理间比较, 适量减少氮肥用量对2个主粮化马铃薯品种‘陇薯7号’原种、‘陇薯9号’原种植株叶片光合速率的影响均不显著。

2.2 栽培措施对2个马铃薯主粮化品种叶片相对叶绿素含量的影响

叶绿素作为叶片光合作用的基础物质, 是反映植物丰产性能的生理指标之一。叶绿素含量因植物种类、品种和生育期不同而存在差异。在淀粉积累期对5个处理的2个马铃薯主粮化品种叶片相对叶绿

素含量进行测定。统计分析(表2)表明同一品种不同处理间叶片SPAD值存在显著差异, 同一处理品种间叶片SPAD值亦存在差异。‘陇薯9号’原种各处理叶片SPAD值均高于‘陇薯7号’原种。

马铃薯‘陇薯7号’原种、‘陇薯9号’原种叶片SPAD值处理A均高于处理B, 统计分析表明黑膜覆盖处理B对‘陇薯9号’原种叶片SPAD值的影响显著; 相同密度条件下处理E‘陇薯7号’原种和‘陇薯9号’原种叶片SPAD值明显高于处理B。

2.3 栽培措施对2个马铃薯主粮化品种田间枯萎病发病率的影响

栽培措施对马铃薯田间枯萎病发病情况存在基因型差异。统计分析表明, 栽培措施对2个马铃薯主粮化品种‘陇薯7号’原种、‘陇薯9号’原种田间枯萎病发病率均具有显著影响。在相同的施肥条件下, 以露地处理A为对照, 处理B‘陇薯7号’原种田间枯萎病发病率显著高于对照, 且差异极显著; 处理E‘陇薯7号’原种田间枯萎病发病率与对照(处理A)差异并不显著; 处理B与处理E之间‘陇薯9号’原种田间枯萎病发病率差异极显著(表2)。

2.4 栽培措施对2个马铃薯主粮化品种产量的影响

种植方式对作物产量构成因素产生影响, 因而最终形成的经济效益亦不同。马铃薯鲜薯产量是衡量田间栽培措施的重要指标之一。基因型不同, 马铃薯块茎产量不同。栽培措施对不同基因型马铃薯

表1 不同处理对2个马铃薯主粮化品种叶片光合生理参数的影响
Table 1 Effects of different treatments on photosynthetic physiological parameters of potato leaves of two stable food varieties

处理 Treatment	陇薯7号 Longshu 7				陇薯9号 Longshu 9			
	Pn ($\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Gs ($\text{molH}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Ci ($\mu\text{molCO}_2/\text{mol}$)	Tr ($\text{mmolH}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Pn ($\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Gs ($\text{molH}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Ci ($\mu\text{molCO}_2/\text{mol}$)	Tr ($\text{mmolH}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)
A	17.71 aA	0.295 aA	245.2 aA	4.609 aA	15.43 bA	0.199 bA	223.8 bA	3.524 bA
B	18.70 aA	0.288 aA	235.5 aA	4.569 aA	19.57 aA	0.351 aA	251.6 aA	5.205 aA
C	17.92 aA	0.242 aA	225.7 aA	4.234 aA	18.39 aA	0.271 abA	235.3 abA	4.551 aA
D	17.65 aA	0.270 aA	237.5 aA	4.464 aA	17.22 abA	0.308 aA	240.5 abA	4.598 aA
E	17.22 aA	0.267 aA	240.3 aA	4.263 aA	17.76 abA	0.266 abA	234.5 abA	4.233 abA

注: 小写字母表示差异显著(0.05水平), 大写字母表示差异极显著(0.01水平)。下同。

Note: Different uppercase and lowercase letters indicate significant difference at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively. The same below.

表2 不同栽培措施对马铃薯主粮化品种叶片SPAD值及田间枯萎病的影响

Table 2 Effects of different cultivations on SPAD values of leaves and *Fusarium* wilt of two stable food potato varieties

处理 Treatment	SPAD值 SPAD value of leaves		田间枯萎病发病率 Incidence of <i>Fusarium</i> wilt in field	
	陇薯7号 Longshu 7	陇薯9号 Longshu 9	陇薯7号 Longshu 7	陇薯9号 Longshu 9
A	42.4 abA	44.9 aA	9.8 cB	13.9 bcAB
B	41.8 bA	42.6 bA	19.0 aA	19.4 aA
C	42.1 abA	43.5 abA	13.1 cAB	16.1 abAB
D	42.8 abA	43.1 bA	18.4 abA	18.6 abA
E	43.0 aA	43.1 bA	14.8 abcAB	10.2 cB

表3 不同栽培措施对马铃薯主粮化品种块茎产量的影响

Table 3 Effects of different cultivations on tuber yield of two stable food potato varieties

处理 Treatment	陇薯7号 Longshu 7					陇薯9号 Longshu 9				
	产量 Yield (kg/667m ²)	相对于A Compared with A		相对于B Compared with B		产量 Yield (kg/667m ²)	相对于A Compared with A		相对于B Compared with B	
		增产(kg) Increased	百分率(%) Percentage	增产(kg) Increased	百分率(%) Percentage		增产(kg) Increased	百分率(%) Percentage	增产(kg) Increased	百分率(%) Percentage
A	2 000 bA	-	-	-486	-19.5	1 982 cC	-	-	-530	-21.1
B	2 486 aA	486	24.3	-	-	2 512 abAB	530	26.7	-	-
C	2 454 aA	454	22.7	-32	-1.3	2 322 bB	340	17.2	-190	-7.6
D	2 380 abA	380	19.0	-106	-4.3	2 296 bB	314	15.8	-216	-8.6
E	2 515 aA	515	25.8	29	1.2	2 555 aA	573	28.9	43	1.7

块茎产量的影响存在差异。处理间比较, 处理A‘陇薯7号’原种和‘陇薯9号’原种块茎鲜薯产量都最低, 分别为2 000和1 982 kg/667m², 而处理E‘陇薯7号’原种和‘陇薯9号’原种块茎鲜薯产量都最高, 分别为2 515和2 555 kg/667m²。以处理A为对照, ‘陇薯7号’原种和‘陇薯9号’原种处理B的块茎产量分别较对照增产486 kg/667m², 24.3%; 增产530 kg/667m², 26.7%, 统计分析差异均达显著水平。在相同的施肥条件下覆膜、大垄均有助于提高2个马铃薯主粮化新品种块茎产量, 尤其有助于提高‘陇薯9号’原种块茎产量。相同的栽培模式下, 以处理B为对照, 处理C和处理D‘陇薯7号’原种和‘陇薯9号’原种块

茎鲜薯产量分别降低1.3%、4.3%和7.6%、8.6%。但统计分析表明处理间差异不显著, 表明适量减施氮肥在保持块茎鲜薯产量下降不显著的前提下, 有利于实现马铃薯的绿色高效生产(表3)。

2.5 栽培措施对2个马铃薯主粮化品种经济效益的影响

栽培措施对马铃薯块茎产量及经济效益的影响存在基因型差异。栽培模式不同, 马铃薯生产成本存在差别。马铃薯生产成本主要包括种薯、化肥、地膜、农药、人工等的投入。马铃薯生产收益主要为鲜薯。通过对不同处理间马铃薯生产成本与收益进行比较, 以处理A为对照, 各处理

表4 不同栽培措施对马铃薯主粮化品种经济效益的影响

Table 4 Effects of different cultivations on economic benefits of two stable food potato varieties

处理 Treatment	陇薯7号 Longshu 7					陇薯9号 Longshu 9				
	产出 (元/667m ²) Output (Yuan/667m ²)	投入 (元/667m ²) Input (Yuan/667m ²)	产投比 Ratio of Production to invest- ment	纯利润 (元/667m ²) Net profit (Yuan/667m ²)	相对于 (元/667m ²) Compared with (Yuan/667m ²)	产出 (元/667m ²) Output (Yuan/667m ²)	投入 (元/667m ²) Input (Yuan/ 667m ²)	产投比 Ratio of Production to invest- ment	纯利润 (元/667m ²) Net profit (Yuan/ 667m ²)	相对于 (元/667m ²) Compared with (Yuan/667m ²)
					A B					A B
A	2 000	945	2.12	1 055	- -396	1 982	945	2.10	1 037	- -440
B	2 486	1 035	2.40	1 451	396 -	2 512	1 035	2.43	1 477	440 -
C	2 454	1 030	2.38	1 424	369 -27	2 322	1 030	2.25	1 292	255 -185
D	2 380	1 025	2.32	1 355	300 -96	2 296	1 025	2.24	1 271	234 -206
E	2 515	1 035	2.43	1 480	425 29	2 555	1 035	2.47	1 520	483 43

注: 原种200 kg/667m², 单价2.4元/kg; 地膜90元/667m²; 化肥145元/667m²; 农药80元/667m²; 人工240元/667m²。一级种单价1.0元/kg。

Note: Seed potato of elite 200 kg/667m² purchased at 2.4 Yuan per kilogram; plastic film 90 Yuan/667m²; chemical fertilizer 145 Yuan/667m²; pesticide 80 Yuan/667m²; and labor cost 240 Yuan/667m². Seed potato of qualified I 1 Yuan per kilogram.

均较对照明显增收, 其中处理E最高增收425和483元/667m²(表4)。

2个马铃薯主粮化品种90 cm宽垄单行黑膜覆盖(处理B)较露地(处理A)分别增收396和440元/667m²。相同种植模式下, 随着氮肥施用量以10%的幅度递减(处理C、D), 2个品种的生产收益分别较对照(处理B)降低27和96元/667m²; 185和206元/667m²。由此可见, 高寒阴湿旱作区采用覆膜大垄栽培模式2个马铃薯主粮化品种原种田间块茎产量最高, 适量减施氮肥则更符合马铃薯集约、经济高效、安全的生产要求。

3 讨论

马铃薯枯萎病在全国马铃薯种植区均有发生, 且危害逐年加剧, 不仅导致马铃薯减产、商品性下降, 更成为中国马铃薯产业持续发展的制约因素^[5-8]。本试验结果表明栽培措施对2个马铃薯主粮化品种原种田间枯萎病发病率具有显著影响, 且不同基因型对田间枯萎病的抗病性存在差异。在相同的施肥和种植模式下, 黑色地膜覆盖2个品种田间枯萎病的发病率显著高于露地。氮肥用量较常规对照减少10%则有利于降低‘陇薯9号’原

种田间枯萎病发病率。这和王晓丽等^[9]认为合理施肥均能延缓植物枯萎病的发病的研究结果基本一致。但是, 为有效控制田间马铃薯枯萎病的发生, 减少危害、降低损失, 今后可进一步开展不同栽培措施条件下引起马铃薯主粮化品种田间枯萎病发生的病原菌种类以及发病条件的研究^[10], 进而为马铃薯主粮化品种高效栽培生产过程中制定有效的田间枯萎病防治措施提供依据。

马铃薯的传统种植以手工为主, 种植成本较高, 效益较低。黄英博^[11]的研究表明机械化作业与传统的人工栽培相比效益显著提高。马铃薯机械化生产技术要求农业技术和农艺措施统筹配合, 按照“高产高效、资源节约、生态环保”的发展理念, 需要不断推进马铃薯生产过程农机农艺深度融合, 最终实现提高马铃薯的产量和质量, 减少劳动力的投入, 节约成本, 提高经济效益和社会效益的目的。本试验证明采用120 cm大垄、双行既能高产、高效, 亦有利于马铃薯生产过程实现机械化。有研究表明减肥、减药降低了马铃薯化肥用量及农药残留, 品质一定是有所改善的。本次试验中以高寒阴湿旱作区马铃薯常规施肥为对照, 单位面积氮肥用量减少10%~20%, 马

铃薯块茎鲜薯产量减低幅度在 32~216 kg/667m²，经济收益减少 27~206 元/667m²，统计分析表明这种降低影响并不显著。因此高寒阴湿旱作区采用黑膜覆盖、120 cm 大垄双行栽培、氮肥适量减施栽培措施均有利于实现马铃薯主粮化品种‘陇薯 7 号’、‘陇薯 9 号’原种高产高效生产目标。至于减少到哪个程度马铃薯的产量和收益会受到较大的影响则需要进一步的试验研究。

[参 考 文 献]

[1] 卢肖平. 马铃薯主粮化战略的意义、瓶颈与政策建议 [J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2015(3): 1-7.

[2] 李秀丽. 国际化背景下的中国种业发展 [J]. 中国种业, 2010 (11): 5-9.

[3] 耿月明. 种业应提升为国家安全战略 [J]. 中国种业, 2010(9): 5-9.

[4] 谢奎忠, 陆立银, 罗爱花. 不同栽培措施对连作马铃薯土壤真菌、真菌性病害和产量的影响 [J]. 中国蔬菜, 2013(2): 70-75.

[5] 李继平, 李敏权, 惠娜娜, 等. 马铃薯连作田土壤中主要病原真菌的种群动态变化规律 [J]. 草业学报, 2013, 22(4): 147-152.

[6] 裴国平, 王蒂, 张俊莲. 马铃薯连作障碍产生的原因与防治措施 [J]. 广东农业科学, 2010, 37(6): 30-32.

[7] 杨桂丽, 马琨, 卢斐, 等. 马铃薯连作栽培对土壤化感物质及微生物群落的影响 [J]. 生态与农村环境学报, 2015, 32(5): 229-233.

[8] 安小敏, 胡俊, 武建华, 等. 马铃薯枯萎病病原菌研究概述 [J]. 中国马铃薯, 2017, 31(5): 302-306.

[9] 王晓丽, 蒙美莲, 薛玉凤, 等. 马铃薯枯萎病初侵染来源及栽培与发病的关系 [J]. 中国马铃薯, 2012, 26(3): 169-173.

[10] 霍云龙, 宋景荣, 李莉. 马铃薯绿色丰产增效栽培技术研究 [J]. 吉林蔬菜, 2018(6): 38.

[11] 黄英博. 马铃薯全程机械化和水肥一体化种植技术集成 [J]. 农业与技术, 2017, 37(21): 67-69.



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)