

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2016)01-0020-05

土壤肥料

定西市全膜双垄沟播马铃薯连作养分补给研究

陈 富, 张小静, 魏玉琴, 姜振宏, 贾瑞玲, 马 宁*

(定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘 要: 通过对不同连作年份全膜双垄沟播马铃薯产量与土壤养分变化分析, 开展了养分补给研究试验。结果表明, 为缓解产量下降幅度, 第2年连作时, 施肥量应为 N 225.0 kg/hm², P₂O₅ 187.5 kg/hm², K₂O 150.0 kg/hm², 较对照(N 180 kg/hm², P₂O₅ 150 kg/hm², K₂O 120 kg/hm²)商品薯率提高5.9个百分点, 产量提高14.9%; 第3年连作时, 施肥量应为 N 270.0 kg/hm², P₂O₅ 225.0 kg/hm², K₂O 180.0 kg/hm², 较对照商品薯率提高13.8个百分点, 产量提高28.0%。

关键词: 马铃薯; 连作; 土壤养分; 补给

Nutrient Supply to Potato Under Plastic-covered Ridge and Furrow Planting in Continuous Cropping System in Dingxi City

CHEN Fu, ZHANG Xiaojing, WEI Yuqin, JIANG Zhenhong, JIA Ruiling, MA Ning*

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

Abstract: An experiment on nutrient supply to potato under plastic-covered ridge and furrow planting in continuous cropping system was conducted by analyzing tuber yield and soil nutrients. In order to alleviate yield loss in the second year, fertilizer should be applied at the rate of N 225.0 kg/ha, P₂O₅ 187.5 kg/ha and K₂O 150.0 kg/ha. At this application rate, tuber yield was increased by 14.9% and marketable tuber percentage by 5.9 percentage points compared with the control (N 180 kg/ha, P₂O₅ 150 kg/ha and K₂O 120 kg/ha). In the third year, the application rate should be at N 270.0 kg/ha, P₂O₅ 225.0 kg/ha and K₂O 180.0 kg/ha, and the yield was increased by 28.0% and marketable tuber percentage by 13.8 percentage points over that of the control.

Key Words: potato; continuous cropping; soil nutrient; supply

在马铃薯主食化战略政策的引导及经济利益的驱动下, 定西市马铃薯种植面积突破20万hm², 良种覆盖率达80%左右, 马铃薯产业已成为农业经济稳定发展的支柱产业。然而, 品种单一、高产高效栽培技术落后、单产水平低等因素已严重影响着马铃薯市场竞争力。据调查, 近年来随着耕地面积的减少以及与其他作物争地矛盾的突出, 生产中马铃

薯连作种植面积逐渐扩大, 在甘肃省陇中半干旱区表现尤为突出^[1,2]。马铃薯连作导致土壤养分含量降低, 产量下降^[3,4], 故研究全膜双垄沟播马铃薯连作种植下如何确保产量提升十分重要。试验旨在探索定西市现有马铃薯种植条件下连作土壤养分补给, 重点探索不同连作年份全膜双垄沟播马铃薯产量与土壤养分变化的联系, 为当地全膜双垄沟播马铃薯

收稿日期: 2015-09-28

基金项目: 定西市科技计划专项资金(2013206040410)。

作者简介: 陈富(1983-), 男, 硕士, 助理研究员, 从事土壤农化分析、作物栽培方面研究。

*通信作者(Corresponding author): 马宁, 研究员, 从事作物栽培、荞麦育种方面研究, E-mail: dxmaning@163.com。

连作种植提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验时间与试验地概况

试验时间为2013~2015年, 试验设在定西市农业科学研究院旱作农业科研创新园, 经度104°35'29.31", 纬度35°33'26.16", 海拔1 932 m, 年均太阳辐射591.9 kJ/cm², 日照时数2 476.6 h, 年均气温6.4 ℃, ≥0 ℃积温2 933.5 ℃, ≥10 ℃积温2 239.1 ℃, 无霜期140 d。年平均降水370 mm, 年蒸发量1 531 mm, 干燥度2.53, 80%保证率的降水量为365 mm, 变异系数为24.3%, 为典型的雨养农业区。

试验地前茬为莜麦, 地势平坦, 地面平整, 肥力中等一致, 土壤类型为黄棉土, 土质绵软, 土层深厚, 质地均匀、疏松、耕性较好, 贮水性能良好。土壤耕作层有机质含量13.2 g/kg, 碱解氮75.6 mg/kg, 有效磷19.8 mg/kg, 速效钾233.6 mg/kg, pH值8.4。

1.2 试验材料

供试作物马铃薯采用当地主栽品种‘新大坪’原种; 玉米采用当地主栽品种‘中玉9号’; 蚕豆采用

当地主栽品种‘青海14’。

供试肥料氮素为尿素(N 46%)、磷素为普通过磷酸钙(P₂O₅ 16%)、钾素为硫酸钾(K₂O 52%), 不施有机肥。

供试地膜为马铃薯使用宽为120 cm、厚为0.01 mm的黑色地膜; 玉米、蚕豆使用宽为120 cm、厚为0.01 mm的白色地膜。

1.3 试验方法

试验采用随机区组排列, 共设5个处理(表1), 3次重复, 15个试验小区。小区面积为25.2 m² (4.2 m × 6 m), 小区间走道50 cm, 重复间50 cm, 同一区组内小区随机排列。每小区6行, 每行22株, 行距70 cm, 株距27 cm, 播深10~15 cm, 4月中下旬播种, 试验区四周有1 m保护行。

氮磷钾施肥量依据定西市农业科学研究院多年来试验研究的成果及安定区农业技术推广服务中心土壤平衡施肥、测土配方施肥科研成果得到全膜双垄沟播马铃薯种植优化施肥量(100%)为: N 180 kg/hm², P₂O₅ 150 kg/hm², K₂O 120 kg/hm²; 玉米种植优化施肥量为: N 180 kg/hm², P₂O₅ 120 kg/hm², K₂O 65 kg/hm²; 蚕豆种植优化施肥量为: N 45 kg/hm², P₂O₅ 75 kg/hm², K₂O 35 kg/hm²。

表1 试验处理

Table 1 Experimental treatment

处理 Treatment	特征 Characteristic
T1	全膜双垄沟播, 1年倒茬(玉米—马铃薯<100%>—玉米)
T2	全膜双垄沟播, 2年倒茬(蚕豆—玉米—马铃薯<100%>)
T3(CK)	全膜双垄沟播, 3年连作(马铃薯—马铃薯—马铃薯)<100%>
T4	全膜双垄沟播, 3年连作(马铃薯<100%>—马铃薯<125%>—马铃薯<150%>)
T5	全膜双垄沟播, 3年连作(马铃薯<100%>—马铃薯<150%>—马铃薯<200%>)

注: 处理描述中百分数是指建立在优化施肥量(100%)基础之上的施肥量梯度。

Note: Percentage in each treatment is fertilization gradient on the basis of optimized fertilization.

2 结果与分析

2.1 商品薯性状分析

表2所示全膜双垄沟播马铃薯连作养分补给试验商品薯性状分析结果, ≥75 g的薯块为商品薯。

2013年, ≥75 g薯块数量、商品薯率差异不显著, 这一结果进一步佐证了试验的合理性, 因为第1年所有处理水平是一致的。2014年, ≥75 g薯块的数量T5与其余处理差异达极显著, T1与T3差异达显著水平, 产量T1 > T5 > T4 > T3(CK), 除T4与T5

外其余差异极显著;第2年连作、施肥量为优化施肥量的150%(T5)处理时,商品薯率较T1下降5.0个百分点,较T3(CK)提高6.7个百分点,除T4与T5外其余差异极显著。2015年,≥75 g薯块的数量、产量各处理差异均达极显著水平;第3年连作、施肥量为优化施肥量的150%(T4)时商

品薯率最高为74.2%,较T2提高1.9个百分点,较T3(CK)提高13.8个百分点。连作马铃薯T4与T5养分补给处理,≥75 g薯块数量、商品薯率、产量指标均优于连作马铃薯T3处理,其主要原因可能是马铃薯生长中后期雨水较和谐,补给养分充分发挥其功效所致。

表2 商品薯性状分析
Table 2 Analysis on marketable tuber trait

处理 Treatment	数量(粒/hm ²) Number (No./ha)			产量(kg/hm ²) Yield (kg/ha)			商品薯率(%) Marketable tuber percentage		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
T1	-	158 522 bBC	-	-	32 316 aA	-	-	83.2 aA	-
T2	-	-	147 049 bB	-	-	30 371 aA	-	-	72.3 bA
T3	149 550 aA	156 974 cC	139 823 cC	31 879 abA	19 969 cC	16 674 dD	80.1 aA	71.5 cC	60.4 cB
T4	151 654 aA	159 237 bB	149 431 aA	31 522 bB	29 934 bB	27 472 bB	81.3 aA	77.4 bB	74.2 aA
T5	150 662 aA	163 008 aA	137 680 dD	32 356 aA	30 490 bB	17 825 cC	80.4 aA	78.2 bB	61.7 cB

注:表中数据采用新复极差法测验,大小写字母分别表示0.01和0.05水平的差异显著性。

Note: Means in each column are separated by Duncan's multiple range test. Capital and small letters indicate significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

2.2 产量分析

从连作对全膜双垄沟播马铃薯产量的影响结果(表3)看出,2013年各处理产量差异不显著。2014年各处理产量差异显著;第2年连作、施肥量为优化施肥量的125%(T4)与150%(T5)产量比较,T5处理较T4处理产量提高了7.0 kg/hm²,T5处理较T1减产8.2%,较对照(T3)增产14.9%。2015年各处理产量差异均达极显著;第3年连作、施肥量为优化施肥量的150%(T4)处理较200%(T5)处理产量提高16.9%,T4处理较T2减产4.3%,较对照(T3)增产28.0%。从连作处理产量变化情况看,2年和3年连作土壤养分补给在一定程度上能减轻连作带来的产量下降幅度,主要原因可能是养分补给处理能使土壤速效养分基本满足作物需求。

2013~2015年,T3(CK)、T4和T5处理产量呈下降趋势,T3的下降幅度最大达14.8%~25.8%。

2.3 土壤养分动态变化分析

从土壤养分动态变化趋势(图1)来看,2013年所测收获后的土壤碱解氮、速效磷、速效钾、有机质及pH含量各处理处于同一水平,无明显差异;2014年(第2年连作)T1处理碱解氮含量最高47.3 mg/kg,速效磷、pH最低,速效钾仅高于对照(T3),所检测5项指标T3(CK)、T4、T5处理含量呈上升趋势,施肥量为优化施肥量的150%(T5)处理较125%(T4)处理5项指标含量提高幅度为0.2%~2.8%;2015年(第3年连作)所检测5项指标T3(CK)、T4、T5处理含量直线上升,施肥量为优化施肥量的200%(T5)处理较150%(T4)处理碱解氮提高2.9%、速效磷8.6%、速效钾0.3%、有机质6.0%、pH 0.2,T2处理除pH外其余4项指标均高于对照(T3)。

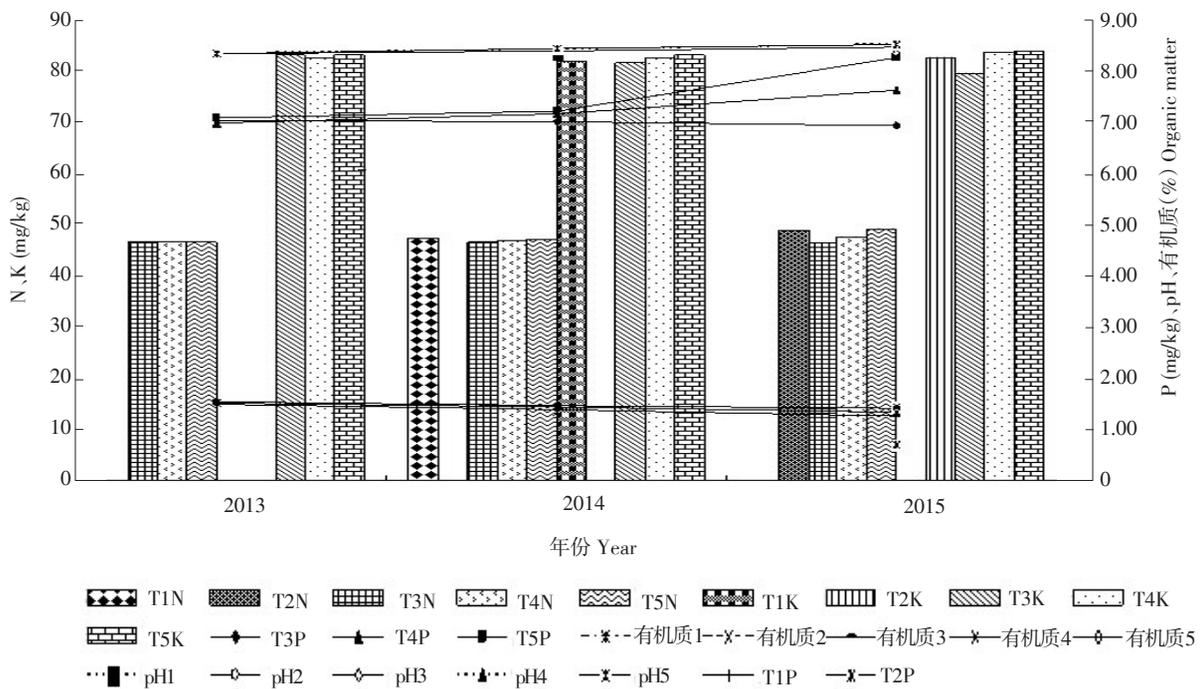
2013~2015年,T3(CK)处理所测收获后的土壤碱解氮、速效磷、速效钾、有机质呈显著下降趋

表3 各处理产量分析
Table 3 Yield analysis on different treatments

年份 Year	折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)				
	T1	T2	T3	T4	T5
2013	-	-	58 024 aA	58 019 aA	58 034 aA
2014	61 955 aA	-	49 466 dC	56 848 cB	56 855 bB
2015	-	57 622 aA	43 073 dD	55 122 bB	47 145 cC

注: 表中数据采用新复极差法测验, 同行大小写字母分别表示0.01和0.05水平的差异显著性。

Note: Means in each row are separated by Duncan's multiple range test. Capital and small letters indicate significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.



T1处理2013年、2015年, T2处理2013年、2014年未检测土壤养分含量。

Soil nutrient contents are not tested for T1 in 2013 and 2015 and T2 in 2013 and 2014.

图1 土壤养分动态变化
Figure 1 Dynamic changes in soil nutrients

势, pH呈上升趋势, 主要原因是连作致使土壤养分失衡。

3 讨论

全膜双垄沟播马铃薯连作养分补给试验,

2013年所测产量构成性状指标数量、商品薯率差异不显著, 验证了试验所选地块肥力及田间农艺措施科学合理。

2014年(第2年连作)施肥量为优化施肥量的125%(T4)时, 商品薯率较高为77.4%, 仅次于连

作施肥处理最高的施肥量 150%(T5), 但差异不显著; 产量处于连作处理第 2 位, 与第 1 位施肥量 150%(T5)处理仅低 0.01%, 几乎处于同一水平; 而连作各处理土壤养分含量所测 5 项指标与施肥量均呈现正相关, 施肥量为优化施肥量的 150%(T5)处理较 125%(T4)处理 5 项指标含量提高幅度为 0.2%~2.8%, 差异均达极显著水平。施肥量为优化施肥量的 125%(T4)处理商品薯率较倒茬(T1)下降 5.8 个百分点, 较 T3(CK)提高 5.9 个百分点; 产量较倒茬(T1)下降 8.2%, 较 T3(CK)提高 14.9%。从经济和环境综合效益来分析, 施肥量为优化施肥量的 125%处理(T4)不管是所呈现的经济效益还是潜在的土壤污染风险都是值得在定西地区全膜双垄沟播马铃薯 2 年连作时提倡的。

2015 年(第 3 年连作)施肥量为优化施肥量的 150%(T4)处理, 取得了连作处理最高的商品薯率 74.2%, 而施肥量为优化施肥量的 200%(T5)处理较 T4 处理商品薯率下降 12.5 个百分点; 产量为 55 122 kg/hm², 居于连作处理第 1 位, 施肥量为优化施肥量的 200%(T5)处理较 T4 处理产量下降 16.9%; 连作各处理土壤养分含量所测 5 项指标与施肥量均呈现正相关。T4 商品薯率较 T3(CK)提高 13.8 个百分点, 较 T2 提高 1.9 个百分点; 而产量较 T2 下降 4.3%, 较 T3(CK)提高 28.0%。综合相关指标分析, 施肥量为优化施肥量的 150%处理在经济效益和潜在土壤污染风险 2 方面都是 3 年连作处理的最佳选择, 值得在定西地区全膜双垄沟播马铃薯 3 年连作时提倡。

2013~2015 年, T3(CK)处理所检测 5 项指标除 pH 外均呈显著下降趋势, 这一研究结果与王娟和刘补成^[5]以及秦舒浩等^[6]的研究结果一致; 连作第 2

年处理无显著变化, 连作第 3 年处理开始出现显著下降, 表现出明显的连作障碍。

因此, 沟垄和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其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, 继而保持较高的产量水平^[7], 同时应加大对病害的防治力度。在定西市全膜双垄沟播马铃薯第 2 年连作时施肥量应为 N 225.0 kg/hm², P₂O₅ 187.5 kg/hm², K₂O 150.0 kg/hm², 较对照(N 180 kg/hm², P₂O₅ 150 kg/hm², K₂O 120 kg/hm²)处理商品薯率提高 5.9 个百分点, 产量提高 14.9%; 第 3 年连作时施肥量应为: N 270.0 kg/hm², P₂O₅ 225.0 kg/hm², K₂O 180.0 kg/hm², 较对照(T3)处理商品薯率提高 13.8 个百分点, 产量提高 28.0%。

[参 考 文 献]

- [1] 吴凤芝, 赵凤艳, 刘元英. 设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施 [J]. 东北农业大学学报, 2000, 31(3): 241-247.
- [2] 计钟程, 许文芝. 重茬大豆减产与土壤环境变化 [J]. 大豆科学, 1995, 14(4): 321-329.
- [3] 胡宇, 郭天文, 张绪成. 旱地马铃薯连作对土壤养分的影响 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(12): 5436-5439, 5610.
- [4] 余斌, 沈宝云, 王文, 等. 连作障碍对于旱地区不同马铃薯品种的影响 [J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(4): 43-47.
- [5] 王娟, 刘补成. 马铃薯连作年限对土壤氮磷钾及微量元素的影响 [J]. 甘肃农业科技, 2014(1): 20-22.
- [6] 秦舒浩, 王东, 张俊莲, 等. 沟垄覆膜连作种植对马铃薯田土壤速效养分及产量的影响 [J]. 甘肃农业大学学报, 2014, 49(5): 58-62.
- [7] 沈宝云, 刘星, 王蒂, 等. 甘肃省中部沿黄灌区连作对马铃薯植株生理生态特性的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(6): 689-699.