

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)03-0143-05

栽培生理

一年连作对马铃薯形态特征及其产量的影响

马达灵, 郭美兰, 徐松鹤, 曹兴明*

(集宁师范学院生物系, 内蒙古 乌兰察布 012000)

摘要: 马铃薯长期连作会产生连作障碍, 造成植株早衰、生理活性下降、产量减少等后果。由于土地资源的短缺与种植作物的单一, 乌兰察布市马铃薯连作现象普遍。试验以‘费乌瑞它’为材料, 研究一年连作对马铃薯生育期内形态特征、部分生理指标及其最终产量的影响, 以期为乌兰察布市马铃薯合理种植提供理论依据。结果表明, 与对照相比, 连作对马铃薯全生育期内的株高、冠幅无明显影响, 对出苗后30和60 d的单株叶面积的影响达显著性差异水平; 连作对马铃薯全生育期内叶片中过氧化物酶活性、丙二醛含量均无明显影响。与对照相比, 连作马铃薯块茎总鲜重无明显降低, 而商品薯产量明显低于对照; 连作对马铃薯的商品薯率有极显著的影响, 连作商品薯率平均为85.8%, 而对照的商品薯率为93.6%。

关键词: 一年连作; 马铃薯; 形态特征; 生理指标; 产量

Effects of One Year Continuous Cropping on Potato Morphological Trait and Yield

MA Daling, GUO Meilan, XU Songhe, CAO Xingming*

(Biology Department, Jining Normal University, Wulanchabu, Inner Mongolia 012000, China)

Abstract: Continuous cropping obstacle has been produced by continuous potato cropping in the past few years, causing early senescence, low plant physiological activities and decline in production. Due to short of land resources and the cultivation of one single crop, the phenomenon of continuous potato cropping is common in Wulanchabu City. Therefore, an experiment was designed thereafter using potato (*Solanum tuberosum* L.) variety 'Favorita' as experimental material to investigate the effects of one year of continuous cropping on morphological characteristics, physiological indexes and the ultimate production in potato, which might provide a theoretical base for reasonable potato planting in Wulanchabu City. Results showed that there had not significant difference on plant height and crown breadth, and were significantly different in leaf area per plant at 30 and 60 days after the emergence between potato continuous cropping and the control in the growing stages. The effects of continuous cropping on the peroxidase activity and malondialdehyde content of potato were no significant. Compared with the control, the total tuber yield in continuous cropping was not significantly decreased. However, marketable tuber yield was significantly lower than that of the control. There was highly significant effect in continuous cropping on the marketable tuber percentage. The marketable tuber percentage in continuous cropping was 85.8% on average, while the control was 93.6%.

Key Words: one year continuous cropping; potato; morphological trait; physiological index; yield

收稿日期: 2017-01-16

基金项目: 集宁师范学院科学研究项目(jsky2016052); 内蒙古自治区高等学校科学研究项目(NJZY16316)。

作者简介: 马达灵(1978-), 女, 博士, 副教授, 研究方向为作物高产栽培的生理生态。

*通信作者(Corresponding author): 曹兴明, 教授, 主要从事园艺作物栽培, E-mail: cao8293645@sohu.com。

乌兰察布市位于内蒙古自治区中部, 属中温带大陆性季风气候, 年平均气温较低, 昼夜温差大, 特别适宜马铃薯规模化生产, 享有“中国薯都”的称号, 常年播种面积稳定在27万 hm^2 左右, 占全区马铃薯种植面积的40%左右^[1]。但由于土地资源的限制和适宜种植作物种类的单一, 乌兰察布地区马铃薯连作栽培现象较普遍。研究证实长期的连作会造成马铃薯产量降低、品质下降、病虫害严重和生育状况变差等情况, 会严重限制马铃薯产业健康、持续发展^[2]。

前人研究发现随着连作年限延长, 马铃薯叶面积减少, 单株主茎数减少, 茎的高度降低; 根系的长度、表面积、根尖数逐渐增加, 而根系活力下降, 产量明显减少^[3-6]。马铃薯连作后净光合速率、马铃薯叶绿素含量均出现下降趋势^[3,7]。同时随着连作年限的延长, 马铃薯土壤中大量营养元素N、P、K的含量都减少^[8], 土壤中的酶类也发生显著的变化^[9]。总之, 连作后马铃薯形态、土壤养分、微生物等性状恶化, 造成产量下降^[10,11]。但也有研究表明短期连作对马铃薯根系形态指标、根系活力无明显影响, 而且产量也无显著降低^[12]。

乌兰察布市马铃薯规模化生产日趋增多, 轮作倒茬困难, 针对性设置一年连作与轮作对比试验, 从而探明一年连作对马铃薯地上部形态特征、抗性生理指标和产量的影响, 以期为乌兰察布地区马铃薯连作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为马铃薯良种‘费乌瑞它’原种。

1.2 试验设计

田间试验于2016年5月18日至9月20日在内蒙古乌兰察布市集宁师范学院实训农场进行。设一年连作(前茬为马铃薯)和对照(前茬为玉米)2个处理, 基施纯N 180 kg/hm^2 , P_2O_5 90 kg/hm^2 , K_2O 90 kg/hm^2 , 即施用马铃薯专用肥(N:P₂O₅:K₂O = 15:15:15)600 kg/hm^2 , 尿素(N 46%)196 kg/hm^2 。种植密度统一为50 000株/ hm^2 。每个处理6次重复, 3次重复用于取样测定, 3次重复用于测产; 每次重复小区长5 m, 宽4.2 m, 垄距60 cm, 株距33 cm。5

月18日开沟施基肥, 覆土, 点播; 6月19日出苗, 在出苗后15, 30, 45, 60和75 d分别测定马铃薯形态指标、生理指标。于9月20日统一采挖, 按照实际小区的块茎鲜重测产。

1.3 测定方法

马铃薯株高、冠幅采用直接测量法。株高是指植株从地面到主茎最高处的距离, 冠幅指马铃薯植株空间伸展最大直径, 每小区随机选取10株进行测定, 取平均值。单株叶面积采用打孔法测定, 每小区选取3株进行测定, 取平均值^[13]。过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定; 丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[14]。

成熟期按小区单收, 块茎总鲜重记为总产量; 对块茎进行分级, 单薯重大于50 g为商品薯, 小于50 g为非商品薯。商品薯率(%) = 商品薯鲜重/薯块总鲜重 $\times 100$ 。

1.4 数据分析

运用SPSS 22.0对马铃薯的形态指标、生理指标和产量进行平均值计算; 同一时期的数据采用F检验进行单因素方差分析, 比较对照与一年连作之间的差异($P < 0.05$); 利用Excel 2010对形态指标、生理指标作图。

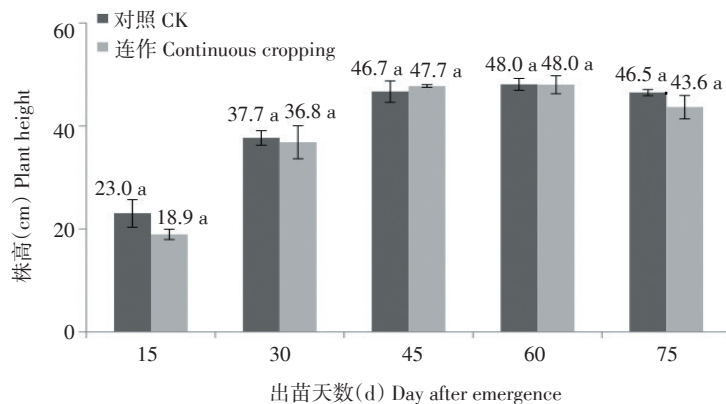
2 结果与分析

2.1 一年连作对马铃薯形态特征的影响

马铃薯的株高随着生育期的推进逐渐增加, 在出苗后60 d达到最大值48.0 cm; 生育后期株高略有下降。一年连作马铃薯出苗后15, 30, 45, 60和75 d各生育期的平均株高与对照相比, 无显著差异(图1)。表明一年连作对马铃薯的株高无明显影响。

马铃薯的冠幅随着生育期的推进逐渐增加, 在出苗后45 d达到最大值, 生育后期略有下降。一年连作马铃薯各生育期的平均冠幅与对照相比, 无显著差异(图2), 可以认为一年连作对马铃薯的冠幅指标无明显影响。

马铃薯的叶面积随着生育期的推进表现为先增后降的趋势, 在出苗后45 d达到最大值。在出苗后30和60 d连作马铃薯的单株叶面积分别为2 392和1 331 cm^2 , 显著低于对照(图3)。表明一年连作影响前期马铃薯光合面积的迅速扩大, 并且加速



误差线为标准差,下同。

Error bar is standard deviation. The same below.

图1 不同生育时期马铃薯株高

Figure 1 Plant height of potato at different growing stages

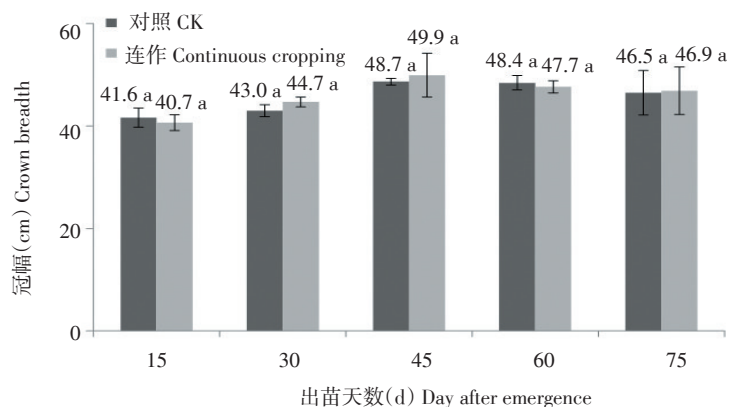


图2 不同生育时期马铃薯冠幅

Figure 2 Crown breadth of potato at different growing stages

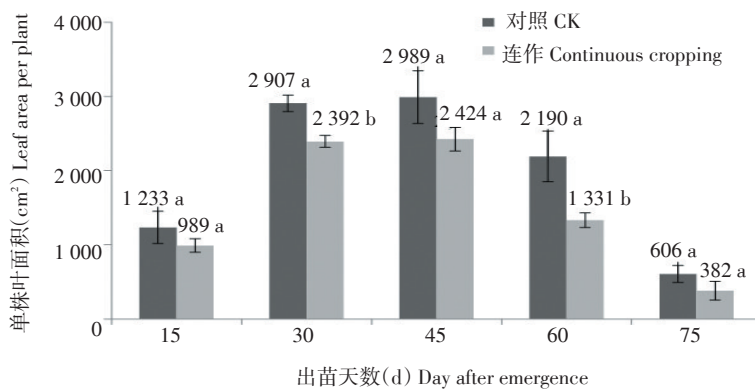


图3 不同生育时期马铃薯单株叶面积

Figure 3 Leaf area per plant of potato at different growing stages

马铃薯生育后期叶片的衰老。

2.2 一年连作对马铃薯抗性生理指标的影响

随着生育期的推进, 马铃薯叶片中的POD活性呈先增后减的趋势。在出苗后45 d达到最大值。一年连作马铃薯全生育期的POD活性与对照相比, 在出苗后15, 30, 60和75 d的测定值均略低于对照, 出苗后45 d的测定值高于对照(图4)。由于连作下的马铃薯POD活性与对照无显著差异, 可以认为一年连作对马铃薯全生育期的POD活性无明显影响。

马铃薯的MDA含量随着生育期的推进在出苗后45和75 d出现2次高峰值, 出苗后75 d的MDA含量达到最大值。一年连作马铃薯全生育期

的MDA含量与对照相比, 在出苗后60 d的测定值略低于对照, 出苗后15, 30, 45和75 d的测定值均高于对照(图5)。由于连作下的马铃薯MDA含量与对照无显著差异, 可以认为一年连作对马铃薯全生育期的MDA含量无明显影响。

2.3 一年连作对马铃薯产量与商品薯率的影响

连作马铃薯的块茎总鲜重平均为16 577 kg/hm², 与对照18 480 kg/hm²相比, 无显著差异。连作马铃薯的商品薯产量14 218 kg/hm²显著低于对照的17 309 kg/hm², 而非商品薯鲜重则显著高于对照。连作对马铃薯的商品薯率有极显著的影响, 连作商品薯率平均为85.8%, 而对照的商品薯率为93.6%(表1)。

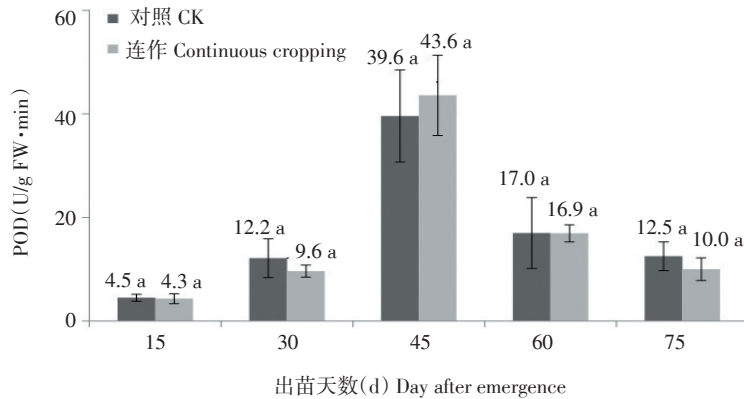


图4 不同生育期马铃薯叶片中POD活性

Figure 4 POD activity in potato leaves at different growing stages

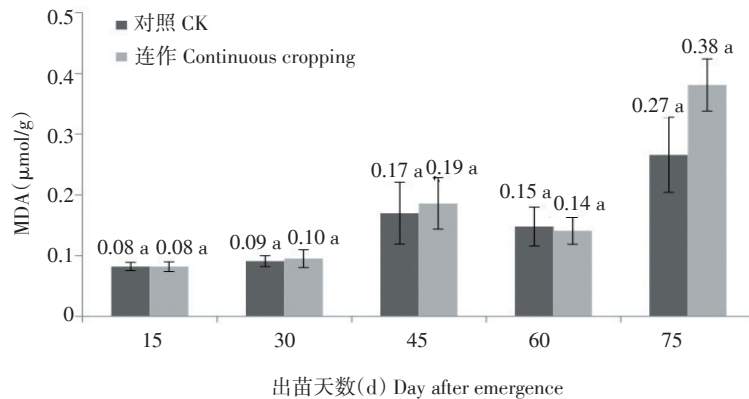


图5 不同生育期马铃薯叶片中MDA含量

Figure 5 MDA content in potato leaves at different growing stages

表1 连作马铃薯的块茎总产量、商品薯产量及非商品薯重量

Table 1 Yields of the total tuber, marketable tuber and non-marketable tuber under continuous cropping

处理 Treatment	块茎总鲜重(kg/hm ²) Total tuber weight (kg/ha)	商品薯产量(kg/hm ²) Marketable tuber yield (kg/ha)	非商品薯鲜重(kg/hm ²) Non-marketable tuber weight (kg/ha)	商品薯率(%) Marketable tuber percentage
对照 CK	18 480 ± 1 029	17 309 ± 1 015	1 171 ± 45.8	93.6 ± 0.37
连作 Continuous cropping	16 577 ± 1 340	14 218 ± 1 034	2 359 ± 372	85.8 ± 1.4
ANOVA(F)	3.81ns	13.6*	30.2*	83.4**

注：ns 表示无显著差异，*表示显著差异，**表示极显著差异。
Note: ns indicates non-significance, * significance, and ** high significance.

3 讨 论

多年连作的马铃薯株高、茎粗、叶面积等形态指标会下降^[3,6]。本研究发现，一年连作对马铃薯各个生育期的株高、冠幅均无显著影响，仅使出苗后30和60 d的单株叶面积显著下降。这与刘星等^[15]在甘肃中部沿黄灌区马铃薯的连作研究结果相一致，短期连作对马铃薯的形态特征影响不明显。

本研究还发现，连作马铃薯各生育时期叶片中POD活性略有降低、MDA含量略有增加，但与对照均无显著差异；这与前人研究的马铃薯幼苗叶片MDA含量逐年升高、过氧化氢酶(CAT)和超氧化物歧化酶(SOD)活性显著下降结果不同^[16]，可能在于短期连作对部分酶的活性影响不显著；连作年限的增加会产生累积效应，使抗氧化酶活性下降，加重马铃薯的脂质过氧化程度。

在本研究中一年连作对块茎总产量无明显影响，这与张文明等^[12]、刘星等^[15]的研究结果相似；但是一年连作极大地降低了马铃薯的商品薯率，连作商品薯率平均为85.8%，而对照的商品薯率为93.6%，致使商品薯产量明显降低。

综合来看，一年连作对全生育期内株高、冠幅、POD活性、MDA含量指标及总产量无明显影响，但极大地降低了马铃薯的商品薯率。所以，乌兰察布地区马铃薯连作栽培需谨慎。

[参 考 文 献]

[1] 周峰. 乌兰察布市马铃薯产业的现状和存在问题及对策分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2012.

[2] 原霁虹, 张尚智. 马铃薯连作障碍的研究进展[J]. 天津农林科

技, 2015, 243(1): 19–22.

[3] 回振龙, 王蒂, 李宗国, 等. 外源水杨酸对连作马铃薯生长发育及抗性生理的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(4): 1–8.

[4] 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.

[5] 孟品品. 连作条件下马铃薯根际微生态环境的变化及其生物效应研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012.

[6] 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.

[7] 赵春燕, 刘莺. 日光温室马铃薯连作年限与叶片光合速率变化测定[J]. 甘肃农业科技, 2014(5): 31–32.

[8] 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.

[9] 白艳茹, 马建华, 樊明寿. 马铃薯连作对土壤酶活性的影响[J]. 作物杂志, 2010(3): 34–36.

[10] 马琨, 张丽, 杜茜, 等. 马铃薯连作栽培对土壤微生物群落的影响[J]. 水土保持学报, 2010, 24(4): 229–233.

[11] 杜茜, 卢迪, 马琨. 马铃薯连作对土壤微生物群落结构和功能的影响[J]. 生态环境学报, 2012, 21(7): 1252–1256.

[12] 张文明, 邱慧珍, 刘星, 等. 连作对马铃薯根系形态及吸收能力的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(1): 34–37, 46.

[13] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 229–235.

[14] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015: 100–102, 227–229.

[15] 刘星, 张书乐, 刘国锋, 等. 连作对甘肃中部沿黄灌区马铃薯干物质积累和分配的影响[J]. 作物学报, 2014, 40(7): 1274–1285.

[16] 回振龙. 马铃薯连作障碍生理机制及其调控的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2013.