

有机肥氮替代化肥氮对马铃薯光合特性的影响

谭伟军 王娟 黄凯 杨荣洲 张娟宁 何万春

(甘肃省定西市农业科学研究院, 定西 743000)

摘要:以陇薯10号为试验材料,通过大田试验,研究了不同有机肥氮替代化肥氮对覆膜马铃薯光合特性的影响。结果表明,与对照(CK)和纯施化肥相比,10%、20%、30%和40%有机肥氮替代化肥氮处理显著提高了马铃薯叶片SPAD值,同时也提高了马铃薯的净光合速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度和蒸腾速率。当有机肥氮替代化肥氮的比例达到30%时,继续增加有机肥用量,各项数据指标都不再增加,甚至会减小,说明在定西市,施氮量为纯氮180kg/hm²,氮磷钾配比为N:P₂O₅:K₂O=4:3:3,有机肥氮替代化肥氮的比例为30%是最佳有机-无机配施方式。

关键词:有机肥;马铃薯;干物质积累与分配;源库关系

马铃薯是世界主要粮菜兼用型作物之一^[1],特别是在甘肃省定西地区,马铃薯产业是经济发展的重要支撑。但随着马铃薯的集约化种植,土壤生态环境恶化严重阻碍了马铃薯产业的健康发展。研究表明^[2],合理有机-无机肥料配施,不仅能够提高作

物产量和品质,而且能够有效地改善土壤生态环境,但有机肥氮能够在多大比例替代化肥氮的相关研究在定西市鲜见报道。为此在定西市安定区香泉镇进行了有机肥氮替代化肥氮的试验,研究有机肥对马铃薯光合特性的影响以及有机肥氮替代化肥氮的适宜比例,以期对定西市马铃薯产业的健康可持续发展提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料及试验地概况 试验所用马铃薯品种为陇薯10号,由甘肃省定西市农业科学研究院提

基金项目:甘肃省新型肥料创制工程实验室开放基金(CSXFL-2018-02);定西市农科院专项经费;甘肃省农业科学院科技创新专项计划(2018GAAS02);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(2019GAAS46-1)

通信作者:何万春

植时,3:1模式较2:1模式更具套作优势,是否还有更适套作模式,可以继续做深入研究。研究麦薯套作模式的增产因素,除了最佳套作品种的筛选,还要进一步研究密度、施肥等栽培措施对鲜薯产量和商品薯率的影响^[13]。

参考文献

- [1] 熊军,唐秀桦,潘文兴,韦民政,李韦柳,闫海峰.春植蔗套种不同品种甘薯不同行距比较试验.现代农业科技,2017(2):3-4
- [2] 余常乐,孙建好,李隆.种间相互作用对作物生长及养分吸收的影响.植物营养与肥料学报,2009,15(1):1-8
- [3] 孙永明,袁振宏,孙振钧.中国生物质能源与生物质利用现象与展望.可再生能源,2006(2):78-82
- [4] 宁运旺,张辉,许仙菊,马洪波,张永春.薯麦轮作体系中钾肥全部施于薯季提高甘薯和周年产量.植物营养与肥料学报,2018,24(4):935-946
- [5] 王沛沛,李静涵,卢圆圆,雷志华,李玉华.灌浆期矮抗58小麦旗叶响应干旱胁迫生理生化特性研究.河南农业,2020,16(24):

- 27-28
- [6] 杜昉航.小麦矮抗58高产栽培技术.安徽农学通报,2013,19(5):26-27
- [7] 卢广远,杨爱梅.甘薯/鲜食玉米套作模式下产量与效益分析.中国农学通报,2012,28(21):135-139
- [8] 闫福春,陈青,徐秀珍.影响小麦产量因素对产量形成的贡献.江苏农业科学,2012,40(10):78-80
- [9] 尚浩浩.氮肥追施期对不同共生期套作甘薯产量及养分吸收的影响.重庆:西南大学,2019
- [10] 吴雪莉.干旱胁迫下玉米/甘薯套作对甘薯光合与抗性生理及产量的影响.重庆:西南大学,2016
- [11] 薛宪,王季春,吕长文,赵勇,唐道彬,王秋媛,腾艳.不同甘薯品种套作玉米下的群体产量及效益分析.江西农业学报,2014,26(10):20-23
- [12] 解备涛,张海燕,汪宝卿,段文学,张立明.甘薯芝麻间作模式效益分析.江苏师范大学学报:自然科学版,2017,35(3):44-48
- [13] 屈会娟,沈学善,黄钢,李明,张聪,阎文昭.套作条件下种植密度对紫色甘薯干物质生产的影响.中国农学通报,2015,31(12):127-132

(收稿日期:2020-10-14)

供。试验地为黄绵土,肥力均匀,供试土壤理化性质: pH 值 8.0,有机质 19.5g/kg,全氮 0.9g/kg,碱解氮 87.3mg/kg,速效磷 25.1mg/kg,速效钾 220.6mg/kg。

1.2 试验设计 试验共设 6 个处理。T1:不施肥料(CK); T2:单施化肥氮,施氮量为纯氮 180kg/hm²; T3: 10% 有机肥氮替代 10% 化肥氮; T4: 20% 有机肥氮替代 20% 化肥氮; T5: 30% 有机肥氮替代 30% 化肥氮; T6: 40% 有机肥氮替代 40% 化肥氮。

氮磷钾配比为 N:P₂O₅:K₂O=4:3:3。供试有机肥为生物有机肥,由甘肃大行农业科技开发有限公司生产,化肥分别用尿素(N≥46%)、过磷酸钙(P₂O₅≥12%)和氯化钾(K₂O≥24%)。各施肥处理分别扣除有机肥 N、P₂O₅ 和 K₂O 含量后用尿素、过磷酸钙和氯化钾补充。有机肥和氮、磷、钾肥作基肥一次性施入。各处理重复 3 次,随机区组排列,4000 株/667m²,株距 31cm,行距 70cm。小区面积 5.5m×10m=55m²,田间管理同大田一致。

1.3 样品采集与处理 叶绿素用便携式叶绿素仪(SPAD-502 型号)测量,在顶叶下完全展开的第 4 片复叶上进行,每株植物测量 3 次取平均值,每个处理测量 10 株,测量时间为每天 10:00。

净光合速率(Pn)、胞间二氧化碳浓度(Ci)、蒸腾速率(Tr)和气孔导度(Gs)用便携式光合仪(LI-6400XT 型号)在参比 CO₂ 浓度为 400μL/L 和光合有效辐射为 1000μmol/m²·s 的光照下,在顶叶下完全展开的第 4 片复叶上测定,测定时间为 8:30-10:00。

1.4 数据处理 试验数据使用 Excel 2012 进行统计汇总,并使用 SPSS 20 对各处理数据进行方差分析和最小显著性检验(LSR 法)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯 SPAD 值的影响 由表 1 可知,随着出苗后天数的增加,各处理 SPAD 值都逐渐减小。在出苗后 23d、36d 和 66d,T3、T4、T5 和 T6 处理 SPAD 值均高于 T1(CK)和 T2 处理,并显著高于 T1(CK)处理,但 T3、T4、T5 和 T6 处理之间无显著差异。总体来看,随着有机肥用量的增加 SPAD 值逐渐增加,但在有机肥替代化肥氮比例达到 30% 后,再增加有机肥用量 SPAD 值几乎不再增加,说明适量地施用有机肥可以有效地促进马铃薯前期营养器官的生长发育和建成,为后期马铃薯库容量的增加打下坚实基础。

表 1 不同处理对马铃薯 SPAD 值的影响

处理	出苗后天数(d)		
	23	36	66
T1(CK)	43.32 ± 2.46c	40.28 ± 4.71c	38.72 ± 3.68c
T2	51.36 ± 3.45b	48.52 ± 5.64b	45.64 ± 5.64b
T3	53.47 ± 4.12ab	50.34 ± 3.78ab	48.32 ± 7.12ab
T4	56.84 ± 3.48ab	52.64 ± 4.67ab	50.34 ± 6.49a
T5	57.35 ± 5.01a	54.68 ± 5.64a	51.25 ± 4.31a
T6	57.66 ± 2.35a	54.59 ± 7.13a	51.34 ± 5.16a

± 前后的数据分别为标准均值、标准差,不同的小写字母表示在 0.05 水平差异显著,下同

2.2 不同处理对马铃薯净光合速率(Pn)的影响

植物进行光合作用的载体主要是叶绿素,有研究认为叶绿素的含量与植物光合速率呈正相关关系^[3]。由表 2 可以看出,随着生育进程的推进,马铃薯净光合速率逐渐下降;在出苗后 23d、36d 和 66d,T3、T4、T5 和 T6 处理的 Pn 均高于 T1(CK)和 T2 处理,并显著高于 T1(CK)处理,这和前面对叶绿素 SPAD 值的分析一致。在出苗后 36d,T5 和 T6 处理下 Pn 均显著高于 T1(CK)和 T2 处理,表明合理施用有机肥能够显著提高马铃薯净光合速率。

表 2 不同处理对马铃薯 Pn 的影响 (μmol/m²·s)

处理	出苗后天数(d)		
	23	36	66
T1(CK)	15.32 ± 1.41b	9.34 ± 1.25c	7.52 ± 1.64b
T2	19.27 ± 2.56ab	13.46 ± 2.43b	10.74 ± 2.02ab
T3	21.34 ± 3.14a	14.78 ± 2.56ab	11.21 ± 2.56a
T4	22.52 ± 2.59a	15.26 ± 3.05ab	12.05 ± 2.31a
T5	22.64 ± 4.37a	16.77 ± 3.41a	12.37 ± 2.72a
T6	22.43 ± 3.64a	16.76 ± 2.98a	12.08 ± 1.98a

2.3 不同处理对马铃薯气孔导度(Gs)的影响

由表 3 可以看出,T1(CK)处理气孔导度在出苗后 36d 达到最大值,为 0.38mol/m²·s,而其他处理都是在出苗后 23d 已经达到最大值,然后随着生育进程的推进逐渐减小,可能是由于 T1(CK)处理养分供应不足所致。在出苗后 23d、36d 和 66d,T3、T4、T5 和 T6 处理 Gs 均高于 T1(CK)和 T2 处理,并在 23d、36d 时显著高于 T1(CK)处理。与 T1(CK)相比,在出苗后 23d、36d 和 66d,T5 和 T6 处理下 Gs 均显著升高,由此可见,施用有机肥显著提高了马铃薯叶片气孔导度,更有利于马铃薯光合作用的进行,从而积累更多的干物质量。

表3 不同处理对马铃薯Gs的影响 (mol/m²·s)

处理	出苗后天数(d)		
	23	36	66
T1 (CK)	0.27 ± 0.05c	0.38 ± 0.06c	0.31 ± 0.06b
T2	0.39 ± 0.04b	0.37 ± 0.09b	0.32 ± 0.04ab
T3	0.43 ± 0.05b	0.41 ± 0.10b	0.39 ± 0.07ab
T4	0.51 ± 0.03ab	0.45 ± 0.08ab	0.41 ± 0.03a
T5	0.57 ± 0.06a	0.49 ± 0.12a	0.43 ± 0.05a
T6	0.58 ± 0.04a	0.50 ± 0.11a	0.43 ± 0.06a

2.4 不同处理对马铃薯胞间二氧化碳浓度(Ci)的影响 由表4可以看出,随着生育进程的推进,马铃薯胞间二氧化碳浓度先增加后减小,在出苗后36d达到最大值,这时正是马铃薯块茎形成期,说明此时二氧化碳的同化达到最大值,同时也迅速地进行着干物质的积累。分析不同处理,在出苗后23d、36d和66d,T3、T4、T5和T6处理的Ci均高于T1(CK)和T2处理,并且显著高于T1(CK)处理。

表4 不同处理对马铃薯Ci的影响 (μmol/mol)

处理	出苗后天数(d)		
	23	36	66
T1 (CK)	195.45 ± 15.32c	213.43 ± 16.34c	205.31 ± 15.89c
T2	224.56 ± 20.17b	241.37 ± 21.28bb	226.34 ± 21.34b
T3	241.35 ± 25.64ab	256.84 ± 26.54ab	233.53 ± 22.58ab
T4	245.62 ± 31.23a	261.21 ± 30.13ab	241.16 ± 19.73ab
T5	251.37 ± 24.36a	267.95 ± 34.57a	247.82 ± 18.34a
T6	252.38 ± 19.58a	270.34 ± 33.28a	249.35 ± 24.56a

2.5 不同处理对马铃薯蒸腾速率(Tr)的影响 由表5可以看出,随着生育进程的推进,T₁和T₂处理马铃薯蒸腾速率先增加后减小,在出苗后36d达到最大值,这和前面对马铃薯胞间二氧化碳浓度分析一致,说明此时正在大量吸收水分,有利于马铃薯块茎的形成。分析不同处理,T3、T4、T5和T6处理下Tr均高于T1(CK)和T2处理,并且在出苗后23d和36d时显著高于T1(CK)处理,在T5时达到最大。

表5 不同处理对马铃薯Tr的影响 (mmol/m²·s)

处理	出苗后天数(d)		
	23	36	66
T1 (CK)	2.87 ± 0.24c	3.15 ± 0.31c	3.13 ± 0.27b
T2	3.12 ± 0.19b	3.37 ± 0.28abc	3.24 ± 0.33b
T3	3.56 ± 0.33a	3.42 ± 0.43ab	3.28 ± 0.19ab
T4	3.61 ± 0.28a	3.48 ± 0.46a	3.31 ± 0.21ab
T5	3.88 ± 0.41a	3.53 ± 0.37a	3.38 ± 0.38a
T6	3.87 ± 0.37a	3.52 ± 0.44a	3.42 ± 0.33a

3 结论与讨论

植物光合生理特性会随着生长环境的不同而改变,已有研究表明不同的施氮量对马铃薯光合作用有显著影响^[4-6]。本研究表明,合理的施用有机肥可以显著地提高马铃薯的SPAD、净光合速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度和蒸腾速率,从而提高马铃薯叶片光合作用,进一步提高马铃薯的块茎产量。有研究表明^[7-8],有机肥的用量不是越多越好,本试验中当有机肥氮替代化肥氮的比例达到30%时,马铃薯光合特性各项指标不再增加甚至减小,其原因可能是增施有机肥改变了土壤理化性状,使土壤养分能够有效吸收利用,从而有利于马铃薯的生长发育,但施用过多有机肥马铃薯各项数据指标都不再增加,可能是由于有机肥养分释放缓慢,后期养分供应不足所致。

因此,施氮量为纯氮180kg/hm²,氮磷钾配比为N:P₂O₅:K₂O=4:3:3,有机肥氮替代化肥氮的比例为30%可以显著提高马铃薯的光合作用,积累更多的干物质,为马铃薯块茎产量的形成提供有力支持。

参考文献

- [1] 高康,何蒲明. 马铃薯主粮化战略研究. 合作经济与科技,2018(14): 33-35
- [2] 梁丽娜,刘雪,唐勋,文义凯,司怀军,张宁. 干旱胁迫对马铃薯叶片生理生化指标的影响. 基因组学与应用生物学,2018,37(3): 1343-1348
- [3] 贾立国,陈玉珍,樊明寿,秦永林,陈杨,苏亚拉其其格. 干旱对马铃薯光合特性及块茎形成的影响. 干旱区资源与环境,2018(2): 188-193
- [4] 蔺鑫,刘歌畅,杨晔,李玉灵,李晓刚. 冀北沙荒地黄柳光合与蒸腾速率日变化特征. 安徽农业科学,2017,45(27): 6-9
- [5] 唐秀梅,钟瑞春,揭红科,刘超,王泽平,韩柱强,蒋菁,贺梁琼,李忠,唐荣华. 间作遮荫对花生光合作用及叶绿素荧光特性的影响. 西南农业学报,2011,24(5): 1703-1707
- [6] 黄承建,赵思毅,王季春,王龙昌,赵勇,蔡叶茂,滕艳,高旭. 马铃薯/玉米不同行数比套作对马铃薯光合特性和产量的影响. 中国生态农业学报,2012,20(11): 1443-1450
- [7] 厉浩,余慧,李倩,马玲芳,张亮,代晓华. 不同间作模式对马铃薯光合特性的影响. 农业科学研究,2019,40(2): 6-12
- [8] 王娟,谭伟军,黄凯,何万春,马海涛,徐祺昕,陈自雄,孟红梅. 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. 中国种业,2020(5): 53-57

(收稿日期: 2020-10-28)