

有机肥氮替代部分化肥氮对马铃薯产量及其构成因素的影响

陈自雄, 杨荣洲, 张娟宁, 何万春

(定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 在定西地区试验观察了有机肥氮替代部分化肥氮对马铃薯生长发育和产量的影响。结果表明, 施用有机肥能够显著提高马铃薯地上部生物量和块茎产量, 在定西地区, 施肥量为 N 180 kg/hm², N、P₂O₅、K₂O 质量比为 4:3:3 时, 有机肥氮替代化肥氮的比例为 30%, 是最佳施肥方案。

关键词: 马铃薯; 有机肥; 氮肥; 产量; 产量构成因素; 定西地区

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)07-0024-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2020.07.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2020.07.007)

Effect of Nitrogen of Organic Fertilizer Replaces Partial Nitrogen of Chemical Fertilizer on Potato Yield and Yield Component Factors

CHEN Zixiong, YANG Rongzhou, ZHANG Juanning, HE Wanchun

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

Abstract: The effect of nitrogen of organic fertilizer replaces partial nitrogen of chemical fertilizer on potato growth and yield was studied in Dingxi area. The results showed that the biomass and tuber yield of potato above ground could be significantly increased by applying organic fertilizer. In Dingxi area, when the fertilizer amount was N 180 kg/hm² and the mass ratio of nitrogen, phosphorus and potassium was N:P₂O₅: K₂O was 4:3:3, the best fertilization method was to replace nitrogen with organic fertilizer by 30%.

Key words: Potato; Organic fertilizer; Nitrogenous fertilizer; Yield; Yield component factors; Dingxi area

收稿日期: 2020-06-01

基金项目: 甘肃省新型肥料创制工程实验室开放基金(GSXFL-2018-02)。

作者简介: 陈自雄(1978—), 男, 甘肃陇西人, 助理研究员, 主要从事马铃薯栽培技术研究。Email: 2974543826@qq.com。

通信作者: 杨荣洲(1983—), 男, 甘肃定西人, 主要从事马铃薯栽培工作。Email: 714631793@qq.com。

- 位修复[J]. 环境科学, 2017, 38(9): 3897-3906.
- [3] 刘白林. 甘肃白银东大沟流域农田土壤重金属污染现状及其在土壤—作物—人体系统中的迁移转化规律[D]. 兰州: 兰州大学, 2017.
- [4] 任 珺, 刘丽莉, 陶 玲, 等. 甘肃地区凹凸棒石的矿物组成分析[J]. 硅酸盐通报, 2013, 32(11): 2362-2365.
- [5] 柴宗越, 陈 馨, 强浩然, 等. 凹凸棒石对草莓栽培基质营养及果实品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(4): 47-52.
- [6] 陈 馨, 蔺海明. 凹凸棒石新型材料必将在现代生态农业中发挥重要作用[J]. 甘肃农业, 2019, 8: 95-98.
- [7] 郑培楷. 我国土壤污染现状与防治管理措施的探讨[J]. 节能, 2019, 38(4): 134-135.
- [8] 杜韶光. 我国土壤污染防治的重点与难点[J]. 中国新技术新产品, 2019(14): 101-102.
- [9] 刘骐华, 王慧慧, 刘 璐, 等. 铜、镉、铅对高羊茅种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 草原与草坪, 2019, 39(4): 10-18.
- [10] 王欣若. 土壤重金属 Pb、Cd 污染对植物的影响[J]. 四川水泥, 2015(6): 133.

(本文责编: 陈 珩)

马铃薯是粮菜兼用型作物,为解决中国粮食供给和提高人民生活水平发挥了巨大作用^[1-3]。马铃薯作为定西地区主要的经济作物,种植面积稳定在 13.33 万 hm^2 。化肥的大量投入使用成为目前提高产量的关键因素,但化肥的过量使用造成土壤板结、水体污染等问题也日益突出,为实现生态环境友好发展,合理施用化肥成为当务之急。大量的研究发现,有机肥和无机肥配施能提高作物产量及氮肥利用率^[3-12]。高菊生等^[3]的研究表明,有机无机肥料配施能使水稻持续高产稳产。商跃凤^[13]也认为,有机无机复混肥处理的水稻产量最高,与化肥相比,氮肥利用率可提高 7%~18%。但关于定西地区马铃薯生产有机无机氮肥最佳配施比例的研究鲜见报道。我们研究了有机肥氮替代部分化肥氮对马铃薯产量和产量构成因素的影响,以探讨适合定西地区的有机无机氮肥配施比例,为定西马铃薯产业的健康发展提供指导。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

指示马铃薯品种为陇薯 10 号,由甘肃省定西市农业科学研究院提供。供试有机肥为生物有机肥(含 N 2.05%,含 P_2O_5 1.45%,含 K_2O 1.48%),甘肃大行农业科技开发有限公司生产。化肥尿素($\text{N} \geq 46\%$)由中化化肥生产,普通过磷酸钙($\text{P}_2\text{O}_5 \geq 12\%$)由淄博浩博化工有限公司生产,硫酸钾($\text{K}_2\text{O} \geq 24\%$)由淄博浩博化工有限公司生产。

1.2 试验区概况

试验设在定西市农业科学研究院科技创新基地。该区海拔 2 109 m,年均辐射量 592.85 kJ/cm^2 ,年均气温 $6.4 \text{ }^\circ\text{C}$, $\geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$ 积温 $2 239.1 \text{ }^\circ\text{C}$,年均降水量 415.2 mm,年蒸发量 1531 mm。供试土壤含有机质 19.5 g/kg 、全氮 0.9 mg/kg 、碱解氮 87.3 mg/kg 、速效磷 25.1 mg/kg 、速效钾 220.6 mg/kg ,pH 为 8.0。

1.3 试验方法

试验随机区组排列,共设 6 个处理:T1(CK)为不施肥料;T2 为单施氮肥,施 N 180 kg/hm^2 ;T3 为 10%有机肥氮替代 10%化肥氮;T4 为 20%有机肥氮替代 20%化肥氮;T5 为 30%有机肥氮替代 30%化肥氮;T6 为 40%有机肥氮替代 40%化肥氮。

N、 P_2O_5 、 K_2O 质量比为 4:3:3。各施肥处理分别扣除有机肥 N、 P_2O_5 和 K_2O 含量后用尿素、普通过磷酸钙和氯化钾补充,各处理施肥量见表 1。有机肥和氮、磷、钾肥作基肥一次性施入。3 次重复,小区面积 25 m^2 。马铃薯于 2019 年 4 月 28 日播种,9 月 27 日收获,田间管理同大田。

表 1 各处理施肥量 kg/hm^2

处理	尿素	普通过磷酸钙	硫酸钾	有机肥
T1(CK)	0	0	0	0
T2	391.35	1 125.00	547.50	0
T3	352.50	1 018.95	508.35	877.50
T4	313.05	887.55	453.75	1 755.75
T5	273.90	806.25	400.05	2 634.00
T6	234.75	700.05	345.60	3 512.25

1.4 样品采集与分析

分别于马铃薯盛花期(7月20日)、块茎膨大期(8月24日)和成熟期(9月24日)取样,每次 7 株,共取样 3 次,分别称地上部、根和块茎的鲜重。

1.5 调查测定项目

马铃薯苗期调查各处理出苗率。收获时调查记载各处理的块茎产量和产量构成因素及植株农艺性状。

1.6 数据处理

试验数据使用 Excel 2010 进行统计汇总,并使用 SPSS.19 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 马铃薯主要性状及产量

由表 2 可知,施用有机肥显著增加了马铃薯块茎的产量,随着有机肥用量的增加,

马铃薯产量呈先增加后降低趋势。T5 产量达到最大, 为 43 818 kg/hm², 较 T1 (CK) 增产 59.99%; T4、T6、T3 与 T1(CK) 相比, 分别增产 50.28%、45.94%、44.17%。与 T2 相比, 增施有机肥的处理 T5、T4、T6、T3 分别增产 23.54%、16.04%、12.69%、11.32%。马铃薯株高、茎粗也随着有机肥用量的增加先增加后降低, 均在 T5 时达到最大; 继续增加有机肥则马铃薯株高、茎粗则开始降低。增施有机肥处理 T3、T4、T5、T6 单株结薯数无明显差异, 但均较 T1(CK) 显著增加。单株结薯重随着有机肥用量的增加先增加后减小, T5 时达到最大。与 T1(CK) 相比, 有机肥氮替代化肥氮的处理 T5、T4、T6、T3 分别增产 117.33%、72.04%、68.66%、49.08%; 与 T2 相比, 有机肥氮替代化肥氮的处理 T5、T4、T6、T3 分别增产 77.14%、40.23%、37.47%、21.51%。平均单薯重量的变化和单株结薯重的变化趋势相同。

相关分析表明, 平均单薯重与块茎产量间有显著的线性相关, 而单株结薯数与单株结薯重间则无显著线性相关, 表明平均单薯重的显著下降是造成连作马铃薯块茎产量下降的原因之一。

2.2 马铃薯植株不同器官的干物质量

通过表 3 可以看出, 不同处理马铃薯整株干物质量随有机肥用量的增加先增加后降低, 在 T5 时达到最大, 为 185.64 g, 较 T1 (CK) 增加 88.22%。与 T1(CK) 相比, T4、T6、T3, 分别增加 75.84%、71.47%、70.65%; 与 T2 相比, 增施有机肥处理 T5、T4、T6、T3 分别增加 60.64%、50.08%、46.35%、45.65%。根、茎、叶和块茎干重的变化趋势和整株干重变化相同, 均在 T5 达到最大。马铃薯根冠比 T1(CK) 与其余处理差异显著, 其余处理间差异均不显著。收获指数处理间均无明显差异, 但增施有机肥的处理收获指数均高于 T1(CK)、T2。

相关分析表明, 马铃薯整株以及各器官的干物质量与块茎产量和单株结薯重量间均有着极显著的线性相关, 说明块茎产量的增加有赖于马铃薯植株干物质的足量积累。

3 小结与讨论

试验表明, 在定西地区, 当有机肥氮替代化肥氮的比例小于等于 30% 时, 增施有机肥能够增加马铃薯块茎产量、株高、茎粗、单株结薯重量和平均单薯重量, 而有机肥比例大于 30% 时, 马铃薯块茎产量、株高、茎

表 2 马铃薯田间农艺性状和产量构成要素及相关分析

处理	块茎产量 (kg/hm ²)	株高 /cm	茎粗 /mm	单株结薯数 /个	单株结薯重 /g	平均单薯重 /g
T1(CK)	27 388±932 c	37.7±2.3 b	8.1±0.7 b	4.3±0.8 b	304.31±53.25 e	70.77±7.12c
T2	35 470±1 043 b	39.8±2.2 b	8.3±1.1 b	5.3±0.7 a	373.35±88.96 d	70.44±8.35c
T3	39 486±1 258 ab	40.1±3.2 b	9.1±1.7 b	5.9±1.8 a	453.67±72.83 c	76.89±5.64c
T4	41 160±2 034 a	55.3±1.5 a	11.3±0.3 a	5.6±1.7 a	523.54±50.62 b	93.48±9.81b
T5	43 818±879 a	60.2±2.5 a	11.7±1.1 a	5.4±0.3 a	661.37±87.52 a	122.47±10.35a
T6	39 970±1 659 ab	53.2±2.3 a	11.3±0.9 a	5.2±0.6 a	513.25±85.64 b	98.70±10.13b
线性相关分析(n=18)						
块茎产量	R ² =1.000 0 P=0.000 0	R ² =0.834 6 P<0.000 1	R ² =0.614 12 P=0.000 9	R ² =-0.010 1 P=0.766 3	R ² =0.876 1 P<0.000 1	R ² =0.841 3 P<0.000 1
单株结薯重	R ² =0.915 2 P<0.000 1	R ² =0.768 4 P<0.000 1	R ² =0.615 8 P=0.001 3	R ² =0.001 9 P=0.864 9	R ² =1.000 0 P=0.000 0	R ² =0.775 9 P<0.0001

表 3 收获后马铃薯植株不同器官干物质量及相关分析

处理	整株 /g	根 /(g/株)	茎 /(g/株)	叶 /(g/株)	块茎 /(g/株)	根冠比 ^①	收获指数 ^②
T1(CK)	98.63c	1.77c	9.58b	8.887b	78.36c	0.095 8b	0.794 7a
T2	115.56b	2.11b	10.34b	10.14b	92.70b	0.101 6a	0.802 1a
T3	168.31a	3.24a	12.31ab	13.64ab	139.12a	0.104 8a	0.826 5a
T4	173.43a	3.46a	13.64a	15.32a	141.05a	0.119 6a	0.813 2a
T5	185.64a	3.71a	14.12a	16.35a	151.46a	0.119 6a	0.815 8a
T6	169.12a	3.51a	13.62a	15.21a	136.78a	0.119 6a	0.808 7a
线性相关分析(n=18)							
块茎产量	R ² =0.886 4 P<0.000 1	R ² =0.785 1 P<0.000 1	R ² =0.763 4 P<0.000 1	R ² =0.755 0 P<0.000 1	R ² =0.875 8 P<0.000 1	R ² =-0.543 2 P=0.000 2	R ² =0.346 46 P=0.051 3
单株结薯重	R ² =0.923 4 P<0.000 1	R ² =0.881 6 P<0.000 1	R ² =0.885 61 P<0.000 1	R ² =0.897 4 P<0.000 1	R ² =0.868 8 P<0.000 1	R ² =-0.690 7 P<0.000 1	R ² =0.325 8 P=0.013 6

①根冠比为根系干重与地上部茎和叶片干重之和的比值。②收获指数为块茎干重与植株整株干重的比值。

粗、单株结薯重量和平均单薯重量则开始下降。因此，在定西地区，施肥量为 N 180 kg/hm²，N、P₂O₅、K₂O 质量比为 4 : 3 : 3 时，有机肥氮替代化肥氮的比例为 30% 是最佳施肥方案。

马铃薯施肥的数量和方式是马铃薯生产管理的关键。长期以来，马铃薯的生产主要以大量化学肥料为主，造成了一系列生态环境等问题。当有机肥比例大于 30% 时马铃薯产量及主要性状劣变，可能与施用有机肥过多导致前期过旺生长而后期养分供应不足有关。

参考文献：

- [1] 沈宝云, 余斌, 王文, 等. 腐植酸铵、有机肥、微生物肥配施在克服甘肃干旱地区马铃薯连作障碍上的应用研究[J]. 中国土壤与肥料, 2011(2): 68-70.
- [2] 陈广海, 李长忠, 王天文, 等. 甘肃河西地区马铃薯主粮化战略探讨[J]. 甘肃农业科技, 2018(2): 71-75.
- [3] 许艳丽, 刘晓冰, 韩晓增, 等. 大豆连作对生长发育动态及产量的影响[J]. 中国农业科学, 1999, 32(增刊): 64-68.
- [4] 万书波, 王才斌, 卢俊玲, 等. 连作花生的生育特性研究[J]. 山东农业科学, 2007(2): 32-36.

- [5] 卢建武, 邱慧珍, 张文明, 等. 半干旱雨养农业区马铃薯干物质和钾素积累与分配特性[J]. 应用生态学报, 2013, 24(2): 423-430.
- [6] 凌宁, 王秋君, 杨兴明, 等. 根际施用微生物有机肥防止连作西瓜枯萎病研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1136-1141.
- [7] 牛秀群, 李金花, 张俊莲, 等. 甘肃省干旱灌区连作马铃薯根际土壤中镰刀菌的变化[J]. 草业学报, 2011, 20(4): 236-243.
- [8] 黄玉茜, 韩立思, 韩晓日, 等. 辽宁风沙土区连作年限对花生光合特性和产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2011, 42(4): 438-442.
- [9] 念淑红, 李宗保. 环县旱地脱毒马铃薯黑膜全覆盖垄上栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2018(6): 53-56.
- [10] 屈会娟, 李金才, 沈学善, 等. 种植密度和播期对冬小麦品种兰考矮早八干物质和氮素积累与转运的影响[J]. 作物学报, 2009, 35(1): 124-131.
- [11] 杨建昌, 杜永, 吴长付, 等. 超高产粳型水稻生长发育特性的研究[J]. 中国农业科学, 2006, 39(7): 1336-1345.
- [12] 任稳江, 任亮, 刘学彬. 马铃薯旱地垄上微沟种植密度试验[J]. 甘肃农业科技, 2014(6): 43-44.

(本文责编: 陈伟)