

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2020)03-0158-06

不同施肥类型对马铃薯生长发育及产量效益的影响

武新娟¹, 金光辉^{2*}, 唐 贵¹, 隋冬华¹, 张静华¹, 吴雨蹊¹, 宋鹏慧¹, 张 鷟¹

(1. 黑龙江省农业科学院乡村振兴科技研究所, 黑龙江 哈尔滨 152004; 2. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘要: 马铃薯是一种高产喜肥的作物, 由于马铃薯品种和肥料配比的差异性, 各地区土壤养分和气候条件的不同, 关于马铃薯具体的施肥种类、水平、方式等需细致研究。为研究不同类型底肥对马铃薯农艺性状和产量性状的影响, 选用马铃薯新品种‘垦薯1号’为试验材料, 设水溶肥、复合肥、掺混肥3种底肥并分别添加总肥量10%剂量增效剂及不施肥对照共计7个处理, 研究其对马铃薯的主要农艺性状、产量和经济效益的影响。结果表明, 基施50 kg/667m²水溶肥、复合肥和掺混肥均提高了马铃薯的根长度、根数、根鲜重、株高、茎粗、单株结薯数、大中薯率和小区产量, 降低了主茎数; 各指标在混施10%增效剂的处理下明显好于单一施肥处理, 水溶肥混施增效剂处理的所有测定指标均显著高于对照; 所有施肥处理的经济效益也都高于对照, 从大到小排序为水溶肥添加增效剂、复合肥添加增效剂、掺混肥添加增效剂、水溶肥单一施用、复合肥单一施用、掺混肥单一施用处理。试验结果确定了3种肥料的施肥效果, 证明了水溶肥较其他类型底肥效果好, 且配合施用增效剂对马铃薯生长发育及产量起到促进作用, 经济效益更高。

关键词: 水溶肥; 复合肥; 掺混肥; 肥料增效剂; 农艺性状; 产量; 经济效益

Effects of Different Fertilization Types on Potato Growth and Yield Benefit

WU Xinjuan¹, JIN Guanghui^{2*}, TANG Gui¹, SUI Donghua¹, ZHANG Jinghua¹, WU Yuxi¹, SONG Penghui¹, ZHANG Kun¹

(1. Institute of Rural Revitalization Science and Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 152004, China; 2. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: Potato is a crop with high yield and fertilizer preference. Due to the differences in potato varieties and fertilizer ratios, and also differences in soil nutrients and climatic conditions in various regions, specific types, levels and methods of fertilization need to be carefully studied for potatoes. In order to understand the effects of different types of base fertilizers on potato, a new potato variety 'Kenshu 1' was selected in the experiment. Seven treatments, including water-soluble fertilizer, compound fertilizer and mixed fertilizer with and without addition of 10% synergist, and no fertilization as a control, were tested to study their effects on the main agronomic traits, yield and economic benefits of potato. Treatments of 50 kg/667m² water soluble fertilizer, compound fertilizer and mixed fertilizer all increased the root length, root number, root fresh weight, plant height, stem diameter, tuber number per plant, large- and medium-sized tuber rate and plot yield, but decreased main stem number. All the indexes of treatments with addition of 10% synergist were obviously better than those of fertilization without addition of synergist. All the indexes of water-soluble fertilizer with addition of synergist were significantly higher than those of the control. The economic benefits of all the fertilization treatments were also higher than that of the control, with a decreasing order of water-soluble fertilizer with addition of

收稿日期: 2019-09-17

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0200800)。

作者简介: 武新娟(1981-), 女, 助理研究员, 主要从事马铃薯栽培生理研究。

*通信作者(Corresponding author): 金光辉, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为马铃薯栽培与育种, E-mail: china-potato@qq.com。

synergist, compound fertilizer with addition of synergist, mixed fertilizer with addition of synergist, water-soluble fertilizer without addition of synergist, compound fertilizer without addition of synergist and mixed fertilizer without addition of synergist. The test results confirmed the fertilization effects of the three fertilizers, and proved that the effect of water soluble fertilizer was the best. In addition, the synergistic agent could promote the growth and yield of potatoes and had higher economic benefits.

Key Words: water-soluble fertilizer; compound fertilizer; mixed fertilizer; fertilizer synergist; agronomic character; yield; economic benefit

化肥在促进粮食和农业生产发展中起着不可替代的作用,但目前也存在化肥过量、盲目施用等诸多问题,造成了成本增加和环境污染,因此急需改进施肥方式,以提高肥料利用率,减少不合理投入,保障主要农产品的安全供给。马铃薯施肥技术原则上主要以农家肥为主,化肥为辅,以施基肥为主,追肥为辅^[1-3]。目前,生产上马铃薯施用的底肥主要有掺混肥和复合肥,水溶肥作为基施底肥是一种新型技术方法,是否适合推广应用有待于进一步论证^[4]。肥料增效剂也是近几年铺开的肥料新技术。肥料环保增效剂具有减量、减次、增效和改善土壤结构的作用,能显著地促进马铃薯对肥料养分的吸收和利用,提高产量,而对其品质没有显著影响。

黑龙江省是有马铃薯发展前景的区域,适合马铃薯种植的土壤较多,且生育期雨量充足,全年日照时数长,昼夜温差大,有利于马铃薯的生长发育。同时,马铃薯的种植发展有利于地区农作物种植结构调整和轮作倒茬。为研究不同类型底肥对马铃薯农艺性状和产量性状的影响,试验采用随机区组设计,选用马铃薯新品种‘垦薯1号’为试验材料,研究水溶肥、复合肥、掺混肥及其与肥料增效剂混施对马铃薯的主要农艺性状和产量性状的影响。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试马铃薯品种为‘垦薯1号’,种薯级别为原种,由黑龙江省二龙山农场提供,种薯切成40~50 g的薯块种植。

试验所用肥料为水溶肥(N:P:K = 14:7:24)、掺混肥(N:P:K = 10:15:20)、复合肥(N:P:K = 10:15:20)、环保肥料增效剂。其中水溶肥由黑龙江省光辉科技有限公司生产的颗粒状大量元素水溶肥,掺混肥由肇东市庆东肥业有限公司生产,复合肥由安徽六国化工股份有限公司生产,肥料增效剂由黑龙江省八一农垦大学农学院马铃薯课题组提供。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地概况

试验于2018年4~10月在黑龙江省荣军农场第二管理区第三居民组科研2区进行。荣军农场属于寒温带大陆性季风半干旱气候区,土地以壤土为主,土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量分别为156.00, 26.10和202.00 mg/kg,有效铁、锰、铜和锌含量分别为9.50, 7.30, 1.04和0.80 mg/kg,交换性钙和镁含量分别为12.65和2.98 cmol/kg,有机质

表1 试验处理

Table 1 Treatment of test

编号 Code	底肥类型 Base fertilizer	施肥量 Application rate
T ₁ ⁺	水溶肥 + 增效剂	45 kg/667m ² + 5 kg/667m ²
T ₁	水溶肥	50 kg/667m ²
T ₂ ⁺	复合肥 + 增效剂	45 kg/667m ² + 5 kg/667m ²
T ₂	复合肥	50 kg/667m ²
T ₃ ⁺	掺混肥 + 增效剂	45 kg/667m ² + 5 kg/667m ²
T ₃	掺混肥	50 kg/667m ²
CK	不施肥对照	0

含量为39.2 g/kg, pH 6.2。

1.2.2 试验设计

采取随机区组试验设计, 设3种不同底肥类型, 分别为水溶肥、复合肥和掺混肥, 同时在总肥量不变的基础上添加10%剂量的增效剂试验, 设不施肥为对照, 共7个处理, 每个处理3次重复, 合计21个小区, 具体见表1。垄宽0.8 m, 垄长5 m, 株距0.25 m, 每小区5垄, 小区面积20 m², 设立保护头5 m, 步道1.0 m, 2018年5月10日按试验设计播种, 肥料作为底肥一次性施入, 试验用水溶肥为新型颗粒状肥料, 所以施肥方法为常规结合覆土施入, 其他田间管理与大田生产相同。9月10日收获测产。

1.2.3 测定项目及方法

(1)根长度: 现蕾期测量植株最长根的长度。

(2)根数: 现蕾期挖出植株根系查主根数。

(3)根鲜重: 现蕾期挖出地面以下根系全部, 洗净控水, 测量鲜重。

(4)株高: 现蕾期测量植株地上最高主茎自地面到顶端部分长度。

(5)茎粗: 现蕾期测量植株地上5~10 cm处的最大直径。

(6)主茎数: 现蕾期进行主茎数的测定, 主茎为种薯芽眼直接长出地面的茎。

(7)单株结薯数: 收获期测定单株结薯个数。

以上7个测定数值均需要每个处理随机选取20株,

取其平均值^[5]。

(8)大中薯率: 收获期测定小区大中薯和小薯个数, 计算大中薯率。其中大中薯标准为薯块质量≥50 g, 低于50 g为小薯。

(9)产量: 在收获期进行全小区测产, 计算667 m²产量。

1.3 数据处理

试验数据应用Excel 2007和DPS 7.05软件进行处理与分析, 多重比较采用LSD法。

2 结果与分析

2.1 不同底肥类型对根系的影响

马铃薯根是吸收水分和营养的主要器官, 根系的强弱直接影响着整个植株的生长发育, 从而影响地下块茎。表2是试验中以水溶肥、复合肥、掺混肥及添加肥料增效剂为底肥的处理对马铃薯植株根系的影响分析, 可见增效剂的使用促进了根系生长, 3种底肥处理植株的根长度、根数和根鲜重表现为添加增效剂处理比单独施用处理的数值高, 但除了水溶肥处理的根数表现为差异显著外, 其余各处理均未达到差异显著水平。从表2数据中还可以看出, 所有施肥处理对于植株根系有不同程度的促生作用, 其根长度、根数和根鲜重测定数据均高于对照处理, 且水溶肥添加增效剂处理的3个指标最高, 分别为5.05 cm、13.20个和281.44 g, 极显著高于对照; 掺混肥不添加增效剂处理的数值最

表2 不同底肥类型对马铃薯根系的影响

Table 2 Effects of different base fertilizer types on potato roots

编号 Code	根长度(cm) Root length	根数(No.) Root number	根鲜重(g) Root fresh weight
T ₁ ⁺	5.05 aA	13.20 aA	281.44 aA
T ₁	4.87 abAB	10.98 bcABC	275.10 abAB
T ₂ ⁺	4.44 bcABC	12.08 abAB	254.20 bcABCD
T ₂	4.32 cdBC	10.76 bcABC	243.63 cdBCD
T ₃ ⁺	4.31 cdBC	11.60 abABC	258.83 abcABC
T ₃	4.28 cdBC	10.35 bcBC	237.25 cdCD
CK	3.90 dC	9.37 cC	221.49 dD

注: 不同小写字母表示0.05水平显著, 不同大写字母表示0.01水平显著。采用LSD法进行分析。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significance at level of 0.05, and different capital letters indicate significance at level of 0.01. LSD method is used for analysis. The same below.

低, 分别为4.28 cm、10.35个和237.25 g, 与对照差异不显著。

2.2 不同底肥类型对植株的影响

马铃薯的株高、茎粗、主茎数是植株生长情况的主要表现指标。表3为3种底肥和添加肥料增效剂处理对植株株高、茎粗和主茎数影响的结果, 可见增效剂的使用同样促进了植株的生长发育, 添加增效剂与单一施肥处理相比, 其株高和茎粗数值较高, 主茎数数值较低。所有施底肥处理的株高和茎

粗都高于对照, 主茎数低于对照, 说明3种肥料对马铃薯植株生长起到了正向的促进作用, 其中水溶肥添加增效剂处理的株高最高, 为70.29 cm, 主茎数最低, 为1.53个, 与对照相比都达到极显著差异水平, 而复合肥添加增效剂处理的茎粗最粗, 为12.77 mm, 极显著高于对照; 掺混肥不添加增效剂处理的株高和茎粗数值最低, 分别为58.30 cm和10.80个, 主茎数最多, 为2.27个, 均与对照差异不显著。

表3 不同底肥类型对马铃薯植株的影响

Table 3 Effects of different base fertilizer types on potato plants

编号 Code	株高(cm) Plant height	茎粗(mm) Stem diameter	主茎数(No.) Main stem number
T ₁ [*]	70.29 aA	11.93 abAB	1.53 cB
T ₁	64.19 bcAB	11.27 bcAB	1.63 cAB
T ₂ [*]	65.43 abAB	12.77 aA	1.67 cAB
T ₂	62.90 bcdAB	11.41 bcAB	1.70 bcAB
T ₃ [*]	65.46 abAB	11.73 abcAB	2.12 abcAB
T ₃	58.30 cdB	10.80 bcB	2.27 abAB
CK	57.61 dB	10.70 cB	2.44 aA

表4 不同底肥类型对马铃薯产量性状的影响

Table 4 Effects of different base fertilizer types on potato yield traits

编号 Code	单株结薯数(No.) Tuber number per plant	大中薯率(%) Large- and medium-sized tuber rate	产量(kg/667m ²) Yield
T ₁ [*]	12.80 aA	79.67 aA	2 679 aA
T ₁	12.37 abA	69.33 abcAB	2 541 abAB
T ₂ [*]	10.77 cAB	74.00 abAB	2 520 abAB
T ₂	11.03 bcAB	68.33 abcAB	2 364 bcAB
T ₃ [*]	11.13 bcAB	62.67 bcBC	2 461 abcAB
T ₃	9.80 cBC	60.33 cdBC	2 231 cBC
CK	7.67 dC	51.00 dC	1 974 dC

2.3 不同底肥类型对产量性状的影响

马铃薯的单株结薯数和大中薯率是衡量其商品性和产量的重要指标。表4为3种底肥和添加肥料增效剂处理对单株结薯数、大中薯率和折合产量的影响分析。肥料增效剂对马铃薯的增产效果明显, 除复合肥处理的单株结薯数外, 其余处理的单株结薯数、大中薯率和单位面积产量均表现为添加增效

剂处理高于单一施肥处理, 但差异未达到显著水平。且同样表现为所有施底肥处理的产量相关指标均高于对照, 说明产量结果受底肥影响很大, 其中水溶肥添加增效剂处理的单株结薯数、大中薯率和产量测定都是最高值, 分别为12.80个、79.67%和2 679 kg/667m², 极显著高于对照; 掺混肥不添加增效剂处理的数值最低, 分别为9.80个、

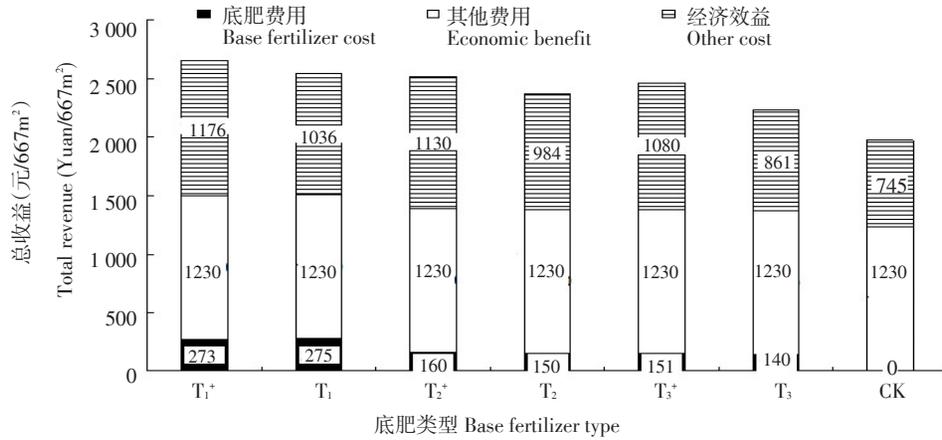


图1 不同底肥类型对马铃薯经济效益的影响

Figure 1 Effects of different base fertilizer types on economic benefits of potato

60.33%和2 231 kg/667m², 与对照相比, 单株结薯数和产量表现差异显著, 大中薯率表现差异不显著。

图1是试验中水溶肥、复合肥、掺混肥及添加增效剂处理对马铃薯经济效益的影响分析, 其中底肥费用按肥料购入价格水溶肥5.5元/kg、复合肥3.0元/kg、掺混肥2.8元/kg、肥料增效剂5.0元/kg计算得出, 而马铃薯块茎按均价1.0元/kg计算, 得出所有处理总收益排序为T₁⁺ > T₁ > T₂⁺ > T₃⁺ > T₂ > T₃ > CK, 但扣除底肥和其他管理费用后, 其经济效益排序则为T₁⁺ > T₂⁺ > T₃⁺ > T₁ > T₂ > T₃ > CK, 经济效益超过1 000元/667m²的处理有4个, 分别为水溶肥添加增效剂、复合肥添加增效剂、掺混肥添加增效剂和水溶肥单一施用处理, 而复合肥和掺混肥单一施用处理的经济效益相对较低, 但也高于对照的745元/667m²。

3 讨论

马铃薯在各个生长阶段, 均需要不同量不同类的养分供应, 施肥是满足马铃薯植株生长需求的有效手段。在施肥对马铃薯生长发育及产量品质方面的影响研究, 已经有试验证实其正向的促进作用^[6-11]。试验通过基施3种不同类型肥料与空白对照相比较, 得出结论: 水溶肥、复合肥和掺混肥基施50 kg/667m², 马铃薯植株的根长度、根数、根鲜重、株高、茎粗、主茎数以及单株结薯数、大中薯率和小区产量的表现均好于对照。

而对于肥料增效剂在马铃薯生产中的添加及使

用也早已有研究者开始关注, 如管青霞等^[12]研究化肥增效剂在一草三膜覆盖马铃薯上的应用, 结果表明, 常规施肥总量减少5%以内时, 配合施用化肥增效剂150 kg/hm², 对马铃薯产量有明显提高。叶巍等^[13]研究了肥料增效剂在秋马铃薯上的应用, 结果表明, 冲施肥料增效剂的数量多少与马铃薯产量和商品薯率的高低成正比。周小丽等^[14]研究春季马铃薯应用增效复合肥效果, 表明施增效复合肥有明显的节肥增产效果。张智芳和杨海鹰^[15]的研究也认为喷施增效剂可以提高马铃薯产量、商品薯率, 但对马铃薯块茎淀粉含量没有明显影响。本研究通过3种不同底肥添加10%增效剂进行对比试验, 得出结论: 3种肥料均在添加增效剂后加强了肥效, 促进马铃薯的生长发育和产量形成, 除复合肥处理的单株结薯数外, 其余测定指标的数值均表现为添加增效剂的处理高于未添加处理(主茎数的数值为低于), 所以再一次验证了肥料增效剂的少量即可达到高效的结论。

经济效益是推动马铃薯生产发展的又一重要因素。社会发展和人民生活水平的提高都离不开经济发展, 农民种植马铃薯首要关注点就是经济效益, 施肥可以使得马铃薯产量增加, 但是施肥量、施肥方式和种类, 均直接通过产量和成本投入影响着经济效益^[16-18]。试验中不同底肥处理的马铃薯经济效益差异也很明显, 因为肥料种类的价格不同, 直接影响了经济效益, 经济效益超过1 000元/667m²的4个

处理依次为: 水溶肥添加增效剂、复合肥添加增效剂、掺混肥添加增效剂和水溶肥单一施用处理。

另外, 无论是哪种底肥类型, 其肥效是有一定时间范围的, 尤其是水溶肥, 肥效相对短, 所以底肥施肥量在一定范围内对马铃薯前期植株生长影响较大, 待至块茎膨大期, 底肥量对其影响变小, 认为追肥成为主要影响因素, 本试验并没有研究追肥因素的影响, 有待于继续深入研究。

[参 考 文 献]

[1] 刘如霞. 定边县马铃薯栽培中存在的问题及发展对策 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.

[2] 曹崇臣. 陇中地区地膜马铃薯复种大白菜栽培技术 [J]. 农业科技与信息, 2008(21): 12-13.

[3] 王云龙. 马铃薯栽培技术研究 [J]. 北京农业, 2015(2): 32.

[4] 李燕青. 不同类型有机肥与化肥配施的农学和环境效应研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.

[5] 中华人民共和国农业部. NY/T 2940-2016 马铃薯种质资源描述规范 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2017.

[6] 李凯, 张国辉, 郭志乾, 等. 叶面喷施铁锌锰微肥对马铃薯生长、品质与产量的影响 [J]. 作物研究, 2018, 32(1): 28-30, 34.

[7] 张丽荣, 郭成瑾, 沈瑞清, 等. 不同生物有机肥对马铃薯生长和产量的影响以及防治黑痣病的效果 [J]. 江苏农业科学, 2017, 45

(14): 66-68.

[8] 冯志文, 康跃虎, 万书勤, 等. 控失肥作为基肥对滴灌施肥马铃薯生长和品质的影响 [J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(1): 54-62.

[9] 杨德桦. 不同施肥量和不同施肥方式对襄阳地区马铃薯产量、养分积累规律和品质的影响 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2012.

[10] 丁海兵, 雷尊国, 邓宽平, 等. 不同施肥水平对马铃薯农艺性状及产量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(28): 12338-12339.

[11] 赵亮. 钾肥对马铃薯产量和品质的影响 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2012.

[12] 管青霞, 李城德, 焦志勋. 化肥增效剂在一草三膜覆盖马铃薯上应用试验初报 [J]. 农业科技与信息, 2018(3): 5-6.

[13] 叶巍, 陈洪江, 于海宁. 肥料增效剂在秋马铃薯上的应用研究 [J]. 中国农技推广, 2016, 32(10): 52-53.

[14] 周小丽, 孙建群, 王孝兵, 等. 春季马铃薯应用增效复合肥料效果初探 [J]. 上海农业科技, 2009(1): 86-87.

[15] 张智芳, 杨海鹰. 喷施植物光合作用生物增效剂对马铃薯产量和品质的影响 [J]. 内蒙古农业科技, 2012(1): 50-51.

[16] 周俊, 周如考. 多功能复混肥配方筛选及对土壤性质和马铃薯施肥利润的影响 [J]. 中国马铃薯, 2016, 30(6): 349-355.

[17] 王亚艺. 青海省半干旱区马铃薯施肥调查分析 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(5): 286-291.

[18] 廖佳丽. 水肥管理对旱地马铃薯生长和水分利用效率及土壤肥力的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.

丁香吩[®]





亚达益农

马铃薯晚疫病防治剂



保定市亚达益农农业科技有限公司（原保定市亚达化工有限公司）成立于1997年，是国家定点农药企业，多年来先后获得过河北省高新技术企业、国家科技成果推广示范企业、重合同守信誉企业、消费者信得过企业等荣誉称号。

我公司独家配方生产的植物源农药“丁香吩”牌丁香吩经过多年的推广应用，对预防和治疗马铃薯晚疫病效果显著，具有速效治疗、长效保护、低毒绿色、无交互抗性等特点，是“减药增效”和替代化学药剂的选择产品。

我公司多年来始终坚持“以质量求生存、以信誉求发展，为客户服务、让农民满意”的方针，坚持贯彻国家“农药减量增效、使用零增长”的发展目标，愿与大家携手共进、共同合作、共谋发展；联系电话：0312-8683157