

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2023)02-0137-07

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2023.02.006

土壤肥料

# 减施磷钾基肥喷施叶面肥对马铃薯生长发育及产量的影响

潘 擎<sup>1</sup>, 冯国惠<sup>2\*</sup>

(1. 黑龙江省庆丰农场有限公司, 黑龙江 鸡西 158305; 2. 北大荒信息有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:** 科学施用基肥, 适当喷施叶面肥不仅可以提高肥料利用率, 还有利于马铃薯植株后期的生长发育。为探索减施磷钾基肥喷施叶面肥对马铃薯生长发育和产量的影响, 试验设置了5个处理: 一次性施入基肥的常规施肥量(CK)、80%磷钾基肥+喷施叶面肥2次(T1)、80%磷钾基肥+清水对照(T2)、60%磷钾基肥+喷施叶面肥2次(T3)、60%磷钾基肥+清水对照(T4), 研究不同施肥处理对马铃薯株高、茎粗、LAI、SPAD值及块茎产量影响。与CK相比, T1处理各项指标表现较好, 其中株高、LAI、SPAD值、商品薯率和产量均为最佳, 茎粗、单株薯重和单株结薯数则CK表现最佳, T1为其次, 但两者差异不显著。经济效益方面虽然T1处理成本投入升高, 但净产值也有所增加, 比CK处理高出8.06%, 理论上增加收入262元/667m<sup>2</sup>, 这对生产者意义重大。所以, 该施肥方式可以作为马铃薯减肥增效生产的参考。

**关键词:** 马铃薯; 叶面肥; 产量; 经济效益

## Effects of Reducing Phosphorus and Potassium Base Fertilizer Application Rate Combined with Spraying Additional Foliar Fertilizer on Potato Growth and Yield

PAN Qing<sup>1</sup>, FENG Guohui<sup>2\*</sup>

(1. Qingfeng Farm Co., Ltd., Jixi, Heilongjiang 158305, China;

2. Beidahuang Information Co., Ltd., Harbin, Heilongjiang 150030, China)

**Abstract:** Scientific application of base fertilizer and proper spraying of foliar fertilizer could not only improve the utilization rate of fertilizer, but also be beneficial to the growth and development of potato plants in the later stage. To understand the effect of reducing phosphorus and potassium base fertilizer application rate combined with topdressing additional foliar fertilizer on potato growth and yield, five treatments were set up in the experiment: one-time application of basic fertilizer (CK), 80% P-K base fertilizer + foliar fertilizer spraying twice (T1), 80% P-K base fertilizer + equal amount of water (T2), 60% P-K base fertilizer + foliar fertilizer spraying twice (T3), 60% P-K base fertilizer + equal amount of water (T4). The effects of different fertilization treatments on potato plant height, stem diameter, LAI, SPAD value and tuber yield were studied. Compared with CK, all indexes of T1 treatment performed well. Plant height, LAI, SPAD value, marketable tuber percentage and yield of T1 treatment were the best, while stem diameter, tuber yield per plant and number of tuber per plant of CK were the best, followed by T1, but there was no significant difference between

收稿日期: 2023-03-28

基金项目: 黑龙江省重点研发计划项目(2022ZX01A25); 科技部科技创新新一代人工智能2030重大专项(2021ZD0110900)。

作者简介: 潘擎(1988-), 男, 农艺师, 主要从事农业生产管理, 新技术引进、示范、培训、推广工作。

\*通信作者(Corresponding author): 冯国惠, 高级农艺师, 研究方向为智慧农业, E-mail: 305429901@qq.com。

them. In terms of economic benefits, although the cost of T1 treatment increased, the net output value also increased, which was 8.06% higher than that of CK. In theory, the income could be increased by 262 Yuan/667m<sup>2</sup>, which was of great significance to producers. Therefore, this fertilization method (T1 treatment) could be used as a reference for potato production to reduce chemical fertilizer usage and increase efficiency.

**Key Words:** potato; foliar fertilizer; yield; economic benefit

马铃薯是喜肥作物, 要获得高产, 肥料必需施足。然而, 中国马铃薯生产上存在过度依赖化学肥料的现象, 极易引发严重的环境污染、生态失衡和边际递减效应问题<sup>[1]</sup>。为加快推进化肥减量增效, 研究者主要从配方施肥、精准施肥、替代施肥和改进施肥方式等方面进行试验。梁玲玲等<sup>[2]</sup>减施专用肥, 配施各种新型肥料和生物有机肥, 有效提高马铃薯产量的同时增加了养分累积量。王真等<sup>[3]</sup>通过减施化肥, 增施有机肥+腐植酸肥试验, 不仅提高产量, 也改善了块茎品质。张嘉英<sup>[4]</sup>研究了马铃薯精准施肥机, 填补了国内马铃薯种植精准施肥机的市场空白。官利兰等<sup>[5]</sup>利用缓释复合肥替代常规复合肥, 显著提高了马铃薯的商品薯产量, 总产值和利润也有所增加。李成晨等<sup>[6]</sup>研究化肥减施和施肥方式对马铃薯产量的影响, 结果表明水肥一体化滴灌施肥方式能够一次性集中施肥, 更符合马铃薯的生长需要, 促进其地上部分的生长。

本试验通过减少磷钾基肥的施入量, 在马铃薯块茎形成期和块茎膨大期喷施叶面肥补充磷钾的方式, 设置不同处理, 研究其对马铃薯生长发育、块茎性状及产量的影响。并结合商品薯率分析产值和利润, 以验证施肥方式的有效性, 研究结果可为马铃薯生产中肥料利用效率的提高提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在黑龙江省庆丰农场有限公司第一管理区进行。农场地处N 45°47', E 133°3', 属于中温带大陆性季风气候, 一年四季分明, 降水丰沛。供试土壤类型棕壤土, 有机质含量 46.87 g/kg, 碱解氮 227.54 mg/kg, 有效磷 17.95 mg/kg, 速效钾

186.88 mg/kg。

### 1.2 试验肥料

基肥: 尿素(N≥46%), 磷酸二铵(N≥18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>≥46%), 硫酸钾(K<sub>2</sub>O≥52%)。

叶面肥: 磷酸二氢钾(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>≥52%, K<sub>2</sub>O≥34%)。

### 1.3 试验设计

于2021年5月1日播种, 9月18日收获。试验品种为‘克新13号’(原种), 采用随机区组设计, 共设5组处理, 每个处理3次重复, 小区面积32 m<sup>2</sup>。除施肥处理不同外, 其他管理措施均按照当地常规管理方法。对照(CK): 一次性施入基肥, 常规施肥量; T1: 磷钾肥减施20%, 现蕾期和盛花期各喷施磷钾叶面肥1次; T2: 磷钾肥减施20%, 现蕾期和盛花期喷洒清水对照; T3: 磷钾肥减施40%, 现蕾期和盛花期各喷施磷钾叶面肥1次; T4: 磷钾肥减施40%, 现蕾期和盛花期喷洒清水对照。具体施肥量见表1。

### 1.4 测定项目及方法

试验测定植株性状在二次喷肥一周后调查, 产量性状于收获期调查。

株高: 从土壤表面到主茎顶端的高度, 每小区随机调查10株, 取平均值。

茎粗: 用游标卡尺测量近植株基部茎的最粗处直径, 每小区随机调查10株, 取平均值。

叶绿素SPAD值: 晴朗天气, 利用SPAD-502型叶绿素测定仪测定植株倒4和倒8叶顶小叶叶脉两侧顶端的SPAD值, 随机选取10株, 取平均数。

叶面积指数: 采用鲜重法, 打孔取样称重换算<sup>[7]</sup>。将马铃薯整株叶片摘下, 随机选取20片叶对齐擦紧, 用截面积为1 cm<sup>2</sup>的打孔器沿叶脉打孔, 称取小圆叶鲜重和整株叶片的总鲜重。单株叶总面积(cm<sup>2</sup>) = 20 × W/w, 其中, w(g)为20片小圆叶的重量, W(g)为植株叶片的总鲜重; 叶面

积指数(LAI) = 单株叶总面积/单株占地面积。

单株薯重和单株结薯数：每小区随机抽取 10 株计数，取平均值。

商品薯率：单薯重 75 g(含)以上为大中薯，收获时分级后称重，计算商品薯率。

产量：整个小区全部收获计算产量，取 3 次重复的平均值。

1.5 数据处理

采用 DPS v7.05 软件和 Excel 2007 进行数据处理，多重比较分析均采用 LSD 法。

表 1 不同处理基肥及追肥量

Table 1 Amount of base fertilizer and topdressing under different treatments

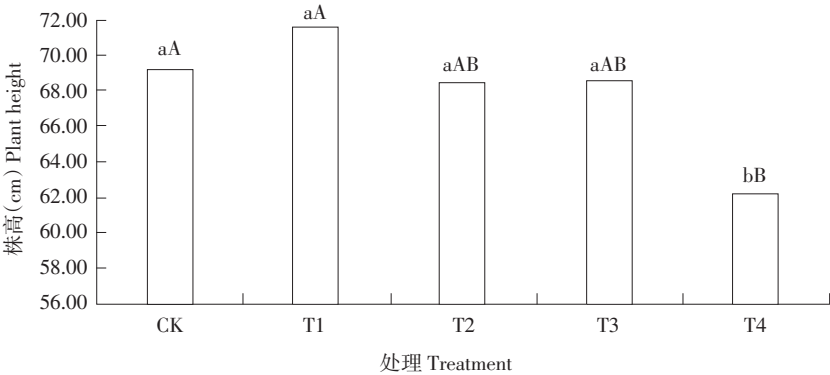
| 处理<br>Treatment | 基肥(kg/667m <sup>2</sup> ) Base fertilizer |                               |                  | 叶面肥                                    |
|-----------------|-------------------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------------------|
|                 | N                                         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Topdressing                            |
| CK              | 16                                        | 20                            | 20               | —                                      |
| T1              | 16                                        | 16                            | 16               | 现蕾期和盛花期各喷施磷钾叶面肥 1 次，每次 200 g 兑水 15 kg。 |
| T2              | 16                                        | 16                            | 16               | 等量清水                                   |
| T3              | 16                                        | 12                            | 12               | 现蕾期和盛花期各喷施磷钾叶面肥 1 次，每次 200 g 兑水 15 kg。 |
| T4              | 16                                        | 12                            | 12               | 等量清水                                   |

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理的株高和茎粗

对不同处理间的马铃薯株高进行方差分析，结果  $F = 6.03 > F_{0.05} = 3.84$ ，说明株高的处理间差异达显

著水平。T1 处理株高最高，平均值为 71.53 cm，CK、T2 和 T3 株高分别为 69.17，68.43 和 68.50 cm，处理间存在差异但不显著；而 T4 处理表现最低，株高为 62.23 cm，与 T2、T3 处理差异显著，与 T1 和 CK 处理间差异达极显著水平(图 1)。



注：处理平均值标有不同小写和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著，采用最小显著差数(LSD)法测验。下同。

Note: Treatment means marked with different lowercase and uppercase letters indicate significant difference at the levels of 0.05 and 0.01 of probability, respectively, as tested by using least significant difference (LSD) test method. The same below.

图 1 不同施肥处理马铃薯株高的比较

Figure 1 Comparison of plant height of potato under different fertilization treatments

通过马铃薯不同施肥处理间茎粗的方差分析表明， $F = 6.42 > F_{0.05} = 3.84$ ，说明茎粗的处理间差异也达到了显著水平。CK 处理的茎粗最大，为

10.92 mm；其次是 T1，为 10.78 mm，这两个处理间差异不显著；T3 处理的茎粗为 9.99 mm，比 CK 低，但差异仍未达显著；而 T2 和 T4 处理的茎粗

为 9.69 和 9.21 mm, 这两个处理间差异不显著, 但与 CK 和 T1 差异均达显著水平, 其中 T4 处理差异达极显著水平(图2)。

## 2.2 不同施肥处理的叶面积指数和 SPAD 值

处理叶面积指数间方差分析结果为  $F = 8.44 > F_{0.01} = 7.01$ , 说明处理间该指标的差异达极显著水

平。T1 处理最高, 为 4.84, 其次是 CK, 为 4.63, 两者之间差异不显著; 而 T3、T2 分别为 4.39 和 4.27, 与 CK 差异不显著, 但显著低于 T1 处理; T4 表现为所有处理中的最低值, 仅为 3.87, 极显著低于 CK 和 T1, 显著低于 T3, 与 T2 差异不显著(图3)。

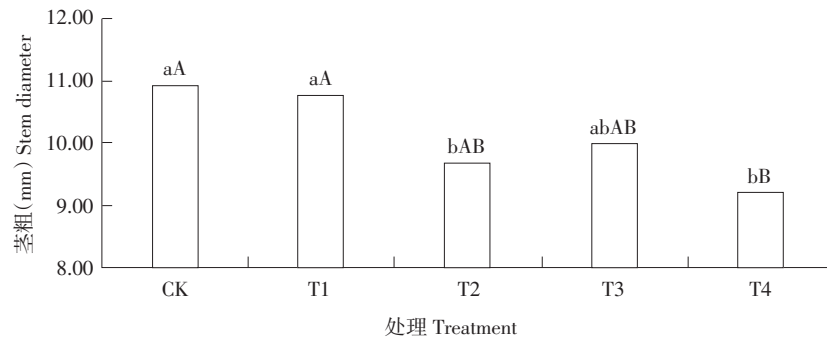


图2 不同施肥处理马铃薯茎粗的比较

Figure 2 Comparison of stem diameter of potato under different fertilization treatments

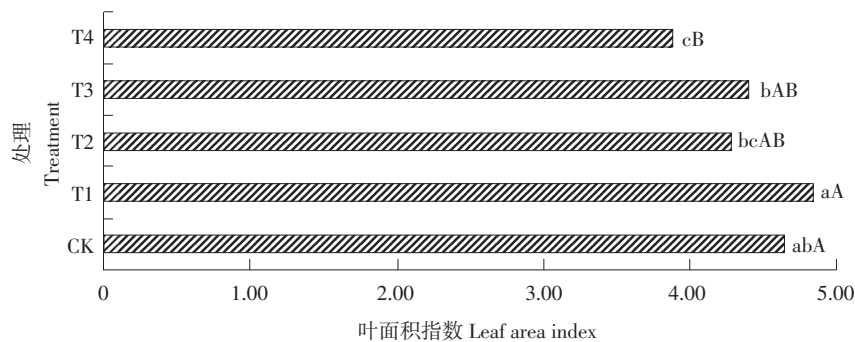


图3 不同施肥处理叶面积指数的比较

Figure 3 Comparison of leaf area index of potato under different fertilization treatments

试验还测定了施肥处理后马铃薯叶片的 SPAD 值, 方差分析结果表明,  $F = 7.46 > F_{0.01} = 7.01$ , 说明处理间该指标的差异达极显著水平。T1 处理的 SPAD 值最高, 为 50.70, 其次是 CK, 值为 47.39, 两者差异不显著; 另外 3 个处理的 SPAD 值均低于 CK, T2~T4 分别为 47.17、46.63 和 42.79, 其中 T4 处理极显著低于 T1, T2、T3 与 CK 差异不显著, 但均显著低于 T1(图4)。

## 2.3 不同施肥处理的块茎性状及产量

各处理马铃薯收获时块茎性状及产量的测定

结果见表2。进行方差分析后得出处理间的单株薯重  $F = 8.62 > F_{0.01} = 7.01$ , 单株结薯数  $F = 3.85 > F_{0.05} = 3.84$ , 商品薯率  $F = 9.03 > F_{0.01}$ , 折合产量  $F = 14.04 > F_{0.01}$ , 说明试验处理间单株薯重、商品薯率和产量差异达极显著水平, 单株结薯数差异为显著水平。CK 的单株薯重和单株结薯数表现为最高, 与 T1、T2 处理间差异均不显著, 但单株薯重与 T3、T4 差异极显著, 单株结薯数与 T3 差异不显著, 而与 T4 差异表现为显著; T1 的商品薯率和产量表现为最高, 与 CK 之间的差异不显著, 商

品薯率与T2差异不显著,但极显著高于T3和T4,产量则极显著高于T2、T3和T4;所有处理中T4的各项指标均为表现最差的,产量比CK降低28.42%,减产明显。从表2还可以看出,与CK相比,仅T1处理产量增加,增产百分比达7.46%,T2和T3处理减产。结果说明,T1处理喷施磷钾叶面肥可以很好的缓解基肥不足对马铃薯产量带来的负面影响。

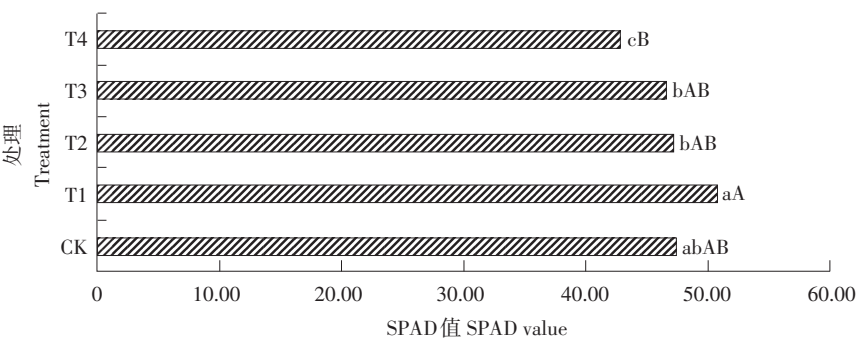


图4 不同施肥处理SPAD值的比较

Figure 4 Comparison of SPAD value of potato under different fertilization treatments

| 表2 不同施肥处理块茎性状及产量比较                                                                              |                            |                                     |                                        |                                 |                                    |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Table 2 Comparison of tuber traits and yield of potato under different fertilization treatments |                            |                                     |                                        |                                 |                                    |                             |
| 处理<br>Treatment                                                                                 | 单株薯重(g)<br>Yield per plant | 单株结薯数(No.)<br>Tuber umber per plant | 商品薯率(%)<br>Marketable tuber percentage | 产量 Yield                        |                                    | 较CK±(%)<br>Compared with CK |
|                                                                                                 |                            |                                     |                                        | 小区产量(kg/32m²)<br>Yield per plot | 折合产量(kg/667m²)<br>Equivalent yield |                             |
| CK                                                                                              | 1 641 aA                   | 9.47 aA                             | 83.87 aAB                              | 211.9 abAB                      | 4 418                              | —                           |
| T1                                                                                              | 1 484 aAB                  | 8.77 abA                            | 85.57 aA                               | 227.7 aA                        | 4 746                              | 7.46                        |
| T2                                                                                              | 1 383 abAB                 | 7.87 abA                            | 78.83 abAB                             | 201.3 bcBC                      | 4 196                              | -5.02                       |
| T3                                                                                              | 1 061 bcBC                 | 8.13 abA                            | 69.00 bcBC                             | 185.6 cBC                       | 3 869                              | -12.43                      |
| T4                                                                                              | 815 cC                     | 6.67 bA                             | 63.17 cC                               | 151.7 dC                        | 3 163                              | -28.42                      |

注：同列处理平均值标有不同小写和大写字母分别表示在0.05和0.01水平上差异显著,采用最小显著差数(LSD)法。下同。

Note: Treatment means in the same column followed by different lowercase and uppercase letters indicate significant difference at the levels of 0.05 and 0.01 of probability, respectively, as tested using least significant difference (LSD) test method. The same below.

2.4 不同施肥处理的经济效益

农作物的经济效益取决于种植成本、产量和销售价格。表3是试验马铃薯的经济效益分析,其中销售价格在当地马铃薯大量上市的保守价格,所以净产值也相对保守,主要目的是比较不同处理间的产值差。可以看出仅T1处理的经济效益高于常规施肥的CK,净产值高出百分比为8.06%,理论上增加收入262元/667m²,其他3个处理的净产值均低于CK,T2减幅相对低,为9.02%,而T3和T4降幅很大,达到26.35%和44.60%。

3 讨 论

氮磷钾是马铃薯生长发育需要最多的三要素,土壤中又常缺乏,所以必须经施肥加以补充,但持续超量施用化肥导致肥料利用率低,大量养分元素流失进入环境,造成生态环境污染<sup>[8]</sup>。诸多科研工作者对马铃薯生产中减施化肥,提高氮磷钾元素利用效率的方法进行研究。杜二小<sup>[9]</sup>在减施氮肥基础上,设置配施不同新型肥料处理,得出结论为有机肥替代氮肥可改善土

表3 不同施肥处理经济效益比较

Table 3 Comparison of economic benefits of potato under different fertilization treatments

| 处理<br>Treatment | 商品薯<br>(kg/667m <sup>2</sup> )<br>Marketable<br>tuber | 小薯<br>(kg/667m <sup>2</sup> )<br>Small sized<br>tuber | 理论产值<br>(元/667m <sup>2</sup> )<br>Theoretical output value<br>(Yuan/667m <sup>2</sup> ) | 成本(元/667m <sup>2</sup> ) Total cost (Yuan/667m <sup>2</sup> ) |                          |                             |                             | 净产值<br>(元/667m <sup>2</sup> )<br>Net output value<br>(Yuan/667m <sup>2</sup> ) | 较CK±(%)<br>Compared with<br>CK |
|-----------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                 |                                                       |                                                       |                                                                                         | 种薯<br>Seed<br>potato                                          | 基肥<br>Base<br>fertilizer | 叶面肥<br>Foliar<br>fertilizer | 总用工费<br>Total labor<br>cost |                                                                                |                                |
| CK              | 3 705                                                 | 713                                                   | 4 061                                                                                   | 300                                                           | 112                      |                             | 400                         | 3 249                                                                          | —                              |
| T1              | 4 061                                                 | 685                                                   | 4 403                                                                                   | 300                                                           | 96                       | 16                          | 480                         | 3 511                                                                          | 8.06                           |
| T2              | 3 308                                                 | 888                                                   | 3 752                                                                                   | 300                                                           | 96                       |                             | 400                         | 2 956                                                                          | -9.02                          |
| T3              | 2 670                                                 | 1 199                                                 | 3 269                                                                                   | 300                                                           | 80                       | 16                          | 480                         | 2 393                                                                          | -26.35                         |
| T4              | 1 998                                                 | 1 165                                                 | 2 580                                                                                   | 300                                                           | 80                       |                             | 400                         | 1 800                                                                          | -44.60                         |

注: 商品薯价格按1元/kg计, 小薯价格按0.5元/kg计; 尿素成本3.2元/kg, 磷酸二胺成本3.5元/kg, 硫酸钾成本4.5元/kg, 磷酸二氢钾成本40元/kg; 喷叶面肥用工按80元/667m<sup>2</sup>计。

Note: Marketable tuber and small sized tuber are marketed as 1 Yuan/kg and 0.5 Yuan/kg, respectively. Costs of urea, diamine phosphate, potassium sulfate and potassium dihydrogen phosphate are 3.2 Yuan/kg, 3.5 Yuan/kg, 4.5 Yuan/kg and 40 Yuan/kg, respectively. Labor cost of foliar fertilizer application is calculated based on 80 Yuan/667m<sup>2</sup>.

壤理化性质、增加土壤保水性、提高水氮利用率, 促进了马铃薯产量和经济效益的提高。张猛<sup>[10]</sup>在化学磷肥减施40%的基础上, 设置一系列有机肥配施处理, 获得有机肥最佳配施量为4 500 kg/hm<sup>2</sup>。陈晓莉<sup>[11]</sup>在陕北旱区设置了不同品种、不同肥力水平和不同栽培方式的试验, 结果表明4个参试品种在减施50%化肥前提下, 均可保持较高产量, 且垄作滴灌栽培方式产量最高, 说明滴灌方式有利于马铃薯对肥料的利用率。秦永林等<sup>[12]</sup>还针对于内蒙古自治区滴灌马铃薯生产中的磷肥水肥一体化程度低、用量大、利用率低的问题, 建立了一项技术规程, 规范了磷肥的施用量、施用时间和配套栽培技术等关键要素。

关于减施基肥增施叶面肥的研究也已有作物进行报道, 如黄忠阳等<sup>[13]</sup>对甜瓜产量及品质的研究, 刘庆叶等<sup>[14]</sup>对水果黄瓜生长和产量的研究, 张盼盼等<sup>[15]</sup>对夏玉米产量、氮素累积和转运的研究, 平文超等<sup>[16]</sup>对减氮棉田冠层光分布及产量的影响研究。本研究通过减少磷钾基肥的施入量, 在马铃薯块茎形成期和块茎膨大期追喷高含量磷钾叶面肥方式, 设置不同处理, 研究其对马铃薯生长发育、块茎性状及产量的影响。结果表明, 磷钾基肥减施20%+喷施叶面肥2次的处理T1株高、LAI、SPAD值和块茎产量均比常规施肥量一

次性施入的处理CK表现好, 而茎粗、单株薯重和单株结薯数虽然是CK表现最佳, 但与T1差异不显著; 产值方面T1处理成本投入略大, 但利润表现为增加, 比CK处理高出8.06%, 理论上增加收入262元/667m<sup>2</sup>, 这对生产者意义重大; 另外T2、T3、T4处理无论是前期的植株生长, 还是后期的块茎发育均表现较差, 尤其是T4处理, 产量比CK减少28.42%, 利润降低44.60%, 减产减利十分明显, 完全不适合当地的马铃薯生产。

试验中对T2、T3处理的分析发现, 两者各测定指标存在差异, 但均表现不显著, 认为追喷高磷钾含量的叶面肥, 能够很好地补充马铃薯生长发育中对磷钾元素的需要, 叶面肥的优势就是可以被叶片迅速吸收, 且能够做到针对性补充养分, 是一种很好的补充施肥方式。所以马铃薯生产上可以减施基肥结合追施叶面肥, 采用科学施肥的手段, 以达到提高肥料利用效率的目的。而对于基肥减施量、追肥量、追肥时期和次数的最佳组合, 还需要进一步研究总结。

#### [参 考 文 献]

- [1] 仲乃琴, 刘宁, 赵盼, 等. 中国马铃薯化肥农药减施的现状与挑战[J]. 科学通报, 2018, 63(17): 1693-1702.

- [2] 梁玲玲, 周霞, 李志强, 等. 不同减肥技术对马铃薯养分高效利用的影响 [J]. 中国马铃薯, 2020, 34(3): 150-157.
- [3] 王真, 林团荣, 王伟, 等. 马铃薯化肥农药双减绿色生产技术研究 [J]. 中国农学通报, 2022, 38(21): 51-57.
- [4] 张嘉英. 滴灌模式下马铃薯精准施肥机的研究与实现 [D]. 张家口: 河北北方学院, 2022.
- [5] 官利兰, 冯锦乾, 何艺超, 等. 化肥减施下不同肥料对冬作马铃薯产量和经济效益的影响 [J]. 安徽农业科学, 2022, 50(11): 142-144, 172.
- [6] 李成晨, 索海翠, 罗焕明, 等. 化肥减施和施肥方式对马铃薯产量和块茎氮素积累的影响 [J]. 中国农业科技导报, 2021, 23(9): 173-183.
- [7] 周岑岑. 马铃薯生育期及形态建成的模拟研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2015.
- [8] 陈雷, 李江, 张若木, 等. 肥料增效剂在烟草减量施肥中的应用效果 [J]. 湖南农业科学, 2015, 353(2): 45-47.
- [9] 杜二小. 氮肥减施与替代对土壤特性及马铃薯产量和品质的影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2022.
- [10] 张猛. 化学磷肥减施有机配施对马铃薯生长发育及磷肥利用率的影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2020.
- [11] 陈晓莉. 陕北旱区马铃薯化肥减施增效和水肥高效利用品种筛选研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2021.
- [12] 秦永林, 樊明寿, 崔石新, 等. 内蒙古滴灌马铃薯磷肥减施增效技术规程 [J]. 磷肥与复肥, 2021, 36(2): 14-16.
- [13] 黄忠阳, 陈莉莉, 李伟明, 等. 化肥减施条件下配施中微量元素肥及氨基酸叶面肥对甜瓜产量及品质的影响 [J]. 长江蔬菜, 2020(2): 21-23.
- [14] 刘庆叶, 马明, 张宗俊, 等. 化肥减施条件下土壤改良剂及氨基酸叶面肥对水果黄瓜生长和产量的影响 [J]. 长江蔬菜, 2021(24): 65-68.
- [15] 张盼盼, 党永富, 李川, 等. 氮肥减施下施用炭吸附聚谷氨酸叶面肥对夏玉米产量、氮素累积和转运的影响 [J]. 玉米科学, 2022, 30(3): 143-150.
- [16] 平文超, 石学萍, 蒋建勋, 等. 盐碱旱地减氮增施叶肥对棉花光合特征产量和品质的影响 [J]. 新疆农业科学, 2020, 57(11): 1971-1978.

(上接第 136 页)

- [2] 白小东, 杜珍. 大同丘陵山区马铃薯高产高效种植技术 [J]. 内蒙古农业科技, 2011(2): 111-112.
- [3] 杨慧红. 甘肃地区早春马铃薯高产高效栽培技术和模式 [J]. 广东蚕业, 2022, 56(6): 51-53.
- [4] 杨艳会, 孙雪花, 程艳平. 马铃薯种植管理技术 [J]. 河南农业, 2023(4): 50.
- [5] 韩忠奎, 刘克文, 蔡兴奎. 湖北早熟马铃薯高垄全覆膜栽培技术 [J]. 长江蔬菜, 2016(17): 41-43.
- [6] 恩施土家族苗族自治州市场监督管理局. DB4228/T 48—2020 马铃薯-玉米-大豆复合种植模式技术规程 [S]. 恩施土家族苗族自治州: 恩施土家族苗族自治州市场监督管理局, 2020.
- [7] 张丽琼. 马铃薯常见病虫害的发生和防治 [J]. 农业技术与装备, 2020(4): 132-133.