基于磷尾矿创制的钙镁肥对马铃薯生长及产量的影响

余孝娜[1,2]，孙玉翠[1]，衣玉卓[1,2]，王梦琪[1,2]，李莹莹[1]，李　恒[1]

（1. 云南云天化股份有限公司 研发中心，云南 昆明　650228；2. 云南大学 资源植物研究院，云南 昆明　650504）

［摘　要］钙镁中量元素在马铃薯生长发育过程中发挥着重要作用。为研究磷尾矿活化后制备的1#、2#钙镁肥对马铃薯生长及产量的影响，以市售3#常规钙镁肥为对比，在常规施肥基础增施钙镁肥进行田间试验。结果表明：增施3种钙镁肥对马铃薯的生长及产量具有促进作用，且以1#、2#钙镁肥料促进效果更好。与常规施肥相比，增施1#钙镁肥在马铃薯生长后期株高提高5.95%～26.40%，整个生育期内茎粗增加5.40%～10.10%，产量为37 455 kg/hm^2，产量较常规施肥提高20.86%；增施2#钙镁肥马铃薯生长后期株高提高9.92%～27.25%，整个生育期内茎粗增加4.95%～13.13%，产量为37 363 kg/hm^2，产量较常规施肥提高20.56%；增施1#、2#钙镁肥料马铃薯的产量较3#分别提高了3.18%、2.93%，更有利于马铃薯的生长及产量形成。

［关键词］钙镁肥；马铃薯；生长；产量

［中图分类号］S143.7+2；S532　　［文献标志码］A　　［文章编号］2097-4566（2026）07-0107-05

Effects of calcium and magnesium fertilizer based on phosphorus tailings on the growth and yield of potato

YU Xiaona[1,2], SUN Yucui[1], YI Yuzhuo[1,2], WANG Mengqi[1,2], LI Yingying[1], LI Heng[1]

(1. *Research and Development Center, Yunnan Yuntianhua Co., Ltd., Kunming* 650228, *China*;
2. *Institute of Resource and Plants, Yunnan University, Kunming* 650504, *China*)

Abstract: Calcium and magnesium elements play an important role in the growth and development of potato plants. In order to study the effects of the 1# and the 2# calcium and magnesium fertilizer prepared by activating the phosphorus tailings on the growth and yield of potato plants, with the 3# conventional calcium and magnesium fertilizer on the market as contrast, the field test is implemented by applying 1#, 2#, 3# calcium and magnesium fertilizer on the basis of conventional fertilization. The results show that the application of 3 kinds of calcium and magnesium fertilizers can promote the growth and yield of potato, and the effect of 1# and 2# calcium and magnesium fertilizer is better. Compared with conventional fertilization, the plant height of potatoes with 1# calcium and magnesium fertilizer is increased by 5.95%-26.40% in late growth stage, and stem diameter is increased by 5.40%-10.10% in the whole growth period, and the yield is 37 455 kg/hm^2, which is 20.86% higher than that of conventional fertilization. The plant height of potatoes with 2# calcium magnesium fertilizer is increased by 9.92%-27.25% in late growth stage, and stem diameter in the whole period is increased by 4.95%-13.13%, and the yield is 37 363 kg/hm^2, which is 20.56% higher than that of conventional fertilizer. Compared with the application of 3# calcium and magnesium fertilizer, the potato yields of 1# and 2# calcium and magnesium fertilizer treatments are increased by 3.18% and 2.93%, respectively, indicating they are more beneficial to potato growth and yield formation.

Key words: calcium and magnesium fertilizer; potato; growth; yield

马铃薯又名土豆、洋芋，属茄科茄属草本植物，是世界继玉米、水稻、小麦后的第四大粮食作物[1]，在云南省，马铃薯是仅次于水稻和玉米的第三大主要粮食作物[2]，且已形成规模化种植[3]。该地区马铃薯种植普遍只注重氮磷钾大量元素肥料的投入，导致土壤里中量元素钙镁缺乏，在一定程度上限制了马铃薯产量和品质提高。

中量元素钙镁在作物的生长发育中至关重

收稿日期：2024-12-16；　**修回日期**：2025-12-18

作者简介：余孝娜（1999—　），女，云南曲靖人，在读硕士研究生，主要从事肥料产品效果评价。

通信作者：孙玉翠，女，高级工程师，主要从事新型肥料工艺及产品开发与应用研究。

基金项目：云南省科技厅科技计划项目（202202AE090034）；云南云天化股份有限公司科技项目（YTH-LYYZX-YF-2022-05）

要[4-6]，进而对作物的生长和产量起到重要作用。马铃薯是喜肥作物，在栽培过程中，其产量和品质受肥料的影响较大，合理地施用肥料对马铃薯块茎的生长及产量提高具有重要作用。

因此，以不施肥为对照，以常规施肥为对比，开展自制和市售钙镁肥料对马铃薯生长和产量的影响试验，为马铃薯种植合理增施中量元素肥料提供技术支撑，也为自制钙镁肥料的应用提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试马铃薯品种为昭通市主栽品种“宣薯2号”，中晚熟品种，平均生育期100 d左右，种薯切块大小为50 g左右，由昭通市昭阳区西魁种植专业合作社提供；供试肥料为硫酸钾型复合肥（15-5-26），为当地传统种植马铃薯使用的复合肥；中量元素肥料（1#钙镁肥），w（有效钙）16.0%，w（有效镁）6.0%，颗粒产品；增效中量元素肥料（2#钙镁肥），w（有效钙）16.0%，w（有效镁）6.0%，w（腐植酸）1%，颗粒产品；常规钙镁肥（3#钙镁肥），w（有效钙）20.0%，w（有效镁）6.0%。1#和2#钙镁肥是在常温常压条件下对磷尾矿进行活化后再造粒制备的颗粒肥料，生产条件温和，能耗低，2#钙镁肥中添加了腐植酸；3#钙镁肥是高温高压条件下烧制的市售钙镁肥，生产条件严格，能耗高。

1.2 试验地概况

试验地位于云南省昭通市靖安镇西魁坪子马铃薯种植基地，属于低纬度高海拔冷凉区，昼夜温差大，常年平均气温为15.2 ℃，年降雨量为900 mm，当地气候相对适合马铃薯的生长。试验地土壤以壤土为主，pH为5.04，w（有机质）为62.14 g/kg，w（全氮）为4.2 g/kg，w（有效磷）为12.12 mg/kg，w（速效钾）为258 mg/kg，w（交换性钙）为1 464 mg/kg，w（交换性镁）为107 mg/kg。

1.3 试验设计

试验采取随机区组排列设计，每个处理重复3次，每个小区40 m^2（5 m × 8 m），采取双行垄作种植方式，小区4垄，行距0.3 m、株距0.3 m、垄间距0.6 m，小区之间设置保护行。共设置5个处理：处理CK，不施肥；处理CF，常规施肥（硫酸钾型复合肥），用量为1 200 kg/hm^2；处理T1，常规施肥+1#钙镁肥，硫酸钾型复合肥用量1 200 kg/hm^2，1#钙镁肥用量600 kg/hm^2；处理T2，常规施肥+2#钙镁肥，硫酸钾型复合肥用量1 200 kg/hm^2，2#钙镁肥用量600 kg/hm^2；处理T3，常规施肥+3#钙镁肥，硫酸钾型复合肥用量1 200 kg/hm^2，3#钙镁肥用量600 kg/hm^2。肥料作为基肥一次性施入，不进行追肥；施肥方式采取穴施，其他管理方式同常规田间种植一致。试验于2023年3月9日播种，8月27日收获测产。

1.4 测定项目及方法

在马铃薯苗期、块茎形成期及块茎膨大期分别采集植株，每小区取长势均匀一致的4株植株进行株高、茎粗及叶片SPAD值的测定。株高采用尺量法测定，茎粗采用游标卡尺测定，叶片SPAD值采用SPAD-502叶绿素测定仪测定。然后将其整株挖出带回实验室，清洗干净后分解为根、茎、叶、块茎4个器官，取各器官鲜样100 g，放置于105 ℃的烘箱中杀青30 min，然后在75 ℃下烘干至恒质量后，最后称量各器官的干物质质量。马铃薯收获时，选取每个小区中间两垄15 m^2面积的马铃薯进行产量测定，同时测定单株结薯数、单株薯质量、商品薯率。测定商品薯率时，薯块质量大于100 g为商品薯。土壤样品采集选用五点取样法，挖取耕层0～20 cm处的土壤，混合后风干，送至云南省化工产品质量检测中心检测土壤养分含量。

1.5 数据分析

采用Microsoft Excel 2007对试验数据进行整理，SPSS 27.0软件对数据进行处理和显著性分析（$P \leqslant 0.05$）。

2 结果分析

2.1 不同钙镁肥料对土壤养分的影响

不同钙镁肥料对土壤养分的影响见表1。由表1可知，相较于CK处理，增施肥料土壤有机质含量呈下降趋势，但相较于CF，T1、T2、T3增施钙镁肥料处理有机质含量有所增加；增施各肥料处理对于土壤的全氮含量影响不明显；在土壤速效钾含量上，增施肥料后呈下降趋势；土壤有效磷含量相较于CK处理均呈现一定的增加趋势；增施肥料也

表1 不同钙镁肥料对土壤养分的影响

Table 1 Effect of different calcium and magnesium fertilizer on soil nutrients

处理	w（有机质）/（g·kg^{-1}）	w（全氮）/（g·kg^{-1}）	w（速效钾）/（mg·kg^{-1}）	w（有效磷）/（mg·kg^{-1}）	w（交换性钙）/（mg·kg^{-1}）	w（交换性镁）/（mg·kg^{-1}）
CK	63.9	3.96	683	40.0	681.3	72.9
CF	58.8	3.96	446	59.0	761.5	72.9
T1	59.8	3.90	393	54.8	661.3	60.8
T2	61.3	4.04	441	69.8	1 042.0	133.7
T3	60.9	3.98	309	43.5	961.9	109.4

在一定程度上提高了部分处理土壤中交换性钙、镁的含量。结果表明：增施钙镁中量元素肥料能够显著提高土壤中的有效磷养分含量，部分提高土壤中速效钾、交换性镁及交换性钙含量，对于提高土壤肥力有一定的作用。

2.2　不同钙镁肥料对马铃薯生长指标的影响

2.2.1　不同钙镁肥料对马铃薯株高的影响

不同钙镁肥料对马铃薯株高的影响见表2。由表2可知，在苗期，各处理株高差异不显著。块茎形成期，对比CK，市售钙镁肥处理T3株高差异不显著，株高增长率为15.10%，常规施肥处理CF以及自制钙镁肥处理T1、T2有显著性差异，株高增加率分别为18.46%、25.50%、30.20%；对比CF处理，T1、T2、T3处理株高差异均不显著。在块茎膨大期，对比CF处理，T1、T2、T3处理株高差异性显著，株高增加率分别为26.40%、27.25%、24.72%。另外，同一施肥处理从苗期到块茎形成期的生长速度大于块茎形成期到膨大期的生长速度。结果表明，苗期各施肥处理对马铃薯株高的影响一致；块茎形成期、块茎膨大期施用自制钙镁肥和市售钙镁肥均具有增加株高的作用；和市售钙镁肥对比，常温常压条件下磷尾矿活化后制备的钙镁肥料以及添加了腐植酸的钙镁肥料在营养生长期对株高促进作用更明显。

表2　不同钙镁肥料对马铃薯株高的影响

Table 2　Effect of different calcium and magnesium fertilizer on height of potato plants

处理	苗期/cm	块茎形成期/cm	块茎膨大期/cm
CK	19.1 a	29.8 a	34.1 a
CF	20.0 a	35.3 b	35.6 a
T1	18.9 a	37.4 b	45.0 b
T2	19.8 a	38.8 b	45.3 b
T3	18.5 a	34.3 ab	44.4 b

2.2.2　不同钙镁肥料对马铃薯茎粗的影响

不同钙镁肥料对马铃薯茎粗的影响见表3。由表3可知，苗期，对比CK，CF、T1、T2、T3处理茎粗有显著性差异，茎粗增加率在23.17%～30.49%，T1、T2处理茎粗值最大；块茎形成期、块茎膨大期各处理茎粗差异性均不显著。结果表明，马铃薯苗期，各个施肥处理的茎粗表现一致，其中，磷尾矿活化及添加腐植酸创制的钙镁肥料对苗期茎粗的促进作用较大。

表3　不同钙镁肥料对马铃薯茎粗的影响

Table 3　Effect of different calcium and magnesium fertilizer on steam diameter of potato plants

处理	苗期/mm	块茎形成期/mm	块茎膨大期/mm
CK	8.2 a	10.5 a	11.0 a
CF	10.1 b	11.1 a	9.9 a
T1	10.7 b	11.7 a	10.9 a
T2	10.6 b	11.8 a	11.2 a
T3	10.3 b	11.7 a	11.6 a

2.2.3　不同钙镁肥料对马铃薯叶片SPAD的影响

不同钙镁肥料对马铃薯叶片SPAD的影响见表4。由表4可知，相较CK处理，苗期CF、T1、T3处理的SPAD值具有显著性差异，苗期SPAD增长率分别为13.94%、14.16%、12.61%，T2处理差异性不显著，但其SPAD值也有一定的增长趋势，增长率为12.39%；对比CK处理，块茎形成期T3处理有显著性差异，SPAD值增长率7.44%；块茎膨大期CF、T1、T2、T3处理的SPAD值均较CK处理具有显著性差异，对比CK的增长率分别为9.91%、11.26%、14.41%、11.26%。结果表明，在马铃薯的整个生育期中，叶片SPAD值呈现先升高后降低的趋势，在块茎形成期达到最大值，施肥对叶片SPAD值具有一定程度的提升作用，增施钙镁肥料对SPAD有更好的促进作用，尤其是以含腐植酸钙镁肥效果最好。

表4　不同钙镁肥料对马铃薯叶片SPAD的影响

Table 4　Effect of different calcium and magnesium fertilizers on the SPAD values of potato leaves

处理	苗期	块茎形成期	块茎膨大期
CK	45.2 a	52.4 a	44.4 a
CF	51.5 b	53.8 ab	48.8 b
T1	51.6 b	53.3 a	49.4 b
T2	50.8 a	55.1 ab	50.8 b
T3	50.9 b	56.3 b	49.4 b

2.2.4　不同钙镁肥料对马铃薯分枝数的影响

不同钙镁肥料对马铃薯分枝数的影响见表5。由表5可知，苗期，对比CK处理，CF、T1、T2、T3各处理分枝数具有显著性差异，分枝数减少率在24.29%～44.29%；对比CF处理，T1、T2、T3处理分枝数差异性不显著，但也有降低的趋势，减少率分别为26.42%、20.75%、7.55%，其中T1和T2处理降低得最多。块茎形成期，对比CK处理，CF、T1、T2、T3各处理分枝数差异不显著；对比CF，T2处理分枝数具有显著差异，分枝数减少率为29.31%。块茎膨大期，对比CK、CF处理，T1、T2、T3各处理分枝数差异性不显著。结果表明，施用钙镁肥料在一定范围内减少了马铃薯植株的分枝

数，减少了病虫害的概率，同时减少养分浪费，更有利于植株整体生长。

表5 不同钙镁肥料对马铃薯分枝数的影响

Table 5 Effect of different calcium and magnesium fertilizers on the number of potato branches

处理	苗期	块茎形成期	块茎膨大期
CK	7.0 b	4.5 ab	5.6 a
CF	5.3 a	5.8 b	5.4 a
T1	3.9 a	5.1 ab	4.1 a
T2	4.2 a	4.1 a	4.8 a
T3	4.9 a	4.7 ab	5.1 a

2.2.5 不同钙镁肥料对马铃薯各器官干物质的影响

不同钙镁肥料对马铃薯各器官干物质的影响分别见表6、表7、表8。由表6、表7、表8可知，苗期，对比CK处理，CF、T1、T2、T3处理对马铃薯根、茎秆、叶片干物质质量的影响差异性均不显著，仅T1处理根干物质质量增加1.43%，T1、T2处理茎秆干物质质量分别增加9.33%、18.67%，CF、T1、T2叶片干物质质量积累量增加1%～3%。块茎形成期，对比CK处理，T1处理根干物质质量具有显著性差异，积累量降低了21.95%；CF、T2、T3处理根干物质质量差异性不显著，但CF处理根系干物质质量积累量增加了8.54%，其他处理均具有降低趋势。对比CK处理，各处理的茎秆干物质质量差异性不显著，增加率在5.88%～13.24%；对比CK，T1、T3处理叶片干物质质量具有显著性差异，积累量分别降低了11.76%、7.84%。块茎膨大期，对比CK处理，T2处理根干物质质量具有显著性差异，积累量增加8.37%，其他处理差异性不显著；对比CK处理，茎秆干物质积累量差异性不显著，增加率在14.44%～20.00%；对比CK处理，CF处理叶片干物质积累差异性不显著，T1、T2、T3处理具有显著性差异，有一定的降低趋势。结果表明，根系、茎秆、叶片干物质积累量随着生育期的推进表现为增加趋势；施用钙镁肥对苗期根系、茎秆、叶片干物质积累量的影响较小。

表6 不同钙镁肥料对马铃薯根干物质质量的影响

Table 6 Effect of different calcium and magnesium fertilizers on the dry matter mass of potato roots

处理	苗期/g	块茎形成期/g	块茎膨大期/g
CK	14.0 a	16.4 b	21.5 a
CF	14.0 a	17.8 b	22.3 a
T1	14.2 a	12.8 a	20.9 a
T2	13.4 a	15.2 ab	23.3 b
T3	13.7 a	15.7 ab	20.7 a

表7 不同钙镁肥料对马铃薯茎秆干物质质量的影响

Table 7 Effect of different calcium and magnesium fertilizers on the dry matter mass of potato stems

处理	苗期/g	块茎形成期/g	块茎膨大期/g
CK	7.5 a	6.8 a	9.0 a
CF	7.2 a	7.4 a	10.4 a
T1	8.2 a	7.2 a	10.3 a
T2	8.9 a	7.7 a	10.8 a
T3	7.2 a	7.6 a	10.3 a

表8 不同钙镁肥料对马铃薯叶片干物质质量的影响

Table 8 Effect of different calcium and magnesium fertilizers on the dry matter content of potato leaves

处理	苗期/g	块茎形成期/g	块茎膨大期/g
CK	10.0 a	10.2 b	13.5 b
CF	10.3 a	9.8 ab	14.2 b
T1	10.3 a	9.0 a	12.8 a
T2	10.1 a	8.8 a	13.0 a
T3	9.8 a	9.4 a	12.7 a

2.3 不同钙镁肥料对马铃薯产量及其构成因子的影响

不同钙镁肥料对马铃薯产量及构成因子的影响见表9。如表9所示，对比CK处理单株结薯数平均5.0，T1、T2、T3处理均有显著性差异，增长率分别为46.00%、62.00%、40.00%；对比CF处理单株结薯数平均6.2，T2处理有显著性差异，增长率为30.65%。对比CK处理单株薯质量0.687 kg，T1、T2、T3处理有显著差异性，增长率分别为40.03%、39.74%、35.52%；对比CF处理单株薯质量平均0.795 kg，T1、T2、T3处理无显著差异性，但增长率在17.11%～21.01%。对比CK处理商品薯率，CF、T1、T2、T3处理有显著差异性，增加率在17.30%～18.86%；对比CF处理商品薯率，T1、T2、T3处理有显著差异性，增加率在9.87%～11.33%。对比CK处理产量26 805

表9 不同钙镁肥料对马铃薯产量及构成因子的影响

Table 9 Effect of different calcium and magnesium fertilizers on potato yield and its constituent factors

处理	单株结薯数	单株薯质量/kg	商品薯率/%	产量/(kg·hm^{-2})
CK	5.0 a	0.687 a	76.9 a	26 805 a
CF	6.2 ab	0.795 ab	82.1 b	30 990 ab
T1	7.3 b	0.962 b	91.3 c	37 455 b
T2	8.1 c	0.960 b	90.2 c	37 363 b
T3	7.0 b	0.931 b	91.4 c	36 300 b

kg/hm^2，T1、T2、T3处理有显著差异性，增产率在35.43%～39.73%；对比CF处理，T1、T2、T3处理无显著差异性，但增产率分别为20.86%、20.56%、17.13%。结果表明，施用肥料及增施钙镁肥料均能够提高单株薯质量、商品薯率及产量；含腐植酸钙镁肥比不含腐植酸钙镁肥、市售钙镁肥能更好地提高单株结薯数。

不同钙镁肥料对马铃薯块茎大小的影响见表10。如表10所示，与CK处理大薯率为47.22%相比，T1、T2、T3处理均显著提高了马铃薯的大薯率，较CK处理分别提高了47.86%、31.72%、43.56%，对比CF处理大薯率53.37%，T1、T2、T3处理大薯率分别提高了30.79%、16.54、24.98%；中薯率CK处理最高，为29.63%，其他处理均低于CK，但差异未达到显著水平；对比CK处理小薯率23.15%，CF、T1、T2、T3处理均显著降低了小薯率，较CK分别降低了29.11%、165.79%、136.47%、169.81%。结果表明，增施钙镁肥料均能够显著提升马铃薯的大薯率，同时，显著降低马铃薯的小薯率。

表10　不同钙镁肥料对马铃薯块茎大小的影响

Table 10　Effect of different calcium and magnesium fertilizers on the size of potato tubers

处理	大薯率/%	中薯率/%	小薯率/%
CK	47.22 a	29.63 b	23.15 a
CF	53.37 a	28.71 ab	17.93 b
T1	69.82 b	21.47 a	8.71 c
T2	62.20 b	27.92 ab	9.79 c
T3	66.70 b	24.64 ab	8.58 c

3　讨论

施用钙镁中量元素肥料能够显著提高土壤中的有效磷含量，部分提高土壤中速效钾、交换性镁及交换性钙含量，对提高土壤肥力有一定的作用[7]。在常规施肥的基础上增施钙镁肥料，自制产品对马铃薯苗期茎粗的促进作用较大，块茎形成期、块茎膨大期对株高的促进作用较大，添加了腐植酸的自制产品促进作用更加显著；施钙镁肥料对SPAD有更好的促进作用，自制含腐植酸产品效果最好；施用钙镁肥可以有效减少马铃薯植株的分枝数。

在常规施肥的基础上增施钙镁肥料，可以显著地提高马铃薯的产量，其中以磷尾矿活化创制的1#钙镁肥处理效果最好，产量为37 455 kg/hm^2，较常规施肥处理增产20.86%；其次是增施以磷尾矿活化辅以腐植酸创制的2#钙镁肥，较常规施肥增产20.56%，市售钙镁肥也有增产作用，较常规施肥增产17.13%，试验结果与王秀娟等[8]研究结果一致。另外，增施钙镁肥可以很好地提高商品薯率，各增施钙镁肥处理商品薯率较常规施肥提高10%以上。

4　结论

钙镁肥料的施用可以促进马铃薯的营养生长及生殖生长，对马铃薯产量提高也具有较好的促进效果。以磷尾矿活化创制的钙镁肥料及含腐植酸钙镁肥料，对马铃薯的增效效果相差不大；对比常规施肥，增产率比市售钙镁肥高出约3.5百分点，说明自制钙镁肥的增产效果不低于市售钙镁肥，具有较好的经济效益。常温常压活化磷尾矿制钙镁肥对比高能耗的市售钙镁肥有低成本、环保经济性等优势。

［参考文献］

［1］谢从华.马铃薯产业的现状与发展[J].华中农业大学学报(社会科学版),2012(1):1-4.
Xie Conghua. Potato Industry: Status and Development [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition),2012(1):1-4.

［2］梁武,张德亮.云南省马铃薯产业发展分析[J].农村经济与科技术,2015,26(9):135-136,200.

［3］桑月秋,杨琼芬,刘彦和,等.云南省马铃薯种植区域分布和周年生产[J].西南农业学报,2014,27(3):1003-1008.
Sang Yueqiu, Yang Qiongfen, Liu Yanhe, et al. Cultivated Regional Distribution and Year-round Production of Potato in Yunnan Province [J].Southwest China Journal of Agricultural Sciences,2014,27(3):1003-1008.

［4］田惠桥,远彤.钙在被子植物受精过程中的作用[J].植物生理学报,2000,26(5):369-380.
Tian Huiqiao, Yuan Tong. Calcium Function in Fertilization Process in Angiosperms[J].Acta Phytophysiologica Sinica,2000,26(5):369-380.

［5］李明晶,孙华云,刘亦凡.镁在植物生长中的作用及镁肥[J].硫磷设计与粉体工程,2009(4):36-39,52.
Li Mingjing, Sun Huayun, Liu Yifan. Function of Magnesium during Plant Growth and Magnesium Fertilizer [J].Sulphur Phosphorus & Bulk Materials Handling Related Engineering,2009(4):36-39,52.

［6］赵新宇.钙镁肥和增效剂对马铃薯生长生理、产量及品质的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2021.
Zhao Xinyu. The Effects of Calcium and Magnesium Fertilizers and Synergists on Potato Growth Physiology, Yield, and Quality [D].Hohhot City:Inner Mongolia Agricultural University, 2021.

［7］梁杰,张雅奎,李功义.镁肥对马铃薯品质提升的影响试验[J].现代农业研究,2020,26(8):94-95.
Liang Jie, Zhang Yakui, Li Gongyi. Effect of Magnesium Fertilizer on Potato Quality Improvement[J]. Modern Agriculture Research,2020,26(8):94-95.

［8］王秀娟,娄春荣,董环江,等.中微量元素对马铃薯产量和养分吸收的影响[J].江苏农业科学, 2013, 41(1): 93-94.