

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672—3635(2022)06—0530—07

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.06.006

春秋两季马铃薯化肥减量增效技术试验

葛超楠¹, 刘荣杰^{1*}, 秦方锦², 岑汤校¹, 王 飞²

(1. 宁海县农业技术推广站, 浙江 宁海 315600; 2. 宁波市农业技术推广总站, 浙江 宁波 315012)

摘要: 马铃薯种植中普遍存在施肥不合理现象。试验通过马铃薯肥效试验, 探究不同减肥技术对春季和秋季马铃薯产量、商品薯率和经济效益的影响。相比习惯施肥(N:P₂O₅:K₂O = 15:15:15), 春季和秋季种植马铃薯时基肥配施有机肥可以提高马铃薯产量, 增加商品薯率, 当基肥中加入 300 kg/667m² 的商品有机肥(总养分≥6%, 有机质≥45%)时, 经济效益最佳; 施用配方肥两季马铃薯均很好的实现了节本增效, 其中基施 30 kg/667m² 的配方肥(N:P₂O₅:K₂O = 20:15:10), 追肥施用 20 kg/667m² 的配方肥(N:P₂O₅:K₂O = 12:8:25)表现最优, 春季和秋季较习惯施肥分别增效 12.45% 和 12.16%; 秋季马铃薯一次性施肥较习惯施肥产量差异不显著, 在化肥总养分减少的情况下, 仍可增加农民收益。综上, 配方施肥和有机替代施肥模式能减少化肥投入, 提高马铃薯产量, 增加经济效益, 相比常规施肥更适合宁海县马铃薯种植。

关键词: 马铃薯; 产量; 化肥减量; 增效; 季节

Experiment on Techniques of Fertilizer Reduction and Efficiency Improvement of Potato Grown in Spring and Autumn

GE Chaonan¹, LIU Rongjie^{1*}, QIN Fangjin², CEN Tangxiao¹, WANG Fei²

(1. Ninghai Agricultural Technology Extension Station, Ninghai, Zhejiang 315600, China;

2. Ningbo General Agricultural Technology Extension Station, Ningbo, Zhejiang 315012, China)

Abstract: The problem of unreasonable fertilization is widespread in potato planting. This experiment was to investigate the effects of different fertilizer reduction techniques on yield, marketable tuber percentage and economic benefit of potato grown in spring and autumn. Compared with conventional fertilization (N : P₂O₅ : K₂O = 15 : 15 : 15), organic fertilization increased yield and marketable tuber percentage of potato grown in spring and autumn. When 300 kg/667m² commercial organic fertilizer (total nutrient ≥ 6%, organic matter ≥ 45%) was added into the base fertilizer, the economic benefit was the best. Applying formula fertilizer in two seasons also saved cost and increased efficiency, among which, using base fertilizer (N : P₂O₅ : K₂O = 20 : 15 : 10) of 30 kg/667m² and topdressing fertilizer (N : P₂O₅ : K₂O = 12 : 8 : 25) of 20 kg/667m² was the best, with the efficiency being 12.45% and 12.16% higher than those of conventional fertilizer in spring and autumn, respectively. There was no significant difference in yield between one-time fertilization and conventional fertilization in autumn, but farmers could still obtain benefits even though the total nutrient of chemical fertilizer decreased. In conclusion, formula fertilization treatment and organic substitution treatment could reduce fertilizer input, increase the

收稿日期: 2022-07-11

基金项目: 宁波市农业技术推广项目(2019NT013); 宁海县2021年度科技项目。

作者简介: 葛超楠(1986-), 女, 硕士, 农艺师, 从事土肥相关技术的研究与推广。

*通信作者(Corresponding author): 刘荣杰, 硕士, 高级农艺师, 从事农业技术推广工作, E-mail: 56970839@qq.com。

potato yield and improve the economic efficiency, so they are more suitable for potato cultivation in Ninghai County than conventional fertilization.

Key Words: potato; yield; fertilizer reduction; efficiency increase; season

马铃薯别名土豆、洋芋等,是茄科茄属一年生草本植物,其块茎既可作为粮食又可作为蔬菜食用,是仅次于水稻、小麦、玉米的世界第四大粮食作物^[1,2]。由于马铃薯营养价值高,兼具耐寒、耐旱、耐贫瘠的特点,因此马铃薯作为粮食作物在全国范围内广泛种植^[3]。浙江省宁海县地处浙东沿海,属于马铃薯中原二作区^[3,4],实行春秋两季栽培,目前全县马铃薯播种面积约2 400 hm²,但以农户零散种植为主,对其施肥模式与技术研究较少,普遍存在化肥过量使用和肥料偏施等不合理施肥现象,导致马铃薯生产成本增加、块茎品质下降、肥料利用率降低以及土壤板结、肥力下降、氮磷盈余风险等一系列问题^[5-7]。

采用合理的氮、磷、钾施肥配方对于如何科学施肥,降低生产成本,提高马铃薯产量和品质有十分重要的意义^[8]。马双兰^[9]研究发现合理控制基肥用量比例是提高马铃薯产量的重要技术手段,氮磷钾对马铃薯的增产效果依次为N>P₂O₅>K₂O。王素华等^[10]通过“3414”肥效试验得出在土壤钾含量较高的情况下,氮肥对马铃薯生长起决定作用,氮磷钾最佳施肥配比为1:0.37:0.73。李梦露等^[11]通过正交试验发现N对马铃薯产量有极显著影响,N、P、K、B最佳肥料施用量分别为375, 225, 60和0.90 kg/hm²。冯瑞琴和田丰^[12]研究发现施用450 kg/hm²纯氮、225 kg/hm²纯钾马铃薯的增产效果最佳,在较高氮肥水平下,增施钾肥可增加马铃薯产量。

有机肥料和化肥配施是一项重要的农艺措施,既满足了作物当季生长需求,又提高了土壤养分的有效性从而提高作物产量^[13]。梁玲玲等^[2]研究表明施用专用肥可以提高马铃薯产量和肥料利用率,专用肥配施新型肥料可在减肥基础上进一步增产,其中配施生物有机肥效果最优。徐玉坤和薛龙飞^[5]研究表明有机替代施肥模式能够增加马铃薯叶片叶绿素含量(SPAD)和净光合速率(Net photosynthetic rate, Pn),促进马铃薯提质增产。王永朝等^[6]研究

发现有机无机配施处理的产量均高于单施有机肥处理,600 kg/hm²有机肥+300 kg/hm²N+300 kg/hm²P₂O₅+450 kg/hm²K₂O的施肥配比比较理想。长效肥料,是指溶解度低或养分释放缓慢、肥效持久的一类化学肥料,包括各类缓控释肥料,因其省工、养分供应期长的特点被逐渐应用于马铃薯种植。罗其峰等^[14]试验结果表明适宜广东省冬种马铃薯的最佳施肥方案为配施释放期60~90 d的缓控释复合肥,且总氮磷钾含量应达到N 240 kg/hm²、P₂O₅ 120 kg/hm²、K₂O 480 kg/hm²;岳超等^[15]研究发现施用生物有机肥对马铃薯的增产增收效果要优于施用缓控释肥和常规肥料。

本试验研究了配方施肥、有机替代和缓控释肥等不同减肥技术对宁海县春秋两季马铃薯产量及效益的影响,同时探索在人工成本高居不下的当前一次性施肥的可行性,以期为宁海县马铃薯的科学施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于浙江省宁波市宁海县胡陈乡开展,其中2020年秋季马铃薯试验设在车家村(E 121.676229°, N 29.312952°),2021年春季马铃薯试验设在王下土村(E 121.668804°, N 29.345213°),土壤类型均为黄泥砂田,肥力状况如表1所示。

1.2 试验材料

马铃薯试验品种为德国‘米拉’(‘Mira’),宁海又叫‘东仓种’或‘本地小黄皮’,属中熟品种,抗晚疫病,为当地主栽品种。

供试肥料有复合肥(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15),缓释肥(N:P₂O₅:K₂O=13:6:8释放期为60 d、N:P₂O₅:K₂O=18:12:18释放期为90 d),配方肥(N:P₂O₅:K₂O=20:15:10、20:10:10、15:10:15、12:8:25、15:5:25),商品有机肥(总养分≥6%,有机质≥45%),有机无机复混肥(N:P₂O₅:K₂O=5:5:5,

有机质≥20%), 生物有机肥(总养分≥5%, 有机质含量≥40%, 有效活菌数≥0.2亿/g), 生物菌肥(总养分≥5%, 有机质含量≥40%, 有效活菌数≥0.5亿/g), 硫酸钾(K₂O 50%), 尿素(N 46%), 牛粪等。

1.3 试验设计

试验于2020~2021年进行。秋季试验2020年9月4日播种, 11月5日收获; 春季试验2021年2月18日播种, 5月7日收获。试验采取随机区组设计, 3次重复, 小区长5 m, 宽4 m, 面积20 m², 株

距33 cm, 行距50 cm, 种植密度为4 000株/667m²。

秋季试验设10个处理, 参考当地农户施肥习惯以N:P₂O₅:K₂O=15:15:15作为对照(CK), 肥料用量以CK氮素为标准, 有机替代处理氮素减量约20%, 在化肥总养分减少11.8%~31.1%的条件下, 比较不同配方肥、有机肥和缓释肥对秋季马铃薯产量、商品薯率及效益的影响。春季试验在秋季试验的基础上进行优化设置, 共安排11个处理, 具体处理见表2。

表1 胡陈乡试验地块土壤养分含量(0~20 cm)
Table 1 Basic properties of soil in experimental field of Huchen Town (0–20 cm)

年 Year	pH	有机质(g/kg) Organic matter	全氮(g/kg) Total N	碱解氮(mg/kg) Alkali hydrolyzed N	有效磷(mg/kg) Available P	速效钾(mg/kg) Available K	缓效钾(mg/kg) Slowly available K
2020年秋季 Autumn 2020	4.68	28.7	1.660	185	128	124	230
2021年春季 Spring 2021	4.93	27.9	1.865	185	102	128	230

表2 马铃薯施肥方案
Table 2 Fertilization scheme for potato

年 Year	处理 Treatment	基肥 Base fertilizer		追肥 Topdressing		总养分量 (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O) (kg/667m ²)	减肥比例(%) Ratio of fertilizer reduction	成本 (元/667m ²) Cost (Yuan/667m ²)
		肥料(N:P ₂ O ₅ :K ₂ O) Fertilizer	用量(kg/667m ²) Application rate	肥料(N:P ₂ O ₅ : K ₂ O)Fertilizer	用量(kg/667m ²) Application rate	Total nutrient		
2020年秋季 Autumn 2020	对照	CK 15:15:15	40.0	15:15:15	17.5	8.62:8.62:8.62	–	276.0
	一次性	T ₁ 13:6:8	66.0	–	–	8.58:3.96:5.28	31.1	250.8
	施肥	T ₂ 18:12:18	47.5	–	–	8.55:5.7:8.55	11.8	237.5
		T ₃ 13:6:8	66.0	–	–	8.58:3.96:10.28	11.8	285.8
		硫酸钾	10.0					
	配方肥	T ₄ 20:10:10	30.0	12:8:25	20.0	8.4:4.6:8	18.8	168.0
		T ₅ 20:15:10	30.0	12:8:25	20.0	8.4:6.1:8	13.0	180.0
	有机	T ₆ 商品有机肥	300.0	15:15:15	17.5	7.12:7.12:7.12	17.4	468.0
	替代	15:15:15	30.0					
		T ₇ 有机无机复混肥	85.0	15:15:15	17.5	7.12:7.12:7.12	17.4	517.0
		15:15:15	30.0					
		T ₈ 生物有机肥	190.0	15:15:15	17.5	7.12:7.12:7.12	17.4	665.4
		15:15:15	30.0					
		T ₉ 生物菌肥	310.0	15:15:15	17.5	7.12:7.12:7.12	17.4	1 070.4
		15:15:15	30.0					

续表 2									
年 Year	处理 Treatment	基肥			追肥		总养分量	减肥比例(%)	成本
		Base fertilizer		Topdressing		(N:P ₂ O ₅ :K ₂ O)	Ratio of fertilizer	(元/667m ²)	
		肥料(N:P ₂ O ₅ :K ₂ O) Fertilizer	用量(kg/667m ²) Application rate	肥料(N:P ₂ O ₅ : K ₂ O)Fertilizer	用量(kg/667m ²) Application rate	Total nutrient (kg/667m ²)	reduction	Cost (Yuan/667m ²)	
2021年春季 Spring 2021	对照	CK	15:15:15	40.0	15:15:15	17.5	8.62:8.62:8.62	—	276.0
	农户有 机施肥	T ₀	牛粪	500.0	尿素	15.0	12.5:5.6:5.6	8.4	360.0
			15:15:15	37.5					
	一次性 施肥	T ₁ '	13:6:8	66.0	—	—	8.58:3.96:5.28	31.1	250.8
		T ₂ '	商品有机肥	500.0	—	—	7.65:5.1:7.65	21.1	612.5
			15:15:15	42.5					
		T ₃ '	13:6:8	66.0	—	—	8.58:3.96:10.28	11.8	268.3
			硫酸钾	5.0					
	配方肥	T ₄ '	20:15:10	30.0	15:5:25	17.5	8.62:5.38:7.38	17.3	171.0
		T ₅ '	20:15:10	30.0	12:8:25	20.0	8.4:6.1:8	13.0	180.0
		T ₆ '	15:10:15	40.0	15:5:25	17.5	8.62:4.88:10.38	7.6	200.0
	有机 替代	T ₇ '	商品有机肥	300.0	12:8:25	20.0	7.4:5.35:7.5	21.7	402.0
			20:15:10	25.0					
T ₈ '		商品有机肥	500.0	15:5:25	15.0	6.75:3.75:8.25	27.5	550.0	
		15:10:15	30.0						
	T ₉ '	商品有机肥	500.0	15:5:25	15.0	6.75:4.12:6	34.8	534.0	
		20:15:10	22.5						

1.4 指标测定

收获时测定各小区马铃薯产量,每个小区随机选取10株调查商品薯率,单薯质量50 g(含)以上为商品薯,并计算商品薯率(%)。

经济效益(元/667m²)=产量(kg/667m²)×平均商品薯率×商品薯价格(元/kg)+产量(kg/667m²)×(1-平均商品薯率)×次品薯价格(元/kg)-成本(元/667m²),春季马铃薯商品薯价格4元/kg,次品薯价格1元/kg,秋季马铃薯商品薯价格8元/kg,次品薯价格2元/kg。

1.5 数据分析

采用Excel 2007和SPSS Statistics 17.0进行数据整理及处理间差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对马铃薯产量和商品薯率的影响

2020年秋季试验中,有机替代处理产量整体高于其他处理,其中T₆产量最高,较CK提高21.76%。一次性施肥处理中T₁产量最高,T₃次之,T₂最低,说明60 d释放期的缓释肥更符合秋季马铃薯的生长,但单纯在基肥中增加无机钾并不能增产,反而可能会导致肥料的流失。配方肥处理T₅产量高于T₄。但是,经方差分析,2020年秋季试验处理间产量差异并不显著,说明减少化肥投入并未对马铃薯产量造成显著影响。T₉商品薯率显著

高于T₃、T₄, 其他处理间商品薯率差异不显著, 有机替代处理的商品薯率整体高于其他处理。总体看, 在化肥总养分减量 11.8%~31.1%的情况下, 不同减肥措施对秋季马铃薯产量影响不显著, 一次性施肥处理、配方肥处理和有机替代处理中表现最佳的分别是T₁、T₃和T₆(表3)。

2021年春季试验有机替代处理产量显著高于CK, T₇'产量最高, 较CK增长 13.17%, 说明春季施用有机肥可以显著提高马铃薯产量。配方肥处理中T₄'、T₅'产量显著高于CK, 产量分别较CK高 9.08%和9.71%, T₆'与CK无显著差异。春季一次性施肥中T₁'产量与CK差异显著, 较CK降低 8.88%, T₂'、T₃'与CK差异不显著。由于试验地块土壤有效

磷含量较高, 春季配方施肥处理和有机替代处理采用了磷含量不同的配方肥, 结合秋季试验结果可以看出在土壤有效磷含量较高的情况下, 可能仍需补充一定的外源性磷肥。T₁'、T₂'、T₆'商品薯率与CK有显著差异, 其余处理差异不显著, 其中T₁'商品薯率提高幅度最大。春季试验中增加了农户有机施肥处理(T₀), 与CK相比产量显著差异, 较CK增长了 12.14%, 但商品薯率较低, 说明施用农家肥可以提高马铃薯产量, 但生长后期只施用氮肥会影响块茎生长。春季试验除一次性施肥处理和T₆'外, 其余处理在化肥总养分减量的情况下产量均有显著提高, 配方肥处理和有机替代处理中表现最佳的分别是T₅'和T₇'(表3)。

表3 不同施肥处理对马铃薯产量和商品薯率的影响

Table 3 Effects of different fertilization treatments on potato yield and marketable tuber percentage

年	处理		折合产量(kg/667m ²)	商品薯率(%)
Year	Treatment		Equivalent yield	Marketable tuber percentage
2020年秋季 Autumn 2020	对照	CK	987 ± 89.04 a	54.55 ± 5.91 ab
		T ₁	1 134 ± 65.37 a	62.40 ± 11.60 ab
		T ₂	974 ± 146.74 a	54.80 ± 14.28 ab
	配方肥	T ₃	1 018 ± 53.36 a	44.43 ± 14.65 b
		T ₄	981 ± 11.00 a	46.05 ± 2.62 b
		T ₅	1 082 ± 49.36 a	58.47 ± 6.66 ab
	有机替代	T ₆	1 202 ± 93.38 a	62.23 ± 7.70 ab
		T ₇	1 101 ± 78.04 a	60.90 ± 2.83 ab
		T ₈	1 166 ± 180.09 a	53.30 ± 6.63 ab
2021年春季 Spring 2021	对照	T ₉	1 032 ± 250.46 a	69.53 ± 9.14 a
		CK	1 442 ± 110.39 bc	64.01 ± 6.89 b
		T ₀	1 617 ± 118.06 a	64.42 ± 5.63 b
	一次性施肥	T ₁ '	1 314 ± 44.69 d	83.51 ± 11.01 a
		T ₂ '	1 331 ± 60.36 cd	78.26 ± 1.94 a
		T ₃ '	1 371 ± 49.02 cd	73.23 ± 1.71 ab
	配方肥	T ₄ '	1 573 ± 65.37 a	71.03 ± 12.00 ab
		T ₅ '	1 582 ± 38.69 a	75.78 ± 8.36 ab
		T ₆ '	1 500 ± 8.34 ab	79.98 ± 1.78 a
	有机替代	T ₇ '	1 632 ± 31.02 a	70.96 ± 5.52 ab
		T ₈ '	1 571 ± 77.71 a	74.87 ± 6.59 ab
		T ₉ '	1 582 ± 114.39 a	73.61 ± 1.08 ab

注: 数据为平均值 ± 标准差, 同列不同小写字母表示处理间差异达0.05水平显著(P < 0.05), 采用Duncan法进行分析。下同。

Note: Date is average value ± SD. Different small letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level (P < 0.05) using Duncan's multiple range test. The same below.

2.2 不同施肥处理马铃薯的经济效益

秋季马铃薯试验各处理的产值在5 167~6 369元/667m², 但处理间产值差异并不显著。各处理的收益在4 397~5 901元/667m², 从高到低依次为T₆>T₁>T₅>T₈>T₇>T₃>T₄>CK>T₂>T₉, T₆效益最高, 增效19.07%, T₁次之, T₁和T₆显著高于T₉, 与其他处理间差异不显著。T₄产量略低于CK, 但效益却高于CK, 而T₉产量高于CK, 效益却低于CK, 主要原因是T₄肥料成本低于CK, T₉远高于CK。因此, 在生产过程中不应盲目追求高产而过度增加肥料成本, 否则会出现增产不增收的现象。秋季试验除了T₂、T₉, 其余处理均实现减肥增效, 一次性施肥处理中T₁表现最好, 在减肥比例最高的条件下增效16.18%, 配方肥处理T₅较好, 在减肥13.0%的情况下增效12.16%, 有机替代处理中T₆

最优, 减肥比例相等的情况下增效最多(表4)。

春季马铃薯虽然产量高于秋季, 但由于市场价远低于秋季, 所以春季实际产值和收益都不如秋季高, 各处理的产值在4 270~5 304元/667m², 农户有机处理(T₀)、配方肥处理(T₄'、T₅')和有机替代处理(T₇'、T₈'、T₉')产值均显著高于CK, T₁'显著低于CK, 其他处理与CK差异不显著。各处理的收益在3 712~4 961元/667m², 从高到低依次为T₅'>T₄'>T₇'>T₀>T₆'>T₉'>T₈'>CK>T₃'>T₁'>T₂'。农户有机处理、配方肥处理和有机替代处理较CK增效, 其中T₀、T₄'、T₅'、T₇'收益与CK差异显著, T₅'收益最高, 较CK高12.45%。一次性施肥处理由于产量低于CK, 效益也均低于CK, 说明控制肥料等投入成本, 增产即可增效。综合看, 春季试验除了一次性施肥处理表现不佳, 其余处理均实现减肥增效(表4)。

表4 不同施肥处理马铃薯的经济效益

Table 4 Economic benefit of potato under different fertilization treatments

年 Year	处理 Treatment	产值(元/667m ²) Output value (Yuan/667m ²)	肥料成本 (元/667m ²) Cost (Yuan/667m ²)	收益 (元/667m ²) Benefit (Yuan/667m ²)	节本增效 Saving cost and improving efficiency		
					节本(元/667m ²) Saving cost (Yuan/667m ²)	增效(元/667m ²) Improving efficiency (Yuan/667m ²)	减肥比例(%) Ratio of fertilizer reduction
2020年秋季 Autumn 2020	CK	5 232 a	276.0	4 956 ab	—	—	—
	T ₁	6 010 a	250.8	5 758 a	-25.2	802.0	31.1
	T ₂	5 167 a	237.5	4 930 ab	-38.5	-26.0	11.8
	T ₃	5 403 a	285.8	5 117 ab	9.8	161.0	11.8
	T ₄	5 203 a	168.0	5 035 ab	-108.0	79.0	18.8
	T ₅	5 739 a	180.0	5 559 ab	-96.0	603.0	13.0
	T ₆	6 369 a	468.0	5 901 a	192.0	945.0	17.4
	T ₇	5 839 a	517.0	5 322 ab	241.0	366.0	17.4
	T ₈	6 180 a	665.4	5 515 ab	389.4	559.0	17.4
2021年春季 Spring 2021	T ₉	5 468 a	1 070.4	4 397 b	794.4	-559.0	17.4
	CK	4 688 bc	276.0	4 412 bcd	—	—	—
	T ₀	5 257 a	360.0	4 897 a	84.0	485.0	8.4
	T ₁ '	4 270 d	250.8	4 020 de	-25.2	-392.0	31.1
	T ₂ '	4 325 cd	612.5	3 712 e	336.5	-700.0	21.1
	T ₃ '	4 455 cd	268.3	4 186 cd	-7.7	-226.0	11.8
	T ₄ '	5 112 a	171.0	4 941 a	-105.0	529.0	17.3
	T ₅ '	5 141 a	180.0	4 961 a	-96.0	549.0	13.0
	T ₆ '	4 874 ab	200.0	4 674 ab	-76.0	262.0	7.6
	T ₇ '	5 304 a	402.0	4 902 a	126.0	490.0	21.7
	T ₈ '	5 105 a	550.0	4 555 abc	274.0	143.0	27.5
	T ₉ '	5 141 a	534.0	4 607 ab	258.0	195.0	34.8

3 讨 论

科学合理的施肥既可以满足作物的生长需求, 提质增产, 又可以减少肥料损失, 提高肥料利用率, 从而达到节本增效的目的。本研究对春秋两季马铃薯的化肥减量增效技术进行了探究, 结果表明, 在氮素减量 20%, 化肥总养分减少 7.6%~34.8% 的情况下, 有机替代处理产量整体高于其他处理, 其中与常规施肥相比, 春季与秋季试验最大增幅分别为 13.17% 和 21.76%, 这与前人^[2,6,15]的研究结果相近。说明有机肥和无机肥配合施用能增加马铃薯产量, 提高商品薯率, 从而实现化肥减量增效, 但有机肥的施用不是越多越好, 成本的增加会抵消增产带来的效益, 基肥中配施 300 kg/667m² 商品有机肥效果最佳。马铃薯不同生长发育期所需肥料不同, 前期应尽可能早生根多长叶, 施肥以氮磷肥为主, 后期在保持叶片光合作用效率的基础上促进块茎膨大^[8]。试验结果与上述结论一致, 基肥采用高氮高磷配方、追肥采用中氮高钾配方的配方施肥处理在化肥总养分减少 13.0%~18.8% 的条件下实现了增产增效, 其中基肥施用配方肥(N:P₂O₅:K₂O = 20:15:10) 30 kg/667m², 追肥施用配方肥(N:P₂O₅:K₂O = 12:8:25) 20 kg/667m² 表现理想, 在有机替代处理中也得到了印证, T₁ 不管是产量还是效益表现最优。罗其峰等^[14]研究发现在高钾条件下, 广东省冬种马铃薯更适宜用释放期为 60~90 d 的缓控释肥。秋季马铃薯与冬种马铃薯生长周期接近, 施用释放期 60 d 的缓释肥处理其产量与 CK 差异不显著, 在减肥基础上仍可增加农户收益; 春季马铃薯由于生育期长, 产量远高于秋季, 释放期 60 d 的缓释肥无法满足后期作物对养分的需求导致减产。有机肥养分释放速率慢, 也是一种缓释肥料^[15], T₂ 采用有机替代和非长效肥一次性施入相结合的施肥方式, 肥料成本过高, 养分无法长效兼顾, 后期可以对有机替代 + 缓控释肥一次性施肥模式做进一步研究。

综上, 相比习惯施肥养分配比合理的配方肥施肥和有机替代施肥均可实现化肥减量和增产增

收, 一次性施肥虽可以节约人工成本, 减少肥料损失, 但表现不稳定, 缓控释肥在马铃薯栽培上的释放模式有待进一步研究和优化。

[参 考 文 献]

- [1] 宋志荣. 不同氮钾比例对马铃薯产量和品质的影响 [J]. 中国马铃薯, 2009, 23(3): 155-157.
- [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] 杨帅, 闵凡祥, 高云飞. 新世纪中国马铃薯产业发展现状及存在问题 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(5): 311-316.
- [4] 魏章焕, 张庆. 马铃薯高效栽培与加工技术 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015.
- [5] 徐玉坤, 薛龙飞. 不同施肥模式对马铃薯光合特性及产量品质的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(6): 83-90.
- [6] 王永朝, 宋民斗, 孟延, 等. 不同施肥配比对秦岭北麓马铃薯产量、养分及肥料利用率的影响 [J]. 江苏农业科学, 2022, 50(1): 71-75.
- [7] 李亚杰, 罗磊, 王娟, 等. 黄腐酸对西北旱作区马铃薯产量及品质的影响 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(3): 152-158.
- [8] 张露西, 刘明月, 伍壮生, 等. 马铃薯对氮、磷、钾的吸收及分配规律研究进展 [J]. 中国马铃薯, 2010, 24(4): 237-241.
- [9] 马双兰. 测土配方施肥对马铃薯产量和效益的影响 [J]. 农业工程技术, 2018, 38(8): 17.
- [10] 王素华, 杨丹, 万国安, 等. 常德市马铃薯测土配方施肥研究 [J]. 中国马铃薯, 2020, 34(1): 39-45.
- [11] 李梦露, 陈彦云, 夏皖豫. 不同肥料配比对马铃薯品质和产量的影响 [J]. 河南农业科学, 2020, 49(1): 44-51.
- [12] 冯瑞琴, 田丰. 氮磷钾配施对马铃薯产量的影响 [J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2005, 23(4): 44-46.
- [13] 张亮, 孙磊, 苏航, 等. 有机肥和无机肥对马铃薯生长发育及块茎产量的影响 [J]. 土壤, 2020, 52(4): 862-866.
- [14] 罗其峰, 张新明, 陈琳, 等. 不同释放期缓控释复合肥和氮磷钾比例施用下冬作马铃薯产量及经济效益 [J]. 热带作物学报, 2020, 41(8): 1589-1595.
- [15] 岳超, 王怀义, 滕松, 等. 马铃薯施用缓控释肥、生物有机肥肥效试验 [J]. 中国马铃薯, 2017, 31(6): 341-345.