

中图分类号: S532; S145.2; S275.6 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2012)01-0026-04

农季高液体肥对乌兰察布马铃薯产量的影响

齐庆振¹, 贺鹏程², 邓兰生¹, 赖忠明³, 涂攀峰¹, 张承林^{1*}, 王荣贵²

(1. 华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642; 2. 乌兰察布农业技术推广站, 内蒙古 集宁 012000;
3. 广州一翔农业技术有限公司, 广东 广州 510660)

摘要:近年来, 滴灌节水农业技术及其与灌溉设施相配套的水肥一体化技术在乌兰察布马铃薯生产中的应用越来越广泛。但实际生产中, 种植者常因将杂质含量高、难溶解的常规肥料应用于滴灌系统, 而造成滴头堵塞。液体肥料具有溶解性好、杂质少等优点, 是利用滴灌设施进行追肥的理想肥料。在田间试验条件下, 研究了在适量降低基肥用量的同时, 通过每 667 m² 滴灌追施 10、20、30 kg 农季高液体肥对马铃薯生长、产量及商品性状的影响。结果表明, 追施农季高液体肥处理比传统追肥处理增产显著, 马铃薯块茎产量增幅达 13.52%~22.36%, 商品率提高 4.68%~6.55%, 每 667 m² 增收 401.85~527.95 元, 经济效益显著提高。表明农季高液体肥可以在马铃薯作物上推广应用。

关键词: 马铃薯; 液体肥; 滴灌施肥; 产量

Effects of Liquid Fertilizer 'Nongjigao' Application on Potato Production Under Drip Fertigation in Wulanchabu

QI Qingzhen¹, HE Pengcheng², DENG Lansheng¹, LAI Zhongming³, TU Panfeng¹, ZHANG Chenglin^{1*}, WANG Ronggui²

(1. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China;
2. Wulanchabu Agro-technical Extension Station, Jining, Inner Mongolia 012000, China;
3. Guangzhou Yixiang Agro-tech Co. Ltd., Guangzhou, Guangdong 510660, China)

Abstract: In recent years, Wulanchabu is developing the drip irrigation of water saving technology vigorously, and the fertigation technology in potato production is applied more and more widely. In practical production, growers usually used the conventional fertilizer which is difficult to dissolve, and cause drop head congestion. The liquid fertilizer is the ideal fertilizer for use in drip irrigation, which is dissolved completely, and has little impurity. In this research, basic fertilizer rate was appropriately reduced, and Nongjigao, a liquid fertilizer, was applied as additional fertilizer through drip fertigation at the rate of 10 kg, 20 kg, and 30 kg on the basis of 667 m² land to study the effects of the liquid fertilizer on the growth, tuber yield and tuber characters of potatoes. The results showed that compared with traditional fertilization, the liquid fertilizer could increase potato tuber yield by 13.52% - 22.36%, marketable tuber percentage by 4.68% - 6.55%, and income by 401.85 - 527.95 Yuan on the basis of 667m² land, suggesting that 'Nongjigao' has potential to be extended for use in potato production.

Key Words: potato; liquid fertilizer; drip fertigation; yield

滴灌施肥技术作为现代农业发展的综合管理技术措施之一, 也是水肥一体化技术的重要体现形式, 可实现定时定量供给作物水分和养分, 维

持土壤适宜的水分和养分浓度, 是提高作物养分和水分利用效率的有效方法^[1-2]。滴灌施肥技术的普及与推广应用, 为合理、高效利用有限的水肥资源提

收稿日期: 2011-10-13

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项经费项目(201103003); 广东省教育部产学研结合项目(2009B090300332)。

作者简介: 齐庆振(1982-), 男, 硕士, 研究方向为作物营养与灌溉施肥研究与推广应用。

* 通信作者(Corresponding author): 张承林, 博士, 副教授, 主要从事作物营养与灌溉施肥方面的教学、研究与推广应用工作,

E-mail: clzhang@scau.edu.cn。

供了新的途径和方法, 具有显著的节水、节肥、节药、省工、高效、防止土壤和环境污染等特点和优点^[3-6]。而在滴灌施肥技术的应用过程中, 首先必须要有优质的配套肥料。液体肥是一种流体状肥料, 具有养分齐全、含量高、全水溶、配方容易调整等优点, 在生产实践中可根据作物生长及养分吸收规律及时调整养分配比, 非常适合于滴灌和喷灌等现代化的灌溉施肥设备配合施用^[7-8]。

乌兰察布市位于内蒙古中部, 属典型的干旱、半干旱气候区, 是一个干旱少雨、水资源十分缺乏的地区。为此, 乌兰察布市自 2004 年开始节水农业灌溉试验, 经过几年的示范推广, 到 2011 年仅在马铃薯上应用滴灌的面积就达到约 4 万 hm^2 , 占马铃薯播种面积的 15% 左右。但在滴灌施肥技术的推广应用, 还存在诸多问题, 包括: 多数农户尚未掌握马铃薯需肥规律和滴灌施肥技术, 生产中存在偏施氮肥现象, 肥料种类单一、质量参差不齐、养分比例不协调等。本研究旨在滴灌施肥条件下, 探讨追施不同用量的液体肥对马铃薯生长、产量及经济效益的影响, 为马铃薯生产的合理施肥提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2011 年 5~9 月在内蒙古乌兰察布市察右中旗铁砂盖镇进行。供试土壤为栗钙土, 土壤质地为砂壤土。土壤理化性质为: pH 8.03、有机质为 15.21 g/kg、碱解氮为 51.00 mg/kg、有效磷为 9.53 mg/kg、速效钾为 99.21 mg/kg, 各项理化指标的测定采用常规方法进行^[9]。

供试作物: 马铃薯品种克新 1 号(脱毒一代种薯)。

供试肥料: 尿素(N 的质量分数为 46.0%)、复

合肥(N-P₂O₅-K₂O 含量为 13-17-15)、硫酸钾(K₂O 的质量分数为 53.1%)、马铃薯专用液体肥(N-P₂O₅-K₂O 含量为 11-5-17, 商品名为农季高, 由华南农业大学作物营养与施肥研究室研制)。

自动化滴灌施肥系统: 包括水泵、PVC 管材及相关配件、滴灌管、施肥罐、自动化控制设备等, 均为市售材料, 由广州一翔农业技术有限公司负责系统的规划、设计、安装。滴灌带滴头间距 30 cm, 滴头流量 1.38 L/h。

1.2 试验设计

试验区面积约 1.0 hm^2 , 采用宽垄覆膜栽培, 垄距 140 cm, 每垄种植两行马铃薯, 株距 25 cm, 小行距 30 cm, 每 667 m^2 种植密度为 3 809 株, 滴灌管置于两行马铃薯中间。试验期间于 2011 年 6 月 1 日开始滴灌, 每次滴灌时间间隔约为 6~7 d, 每次滴灌时间控制在 4.0~5.0 h(施肥时间 1.5~2.0 h)。

试验设 4 个处理, 各处理内容见表 1。

1.3 测定项目与方法

马铃薯于 2011 年 5 月 13 日播种, 2011 年 9 月 12 日收获。收获时每处理分别设立取样小区, 通过等概率抽样法随机抽取 20 m^2 为 1 次重复, 共 5 次重复。调查测定指标有: 马铃薯块茎产量、单株块茎数、单株薯块重、商品薯率(≥ 150 g 块茎产量占块茎总产量的百分比)^[10]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2003 软件进行分析处理, 产量数据采用 SAS 8.1 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯产量的影响

从表 2 看, 与常规施肥处理相比, 追施农季高液体肥的 3 个处理均能显著增加马铃薯块茎产量,

表 1 试验处理
Table 1 Experiment treatment

代号 Code	处理方法 Treatment
T1	常规施肥处理, 即按照当地农民生产习惯, 播种时施复合肥 70 kg/667 m^2 做基肥, 以尿素、硫酸钾作追肥, 分别在现蕾期滴灌追施尿素 1 次, 用量为 10 kg/667 m^2 , 盛花期滴灌追施硫酸钾 1 次, 用量 10 kg/667 m^2 。
T2	播种时施复合肥 50 kg/667 m^2 做基肥, 从齐苗时开始分 10 次共追施马铃薯专用液体肥 10 kg/667 m^2 , 追肥时间间隔为 6~7 d。
T3	追施马铃薯专用液体肥 20 kg/667 m^2 , 其他处理同 T2。
T4	追施马铃薯专用液体肥 30 kg/667 m^2 , 其他同处理 T2。

表2 不同处理小区产量

Table 2 Tuber yield per plot under various treatments

处理 Treatment	小区产量(kg) Yield per plot	667m ² 产量(kg) Yield per 667 m ²	比对照增产(%) Comparison with control
T1	80.24 ± 4.30 b	2676.00 ± 107.36 b	—
T2	91.09 ± 5.36 a	3037.85 ± 123.42 a	13.52
T3	96.97 ± 5.89 a	3233.95 ± 47.70 a	20.85
T4	98.18 ± 6.10 a	3274.30 ± 51.74 a	22.36

注: 表中数据为各处理5次重复的平均值 ± 标准误, 同列数据末尾具有相同字母表示差异不显著(DMRT法, $P=0.05$)。

Note: The data represents the mean of five replicates ± standard errors; means in each column followed by the same letters mean no significant differences at 0.05 level of probability as tested by DMRT.

其中以液体肥追施量为 30 kg / 667 m² 的 T4 处理增幅最大, 块茎产量增幅达 22.36%, 其次为 T3 处理, 液体肥追施量为 10 kg / 667 m² 的 T2 处理增

幅最小, 块茎产量增幅为 13.52%。

2.2 不同处理对马铃薯商品性状的影响

在种植密度一定的情况下, 马铃薯结薯个数和单株薯重是产量形成的重要指标。由表3可看出, 追施农季高液体肥处理有利于马铃薯单株块茎重量的增加, 其中单株块茎产量增量为 0.13~0.23 kg, 且块茎重量增加的部分主要是 150 g 以上的大薯, 商品薯率提高 4.68%~6.55%。其中 T3 处理商品薯率最高, 为 89.03%, 且 150 g 以上的大薯重量增加幅度最大, 较不追施液体肥的 T1 处理增加 20.15 kg, 增幅为 30.45%, 大薯平均单薯重 259.2 g, 较不追施液体肥的 T1 处理增加 15.9 g。

2.3 马铃薯生产的投入产出效益分析

马铃薯肥料成本投入的高低是影响马铃薯经济效益的一个重要因素。从表4可以看出, 随着液体肥料用量的增加, 其单位面积块茎产量呈现增加趋势, 总体表现为 T4 > T3 > T2 > T1; 而在纯收入方

表3 不同处理马铃薯产量构成(20 m² 小区)Table 3 Tuber characters under various treatments (20 m² plot)

处理 Treatment	单株结薯数(No.) Tuber number per hill	单株薯重(kg) Tuber weight per hill	≥150 g		<150 g		≥150 g 商品薯率(%) Marketable tuber percentage	
			个数(No.) Number	重量(kg) Weight	个数(No.) Number	重量(kg) Weight		
T1	5	0.87	272	66.18	184	14.06	82.48	
T2	5	1.06	322	80.94	122	10.15	88.87	
T3	5	1.10	333	86.33	118	10.64	89.03	
T4	6	1.00	337	85.57	173	12.61	87.16	

表4 不同追肥处理经济效益分析

Table 4 Analysis on economic benefit for various treatments

处理 Treatment	产值 (Yuan / 667m ²) Output value	纯收入 (Yuan / 667m ²) Net income	液体肥投入 (Yuan / 667m ²) Liquid fertilizer input	比对照增加(Yuan / 667m ²) Comparison with control	比对照增加(%) Comparison with control	液体肥产出投入比 Rate of output-input
T1	2676.00	1216.00	—	—	—	—
T2	3037.85	1617.85	70.00	401.85	33.05	5.74
T3	3233.95	1743.95	140.00	527.95	43.42	3.77
T4	3274.30	1714.30	210.00	498.30	40.98	2.37

注: 纯收入, 每 667 m² 的马铃薯产量 × 每千克价格(以 1.0 元计) - 成本[种薯每 667 m² 500 元、人工 300 元、地租 150 元、农药 120 元、肥料支出(T1 280 元、T2 240 元、T3 310 元、T4 380 元)、水电机械等 110 元]。

Note: Net income = yield of potato per 667 m² × price per kilogram (priced at 1.0 Yuan) - cost (seed tubers 500 Yuan; labor 300 Yuan; land rent: 150 Yuan; pesticides 120 Yuan; fertilizer T1-280 Yuan, T2-240 Yuan, T3-310 Yuan, T4-380 Yuan; electricity and machinery depreciation cost 110 Yuan, on the basis of 667 m²).

面,与常规施肥处理相比,3个液体肥追施量处理的纯收入均有不同程度增加,其中以液体肥施用量为 $20\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 的T3处理增量最大,为每 667 m^2 527.95元,增幅为43.42%,其次是T4和T2处理,增幅分别为40.98%和33.05%。不同液体肥施用量处理间增收效益有一定的差异性,其产出投入比依次为 $T2 > T3 > T4$,也就是说,虽然T4处理的产值最大,但投入成本增加较大,产投比较低。因此实际生产中,需综合考虑成本投入及效益回报,建议液体肥追施量在 $20\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 左右。

3 讨 论

乌兰察布市近年来大面积推广马铃薯滴灌施肥技术,取得一定的成果,但在生产中仍存在诸多问题。首先,在施肥量上普遍存在氮肥过量、磷钾肥不足等问题,不但造成肥料的浪费,肥料利用率低下,也直接影响了马铃薯的产量与效益。其次,在施肥方式和施肥时间上,传统的施肥方式还是集中在基肥,但在本地区的砂质土壤中,容易引起马铃薯生长前期营养富余而后期营养缺乏的问题。再次,追肥所选择的肥料品种单一,养分比例不合理,由于滴灌施肥对肥料的水溶性要求较高,当施用溶解性较差的普通肥料时会增加施肥操作的难度,加重滴灌施肥系统的负担。块茎膨大期是马铃薯的需水、需肥的关键时期,其中需水量约占全生育期的50%以上,是耗水量最大的时期^[11]。因此,在生产实践中应根据马铃薯的水、肥需求规律制定并实施严格的灌溉、施肥标准,以保证马铃薯的水、肥需求。

与常规施肥方式相比,滴灌追施农季高液体配方肥,有利于改善马铃薯的生长状况,提高马铃薯单株薯块重、商品率、产量及经济效益。究其原因,虽然常规施肥追施的氮钾纯养分量并不低,但存在水溶性差,养分比例不合理等问题,而液体肥氮磷钾分配比适宜,含一定的微量元素,以及腐植酸、黄腐酸等活性物质,提高了马铃薯多酚氧化酶和过氧化氢酶活性,增强自由基的直接或间接清除,延缓衰老,加速植物体内的物质转化和积累,进而增加马铃薯产量^[12]。本试验结果表明,在3个液体肥不同追施量处理中,虽然追施 $30\text{ kg}/667\text{ m}^2$

液体肥时能获得更高的块茎总产量,但在大薯($\geq 150\text{ g}$)重量、商品薯率方面,则以追施 $20\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 液体肥的T3处理表现最好,商品薯率达到89.03%。从马铃薯生产的经济效益角度分析,追施 $30\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 液体肥的T4处理能获得更高的块茎总产量和总产值,而追施 $10\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 液体肥的T2处理能获得更高的产出投入比,但与对照处理相比,追施 $20\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 液体肥的T3处理则能获得更高的纯收入增加值,达527.95元/ 667 m^2 ,这也是广大种植者最终追求的目标。因此,从获取利润最大化的角度考虑,建议实际生产中在适量施基肥的基础上,以追施 $20\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 的液体肥为宜。

此外,本试验结果是在降低基肥施用量的基础上,通过增加追肥施用量、且不同追肥用量的追肥次数相同的情况下取得的。在以后的研究中,还可以考虑结合马铃薯不同时期的养分需求规律,进一步研究各生育时期合理的追肥量,探求更精准的施肥方案和施肥措施。

[参 考 文 献]

- [1] 张晓伟,黄占斌,李秧秧,等.滴灌条件下玉米的产量和WUE效应研究[J].水土保持学报,1999,6(1):72-75.
- [2] 肖艳,陈清,王敬国,等.滴灌施肥对土壤铁、磷有效性及番茄生长的影响[J].中国农业科学,2004,37(9):1322-1327.
- [3] 邓兰生,林翠兰,涂攀峰,等.滴灌施肥技术在马铃薯生产上的应用效果研究[J].中国马铃薯,2009,23(6):321-324.
- [4] 张学军,赵营,陈晓群,等.滴灌施肥中施氮量对两蔬菜产量、氮素平衡及土壤硝态氮累积的影响[J].中国农业科学,2007,40(11):2535-2545.
- [5] 孔清华,李光永,王永红,等.不同施肥条件和滴灌方式对青椒生长的影响[J].农业工程学报,2010,26(7):21-25.
- [6] Bar Y B. Advances in fertigation [J]. Advances in Agronomy, 1999, 65: 3-5.
- [7] 谢天鏞.液体肥料[M].北京:化学工业出版社,1990.
- [8] 蒋伟,陆亚玲,陈敏,等.液体型复合肥料与低碳经济[J].安徽化工,2010,增刊(1):79-84.
- [9] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
- [10] 张永成,田丰.马铃薯试验研究方法[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007.
- [11] 门福义,刘梦芸.马铃薯栽培生理[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [12] 何建平,陶启珍,易平.腐植酸液体叶面肥对马铃薯产量和品质的影响[J].腐植酸,2004(1):24-26.