

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2016)01-0025-06

黄腐酸对马铃薯产量和商品薯率的影响

王官茂¹, 杨茂峰^{2*}, 李志燕^{2*}, 屈海东¹, 张遵义²

(1. 内蒙古希森马铃薯种业有限公司, 内蒙古 乌兰察布 011606; 2. 山东泉林嘉有肥料有限责任公司, 山东 聊城 252800)

摘要: 为研究嘉有黄腐酸在马铃薯增产提质方面的应用效果, 2015年应用嘉有黄腐酸在希森马铃薯产业集团内蒙古马铃薯基地5个不同种植圈进行田间试验。在希森32号圈中耕培土时增施嘉有皇辅天黄腐酸生物有机肥20 kg/667m², 马铃薯商品薯率达84.02%, 较对照增加11.01%; 在希森7, 12, 13和25号圈增施嘉有黄腐酸肥料, 马铃薯产量较对照增加15.60%~22.77%, 其中, 在12号圈底肥时施用嘉有掺混肥料(12-18-15)80 kg/667m²、中耕培土时施用嘉有生命源黄腐酸水溶肥料20 kg/667m²和在25号圈底肥时增施嘉有皇辅天黄腐酸营养液12.5 kg/667m²两个处理增产效果最好, 马铃薯产量分别为3 420和3 154 kg/667m², 分别较对照增产634和557 kg/667m², 增产率为22.77%和21.43%。研究结果表明, 施用黄腐酸可以增加马铃薯产量和提高商品薯率。

关键词: 马铃薯; 黄腐酸; 产量; 商品薯率

Effects of Fulvic Acid on Yield and Marketable Tuber Percentage of Potato

WANG Guanmao¹, YANG Maofeng^{2*}, LI Zhiyan^{2*}, QU Haidong¹, ZHANG Zunyi²

(1. Inner Mongolia Xisen Potato Seed Co., Ltd., Ulanqab, Inner Mongolia 011606, China;

2. Shandong Tralin Jiayou Fertilizer Co., Ltd., Liaocheng, Shandong 252800, China)

Abstract: Field experiment was conducted in five irrigation circles in the Inner Mongolia potato base of Xisen Potato Industry Group in 2015 in order to study the effects of Jiayou fulvic acid (FA) on potato yield and quality. In the irrigation circle 32, marketable tuber percentage was up to 84.02%, increasing by 11.01% over the control when bio-organic fertilizer of Jiayou FA was applied at earthing up at the rate of 20 kg/667m². In the irrigation circles of 7, 12, 13 and 25, potato yield was increased by 15.60%-22.77% when Jiayou FA was applied, of which the irrigation circle 12 showed the best result, yielding 3 420 kg/667m², increasing by 22.77% (634 kg/667m²) over the control when 80 kg/667m² of mixed fertilizer (12-18-15) of Jiayou was used as base fertilizer, and 20 kg/667m² of water-soluble fertilizer of Jiayou FA as earthing up fertilizer, followed by the irrigation circle 25, yielding 3 154 kg/667m², increasing by 21.43% (557 kg/667m²) over the control when 12.5 kg/667m² of nutritional fertilizer of Jiayou FA was used as additional base fertilizer. These results suggest that application of fulvic acid could increase potato tuber yield and marketable tuber percentage.

Key Words: potato; fulvic acid; yield; marketable tuber percentage

收稿日期: 2015-12-18

作者简介: 王官茂(1961-), 男, 副研究员, 高级农艺师, 主要从事马铃薯育种及种薯生产研究。

*通信作者(Corresponding author): 杨茂峰, 山东泉林嘉有肥料有限责任公司副总经理, 工程师, 主要从事黄腐酸生产技术、产品研发及其田间试验研究, E-mail: yangmaofeng@126.com; 李志燕, 硕士, 主要从事黄腐酸产品研发、市场推广服务及施肥技术指导工作, E-mail: 1721961733@qq.com。

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)因其适应性强、生育期短、产量高、营养丰富等优点而被广泛种植^[1]。随着2015年中国“马铃薯主粮化”发展战略的推进，马铃薯成为中国稻米、小麦、玉米之外的第4大主粮作物^[2]，增加产量、改良品质是未来马铃薯行业发展的重要方向。

黄腐酸(Fulvic acid, FA)是从天然腐殖质中提取的一种能溶于酸、碱和水的芳香族类物质，对农作物具有增产、提质、增强抗逆的作用，是腐植酸类物质中的精华部分，也是一种重要的天然植物生长调节剂^[3]，已经在多种作物上得到了广泛应用^[4-7]。赵永峰等^[8]采用叶面喷施的方法研究了黄腐酸对马铃薯产量的影响，但黄腐酸作为底肥或追肥对马铃薯生长和产量方面的研究还鲜有报道。

本试验旨在探索嘉有黄腐酸作为底肥和追肥在马铃薯产量上的应用效果，为马铃薯的增产提质及施肥技术提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间

2015年4~9月。

1.2 试验地概况

试验设在内蒙古商都县希森马铃薯产业集团马铃薯基地的7，12，13，25和32五个不同种植圈。试验地区属中温带半干旱大陆性季风气候，昼夜温差大，7月最热，平均气温为18.9℃，无霜期110 d左右，年降水量351 mm，主要集中在6~8月，与马铃薯需水期相吻合，适合马铃薯的生长。

1.3 试验材料

供试马铃薯品种分别为‘希森3号’、‘紫玫瑰’和‘克新1号’。其中‘希森3号’和‘紫玫瑰’为希森马铃薯产业集团自育的新品种。供试黄腐酸肥料来源于山东泉林嘉有肥料有限责任公司，各肥料具体含量指标见表1。

表1 供试肥料
Table 1 Fertilizers used in experimentation

编号 Code	项目 Item	含量指标 Index	来源 Source
J1	嘉有生命源黄腐酸水溶肥料	黄腐酸 ≥ 30%; N + P ₂ O ₅ + K ₂ O ≥ 10%; 中微量元素 ≥ 4%	山东泉林嘉有肥料 有限责任公司
J2	嘉有皇辅天黄腐酸生物有机肥	黄腐酸 ≥ 26%; 有机质 ≥ 40%; 巨大芽孢杆菌 + 胶冻样类芽孢杆菌 ≥ 0.2亿/g	
J3	嘉有皇辅天黄腐酸营养液	黄腐酸 ≥ 240 g/L; N + P ₂ O ₅ + K ₂ O ≥ 200 g/L; 腐植酸 ≥ 30 g/L	
J4	嘉有掺混肥料	N + P ₂ O ₅ + K ₂ O ≥ 45% (12-18-15)	
F	常规肥料	底肥: 硫酸钾型复合肥 (12-18-17); 追肥: 硫酸钾型复合肥 (20-0-24); 尿素 (N 46%); 硝酸钾 (N 13.5%、K ₂ O 46%); 硝酸钙镁 (N 13.5%、Ca 16%、Mg 6%)	希森马铃薯产业集团 内蒙古马铃薯基地

1.4 试验设计

试验示范田总面积为28.60 hm²，生产试验示范设计共设5个处理，每个处理分别设有对照组和嘉有黄腐酸试验组，对照组为常规施肥(F)，即底肥为复合肥(12-18-17) 100 kg/667m²，追肥为复合肥

(20-0-24) 40 kg/667m²、尿素(N 46%) 10 kg/667m²、硝酸钾(N 13.5%、K₂O 46%) 15 kg/667m²、硝酸钙镁(N 13.5%、Ca 16%、Mg 6%) 15 kg/667m²；嘉有黄腐酸试验组分3种不同施肥方式：

(1)在底肥施用常规肥料基础上，同时增施嘉

有黄腐酸肥料做底肥(简称为底肥增施，F + J)。

(2)在底肥施用常规肥料的基础上，中耕培土时增施嘉有黄腐酸肥料做追肥(简称为中耕增施，F + J)。

(3)在整个马铃薯生长期施用嘉有黄腐酸套

餐，即在底肥时和中耕培土时只施用嘉有黄腐酸肥料(简称为底肥 + 中耕肥，J + J)。

其他田间管理措施均相同。2015年4月27日播种，行距90 cm，株距21 cm，具体示范田设计详见表2。

表2 示范田施肥设计

Table 2 Design in demonstration plots

处理 Treatment	试验地点 Test site	品种 Variety	种植面积 (hm ²) Plant area (ha)	试验面积 (hm ²) Test area (ha)	施肥方案 Fertilization scheme	嘉有黄腐酸肥料 施肥方式 Fertilization method	施肥时间 (D/M) Fertilization date
1	西坊子 7号圈	希森3号 G0	9.07	4.53	F(CK)	—	27/04
					F + J3	底肥增施	
2	东坊子 25号圈	紫玫瑰 G0	22.80	11.40	F(CK)	—	27/04
					F + J3	底肥增施	
3	新农机城 32号圈	希森3号 G1	33.33	2.67	F(CK)	—	22/06
					F + J2	中耕增施	
4	西坊子 13号圈	克新1号 G1	24.33	6.67	F(CK)	—	01/06
					F + J1	中耕增施	
5	西坊子 12号圈	希森3号 G0	11.33	3.33	F(CK)	—	27/04
					J4	底肥	
					J1	中耕肥	01/06

注：F—常规施肥，J1—嘉有生命源黄腐酸水溶肥料20 kg/667m²，J2—嘉有皇辅天黄腐酸生物有机肥20 kg/667m²，J3—嘉有皇辅天黄腐酸营养液12.5 kg/667m²，J4—嘉有掺混肥料(12-18-15)80 kg/667m²。

Note: F-conventional fertilization, J1-water-soluble fertilizer of Jiayou FA 20 kg/667m², J2-bio-organic fertilizer of Jiayou FA 20 kg/667m², J3-nutritional fertilizer of Jiayou FA 12.5 kg/667m², and J4- mixed fertilizer (12-18-15) of Jiayou 80 kg/667m².

1.5 测产方法

8月30日~9月1日进行马铃薯测产工作，测产方法为：在每个处理的对照区和嘉有试验区分别取3个小区进行测产，每小区长10 m，宽4.5 m(垄宽0.9 m，5垄)，小区面积为45 m²。

1.5.1 小区选取方法

从试验区和对照区分界点开始，左右分别隔出40垄，在距地头30 m(按试验面积定)处，分别挑选出对应的垄作为第1个小区；从此区域再隔出5垄，在距地头50 m(按试验面积定)处选出第2个小区；第3个小区也用此法选出，具体测产区域分

布见图1。

如在同一垄上的两端做的试验，则取同一根垄作对照，第2个小区和第3个小区用同上方法选出。

1.5.2 测定指标

测产时，分别测定马铃薯的株数、商品薯(≥150 g)产量和总产量。

1.5.3 产量计算方法

根据实际测产情况，32号圈采用常规方法进行计算；

其他4个圈采用缺株估计方法^[9]进行计算，即

折合成同样株数来计算产量。若试验区与对照区的株数相差20%以内时, 应按株数较少的小区平均单株产量的70%进行补株; 若小区株数相差20%以上, 应按缺区处理, 即该点无效。

折合产量 = (大株数 - 小株数) × 70% × 小株数

产量/小株数 + 小株数产量

公式中: 大株数指株数较多的小区所含的株数; 小株数指与株数较多小区所对应的株数较少的小区所含的株数; 小株数产量指株数较少的小区的产量。

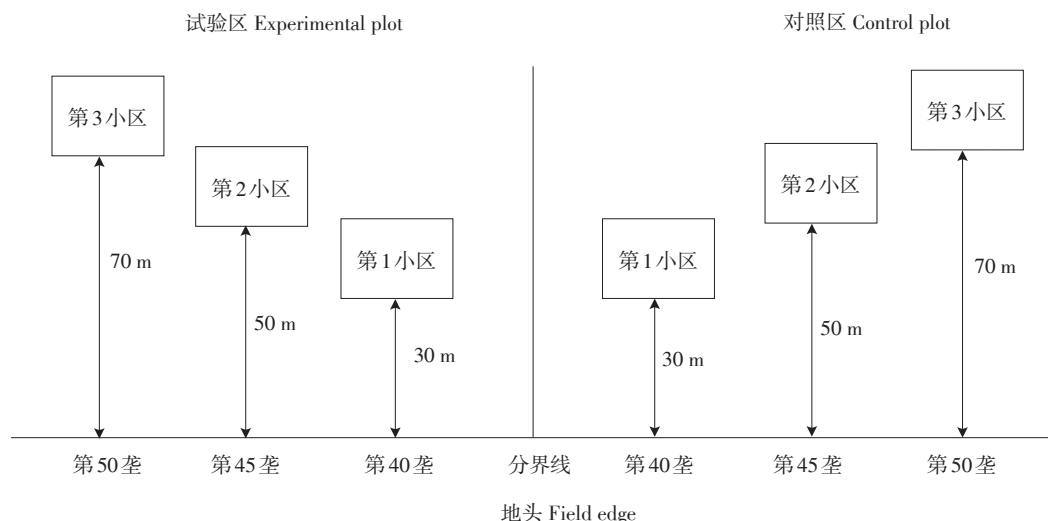


图1 马铃薯测产区域分布

Figure 1 Distribution of plots used for measurement of potato yield

2 结果与分析

2.1 嘉有黄腐酸对马铃薯植株长势的影响

在2015年8月马铃薯生长中期进行观察发现, 与对照相比, 施用嘉有黄腐酸肥料的马铃薯叶片更黑绿、肥厚, 色泽亮, 长势好, 茎秆粗壮, 毛细根量较多。成熟期观察发现, 对照区内植株死亡时, 嘉有黄腐酸试验区内叶片还较绿, 说明嘉有黄腐酸肥料能够预防早衰, 延长作物生长期, 有利于作物增产。

2.2 嘉有黄腐酸对马铃薯产量的影响

从表3可以看出, 处理3在马铃薯中耕培土时增施嘉有皇辅天黄腐酸生物有机肥 20 kg/667m², 马铃薯商品薯率达84.02%, 较对照增加11.01%; 产量达3 739 kg/667m², 较对照增加68 kg/667m², 增产率为1.86%。

由表4可以看出, 在处理1, 2, 4和5中, 增施不同种类的嘉有黄腐酸肥料, 马铃薯产量较对照增加15.60%~22.77%。其中, 处理5增产效果最好, 马铃薯产量为3 420 kg/667m², 较对照增产

634 kg/667m², 增产率为22.77%; 处理2增产效果次之, 马铃薯产量为3 154 kg/667m², 较对照增产557 kg/667m², 增产率为21.43%。在各试验区, 均较少有马铃薯病害发现。

3 讨论

黄腐酸含有羧基、酚羟基、磺酸基、氨基等众多官能团^[10], 有较强的络合、螯合和表面吸附能力, 能减轻土壤重金属的污染, 调节土壤酸碱度, 改善土壤团粒结构, 增加土壤保肥保水性, 促进根系对氮磷钾的吸收利用, 提高肥料利用率, 有利于作物生长和改善农产品品质, 目前, 已广泛应用于马铃薯、水稻、小麦、棉花、葡萄、西红柿和黄瓜等农作物上, 并收到了良好的效果^[11,12]。

由于嘉有黄腐酸来源于天然作物秸秆, 完全保留作物养分, 黄腐酸含量高, 分子量小, 活性强, 生产过程可控, 产品质量稳定, 生产成本低。而市场上所售矿源黄腐酸大部分来源于矿源风化煤、褐煤、草炭土等非可再生资源, 黄腐酸含量低, 分子量大、难吸收、提取成本高。所

表 3 希森马铃薯产业集团 32 号圈马铃薯田间试验测产结果

Table 3 Yield of potato in tested circle 32 of Xisen Potato Industry Group

处理 Treatment	小区 Plot	小区产量(kg/45m ²) Yield per plot						折合产量(kg/667m ²) Equivalent yield			
		株数(株) Plant number (No.)	商品薯 Marketable tuber	总产 Total tuber yield	商品薯率 (%) Marketable tuber percentage	平均商品薯率(%) Average marketable tuber percentage	商品薯较 对照增加 (%) Compared to control	产量 Yield	平均值 Average	较对照 增产 Compared to control	增产率 (%) Increasing percentage
F(CK)	I	200	155.00	214.88	72.13			3 185			
	II	158	192.83	254.13	75.88	75.69	—	3 767	3 671	—	—
	III	217	214.58	274.04	78.30			4 062			
F + J2	I	200	193.92	243.75	79.56			3 613			
	II	183	209.08	248.25	84.22	84.02	11.01	3 680	3 739	68	1.86
	III	183	232.92	264.83	87.95			3 925			

表 4 希森马铃薯产业集团 4 个试验点马铃薯田间试验测产结果

Table 4 Yield of potato in four tested circles of Xisen Potato Industry Group

处理 Treatment	小区 Plot	对照区(F(CK)) Control plot					嘉有试验区(F + J) Experimental plot						
		小区产量(kg/45m ²) Yield per plot					小区产量(kg/45m ²) Yield per plot					较对照 增产 (%) Compared to control	株数 差比 (%) Plant number contrast
		株数 (株) Plant number (No.)	总产 Total yield	折合株数 (株) Equivalent plant number (No.)	折合 总产 Equivalent total yield	折合产量 (kg/667m ²) Equivalent yield	株数 (株) Plant number (No.)	总产 Total yield	折合株数 (株) Equivalent plant number (No.)	折合总产 Equivalent total yield	折合产量 (kg/667m ²) Equivalent yield		
1	I	208	205.67	—	—	—	258	235.92	—	—	—		24.00
	II	225	165.92	258	183.12	2 714	258	224.92	258	224.47	3 327	15.93	14.81
	III	208	162.83	225	171.95	2 549	225	178.83	225	187.17	2 774		8.00
	平均值					2 632					3 051		
2	I	150	179.33	150	179.33	2 658	150	222.67	150	222.67	3 300		0.00
	II	133	171.50	133	171.50	2 542	133	175.50	133	175.50	2 601	21.43	0.00
	III	150	174.83	150	174.83	2 591	133	220.83	150	240.16	3 560		12.50
	平均值					2 597					3 154		
4	I	167	206.25	—	—	—	233	222.67	—	—	—		40.00
	II	233	240.92	233	240.92	3 571	233	217.58	233	217.58	3 225	15.60	0.00
	III	225	196.67	225	196.67	2 915	200	265.08	225	288.28	4 273		12.50
	平均值					3 243					3 749		
5	I	250	189.50	—	—	—	200	270.75	—	—	—		25.00
	II	192	197.50	192	197.50	2 927	183	204.00	192	210.49	3 120	22.77	4.55
	III	242	166.33	267	178.38	2 644	267	251.33	267	250.98	3 720		10.34
	平均值					2 786					3 420		

以,在一定程度上,嘉有黄腐酸优于矿源黄腐酸。

黄腐酸能够促进马铃薯生长,增加商品薯率,有利于提高产量。本试验表明:

(1)在马铃薯常规施肥基础上,中耕培土时增施嘉有皇辅天黄腐酸生物有机肥 20 kg/667m²,马铃薯商品薯率可达84.02%,较对照增加11.01%。

(2)马铃薯底肥时施用嘉有掺混肥料(12-18-15) 80 kg/667m²、中耕培土时施用嘉有生命源黄腐酸水溶肥料 20 kg/667m²,马铃薯产量为3 420 kg/667m²,增产率达22.77%;底肥增施嘉有皇辅天黄腐酸营养液 12.5 kg/667m²,马铃薯产量为3 154 kg/667m²,增产率为21.43%。

通过研究嘉有黄腐酸在马铃薯上的应用情况,充分说明了嘉有黄腐酸对提高马铃薯产量,增加商品薯率具有明显的效果。下一步将更加深入地对嘉有黄腐酸在马铃薯上的应用效果及其机理进行研究,实现黄腐酸在马铃薯种植中的合理利用,为马铃薯高产提供科学的理论依据。

[参 考 文 献]

- [1] 李勇,白雅梅,金光辉,等. 马铃薯育种早代选择的研究进展[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(2): 108-110.
- [2] 倪玉洁. 别拿土豆不当干粮[J]. 健身科学, 2015(3): 22-23.
- [3] 张常书,于秀芳,朱玲. 生化黄腐酸的生物活性和激素作用研究[C]//中国腐植酸工业协会. 2010中国腐植酸行业低碳经济交流大会暨第九届全国绿色环保肥料(农药)新技术、新产品交流论文集. 北京: 腐植酸, 2010.
- [4] 李政. 汇满丰黄腐酸水溶肥料在水稻上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2012(4): 299.
- [5] 周莉娜,孙丽蓉,毛晖,等. 黄腐酸抗旱营养剂对小麦和玉米生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(1): 154-158.
- [6] 韩玉国,任树梅,李云开,等. 黄腐酸(FA)旱地龙在苹果节水生产中的应用效果研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 93-97.
- [7] 张希太,张素军,王付民,等. 黄腐酸在植物试管苗生根及移栽中的效应[J]. 河南职业技术学院学报, 2003(1): 54-55.
- [8] 赵永峰,吴林科,周皓蕾,等. 黄腐酸在马铃薯上的应用效果初报[J]. 甘肃农业科技, 2002(5): 41-42.
- [9] 王向阳,冀天会,孙晓娟,等. 河南省夏玉米主栽品种抗旱特性研究[J]. 河南农业科学, 2014, 43(4): 36-39.
- [10] 周少丽. 黄腐酸研究进展[J]. 广州化工, 2015, 43(8): 41-42.
- [11] 回振龙,李朝周,史文焯,等. 黄腐酸改善连作马铃薯生长发育及抗性生理的研究[J]. 草业学报, 2013, 22(4): 130-136.
- [12] 肖艳,曹一平,王敬国,等. 提高作物叶面养分吸收的复合型助剂研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 281-285.

AGROLEX 新加坡利农

AGROLEX 新加坡利农是集植保产品、植保技术、新加坡利农喷雾器为一体的跨国公司,运用智慧植保产品: 柔水通、斯德考普、顶绿、菲范、鸽哈、玛贺、丽致、金纳海、农趣(新加坡利农丙环唑)、耐尔、瑞秋、赚实、阿耳发特、安棉特、阿托力、氮磷钾全水溶肥、极绿、极衡、极巨、极赚等,让种植者更加优质高产,增产增收! 让人们的生活更美好!

打农药要加柔水通

增产要用斯德考普

植物能源来自菲范



请关注新加坡利农

丰富人生

更多感受幸福

通讯地址/Post Address: 北京市朝阳区光华路甲8号和乔大厦B座511A

植保热线/Plant protection hotline: 86-10-65816129/8

微信号/Micro signal: AGROLEXBIOSOFT

电子邮件/E-mail: ellen@agrolex.com.cn

公司网址/Website: http://www.agrolex.com.cn