

黄腐酸对秋马铃薯农艺性状及产量的影响

张玉娟¹, 周全卢¹, 李育明¹, 徐成勇², 何素兰¹, 黄迎冬¹, 杨洪康¹, 王梅¹, 刘莉莎¹, 唐明双¹

(1. 南充市农业科学院, 国家甘薯改良中心南充分中心, 四川南充 637000; 2. 凉山州西昌农业科学研究所高山作物研究站, 四川凉山 616150)

摘要 [目的] 研究黄腐酸对秋马铃薯农艺性状及产量的影响。[方法] 分析黄腐酸对秋马铃薯生育期、植株形态、块茎、净光合速率、叶绿素含量、叶面积指数(LAI)和产量的影响。[结果] 施用黄腐酸可延长秋马铃薯生育期, 增加植株株高、茎粗、叶片叶绿素含量和 LAI, 提高叶片有效净光合速率、单株薯块数、单株薯块重和商品薯率, 从而提高产量。施用黄腐酸后可延长秋马铃薯生育期 1~3 d, 显著或极显著提高植株株高、叶片净光合速率、单株块茎重和产量。在复合肥减半的情况下施用黄腐酸与复合肥常量施用下的出苗期和成熟期一致、生育期相当、净光合速率无差异性, 特别是固体肥和液体肥配施后产量无差异性。[结论] 施用黄腐酸后在产量不变的情况下可减少化学肥料的投入, 降低化学肥料的面源污染。

关键词 秋马铃薯; 黄腐酸; 产量; 生育期

中图分类号 S532 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)01-0052-03

Effects of Fulvic Acid on the Yield and Agronomic Characters of Potato in Autumn

ZHANG Yu-juan, ZHOU Quan-lu, LI Yu-ming et al (Nanchong Academy of Agricultural Sciences, National Center of Sweet-potato Genetics Improvement (Nanchong), Nanchong, Sichuan 637000)

Abstract [Objective] To research the effects of fulvic acid on the yield and agronomic characters of potato in autumn. [Method] We researched the effects of fulvic acid on the growth period, plant morphology, tuber, net photosynthetic rate, chlorophyll content, LAI and yield. [Result] Application of fulvic acid lengthened the growth period of potato in autumn, enhanced the plant length and stem width, increased the LAI and chlorophyll content in leaves, improved the net photosynthetic rate, tuber number per plant, tuber weight per plant and marketable tuber rate, and enhanced the yield. Applying fulvic acid extended the growth period of potato in autumn by 1-3 d, significantly or extremely significantly improved the plant height, leaf net photosynthetic rate, tuber weight per plant and yield. When the application amount of compound fertilizer was reduced by half, applying fulvic acid had almost the same seedling emergence stage, mature stage, growth stage and net photosynthetic rate with applying full amount of compound fertilizers. In particular, there were no differences between applying solid and liquid fertilizers. [Conclusion] Under the condition of stable yield, applying fulvic acid can reduce the application of chemical fertilizers, and lower the non-point source pollution of chemical fertilizers.

Key words Potato in autumn; Fulvic acid; Yield; Growth period

黄腐酸是植物生长的一类特殊调节物质, 容易被植物所吸收, 生物活性较强, 能促进植株形态发育、增加光合作用和效率^[1-2]; 同时黄腐酸可减少植株叶片的蒸腾速率, 促进根系发育和增强根系活力而提高其抗旱能力^[3]。研究显示黄腐酸能促进连作马铃薯幼苗的生长发育, 提高块茎的淀粉、Vc 和可溶性蛋白含量^[4]。目前, 黄腐酸在马铃薯上的研究主要集中在冬、春季上^[5-6], 而在秋马铃薯上的应用少见报道。基于此, 笔者分析了黄腐酸对秋马铃薯生育期、植株形态、块茎、净光合速率、叶绿素含量、叶面积指数(LAI)和产量的影响, 以期黄腐酸在秋马铃薯上的应用提供理论依据。

1 材料与方

1.1 材料 黄腐酸为山东泉林嘉有黄腐酸有限责任公司提供的黄腐酸固体肥和生命源液体肥, 硫酸钾为贵州息烽产(15:15:15)平衡型硫酸钾复合肥, 马铃薯品种为早熟材料中薯 2 号。

1.2 方法 试验在四川省南充市农业科学院濛溪试验基地进行。以随机区组方式进行田间排列, 每小区 20 m², 密度为 9 万窝/hm², 硫酸钾复合肥(F)和固体黄腐酸(G)以基肥方式进行条施, 封垄前液体黄腐酸(S)以叶面喷施方式进行(10月11日), 共 7 个处理(表 1)。试验于 2015 年 8 月 15 日播

种, 2016 年 1 月 12 日收获测产。用美国 CCM-200 手持式叶绿素仪测定各处理的叶绿素含量; 使用美国 CID 公司的 Ci-203 活体叶面积测定仪测定植株叶面积, 以叶片数折算 LAI; 各处理随机选取 3 株, 在晴朗的 09:00~11:00 使用美国 LI-COR 公司生产的 LI-6400 便携式光合测定仪测定上部倒 4 展开叶的净光合速率(Pn)。

表 1 试验处理设计

Table 1 Design of test treatments

编号 Code	处理 Treatment	硫酸钾 Potassium sulfate//kg	固体黄腐酸 Solid fulvic acid//kg	液体黄腐酸 Liquid fulvic acid//kg
①	CK	0	0	0
②	F	60	0	0
③	F+G	60	40	0
④	F+G+S	60	40	10
⑤	1/2F	30	0	0
⑥	1/2F+G	30	40	0
⑦	1/2F+G+S	30	40	10

1.3 数据统计 采用 Excel 2003 和 DPS 进行数据统计和分析。

2 结果与分析

2.1 黄腐酸对秋马铃薯生育期的影响 由表 2 可知, 固体黄腐酸的施用可推迟秋马铃薯的出苗期 3 d 以上; 施肥较不施肥成熟期可延迟 5~7 d, 而施用黄腐酸可延迟秋马铃薯成熟期 1~2 d。从全生育期看, 不施肥情况下秋马铃薯早熟 5 d 以上, 施用黄腐酸可延长秋马铃薯的生育期 1~2 d; 施用固体和液体黄腐酸对生育期的影响差异不大。试验结果说

基金项目 四川省薯类创新团队项目; 南充市科技支撑计划项目。

作者简介 张玉娟(1983—), 女, 四川南充人, 助理研究员, 从事生物技术研究。

收稿日期 2016-09-30

明施肥有利于延长叶片的生长期、相对有效光合持续时间,从而形成更多同化产物以提高产量。

表 2 黄腐酸对秋马铃薯生育期的影响

Table 2 Effects of fulvic acid on the growth period of potato in autumn

处理编号 Treatment code	出苗期 Seedling emergence date//月-日	成熟期 Mature satge 月-日	生育期 Growth period//d
①	09-21	01-04	105
②	09-19	01-10	111
③	09-20	01-11	113
④	09-22	01-12	112
⑤	09-17	01-09	110
⑥	09-20	01-11	113
⑦	09-22	01-11	113

2.2 黄腐酸对秋马铃薯植株形态的影响 由表 3 可知,施肥可极显著提高秋马铃薯的株高和茎粗,施用固体黄腐酸后,秋马铃薯的株高有一定增加;复合肥常量施用下增施液体黄腐酸后的植株最高,与其他处理存在极显著差异;在复合肥半量施用下,固体和液体黄腐酸配施较只施固体黄腐酸株高要高,且存在显著差异;主茎数是由品种特性决定的,施用黄腐酸与否对其影响不大,说明施肥有利于改善秋马铃薯植株的生长态势,达到增“源”扩“流”的效果。

表 3 黄腐酸对秋马铃薯植株形态的影响

Table 3 Effects of fulvic acid on the plant morphology of potato in autumn

处理编号 Treatment code	株高 Plant height cm	茎粗 Stem width cm	主茎数 Main stem number 个
①	29.1 dD	0.760 cB	1.8 aA
②	45.4 cBC	1.064 aA	1.7 aA
③	45.6 cBC	1.050 aA	1.7 aA
④	67.5 aA	0.946 abA	2.4 aA
⑤	38.6 cCD	0.916 bA	2.0 aA
⑥	43.2 cBC	1.007 abA	1.7 aA
⑦	54.5 bB	0.963 abA	1.9 aA

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著;同列数据后不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences between treatments at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated significant differences between treatments at 0.01 level

2.3 黄腐酸对秋马铃薯块茎的影响 由表 4 可知,施肥有利于单株薯块重的增加,施用固体肥较只施复合肥高,而增施液体肥后的单株薯块重最大,说明黄腐酸有利于同化产物向产品器官的转移,且固体液体配合施用效果最好;单株薯块数与商品薯率在各地处理间无显著差异性,但施肥均较不施肥高。

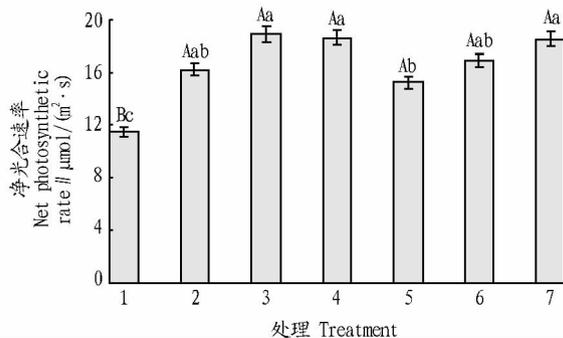
2.4 黄腐酸对秋马铃薯光合速率的影响 由图 1 可知,施肥后秋马铃薯叶片的净光合速率与不施肥存在极显著差异;在复合肥常量施用下,施用黄腐酸与否处理间不存在差异性;在复合肥减半的情况下,施用黄腐酸与只施复合肥处理间存在显著差异;固体和液体黄腐酸处理间不存在差异性。说明施用黄腐酸可提高秋马铃薯叶片的净光合速率,增强同化能力,从而提高“源”强以增加产量。

表 4 黄腐酸对秋马铃薯块茎的影响

Table 4 Effects of fulvic acid on the potato tuber in autumn

处理编号 Treatment code	单株薯块数 Tuber number per plant//个	单株薯块重 Tuber weight per plant//g	商品薯率 Marketable tuber rate//%
①	2.9 aA	232.2 cB	68.50 aA
②	3.9 aA	356.3 bcAB	78.21 aA
③	3.6 aA	409.9 abAB	70.33 aA
④	4.2 aA	515.2 aA	72.81 aA
⑤	3.1 aA	283.9 bcB	73.67 aA
⑥	3.0 aA	298.6 bcB	83.17 aA
⑦	3.4 aA	306.4 bcB	86.33 aA

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著;同列数据后不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences between treatments at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated significant differences between treatments at 0.01 level



注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著;同列数据后不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences between treatments at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated significant differences between treatments at 0.01 level

图 1 黄腐酸对秋马铃薯净光合速率的影响

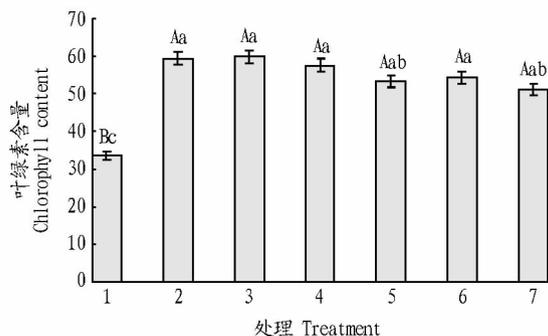
Fig. 1 Effects of fulvic acid on the net photosynthetic rate of potato in autumn

2.5 黄腐酸对秋马铃薯叶绿素含量和 LAI 的影响 由图 2、3 可知,施肥极显著地提高了秋马铃薯植株的叶绿素含量和有效光合叶面积,在复合肥常量施用下增施黄腐酸有利于增加 LAI,叶片叶绿素含量有一定的降低,但未达显著水平;在复合肥半量施用下,增施黄腐酸有利于有效光合叶面积的增加。

2.6 黄腐酸对秋马铃薯产量的影响 由图 4 可知,施肥后产量均比不施肥高,且施肥与不施肥存在极显著差异;施黄腐酸后较只施复合肥产量高且存在极显著差异;固液黄腐酸配施产量最高,在复合肥常量施用下固体黄腐酸与固液黄腐酸配施间无显著差异,但在复合肥半量施用下固液黄腐酸配施与只施固体黄腐酸间存在显著差异;在复合肥减半的条件下施用黄腐酸与复合肥常规施用量的产量差异不大,说明施用黄腐酸可减少化学肥料的投入。

3 结论与讨论

施用黄腐酸可延长秋马铃薯生育期,增加植株株高、茎粗、叶片叶绿素含量和 LAI,提高叶片有效净光合速率,增加

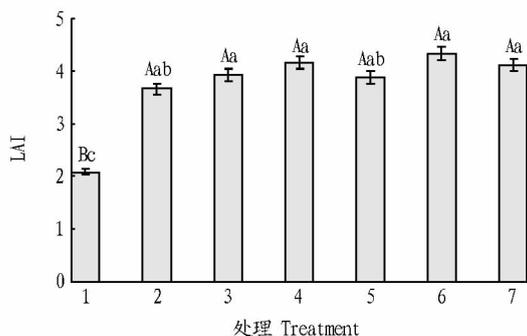


注: 同列数据后不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著; 同列数据后不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences between treatments at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated significant differences between treatments at 0.01 level

图2 黄腐酸对秋马铃薯叶绿素含量的影响

Fig.2 Effects of fulvic acid on the chlorophyll content of potato in autumn



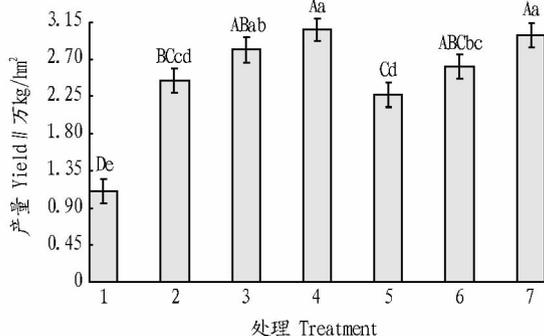
注: 同列数据后不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著; 同列数据后不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences between treatments at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated significant differences between treatments at 0.01 level

图3 黄腐酸对秋马铃薯 LAI 的影响

Fig.3 Effects of fulvic acid on the LAI of potato in autumn

单株薯块数、单株薯块重和商品薯率, 达到扩“源”增“流”强“库”的作用, 从而提高产量。这与朱元浩等^[7]、回振龙等^[4]、王官茂等^[8]的研究一致。施用黄腐酸后可延长秋马铃薯生



注: 同列数据后不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著; 同列数据后不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences between treatments at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated significant differences between treatments at 0.01 level

图4 黄腐酸对秋马铃薯产量的影响

Fig.4 Effects of fulvic acid on the yield of potato in autumn

育期 1~3 d, 显著或极显著提高植株株高、叶片净光合速率、单株块茎重和产量, 这与王官茂等^[8]对黄腐酸的研究一致。在复合肥减半的情况下施用黄腐酸与复合肥常量施用下的秋马铃薯出苗期和成熟期一致, 生育期相当, 净光合速率无差异性, 特别是固体肥和液体肥配施后产量无差异性, 说明施用黄腐酸后, 在产量不变的情况下可减少化学肥料的投入, 改善土壤理化性质, 保持土地资源的可持续性^[9-11]。

参考文献

- [1] 王天立. 黄腐酸在农业上的应用[J]. 腐植酸, 1992(1): 14-36.
- [2] 卢林纲. 黄腐酸及其在农业上的应用[J]. 现代化农业, 2001(5): 9-10.
- [3] 韩玉竹, 李阳春, 刘晓静. 黄腐酸对紫花苜蓿种子活力的影响[J]. 种子, 2009, 28(7): 50-52.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 王晓军, 何文寿. 不同肥料配施对冀张薯 8 号养分吸收和产量的影响[J]. 农业科学研究, 2016, 37(1): 19-24.
- [7] 朱元浩, 杨培岭, 廖人宽, 等. 化学联合调控对玉米光合特性及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(1): 193-200.
- [8] 王官茂, 杨茂峰, 李志燕, 等. 黄腐酸对马铃薯产量和商品薯率的影响[J]. 中国马铃薯, 2016(1): 25-30.
- [9] 宋振华. 党参施用黄腐酸土壤改良有机肥效果研究[J]. 新农村, 2011(9): 131-133.
- [10] 杨宇, 金强, 卢国政, 等. 生化黄腐酸土壤改良剂对盐碱菜田土壤改良效果研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(4): 1931-1932.
- [11] 高玉芬, 孙丽蓉, 周莉娜, 等. 黄腐酸土壤改良液体肥试验效果探讨[J]. 陕西农业科学, 2011, 57(6): 100-103.

(上接第 51 页)

- [6] 张亚琼, 张伟, 戴思兰, 等. 基于 AHP 的中国传统盆栽菊花产业化品种筛选[J]. 中国农业科学, 2011, 44(21): 4438-4446.
- [7] LIU Y J, MU Y J, ZHU Y G, et al. Which ornamental plant species effectively remove benzene from indoor air? [J]. Atmospheric environment, 2007, 41(3): 650-654.
- [8] MAGGIO A, DALTON F N, PICCINI G. The effects of elevated carbon dioxide on static and dynamic indices for tomato salt tolerance [J]. European

journal of agronomy, 2002, 16(3): 197-206.

- [9] 方小甫, 方燕. 盆栽菊花扦插繁殖方法及应用[J]. 浙江农业科学, 2013(5): 552-554.
- [10] 何莉, 高志明. 菊花盆栽技术[J]. 现代园艺, 2012(7): 30-31.
- [11] 杨秀坚, 罗富英, 窦萍珍. 植物调节剂对菊花观赏性状及相关特性的影响[J]. 北方园艺, 2006(1): 45-46.
- [12] 张文洋, 于春雷. 北方盆栽菊花植株矮化及花期调控技术[J]. 现代园艺, 2013(5): 30.