

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2021)01-0038-06  
DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.01.006

## 新型腐植酸有机肥对马铃薯茎基腐病的防效

雷玉明<sup>1,2,3\*</sup>, 吕彪<sup>1,2,3</sup>, 鄂利锋<sup>1,2,3</sup>, 赵文勤<sup>4,5</sup>, 赵文明<sup>4,5</sup>, 陈晓燕<sup>4,5</sup>, 刘晓燕<sup>4,5</sup>

(1. 河西学院农业与生态工程学院, 甘肃 张掖 734000; 2. 甘肃河西走廊特色资源利用重点实验室, 甘肃 张掖 734000; 3. 河西学院祁连山有害生物综合治理研究中心, 甘肃 张掖 734000; 4. 张掖市德光农业科技有限责任公司, 甘肃 张掖 734000; 5. 甘肃华美农业科技有限公司, 甘肃 张掖 734000)

**摘要:** 马铃薯茎基腐病是影响马铃薯生产的重要病害, 目前尚未有效的综合防控措施。试验的目的是通过新型腐植酸肥料与同等养分配方化肥的田间比较试验, 探讨新型腐植酸有机肥对马铃薯茎基腐病预防效果。结果表明, 5~15 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料对马铃薯生长发育安全, 在出苗率、苗高、单株根数、最大根长、芽长分别优于配方化肥 1.0~2.9 个百分点、1.2~4.1 cm、1.1~5.2 条、1.2~2.6 cm、0.3~1.1 cm; 在单株薯重、平均单薯重、商品薯率、小区产量分别高于配方化肥 66.7~394.4 g、4.6~12.1 g、4.3~11.4 个百分点、12.23~83.46 kg/30.8m<sup>2</sup>; 对主茎、匍匐茎、块茎基腐防效分别达 78.29%~87.24%、75.62%~88.51%、72.05%~86.98%, 增产效果达 11.60%~79.12%。研究为开展农业技术防治马铃薯茎基腐病提供了新方法, 对制定综合防治技术体系具有重要指导意义。

**关键词:** 马铃薯; 新型腐植酸肥料; 壤动 FT; 茎基腐病; 防效

## Control Effect of New Humic Acid Organic Fertilizer on Potato Stem Canker

LEI Yuming<sup>1,2,3\*</sup>, LU Biao<sup>1,2,3</sup>, E Lifeng<sup>1,2,3</sup>, ZHAO Wenqin<sup>4,5</sup>, ZHAO Wenming<sup>4,5</sup>, CHEN Xiaoyan<sup>4,5</sup>, LIU Xiaoyan<sup>4,5</sup>

(1. College of Agriculture and Ecological Engineering, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China; 2. Key Laboratory of Resources Utilization of Hexi Corridor, Zhangye, Gansu 734000, China; 3. Qilian Mountains Research Center of Integrated Pest Management, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China; 4. Deguang Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Zhangye, Gansu 734000, China; 5. Huamei Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Zhangye, Gansu 734000, China)

**Abstract:** Potato stem canker is an important disease affecting potato production, and effective comprehensive prevention and control measures are not yet available. The purpose of this experiment was to explore the preventive effect of new humic acid fertilizer on potato stem canker through field comparative test between new humic acid fertilizer and chemical fertilizer with the same nutrients. Five-15 g Fruiful tutelar (FT)/100 kg seed potato combined with humic acid fertilizer was safe for potato growth and development. The emergence rate, seedling height, root number per plant, maximum root length and sprout length were 1.0-2.9 percentage points, 1.2-4.1 cm, 1.1-5.2 number, 1.2-2.6 cm and 0.3-1.1 cm higher than those of formula fertilizer, respectively. The yield per plant, tuber weight, marketable tuber percentage and plot yield were 66.7-394.4 g, 4.6-12.1 g, 4.3-11.4 percentage points and 12.23-83.46 kg/30.8m<sup>2</sup> higher than those of formula fertilizer, respectively. The control effect on canker of the main stem, stolon and tuber was 78.29%-

收稿日期: 2020-03-26

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目(31660499); 甘肃省现代农业产业体系马铃薯产业病虫害防控团队资助(GAR2-03-P5)。

作者简介: 雷玉明(1964-), 男, 教授, 从事植物病理学教学与研究工作。

\*通信作者(Corresponding author): 雷玉明, E-mail: zymlei@163.com。

87.24%, 75.62%-88.51% and 72.05%-86.98%, respectively, and the yield increase was 11.60%-79.12%. The research provides a new method for the development of agricultural technology to prevent and control potato stem canker, and has important guiding significance for the establishment of an integrated control technology.

**Key Words:** potato; new organic humic acid fertilizer; Fruiful tutelar; stem canker; control effect

马铃薯茎基腐病是由立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani* Kühn)引起的一种真菌性土传病害, 又称立枯丝核菌病、黑痣病、丝核菌溃疡病和黑色粗皮病, 在国内外马铃薯主产区普遍发生<sup>[1]</sup>。该病害常危害薯块, 造成缺苗断垄, 成株期根颈部腐烂, 植株枯死<sup>[2]</sup>。发病率轻则为2.0%~7.8%, 一般地块发病率为20.1%~30.0%, 重则为46.0%~92.0%, 有些田块甚至绝收<sup>[3]</sup>。国内外一直以来重视化学和生物防治的应用研究, 在种薯包衣与药剂土壤处理<sup>[2]</sup>、药剂拌种<sup>[4]</sup>、生物制剂<sup>[5,6]</sup>等方面进行实践探索, 这些措施在病害的控制上具有一定防效, 但是防治效果不理想。因此, 从绿色生态防控的角度出发, 探索提高马铃薯生长能力, 增强其抗病性技术的研究成为防治该病的重点。

壤动FT(Fruiful tutelar)是一种攻克土壤顽疾的多元羧基羧酸复合物土壤调理剂, 具有调节土壤酸碱性、活化土壤养分、抑制土传病菌等特性<sup>[7]</sup>。腐植酸螯合型复合肥料是一种含有腐植酸类物质的新型绿色环保肥料, 具有刺激作物根系生长, 改良土壤结构, 增强作物抗病性、抗逆性, 提高产量和改善作物品质等作用。在马铃薯、甘薯等薯类作物上得到应用, 增产效果明显, 改善作物品质<sup>[8,9]</sup>。有关壤动FT具有抑制土传病菌滋生与腐植酸复合肥料抗病能力强的试验报道甚少, 本研究通过壤动FT拌种配合腐植酸复合肥料与同等养分传统化肥的田间试验, 探索新型腐植酸复合肥料对茎基腐病的防病增产效果, 为马铃薯茎基腐病的农业防治提供新方法, 对制定综合防治技术体系具有指导意义。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 试验材料

供试品种: ‘大西洋’二级种(甘肃天润薯业有限责任公司脱毒中心), 选择健康整薯切块, 每块30~40 g, 至少有芽眼1个, 播种种薯重量控制在182~242 kg/667m<sup>2</sup><sup>[10]</sup>。

供试肥料: 壤动FT、腐植酸螯合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 18:18:18 + TE, 养分总量≥54%, 腐植酸≥2%, 有机质≥3%)、腐植酸螯合肥氮肥(N≥28%, 腐植酸≥5%, 有机质≥7%)、腐植酸螯合肥磷肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 9:44:0 + TE, 养分总量≥54%)、优钙镁中微量元素水溶肥(Ca + Mg≥10%), 均由北京澳佳生态农业股份有限公司提供。尿素(N≥46%)、磷酸二铵(N≥18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>≥46%)、硫酸钾(K<sub>2</sub>O≥50%)。

### 1.2 试验地概况

试验地设在山丹县位奇镇张湾村, 海拔1 950 m, 土壤类型灰钙土, pH 8.32, 土壤有机质18.2 g/kg, 全氮1.04 g/kg、碱解氮40.0 mg/kg、有效磷4.1 mg/kg、速效钾180.0 mg/kg, 前茬作物为小麦。

### 1.3 试验设计

采用田间随机区组排列, 3次重复, 小区面积30.8 m<sup>2</sup>, 设4个处理, 各处理设不同剂量的壤动FT配合新型腐植酸有机肥, 与同养分的配方化肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0.64:0.49)进行比较<sup>[11]</sup>。处理1: 5 g壤动FT + 1 kg凹凸棒土; 处理2: 10 g壤动FT + 1 kg凹凸棒土; 处理3: 15 g壤动FT + 1 kg凹凸棒土; 处理4: 20 g壤动FT + 1 kg凹凸棒土。每个处理配合腐植酸复合肥料量66.83 kg/667m<sup>2</sup>, 其中磷钾作基肥一次施入, 氮肥70%作基肥, 30%开花期追肥。以当地配方化肥量56 kg/667m<sup>2</sup>为对照(CK), 滑石粉10 g/100 kg种薯拌种, 全部一次基施。

### 1.4 种植方法与田间管理

起垄栽培, 垄宽1.00 m, 长7.00 m, 垄底宽0.75 m, 垄面宽0.45 m, 垄高0.25 m, 垄沟宽0.25 m, 种植4垄。播深0.10 m, 每垄2行, 行距0.28 m, 株距0.25 m, 每垄种植52株, 每小区208株。人工起垄、施肥、覆膜, 2019年4月25日播种。于现蕾期、盛花期各灌水1次, 病虫害防治和栽培管理措施与当地大田相同, 8月29日收获。

### 1.5 测定项目

生长期观察记载各处理的物候期及植株形态, 从出苗后至成熟期统计各处理的生育期(d)。在播种10 d后按小区测定芽长, 出苗后10 d按小区随机取5株, 分别测定单株根数、最大根长、苗高。出苗后60 d膨大期, 按小区随机采样20株, 分别测定主茎数、匍匐茎数量、块茎数, 调查统计发病率与严重程度<sup>[12]</sup>。各处理在成熟收获期后以小区为单位, 随机采样20株, 分别测定单株结薯数、单株薯块重、平均单薯重、商品薯率(单薯75 g以上块茎数/单株块茎数 × 100%), 取3次重复平均值, 按照小区密度和出苗率计算出小区产量, 根据小区产量折合667 m<sup>2</sup>产量。

防治效果(%) = (未处理区病情指数 - 处理区病情指数)/未处理区病情指数 × 100; 增产效果(%) = (处理区产值 - 未处理区产值)/未处理区产值 × 100<sup>[13]</sup>。

### 1.6 数据处理

采用DPS 12.5数据分析软件的Duncan's进行处理间差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对马铃薯生育期的影响

20 g壤动FT/100 kg种薯配合腐植酸肥处理对马铃薯出苗期、现蕾期、开花期、成熟期的影响较其他处理分别推迟3, 4, 2和5 d, 生育期达100 d(表1)。田间实际观察, 5~15 g壤动FT/100 kg种薯对出苗安全, 腐植酸有机肥与配方化肥施用对马铃薯生育期无明显影响。

### 2.2 不同处理对马铃薯出苗与幼苗特性的影响

5~15 g壤动FT/100 kg种薯配合腐植酸肥料(表2), 随壤动剂量升高出苗率、苗高、单株根数、最大根长、芽长均有显著变化, 分别高出配方化肥1.0~2.9

表1 不同壤动剂量与腐植酸肥对马铃薯生育时期的影响

Table 1 Effects of different Fruiful tutelar (FT) doses combined with humic acid fertilizer on growth stage of potato

处理 Treatment	播种期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Emergence	现蕾期(D/M) Bud flower	开花期(D/M) Flowering	成熟期(D/M) Maturity	生育期(d) Growth duration
1	25/04	20/05	07/06	18/06	25/08	98
2	25/04	20/05	07/06	18/06	25/08	98
3	25/04	20/05	07/06	18/06	25/08	98
4	25/04	23/05	11/06	20/06	30/08	100
CK	25/04	20/05	07/06	18/06	25/08	98

表2 不同壤动剂量与腐植酸肥对马铃薯出苗和幼苗性状的影响

Table 2 Effects of different Fruiful tutelar (FT) doses combined with humic acid fertilizer on emergence and seedling traits of potato

处理 Treatment	芽长(cm) Sprout length	出苗率(%) Emergence rate	苗高(cm) Seedling height	单株根数(条) Root number(No.)	最大根长(cm) Maximum root length
1	1.7 cC	96.2 bB	8.4 cC	8.4 cC	7.7 cC
2	2.2 bB	97.1 aA	9.6 bB	10.6 bB	8.6 bB
3	2.5 aA	98.1 aA	11.3 aA	12.5 aA	9.1 aA
4	1.3 dD	94.7 cC	7.3 dD	7.1 dD	6.7 dD
CK	1.4 eD	95.2 cC	7.2 dD	7.3 dD	6.5 eD

注: 小写和大写字母分别表示0.05和0.01显著水平, 采用新复极差法测定。下同。

Note: Treatment means followed by different small and capital letter(s) indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively, as tested using Duncan's multiple range test method. The same below.

个百分点、1.2~4.1 cm、1.1~5.2 条、1.2~2.6 cm、0.3~1.1 cm; 显著性测定表明不同剂量壤动配合腐植酸肥料处理与对照间存在极显著性差异, 说明 5~15 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料使用安全, 幼苗特性优势明显, 为使用剂量的合理范围; 20 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料处理与对照间在最大根长和芽长有显著差异, 而其他性状无显著差异。

### 2.3 不同处理对马铃薯茎基腐病的防治效果

10~15 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料处理主茎数较对照增加 0.1 个, 且有显著性差异; 5 g 壤动 FT/100 kg 种薯、20 g 壤动 FT/100 kg 种薯处理主茎数均为 2.3 个, 与对照的 2.3 个相比无差异。说明在 10~15 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料能促进主茎数量增加; 从主茎发病和防效水平看, 随 5, 10, 15 和 20 g 壤动 FT/100 kg 种薯剂量的增加, 主茎发病率逐渐由 2.67%、2.21%、1.93%、1.57% 而降低, 防治效果逐渐由 78.29%、82.03%、84.31%、87.24% 而升高。防效显著性测定表明, 5~20 g 壤动 FT/100 kg 处理间差异性极显著, 与对照差异性极显著(表 3)。从匍匐茎形成情况看, 5~20 g 壤

动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料处理匍匐茎数量多于对照 0.5~2.6 条, 且差异极显著, 说明壤动 FT 配合腐植酸肥料可以促进匍匐茎形成。从发病率和防效看, 壤动 FT 配合腐植酸肥料处理组的发病率均低于对照组, 为 1.81%~3.84%, 且防效达到 75.62%~88.51%, 与对照差异极显著(表 3)。从块茎形成数量看, 5~20 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料处理块茎数量较对照增加 0.4~2.9 个/株, 与对照相比差异性显著, 说明壤动 FT 配合腐植酸肥料促进块茎形成。从发病率和防效看, 壤动 FT 配合腐植酸肥料处理较对照发病率低, 仅为 0.75%~1.61%, 防效达 72.05%~86.98%, 与对照相比差异性极显著(表 3)。

### 2.4 不同处理对马铃薯经济性状和产量的影响

5~20 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料处理在单株薯重、平均单薯重、商品薯率、小区产量分别高于配方化肥 66.7~394.4 g、4.6~12.1 g、4.3~11.4 个百分点、12.23~83.46 kg/30.8m<sup>2</sup>。从增产率看, 5~20 g 壤动 FT/100 kg 种薯配合腐植酸肥料处理产量较对照增产 11.60%~79.12%, 显著性测定表明处理对增产效果的影响达极显著水平(表 4)。

表 3 不同壤动剂量与腐植酸肥对马铃薯茎基腐病的防效

Table 3 Control effect of different Fruiful tutelar (FT) doses combined with humic acid fertilizer on potato stem canker

处理 Treatment	主茎 Main stem			匍匐茎 Stolon			块茎 Tuber		
	数量(No.) Number	发病率(%) Incidence	防效(%) Control effect	数量(No.) Number	发病率(%) Incidence	防效(%) Control effect	数量(No.) Number	发病率(%) Incidence	防效(%) Control effect
1	2.3 bA	2.67	78.29 dD	12.6 cC	3.84	75.62 dD	6.1 cC	1.61	72.05 dD
2	2.4 aA	2.21	82.03 cC	13.8 bB	2.73	82.67 cC	7.2 bB	1.19	79.34 cC
3	2.4 aA	1.93	84.31 bB	14.3 aA	2.46	84.38 bB	8.1 aA	0.83	85.59 bB
4	2.3 bA	1.57	87.24 aA	12.2 dD	1.81	88.51 aA	5.6 dD	0.75	86.98 aA
CK	2.3 bA	12.3	0.00 eE	11.7 eE	15.75	0.00 eE	5.2 eD	5.76	0.00 eE

表 4 不同壤动剂量与腐植酸肥对马铃薯块茎性状和产量的影响

Table 4 Effects of different Fruiful tutelar (FT) doses combined with humic acid fertilizer on tuber traits and yields of potato

处理 Treatment	单株薯重(g) Tuber yield per plant	单薯重(g) Tuber weight	商品薯率(%) Marketable tuber percentage	小区产量(kg/30.8m <sup>2</sup> ) Plot yield	折合产量(kg/667m <sup>2</sup> ) Equivalent yield	增产(%) Yield increase
1	654.5	107.3	80.1	130.97	2 835 cC	24.12
2	796.3	110.6	83.4	161.16	3 490 bB	52.80
3	925.8	114.3	85.9	188.91	4 091 aA	79.12
4	598.1	106.8	87.2	117.68	2 549 dD	11.60
CK	531.4	102.2	75.8	105.45	2 284 eE	0.00

### 3 讨 论

试验结果表明, 壤动FT配合腐植酸肥料对马铃薯幼苗无害, 保苗效果明显。田间观察幼苗发现, 使用壤动FT配合腐植酸肥料出苗整齐度一致, 叶片大, 顶端钝圆, 手感厚, 深绿色, 平展, 而配方化肥叶片略小, 顶端尖细, 手感薄, 浅绿色, 有沿叶脉向上卷起现象; 在出苗率、苗高、单株根数、最大根长、芽长性状均优于配方化肥, 分别高出1.0~2.9个百分点、1.2~4.1 cm、1.1~5.2条、1.2~2.6 cm、0.3~1.1 cm。这一结果与王薇等<sup>[9]</sup>证实腐植酸复合肥对马铃薯株高、茎粗均显著高于普通化肥处理效果相符, 和范建芝等<sup>[8]</sup>报道施用活性腐植酸复合肥较普通化肥显著提高甘薯蔓长、地上部和地下部鲜重等主要农艺性状相一致。

壤动FT配合腐植酸肥料对马铃薯主茎、匍匐茎和块茎具有保护作用, 降低了丝核菌的侵染率, 茎基腐病发病率明显降低, 防治效果显著。田间观察显示, 壤动FT配合腐植酸肥料处理在开花期、膨大期仅在地下主茎上出现褐色病斑, 病斑面积仅占地下茎总面积2.27%, 严重度达1级, 地上主茎未见病斑, 收获期病斑向上扩展至地上分枝以下部位。而配方化肥处理在开花期病斑从地下主茎向地上扩展, 在根茎与地面交接处可见褐色病斑, 膨大期之后地上、地下主茎均可产生褐色病斑, 地下茎病斑面积较大, 且病斑黑褐色凹陷、表皮具有开裂现象, 病斑面积占地下茎总面积27.53%, 严重度达3级, 发病早、发病重; 壤动FT配合腐植酸肥料处理匍匐茎须数量多, 洁白, 仅在膨大后期匍匐茎上形成褐色斑点, 严重度达1级, 对照处理匍匐徒长, 茎须少, 褐色病斑从茎须基部形成并扩展, 绕匍匐茎一圈, 严重时匍匐茎断裂与膨大块茎分离, 病斑面积占总面积19.21%, 严重度达到3级; 壤动FT配合腐植酸肥料处理块茎形状均匀, 畸形薯少, “黑痣”斑较少, 菌核面积占薯块面积0.74%, 严重度达1级, 对照薯块切开有中空现象, 畸形薯多, “黑痣”斑多, 菌核面积占薯块面积6.83%, 严重度达2级。故认为, 试验处理中主茎、匍匐茎、块茎的茎基腐病斑面积小, 发病低, 严重度低, 说明壤动FT配合腐植酸肥料处理马铃薯具有抗丝核菌侵入和抗扩展的特性。

据台莲梅等<sup>[14]</sup>和雷玉明等<sup>[13]</sup>报道, 茎基腐病菌在半光氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸等环境条件菌丝生长较差, 进一步证明了有机氮源不利于茎基腐病菌, 有助于马铃薯生长发育, 从而提高了对茎基腐病菌抗侵入和抗扩展的能力。从防治效果看, 武建华等<sup>[6]</sup>报道枯草杆菌与有机肥混合沟施对马铃薯块茎基腐具有良好的防治效果, 对马铃薯地下茎、匍匐茎、块茎基腐防效分别达57.36%、40.0%、63.65%, 这与本试验处理对主茎、匍匐茎、块茎的基腐病防效分别达78.29%~87.24%、75.62%~88.51%、72.05%~86.98%的结果相一致。综合分析认为生物制剂与增施腐植酸肥料, 能够激活土壤活性物质, 对丝核菌产生抑制作用, 使马铃薯皮层有效抵抗丝核菌的侵染, 从而提高马铃薯抗病性。

试验结果显示, 壤动配合腐植酸肥料有效提高马铃薯经济性状和产量。试验处理在单株薯重、平均单薯重、商品薯率、小区产量和增产效果经济性状分别高于配方化肥66.7~394.4 g、4.6~12.1 g、4.3~11.4个百分点、12.23~83.46 kg/30.8m<sup>2</sup>、11.60%~79.12%, 这一结果与Selladurai和Purakayastha<sup>[15]</sup>报道腐植酸多营养肥处理在马铃薯块茎产量比化肥增产9.3%, 和王薇等<sup>[9]</sup>证实腐植酸复合肥对马铃薯产量比普通化肥高8.99%~10.13%, 比不施肥料产量高40.96%~42.44%, 增产趋势相一致。分析认为腐植酸肥料成分除NPK养分外, 富含腐植酸、有机质是增效原因之一。另外, 腐植酸肥中黑腐酸与褐腐酸不溶于水, 只能依靠微生物和化学作用进行逐步分解<sup>[16]</sup>, 利用了壤动FT化学分解作用和腐植酸肥料为土壤微生物生长提供良好环境, 微生物种群数量的增加促进了黑腐酸与褐腐酸的分解, 促进了养分吸收。王永强等<sup>[17]</sup>用腐植酸铵肥料在新疆棉花产地试验证明, 施用腐植酸铵肥可以显著提高土壤细菌、真菌、放线菌种群数量, 最大提高比例分别为109%、100%、81%。因此, 壤动FT配合腐植酸肥料显著提高了防病效果和促进了产量增加。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 雷玉明, 李继平, 郑天翔, 等. 马铃薯茎基腐病诊断技术研究进展 [C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与脱贫攻坚. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2018.

- [2] 雷玉明, 张建朝, 费永祥, 等. 河西灌区马铃薯茎基腐病的发生规律与防治技术研究 [J]. 植物保护, 2011, 37(1): 124-127.
- [3] 雷玉明, 孟嫣, 郑天翔, 等. 甘肃省马铃薯茎基腐病菌生物学特性测定 [J]. 中国马铃薯, 2015, 29(2): 112-116.
- [4] 崔凌霄, 魏立娟, 韩相鹏, 等. 不同药剂防治马铃薯黑痣病的田间药效试验 [J]. 西北农业学报, 2019, 28(5): 815-819.
- [5] 郑果, 惠娜娜, 聂江山, 等. 5种生物杀菌剂拌种防治马铃薯黑痣病的效果 [J]. 中国植保导刊, 2019, 39(12): 73-75.
- [6] 武建华, 吕文霞, 刘广晶, 等. 枯草芽孢杆菌对马铃薯黑痣病和黄萎病的防效及对土壤酶活性的影响 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(2): 101-109.
- [7] Q/TXAJE0001-2018. 多元羟酮基羧酸复合物 [S]. 北京: 北京澳佳生态农业股份有限公司, 2018.
- [8] 范建芝, 井水华, 段成鼎, 等. 活性腐植酸复合肥对甘薯农艺性状、产量及品质的影响 [J]. 山东农业科学, 2019, 51(5): 113-116.
- [9] 王薇, 李子双, 穆吉珍. 腐植酸复合肥在马铃薯上的应用效果研究 [J]. 山东农业科学, 2016, 48(6): 81-83.
- [10] 周积兵, 郑天翔, 陆海宁, 等. 整薯与切块播种对河西走廊加工型马铃薯品种生长及品质和产量的影响 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(2): 84-88.
- [11] 鲁天文, 刘祁峰, 张卫峰, 等. 垄膜沟灌马铃薯测土施肥指标体系—以甘肃省张掖市山丹县为例 [J]. 水土保持通报, 2015, 35(1): 291-296.
- [12] 陈雯廷, 蒙美莲, 曲延军, 等. 马铃薯黑痣病综合防控技术的集成 [J]. 中国马铃薯, 2015, 29(2): 103-106.
- [13] 孙广宇, 宗兆锋. 植物病理学实验技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [14] 台莲梅, 赵巧兰, 靳学慧, 等. 马铃薯立枯丝核菌生物学特性研究 [J]. 植物保护, 2015, 41(1): 89-92.
- [15] Selladurai R, Purakayastha T J. Effect of humic acid multinutrient fertilizers on yield and nutrient use efficiency of potato [J]. Journal of Plant Nutrition, 2016, 39(7): 949-956.
- [16] 崔文娟, 牛育华, 赵冬冬, 等. 腐植酸肥料的研究现状及展望 [J]. 磷肥与复肥, 2016, 31(9): 20-23.
- [17] 王永强, 陈林, 银永安, 等. 腐植酸铵对连作棉田土壤微生物特性的影响 [J]. 新疆农垦科技, 2015, 38(8): 44-47.

## 《中国马铃薯》杂志约稿函

《中国马铃薯》杂志是目前全国唯一的马铃薯专业科技期刊, 国际刊号: ISSN 1672-3635, 国内刊号: CN 23-1477/S, 邮发代号: 14-167, 国内外公开发行人。它以繁荣我国马铃薯产业为办刊宗旨, 积极报道国内外有关马铃薯的学术研究、科研动态和各种实用技术的最新消息。该刊由东北农业大学和中国作物学会主管, 由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办。《中国马铃薯》(原名《马铃薯杂志》)创刊于1987年。2000年经申请报国家新闻出版总署审批, 更名为《中国马铃薯》, 同年改为大16开本, 并增加彩色广告。2001年《中国马铃薯》经报黑龙江省科委及省新闻出版局批准, 将原来的季刊改为双月刊。

《中国马铃薯》立足国内, 并刊登一些其他国家作者的英文稿件。它集学术性和技术性于一体, 是马铃薯科研、生产、经销单位和用户之间信息交流的一个平台。《中国马铃薯》不同于其他园艺类期刊, 刊登的文章全部是有关马铃薯的, 主要栏目包括: 遗传育种、栽培生理、病虫害防治、土壤肥料、贮藏加工、产业开发、品种介绍、综述及其他。

该刊于2008年1月1日起开始执行作者在线投稿, 进一步提高了工作效率和办公自动化水平, 方便作者查询。欢迎专业委员会各位委员及广大读者踊跃投稿, 投稿时请登录《中国马铃薯》稿件远程处理系统。

网址: <http://mlsz.cbpt.cnki.net/WKA2/WebPublication/index.aspx?mid=mlsz>。

《中国马铃薯》杂志编辑部