

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2017)06-0353-06

草铵膦对转 *Bar* 基因马铃薯的药害及田间杂草的防治效果

马 胜^{1,2,3}, 贾小霞^{1,2,3*}, 文国宏^{1,2,3}, 李高峰^{1,2,3}, 齐恩芳^{1,2,3}, 刘 石^{1,2,3},
李 掌^{1,2,3}, 李建武^{1,2,3}, 张 荣^{1,2,3}

(1. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省马铃薯种质资源创新工程实验室, 甘肃 兰州 730070;
3. 农业部西北旱作马铃薯科学观测实验站, 甘肃 渭源 748201)

摘 要: 为评价草铵膦对转 *Bar* 基因马铃薯的药害及田间杂草的防治效果, 在‘陇薯3号’及其转 *Bar* 基因株系苗期和现蕾期的地块, 用草铵膦对所有马铃薯植株和杂草进行叶面喷施。通过观察统计, 发现药后3 d时, 转基因株系的所有植株叶色浓绿, 长势良好; 未转基因植株‘陇薯3号’和所有杂草的叶片表面出现枯斑并萎蔫变黄。苗期药后9 d时, 所有转基因植株仍然叶色浓绿, 长势良好; 未转基因植株‘陇薯3号’和所有杂草全部干枯, 完全死亡。现蕾期药后9 d时, 转基因植株和未转基因植株‘陇薯3号’与苗期药后9 d时状态一致, 绝大部分杂草干枯死亡, 但少数杂草仍保持绿色。苗期药后25和35 d时, 未转基因植株‘陇薯3号’和绝大部分杂草仍处于完全死亡状态, 极少数残存杂草正常生长, 但此时转基因马铃薯的长势已远远强于这些杂草, 其生长基本不受残存杂草的影响。现蕾期药后25 d时, 残存杂草的种类和数量较苗期增多, 并且长势对马铃薯的生长造成了一定的影响。

关键词: 马铃薯; 除草剂抗性; 草铵膦; 转基因

Phytotoxicity of Glufosinate-ammonium Application on *Bar* Transgenic Potato and Efficacy on Weed Control in Field

MA Sheng^{1,2,3}, JIA Xiaoxia^{1,2,3*}, WEN Guohong^{1,2,3}, LI Gaofeng^{1,2,3}, QI Enfang^{1,2,3}, LIU Shi^{1,2,3},
LI Zhang^{1,2,3}, LI Jianwu^{1,2,3}, ZHANG Rong^{1,2,3}

(1. Potato Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Engineering Laboratory of Potato Germplasm Resources Innovation, Lanzhou, Gansu 730070, China;

3. Scientific Observation and Experimental Station of Potato Dry Farming In Northwest China, Ministry of Agriculture, The People's Republic of China, Weiyuan, Gansu 748201, China)

Abstract: Plants of untransgenic and *Bar* transgenic potato 'Longshu 3' and weeds were treated with glufosinate-ammonium by foliage spray at seedling and bud flower stages, respectively, to evaluate phytotoxicity of glufosinate-ammonium application on *Bar* transgenic potato and efficacy on weed control in field. All the leaves of transgenic plants were very green and grew well, while all the leaves of untransgenic potatoes and weeds appeared dry spots and wilted at 3 d after treatment. At 9 d after seedling stage treatment, all the transgenic plants remained green and grew well, while all the

收稿日期: 2016-10-11

基金项目: 甘肃省农业科学院科技支撑计划项目(2017GAAS38); 国家自然科学基金(31560412、31060200); 现代农业马铃薯产业技术体系建设专项资金(CARS-10)。

作者简介: 马胜(1978-), 男, 研究实习员, 主要从事马铃薯遗传育种研究工作。

*通信作者(Corresponding author): 贾小霞, 副研究员, 主要从事马铃薯遗传育种与种质改良工作, E-mail: 289192272@qq.com。

plants of untransgenic potatoes and weeds died. At 9 d after bud flower stage treatment, all the transgenic and untransgenic potatoes were very green and grew well, while most of the weeds dried to death. At 25 and 35 d after seedling stage treatment, except for a few weeds, all the untransgenic potatoes and most of weeds died. However, the transgenic potato grew much stronger than survival weeds and their growth was almost not affected by survival weeds. At 25 d after bud flower stage treatment, the species and number of survival weeds increased compared with the seedling stage, and the growth of potatoes had been affected by the survival weeds.

Key Words: potato; herbicide resistance; glufosinate-ammonium; transgenic

马铃薯系宽行种植作物, 生产中的除草作业主要依靠中耕及人工除草。随着国家马铃薯“主粮化”战略的推进, 马铃薯种植面积持续扩大, 规模化种植成为一种趋势。然而, 随着经济快速发展和城市化进程的加深, 大量农村劳动力进入城市, 导致农村劳动力相对短缺, 加之农村渐渐富起来, 人工和机械除草方式成本高。现在通过转基因技术培育抗除草剂马铃薯为这一问题的解决提供了一种有效的方法。在马铃薯田施用除草剂可以有效灭杀杂草, 且对马铃薯没有影响。

目前研究最多的抗除草剂基因主要是抗草铵膦的 *Bar* 基因, 草铵膦是德国艾格福公司开发的有机磷类灭生性除草剂^[1], 因具有杀草谱广、高效、低毒、易分解、低残留、对环境相对安全等特点, 得到广泛应用^[2]。其被植物吸收后, 能强烈抑制谷酰胺合成酶(GS)的活性, 导致细胞内氨的迅速积累。进而抑制光合反应, 减少跨膜梯度, 使光合磷酸化解偶联, 随之叶绿体结构解体, 最后整个植物体死亡^[3]。

在前期研究的基础上, 以‘陇薯3号’及其3个转 *Bar* 基因抗草铵膦株系‘DR1’、‘DR2’和‘DR5’为材料, 在苗期和现蕾期用市售草铵膦进行叶面喷施, 通过观察统计转基因和对照植株以及杂草的变化情况来评价草铵膦对转 *Bar* 基因马铃薯的药害及田间杂草的防治效果, 为抗草铵膦马铃薯在生产上推广与应用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

马铃薯‘陇薯3号’及其3个转 *Bar* 基因株系‘DR1’、‘DR2’和‘DR3’, 微型薯种薯由甘肃省农业科学院马铃薯研究所种质资源与生物技术研究室提供。

1.2 试验药剂

10%的草铵膦水剂, 商标百速刀, 由浙江永农生物科学有限公司生产。

1.3 田间主要杂草

禾本科狗尾草(*Setaria viridis* (L.) Beauv.), 茄科曼陀罗(*Datura stramonium* L.), 菊科牛膝菊(*Galinsoga parviflora* Cav.)、刺儿菜(*Cephalanoplos segetum* L.)和苣荬菜(*Sonchus brachyotus* DC.), 苋科反枝苋(*Amaranthus retroflexus* L.), 马齿苋科马齿苋(*Portulaca oleracea* L.), 藜科灰藜(*Chenopodium glaucum* L.)和旋花科田旋花(*Convolvulus arvensis* L.)等。

1.4 试验方法

试验于2016年在甘肃省农业科学院兰州试验地隔离区进行。7月5日翻耕穴播, 每株系3个重复, 每重复4株, 小区面积0.6 m²。出苗后分别于7月30日(苗期, 本时期设有空白对照, 即对种植‘陇薯3号’的地块喷施清水)和8月20日(现蕾期)用10%的草铵膦对地块进行均匀喷雾, 草铵膦使用浓度为400 mL/667 m²加30 kg水(药剂使用说明为400~600 mL/667 m²加30~50 kg水), 喷药后定期观察统计转基因和对照植株以及各类杂草的变化情况。

第一轮调查分别于8月1日(喷药前)、8月4日(苗期药后3 d)、8月10日(苗期药后9 d)、8月22日(现蕾期药后3 d)和8月28日(现蕾期药后9 d)进行, 目测转基因和对照植株以及各类杂草的变化情况。第二轮调查分别于8月27日(苗期药后25 d)、9月5日(苗期药后35 d)和9月14日(现蕾期药后25 d)进行, 调查杂草防效。

杂草所占比例 = 每种杂草的总数/所有杂草的总数 × 100%

杂草防效 = (喷药前每种杂草的总数 - 药后统

计日当天每种杂草的总数)/喷药前每种杂草的总数 $\times 100\%$

2 结果与分析

2.1 苗期喷施草铵膦前后转基因、未转基因株系和杂草的变化

8月4日(药后3 d)目测时发现, 马铃薯转基因

株系‘DR1’、‘DR2’和‘DR3’所有植株叶色浓绿, 长势良好; 未转基因马铃薯植株(‘陇薯3号’)和所有杂草的叶片表面出现枯斑并萎蔫枯黄(图1B)。8月10日(药后9 d)目测时发现, 转基因株系‘DR1’、‘DR2’和‘DR3’仍然叶色浓绿, 长势良好; 未转基因植株(‘陇薯3号’)和所有杂草全部干枯, 完全死亡(图1C)。



A. 喷药0 d时田间景象; B、C、D和E分别为喷药后3, 9, 25和35 d时田间景象; F. 喷药后35 d时对照区杂草生长状态。

A. Scene in field before application of glufosinate-ammonium; B, C, D and E showing scenes in field treated with glufosinate-ammonium 3, 9, 25 and 35 d after application; F. Status of weeds growing in control area 35 d after application.

图1 苗期喷施草铵膦前后转基因、未转基因株系和杂草的变化

Figure 1 Changes in transgenic and untransgenic plants and weeds after spraying glufosinate-ammonium at seedling stage

2.2 现蕾期喷施草铵膦前后转基因、未转基因株系和杂草的变化

8月22日(药后3 d)目测时发现, 马铃薯转基因株系‘DR2’所有植株叶色浓绿(由于试验地隔离区面积有限, 现蕾期只选择转基因株系‘DR2’和对照‘陇薯3号’为试验材料), 长势良好; 未转基因马铃薯植株(‘陇薯3号’)和所有杂草的叶片表面出现枯斑并萎蔫枯黄(图2B)。8月28日(药后9 d)目测时发现, 转基因株系‘DR2’仍然叶色浓绿, 长势良好; 除极个别杂草保持绿色以外, 未转基因植株(‘陇薯3号’)和绝大部分杂草全部干枯, 完全死亡(图2C)。

2.3 草铵膦对杂草的防效

马铃薯播种后, 由于种薯发芽率的问题, 导致各株系均有缺苗的情况, 出苗数见表1。从表1

和图1(D和E)可以看出, 苗期药后25 d时, 草铵膦对狗尾草、曼陀罗、牛膝菊、刺儿菜、苣荬菜、反枝苋和灰藜防效优秀, 株防效均达100%; 对马齿苋防效稍差, 株防效平均为82.30%; 田旋花防效较差, 株防效平均为69.28%。药后35 d时, 草铵膦对狗尾草、曼陀罗、牛膝菊、苣荬菜和反枝苋的防效仍然是100%; 由于部分杂草的残存现象, 灰藜、马齿苋和田旋花的防效分别从25 d时的100%、82.30%和69.28%降低到92.13%、81.03%和53.05%, 刺儿菜的防效从25 d时的100%降低到0。从图2D可以看出, 现蕾期药后25 d时, 没有残存的狗尾草、曼陀罗、牛膝菊、苣荬菜和反枝苋, 但绝大部分马齿苋、田旋花和刺儿菜仍然存活, 而且长势良好, 对马铃薯的长势造成了一定的影响。



A. 喷药0 d时田间景象; B、C和D分别为喷药后3、9和25 d时田间景象, 各图的左半边为现蕾期喷药区, 右半边为苗期喷药区。

A. Scene in field before application of glufosinate-ammonium; B, C and D showing scenes in field treated with glufosinate-ammonium 3, 9 and 25 d after application. Right and left side of each figure showing respectively the effects of glufosinate-ammonium application at seedling and bud flower stage.

图2 现蕾期喷施草铵膦前后转基因、未转基因株系和杂草的变化
Figure 2 Changes in transgenic and untransgenic plants and weeds after spraying glufosinate-ammonium at bud flower stage

3 讨论

近年来, 马铃薯的转基因育种主要集中在抗虫^[4-6]、抗病^[7,8]、抗逆^[9-11]和品质改良^[12]等方面, 明显提高了对病虫的抵抗和防御能力, 增强了对干旱、高盐和低温的适应性。

Padegimas等^[13]将 *Bar* 基因通过农杆菌介导法转入马铃薯并进行了相关研究。近年来, 国内抗除草剂转基因研究在油菜、水稻和小麦等作物上有大量报道, 但关于抗除草剂转基因马铃薯的研究鲜见报道。为了探讨草铵膦对转基因马铃薯的药害及田间杂草的防治效果, 本研究分别在苗期和现蕾期对马铃薯田喷施草铵膦, 通过观察统计转基因及其对照株系和田间杂草的生长及存活情况做出相关评价。虽然马铃薯播种后, 由于种薯发芽率的问题, 导致各株系均有缺苗的情况, 但可以明显观察到药后9 d时, 草铵膦可杀死未转基因马铃薯‘陇薯3号’的所有植株和所有杂草, 但对转基因马铃薯的生长和表型未造成任何伤害。苗期药后25和35 d时, 没有残存的狗尾草、曼陀罗、牛膝菊、反枝苋和苣荬菜, 而灰藜、马齿苋和田旋花有部分残存并正常生长, 但此时马铃薯的长势已远远强于这些杂草, 其生长基本不受残存杂草的影

响。表明本研究在苗期所使用的草铵膦浓度不仅对转基因‘陇薯3号’马铃薯没有药害, 对田间杂草的防治效果也很理想, 这与浦惠明等^[14]和鲁军雄等^[15]在转基因抗草铵膦杂交油菜上报道的研究结果一致。现蕾期药后25 d时, 草铵膦对转基因马铃薯仍没有药害, 但残存杂草的种类和数量增多, 对马铃薯的长势造成了一定的影响。所以苗期施用适当浓度的草铵膦防效最佳。

针对马铃薯种植面积日益扩大并规模化种植的趋势和农村劳动力越来越紧缺的现实, 除草剂的使用将趋向普及化、常规化。草甘膦(Glyphosate)和百草枯(Paraquat)以往是中国应用最广泛的灭生性除草剂, 然而, 随着抗草甘膦作物的广泛种植和草甘膦的大面积使用, 草甘膦除草效率已呈下降趋势, 加之杂草抗性的不断进化, 使得基于草甘膦的杂草防除系统已岌岌可危。另外, 2016年7月百草枯在国内被禁止销售与使用^[16]。而草铵膦因其安全性高等突出优点已在日本、韩国、东南亚、美洲、欧洲等国家或地区普遍应用, 但因其生产工艺复杂、价格高昂等因素导致其尚未能在中国广泛应用。随着百草枯的禁用和草甘膦除草效率的下降, 草铵膦可能将在中国的化学除草方面占主导地位。转基因抗草铵

表1 田间杂草调查统计
Table 1 Field weed statistics

样点 Sample point	序号 Order number	杂草 名称 Name of weed	8月1日调查 (喷药前) Investigation on August 1 (Before spraying)				杂草所占 比例(%) Proportion of weeds	8月27日调查 (喷药后 25 d) Investigation on August 27 (25 d after spraying)				防效 Control efficacy	9月5日调查 (喷药后 35 d) Investigation on September 5 (35 d after spraying)				防效 Control efficacy
			株数(株) Number (plant)					株数(株) Number (plant)					株数(株) Number (plant)				
			I	II	III	平均 Average		I	II	III	平均 Average		I	II	III	平均 Average	
			陇薯3号 Longshu 3	1	狗尾草	38		29	58	42	29.8		0	0	0	0	
	2	马齿苋	57	41	12	37	26.2	6	9	1	5	85.5	6	10	1	6	84.5
I 3株	3	田旋花	5	18	16	13	9.3	3	6	12	7	46.2	6	8	12	9	33.3
One plant	4	曼陀罗	3	3	5	4	2.6	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
II 3株	5	牛膝菊	6	10	15	10	7.4	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Three plants	6	反枝苋	6	14	16	12	8.6	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
III 4株	7	灰黎	34	11	14	20	14.0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Four plants	8	刺儿菜	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
	9	苣荬菜	0	0	9	3	2.1	0	0	0	0	100	0	2	0	1	77.8
DR1	1	狗尾草	60	34	27	40	31.8	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
I 3株	2	马齿苋	32	41	29	34	26.8	9	2	2	4	87.3	10	1	3	5	86.3
Three plants	3	田旋花	4	12	28	15	11.5	0	5	2	2	84.1	1	5	5	4	75.0
II 3株	4	曼陀罗	4	2	7	4	3.4	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Three plants	5	牛膝菊	10	0	20	10	7.9	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
III 4株	6	反枝苋	7	4	13	8	6.3	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Four plants	7	灰黎	15	15	17	16	12.3	0	0	0	0	100	0	0	11	4	76.6
	8	刺儿菜	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
	9	苣荬菜	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
DR2	1	狗尾草	28	34	39	34	23.9	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
I 3株	2	马齿苋	77	18	49	48	34.1	23	1	2	9	81.9	25	0	4	10	79.9
Three plants	3	田旋花	23	7	13	14	10.2	6	8	4	6	58.1	6	8	10	8	44.2
II 4株	4	曼陀罗	7	4	9	7	4.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Four plants	5	牛膝菊	4	2	10	5	3.8	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
III 4株	6	反枝苋	6	6	12	8	5.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Four plants	7	灰黎	24	29	21	25	17.5	0	0	0	0	100	0	0	6	2	91.9
	8	刺儿菜	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
	9	苣荬菜	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
DR5	1	狗尾草	41	55	34	43	28.3	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
I 3株	2	马齿苋	24	24	46	31	20.5	6	12	6	8	74.5	6	12	7	8	73.4
Three plants	3	田旋花	12	35	15	21	13.5	3	0	4	2	88.7	4	13	8	8	59.7
II 4株	4	曼陀罗	4	5	0	3	2.0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Four plants	5	牛膝菊	5	4	60	23	15.0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
III 4株	6	反枝苋	7	5	26	13	8.3	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Four plants	7	灰黎	18	16	15	16	10.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
	8	刺儿菜	5	0	0	2	1.1	0	0	0	0	100	5	0	0	2	0
	9	苣荬菜	1	0	2	1	0.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
陇薯3(CK) Longshu 3	1	狗尾草	52	88	39	60	26.6	52	88	39	60	-	52	88	39	60	-
I 3株	2	马齿苋	48	81	41	57	25.2	48	81	41	57	-	48	81	41	57	-
Three plants	3	田旋花	42	56	11	36	16.2	42	56	11	36	-	42	56	11	36	-
II 4株	4	曼陀罗	7	7	0	5	2.1	7	7	0	5	-	7	7	0	5	-
Four plants	5	牛膝菊	39	24	10	24	10.8	39	24	10	24	-	39	24	10	24	-
III 4株	6	反枝苋	20	20	10	17	7.4	20	20	10	17	-	20	20	10	17	-
Four plants	7	灰黎	23	19	35	26	11.4	23	19	35	26	-	23	19	35	26	-
	8	刺儿菜	2	1	1	1	0.6	2	1	1	1	-	2	1	1	1	-
	9	苣荬菜	2	6	3	4	1.6	2	6	3	4	-	2	6	3	4	-

注: I、II和III分别代表3个不同的重复, 样点数栏的数字代表各株系在每一重复中的出苗株数。

Note: I, II and III respectively represent three different replications, and number in column of sample points represents number of plants in each replication.

磷作物的获得, 明显提高了对施用作物的安全性, 人们将越来越重视抗草铵磷作物的选育和应用, 本研究为抗草铵磷马铃薯在生产上推广与应用提供了重要的科学依据。

[参 考 文 献]

[1] 张宏军, 崔海兰, 倪汉文, 等. 抗草铵磷转基因水稻种的快速检测方法的比较 [J]. 生物技术通报, 2003(1): 45-48.

[2] 赵延存. 稻茬移栽油菜田杂草群落发生规律及其化学防除研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2006.

[3] 段发平, 梁承邺, 黎垣庆. *Bar* 基因和转 *Bar* 基因作物的研究进展 [J]. 广西植物, 2001, 21(2): 166-172.

[4] Haffani Y Z, Overney S, Yelle S, *et al.* Premature polyadenylation contributes to the poor expression of the *Bacillus thuringiensis cry3Cal* gene in transgenic potato plants [J]. *Molecular and General Genetics*, 2000, 264(1-2): 82-88.

[5] Bell H A, Fitches E C, Marris G C, *et al.* Transgenic GNA expressing potato plants augment the beneficial biocontrol of *Lacanobia oleracea* (Lepidoptera: Noctuidae) by the parasitoid *Eulophus pennicornis* (Hymenoptera; Eulophidae) [J]. *Transgenic Research*, 2001, 10(1): 35-42.

[6] Rumellhart D E, McClelland J L. Influence of plant development and environment on transgene expression in potato and consequences for insect resistance [J]. *Transgenic Research*, 2001, 10(3): 223-236.

[7] 王岫芳. 马铃薯抗晚疫病和病毒病转基因研究现状与展望 [J].

中国马铃薯, 2006, 20(2): 111-114.

[8] 张鹤龄. 我国马铃薯抗病毒基因工程研究进展 [J]. 中国马铃薯, 2000, 14(1): 25-30.

[9] 许昆朋. 转 *CBF3* 基因马铃薯提高抗冷性的研究 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2011.

[10] Dou H O, Xv K, Meng Q, *et al.* Potato plants ectopically expressing *Arabidopsis thaliana CBF3* exhibit enhanced tolerance to high-temperature stress [J]. *Plant Cell and Environment*, 2015, 38(1): 61-72.

[11] 贾小霞, 齐恩芳, 王一航, 等. 转录因子 *DREB1A* 基因和 *Bar* 基因双价植物表达载体的构建及对马铃薯遗传转化的研究 [J]. 草业学报, 2014, 23(3): 110-114.

[12] Coetzer C, Corsini D, Love S, *et al.* Control of enzymatic browning in potato (*Solanum tuberosum* L.) by sense and antisense RNA from tomato polyphenol oxidase [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, 49(2): 652-657.

[13] Padegimas L, Shul'ga O A, Skriabin K G. Creation of transgenic plants *Nicotiana tabacum* and *Solanum tuberosum*, resistant to the herbicide phosphinothricin [J]. *Molekuliarnaia Biologiya*, 1994, 28(2): 437-443.

[14] 浦惠明, 高建芹, 戚存扣, 等. 油菜抗草丁膦性状的遗传与利用 [J]. 江苏农业科学, 2003, 31(2): 15-18.

[15] 鲁军雄, 陈社员, 官春云, 等. 转 *bar* 基因抗草铵磷油菜对草铵膦抗性的评价 [J]. 作物研究, 2013, 27(1): 33-39.

[16] 凌进. 草铵膦、百草枯、草甘膦对非耕地杂草的防效比较 [J]. 农药, 2014, 53(1): 613-615.



现有《中国马铃薯》杂志 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 和 2016 年精装合订本, 中国马铃薯大会论文集 2011 年《马铃薯产业与科技扶贫》, 2012 年《马铃薯产业与水资源高效利用》, 2013 年《马铃薯产业与农村区域发展》, 2014 年《马铃薯产业与小康社会建设》, 2015 年《马铃薯产业与现代可持续农业》, 2016 年《马铃薯产业与中国式主食》和 2017 年《马铃薯产业与精准扶贫》, 每本定价 100 元。有需要的读者, 可通过邮局将书款汇至哈尔滨市东北农业大学《中国马铃薯》编辑部, 款到寄书。

联系电话: 0451-55190003