

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2014)03-0154-05

土壤肥料

优化施肥量控制马铃薯早疫病的发生

曹春梅^{1*}, 李文刚¹, 王晓娇¹, 胡冰², 林团荣², 郭景山¹, 刘富强³, 杨钦¹

(1. 内蒙古农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特 010031; 2. 内蒙古乌兰察布市农业科学研究所, 内蒙古 乌兰察布 012000;

3. 内蒙古马铃薯脱毒种薯繁育中心, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘要: 马铃薯早疫病是一种常见的马铃薯病害, 采用农艺措施控制病害的发生是一举多得的好办法。本试验通过施肥处理控制早疫病危害试验, 结果表明, 马铃薯早疫病发生早晚与施肥多少直接相关, 施用60 kg/667m²和40 kg/667m²马铃薯复合肥, 对早疫病防治效果为93.39%和88.56%, 增产26.61%和22.18%, 纯增效益405元/667m²和365元/667m²。因此, 施40~60 kg/667m²马铃薯复合肥可以作为防治马铃薯早疫病发生的一项农业措施进行应用。

关键词: 马铃薯; 施肥量; 早疫病; 产量

Control of Potato Early Blight by Optimizing Fertilization

CAO Chunmei^{1*}, LI Wengang¹, WANG Xiaojiao¹, HU Bing², LIN Tuanrong²,GUO Jingshan¹, LIU Fuqiang³, YANG Qin¹

(1. Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China;

2. Wulanchabu Institute of Agricultural Sciences, Wulanchabu, Inner Mongolia 012000, China;

3. Inner Mongolia Virus-free Seed Potato Multiplication Center, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China)

Abstract: Early Blight is a common potato disease, and agronomic measure is a better way to prevent and control the disease. The results in an experiment conducted in 2011 for early blight control by optimizing application rate of compound fertilizer indicated that the occurrence of early blight was associated with application rate, and when the fertilizer was applied at the rate of 60 and 40 kg/667m², early blight control efficiency was 93.39% and 88.56%, yield increase was 26.61% and 22.18%, and net benefit was 405 and 365 Yuan/667m², respectively, compared with the blank control. Therefore, application of potato compound fertilizer at the rate of 40-60 kg/667m² could be an agricultural measure for prevention and control of potato early blight in the future for potato production.

Key Words: potato ; fertilizer application rate ; early blight; production

马铃薯早疫病(Potato early blight)是一种由茄链格孢菌[*Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Jones et Grout]引起的马铃薯病害, 此病感染叶片、茎部和块茎, 造成马铃薯储藏期的腐烂, 对马铃薯的产量和品质影响很大。在中国北方马铃薯种植区, 早疫病已经成为常发、高发病害, 严重影响马铃薯

薯生产, 因此, 对马铃薯早疫病的防治研究显得更为重要。目前生产上主要通过化学药剂进行控制^[1-3], 大部分药剂在发病初期施用1~2次, 控制效果也非常理想, 但是错过最好的防治时期, 往往需要多次、大量喷施药剂, 才能取得好的防治效果, 这样加重了对环境的污染。本研究从提高植株的抗

收稿日期: 2014-03-06

基金项目: 内蒙古农牧业科技创新基金项目; 国家自然科学基金项目(31260416); 国家马铃薯现代农业产业技术体系(ncytx-15); 内蒙古重大专项内蒙古马铃薯产业发展重大技术集成创新与示范。

作者简介: 曹春梅(1972-), 女, 硕士, 副研究员, 主要从事马铃薯病害研究工作。

*通信作者(Corresponding author): 曹春梅, E-mail: 906738310@qq.com。

性入手, 研究肥料施用量对马铃薯早疫病发病影响, 试图找到合理的施肥量控制马铃薯早疫病的发生, 以期指导生产, 控制早疫病的危害在经济阈值之内。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验对象: 马铃薯早疫病 (*Alternaria solani*)。

作物: 马铃薯, 品种为‘紫花白’。

1.2 试验地情况

试验地设在内蒙古乌兰察布市农业科学研究所马铃薯试验田, 前茬为燕麦。采用人工播种; 2011年5月11日机器开沟, 株距33 cm, 行距60 cm, 小区面积28.8 m², 4次重复; 种植模式为平作, 灌溉为出苗后和花期各漫灌一次。

1.3 施肥处理

试验设每667m²分别为120, 100, 80, 60和40 kg高浓度硫酸钾复合肥(西洋牌), N:P:K=13:11:15, 辽宁西洋特肥有限责任公司生产。不施肥为对照。

将每处理的施肥量按行称取, 开沟播种前撒入垄沟中, 覆少许土后点种, 再覆土。

1.4 调查、记录

1.4.1 土壤资料

土质为壤土, 有机质含量2.3%, pH值为7.8。

1.4.2 调查时间、次数和方法

6月11日调查出苗率, 7月10日、7月25日、8月8日调查早疫病发病情况, 9月23日测产。

出苗情况调查: 全小区调查出苗数; 病情指数

调查: 每小区随机取5点调查, 每点调查2株, 每株分上中下各调查10片叶, 以每片叶上的病斑面积占整个叶片面积的百分率来分级, 记录各级病叶数, 同时观察施药后马铃薯生长是否异常。

分级标准如下:

0级: 无病斑;

1级: 病斑面积占整片叶面积的5%以下;

3级: 病斑面积占整片叶面积的6%~10%;

5级: 病斑面积占整片叶面积的11%~25%;

7级: 病斑面积占整片叶面积的26%~50%;

9级: 病斑面积占整片叶面积的50%以上。

1.5 计算方法

病情指数(%)= $\sum [(各级病叶数 \times 相对级数值) / (调查总叶数 \times 9)] \times 100$

防治效果(%)= $[(对照区病情指数 - 处理区病情指数) / 对照区病情指数] \times 100$

2 结果与分析

2.1 施肥控制马铃薯早疫病对产量的影响

从6月11日的出苗情况调查结果中可以看出(表1), 每667m²施肥量120和100 kg出苗率最低, 相对出苗率为97.74%和98.96%, 120 kg施肥量与空白对照苗数差异极显著; 每667m²施肥量80, 60和40 kg处理的出苗数与空白对照出苗数无显著差异。田间观察: 每667m²施肥量120和100 kg处理出苗较晚, 前期长势不如其他处理的出苗情况, 80 kg/667m²施肥量处理的出苗期较早, 苗情最好。整体来看, 在试验剂量范围内采用沟施马铃薯, 覆少许土后点种播种, 对马铃薯安全。

表1 6月11日不同处理下马铃薯的出苗率

Table 1 Emergence of potato under various treatments on June 11

处理 Treatment	小区出苗数 Number of seedling in plot					平均 Average	相对出苗率(%) Relative emergence percentage	差异显著性 Significance	
	I	II	III	IV	0.05			0.01	
120 kg/667m ²	141	141	140	140	140.50	97.74	c	B	
100 kg/667m ²	142	142	143	143	142.50	98.96	b	A	
80 kg/667m ²	144	144	143	145	144.00	100.17	a	A	
60 kg/667m ²	144	145	143	143	143.75	100.00	ab	A	
40 kg/667m ²	143	143	144	145	143.75	100.00	ab	A	
不施肥 No application	143	145	144	143	143.75	--	ab	A	

注: 方差分析前不对数据进行转换, 用邓肯氏新复极差法进行平均数的多重比较。

Note: No transformation of data was made before analysis of variance, and means were separated using DMRT method.

2.2 施肥量对马铃薯出苗安全性的影响

从7月10日早疫病发病情况调查结果可以看出(表2), 各个施肥处理早疫病发病较轻, 为零星发病, 未施肥区的早疫病发病率也低, 病情指数为1.731%, 各个施肥处理的早疫病平均防效都在93%以上。

从7月25日早疫病发病情况调查结果可以看出(表3), 施肥量120 kg/667m²处理的早疫病发病最轻, 病情指数为0.167%, 平均防效达到98.55%, 与

其他剂量的施肥处理对早疫病的防效差异极显著; 其次为施肥量60 kg/667m²处理, 病情指数为0.787%, 平均防效达到93.17%, 与其他剂量的施肥处理对早疫病的防效差异也达极显著水平; 施肥量100 kg/667m²处理与施肥量40 kg/667m²处理早疫病发病程度处于中等水平, 对早疫病的防效差异显著; 施肥量80 kg/667m²处理的发病相对最重, 病情指数为2.704%, 平均防效最低为76.55%, 与其他处理对早疫病的防治效果差异极显著。

表2 7月10日马铃薯早疫病发病情况
Table 2 Results of potato early blight happened on July 10

处理 Treatment	防效(%) Control efficiency					病情指数(%) Disease index	差异显著性 Significance	
	I	II	III	IV	平均 Average		0.05	0.01
120 kg/667m ²	100	97.62	98.21	100	98.93	0.019	a	A
100 kg/667m ²	91.43	95.24	98.21	98.15	96.26	0.065	b	AB
80 kg/667m ²	88.57	88.10	96.43	96.30	93.05	0.120	b	B
60 kg/667m ²	94.29	97.62	98.21	96.30	96.79	0.056	b	AB
40 kg/667m ²	94.29	92.86	94.64	98.15	95.19	0.083	b	B
不施肥 No application	--	--	--	--	--	1.731	--	--

注: 对各小区试验数据的防效进行反正弦转换后进行方差分析, 用邓肯氏新复极差法进行平均数多重比较。

Note: Arc sine transformation of data was made before analysis of variance, and means were separated using DMRT method.

表3 7月25日马铃薯早疫病发病情况
Table 3 Results of potato early blight happened on July 25

处理 Treatment	防效(%) Control efficiency					病情指数(%) Disease index	差异显著性 Significance	
	I	II	III	IV	平均 Average		0.05	0.01
120 kg/667m ²	98.36	98.04	98.75	99.04	98.55	0.167	a	A
100 kg/667m ²	86.23	86.60	89.69	88.22	87.71	1.417	d	C
80 kg/667m ²	76.07	74.84	75.63	79.62	76.55	2.704	e	D
60 kg/667m ²	92.13	93.79	93.75	92.99	93.17	0.787	b	B
40 kg/667m ²	87.21	92.16	92.19	89.17	90.20	1.130	c	C
不施肥 No application	--	--	--	--	--	11.528	--	--

注: 对各小区试验数据的防效进行反正弦转换后进行方差分析, 用邓肯氏新复极差法进行平均数多重比较。

Note: Arc sine transformation of data was made before analysis of variance, and means were separated using DMRT method.

从8月8日早疫病发病情况调查结果可以看出(表4), 120 kg/667m²处理的早疫病发病认为最轻, 病情指数为0.296%, 平均防效达到98.50%, 与其他剂量的施肥处理对早疫病的防效差异极显著; 其次为施肥量60 kg/667m²处理, 发病较轻,

病情指数为1.306%, 平均防效达到93.39%, 与其他剂量的施肥处理对早疫病的防效差异也为极显著水平; 施肥量100 kg/667m²处理与施肥量40 kg/667m²处理发病程度差不多, 对早疫病的防效差异不显著; 施肥量80 kg/667m²处理发病最重, 病情

表4 8月8日马铃薯早疫病发病情况
Table 4 Results of potato early blight happened on August 8

处理 Treatment	防效 (%) Control efficiency					病情指数(%) Disease index	差异显著性 Significance	
	I	II	III	IV	平均 Average		0.05	0.01
120 kg/667m ²	98.28	98.74	98.37	98.61	98.50	0.296	a	A
100 kg/667m ²	87.74	85.38	88.57	84.55	86.59	2.648	c	C
80 kg/667m ²	72.61	74.91	70.96	72.48	72.75	5.380	d	D
60 kg/667m ²	92.15	94.77	94.19	92.28	93.39	1.306	b	B
40 kg/667m ²	87.36	90.43	90.02	86.53	88.56	2.241	c	C
不施肥 No application	--	--	--	--	--	19.741	--	--

注：方差分析前不对数据进行转换，用邓肯氏新复极差法进行平均数的多重比较。

Note: No transformation of data was made before analysis of variance, and means were separated using DMRT method.

表5 产量调查结果
Table 5 Results of potato production

处理 Treatment	大薯(kg)(150 g以上)	小薯(kg)(150 g以下)	商品薯率(%)	比CK增产率(%) Compared with CK	115.2 m ² 产量(kg)	差异显著性 Significance	
	Large tuber (More than 150 g)	Small tuber (Less than 150 g)	Marketable tuber		Production on 115.2 m ²	5%	1%
120 kg/667m ²	217	36	85.77	2.02	253	b	B
100 kg/667m ²	260	41	86.38	21.37	301	a	A
80 kg/667m ²	199	65	75.38	6.45	264	b	B
60 kg/667m ²	256	58	81.53	26.61	314	a	A
40 kg/667m ²	278	25	91.75	22.18	303	a	A
不施肥 No application	222	26	89.52	--	248	b	B

注：方差分析前不对数据进行转换，用邓肯氏新复极差法进行平均数的多重比较。

Note: No transformation of data was made before analysis of variance, and means were separated using DMRT method.

指数为 5.380%，平均防效最低为 72.75%。

2.3 施肥控制马铃薯早疫病对产量的影响

从测产结果(表5)可以看出，施肥量 60 kg/667m² 处理增产率最高为 26.61%，其次为施肥量 40 kg/667m² 处理，增产 22.18%，施肥量 100 kg/667m² 处理增产 21.37%，其中施肥量 40 kg/667m² 处理的商品薯率最高，达到 91.75%，施肥量 60, 40 以及 100 kg/667m² 处理三者之间小区产量差异不显著。施肥量 120 kg/667m² 处理增产最低为 2.02%，其次为施肥量 80 kg/667m² 处理增产 6.45%，二者小区产量差异不显著。

2.4 施肥控制马铃薯早疫病经济效益分析

从经济效益核算表(表6)可以看出，施肥处理控制早疫病的发生在提高产量的同时提高 667m² 纯

增收效益，60 kg/667m² 处理的 667m² 纯增收最高，达到 405 元，其次为 40 kg/667m² 处理，667m² 纯增收 365 元，120 kg/667m² 处理的 667m² 纯增收 -292.5 元。

从 2011 年施肥量控制马铃薯早疫病发生研究结果看，每 667m² 施肥量 40 和 60 kg 处理防治马铃薯早疫病对马铃薯安全，防治效果好，商品薯率高，增产幅度明显，且成本低。平作地区每 667m² 施用复合肥 60 kg 作为播种时带入的种肥量，增产幅度大，且能够比较好的防治马铃薯早疫病，因此推荐在平作地区使用 40~60 kg/667m² 复合肥在播种时作为种肥施用，增产到达 20% 以上，有效防治马铃薯早疫病，适合作为一种农业技术措施防治马铃薯早疫病进行推广。

表6 施肥成本及产量核算
Table 6 Analysis of fertilizer cost and production

处理 Treatment	667m ² 用肥成本(元) Fertilizer cost in 667m ² (Yuan)	667m ² 产量(kg) Production in 667m ²	667m ² 增产(%) Yield increase in 667m ²	667m ² 增收(元) Benefit increase in 667m ² (Yuan)	667m ² 纯增收(元) Net increase benefit in 667m ² (Yuan)
120 kg/667m ²	336	1465	2.02	43.5	-292.5
100 kg/667m ²	280	1743	21.37	460.5	180.5
80 kg/667m ²	224	1529	6.45	139.5	-84.5
60 kg/667m ²	168	1818	26.61	573	405
40 kg/667m ²	112	1754	22.18	477	365
不施肥 No application	--	1436	--	--	--

注: 每吨马铃薯复合肥2 800元, 每公斤马铃薯1.5元。

Note: Calculation was based on 2 800 Yuan/t for compound fertilizer and 1.5 Yuan/kg for potato.

3 讨论

通过施肥量控制马铃薯早疫病的发生研究表明, 施用一定量的马铃薯复合肥, 可以有效的控制马铃薯早疫病的发生。本研究与郭海英^[4]采用叶面喷施尿素防治马铃薯早疫病, 以及张建平^[5]采用有机肥防治马铃薯早疫病的研究结果一致, 适当的施肥可以控制早疫病的发生。早疫病在田间零星出现病斑后, 前期发病缓慢, 施用一定量的马铃薯复合肥, 可以促进植株生长健壮, 提高植株抗性^[6], 早疫病发病轻, 在植株生长后期, 病程进行的也较为缓慢, 早疫病对植株危害轻; 未施肥的处理, 在出现零星病斑后 15 d, 发病较为缓慢, 15~30 d, 早疫病发病速度明显加快, 对植株的危害加重。因此在制定早疫病防治措施时, 应该在田间出现早疫病病斑后及时防治, 在病程发展 15 d 之后, 控制早疫病的难度将会增加, 如果发病超过 30 d 再防治, 因其危害已经构成, 防治起来更加困难。

传统思想认为, 施肥越多增产越明显。通过施肥量控制马铃薯早疫病发生研究结果可以看

出, 并不是施肥量越大对马铃薯产量的贡献越大, 尤其在平作马铃薯栽培模式下, 没有灌溉条件, 仅靠降雨满足生长的情况下, 每 667m²施用 40~60 kg 的基肥已经能够满足植株生长需要, 增加施肥量不仅增产不明显, 对马铃薯生长有抑制作用, 增收为负数。因此, 马铃薯施肥量多少应根据实际生产情况来决定。

[参 考 文 献]

- [1] 李瑛, 王舰, 张贵. 不同药剂防治马铃薯早疫病的研究 [J]. 现代农业科技, 2008(11): 118-120.
- [2] 王爱玲, 侯生英, 张贵, 等. 70%丙森锌 WP 喷雾防治马铃薯早疫病 [J]. 青海大学学报, 2011, 29(5): 28-40.
- [3] 张永福, 杨富. 马铃薯早疫病无公害杀菌剂药效筛选试验 [J]. 安徽农学通报, 2001, 17(1): 116-119.
- [4] 郭海英. 马铃薯早疫病杀菌剂及叶面肥防治效果研究和预测预报初探 [D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2013.
- [5] 张建平, 程玉臣, 哈斯. 有机肥防治马铃薯早疫病试验 [J]. 中国马铃薯. 2012, 26(5): 291-294.
- [6] 梁伟伶. 马铃薯对早疫病抗性机制及化学防治研究 [D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2009.