

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2015)02-0092-05

养分管理对马铃薯安全贮藏的影响

石晓华¹, 杨海鹰^{1*}, 云庭², 张智芳¹, 曹亚利², 张海勃³

(1. 内蒙古自治区马铃薯繁育中心, 内蒙古 呼和浩特 010031; 2. 内蒙古正丰马铃薯种业有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010031;
3. 内蒙古通辽市科尔沁区农业技术推广中心, 内蒙古 通辽 028000)

摘要: 马铃薯贮藏造成的经济损失数额巨大, 如何控制贮藏损失已成为马铃薯产业亟待解决的问题。为探明田间养分管理与马铃薯安全贮藏的关系, 试验设置不同氮、磷、钾施肥梯度, 研究其对马铃薯块茎养分含量的影响, 以及不同处理块茎养分含量与马铃薯贮藏期干腐病的发病情况的关系。研究结果显示, 在一定范围内, 块茎氮、钾营养状况对马铃薯贮藏安全存在影响; 从马铃薯贮藏安全的角度给出临界块茎氮含量应小于 12.66 g/kg, 临界块茎钾含量应大于 20.43 g/kg。

关键词: 马铃薯; 养分管理; 安全贮藏; 干腐病

Effects of Potato Nutrient Management on Safe Storage

SHI Xiaohua¹, YANG Haiying^{1*}, YUN Ting², ZHANG Zhifang¹, CAO Yali², ZHANG Haibo³

(1. Inner Mongolia Potato Breeding Center, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China;
2. Inner Mongolia Zheng Feng Seed Potato Company, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China;
3. Horqin District Agriculture Technical Extension Center, Tongliao, Inner Mongolia 028000, China)

Abstract: Potato storage can cause great economical loss. How to control the storage loss has become an urgent problem of potato industry to be solved. To analyze the relationship between nutrient management and safe storage of potato, different treatments of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) were established in this experiment. The effects of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) on nutrient content of potato tubers and the relationship between nutrient content of potato tubers and the incidence of dry rot disease of potato were studied during the storage period. The results showed that nitrogen (N) and potassium (K) content of potato tuber had an effect on potato storage within a given range. From the point of potato safe storage, nitrogen (N) critical content of potato tuber should be less than 12.66 g/kg and potassium (K) critical content of potato tuber should be greater than 20.43 g/kg.

Key Words: potato; integrated nutrient management; safety storage; dry rot

中国每年马铃薯贮藏损失率在 15% 左右, 严重时甚至达到 50%^[1], 安全贮藏已成为马铃薯产业链中亟待解决的难题之一^[2], 这其中因干腐病造成的贮藏损失约占 80% 以上^[3,4], 目前针对马铃薯干腐病的研究主要集中在病原菌鉴定、化学药剂筛选、贮藏环境控制^[5-9], 然而矿质营养对作物的感病及抗病性也存在直接或间接影响^[10], 但到目前为

止针对马铃薯养分综合管理对其产后耐贮期病害特别是干腐病发病情况的研究却鲜有报道。课题组结合 2012 年在内蒙古自治区乌兰察布市察右中旗进行的马铃薯“3414”田间试验, 以马铃薯贮藏过程中最具代表性的干腐病发病情况作为研究对象, 研究养分综合管理对马铃薯产后安全贮藏的影响。

收稿日期: 2014-11-17

基金项目: 内蒙古自治区科技重大专项和公益性行业科研专项(201203012-4-2)。

作者简介: 石晓华(1986-), 男, 硕士, 主要从事马铃薯栽培研究工作。

*通信作者(Corresponding author): 杨海鹰, 研究员, 主要从事马铃薯栽培研究工作, E-mail: nmzfhy@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验地区概况

试验于2012年5~9月在内蒙古自治区乌兰察布市察右中旗内蒙古自治区马铃薯繁育中心基地进行。试验地位于东经112°64′, 北纬41°30′, 海拔1 780 m, 处中温带大陆性季风气候, 历年平均气温1.3℃, 平均降雨量为304 mm, 蒸发量210~420 mm, 无霜期100 d左右。2012年全生育期最低气温-0.4℃, 最高气温28.1℃, 6~8月份平均气温为16.6℃, 全生育期降雨21次, 降雨24 d, 总降雨量为232.27 mm。供试土壤为栗钙土, pH为8.4, 有机质12.2 g/kg, 全氮1.12 g/kg, 有效磷10.1 mg/kg, 速效钾87 mg/kg。

田间试验于2012年5月13日进行播种, 6月23日出苗, 试验田各处理出苗情况良好, 9月11日收获。马铃薯贮藏条件为全地下混凝土结构恒温窖, 入窖时间2012年9月20日, 出窖时间2013年5月1

日, 贮藏历时223 d, 贮藏温度为2~4℃。

1.2 试验设计与方法

试验供试品种为脱毒马铃薯‘克新1号’原种(G2), 由内蒙古自治区马铃薯种薯繁育中心提供。试验是在“3414”试验的基础上, 挑选各氮磷钾施肥梯度进行研究。试验采用随机区组试验设计, 株距18 cm, 行距90 cm, 试验小区面积为40 m², 每个处理设3次重复, 为消除小区间相互干扰, 小区间设2 m隔离行。每个小区配备一个施肥罐和一块水表, 以保证每个小区单独施肥、灌水的要求。试验采用滴灌灌溉方式, 滴灌带参数为: 内径Φ16 mm, 滴头间距为30 cm, 滴头流量1.38 L/h。肥料用量如表1所示。

1.3 试验观测项目及测定方法

1.3.1 块茎养分含量的测定

块茎样品粉碎过筛后用浓H₂SO₄-H₂O₂消煮法消化, 全N含量用半微量凯氏定氮法测定, P含量用钒钼酸铵比色法测定, K含量由火焰光度法测定^[11]。

表1 试验中施肥量的设定
Table 1 Fertilization regime in experiment

处 理 Treatment	用量 (kg/hm ²) Dosage		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N1	0	169.05	241.5
N2	96.6	169.05	241.5
N3	193.2	169.05	241.5
N4	289.9	169.05	241.5
P1	193.2	0	241.5
P2	193.2	84.525	241.5
P3	193.2	169.050	241.5
P4	193.2	253.575	241.5
K1	193.2	169.05	0
K2	193.2	169.05	120.75
K3	193.2	169.05	241.50
K4	193.2	169.05	362.25

1.3.2 干腐病发病率

每个处理随机选取90个马铃薯块茎, 以30个为一组进行测定。

干腐病发病率(%) = 出现腐烂的块茎总数/调查的块茎总数 × 100

1.3.3 干腐病病情指数

每个处理随机选取90个马铃薯块茎, 以30个

为一组进行测定。不发生干腐病的病级为0, 轻度为1(病斑面积占薯块表面积的10%以下), 中度为2(病斑面积占薯块表面积的10%~50%), 重度为3(病斑面积占薯块表面积的50%以上)^[12]。根据如下公式进行测定^[13]。

干腐病病情指数 = $\sum$ (各病级马铃薯个数 × 发病级数) / (总马铃薯个数 × 最高发病级数)

1.3.4 数据统计与分析

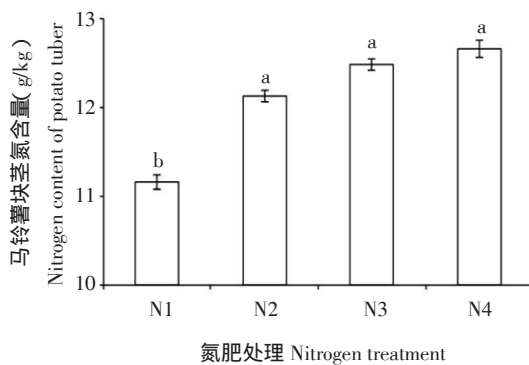
采用 Microsoft Excel 2007 软件进行数据统计, 并计算标准误差($\pm$ SE); 采用 SPSS Statistics 19 软件进行差异显著性测验及相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对块茎养分含量的影响

2.1.1 施氮量对块茎养分含量的影响

如图1所示, 随着施氮量的增加, 块茎氮含量相应增加, 其中N2到N4处理的块茎氮含量均显著高于N1处理($P < 0.05$)。在N1处理下, 马铃薯块茎氮含量为11.16 g/kg, 在施氮量为289.9 kg/hm²的N4处理下, 马铃薯块茎氮含量最高, 达到12.66 g/kg。



注: 误差线表示标准误差, 多重比较采用新复极差法。下同。

Note: Error bar stands for standard error, and means were separated using Duncan's Multiple Range Test. The same below.

图1 不同施氮量对马铃薯块茎氮含量的影响

Figure 1 Effect of different nitrogen applications on nitrogen content in potato tubers

2.1.2 施磷量对块茎养分含量的影响

马铃薯块茎磷含量受到施磷量的影响如图2所示, 随着施磷量的增加, 块茎磷含量相应增加, 其中P4处理的块茎磷含量显著高于P1、P2处理($P < 0.05$)。P1处理为不施磷肥处理, 马铃薯块茎磷含量为5.08 g/kg, 马铃薯块茎磷含量以P4处理最高, 达到5.37 g/kg。

2.1.3 施钾量对块茎养分含量的影响

从图3可以看出, 施钾量的大小直接影响马铃薯块茎钾含量的高低, 随着施钾量的增加, 块茎钾含量相应增加, 其中K3和K4处理的块茎钾含量均显著高于K1和K2处理($P < 0.05$)。在K1处理

下, 马铃薯块茎钾含量为13.82 g/kg, 在施钾量为362.3 kg/hm²的K4处理下, 马铃薯块茎钾含量最高, 达到20.43 g/kg。

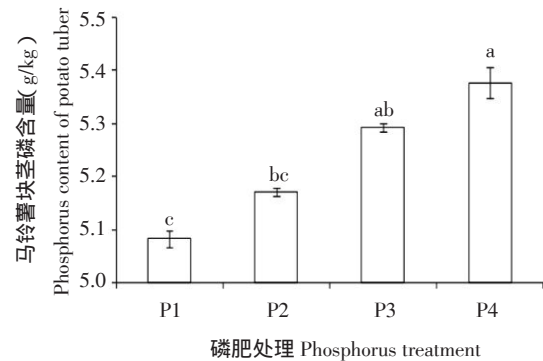


图2 不同施磷量对马铃薯块茎磷含量的影响

Figure 2 Effect of different phosphorus fertilizer applications on phosphorus content in potato tubers

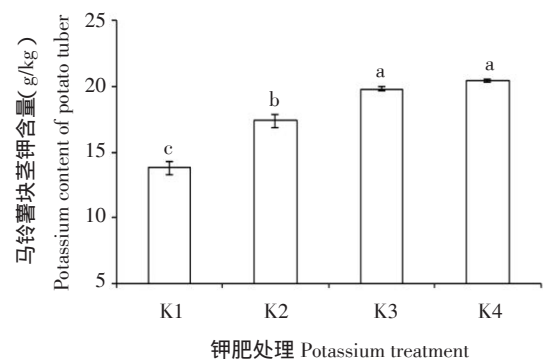


图3 不同施钾量对马铃薯块茎钾含量的影响

Figure 3 Effect of different potassium applications on potassium content in potato tubers

2.2 不同处理对块茎干腐病发病率及发病指数的影响

由表2可见, 不同处理对马铃薯块茎发病率及病情指数的影响不同。在各氮肥处理中, 发病率及病情指数随施氮量的增加整体呈现增长的趋势, 在N4处理下, 平均发病率及病情指数分别达到1.44%和0.021, 为各处理最高值; 在不同施磷量处理中, 发病率及病情指数的平均值有先升高后降低的变化, 但在分析其各次重复时变异较大, 无法判断其变化规律; 线性变化最明显的是钾肥处理, 在该处理中随着施钾量的增加, 发病率及病情指数的均值表现出逐步递减的趋势, 在施钾量为362.3 kg/hm²的K4处理中, 发病率和病情

指数的平均值分别为0.25%和0.002，为该处理最低值。

2.3 各处理块茎养分含量与块茎发病率的相关性分析

由表3可知，随施块茎养分含量的变化干腐病发病率也随之发生变化，在对其进行线性相关分析时发现，块茎氮含量与干腐病发病率之间相关系数

为0.702，存在显著正相关性；随块茎磷含量的增加干腐病发病率变化趋势不明显，经相关性分析与干腐病发病率之间相关关系极弱，相关系数仅为0.095；随施钾量的增加干腐病发病率有下降趋势，对其进行相关分析时得到的相关系数为-0.914，极显著，说明施钾量与干腐病发病率间存在极显著负相关关系。

表2 各处理对块茎干腐病发病率及发病指数的影响
Table 2 Effect of different treatments on incidence and disease index

处理 Treatment	重复 Replication	调查块茎数(个) Investigated tuber number	发病块茎数(个) Diseased tuber number	发病率(%) Incidence	平均发病率(%) Average incidence	发病指数 Disease index
N1	1	259	1	0.39	0.45	0.004
	2	200	1	0.50		
	3	216	1	0.46		
N2	1	193	0	0	0.34	0.005
	2	197	1	0.51		
	3	200	1	0.50		
N3	1	194	1	0.52	0.61	0.009
	2	232	2	0.86		
	3	223	1	0.45		
N4	1	222	4	1.80	1.44	0.021
	2	192	2	1.04		
	3	202	3	1.49		
P1	1	193	0	0	0.34	0.005
	2	197	1	0.51		
	3	200	1	0.50		
P2	1	237	2	0.84	0.66	0.009
	2	171	1	0.58		
	3	182	1	0.55		
P3	1	194	1	0.52	0.61	0.008
	2	232	2	0.86		
	3	223	1	0.45		
P4	1	196	0	0	0.15	0.001
	2	213	0	0		
	3	226	1	0.44		
K1	1	164	2	1.22	0.96	0.015
	2	171	1	0.58		
	3	185	2	1.08		
K2	1	218	2	0.92	0.76	0.009
	2	223	2	0.90		
	3	214	1	0.47		
K3	1	194	1	0.52	0.61	0.008
	2	232	2	0.86		
	3	223	1	0.45		
K4	1	200	0	0	0.25	0.002
	2	135	1	0.74		
	3	177	0	0		

表3 各处理块茎养分含量与干腐病发病率线性方程及相关系数

Table 3 Linear equation and correlation coefficient between tuber nutrient content and dry rot disease incidence

处理 Treatment	线性方程 Linear equation	P	相关系数 Correlation coefficient
氮肥 Nitrogen	$y = 2.86x + 30.19$	0.011	0.702*
磷肥 Phosphorus	$y = 0.70x - 0.33$	0.770	0.095
钾肥 Potassium	$y = -0.79x + 18.17$	0.000	-0.914**

注: *表示0.05显著水平; **表示0.01显著水平。

Note: * Standing for 0.05 significant level; ** standing for 0.01 significant level.

3 讨 论

施肥量直接影响作物养分状况, 而养分状况的优劣又关系到作物自身抗病性的强弱^[14], 目前已有马铃薯贮藏期病害发生情况与施肥量关系的研究报道, 同时该研究还给出安全贮藏的推荐施肥量, 但施肥量因受农田基础肥力等因素影响, 其参考价值较为有限^[15]。试验则是通过设置不同施肥量分析马铃薯块茎养分含量的变化, 并进一步将块茎养分含量与贮藏期干腐病发病情况建立关系。

从马铃薯安全贮藏的角度出发, 对其进行分析最终发现, 马铃薯块茎氮含量在超过 12.48 g/kg 达到 12.66 g/kg 后, 马铃薯干腐病发病率从 0.61% 增加到 1.44%; 马铃薯块茎磷含量在 5.08 g/kg 到 5.37 g/kg 区间内其干腐病发病率变化无明显规律; 马铃薯块茎钾含量为 13.82 g/kg 时干腐病发病率为 0.96%, 随着块茎钾含量的增加马铃薯干腐病的发病率随之降低, 当马铃薯块茎钾含量达到 20.43 g/kg 时, 其干腐病发病率仅为 0.25%。因此, 从马铃薯安全贮藏的角度给出马铃薯块茎安全氮含量应低于 12.66 g/kg, 马铃薯块茎安全钾含量应大于 20.43 g/kg。

【参 考 文 献】

- [1] 谢开云, 金黎萍, Jeffrey Peters, 等. 英国的马铃薯贮藏研究 [M]// 陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与冬作农业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2006.
- [2] 段伟伟, 胡丽君. 马铃薯贮藏技术的研究现状 [J]. 农业科技通讯, 2012(4): 21-23.
- [3] 何苏琴, 金秀琳, 魏周全, 等. 甘肃省定西地区马铃薯块茎干腐病病原真菌的分离鉴定 [J]. 云南农业大学学报, 2005, 19(5): 550-552.
- [4] Schisler D A, Slininger P J, Hanson L E, *et al.* Potato cultivar, pathogen isolate and antagonist cultivation medium 8 influence the efficacy and ranking of bacterial antagonists of Fusarium dry rot [J]. Biocontrol Science and Technology, 2000, 10(3): 267-279.
- [5] 杜密茹. 马铃薯干腐病病原鉴定及病害防治的研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2008.
- [6] 张廷义, 魏周全. 马铃薯贮藏期干腐病药剂防治试验 [J]. 中国马铃薯, 2006, 20(6): 348-349.
- [7] 任向宇. 马铃薯干腐病田间及贮藏期化学防治效果和致病菌抗药性测定研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2011.
- [8] 孙小娟, 李永才, 毕阳, 等. 西北地区马铃薯贮藏期病害调查分析 [J]. 中国马铃薯, 2009, 23(6): 364-365.
- [9] 贾倩民, 陈彦云, 陈科元. 马铃薯贮藏的环境影响因子及监控系统 [J]. 农机化研究, 2014, 36(3): 58-61.
- [10] 慕康国, 赵秀琴, 李健强, 等. 矿质营养与植物病害关系研究进展 [J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(1): 84-90.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [12] 张廷义. 马铃薯块茎干腐病产量损失率测定和发生规律研究 [M]// 陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业——更快 更高 更强. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2008.
- [13] 吴觉天, 毕阳, 李永才, 等. 不同愈伤时间对常温贮藏期间马铃薯干腐病和品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2013, 34(14): 332-334.
- [14] 林挺秀. 湿地松针叶病害与土壤养分条件的关系研究 [J]. 林业勘察设计, 2003(1): 3-6.
- [15] 霍学显. 提高马铃薯产量和耐贮性的农艺措施及环境控制技术 [J]. 吉林农业, 2014(3): 88-89.