

马铃薯的养分需求

高媛，韦艳萍，樊明寿*

(内蒙古农业大学农学院，内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要：在综合了大量国内外关于马铃薯植株需肥研究资料的基础上，运用 Excel 进行统计分析生产 1 000 kg 马铃薯块茎的植株需肥量及影响其需肥的因素。结果表明，概率较高的 1 000 kg 马铃薯需 N、P₂O₅、K₂O 的区间分别是 3.0~4.0 kg, 1.00~1.50 kg, 4.0~6.0 kg。影响马铃薯养分需求量的因素有土壤有机质含量、土壤 pH 值、年份、产量等。明确单位产量的马铃薯需肥量及其影响因素，以期对我国的马铃薯测土配方施肥提供依据，对马铃薯因环境条件的差异而确定施肥量提供有益的信息。

关键词：马铃薯块茎；需肥量；N；P₂O₅；K₂O；影响因素

Nutrient Requirements for Producing Potato Tubers

GAO Yuan, WEI Yanping, FAN Mingshou*

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China)

Abstract: Based on the previous research results on potato plant nutrient requirements, the amount of nutrient demands for harvesting 1 000 kg of tubers and the possible factors which influence the values were discussed and evaluated. The results indicated that 3.0-4.0 kg N, 1.00-1.50 kg P₂O₅ and 4.0-6.0 kg K₂O were needed for producing 1 000 kg of tubers, and the factors influencing the nutrient requirements included soil organic matter content, soil pH, years and yields. Understanding fertilizer requirement of unit yield and influencing factors, in order to provide the evidence of potato soil testing and fertilizer recommendation, may provide the useful information for determination of fertilization rate for potatoes planted in various environments.

Key Words: tuber; nutrient requirement; N; P₂O₅; K₂O; influencing factor

近些年来，随着各级政府对马铃薯产业化支持力度的不断加大，以及种植马铃薯经济效益的不断提高，马铃薯生产中的化肥投入也越来越大^[1]。毫无疑问，马铃薯产量与化肥投入数量密切相关，但国内外大量研究证明，氮肥超过一定数量不仅不能继续增加马铃薯块茎的产量，而且还会引起茎叶徒长，进一步造成块茎淀粉、干物质含量以及比重等指标的下降和薯块大小不均，商品率下降^[2-3]。此外，肥料的过量使用不仅使得肥料利用率显著下降，而且会对环境产生负面影响^[4]。因此科学施肥已经成为马铃薯科研、管理以及生产部门的共识。

要实现科学施肥，基本前提是清楚马铃薯的养分需求量。生产 1 000 kg 块茎的马铃薯养分需求量是一个常用的指标，也是全国测土配方施肥工作中配方的重要依据。然而，从已有的报道不难发现，生产 1 000 kg 马铃薯块茎，植株养分吸收量千差万别，有的差异 2 倍，甚至更多^[5-7]。这无疑给推荐施肥造成了诸多困惑。

本文总结了 1983~2008 年部分国内外关于马铃薯养分需求的研究资料，分析阐述了影响马铃薯养分需求量的因素，以期为实现马铃薯的科学施肥提供一些有益的信息。

收稿日期：2010-11-14

基金项目：农业部公益行业专项(201103003)；内蒙古马铃薯产业技术服务体系、内蒙古农业大学马铃薯高产高效创新团队(NDPYTD2010-5)。

作者简介：高媛(1987-)，女，硕士研究生，从事植物营养生理研究。

* 通信作者(Corresponding author)：樊明寿，教授，从事植物营养研究，E-mail：fmwh@yahoo.com.cn。

1 材料与方法

以关键词“马铃薯”+“养分”+“产量”检索了1983~2008年间中文文献，摘录关于生产1000 kg块茎所需养分的数据，加以统计分析。对于原文没有计算1000 kg块茎所需养分的资料，根据产量数据和养分吸收数据，通过公式：1000 kg块茎所需养分=(单位面积马铃薯植株养分吸收量/单位面积马铃薯块茎产量)×1000，计算马铃薯的养分需求量。国外资料主要来自Springer和Agricola两个数据库，时间为1983~2008年，所用检索词是中文检索词的英文翻译，即“Potato”，“Nutrient”，“Yield”。

本文涉及养分是指氮磷钾，不包括微量营养元

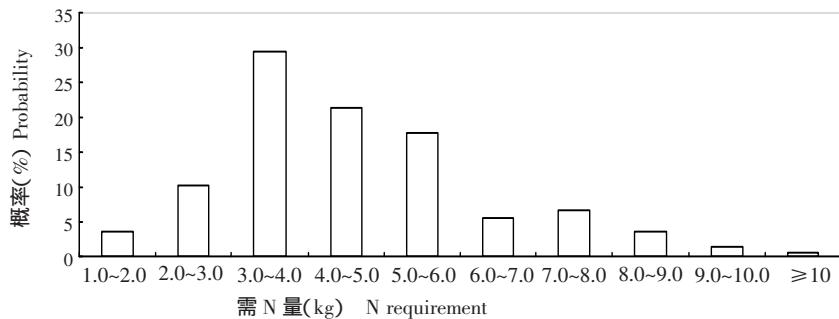
素。养分需求数量分别以N、P₂O₅、K₂O的数量表示。统计分析全部借助Excel进行。

2 结果与分析

2.1 生产1000kg块茎植株养分需求量范围

经分析，生产1000 kg马铃薯块茎，植株所需养分量存在较大的变异。养分需求量的概率分布按照N、P₂O₅、K₂O整理如下：

从图1显示可以看出，每生产1000 kg马铃薯块茎，植株需N量在1.0~10.0 kg之间变化，相差高达5倍多。然而，概率最高的区域3.0~4.0 kg。介于这个区间的数据占到总数据量的30%左右。其次是4.0~6.0 kg，每组数据各占总数据量的20%以上。



注：统计时，两组交接处的数据归为后一组，下同；统计数据从参考文献[5~46]计算整理所得。

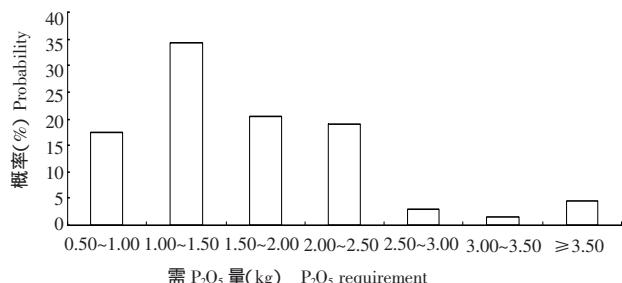
Note: During the statistics process, the data in the connection point of any neighboring group are put in the latter group. The same below. All data are from the references 5~46.

图1 生产1000 kg马铃薯块茎植株的需N量(n=200)

Figure 1 N requirement for producing 1000 kg tubers

由图2可见，每生产1000 kg块茎，植株需P₂O₅量在0.50~3.50 kg之间变化，其中处于1.00~

1.50 kg区域内的需磷量概率最高，接近35%，而需P₂O₅量超过2.50 kg的概率总和低于10%。

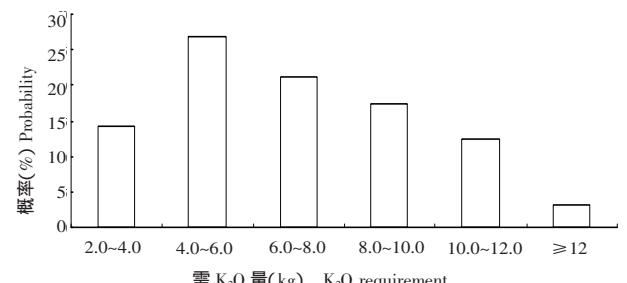


注：统计数据从参考文献[5, 7~14, 16~17, 19~27, 29~32, 34, 37~40, 46~51]计算整理所得。

Note: All data are from references [5, 7~14, 16~17, 19~27, 29~32, 34, 37~40, 46~51].

图2 生产1000 kg马铃薯块茎植株的需P₂O₅量(n=140)

Figure 2 P₂O₅ requirement for producing 1000 kg tubers



注：统计数据从参考文献[5, 7~14, 16~32, 34~35, 38~40, 46~47, 51~54]计算整理所得。

Note: All data are from references [5, 7~14, 16~32, 34~35, 38~40, 46~47, 51~54].

图3 生产1000 kg马铃薯块茎植株的需K₂O量(n=127)

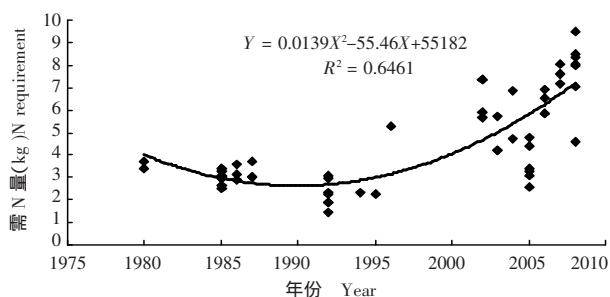
Figure 3 K₂O requirement for producing 1000 kg tubers

图 3 表明, 每生产 1 000 kg 马铃薯块茎, 植株需 K₂O 量在 2.0~12.0 kg 间变化。需 K₂O 量在 4.0~6.0 kg 范围内概率最大, 需求量超过 12.0 kg 的概率低于 5%。

2.2 影响 1 000 kg 马铃薯需肥量的因素

2.2.1 种植年代对生产 1 000 kg 块茎需 N 量的影响

图 4 显示, 从上世纪 80 年代到现在 1 000 kg 马铃薯的需 N 量总体上是增加的。



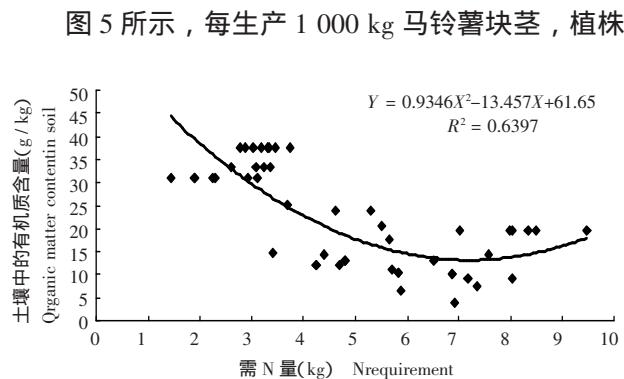
注: 统计数据从参考文献[5~7, 9, 12~13, 15~16, 35~37, 41, 43]计算整理所得。

Note: All data are from references [5~7, 9, 12~13, 15~16, 35~37, 41, 43].

图 4 随着年份的推移, 生产 1 000 kg 马铃薯植株需 N 量的变化趋势(n = 55)

Figure 4 Trend of N requirement for producing 1 000 kg tubers as year advances.

2.2.2 土壤有机质含量对生产 1 000 kg 块茎需 N 量的影响



注: 统计数据从参考文献[5~6, 8, 12~13, 15~16, 34, 36, 47, 50]计算整理所得。

Note: All data are from references [5~6, 8, 12~13, 15~16, 34, 36, 47, 50].

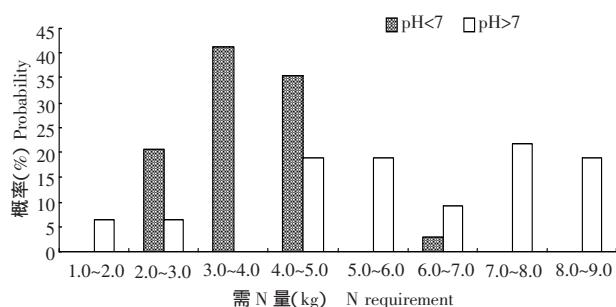
图 5 生产 1 000 kg 马铃薯块茎的需氮量与土壤有机质含量的关系(n = 50)

Figure 5 Relationship between N requirement for producing 1 000 kg tubers and organic matter content in soil

的需 N 量随着土壤有机质含量的增加而减少。

2.2.3 土壤 pH 对生产 1 000 kg 块茎需肥量的影响

如图 6 所示, 当土壤 pH < 7 时, 大多数试验结果表明, 每生产 1 000 kg 马铃薯块茎, 植株需 N 量的变化为 2.0~5.0 kg。当土壤 pH > 7 时, 每生产 1 000 kg 马铃薯块茎, 植株需 N 量在 4.0~9.0 kg 之间变化。

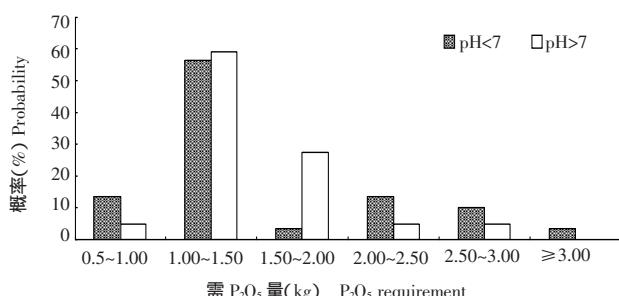


注: 统计数据从参考文献[6~9, 12, 15, 34~38, 44~45]计算整理所得
Note: All data are from references [6~9, 12, 15, 34~38, 44~45].

图 6 不同基质 pH 值下, 生产 1 000 kg 块茎植株的需 N 量(n=67)

Figure 6 N requirement for producing 1 000 kg tubers in different pH soils

图 7 所示, 无论在酸性还是碱性土壤条件下, 生产 1 000 kg 马铃薯块茎, 植株的需 P₂O₅ 量主要集中在 1.00~1.50 kg 范围内, 占所有统计数据的 60% 左右。



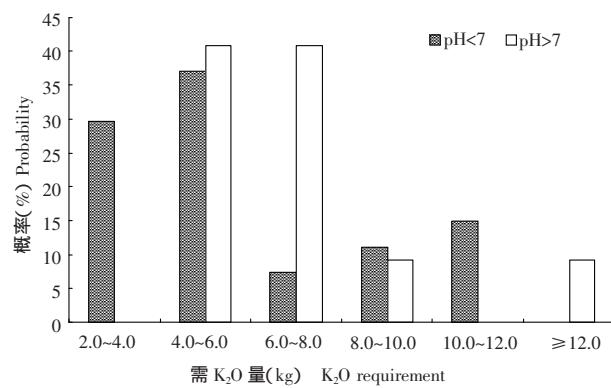
注: 统计数据从参考文献[6~8, 12, 34, 37~38, 44~45, 48~49]计算整理所得
Note: All data are from references [6~8, 12, 34, 37~38, 44~45, 48~49].

图 7 不同基质 pH 值下, 生产 1 000 kg 块茎植株的需 P₂O₅ 量(n = 53)

Figure 7 P₂O₅ requirement for producing 1 000 kg tubers in different pH soils

图 8 显示, 当土壤 pH < 7 时, 生产 1 000 kg 马铃薯块茎, 植株的需 K₂O 量主要集中在 2.0~6.0 kg

范围内，而当土壤 $\text{pH} > 7$ 时，1 000 kg 块茎的植株需 K_2O 量主要集中在 4.0~8.0 kg。与土壤 pH 影响 1 000 kg 马铃薯的需 N 量相同，酸性土壤使 1 000 kg 马铃薯需 K_2O 量减少。



注：统计数据从参考文献[6~8, 12, 34, 37~38, 44~45, 53~54]计算整理所得。

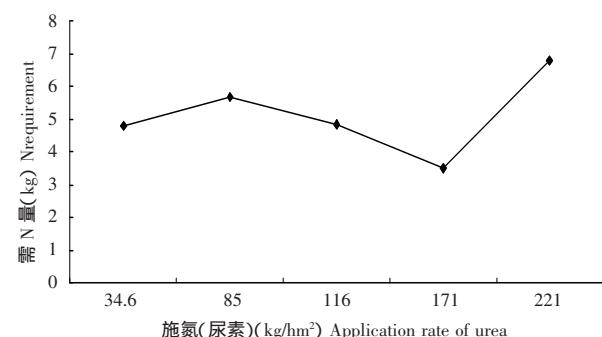
Note: All data are from references [6~8, 12, 34, 37~38, 44~45, 53~54].

图 8 不同基质 pH 值下，生产 1 000 kg 块茎植株的需 K_2O 量($n = 54$)

Figure 8 K_2O requirement for producing 1 000 kg tubers in different pH soils

2.2.4 施肥量对生产 1 000 kg 块茎需 N 量的影响

图 9 所示，生产 1 000 kg 马铃薯的植株需 N 量与施肥量之间的关系复杂。施入的尿素越多，生产 1 000 kg 块茎植株的需 N 量不一定大。



注：统计数据从参考文献[5, 7~10, 12~13, 15~16, 33~34, 36~38, 40~41, 43, 45, 50, 52]计算整理所得。

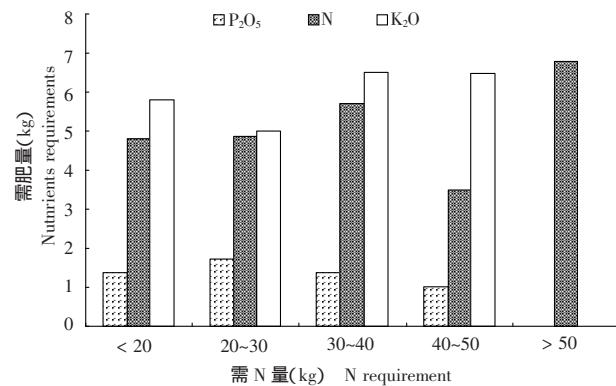
Note: All are data from references [5, 7~10, 12~13, 15~16, 33~38, 40~41, 43, 45, 50, 52].

图 9 生产 1 000 kg 马铃薯的植株需 N 量随施肥量的变化趋势($n = 103$)

Figure 9 Trend of N requirement for producing 1 000 kg tubers with increase in urea application rate

2.2.5 产量水平与 1 000 kg 块茎需肥量的关系

如图 10 所示，当产量为 40~50 t / hm² 时，每生产 1 000 kg 块茎植株的需 N 量和 P_2O_5 量最少。尤其是需 N 量，平均在 3.50 kg。而 K_2O 的需求量却较大，平均在 6.47 kg。对于平均产量达到 50 t / hm² 以上时，植株对于氮肥的需求迅速增加，平均为 6.80 kg，几乎是产量为 40~50 t / hm² 时的 2 倍。



注：统计数据从参考文献[5~9, 12~16, 27, 32~34, 38, 40~45, 47, 49~50, 52, 54]计算整理所得。

Note: All data are from references [5~9, 12~16, 27, 32~34, 38, 40~45, 47, 49~50, 52, 54].

图 10 生产 1 000 kg 块茎植株需 N, P_2O_5 , K_2O 的量与产量的关系($n = 170$)

Figure 10 The relationship between N, P_2O_5 , K_2O requirements for producing 1 000 kg tubers and yields

2.3 国内外生产 1 000 kg 马铃薯块茎植株需肥量的比较

由图 11~13 可见，我国每生产 1 000 kg 马铃薯块茎植株所需要 N, P_2O_5 , K_2O 的量都要高于国外平均水平。

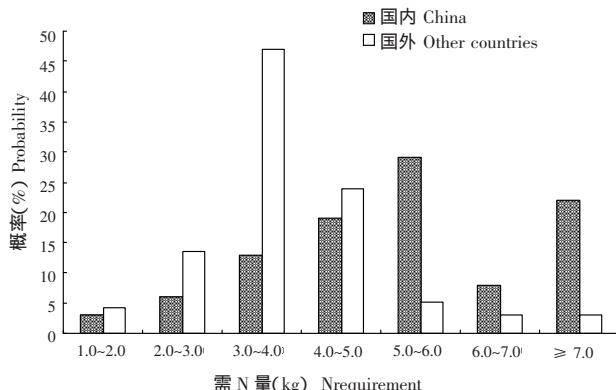
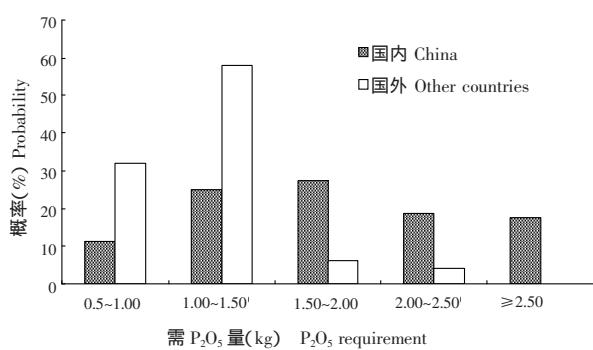


图 11 国内外生产 1 000 kg 块茎的需 N 量($n = 200$)

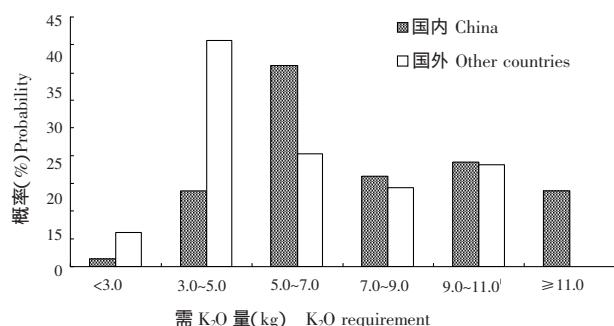
Figure 11 N requirement comparison for producing 1 000 kg tubers between China and other countries



注：统计数据从参考文献[5, 7~14, 16~17, 19~27, 29~32, 34, 37~40, 46~51]计算整理所得。

Note: All data are from references [5, 7~14, 16~17, 19~27, 29~32, 34, 37~40, 46~51].

图 12 国内外生产 1 000 kg 块茎的需 P_2O_5 量($n = 140$)
Figure 12 P_2O_5 requirement comparison for producing
1 000 kg tubers between China and other countries



注：统计数据从参考文献[5, 7~14, 16~32, 34~35, 38~40, 46~47, 51~54]计算整理所得。

Note: All data are from references [5, 7~14, 16~32, 34~35, 38~40, 46~47, 51~54].

图 13 国内外生产 1 000 kg 块茎的需 K_2O 量($n = 127$)
Figure 13 K_2O requirement comparison for producing
1 000 kg tubers between China and other countries

3 讨 论

资料统计表明，每生产 1 000 kg 马铃薯块茎，所需的 N, P_2O_5 , K_2O 的量变化范围较大，有的相差 5 倍以上，然而将养分需求量按区间统计其频率发现，需 N 多集中在 3.0~4.0 kg, P_2O_5 的需求量集中于 1.00~1.50 kg, K_2O 在 4.0~6.0 kg。

本文的分析发现，土壤有机质含量对马铃薯的需 N 量具有明显的影响。随着土壤有机质含量的增加，生产 1 000 kg 马铃薯块茎的需氮量有着下降的趋势。这意味着培肥土壤不仅是实现马铃薯高产的重要途径，而且是 N 素高效利用的重要途径。

众所周知，pH 对马铃薯生长发育有影响，普遍认为马铃薯是喜酸性作物^[47]。本文对历史资料的分析进一步表明，土壤 pH 对生产单位产量的块茎的需肥量也有影响。当土壤 pH < 7 时，1 000 kg 块茎的 N, K_2O 的需求量低于土壤 pH > 7 的情况。因此，在确定马铃薯的施肥数量时，要充分考虑土壤的 pH，而且养分需求量与土壤 pH 值之间的数量关系值得深入研究。

本文还发现，随着种植年代的推移，1 000 kg 马铃薯的需 N 量在逐渐的增加，这可能与产量水平的增加有关，图 10 关于需肥量与产量水平关系的分析证实了这一点。因此，在确定马铃薯施肥数量时，对不同产量的地块，计算施肥量时需根据单位块茎需肥量 × 目标产量这一模式。因地制宜的选择 1 000 kg 马铃薯的需肥指标。

至于国内生产 1 000 kg 马铃薯的需肥量高于国外的情况目前由于占有的资料有限，还很难分析其原因。可能与水分、管理等措施有关，需进一步研究探讨。

[参 考 文 献]

- [1] 陈杨, 樊明寿, 李斐, 等. 氮素营养诊断技术的发展及其在马铃薯生产中的应用[J]. 中国农学通报, 2009, 25(3): 66~71.
- [2] Mohamed E, Carl J R, Satish C, et al. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management [J]. Agron, 1998, 90: 10~15.
- [3] Goffart J P, Oliver M, Frankinet M. Potato crop nitrogen status assessment to improve N fertilization management and efficiency: Past – present–future[J]. Potato Research, 2008, 51: 355~383.
- [4] 刘新宇, 巨晓棠, 张丽娟, 等. 不同施氮水平对冬小麦季化肥氮去向及土壤氮素水平的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(2): 296~303.
- [5] 白艳姝. 马铃薯养分吸收分配规律及施肥对营养品质的影响[D]. 内蒙古: 内蒙古农业大学, 2007.
- [6] 胡博, 娜荷芽, 郝云凤, 等. 内蒙古杭锦后旗马铃薯氮肥效应的初步研究[M] // 陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与粮食安全. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2009: 330~333.
- [7] Sud K C. 施用农家肥和氮肥对马铃薯产量及磷钾肥有效性影响[J]. 国外农学—杂粮作物, 1992(2): 51~53.
- [8] 李卫华, 丁洪, 严明媚, 等. 新型专用肥对马铃薯产量及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(3): 289~292.
- [9] 李井会. 不同氮肥运筹下氮素利用特性及营养诊断的研究[D]. 吉林: 吉林农业大学, 2006.
- [10] 戴庆林. 内蒙古西部地区马铃薯的干物质积累与吸肥规律[J]. 内蒙古农业科技, 1989(1): 16~19.

- [11] 温随良, 黄鹏, 晋小军. 甘肃省马铃薯适生环境与产量的关系[J]. 甘肃农业大学学报, 1996, 31(2): 135–138.
- [12] 段玉, 妥德宝, 赵沛义, 等. 马铃薯施肥肥效及养分利用率的研究[J]. 中国马铃薯, 2008, 22(4): 197–200.
- [13] 吴旭银, 张淑霞, 吴贺平, 等. 马铃薯(克新1号)地膜覆盖栽培氮磷钾的吸收特性[J]. 河北科技师范学院, 2005, 19(1): 11–14.
- [14] 高华援, 梁桓赫, 王凤, 等. 中国马铃薯栽培技术研究进展[J]. 吉林农业科学, 2007, 32(5): 17–29, 27.
- [15] 张宝林, 高聚林, 刘克礼, 等. 马铃薯氮的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4): 193–198.
- [16] 吴元奇, 李尧权. 种植密度和施肥对马铃薯养分吸收及土壤肥力的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1998, 29(4): 310–313.
- [17] 林昌庭, 赵沛忠, 刘赵康, 等. 春马铃薯五改高产栽培技术的研究[J]. 马铃薯杂志, 1995, 9(2): 111–113.
- [18] 大崎亥佐雄. 马铃薯的生理营养与施肥[J]. 滕丽雅译. 马铃薯杂志, 1988, 2(1): 53–60.
- [19] 程天庆. 马铃薯栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 1991: 92.
- [20] 王英. 地膜马铃薯栽培技术[J]. 现代农业科技, 2007(20): 26.
- [21] 程永兴. 冬种马铃薯测土配方施肥试验[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(5): 283–284.
- [22] 姬青云, 张爱莲. 山西省马铃薯增产途径探讨[J]. 山西农业科学, 2003, 31(4): 30–34.
- [23] 周祖安, 胡际芳. 无公害马铃薯栽培技术[J]. 陕西农业科学, 2004(6): 100–101.
- [24] 王祥珍. 钾肥和专用肥对马铃薯产量及品质的影响[J]. 杂粮作物, 2003, 23(6): 359–361.
- [25] 蔡金龙. 建阳市漳墩镇马铃薯低产原因分析与改进措施[J]. 福建稻麦科技, 2007, 25(3): 52, 43.
- [26] 蔡建生. 福建省马铃薯生产现状及发展措施[J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(2): 97–98.
- [27] 温随良, 黄鹏, 晋小军, 等. 甘肃马铃薯分布特征及土壤理化性质对产量的影响评价[J]. 甘肃科学学报, 1996(3): 5–8.
- [28] 李玉影. 两种不同钾肥在马铃薯上应用效果的研究[J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(4): 209–212.
- [29] 孙希卓, 李彦军, 王会志, 等. 马铃薯缺肥的表现及正确施肥方法[J]. 吉林蔬菜, 2007(5): 59.
- [30] 赵秀丽. 马铃薯施肥技术[J]. 青海农技推广, 2004(2): 37–38.
- [31] 胡辉, 谢文, 翟均平, 等. 黔西北脱毒马铃薯平衡施肥技术应用示范研究[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(11): 2023–2025.
- [32] 王军. 马铃薯矿质营养[J]. 马铃薯杂志, 1983(4): 75–81.
- [33] 索东让, 王平. 长效尿素在块根——块茎作物上肥效初报[J]. 耕作与栽培, 2001(4): 36–37.
- [34] 王季春. 不同施肥量对马铃薯的影响[J]. 马铃薯杂志, 1994, 8(2): 76–80.
- [35] 刘克礼, 高聚林, 任珂, 等. 旱作马铃薯氮的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(6): 321–325.
- [36] 聂向荣. 不同氮肥水平下马铃薯品质变化及氮素营养诊断的研究[D]. 内蒙古: 内蒙古农业大学, 2009.
- [37] БРайН э э. 马铃薯施用磷酸铵镁和泻利盐的效果比较[J]. 马铃薯, 1982(2): 68–70.
- [38] АЛБШЕВСКИЙ Н Т. 马铃薯施用磷酸铵镁和泻利盐的效果比较[J]. 国外农学—杂粮作物, 1985(1): 33–34.
- [39] 刘延涛, 樊小林. 马铃薯需肥特点与施肥技术[J]. 农家之友, 2008(23): 9.
- [40] Lorenz O A. Study on potato nutrition III. Chemical composition and uptake of nutrients by kern county potatoes [J]. American Potato Journal, 1947, 24(9): 281–293.
- [41] Waddell J T. Irrigation and nitrogen management effects on potato yield, tuber quality, and nitrogen uptake [J]. Agronomy Journal, 1999, 91: 991–997.
- [42] Lauer D A. Nitrogen uptake patterns of potatoes with high frequency sprinkler applied N fertilizer [J]. Agronomy Journal, 1985, 77: 193–197.
- [43] Jenkins P D. Aspects of nitrogen fertilizer rate on tuber dry-matter content of potato cv. Record[J]. Potato Research, 1992, 35: 27–132.
- [44] Luisa D C. Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato: influence of drought stress [J]. Potato Research, 1997, 40: 19–34.
- [45] Hong L. Efficiency of soil and fertilizer nitrogen of a sod-potato system in the humid, acid and cool environment [J]. Plant and Soil, 2003, 251: 23–36.
- [46] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 11.
- [47] 胡莹莹, 张民, 宋付朋, 等. 控释复肥中磷素在马铃薯上的效应研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(2): 174–177.
- [48] 高聚林, 刘克礼, 盛晋华, 等. 旱作马铃薯磷的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(6): 326–330.
- [49] 高聚林, 刘克礼, 张宝林, 等. 马铃薯磷的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4): 199–203.
- [50] 高炳德, 杨桂芬. 应用P32示踪法对马铃薯施用磷肥的研究[J]. 马铃薯, 1983(4): 16–24.
- [51] Grewal J S. 磷、钾肥和厩肥对马铃薯产量、养分吸收和土壤肥力的后效[J]. 国外农学—杂粮作物, 1984(3): 20–22.
- [52] 刘文贤, 郑元红, 胡辉, 等. 有机肥与无机肥对脱毒马铃薯补钾效果及施肥比例试验[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(5): 45–47.
- [53] 盛晋华, 刘克礼, 高聚林, 等. 旱作马铃薯钾的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(6): 331–335.
- [54] 刘克礼, 张宝林, 高聚林, 等. 马铃薯钾的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4): 194–208.

中国作物学会马铃薯专业委员会
第六届委员会新增团体会员单位

• 北京爱农马赛机械有限公司