

黑龙江省及内蒙古自治区东部马铃薯化肥施用现状调查与分析

孙磊^{1*}, 汝甲荣², 李庆全³, 曹春梅⁴, 董清山⁵, 于洪涛⁶, 石瑛¹

(1. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院克山分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005; 3. 黑龙江省农业科学院马铃薯研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 4. 内蒙古农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特 010031; 5. 黑龙江省农业科学院牡丹江分院, 黑龙江 牡丹江 157041; 6. 黑龙江省农业科学院绥化分院, 黑龙江 绥化 152052)

摘要: 为了了解黑龙江省及内蒙古自治区东部马铃薯生产中的施肥现状及存在的问题, 为马铃薯化肥减施提供参考依据和目标, 对黑龙江省和内蒙古自治区东部主产区的25个市, 71个县的536户的马铃薯种植户调查数据进行了分析。结果表明, 该区域平均养分用量为N 160 kg/hm², P₂O₅ 151 kg/hm², K₂O 227 kg/hm², 磷钾偏施的现象较为普遍, 导致养分施用比例不合理。因此为了提高肥料利用率, 应当适当降低磷钾用量, 合理调整养分比例。

关键词: 马铃薯; 施肥; 调查; 黑龙江; 内蒙古自治区东部

Investigation and Analysis of Fertilization Status of Potato (*Solanum tuberosum*) in Heilongjiang Province and Eastern Inner Mongolia Autonomous Region

SUN Lei^{1*}, RU Jiarong², LI Qingquan³, CAO Chunmei⁴, DONG Qingshan⁵, YU Hongtao⁶, SHI Ying¹

(1. Northeast Agriculture University, Harbin, Heilongjiang 150030, China; 2. Keshan Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161005, China; 3. Potato Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China; 4. Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China; 5. Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang, Heilongjiang 157041, China; 6. Suihua Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua, Heilongjiang 152052, China)

Abstract: The survey data collected from 536 potato growers in 25 cities and 71 counties of Heilongjiang Province and eastern Inner Mongolia Autonomous Region were analyzed in order to understand the current situation and problems of fertilization in potato production, and to provide reference basis and target for reducing fertilizer application rate in potato production in this region. The average fertilizer application rates in this region were N 160 kg/ha, P₂O₅ 151 kg/ha and K₂O 227 kg/ha. The main problem in this region is that too much P and K were applied than necessary which lead to the unreasonable ratio of nutrients for potato. Therefore, in order to improve the fertilizer utilization efficiency, the application rate of phosphorus and potassium should be reduced appropriately and the ratio of nutrients should be adjusted reasonably.

Key Words: potato; fertilization; investigation; Heilongjiang Province; eastern Inner Mongolia Autonomous Region

收稿日期: 2019-02-28

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0200800)。

作者简介: 孙磊(1974-), 女, 副教授, 主要从事马铃薯养分管理。

*通信作者(Corresponding author): 孙磊, E-mail: sunleilee@163.com。

马铃薯分布广, 产量高, 营养丰富, 用途广泛。中国马铃薯种植面积和总产量均居世界第一, 黑龙江省种植马铃薯具有得天独厚的自然优势, 在中国马铃薯生产中占有重要的地位。由于种植马铃薯的经济效益较高, 马铃薯种植户通常舍得投入, 因而导致中国各地马铃薯生产中肥料用量逐年增加^[1-4]。肥料过量施用可导致植物病虫害加剧, 农产品品质降低, 土壤质量下降, 水体富营养化等问题^[5-7], 科学合理的施肥是确保中国农业可持续发展的必经之路, 而明确各地不同作物在施肥过程中存在的问题则是调整现有不合理施肥措施的依据。内蒙古自治区东部与黑龙江省地理位置相近, 气候条件相似, 本文通过对2016~2018年黑龙江省和内蒙古自治区东部以雨养马铃薯为主的马铃薯种植户施肥状况调查数据的分析, 查找目前该区域马铃薯施肥技术存在的问题, 以便根据存在的问题提出有针对性的调整方案, 为马铃薯合理施肥和减量施肥提供参考依据。

1 数据来源与处理

1.1 数据来源

数据来源于2016~2018年对黑龙江省和内蒙古自治区东部的25个市, 71个县, 201个村536户的马铃薯种植户进行的施肥状况调查, 调查区域涵盖了哈尔滨、齐齐哈尔、牡丹江、佳木斯、加格达奇和绥化6个黑龙江省马铃薯主产区以及呼伦贝尔和牙克石2个内蒙古自治区东部的马铃薯主产区。调查内容主要包括: 马铃薯种植面积, 种植经验

(年), 肥料品种, 肥料用量, 施肥时期以及产量等信息。共获得调查问卷536份。

1.2 数据处理

由于被调查户所用肥料的养分含量差异较大, 为了准确了解马铃薯生产的养分投入状况, 统计数据为N, P₂O₅和K₂O养分投入量, 而非化肥投入量, 所有化肥养分含量均按照产品标注含量折算。所有数据均用Excel 2010和Sigmaplot 10.0软件处理分析。

2 调查结果与分析

2.1 被调查户的基本情况

为了解所调查数据是否具有代表性, 对被调查的种植户的基本情况进行了统计。由图1可见, 种植面积<1 hm²的被调查户占全部调查户的21.0%, ≥1 hm², 且<50 hm²的占63.6%, ≥50 hm²且<200 hm²的占12.9%, ≥200 hm²的仅占2.5%。被调查对象主要以马铃薯种植户为主, 大型农场仅占有较小比例, 因此调查得到的数据可较真实的反应老百姓对马铃薯施肥技术的了解和掌握的程度及水平。从被调查户种植马铃薯种植的年限看(图2), 93.0%以上的被调查户都具有3年以上的马铃薯种植经验, 83.3%以上的被调查户具有5年以上的马铃薯种植经验, 这说明绝大多数的被调查户都具有一定的种植经验。由种植区域, 种植面积和种植年限的统计结果可见, 调查结果具有一定的代表性, 基本能反映调查区域马铃薯生产中肥料施用的真实水平。

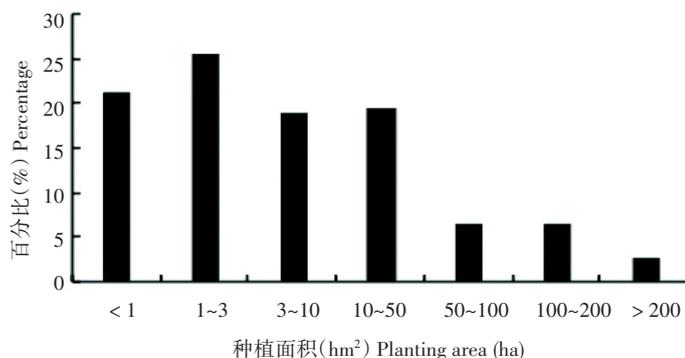


图1 被调查户马铃薯种植面积分布

Figure 1 Distribution of potato acreage of the respondents

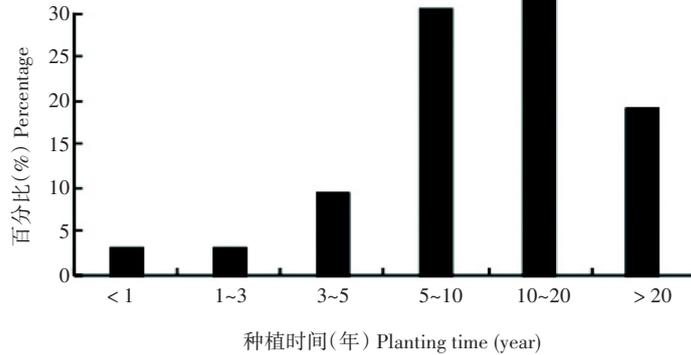


图2 被调查户马铃薯种植时间

Figure 2 Planting years of respondents expended on potato cultivation

2.2 被调查户对施肥技术的了解水平

在调查过程中, 将所有被调查户分为3类。(1)非常了解: 能准确说出(记录)施肥数量和种类以及所用肥料的养分含量; (2)一般了解: 仅能准确说出(记录)施肥数量和种类或所用肥料的养分含量; (3)不了解: 既不能准确说出(记录)施肥数量和种类, 又不能说出所用肥料的养分含量。由图3可见, 针对所用肥料非常了解的被调查户仅占调查数量的1/3, 绝大多数被调查户需经过再调查才能得到准确数据, 甚至有一部分被调查户是无论如何都无法确定部分调查信息的。

2.3 马铃薯施肥水平

该区域马铃薯种植的平均养分投入量为N 160 kg/hm², P₂O₅ 151 kg/hm², K₂O 227 kg/hm²(图4)。由图5可见, 45%左右的被调查户养分投入总量在300~500 kg/hm², 32%的投入量在500~800 kg/hm², 低

于300 kg/hm²和高于800 kg/hm²的分别占11.4%和11.8%, 其中超过1 000 kg/hm²的占3.6%。被调查户施肥水平的个体差异较大, 通过对N, P₂O₅以及K₂O的施用量的统计可见, 氮(N)投入量(图6, N)在130~200 kg/hm²的占31.8%, >200 kg/hm²的占24.6%, 其中>250 kg/hm²占12.1%; 另外, 40.0%的氮投入量集中在100~150 kg/hm², 17.1%的集中在150~200 kg/hm², 还有2.5%的不足50 kg/hm²。磷(P₂O₅)投入量(图6, P₂O₅)在60~100 kg/hm²的仅占15.63%, >100 kg/hm²的占72.2%, 其中>200 kg/hm²占14.6%, 另外磷投入量44.1%集中在90~150 kg/hm², 18.9%的集中在150~200 kg/hm², 还有4.6%的磷投入量尚不足50 kg/hm²。钾(K₂O)投入量(图6, K₂O)在150~200 kg/hm²的占17.9%, >200 kg/hm²占44.6%, 其中>300 kg/hm²占21.1%, 另外, 46.8%的钾投入量集中在100~200 kg/hm², 16.8%的投入量

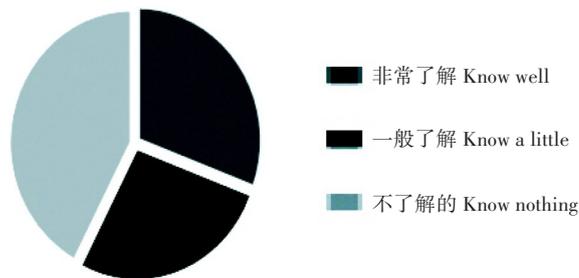


图3 被调查户对施肥技术的了解程度

Figure 3 Understanding level of respondents on fertilization

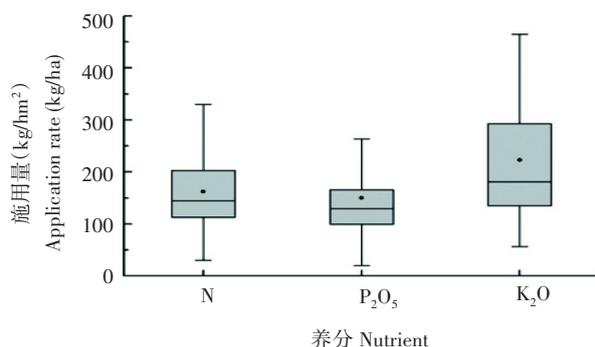


图4 调查区域的平均施肥量

Figure 4 Average fertilizer application rate in investigated regions

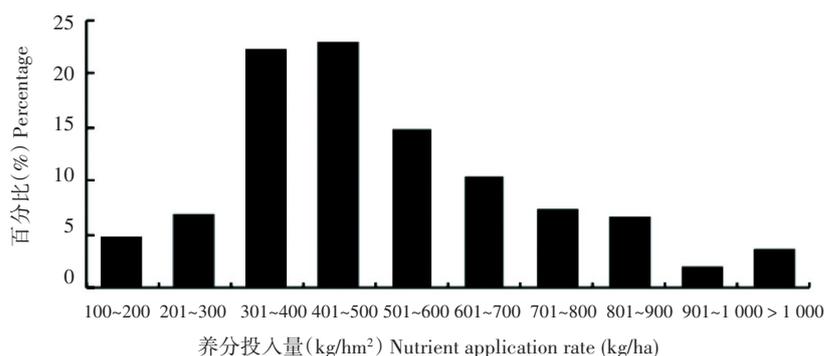


图5 总养分投入量分布

Figure 5 Distribution of the total nutrients application

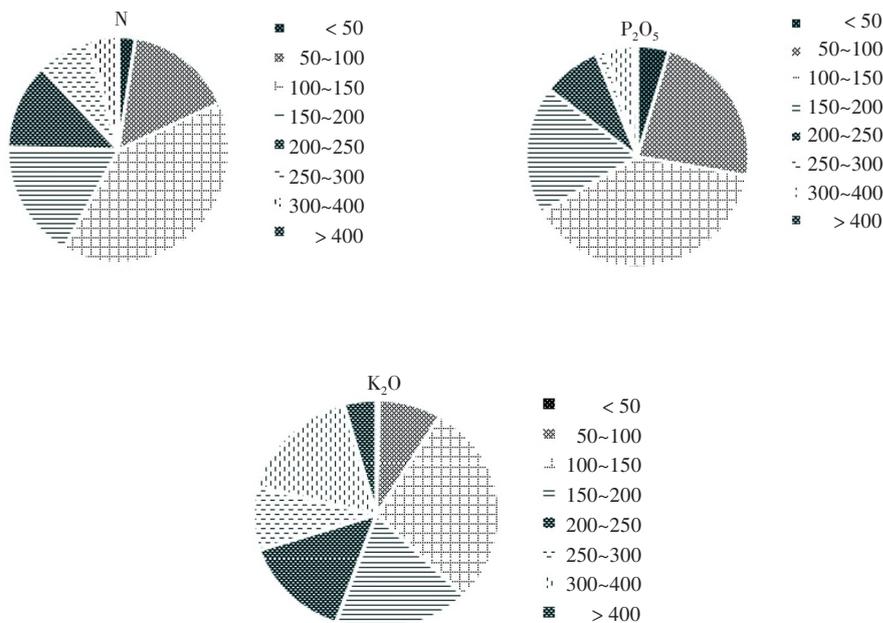


图6 养分用量明细 (kg/hm²)

Figure 6 Details of nutrients application (kg/ha)

集中在 300~400 kg/hm², 不足 50 kg/hm²的仅占 0.4%。从氮磷钾养分的平均施用量分析, 钾肥仍是马铃薯生产中施用量最多的肥料, 其次是氮肥, 磷肥最少。

由图 7 可知, 氮磷施用比例(N/P₂O₅)在 1.5~2.0 的占 23.9%, 存在偏施磷肥风险的(N/P₂O₅ < 1.5)的占 66.8%, 存在偏施氮肥风险的(N/P₂O₅ > 2.0)的占 9.3%。氮钾比例(N/K₂O)在 0.75~1.1 的占 49.3%, 存在偏施钾肥风险的(N/K₂O < 0.75)占 42.5%, 存在偏施氮肥风险的(N/K₂O > 1.1)占 8.2%。

马铃薯在生长过程中对养分的需求是连续的, 因此需要养分的供应具有可持续性。调查区域的土壤以黑土, 草甸土, 暗棕壤等保水保肥能力较强的土壤类型为主, 但是一次性施肥仍然存在养分损失或肥效降低等问题, 对于黑龙江省西北部以风沙土为主的区域, 分次施肥对于提高肥料利用率更为重要。但是由图 8 的统计结果可见, 分期施肥的被调查户仅占调查总数的 1/5 左右, 绝大多数被调查户仍然采取一次施肥的施肥方法, 这也是该区域肥料利用率低的主要原因之一。

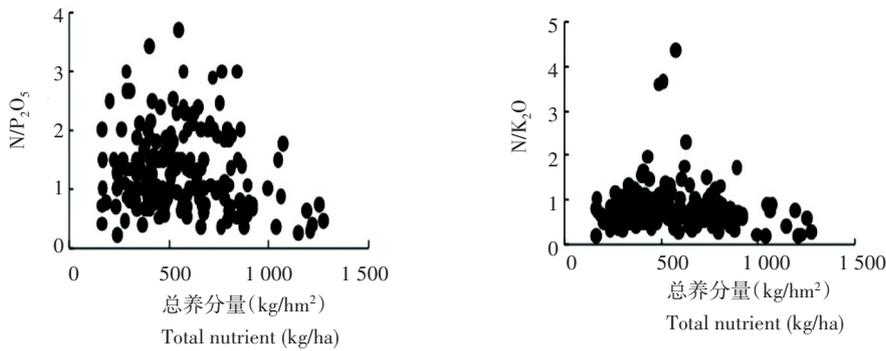
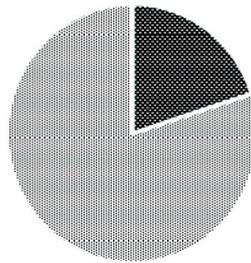


图 7 养分施用比例

Figure 7 Ratios of nutrients applications



※ 分施 Splitting 不分施 No Splitting

图 8 分施肥与不分施肥的比例

Figure 8 Ratio of splitting to no-splitting fertilizations

从被调查户选择的肥料品种看(图 9), 2/3 的被调查户选用复合肥, 并且以高磷钾复合肥为主, 1/3 的被调查户选择自己掺混(图 9A)。掺混的原料主要以大颗粒尿素, 磷酸二铵和硫酸钾为主(图 9B 和图 9C), 仅有 1.5% 的被调查户选用了过磷酸钙, 5.4% 选用了氯化钾。

2.4 养分投入量与产量

由图 10 可见, 氮磷钾用量的增加并不能显著增加马铃薯的产量, 当氮(N)用量超过 250 kg/hm², 磷(P₂O₅)用量超过 200 kg/hm², 钾(K₂O)用量超过 300 kg/hm²时, 或总养分量超过 800 kg/hm²时, 块茎产量都有不同程度的下降。而高产户(产量 > 50 t/hm²)

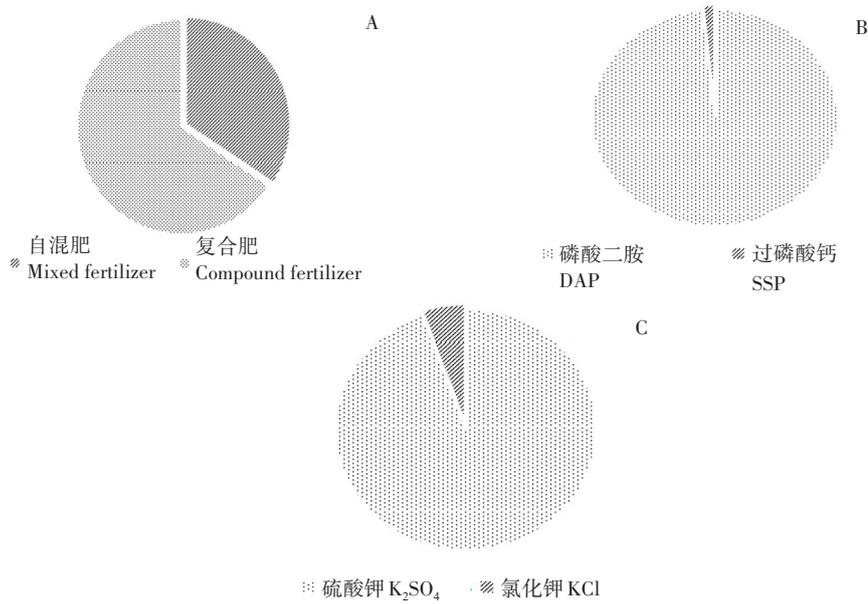


图9 被调查户施用的肥料品种
Figure 9 Fertilizers used by respondents

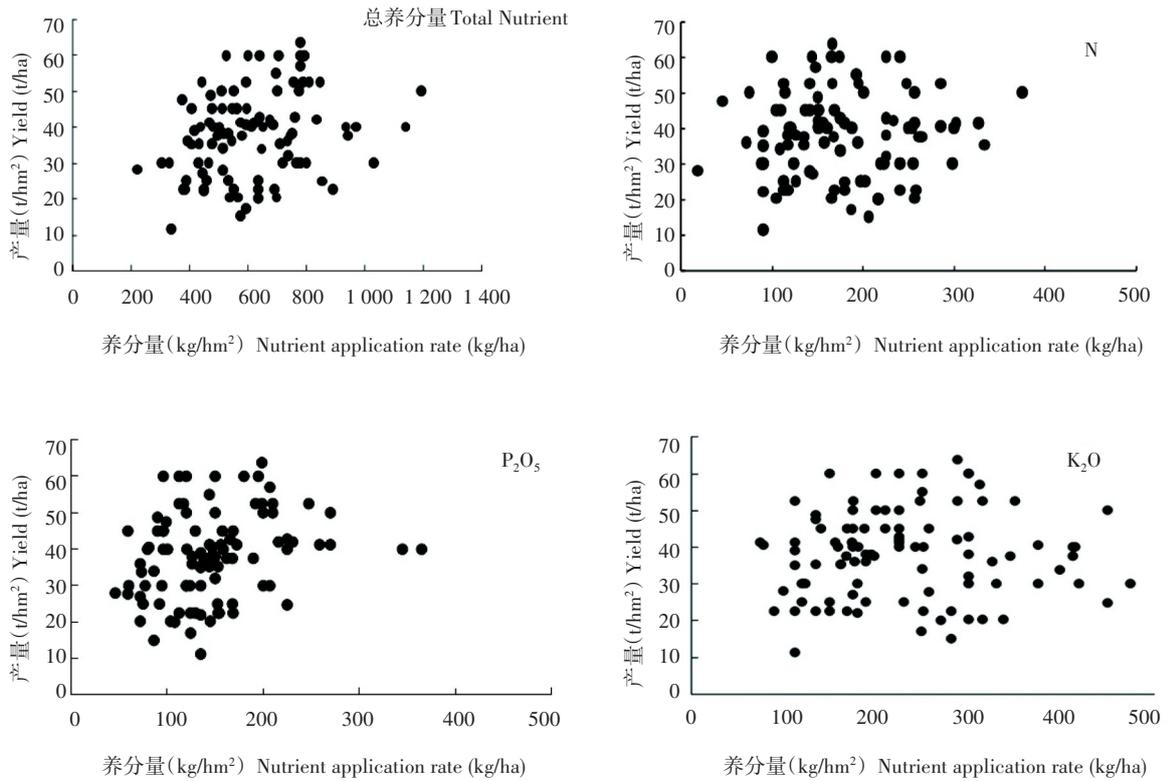


图10 养分用量与产量的关系
Figure 10 Relationship between yields and nutrients application rate

的养分用量主要集中在N 150~180 kg/hm², P₂O₅ 90~180 kg/hm², K₂O 150~250 kg/hm², 总养分投入量在500~800 kg/hm²。

2.5 种植年限和种植面积对养分施用量的影响

由图 11 可见, 种植经验在 10 年以下的被调查户, 随着种植年限的增加, 养分投入量逐渐增高, 但是种植年限超过 10 年后, 随着种植年限的增加,

养分投入量反而逐渐减少。这可能是因为马铃薯对养分的需求量要高于水稻, 玉米和大豆等大田作物, 因此在种植初期, 被调查户习惯性投入相对较少的养分, 且在种植过程中逐渐发现增加养分投入量可增加产量, 然而随着种植经验的增加, 逐渐意识到不断增加肥料投入并不能保证产量的持续增加, 因而养分投入量逐渐趋于合理。

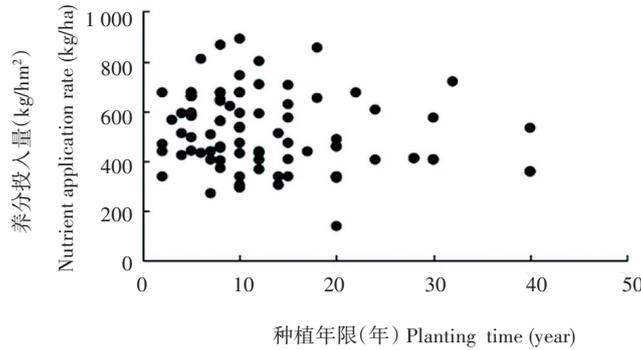


图 11 种植年限与养分投入量

Figure 11 Relationship between cultivated years and nutrients application rate

分析种植面积与养分投入量的关系发现(图 12), 种植面积低于 3 hm²的被调查户, 平均养分投入量约 400 kg/hm², 但这并不代表种植面积小的养分投入量低, 只是众多低养分投入量的被调查户拉低了小面积的平均养分投入量。由图 13 可知部分小面积被调查户的养分投入量也达到 800 kg/hm²或甚至更高, 这主要是城郊为城区供应鲜食马铃薯的小面积被调查户, 通过增

加肥水投入获得高产, 虽然生产投入成本高, 但因为抢占了市场空缺, 所以收入仍很可观, 因而使这种高投入的模式得以推广。种植面积增加到 7 hm²后平均养分投入量增加到 500 kg/hm²以上, 种植面积增加到 30~70 hm²时, 养分投入量达到峰值, 超过了 600 kg/hm², 但是随着种植面积增加到 70 hm²以上后, 平均养分投入量又降低到 600 kg/hm²以下。

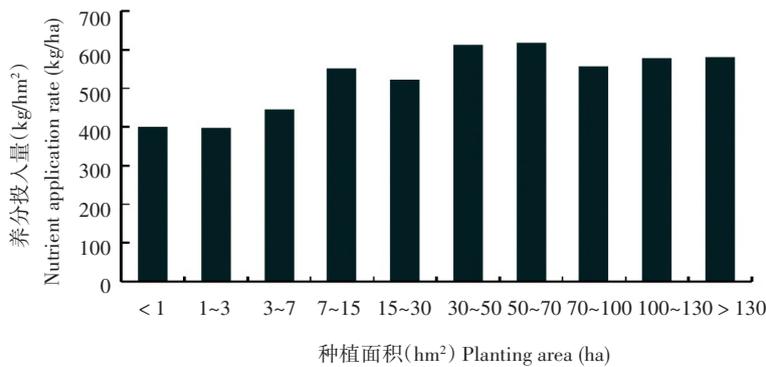


图 12 不同种植面积的平均养分投入量

Figure 12 Average nutrient application rate of different planting areas

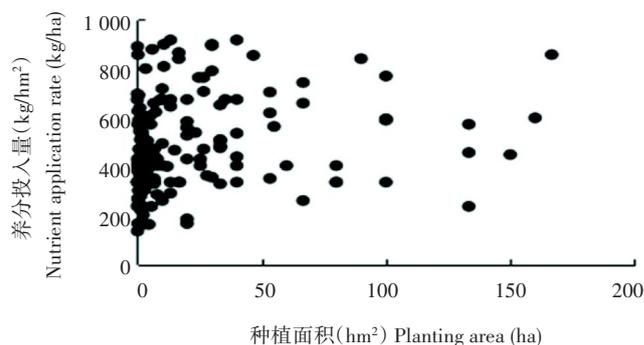


图13 种植面积与养分投入量的关系

Figure 13 Relationship between planting area and nutrients application rate

3 结 论

通过对黑龙江省和内蒙古自治区东部马铃薯主产区施肥现状的调查发现,该区域马铃薯施肥主要存在以下问题:(1)盲目施肥现象较普遍。调查发现,相当数量的被调查户对合理施肥并不了解,肥料用量的确定具有较强的盲目性和从众心理。大多数被调查户为了方便选择一次性施肥而不采用可显著增产提效的分期施肥^[8,9],少数被调查户曾经尝试施用缓释肥,但因缓释肥效果受环境影响较大,或因施肥技术不到位,导致年际间的肥效不稳定,且由于缓释肥价格高于普通肥料,所以并没有得到很好的推广。(2)养分施用比例不合理。该区域平均养分用量为N 160 kg/hm², P₂O₅ 151 kg/hm², K₂O 227 kg/hm²,氮用量已趋于合理^[10,11],但明显存在偏施磷钾肥的现象,这在很大程度上是受“磷能促进地下器官发育”和“马铃薯是喜钾作物”的引导。磷肥过量可造成Fe、Zn等微量元素有效性降低^[12],而钾肥过量可因拮抗作用抑制Ca、Mg等阳离子的吸收^[13]。长期过量施用磷钾肥,已经导致调查区域土壤中磷的富集,对该区域近100个种植马铃薯的土壤样品的测试结果表明,土壤速效磷(P₂O₅)的平均含量已达到42.9 mg/kg,速效钾平均含量达到210.8 mg/kg(数据未发表),与全国第二次土壤普查结果相比,过量施用磷肥导致土壤磷大量富集的现象已在中国多地出现^[14-20]。(3)肥料种类单一。多数被调查户不能根据土壤的理化性状合理的选择肥料

种类^[21]。个别被调查户因土壤偏酸而选择施用过磷酸钙,而过磷酸钙实际是酸性肥料,相当多的种植户误认为是碱性肥料。此外被调查户选用的复合肥几乎都是硫基复合肥,自行掺混的被调查户中仅有5.4%的选用氯化钾。

通过对调查数据的分析发现,种植马铃薯的肥料用量随着种植年限和种植面积的增加都出现先增加后降低的现象,一部分是缘于多年种植经验的积累,一部分是受投入/产出比的影响。统计数据表明,种植面积在7~70 hm²或种植年限在10年左右的种植户是肥料高投入的主体人群,而种植面积在7 hm²以下的部分被调查户还存在肥料施用不足的问题。因此,加强、加快并加深科研单位对种植户的指导培训有利于快速提高种植户的种植水平,在提高经济效益的同时提高生态效益。

[参 考 文 献]

- [1] 王小英,同延安,刘芬,等.陕西省马铃薯施肥现状评价[J].植物营养与肥科学报,2013,19(2):471-479.
- [2] 夏露.2017年春季主要农作物科学施肥指导意见(下)[J].中国农业信息,2017(6):9-15.
- [3] 张洪秀,陈洪,曹先维,等.惠东县冬作马铃薯施肥状况调查分析[J].广东农业科学,2011,38(22):53-55.
- [4] 孙磊,王弘,李明月,等.马铃薯生产的氮肥管理策略[J].中国马铃薯,2013,27(5):314-318.
- [5] 张新明,张洪秀,李水源,等.恩平市典型种植户冬作马铃薯施肥状况调查分析[J].安徽农业科学,2011,39(36):22286-22288.

[6] 今芝, 胡卫静, 梁宏, 等. 乌兰察布市马铃薯施肥现状调查 [J]. 北方农业学报, 2019, 47(1): 57-62.

[7] 田世龙, 李守强, 葛霞, 等. 氮、磷、钾肥配比对马铃薯‘新大坪’产量、品质及其耐贮性的影响 [J]. 中国马铃薯, 2018, 32(3): 155-164.

[8] 王弘, 孙磊, 梁杰, 等. 氮肥基追比例及追施时期对马铃薯干物质积累分配及产量的影响 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(24): 224-230.

[9] 孙磊, 谷浏涟, 刘向梅, 等. 氮肥施用时期对马铃薯氮素积累与分配的影响 [J]. 中国马铃薯, 2011, 25(6): 350-355.

[10] 孙洪仁, 江丽华, 张吉萍, 等. 中国5个区域马铃薯土壤氮素丰缺指标与适宜施氮量 [J]. 中国马铃薯, 2018, 32(1): 28-34.

[11] 刘向梅, 孙磊, 李功义, 等. 氮磷钾肥施用量及施用时期对马铃薯养分转运分配的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2013(4): 59-65.

[12] 刘勤. 磷肥和硒施用对稻米硒、钙、锌等营养累积的影响 [J]. 广东微量元素科学, 2003, 10(6): 20-24.

[13] 张竹青, 鲁剑巍. 施钾水平对油菜吸收钙和镁的影响 [J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(3): 276-279.

[14] 王璐, 姜英君, 王红霞, 等. 呼伦贝尔市耕地土壤磷素富集空间变异研究 [J]. 中国农技推广, 2018, 34(10): 62-65.

[15] 詹秋丽, 张黎明, 周碧青, 等. 福建耕地土壤磷素富集空间差异及其影响因素 [J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(2): 274-283.

[16] 麻万诸, 章明奎, 吕晓男. 浙江省耕地土壤氮磷钾现状分析 [J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2012, 38(1): 71-80.

[17] 张慧, 高如泰, 夏训峰, 等. 北京市房山区农田表观磷平衡分析 [J]. 生态环境学报, 2009, 18(5): 1949-1955.

[18] 金明清, 彭月月, 王佩, 等. 四川省盐源县植烟土壤氮磷钾空间变异特征及影响因素 [J]. 土壤, 2016, 48(5): 984-991.

[19] 陈玉东, 周健民, 邢璐, 等. 黑龙江海伦市农田土壤重金属与磷素含量的特征研究 [J]. 土壤, 2015, 47(5): 965-972.

[20] 于洋, 赵业婷, 常庆瑞. 渭北台塬区耕地土壤速效养分时空变异特征 [J]. 土壤学报, 2015, 52(6): 55-65.

[21] 苏亚拉其其格, 秦永林, 贾立国, 等. 氮素形态及供应时期对马铃薯生长发育与产量的影响 [J]. 作物学报, 2016, 42(4): 619-623.



辰翔矿业有限公司

专业生产马铃薯育种——膨胀蛭石

河北灵寿县辰翔矿业有限公司位于河北省石家庄市灵寿县, 是一家专业生产蛭石片、膨胀蛭石、珍珠岩的企业, 已有30多年的发展历史。辰翔公司根据马铃薯育种特点, 研发了育种专用膨胀蛭石。本公司生产的马铃薯专用膨胀蛭石性价比高, 已在国内十几家马铃薯育种公司应用, 并得到一致好评。本公司蛭石产品型号齐全, 也可根据客户需求订制生产。

如果您对我们的产品感兴趣, 欢迎致电联系, 索要资料、样品。

联系人: 薛刚 15613123526、15833992815

地址: 河北省石家庄市灵寿县燕川工业区

电话: 0311-82616100(传真)