

二道河农场土壤养分数据分析研究

李超

黑龙江省建三江管理局二道河农场, 中国·黑龙江 佳木斯 156330

摘要: 对二道河农场 2009—2020 年土壤养分常规五项数据含量年际间变化、土壤养分 17 项数据分级及分布情况进行分析, 研究土壤养分演变规律, 分析影响土壤养分的因素, 继而给出施肥建议、管理建议。为进一步加强测土配方施肥数据分析应用, 推进科学施肥工作深入开展提供依据。

关键词: 土壤; 养分; 数据分析

Research on Soil Nutrient Data Analysis of Erdaohe Farm

Chao Li

Heilongjiang Province Jiansanjiang Management Bureau Erdaohe Farm, Jiamusi, Heilongjiang, 156330, China

Abstract: This study analyzes the interannual variations in the content of five conventional soil nutrient data and the grading and distribution of 17 soil nutrient data from 2009 to 2020 in Erdaohe Farm. The evolution law of soil nutrients is studied, and the factors affecting soil nutrients are analyzed. Based on this, fertilization and management suggestions are provided. To further strengthen the analysis and application of soil testing formula fertilization data, and provide a basis for promoting the in-depth development of scientific fertilization work.

Keywords: soil; nutrients; data analysis

0 前言

按照《测土配方施肥技术规范》, 依据“三年一轮回”的周期性取土规划, 在 2009—2020 年间实施四轮次覆盖全场七个管理区的采集和检测, 共采集、分析土壤样品 7497 个。将土壤 17 项养分数据进行汇总分析, 更新养分丰缺指标, 支撑肥料配方优化和施肥方案制定, 服务科学施肥技术推广。

1 概述

二道河农场位于东部三江平原抚远市境内别拉洪河下游西岸, 始建于 1984 年, 是黑龙江垦区最早“四个现代化”农场之一, 是中国现代化大农业的“窗口”, 辖区总面积 534.2 平方公里, 现有耕地面积 61.95 万亩, 总人口 5000 余人, 年产粮食 7 亿斤, 下设 7 个管理区以及 15 个场直单位, 机械总动力 20 万 KW, 企业增加值 5.49 亿元, 职工人均可支配收入 3.46 万元。

农场地势平坦, 沼泽湿地星罗棋布。地形大致为西北高东南低, 总的趋势是由西向东及东南逐渐倾斜。别拉洪河下游段(西南东北向)处于场区最东沿, 河床西岸有明显台地, 微地貌类型复杂, 分布着各种形状洼地。土壤类型有白浆土、草甸土、沼泽土和泥炭土。

二道河农场是 2009 年测土配方施肥补贴项目农场, 积累了大量基础数据。通过数据分析, 掌握 2009—2020 年二道河农场十二年间土壤养分演变规律, 进一步推进科学施肥工作深入开展。

2 采样方法

按照《测土配方施肥技术规范》依据“三年一轮回”的周期性取土计划, 依据管理区地块图制定各管理区土壤取土点位图, 按计划进行取样。以地块作为取样单位, 在取样单位中心区域具有取样单位代表性的 1~10 亩土壤范围内取 15 个点组成一个混合土样。根据田块形状、土壤变化的实际情况, 采用梅花法、棋盘法或蛇形法、S 形法等多点混合的方法采样。

2009—2020 年已经实施四轮次覆盖全场七个管理区的采集和检测, 并于 2015 年根据实际情况拾遗补漏采集土壤样品, 共采集、分析土壤样品 7497 个。

采样深度垂直于地面 20cm, 注意避开地边、沟边、树边、路边、线杆边、埂边、房边、生活区边等位置, 若有效土层厚度不足 20cm, 采样深度为实际土层厚度。取样前清理掉土层上方的植物残渣、秸秆等非土壤物质, 混合土样去除明显根系, 充分混匀, 采用“四分法”去除多余土样, 一个混合土样重量大约 1 公斤。采用不锈钢取样器进行土壤取样, 配置 GPS 定位仪、样品袋、自封袋、吊牌标签、标签、记录本、记号笔、铅笔、各类调查表等。组成专业采样队, 每个专业采样队在取样过程中, 固定专人负责填写相关表格。用碳素笔记录测土配方施肥采样地块基本情况调查表, 同时采用铅笔认真填写土壤采样标签(一式两个), 取样袋内外各 1 张, 取样袋内标签用塑料纸包好, 与湿土样分开, 切勿被湿土样浸泡而看不清楚。取样完成后, 填写土壤样品登记管理表。

土壤样品风干需在室内避免阳光直射,并且环境无易挥发性化学物质、通风良好、整洁。装有表层土壤混合样品的布袋单层摆放整齐,使样品处于通风状态,避免样品堆叠存放,避免土壤霉变、避免样品间交叉污染及受外界污染等(如图1所示)。

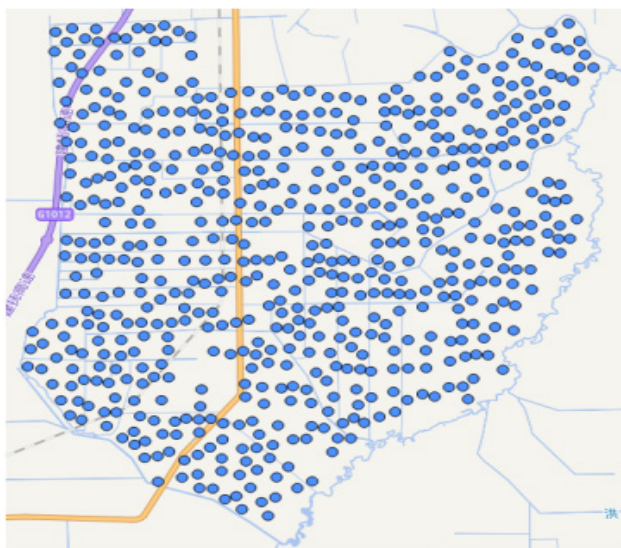


图1 2009—2020年二道河农场土壤取样点位分布图

3 检测方法

二道河农场2009—2020年开展检测土壤项目17项,采用的养分检测的方法如下:

- 有机质: 油浴加热重铬酸钾氧化—容量法。
- 碱解氮: 碱解扩散法。
- 全氮: 硫酸—加速剂消煮—蒸馏滴定法。
- 全磷: 硫酸—加速剂消煮—钒钼黄比色法。
- 有效磷: 碳酸氢钠提取—钼锑抗比色法(Olsen法)。
- 全钾: 硫酸—加速剂消煮—火焰光度法。
- 速效钾: 乙酸铵浸提—火焰光度法。
- 土壤pH: 水土比2.5:1—电位法测定。
- 缓效钾: 硝酸浸提—原子吸收分光光度法。
- 有效铜、锌、铁、锰: DTPA浸提—原子吸收分光光度法。
- 水溶态硼: 沸水浸提—姜黄素比色法。
- 有效钼: 草酸—草酸铵浸提—极谱法。
- 有效硫: 磷酸盐—乙酸浸提—硫酸钡比色法。
- 有效硅: 柠檬酸浸提—硅钼蓝比色法。

4 质量控制

二道河农场土壤化验室每年制定内部质量控制计划,采取使用有证标准物质测定、平行样、能力比对考核等质量控制手段进行实验室内部质量控制。

①实验室及仪器、设备满足检测要求,检测条件符合国家标准。

光谱分析室、消化室、天平室、分析室、中心试验室、

制剂制水室、药品器皿室、电热室等检测条件符合国家标准,配备了完善的仪器设备,包括紫外可见分光光度计、原子吸收分光光度计、恒温振荡器、恒温培养箱、油浴锅等34台套,定期对各种计量器具进行检定,定期对仪器设备进行维护和保养,保证各种仪器设备设施状态完好,提高了检测结果的准确性。

②人员配备符合检测要求,强化培训,增强全员质量意识。

配备技术人员3人,其中高级职称1人,中级职称2人。各项检测项目保证至少两人可以熟练掌握操作,共参加9期农垦总局在中国农业大学举办的测土配方施肥高级培训班培训19人次。

③建立各类必要的管理制度及档案管理,并严格依规执行。

建立完善化验室的各项管理制度,包括《化验室使用管理规则》《化验室质量管理》等34种管理制度。将质量体系、内部审核、人员技术档案等26类档案整理齐备并规范管理,所有人员均严格执行各项管理制度。

④检测项目齐全,检测方法符合国家标准或行业标准。

⑤原始记录、检测台账完整清晰,符合统一标准格式。

5 结果

2009—2020年二道河农场累计完成采集及检测7497个土样,检测土壤大量元素24933项次、中微量元素4201项次,其他项目14994项次。按检测样本覆盖采集土样程度来分,采集土样2009—2020年全部检测有机质、pH值、碱解氮、有效磷、速效钾常规五项,2009—2020年仅部分检测缓效钾、全氮,全磷、全钾仅2020年部分检测,有效硼、有效硫、有效钼仅2017年部分检测,有效Fe、Mn、Cu、Zn、Si仅2011、2017年部分检测;按检测项目来分,检测有机质、pH值、碱解氮、有效磷、速效钾各7497项次。缓效钾1166项次,全氮1166项次,有效Fe、Mn、Cu、Zn各1109项次,有效硅1109项次,全磷、全钾、有效硼、有效硫、有效钼各55项次;按检测年度来分,2009年检测3375项次、2010年检测7724项次、2011年检测11532项次、2012年检测2520项次、2013年检测2439项次、2014年检测2438项次、2015年检测1306项次、2016年检测2391项次、2017年检测3201项次、2018年2409项次、2019年2404项次、2020年3398项次(如表1所示)。

第一,2009—2020年二道河农场土壤常规五项数据含量年际间变化情况(如图2、3、4、5、6所示)。

表 1 土壤养分数据汇总表

农场	年度	样品数量	检测项目	检测样本数量	最小值	最大值	平均值
二道河农场	2009—2020	7497	pH	7497	4.6	6.9	5.56
二道河农场	2009—2020	7497	有机质 (g/kg)	7497	6.7	121.1	42.1
二道河农场	2009—2020	7497	碱解氮 (mg/kg)	7497	28.1	575	218
二道河农场	2009—2020	7497	有效磷 (mg/kg)	7497	2.9	83.9	32.0
二道河农场	2009—2020	7497	速效钾 (mg/kg)	7497	22	932	187
二道河农场	2009—2020	7497	缓效钾 (mg/kg)	1166	107	850	405
二道河农场	2009—2020	7497	全氮 (g/kg)	1166	0.475	5.64	2.24
二道河农场	2020	628	全磷 (g/kg)	55	0.289	1.3	0.832
二道河农场	2020	628	全钾 (g/kg)	55	16.9	22.4	19.3
二道河农场	2011、2017	1497	有效铁 (mg/kg)	1009	2.2	492	85.4
二道河农场	2011、2017	1497	有效锰 (mg/kg)	1009	4.8	240	27.3
二道河农场	2011、2017	1497	有效铜 (mg/kg)	1009	0.24	3.82	2.36
二道河农场	2011、2017	1497	有效锌 (mg/kg)	1009	0.09	8.51	1.00
二道河农场	2017	529	水溶态硼 (mg/kg)	55	0.2	0.65	0.315
二道河农场	2017	529	有效钼 (mg/kg)	55	0.06	0.62	0.234
二道河农场	2017	529	有效硫 (mg/kg)	55	4.4	57.2	23.1
二道河农场	2011、2017	1497	有效硅 (mg/kg)	1009	38.8	634	155

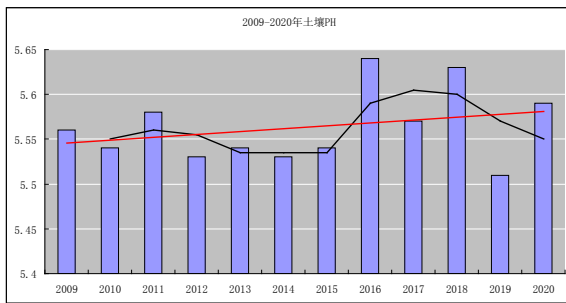


图 2 土壤 pH 年际间变化图

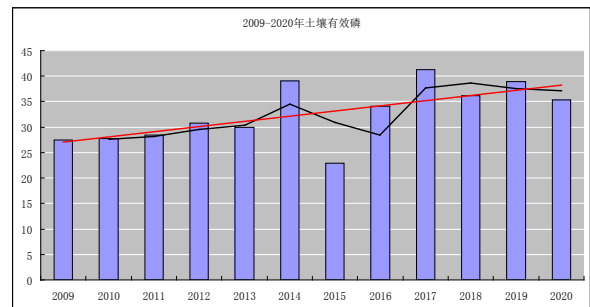


图 5 土壤有效磷年际间变化图

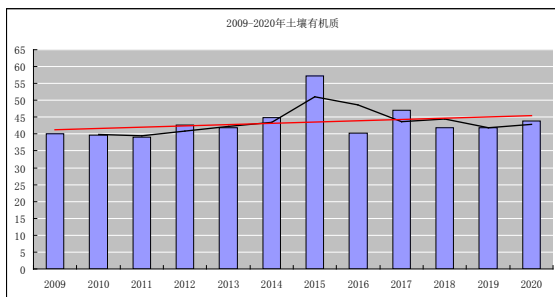


图 3 土壤有机质年际间变化图

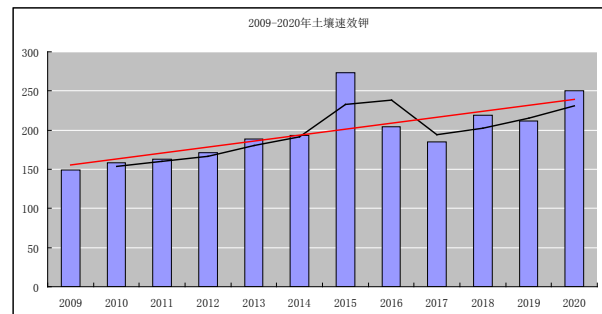


图 6 土壤速效钾年际间变化图

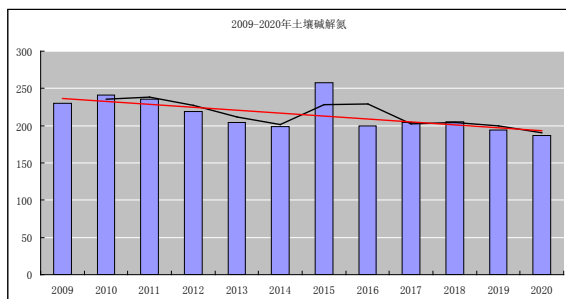


图 4 土壤碱解氮年际间变化图

第二，2009—2020 年二道河农场土壤养分数据分级统计、分布比例情况（如表 2 至表 18 所示）。

①二道河农场土壤 pH 相对较低，主要在 5.05~5.95，占 96.24%（如表 2 所示）。

②二道河农场土壤有机质相对较高，主要在 30~60g/kg，占 89.98%（如表 3 所示）。

③二道河农场土壤碱解氮相对较高，主要在 130~270mg/kg，占 84.15%（如表 4 所示）。

表 2 土壤 pH 分级统计表

pH 分级	分布占比例 (%)
< 4.6	0.03%
4.6~5.05	0.61%
5.05~5.5	48.06%
5.5~5.95	48.18%
5.95~6.4	3.05%
6.4~6.95	0.07%
合计	100%

表 3 土壤有机质分级统计表

有机质分级 (g/kg)	分布占比例 (%)
< 15	0.16%
15~30	8.19%
30~45	59.16%
45~60	27.82%
60~75	3.27%
75~122	1.40%
合计	100%

表 4 土壤碱解氮分级统计表

碱解氮分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 60	0.07%
60~130	2.52%
130~200	35.33%
200~270	48.82%
270~340	11.15%
340~600	2.11%
合计	100%

④二道河农场土壤有效磷含量适中，主要在 15~55mg/kg，占 88.57%（如表 5 所示）。

表 5 土壤有效磷分级统计

有效磷分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 15	8.55%
15~25	17.83%
25~35	34.63%
35~45	26.98%
45~55	9.12%
55~85	2.88%
合计	100%

⑤二道河农场土壤速效钾含量较高，主要在 100~250mg/kg，占 75.6%（如表 6 所示）。

表 6 土壤速效钾分级统计

速效钾分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 60	0.71%
60~130	25.65%
130~200	40.08%
200~270	19.10%
270~340	9.08%
340~1000	5.38%
合计	100%

⑥二道河农场土壤全氮含量较高，主要在 1.5~3g/kg，占 87.14%（如表 7 所示）。

表 7 土壤全氮分级统计

全氮分级 (g/kg)	分布占比例 (%)
< 1	1.20%
1~1.5	6.00%
1.5~2	28.73%
2~2.5	38.42%
2.5~3	16.55%
3~6	5.66%
合计	100%

⑦二道河农场土壤缓效钾含量适中，主要在 250~550mg/kg，占 91.65%（如表 8 所示）。

表 8 土壤缓效钾分级统计

缓效钾分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 150	1.29%
150~250	4.46%
250~350	15.09%
350~450	51.20%
450~550	24.36%
550~850	3.60%
合计	100%

⑧二道河农场土壤有效锰含量较低，主要在 10~35mg/kg，占 78.88%（如表 9 所示）。

表 9 土壤有效锰分级统计

有效锰分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 10	8.92%
10~25	35.08%
25~35	43.81%
30~45	9.32%
40~100	1.59%
150~240	1.29%
合计	100%

⑨二道河农场土壤有效铜含量适中，主要在 1.3~3.3mg/kg，占 82.85%（如表 10 所示）。

表 10 土壤有效铜分级统计

有效铜分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 0.7	0.40%
0.7~1.3	7.04%
1.3~1.9	18.53%
1.9~2.5	33.50%
2.5~3.3	30.82%
3.3~4	9.71%
合计	100%

⑩二道河农场土壤有效锌含量较低，主要在 0.4~1.1mg/kg，占 58.38%（如表 11 所示）。

表 11 土壤有效锌分级统计

有效锌分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 0.4	13.78%
0.4~0.6	20.52%
0.6~1.1	37.86%
1.1~1.5	13.28%
1.5~2.1	7.04%
2.1~9	7.53%
合计	100%

⑩ 二道河农场土壤有效铁含量极高, 主要在 50~90mg/kg, 占 94.15% (如表 12 所示)。

表 12 土壤有效铁分级统计

有效铁分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 50	0.40%
50~70	33.40%
70~90	60.75%
90~110	0.00%
110~130	0.00%
130~500	5.45%
合计	100%

⑪ 二道河农场土壤有效硅含量较高, 主要在 70~250mg/kg, 占 77.5% (如表 13 所示)。

表 13 土壤有效硅分级统计

有效硅分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 50	3.96%
50~70	11.40%
70~160	41.63%
160~250	25.87%
250~340	15.96%
340~650	1.19%
合计	100%

⑫ 二道河农场土壤有效硼含量较低, 主要在 0.2~0.4mg/kg, 占 85.45% (如表 14 所示)。

表 14 土壤有效硼分级统计

有效硼分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 0.2	3.64%
0.2~0.3	45.45%
0.3~0.4	40.00%
0.4~0.5	7.27%
0.5~0.6	1.82%
> 0.6	1.82%
合计	100%

⑬ 二道河农场土壤有效钼含量较低, 主要在 0.1~0.4mg/kg, 占 72.72% (如表 15 所示)。

表 15 土壤有效钼分级统计

有效钼分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 0.1	16.36%
0.1~0.2	29.09%
0.2~0.3	25.45%
0.3~0.4	18.18%
0.4~0.5	7.27%
0.5~0.7	3.64%
合计	100%

⑭ 二道河农场土壤有效硫含量适中, 主要在 10~40mg/kg, 占 85.46% (如表 16 所示)。

表 16 土壤有效硫分级统计

有效硫分级 (mg/kg)	分布占比例 (%)
< 10	9.09%
10~20	34.55%
20~30	36.36%
30~40	14.55%
40~50	1.82%
50~60	3.64%
合计	100%

⑮ 二道河农场土壤全磷含量较低, 主要在 0.7~1mg/kg, 占 61.28% (如表 17 所示)。

表 17 土壤全磷分级统计

全磷分级 (g/kg)	分布占比例 (%)
< 0.7	20.00%
0.7~0.8	12.73%
0.8~0.9	20.00%
0.9~1	34.55%
1~1.1	7.27%
1.1~1.4	5.45%
合计	100%

⑯ 二道河农场土壤全钾含量较高, 主要在 17~21g/kg, 占 91.91% (如表 18 所示)。

表 18 土壤全钾分级统计

全钾分级 (g/kg)	分布占比例 (%)
< 17	1.82%
17~18	10.91%
18~19	32.73%
19~20	36.36%
20~21	10.91%
21~23	7.27%
合计	100%

6 讨论

⑰ 由 2009—2020 年二道河农场土壤 17 项养分数据分级统计表可以看出农场的主要养分数据分级分布状况: 其中 pH 较低, 有机质、碱解氮、速效钾相对较高, 有效磷含量

适中;其中有效硅、有效铁含量较高,有效铜、有效硫含量适中,有效锰、有效锌、有效钼、有效硼含量较低;其中缓效钾、全钾含量适中,全氮含量较高,全磷含量较低。

②由 2009—2020 年二道河农场土壤常规五项数据含量年际间图可以看出: pH 基本稳定,小幅波动上升;有机质 2016 年以前总体平稳、2017 年以后稳中有小幅上升;碱解氮 2014 年以前连年下降,近年稳定小幅下降;有效磷,连年平稳升高;速效钾,连年平稳升高。

③影响土壤养分的因素可能为: 2017 年以后秸秆禁烧力度加大,同时秸秆全量还田量增加,致使土壤有机质稳中有升;秸秆还田,连年大量使用化肥氮、磷、钾,因肥料利用率不高,造成土壤中磷、钾残留累积较多,致使土壤有效磷、速效钾含量上升; pH 相对较低,多年种植水稻,常年淹水条件下,秸秆还田后土壤有机碳有所增加,秸秆腐熟消耗氮素,影响土壤中碱解氮下降。

7 建议

7.1 施肥建议

二道河农场主要作物为水稻,化肥使用要适当增氮、稳磷、稳钾,科学调整各时期施肥比例。采取氮肥后移方式,即基肥减氮、穗肥增氮,钾肥也适当调高穗肥时期比例。同时,增施有机肥、生物肥,促进化肥减量增效。参考《中国主要作物施肥指南》,综合运用土壤与植物测试推荐方法、肥料效应函数法等建立二道河农场寒地绿色水稻施肥方案。

7.2 管理建议

一是增大黑土地保护力度,按耕地质量调查评价等级成果,稳步提升耕地质量;

二是实施测土配方施肥,合理搭配化学肥料品种,采取科学的施肥比例、数量、施肥时期;

三是提高水利基础设施建设,改善水利工程设施的灌排能力、供水能力,推进节水灌溉农业建设,提高水的利用率;

四是推进标准化格田改造,开展农场低洼易涝区提档升级,增产增收,提高抵御农业风险能力;

五是通过秸秆还田、种植牧草及绿肥、使用土壤改良剂提高土壤肥力等措施,改善土壤结构,防止土壤酸化程度加重;

六是增施有机肥,通过六个替代促进化肥减量增效;

七是一些坡度较大的地块要注意防止水土流失。

8 结论

①二道河农场土壤整体肥力较高,可持续供应养分能力强,大量元素含量相对较高。土壤养分数据中碱解氮小幅下降,需要适当增氮并科学调整各时期施肥比例以促进作物生长。

② pH 虽然稳定并小幅波动上升,但值仍偏低,应当探索有效提高 pH 的改良措施。

③养分含量存在不平衡,中微量元素中有效锌、有效钼、有效硼含量较低,探索以适当方式、适当剂量对水稻补锌、对大豆补钼、对玉米补硼可以促进生长,提高产量。

参考文献:

- [1] 张福锁.测土配方施肥技术[M].北京:中国农业出版社,2011: 60-90.
- [2] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000:25-80.
- [3] 鲍士旦.土壤农化分析[M].(第三版).北京:中国农业出版社,2007: 30-70.
- [4] 农业农村部.NY/T2911-2016.测土配方施肥技术规程[S].北京:中国农业出版社,2017:8-12.
- [5] 李超.二道河农场寒地绿色水稻施肥指标体系简述[J].科学与财富,2020(10):77.

作者简介:李超(1974-),男,中国黑龙江肇州人,本科,高级农艺师,从事农业生产技术推广、肥料配方制定、测土配方施肥体系建立、土壤化验分析等研究。