

基于 GIS 的百合主产区土壤养分评价及施肥建议

许立红, 宋小霞, 马真胜

(甘肃省兰州市七里河区农业技术推广站, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 基于 ArcGIS 10.2 平台, 对七里河区百合主产区土壤 pH 及主要养分、中微量元素含量进行插值处理, 并生成主要养分空间分布图。结果表明, 研究区域土壤呈弱碱性, 中等肥力水平, 其中有机质大部分区域属于中等水平, 碱解氮属于中等偏高肥力水平, 全氮和有效磷属于中等肥力水平, 速效钾属于中等水平, 微量元素养分属中低肥力水平。

关键词: GIS; 百合; 主产区; 土壤养分; 施肥建议

中图分类号: S644.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)01-0021-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.01.008

GIS-based Soil Nutrient Evaluation in Lily-growing Areas and Its Fertilization Recommendations

XU Lihong, SONG Xiaoxia, MA Zhensheng

(Qilihe District Agro-technology Extension Station of Lanzhou, Lanzhou Gansu 730050, China)

Abstract: Based on ArcGIS 10.2 platform, this paper relies on the project of formula fertilization in main Lily's producing areas of Qilihe district on soil testing, the pH value, main nutrient status and the content of soil elements using different preprocessing method, and we get the spatial distribution map of main nutrient. The result shows that the soil in the study area is weakly alkaline and medium fertility level, which most of the organic matter is of medium level, and the alkali solution nitrogen belongs to the medium level, and the total nitrogen and available phosphorus belong to the medium level, and the available potassium is of medium level, trace element nutrient is low fertility level.

Key words: GIS; Lily; Main producing areas; Soil nutrients; Fertilization recommendations

兰州百合是川百合的变种, 为我国三大食用百合品种之一, 在兰州已有 200 多年的栽培历史,

收稿日期: 2015-06-29; 修订日期: 2015-10-18

基金项目: 国家科技部项目(国科发农[2009]565号)

作者简介: 许立红(1971—), 男, 甘肃永登人, 高级农艺师, 主要从事百合优质高效栽培技术研究。联系电话: (0)13919172281。E-mail: 346650166@qq.com

心, 子蔓伸出后选留 2 条最健壮的子蔓, 其余子蔓全部摘除, 2 条子蔓分别长出 10~12 片叶时摘心。第 1 个瓜应坐在子蔓第 3 叶以后长出的孙蔓上, 每株可留 2 个瓜。瓜坐稳后停止整枝, 切忌整枝过度发生日灼。果实膨大期加强水肥管理。主要病害为白粉病、霜霉病、蔓枯病。白粉病在发病初期选用 45% 多胶硫悬浮剂 500 倍液, 或 70% 甲基托布津可湿性粉剂 600~800 倍液喷雾防治。霜霉病可选用 80% 代森锰锌可湿性粉剂 400~500 倍液, 或 58% 甲霜灵·锰锌可湿性粉剂 500~600 倍液喷雾防治, 间隔 7~10 d 喷 1 次, 连喷 2~4 次; 蔓枯病可用 80% 代森锰锌可湿性粉剂 800 倍液, 或 70% 甲基托布津可湿性粉剂 800 倍液灌根防治。蚜虫选用 1.8% 阿维菌素乳油 4 000 倍液, 或 10% 吡虫啉可湿性粉剂 2 500~3 000 倍液喷

雾防治。采收前的 15 d 禁止使用任何农药^[4-5]。

日光温室秋冬茬种植 8 月育苗, 早春茬 1 月育苗, 苗龄 25~30 d, 定植密度 33 000 株/hm²。12 月中旬至 2 月初加强保温, 保持温室内温度在 12℃ 以上。

参考文献:

- [1] 马占福, 程志国, 马文海, 等. 白兰瓜型新品种瓜州王子 1 号的选育[J]. 中国西瓜甜瓜, 2005(3): 8-9.
- [2] 马文海, 许辉欣, 王建奇. 早熟厚皮甜瓜套种玉米压砂覆膜栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2009(7): 70.
- [3] 程志国, 孟选宁, 孙向春, 等. 厚皮甜瓜新品种瓜州王子 6 号[J]. 中国蔬菜, 2015(3): 86-87.
- [4] 张化生, 杨永岗, 苏永全, 等. 瓜州蜜瓜春大棚栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2014(1): 69-70.
- [5] 荆爱霞, 程志国, 钱宝玲, 等. 厚皮甜瓜新品种瓜州王子 4 号[J]. 甘肃农业科技, 2011(8): 62-63.

(本文责编: 陈伟)

个头大、味香甜、纤维少、营养丰富、洁白如玉,倍受人们的青睐,具有“兰州百合甲天下”之美称^[1-2]。近年来,随着兰州市产业结构的调整,百合产业得到迅速扩展,据调查,截止 2014 年,兰州市百合种植面积 5 000 hm² 以上,平均收购价 24~30 元/kg,产量 15 000 kg/hm²,收入 36 万~45 万元/hm²。兰州市 2013 年获得林业部“百合之都”称号,兰州百合 2004 年通过国家无公害农产品认证,并于同年获得国家原产地域产品保护^[3-5]。百合业已成为当地农民收入的最重要来源。

施肥是农作物增产的重要手段。在百合种植过程中,种植户单纯追求产量,不考虑田间土壤肥力的空间差异,也不了解土壤肥力状况,盲目施肥的现象相当普遍,以致施肥效益下降,土壤养分不均衡、土壤质量衰退、百合病虫害加重,产量品质下降。因此,根据百合的需肥规律及土壤的养分状况,通过测土配方施肥来改善土壤状况,提高百合品质显得尤为重要。但目前当地百合生产还是以农户个体为单位,地块面积小,以个体农户百合地块为基本单位进行测土配方施肥成本较高,以大地块或大面积的混合样品的测定结果来进行施肥推荐时,推荐量不能够适合整个区域的所有地点,导致出现推荐施肥偏差^[6]。地理信息系统(Geographic information system, GIS)具有管理空间不均匀分布资源的能力,可以把大区域范围内土壤样品的属性数据同地理数据结合起来^[7],充分掌握土壤养分空间分布状况,并据此对百合主产区进行推荐施肥,不但能够避免施肥偏差^[8],提高养分利用率^[9],而且能够改善品质,减少环境污染。我们于 2013—2014 年以兰州市七里河区百合主产区为试点区域,在样点土壤养分测定的基础上,基于 ArcGIS 10.2 平台,使用地统计分析模块,对采样点各种土壤养分数据进行插值处理,形成土壤养分分区图,通过时间变异和空间分布变化等,对百合土壤养分分布图进行分析,研究百合产区土壤含量及缺素现状,并根据分析结果提出合理的施肥建议。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

七里河区位于兰州市中南部,依山傍水,山、梁、阶地、川、滩、沟壑交错,滔滔黄河从其身旁穿过,流经区内 15 km,地表及地下水年径流量 300 亿多 m³,年平均降水量 360 mm,年平均气温

10.5 ℃,全年平均日照时数 2 446 h,无霜期 180 d 以上。采用区为七里河区百合种植密集区,覆盖西果园镇、八里镇、阿干镇和魏岭乡 4 个乡(镇),百合种植历史悠久,土壤类型以黄绵土为主。

1.2 土壤样品采集

按照农业部测土配方施肥项目耕地质量调查技术要求,结合兰州市七里河区地形地貌、海拔、土壤类型及种植百合等进行土壤样点的布设,兼顾不同生态条件及不同肥力水平地块,选择在七里河区百合种植面积最大的西果园镇、八里镇、阿干镇和魏岭乡 4 个乡(镇)进行土壤的采集。

试验区土壤采用 Garmin 公司的 GPSMap76 进行采样定位,采用网格法采样,兼顾代表性和均匀性,遵循土壤取样的一般原则^[10]。采样时沿着一定的线路,按照“随机等量”和“多点混合”的原则进行。采样时间集中在 2013 年 10 月底至 2014 年 5 月初百合收获后尚未施用底肥以前。采用“S”形布点采样,采样深度 20 cm,在同一采样单元内每 8~10 个点的土样构成一个 0.5 g 左右的混合土样,经登记编号后进行预处理^[11]。共采集土样 150 个,经过风干、磨细、过筛、混匀、装袋。

1.3 试验方法

运用 GPSMap76 进行采样定位,采集土样,土样养分含量由兰州市农业研究与推广中心统一化验分析。在 SPSS17 平台上统计分析采样点养分数据,对采样点所有养分数据利用 Histogram 和 QQPlot 方法进行正态分布检验。在 ArcGIS 10.2 平台上使用 Geostatistical Analyst 分析工具,对采样点各种土壤养分基础数据进行处理,形成栅格形式的专题数据层^[12]。建立主要养分分布图,提出耕地用养结合和充分发挥生产潜力的施肥建议。

2 结果与分析

2.1 建立采样点点位图

将 GPS 测到的带有坐标记录的采样点利用 GIS 软件 ArcGIS10.2 转为具有空间坐标的空间点,并进行投影转换。样点分布如图 1 所示。

2.2 养分图的制作

养分图的制作主要是基于 GIS 的地统计分析,大量采样的基础上,通过对样本属性值的均值、方差等关系及其相应规则进行分析,确定其空间分布格局与相关性^[6],主要包括图件数据准备、配准、矢量化、插值方法选取、养分分级等步骤,其中插值方法的选取是关键步骤^[13-14]。

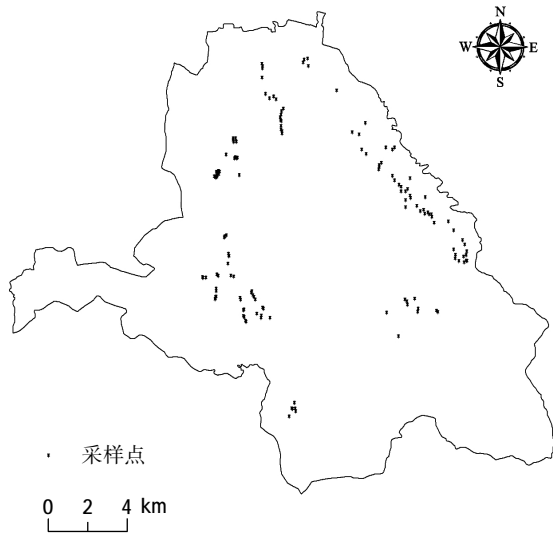


图1 试验区采样点分布

2.2.1 插值方法选取 空间插值是指通过已知的数据点或已知的已划为各个相对小一些的区域内的数据点，计算出相关的其它未知点或相关区域内的所有点的方法^[15]。空间位置上越靠近的点，越可能具有相似的特征值；相反距离越远的点，其特征值相似的可能性越小，这就是空间插值技术最基本的理论假设，在这个基础上形成了各种各样的插值方法^[14]。研究表明，地统计学中的普通克里格法(ordinary Kriging, 简称 Kriging)是地统计学中的一种重要插值方法，此方法是在考虑到已知样点的分布、密度、大小及其与待估样点相互间的空间分布位置等几何特征和空间结构的条件下，寻求最优、线性、无偏估计量，空间预测结果较好，其结果更接近于实际值^[16-20]。本研究中七里河区土壤主要养分空间插值是基于 ArcGIS 10.2 中的 ArcMap 平台实现。

2.2.2 土壤养分的描述性统计特征值 变异系数的大小表示土壤特性空间变异性大小，变异系数 < 10% 时为弱变异性，变异系数 > 100% 时为强变异性，位于二者之间是中等变异性^[21]。按照经典统计方法，对研究区样点土壤养分分布特性、

均值、变异系数等进行了一般描述性统计(表 1、表 2)。从表 1、表 2 可以看出，pH 变异系数 < 10%，属于弱变异；其他各养分变异系数在 10% ~ 100%，属中等强度变异。

表 2 土壤养分的变异系数

养分名称	变异系数 (%)
pH	1.642 435
有机质	41.334 06
全氮	16.342 18
碱解氮	16.600 32
有效磷	29.420 8
速效钾	31.030 15
有效铁	13.273 09
有效锰	16.896 48
有效铜	13.188 38
有效锌	19.229 94
有效硼	25.918 56
有效硫	22.651 79

2.2.3 土壤养分数据的正态分布性检验 检验数据的正态分布性是使用空间统计学克里格方法进行土壤特性空间分析的前提^[22]。只有当数据服从正态分布时，克里格插值方法才能有效。我们利用 SPSS17 软件的 Histogram 和 QQPlot 方法进行正态分布检验，结果表明，各土壤养分数据均符合正态分布，可以采用普通克里格方法进行空间插值。

2.3 土壤主要养分空间插值模型的建立

采用 GIS 空间分析中的克里格插值方法，根据研究区采样点分布图，对土壤主要养分含量进行空间插值分析，获取七里河百合主产区的预测数据，建立七里河百合主产区主要养分的空间插值模型(图2-13)。从 pH 及主要养分指标平均值看，研究区域土壤呈弱碱性，土壤酸碱度适于作物生长^[23]；土壤总体属于中等肥力水平，其中有机质、碱解氮、有效磷、速效钾属中等肥力；碱解氮含量比较丰富；微量元素养分含量属中低水平。

表 1 土壤养分的描述性统计

特征值	pH	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有效铁 (mg/kg)	有效锰 (mg/kg)	有效铜 (mg/kg)	有效锌 (mg/kg)	有效硼 (mg/kg)	有效硫 (mg/kg)
平均值	8.247 33	24.872 00	0.617 28	67.064 67	20.804 67	259.813 33	5.47867	8.000 67	1.112 07	1.555 60	0.850 73	11.716 00
最大值	8.600	73.100	1.000	107.800	31.900	396.000	8.000	10.600	1.390	2.410	1.450	17.600
最小值	8.000	8.500	0.401	43.000	6.700	71.000	3.400	5.400	0.830	0.680	0.380	5.700
标准差	0.135 457	10.280 607	0.100 877	11.132 950	6.120 900	80.620 456	0.727 189	1.351 832	0.146 664	0.299 141	0.220 497	2.653 884
方差	0.018	105.691	0.010	123.943	37.465	6 502.851	0.529	1.827	0.022	0.089	0.049	7.043

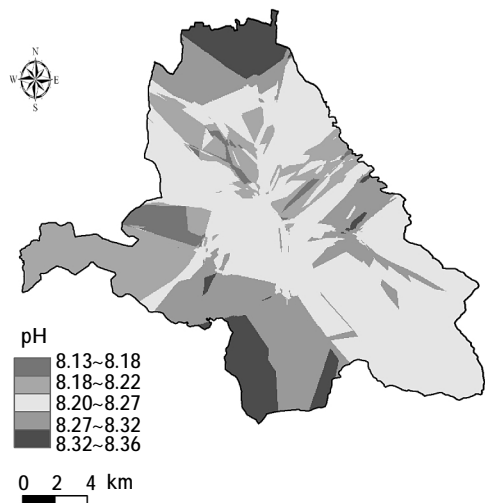


图2 七里河区百合土壤中 pH 含量的空间分布

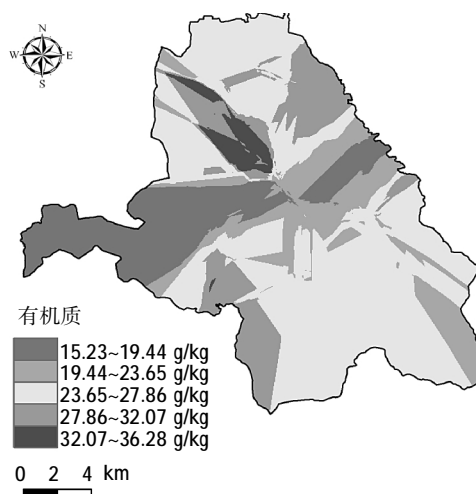


图3 七里河区百合土壤有机质含量的空间分布

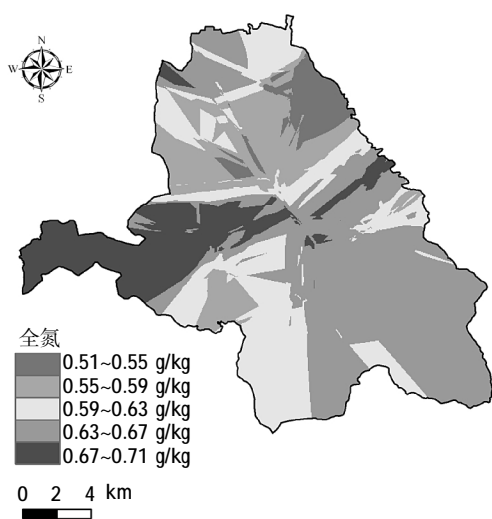


图4 七里河区百合土壤中全氮含量的空间分布

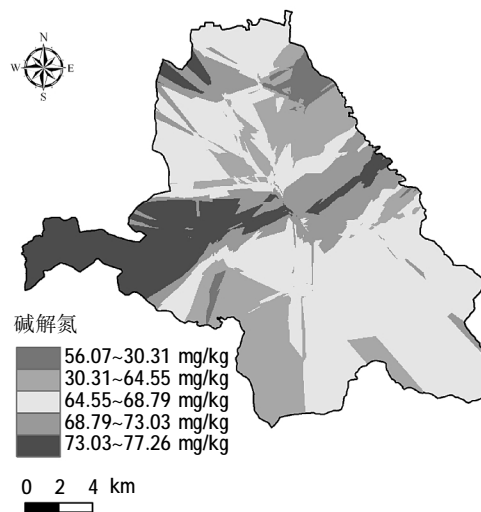


图5 七里河区百合土壤中碱解氮含量的空间分布

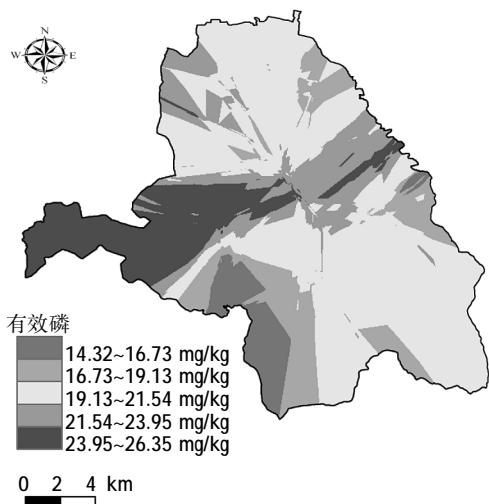


图6 七里河区百合土壤中有效磷含量的空间分布

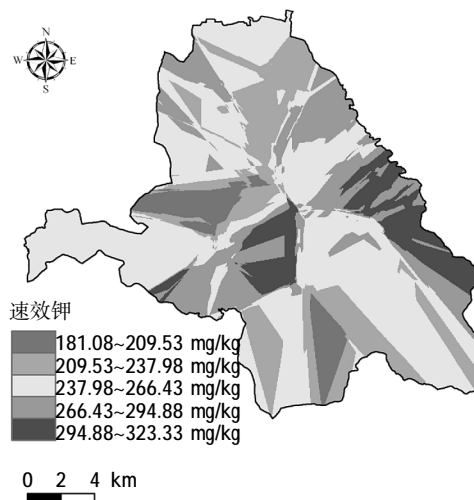


图7 七里河区百合土壤中速效钾含量的空间分布

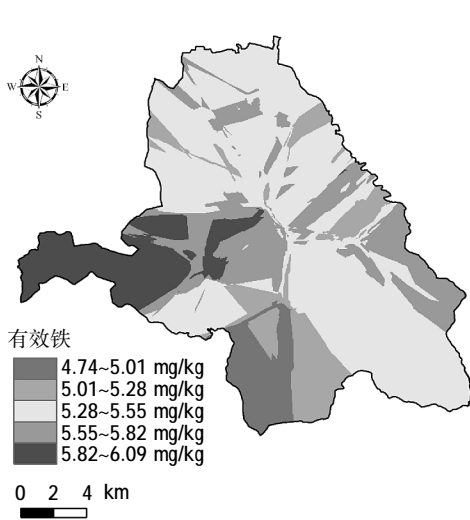


图8 七里河区百合土壤中有有效铁含量的空间分布

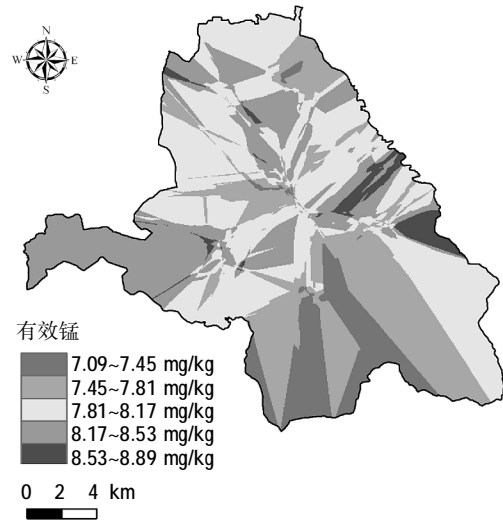


图9 七里河区百合土壤中有有效锰含量的空间分布

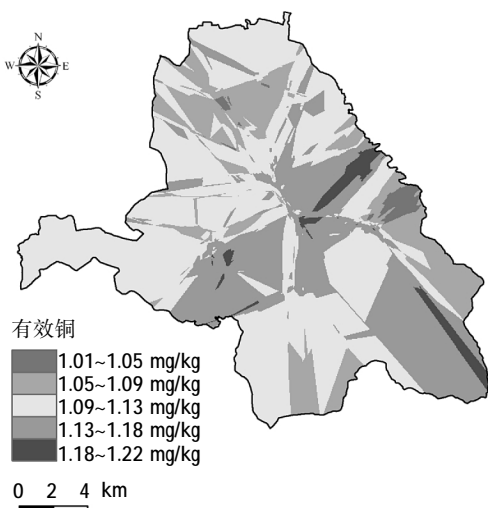


图10 七里河区百合土壤中有有效铜含量的空间分布

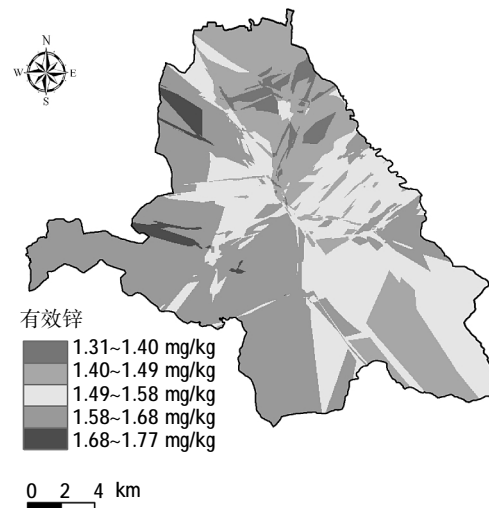


图11 七里河区百合土壤中有有效锌含量的空间分布

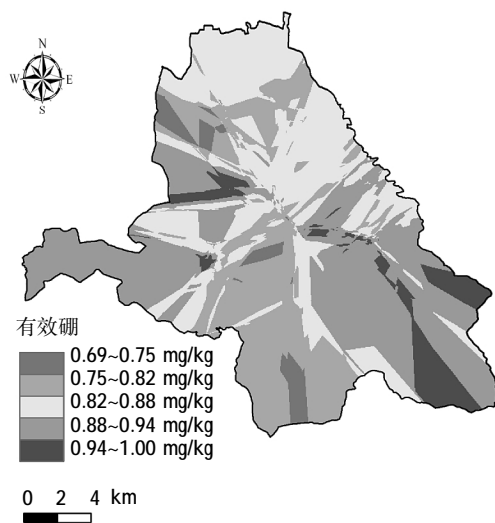


图12 七里河区百合土壤中有有效硼含量的空间分布

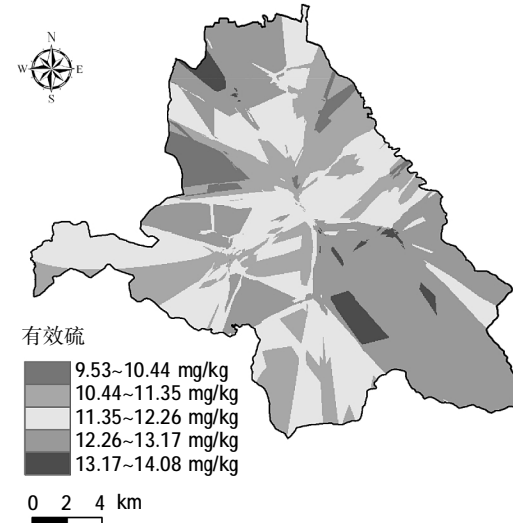


图13 七里河区百合土壤中有有效硫含量的空间分布

从养分含量空间分布区域看,有机质大部分区域属于中等水平。碱解氮大部分区域属于中等偏高水平,高水平区域在研究区西部(西果园镇)呈带状分布,在研究区东南部(阿干镇)呈块状分布。全氮和有效磷大部分区域属于中等水平,西部(西果园镇)零星区域含量较高。速效钾大部分区域属于中等水平。微量元素养分大部分区域属中低水平,其中研究区南部(阿干镇)少部分区域的有效铁、有效锰和有效硼含量偏低,研究区东北部(魏岭乡和八里镇)速效钾含量零星较高,其它地区含量均属于低等水平。

3 小结与讨论

1) 基于GIS技术对兰州市七里河百合主产区土壤养分进行空间分析,得到主产区土壤养分分布图。结果表明,研究区域土壤呈弱碱性,中等肥力水平,其中有机质大部分区域属于中等水平。碱解氮大部分区域属于中等偏高水平,高水平区域在研究区西部(西果园镇)呈带状分布,东南部(阿干镇)呈块状分布。全氮和有效磷大部分区域属于中等水平,西部(西果园镇)零星区域含量较高。速效钾大部分区域属于中等水平。微量元素养分大部分区域属中低水平,研究区南部(阿干镇)少部分区域的有效铁、有效锰和有效硼含量偏低,东北部(魏岭乡和八里镇)速效钾含量零星较高。

2) 根据研究结果,七里河区百合主产区土壤肥力差异较大,说明百合种植中施肥仍具有很大的盲目性和不准确性,应尽快因地制宜对七里河百合主产区进行科学的管理和标准规划。建议大部分区域应大面积增施有机肥,在采取秸秆还田等措施基础上,按照田间氮磷钾养分综合分区的各区域特点,大力推广平衡施肥。针对研究区微量元素养分含量较少的情况,应适时适量增施微肥。

参考文献:

[1] 许立红. 兰州百合的特性及无公害生产管理技术[J]. 甘肃农业, 2006(8): 154.

[2] 蔡宏斌, 赵养军. 兰州百合高产高效优质综合栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2000(3): 31-32.

[3] 滕汉玮, 宋海慧. 兰州百合优质高效栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2005(6): 46-47.

[4] 郑立臣, 宇万太, 马强, 等. 农田土壤肥力综合评价研究进展[J]. 生态学杂志, 2004, 23(5): 156-161.

[5] 骆东奇, 白洁, 谢德体. 论土壤肥力评价指标和方法[J]. 土壤与环境, 2002, 11(2): 202-205.

[6] 邵月. 基于GIS的县域土壤养分分析评价[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.

[7] 唐嘉平, 刘剑. 基于GIS的特色经济作物种植适宜性评价系统[J]. 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 9-12.

[8] 白由路, 金继运, 杨俐苹, 等. 基于GIS的土壤养分分区管理模型研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(1): 46-50.

[9] INMAN D, KHOSLA R, WESTFALL D G, et al. Nitrogen uptake across site specific management zones in irrigated corn production systems[J]. Agron. J., 2005, 97: 169-176.

[10] 朱红春, 张蕾, 刘海英, 等. 基于GIS的猕猴桃土壤养分评价与施肥建议模型研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(6): 194-198.

[11] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1994: 106-111.

[12] 党安荣, 贾海峰, 易善植, 等. ArcGIS 8 Desktop 地理信息系统应用指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

[13] 郭旭东, 傅伯杰, 马克明, 等. 基于GIS和地统计学的土壤养分空间变异特征研究-以河北省遵化市为例[J]. 应用生态学报, 2000, 11(4): 557-563.

[14] 邬伦, 刘瑜, 张晶, 等. 地理信息系统原理方法和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 178-192.

[15] 李翠平, 李仲学, 胡乃联. 面向地矿工程体视化的三种空间插值方法之对比分析[J]. 矿业纵横, 2003, 12(3): 57-59.

[16] KANG-TSUNG CHANG. 地理信息系统导论[M]. 陈健飞等译, 北京: 科学出版社, 2003.

[17] 石小华, 杨联安, 张蕾. 土壤速效钾养分含量空间差值方法比较研究[J]. 水土保持学报, 2006, 16(2): 68-72.

[18] 王珂, 许红卫, 史舟, 等. 土壤钾素空间变异性和空间插值方法的比较研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(3): 318-322.

[19] 庄立伟, 王石立. 东北地区逐日气象要素的空间插值方法应用研究[J]. 应用气象学报, 2003, 14(5): 605-614.

[20] 朱益玲, 刘洪斌, 江希流. 江津市紫色土中N、P养分元素区域空间变异性研究[J]. 环境科学, 2004, 25(1): 138-143.

[21] 石淑芹, 陈佑启, 李正国, 等. 基于土壤类型和微量元素辅助信息的土壤属性空间模拟[J]. 农业工程学报, 2010, 26(12): 199-204.

[22] 郑育锁, 郭云峰, 陈子学, 等. 基于GIS土壤养分空间分布特点与施肥对策的分析研究-以天津市静海县为例[J]. 天津农林科技, 2010(6): 5-9.

[23] 曾希柏. 红壤酸化及其防治[J]. 土壤通报, 2000(3): 111-114.

(本文责编: 陈伟)