

现代数理统计方法在赣南脐橙园 土壤有效硼含量分析中的应用

胡动刚¹ 姜存仓² 汪伟平¹ 白婷² 彭抒昂³

1. 华中农业大学理学院, 武汉 430070; 2. 华中农业大学微量元素研究中心, 武汉 430070;

3. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070

摘要 应用统计学方法中的偏度系数、正态分布、置信区间和 ArcGIS 作图等方法和技术, 对赣南 18 个县(市、区)脐橙果园土样有效硼含量进行了系统的分析, 结果表明: 赣南脐橙园整体上缺硼严重, 缺硼的比例达到了 87.1%。同时, 不同县(市、区)有一定的差异, 土壤有效硼状况最好的是龙南县(硼含量为 0.26 mg/kg), 最严重的是章贡区(硼含量仅为 0.09 mg/kg)。通过有效硼含量直观分布图, 更清楚的表明硼缺乏是该区域脐橙发展的主要限制因素。因而, 结合现代数理方法的应用, 能更快速直观的反应农业资源的状况。

关键词 数理统计; 赣南; 有效硼; 资源调查; 脐橙

中图分类号 S 11⁺4; O 212.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)06-0081-05

概率论与数理统计是应用概率理论研究大量随机现象规律性的数学学科, 其中的统计方法在作物学、畜牧兽医和农业工程等现代农业科学中应用广泛。如魏海苹等^[1]采用方差分析、相关分析和逐步回归等统计方法研究我国稻田甲烷排放及其影响因素; 王亚民等^[2]运用贝叶斯统计方法提出胚乳数量性状基因座(QTL)多区间作图的贝叶斯方法; 陈建伟等^[3]应用数学统计法对副干酪乳杆菌 HD1.7 的固定细胞制备和发酵条件进行优化以提高细菌素产量; 何家康等^[4]利用统计矩原理分析比较盐酸多西环素缓释注射液和盐酸多西环素注射液在猪体内的药动学特征和生物利用度; 任艳等^[5]采用 Kriging 插值方法对湖北省油菜主产地进行肥力分析, 并通过建立 Geoprocessing 模型减少采样点数据更新中的重复工作以提高油菜肥力分析效率; 杨红等^[6]利用 VG 模型分析不同容重下不同肥料处理对土壤含水量、水分常数以及水分有效性的影响来获取拟合度较好的土壤水分特征曲线。硼是农业资源利用领域中植物营养学研究的重点, 是植物生长所必需的营养元素之一, 在植物生长发育中有效补充硼元素, 对于解决农作物“花而不实”、“实而不果”、“花而不实”、“果而不良”、“蕾铃脱落”、“果实畸形”、“秃尖穗稀”等有显著效果。例如, 烟草施硼后能提高烟叶中

的总糖、烟碱等化学成分, 改善烟叶内在质量^[7]。因此, 笔者选择土壤有效硼含量为研究对象, 在笔者所在实验室前期初步分析和研究的基础上^[8-10], 应用统计学方法中的偏度系数、正态分布和置信区间等, 分析江西省赣南 18 个县(市、区)脐橙果园土壤有效硼含量及分布状况, 探索推动土壤养分状况由传统分析方法到现代数理统计的发展。

1 材料与方法

1.1 样品采集

试验的土壤样品取自赣南脐橙主产区 18 个县(市、区), 取样时, 根据每个县(市、区)的果园种植面积, 从中选择具有代表性的 478 个脐橙园取样, 每个果园按“S”形路线进行采集, 共采集 1 275 个土样。将采集的土样充分混合后, 自然风干, 按 1/4 法取样粉碎磨细, 过粒径 0.149 mm 筛, 并平均分成 3 份保存, 分析时做平行测定^[11]。

1.2 样品测定方法

土壤样品中有效硼含量采用沸水浸提-姜黄素比色法进行测定^[11]。

1.3 土壤有效硼含量分级

土壤有效硼含量分级标准按照文献^[11]及鲁剑巍等^[12]的柑橘园土壤养分分级标准。土壤有效硼

收稿日期: 2013-06-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271320)和中央高校基本科研业务费专项(2013PY093, 2013RW006)

胡动刚, 博士研究生, 讲师. 研究方向: 应用数学. E-mail: hudg@mail.hzau.edu.cn

通讯作者: 姜存仓, 博士, 副教授. 研究方向: 植物营养机理与施肥. E-mail: jcc2000@mail.hzau.edu.cn

含量分级指标为: B 含量 $> 1.0 \text{ mg/kg}$, 过量; $0.5 \text{ mg/kg} < \text{B 含量} \leq 1.0 \text{ mg/kg}$, 充足; $0.25 \text{ mg/kg} < \text{B 含量} \leq 0.5 \text{ mg/kg}$, 适度; B 含量 $\leq 0.25 \text{ mg/kg}$, 缺乏。

1.4 数据处理方法

土壤有效硼含量采用偏度系数、正态分布和置信区间的统计方法分析, 并应用 SAS、ArcGIS 等软件进行数据处理和作图。

2 结果与分析

2.1 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量正态分布状况

利用正态分布方法, 判别各地区硼含量的概率分布。选用被确定为国家标准的 Shapiro-Wilk (样品数 n 在 $3 \sim 50$ 之间) 和 D'Agostino ($50 < n < 1000$) 正态性检验方法^[2], 选择信度为 0.05, 利用 SAS 软件进行数据处理(表 1)。其中, 宁都和石城为偏正态分布, 其他地区均为对数正态分布或近似满足对数正态分布。上述结果表明, 对数正态分布或近似对数正态分布可能是自然界中微量元素土壤硼分布的一个较为普遍的特征。宁都和石城的分布与其他地区不一样, 可能是由于与其他地区相比, 该部分地区地理结构不同或使用硼肥习惯有差异。因而, 可以根据这个规律, 对赣南不同地区进行合理的补硼, 指导和调控赣南各地区的硼用量。

表 1 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量正态分布¹⁾

Table 1 The normal distribution of soil available boron content in 18 counties of Gannan

取样地点 Sampling sites	概率分布 Probability distribution	取样地点 Sampling sites	概率分布 Probability distribution
龙南 LN	LND	于都 YD	LND
信丰 XF	LND	石城 SC	SND
定南 DN	LND	瑞金 RJ	LND
崇义 CY	LND	安远 AY	LND
大余 DY	LND	赣县 GX	LND
全南 QN	LND	兴国 XG	LND
会昌 HC	LND	上犹 SY	LND
寻乌 XW	LND	章贡 ZG	LND
宁都 ND	SND	南康 NK	LND

1) LN: Longnan; XF: Xinfeng; DN: Dingnan; CY: Chongyi; DY: Dayu; QN: Quannan; HC: Huichang; XW: Xunwu; ND: Ningdu; YD: Yudu; SC: Shicheng; RJ: Ruijin; AY: Anyuan; GX: Ganxian; XG: Xingguo; SY: Shangyou; ZG: Zhanggong; NK: Nankang; LND: 对数正态分布 Logarithmic normal distribution; SND: 偏正态分布 Skew normal distribution; 下同 The same as below.

2.2 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量偏度系数分析

偏度系数(SK)是以标准差为度量单位计量的众数与算术平均数的离差, 计算公式为:

$$SK = \frac{\bar{X} - M_0}{\sigma}$$

偏度系数(SK)能够反映元素含量的概率分布相对于正态分布的偏离程度, SK 的值越小, 表示元素分布偏离正态分布的程度越小。参照 Choo 等^[13]提出的偏度模型方法, 利用 SAS 软件进行数据处理(图 1)。图 1 显示, 偏度系数 SK 均大于 0。表明赣南 18 个县(市、区)的硼元素含量基本不呈正态分布, 而且大部分地区的硼元素含量都较低, 只有个别地方硼元素含量较高并能够达标。从图中可以看出, 上犹地区偏度系数最大, 最不符合正态分布, 说明该地区硼含量分布异常, 因此, 应该对该地区的含量进行更加细致的抽样调查, 根据该地区具体情况进行合理的硼含量分配。宁都、石城、南康 3 个地区偏度系数均在 1 以下, 比较符合正态分布, 对该地区可以进行较少的抽样调查, 利用该地区硼含量正态分布的特性, 对该地区进行补硼。总之, 赣南各地区整体缺硼, 急需针对各地区不同的含硼现状, 制定不同的补硼方案。

2.3 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量置信区间分析

置信区间是指由样本统计量所构造的总体参数的估计区间, 是对某样本的某个总体参数的区间估计。运用 SAS 软件进行数据处理求解 18 个县(市、区)的 95% 置信区间, 进而得到各地区准确具体的硼元素含量范围(表 2)。参考文献^[11]及鲁剑巍等^[12]设定的柑橘园土壤养分硼(B)含量分级标准, 赣南整体上缺硼严重, 土壤中有效硼的平均含量仅为 0.16 mg/kg , 缺硼土壤的比例达到了 87.1%。赣南土壤有效硼状况较好的是龙南县, 其土壤有效硼平均含量为 0.26 mg/kg , 缺硼比例是 64.7%; 硼含量最低的是章贡区, 其土壤有效硼平均含量仅为 0.09 mg/kg 。此外, 南康县的缺硼比例高达 97.8%, 是缺硼比例最高的县; 信丰、寻乌、安远是赣南 18 个县(市、区)中的 3 个最主要的脐橙产量大县, 但是其脐橙园的土壤有效硼含量均较低, 缺硼土壤所占比例也很大。

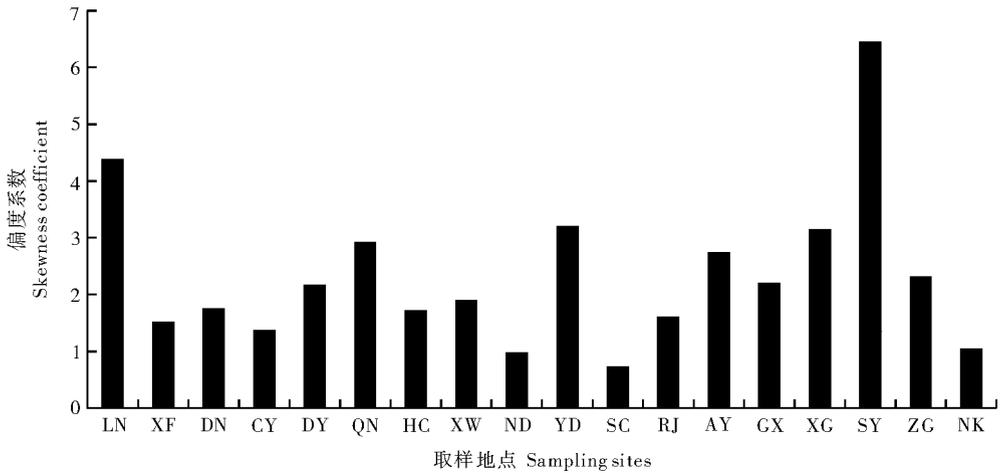


图 1 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量偏度系数

Fig. 1 The skewness coefficient column chart of soil available boron content in 18 counties of Gannan

表 2 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量置信区间

Table 2 The confidence intervals table of soil available boron content in 18 counties of Gannan

mg/kg

取样地点 Sampling sites	样本个数 Number of samples	均值 Mean	标准差 Standard deviation	含量范围(95%置信区间) Content range (95% confidence interval)
龙南 LN	51	0.27	0.26	0.19~0.34
信丰 XF	133	0.18	0.14	0.16~0.21
定南 DN	55	0.18	0.15	0.14~0.22
崇义 CY	72	0.16	0.11	0.14~0.19
大余 DY	99	0.16	0.11	0.14~0.18
全南 QN	64	0.18	0.14	0.14~0.21
会昌 HC	45	0.18	0.12	0.14~0.21
寻乌 XW	134	0.15	0.12	0.13~0.17
宁都 ND	66	0.16	0.09	0.14~0.18
于都 YD	117	0.16	0.15	0.13~0.18
石城 SC	21	0.14	0.09	0.10~0.18
瑞金 RJ	55	0.16	0.07	0.14~0.18
安远 AY	114	0.14	0.13	0.12~0.17
赣县 GX	66	0.13	0.09	0.11~0.15
兴国 XG	66	0.13	0.10	0.10~0.15
上犹 SY	56	0.17	0.23	0.11~0.23
章贡 ZG	47	0.09	0.05	0.08~0.11
南康 NK	46	0.11	0.07	0.09~0.13

2.4 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量直观分布图

为了更直观地反映不同县市硼含量分布状况,利用 ArcGIS 软件绘制整个赣南脐橙产区的 18 个县(市、区)土壤有效硼含量分布图(图 2)。不同颜色代表不同硼含量水平,对各地区合理补硼,定时检测分析,使各地区硼含量在 95% 的置信水平下在适度的范围内。

3 讨论

近些年,一些农业传统学科与现代数理统计方

法进行了创新性的融合,取得了很好的研究进展。朱惠琴等^[14]利用偏度分析检测 2 个烟草 DH 群体株高等 6 个农艺性状的遗传力是否存在基因互作的现象。李久生等^[15]通过对田间持水量及土壤机械组成进行有关统计分析发现田间持水量满足正态分布和对数正态分布以及土壤细颗粒含量服从对数正态分布。张小波等^[16]应用 ArcGIS 软件的空间计算和作图方法进行青蒿素含量的气候适宜性等级划分以寻找适合种植黄花蒿的地区。同时,盛鸥等^[17]以‘纽荷尔’脐橙为材料,通过连续 2 年试验研究缺硼、正常叶片总硼和不同形态硼含量的动态变化;曹启

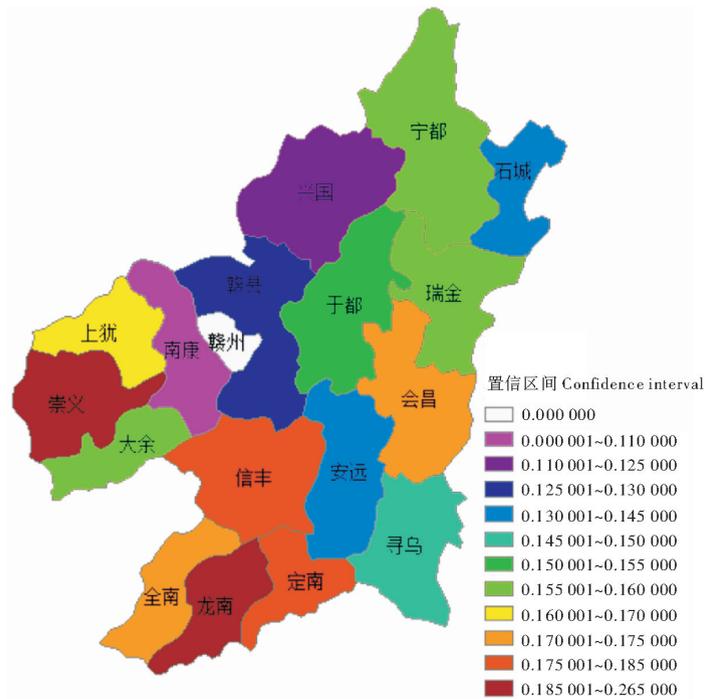


图 2 赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量分布图

Fig.2 The distribution curve of soil available boron content in 18 counties of Gannan

民等^[18]通过野外采样和调查,研究海南中东部橡胶园土壤有效硼含量及其对胶乳产量和品质的影响。这些文献中的偏度系数、正态分布和置信区间等统计方法以及 ArcGIS 作图技术等从单方面详细分析基因作用、土壤分布和元素含量,为本研究深入探讨土壤有效硼含量提供了有益参考。

本研究利用数理统计分析和作图,对赣南 18 个县(市、区)脐橙果园土样硼含量进行系统分析,获知了赣南脐橙产区土壤有效硼含量的现状,主要应用统计学方法中的偏度系数、正态分布、置信区间和 ArcGIS 作图等方法和技术。从分析结果可以看出,赣南脐橙园整体上缺硼严重,缺硼的比例达到 87.1%。同时,不同的县(市、区)有一定的差异,土壤有效硼状况最好的是龙南县(含量为 0.26 mg/kg),而最严重的是章贡区(含量仅为 0.09 mg/kg)。通过赣南 18 个县(市、区)土壤有效硼含量直观分布图,更清楚地表明土壤有效硼已是果园发展的主要限制因素。因此,现代数理方法的引入和应用,有效地分析了赣南脐橙园土壤有效硼含量及分布状况,为赣南柑橘产业的发展提供重要的理论和技术支持,同时也对其他产区具有较强的借鉴意义^[19-21],进一步推动土壤养分状况由传统分析方法到现代数理统计的发展。

参 考 文 献

- [1] 魏海苹,孙文娟,黄耀. 中国稻田甲烷排放及其影响因素的统计分析[J]. 中国农业科学, 2012, 45(17): 3531-3540.
- [2] 王亚民,汤在祥,陆鑫,等. 基于贝叶斯统计的谷物胚乳性状 QTL 多区间作图方法[J]. 作物学报, 2009, 35(9): 1569-1575.
- [3] 陈建伟,李秀凉,殷博,等. 应用数学统计法优化副干酪乳杆菌 HD1.7 固定化细胞制备和产细菌素发酵[J]. 微生物学报, 2009(5): 664-671.
- [4] 何家康,祝万菊,周丽光,等. 盐酸多西环素缓释注射液在猪体内的药物动力学[J]. 中国兽医学报, 2008, 28(2): 175-180.
- [5] 任艳,李慧,陈家赢,等. 基于 Geoprocessing 的油菜产地肥力自动分析方法[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(2): 78-83.
- [6] 杨红,杜辉,陶雪娟,等. 基于 VG 模型的生物有机肥对土壤水分特性的影响[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(5): 66-71.
- [7] 唐先干,韩廷,何宽信,等. 江西紫色土有效硼含量及对烤烟硼元素分布特征的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2013(1): 64-67.
- [8] 姜存仓,王运华,刘桂东,等. 赣南脐橙叶片黄化及施肥效应研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(3): 656-661.
- [9] 王瑞东,姜存仓,刘桂东,等. 赣南脐橙产区果园土壤有效硼含量的现状与分析[J]. 中国南方果树, 2011, 40(4): 1-3.
- [10] 刘桂东,姜存仓,王运华,等. 缺硼条件下两种不同砧木“纽荷尔”脐橙矿质元素含量变化的比较[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(1): 180-185.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [12] 鲁剑巍,陈防,王富华,等. 湖北省柑桔园土壤养分分级研究

- [J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(4): 390-394.
- [13] CHOO T M, REINBERGS E. Estimation of the number of genes in doubled haploid populations of barley[J]. Can J Genet Cytol, 1982, 24: 337-341.
- [14] 朱惠琴, 张宪银, 薛庆中. 烟草两个 DH 群体农艺性状的遗传分析[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2004(5): 9-13.
- [15] 李久生, 饶敏杰, 张建君. 土壤及喷灌水量不均匀性对干旱区春小麦产量影响的试验研究[J]. 农业工程学报, 2002(3): 15-21.
- [16] 张小波, 郭兰萍, 黄璐琦. 我国黄花蒿中青蒿素含量的气候适宜性等级划分[J]. 药学报, 2011(4): 472-478.
- [17] 盛鸥, 彭抒昂, 邓秀新, 等. 纽荷尔脐橙果实发育期叶片不同形态硼含量与缺硼的关系[J]. 园艺学报, 2007, 34(5): 1103-1110.
- [18] 曹启民, 赵春梅, 覃姜薇, 等. 海南中东部橡胶园土壤有效硼含量及其对胶乳产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2012(5): 54-56.
- [19] 林媚, 冯先桔, 温明霞, 等. 浙江台州柑桔主产区土壤养分现状分析[J]. 现代农业科技, 2007(9): 11-12.
- [20] 庄伊美, 王仁玦, 谢志南, 等. 福建南亚热带丰产果园土壤微量元素含量的研究[J]. 亚热带植物通讯, 1994, 23(1): 1-7.
- [21] 姚丽贤, 周修冲, 彭智平, 等. 广东省柑桔园土壤养分肥力研究[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 41-44.

Application of modern mathematical statistical methods for analyzing soil available boron of navel orange orchards in Gannan

HU Dong-gang¹ JIANG Cun-cang² WANG Wei-ping¹ BAI Ting² PENG Shu-ang³

1. College of Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Microelement Research Center, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

3. College of Horticulture and Forestry Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract Boron contents of soil samples from navel orange orchards of 18 counties in Gannan were analyzed systematically using skewness coefficient, normal distribution, confidence intervals statistical and ArcGIS mapping methods. The results showed that boron deficiency of navel orange orchard soil was serious on the whole with proportion reaching upto 87.1%. It was found that there were differences among districts. The status of soil available boron in Longnan County is best (boron content of 0.26 mg/kg), while the severe district is Zhanggong (boron content of only 0.09 mg/kg). Distribution map of soil available boron clearly revealed that boron deficiency is the main limited factor for the regional development. The application of modern mathematical methods can quickly and intuitively reflect the situation of agricultural resources.

Key words mathematical statistics; Gannan; available boron; investigation resources; navel orange

(责任编辑:陆文昌)