

测土配方施肥微信小程序的研发与应用

陈小虎¹ 王磊² 吴远帆³ 蒋佐升⁴

(1.湖南省耒阳市农业技术服务中心 湖南耒阳 421800;2.西安田间道软件有限公司 陕西西安 710000;
3.湖南省土壤肥料工作站 湖南长沙 410006;4.湖南省农业农村信息中心 湖南长沙 410005)

摘要:为促进测土配方施肥技术成果的应用,利用用户众多的微信推广该项技术是一项有效的手段。为此,多个单位联合研发了“湖南省主要农作物测土配方施肥手机专家系统”微信小程序,系统采用湖南省土壤采样点大数据及大样本的“3414”田间试验结果,通过组建采样点数据库、分析施肥技术参数、建立施肥数学模型、编制微信小程序,运用互联网和手机定位技术调用测土数据,实时制订施肥方案,实现手机端指导测土配方施肥。小程序适用于各类手机和电脑,无须下载安装,在微信小程序中搜索“田间道配方施肥”即可免费调用软件,利用微信的优势可迅速扩大用户量,快捷地推广测土配方施肥技术。研发的小程序系统技术体系独立而完整,属国内首创,可在其他地区复制推广。

关键词:微信小程序;测土配方施肥;数学模型;互联网;手机软件

测土配方施肥技术已经是一项成熟的科学施肥技术,对提高肥料利用率、降低施肥成本、提高农产品品质、增加生产效益、减少面源污染具有显著作用,也是当前全国化肥减量增效行动的主要技术措施之一。如何普及该项技术,让广大农户分享测土配方施肥技术成果的“红利”,是农业技术推广部门的一项重要任务。当前,智能手机已经普及,其中的社交软件微信用户众多,利用微信推广农业实用技术已成为最有效、最便捷的手段。为推广普及测土配方施肥技术,由湖南省土壤肥料工作站、湖南省农业农村信息中心、耒阳市农业技术服务中心、西安田间道软件有限公司等单位联合研发的“湖南省主要农作物测土配方施肥手机专家系统”微信小程序应运而生(图1)。

1 技术路线及原理

1.1 技术路线

测土配方施肥是以土壤测试、田间肥效试验和施肥情况调查为基础,根据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料增产效应,在合理施用有机肥的基础上产前提出氮、磷、钾及中微量元素等肥料的施用品种、数量、施肥时期和施用方法^[1]。采用湖南省近年



图1 小程序首页

3 000 多个“3414”田间试验数据,统计分析获得肥料利用率、养分系数、土壤有效养分校正系数等施肥技术参数,分析创建氮磷钾施肥量数学模型,建立全省90 多万个土壤采样点数据库,编制手机 App 软件和

作者简介:陈小虎(1960-),男,研究员,从事土壤肥料及农业技术推广工作。E-mail:njy2003@sina.com

微信小程序软件,运用互联网和手机定位技术查询测土数据,调用施肥数学模型,按照作物的目标产量高低在手机端计算作物平衡施肥量,再根据所用的配方肥和其他化肥的氮磷钾含量百分比制订最佳施肥方案,在手机上直接指导农户实现测土配方施肥。

1.2 技术依据

采用斯坦福养分平衡法施肥公式计算农作物的施肥量^[1]。

施肥量: $W=U-Ns/C \times R$ 。

作物需要吸收量: $U=\text{目标产量} \times \text{养分系数}$

土壤供肥量: $Ns=\text{土测值} \times 0.15 \times \text{有效养分校正系数}$

其中, C 为肥料中养分含量, R 为肥料中养分当季利用率。

1.3 数据来源及处理方法

选择全省合格的“3414”肥效试验数据 2 962 个,采用试验前土壤检测值、氮磷钾施肥量、实际产量等数据,分别计算出每个试验的氮磷钾土壤有效养分校正系数、氮磷钾肥利用率;用全省各地土壤采样点数据中的市县乡村地名、经纬度、土壤检测值建立独立的数据库,用于手机软件定位调用实时制订施肥方案。

1.4 建立土壤有效养分校正系数估算数学模型

采用每个试验土壤碱解氮、有效磷、速效钾与其对应的有效养分校正系数,经分析表明两者均呈极显著的负相关,设土壤速效养分测试值为 X ,对应的有效养分校正系数为 Y ,建立的最佳数学模型大多数为双曲线模型^[2-4],每个作物均有氮、磷、钾 3 个数学模型,20 个作物共计 60 个数学模型。在数学模型中代入碱、解、氮或有效磷、速效钾含量即可计算出对应的有效养分校正系数,解决了有效养分校正系数取值不确定的问题。

1.5 建立氮磷钾施肥量的计算数学模型

采用斯坦福施肥公式分别计算出不同目标产量在不同的土壤养分下的各个组合施肥量^[5-10]。例如早稻施氮量:目标产量级分别有 400、410、420…480、490、500 等 11 个不同产量,土壤碱解氮含量为 50、60、70…370、380、390 等 35 个不同含量,2 组合共计 385 个不同组合,在有效范围内穷尽了不同的组合,再分别计算出每个组合的施氮纯量。设目标产量为 X_1 、碱解氮含量为 X_2 ,施氮纯量为 Y ,采用 DPS 软件对 385 个数据组合分析建立二元一次施肥数学模

型,磷钾施肥量计算方法相同,20 个作物共计 60 个数学模型。在数学模型模型中代入 X_1 和 X_2 即可计算出不同组合相应的施肥量。

2 推荐施肥小程序软件的设计

2.1 设计基于 Excel 的推荐施肥系统

在 Excel 表中设置输入区和输出区 2 个模块^[10],在输入区分别设置目标产量、碱解氮、有效磷、速效钾输入格,将计算施肥量的二元一次数学模型置入输出区,采用编程语句分别调用输入的数据在数学模型中计算施肥纯量,再依据计算出的施肥量按照肥料含量百分比分别计算出基肥和追肥的肥料实物施用量。

2.2 建立土壤采样点数据库

在服务器建立一个以地名和经纬度为索引,并与土壤养分含量相关联的数据库,便于手机通过互联网查询和调用全省各地采样点测土数据。

2.3 手机软件系统的设计

采用编程软件将 Excel 表的数学模型和计算过程置入手机软件之中,运用智能手机的定位和上网的功能,从服务器中查询所需地点的土壤养分数据,并调用施肥数学模型计算推荐施肥方案。

3 小程序的主要功能

3.1 适用作物多应用地域范围大

小程序可推荐施肥的种类涵盖了粮食作物、经济作物、果树、蔬菜等,主要有早稻、中稻、晚稻、玉米、小麦、甘薯、马铃薯、油菜、大豆、花生、棉花、烤烟、茶叶、柑橘、葡萄、西瓜、大白菜、白萝卜、辣椒、番茄等 20 个作物(图 2)。同时扩大了应用地域范围,不仅在湖南省 108 个县(市、区)全面可用,也适用于外省中等肥力土壤推荐施肥。

3.2 实时查询各地采样点土壤养分检测数据

手机端通过实时定位、地名检索、手动输入获取所需地点土壤养分检测数据,也可采用系统提供的通用数据(中等土壤肥力),供全国各地制订参考施肥方案(图 3)。这样实现了土壤养分数据的无障碍查询和共享,使湖南省 90 多万个采样点测土数据得到了广泛应用。

3.3 精准计算农作物最佳施肥纯量

用户只要合理设置好作物产量目标,系统内置的施肥数学模型,即可依据某作物的需肥特性、土壤养分含量和作物目标产量计算氮磷钾最佳施肥纯量及氮磷钾施肥比例(图 4),为农技员了解施肥结构提



图2 作物选择页面

供参考。

3.4 制订各种肥料实物的施肥方案

根据农作物生长发育进程分别制订了基肥、追肥、叶面肥的综合施肥方案，给出了具体的肥料种类、施用量、施肥时期，以列表方式展现给用户，让用户一目了然的按方施肥。

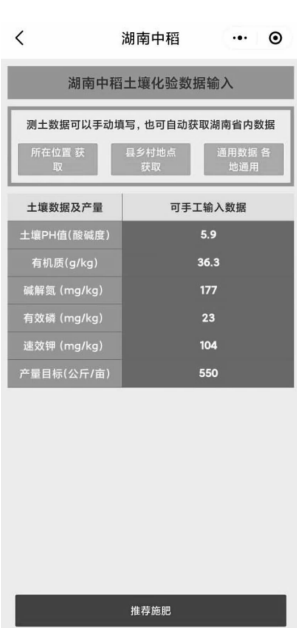


图3 土壤养分查询页面

3.5 可自定义配方肥(复合肥)氮、磷、钾含量及施用量

在软件界面可以根据复合肥包装含量修改氮、磷、钾养分比例，计算出该含量复合肥、基肥实际施用量的施肥方案，不受复合肥种类多、含量变化范围大的限制；也可自定义基肥、复合肥的施用量，通过调整基肥施用量减少肥料使用种类，便于农事操作。

3.6 估算农作物的目标产量

软件内置目标产量估算数学模型，可依据获得的土壤养分状况，估算该地点主要农作物的目标产量，供用户修改目标产量参考之用。

3.7 设计基肥专用配方肥氮、磷、钾配比

依据土壤肥力、目标产量和施肥基追比技术要求，设计适应某作物的专用配方肥的氮、磷、钾含量比例^[1]，为大户或肥料企业提供生产专用配方肥的参考依据。

3.8 查看施肥指导技术意见

可在手机端直接查询作物的施肥指导意见，为农户提供了一个便携式的施肥技术电子手册。

4 “小程序”应用前景

2014 年，湖南省土壤肥料工作站、湖南省农业农村信息中心、耒阳市农业技术服务中心、西安田间道软件有限公司等单位联合开发的“湖南省主要农作物测土配方施肥手机专家系统”App 上线以来，下载安装量多达 26 万人次，年应用规模在 2 000 万亩以上，有力推动农业节本增效^[12-13]。2017 年获湖南省科技进步奖二等奖，2016 年被农业部列为全国“互联网+”现代农业百佳实践案例之一，2022 年入选农业农村部“全国智慧农业典型案例汇编”^[14]。

2024 年 7 月，“湖南省主要农作物测土配方施肥手机专家系统”微信小程序发布上线，目前每天访问量在 1 000 人次以上。由于微信应用领域宽，微信小程序比 App 具有更多的优势，其适用于各类型号手机和电脑，无须下载安装，且微信用户众多、操作便捷、推广速度快，只要在微信小程序中搜索“田间道配方施肥”就可免费使用该软件。小程序研发和应用将加速测土配方施肥技术的推广和应用，也将有效促进化肥减量增效行动，并创造更大的社会、经济和生态效益。

5 技术优势总结

5.1 小程序软件系统技术体系完整

该软件是在湖南省 90 多万个样点的取土测土

湖南中稻亩产550公斤施肥方案				
1、亩产550公斤需氮磷钾纯量(公斤/亩)				
施肥元素	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
最佳施肥纯量	11.91	5.12	6.08	
最佳施肥纯量	1:0.43:0.51			
pH值5.9，水稻最适宜生长的土壤pH值范围为6.0~6.5，合理的pH值范围为5.5-7.5				
2、拟用配方肥(复合肥)氮磷钾含量修正				
施肥元素	总含量%	氮N	磷P ₂ O ₅	钾K ₂ O
配方肥含量(%)	48	19	12	17
按照现有肥料包装含量修正上方氮、磷含量		修改后点击下方再次计算		
3、亩产550公斤施肥方案(公斤/亩)				
施肥类型及说明	肥料名称	用量		
①插秧前基肥，氮占65%，磷占100%，钾占100%	配方肥(48%)	35.7		
	自定义配方肥用量	0		
	过磷酸钙磷钾	7		
	尿素	2.1		
	建议：农家有机肥	500		
②追施分蘖肥，氮占35%(插秧后4-7天)	尿素	9.1		
	氯化钾	0		
③分蘖期和齐穗后追施叶面肥1-2次	分蘖期硫酸钾	0.2%		
	磷酸二氢钾	0.3%		
	尿素	0.5%		
4、中稻专用配方肥设计				
施肥元素	总含量%	氮N	磷P ₂ O ₅	钾K ₂ O
配方肥含量(%)	48	18.4	12.2	14.4
修改总含量数值0-80		修改后点击下方再次计算		
湖南中稻施肥指导意见		再次计算		
使用说明		软件说明		

图4 推荐施肥方案页面

结果和 2 962 个“3414”田间试验数据的基础上研发的手机应用软件,有全套的基础数据、可靠的数学模型、完整的技术体系,可独立运行,不依赖于其他数据系统,属国内首创,可在其他地区复制推广。

5.2 有效养分校正系数估算精准可靠

利用大样本“3414”试验数据建立的土壤有效养分校正系数的估算数学模型,可精准的估算 20 个农作物的土壤有效养分校正系数,为科学计算土壤供肥能力提供了技术支撑。

5.3 实现了测土大数据与数学模型的有机结合

将分析建立的氮磷钾施肥量数学模型植入小程序中,可实时调用 90 万个采样点测土大数据,用以制订配方施肥方案,提高了测土配方施肥项目海量数据的应用价值;且能够在任何级别目标产量、任何土壤养分含量下计算出不同的施肥量,实现无极变量下的计算施肥量。

5.4 开创了测土配方施肥技术推广新模式

该项技术实现了“互联网+配方施肥”的技术推广服务新模式,形成了现代化的“数字技术”推广和传统“专家经验”之间的有机结合,在农业新技术应用上增加了一项新的推广手段。

参考文献

[1]谢卫国,黄铁平,钟武云,等.测土配方施肥理论与实践[M].长沙:湖南科技出版社,2006.

- [2]陈小虎,蔡冬华,吴远帆,等.湖南省主要农作物土壤有效养分校正系数估算数学模型研究[J].中国土壤与肥料,2015(5):19-26.
- [3]肖欢欢,陈小虎,邓海,等.马铃薯施肥技术参数及推荐施肥量研究[J].中国马铃薯,2023,37(6):514-526.
- [4]肖欢欢,陈小虎,邓海,等.小麦土壤有效养分校正系数取值范围及推荐施肥量分析[J].基层农技推广,2024(6):31-40.
- [5]陈小虎,蒋佐升,黄铁平,等.主要农作物推荐施肥智能手机专家系统的开发应用[J].作物研究,2014(5):527-532.
- [6]陈小虎,蔡冬华,谭坚,等.玉米精准施肥数学模型研究[J].作物杂志,2014(5):73-75.
- [7]蔡冬华,陈小虎,刘青桂,等.红薯精准施肥数学模型研究[J].湖南农业科学,2014(14):14-17.
- [8]陈小虎,曹国华,朱卫华,等.棉花精准施肥数学模型研究与应用[J].基层农技推广,2018(12):47-49.
- [9]陈小虎,文明辉,刘青桂,等.利用大样本 3414 试验数据建立油菜施肥数学模型[J].作物研究,2016(5):535-543.
- [10]陈小虎,蔡冬华,吴远帆,等.湖南杂交中稻施肥数学模型及基于 Excel 的精准推荐施肥专家系统研究[J].杂交水稻,2015,30(2):69-74.
- [11]陈小虎,曹国华,朱卫华,等.农作物专用配方肥设计及应用技术[J].基层农技推广,2022(10):33-39.
- [12]陈小虎,谷松林,蔡冬华,等.手机推荐施肥技术研究及应用效果评价[J].基层农技推广,2022(6):34-37.
- [13]朱卫华,陈小虎,曹国华,等.手机专家系统在一季稻配方施肥的应用效果[J].基层农技推广,2024(2):19-25.
- [14]陈小虎,刘阳.智慧土肥——手机里的测土配方施肥专家[J].湖南农业,2023(3):50-51.