

三江平原测土配方施肥 TRPF 系统的研制与初步应用

王囡囡, 张春峰, 贾会彬, 朱宝国, 孟庆英, 宋英博, 李 于

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘要: 研制了主要针对三江平原地区土壤状况的测土配方施肥软件 TRPF, 并以此软件为基础, 通过肥料效应试验, 应用方差分析, 对 5 个施肥处理的大豆农艺性状和产量进行了综合分析, 以验证三江平原测土配方施肥 TRPF 系统在大豆施肥技术上的效果。结果表明: 基于 TRPF 系统施肥处理的鲜重、株高、荚数、粒数等农艺性状表现最好, 与其他处理间存在显著或极显著差异; 并且其产量最高, 较对照增产 30.32%, 其次是常规施肥处理, 高肥处理增产幅度最小。数据分析显示 TRPF 施肥处理对大豆增产效果明显, 为下一步软件的完善与升级做了有利保证。

关键词: 三江平原; 测土配方施肥; 大豆; TRPF

中图分类号: S158.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2014)02-0296-03

Development of TRPF System for Soil Testing and Soybean Fertilization Recommendation in Three River Plain

WANG Nan-nan, ZHANG Chun-feng, JIA Hui-bin, ZHU Bao-guo, MENG Qing-ying, SONG Ying-bo, LI Yu

(Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

Abstract: The TRPF software of soil testing and fertilizer recommendation had been developed, which aimed at soil conditions in Three River plain. Base on the software, agronomic traits and yield of soybean were made a comprehensive analysis in different fertilization treatments through fertilizer effect experiment. The fresh weight, plant height, pod number and seed number of fertilization treatment from TRPF were significantly higher than other treatments. The yield of TRPF treatment was the highest, which increased by 30.32% compared with CK, followed by conventional fertilization, the yield of high fertilizer was the least. Results showed that the TRPF treatment had significant yield-increasing effect on soybean, which laid the foundation for perfecting and upgrading of the software.

Key words: Three river plain; Soil testing and fertilizer recommendation; Soybean; TRPF

测土配方施肥在国际上通称为平衡施肥, 通过测定土壤中作物必需的营养元素含量指标, 以肥料效应试验为基础, 根据计划种植作物的需肥特点、具体地块的土壤供肥能力、肥料中营养含量及其利用率、预计要达到的目标产量等多项因素, 通过科学计算, 在生产之前针对该特定地块提出氮、磷、钾及中微量元素的适宜肥料品种、用量、比例以及相应的施肥技术方案^[1-2]。测土配方施肥技术是一项传统的技术, 随着计算机技术在农业上的广泛应用, 将测土配方施肥技术与计算机技术相结合编制软件成为热点^[3-4]。目前已有很多研究机构分别根据当地的情况, 开发研制推荐施肥系统^[5-6]: 如北京中农博思科技发展有限公司编制的农博士肥料配方软件; 广西测土配方施肥决策系统^[3-4]; 云南双柏县测土配方施肥专家系统软件等。

目前针对三江平原地区的测土配方施肥软件较欠缺, 而 TRPF (Three river plain fertilizer) 系统, 是一款主要针对三江平原地区土壤状况的测土配方施肥软件, 于 2011 年 12 月编制成功。TRPF 的编制提高了配方生成的速度与准确性, 并已成为农民及课

题项目研究提供了大量的试验数据和施肥配方。文章从编制材料、仪器设备到理论基础, 对 TRPF 系统进行了简单的介绍, 并通过对不同施肥处理大豆农艺性状和产量的综合分析, 验证了 TRPF 系统在大豆施肥技术上的效果。

1 TRPF 系统的研制

1.1 程序编制材料

程序编制使用的是计算机 VB 技术, 编程的理论基础依据卢如坤的《土壤-植物营养学原理和施肥》^[7]; 《Visual Basic6. X 程序设计》^[8], 《Visual Basic 开发实战 1 200 例》^[9] 等教程。土壤养分含量的测定方法依据《土壤监测分析实用手册》^[10] 和《土壤农化分析》^[11] 等。

1.2 仪器设备

土壤养分含量测定值所需的仪器为: 土壤样品粉碎机 (型号: 1029-3)、电子数控鼓风干燥箱 (型号: DHG-9075A)、电子天平 (型号: BT224S)、高温电阻炉 (型号: SRJX-8-13)、凯式定氮仪 (型号: DK20/

收稿日期: 2013-10-15

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划 (2012BAD05B01); 黑龙江省农业科技创新工程院级科研青年基金 (2012QN006)。

第一作者简介: 王囡囡 (1982-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事研植物营养与土壤肥料研究。E-mail: wangnannan_1787@163.com。

通讯作者: 张春峰 (1965-) 男, 博士, 研究员, 主要从事土壤肥料与低产土壤改良研究。E-mail: chunfeng-1@163.com。

UDK142)、恒温油浴锅(型号:HH-S)、培养箱(型号:LRH-250)、分光光度计(型号:SPECORD)、Z2000 原子吸收分光光度计、pH 仪(型号:S20K)等。

1.3 TRPF 系统的基本原理

TRPF 系统利用的是养分平衡法,其原理是:作物所需养分是由土壤本身和人为施肥两方面提供的养分,在一定目标产量下作物所需养分量是一定的,明确了作物从土壤中吸收的养分数量,利用公式(1)和(2)计算出肥料的施用量。

$$X = \frac{W - P}{B \times R}$$
 (1)

式中 X 为施肥量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), W 为作物养分需要量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), P 为土壤供肥量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), B 为肥料中养分含量(%), R 为肥料利用率(%)。

$$W = Y \times Q$$
 (2)

式中 Y 为作物目标产量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), Q 为单位产量养分的吸收量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)。

1.4 TRPF 系统的简介

软件是根据三江平原不同土壤类型的养分状况及不同作物的需肥特征,按照氮肥与磷钾肥、中微量元素肥等肥料适宜配比平衡施用方法,并利用计算机 VB 技术编制开发的一款实用性较强的测土配方施肥系统软件。目前 TRPF 系统主要针对 3 种农作物即大豆、玉米和水稻。根据农户所种植作物及产量的不同,自动计算并给出最佳施肥方案(主要是氮磷钾肥的施用,肥料种类为尿素、磷酸二铵、氯化钾等)。

TRPF 系统由 3 个界面组成,首先是登录界面,输入用户名及密码,进入介绍界面。介绍界面是滚动屏设置,介绍软件基本信息,30 张照片是由土肥室人员组成、仪器设备及科研成果组成,点击进入“测土配方施肥系统”按钮,登录到主界面(图 1)。在主界面中输入土壤样品的基本信息及土壤营养含量测定值,选择目标产量点击相应的配方按钮,由软件自动生成测土施肥配方,以 Excel 形式保存。

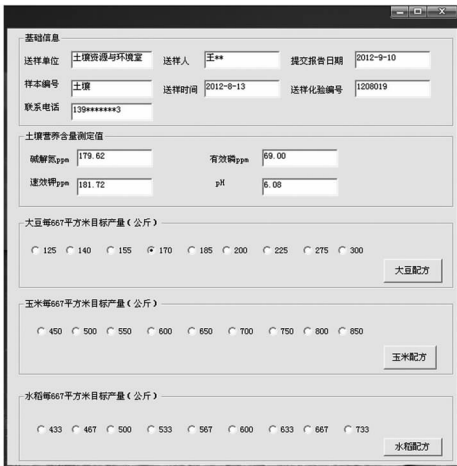


图 1 软件的主界面
Fig. 1 The main interface of software

2 TRPF 系统的验证

2.1 肥料效应试验设计

试验设在黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验区,土壤类型为草甸土。基础肥力为:碱解氮 $179.62 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效磷 $69.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $181.72 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、pH6.08、有机质 4.05%、全氮 0.206%、全钾 2.843%、全磷 0.152%。

表 1 不同施肥处理的施肥量

Table 1 Fertilization rate of different fertilizer treatment			
处理 Treatment	尿素 Urea / $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	磷酸二铵 Diammonium phosphate / $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	氯化钾 Muriate of potash / $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$
T1	80	300	100
T2	20	75	25
T3	40	150	50
T4	60	135.5	54
CK	0	0	0

试验作物为大豆品种合丰 55,设 5 个处理,随机区组排列,3 次重复,5 行区,行长 10 m,行距 65 cm,各处理施肥量见表 1。T1 为高肥处理,T2 为低肥处理,T3 为常规施肥,CK 为对照处理,T4 为测土配方施肥处理,即按照大豆 $2550 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的目标产量,利用 TRPF 系统生成施肥配方而设定的施肥处理。在大豆生育期间,分别在苗期(V5)、花期(R3)、结荚期(R4)、鼓粒期(R6)取样 4 次。选取有代表性的植株 5 株,测定其鲜重。收获前每小区采面积相同的连续 10 株考种。调查每平方米株数、株高、节数、分枝数、株荚数、株粒数、株粒重和小区产量。

2.2 不同施肥处理大豆鲜重的变化

由图 2 可知,5 个处理在花期、结荚期和鼓粒期植株鲜重的变化趋势比较一致,T4 处理即测土配方施肥处理鲜重表现最好,对照处理鲜重在最低点。苗期鲜重变化趋势较小,原因在于生长初期施肥效果对大豆生物量的影响不明显。

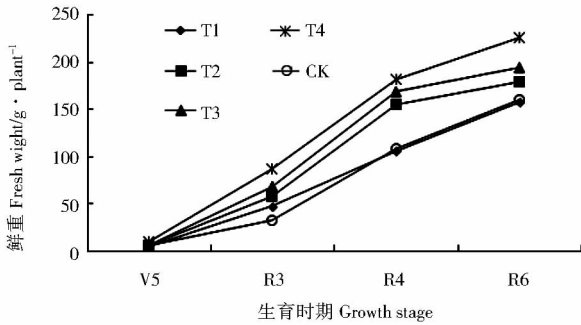


图 2 不同生育期不同施肥处理大豆鲜重的变化趋势
Fig. 2 Soybean fresh weight change of different fertilizer treatment in different growth stage

2.3 大豆产量及农艺性状的方差分析和多重比较结果

对不同施肥处理大豆的产量和农艺性状进行

方差分析和多重比较,结果表明:处理 T4 的产量、节数、分枝数、单株有效荚数、单株粒数及单株粒重表现最好,与其他处理之间均存在着显著或极显著差异(表 2)。大豆单株有效荚数、单株粒数、单株粒重在 4 种施肥处理中从多到少的顺序是:T4 > T3 >

T1 > T2 > CK;大豆株高、节数、产量在不同施肥处理中从多到少的顺序是:T4 > T3 > T2 > T1 > CK,株高不同施肥处理间不存在显著性差异。分枝数则表现为:T4 > T1 > T3 > CK > T2。

表 2 大豆农艺性状的多重比较

Table 2 Multiple comparisons of major traits of soybean

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	节数 No. of nodes	分枝数 No. of branches	荚数 Pod number	粒数 Seed number	粒重 Seed weight/g	产量 Yield/g
T1	105.47 aA	22.47 bA	2.67 abA	48.33 bcAB	104.33 bcAB	18.11 bcAB	177.53 bB
T2	110.20 aA	23.20 abA	1.60 cA	40.73 cB	86.73 cB	15.61 cB	188.41 bB
T3	111.60 aA	24.07 aA	2.07 abcA	60.40 abAB	134.13 abAB	24.14 abAB	199.36 bAB
T4	112.77 aA	24.60 aA	2.80 aA	73.40 aA	158.53 aA	28.53 aA	226.45 aA
CK	105.13 aA	22.40 bA	1.80 bcA	39.33 cB	85.27 cB	14.01 cB	173.76 bB

3 讨论

配方施肥是农作物合理施肥的一项重要技术,与传统经验施肥相比,测土配方施肥一般可增产 8%~15%,特殊土壤的增产量还会更高^[12]。本研究中,T4 处理(测土配方施肥处理)与对照相比,增产 30.32%;T3 处理(常规施肥)较对照增产 14.73%;T2 处理(低肥处理)增产 8.43%;T1 处理(高肥处理)增产 2.17%。TRPF 系统研制至今,为农民及课题项目研究提供施肥配方数千份,取得了较好的效果,数据分析显示对大豆增产效果明显,为下一步软件的完善与升级做了有利保证。

TRPF 系统研制的主要依据是在三江平原地区近 30 多年来测土施肥的经验和土壤化验分析积累的数据,目前针对 3 种农作物,即大豆、玉米和水稻。三江平原地区的土壤类型主要有黑土、白浆土、草甸土、沼泽土等,以草甸土和沼泽土分布最广^[13],TRPF 的初步应用是在草甸土进行的,种植的作物为大豆,验证效果较好,但是,在其他土壤类型上种植大豆、玉米和水稻的效果还有待于进一步验证。

参考文献

- [1] 张明安,马友华,褚进华,等.基于 WebGIS 的县域测土配方施肥系统的建立[J].农业网络信息,2011,25(6):20-26. (Zhang M G, Ma Y H, Chu J H, et al. Establishment of soil prescription fertilization system in county level based on WebGIS[J]. Agriculture Network Information, 2011, 25(6): 20-26.)
- [2] 王兴仁,曹一平,毛达如.作物施肥综合调控系统的建立和应用[J].北京农业大学学报,1995,21(增刊):1-6. (Wang X R, Chao Y P, Mao D R. Building and application of integrated control system for crop fertilization[J]. Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis, 1995, 21(Suppl.): 1-6.)
- [3] 李纪柏,崔永峰.专家推荐施肥系统软件在测土配方施肥工作中的应用[J].农业科技与装备,2008,29(4):29-30. (Li J B, Cui Y F. Application of recommended fertilization expert software system on soil testing and fertilizer recommendation[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2008, 29(4): 29-30.)
- [4] 王娟.测土配方施肥专家决策系统研究开发[J].云南农业,

- 2008, 22(9): 27-30. (Wang J. Study and development of expert decision-making system of soil testing and formulated fertilization [J]. Yunnan Agriculture, 2008, 22(9): 27-30.)
- [5] 陈天恩,赵春江,陈立平,等.测土配方施肥辅助决策平台的研究与应用[J].计算机应用研究,2008,25(9):2748-2750. (Chen T E, Zhao C J, Chen L P, et al. Application and research of soil testing and formulated fertilization assisting decision plat form [J]. Application Research of Computers, 2008, 25(9): 2748-2750.)
- [6] 孔爱科.施肥系统软件在测土配方施肥中的应用[J].现代农业,2012,23(1):37. (Kong A K. Application of fertilization software system on soil testing and fertilizer recommendation[J]. Modern Agriculture, 2012, 23(1): 37.)
- [7] 齐锋. Visual Basic 6. X 程序设计[M].北京:中国铁道出版社,2002:33-282. (Qi F. Program design of Visual Basic 6. X[M]. Beijing: China Railway Press, 2002: 33-282.)
- [8] 孙秀梅,巩建华,刘利民,等. Visual Basic 开发实战 1200 例 [M].北京:清华大学出版社,2010:20-307. (Sun X M, Gong J H, Liu L M, et al. Development of actual combat of visual basic in 1200 cases [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2010: 20-307.)
- [9] 卢如坤,谢建昌,蔡贵信,等.土壤-植物营养学原理和施肥 [M].北京:化学工业出版社,1998:1-57;350-421. (Lu R K, Xie J C, Cai G X, et al. Principle and fertilization of nutrition on soil and plant[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1998: 1-57, 350-421.)
- [10] 刘凤枝,马锦秋,李梅,等.土壤监测分析实用手册[M].北京:化学工业出版社,2011:97-235. (Liu F Z, Ma J Q, Li M, et al. Analysis practical handbook of soil monitoring[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011: 97-235.)
- [11] 鲍士旦,江荣风,杨超光,等.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005:1-151. (Bao S D, Jiang R F, Yang C G, et al. Soil analysis in agricultural chemistry[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005: 1-151.)
- [12] 周大龙,童海琴.测土配方施肥的意义[J].现代农业科技,2009,37(23):279-282. (Zhou D L, Tong H Q. The significance of soil testing and formulated fertilization[J]. Science and Technology of Modern Agriculture, 2009, 37(23): 279-282.)
- [13] 赵德林,洪福玉.三江平原主要土壤土体构造特点与治理途径的探讨[J].中国农业科学,1983,16(1):54-61. (Zhao D L, Hong F Y. Investigation on the characters of soil constitution of the major soils in Sanjiang plain [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1983, 16(1): 54-61.)