

SOYGRO 模型在大豆产量预测中的应用^{*}

赵 军

(黑龙江农业现代化研究所 哈尔滨 150040)

摘 要

本文概括地介绍了美国《农业技术推广决策支持系统 (DSSAT)》中模拟大豆生长、产量预测的大豆子模型 (SOYGRO) 及其应用。

作者采集了 KANSAS 州四个地区, 7 个年份, 12 个品种的田间试验数据, 早、晚 2 个播期, 宽、窄 2 种行距, 共计 110 个组合。气象数据为: 日最高、最低温度、降雨量和日照, 及土壤剖面参数, 通过 DSSAT3.0 软件的子模块 SOYGRO 对大豆的产量和成熟期进行了预测。

结论是: 利用 SOYGRO 模型模拟和预测美国 KANSAS 地区大豆的生长发育和收获产量效果较好。

关键词 DSSAT; SOYGRO; 模型预测; 农作物管理

前 言

DSSAT 软件 - Decision Support System Agro-technology Transfer 即农业技术推广决策支持系统, 是 1982-1987 年国际定位网络农业技术推广的科研项目成果, 以后又不断改进和更新。DSSAT 软件中的作物模型 (CROPGRO) 包含 11 个作物子模块, 能模拟土壤中 N、P、K 含量及作物需水、耗水量、病虫害预测、产量、成熟期等等。SOYGRO 是作物模型中的一个子模块。

DSSAT 模拟软件在世界发达和发展中国家都有不同程度的应用研究。在美国 Florida, Indiana, Georgia, North Carolina, Ohio, Mississippi 等地区都取得了令人满意的模拟效果。尤其是在灌溉方面更为突出 (Fortson et al., 1989; Hood et al., 1987; Hoogenboom et al., 1991a; 等), 可用来预测作物生产中干旱的影响程度。用模型中经济分析的方法预测灌溉的投资, 在病害和虫害的风险性分析中也有较好的效果。

此外, 在世界范围内, 全球气候变化的潜在影响已经得到越来越多的关注, DSSAT 模型也被用于全球气候变化对农业生产的影响分析 (Carry et al. 1990a)。

在国际研究中心的科研项目中, 如在哥伦比亚、南美州、半干旱热带地区的农业研究

^{*} 收稿日期 1998-07-27
Received on July 27, 1998

中心,豆类作物模型 (BEANGRO)进行了多方面的研究工作,用 PNUTGRO及 BEANGRO模型和系统分析技术来研究大豆育种的发展趋势也很有意义。并且已经开发了一种有良好界面的模型专家系统。

在美国,美国大豆协会资助的模型项目中, SOYGRO项目已被评估,确定了其应用的价值, SOYGRO有时也和排水模型 DRAINMAD联合应用 (Perry et al., 1989),此外,可以把模型、数据库系统连接到地理信息系统 (GIS)中,然后 GIS利用 DSSAT的能力,针对不同的土壤状况、气候条件和其它参数进行区域产量的分析,并用 GIS的输出方式进行表达。

系统简介

利用现代计算机技术采用优化模拟方法,对农作物生长中的多种元素及最终产量进行模拟和预测是农业科技发展的标志之一。而准确地模拟农业中许多不可控因素,达到指导农业生产、帮助决策者作出正确的决策,却是一项既重要而又艰巨的课题。DSSAT软件为解决这项难题提供了一套行之有效的软件集成。它可作为技术、研究工具、市场商业开发软件及领导决策工具 (图 1)。

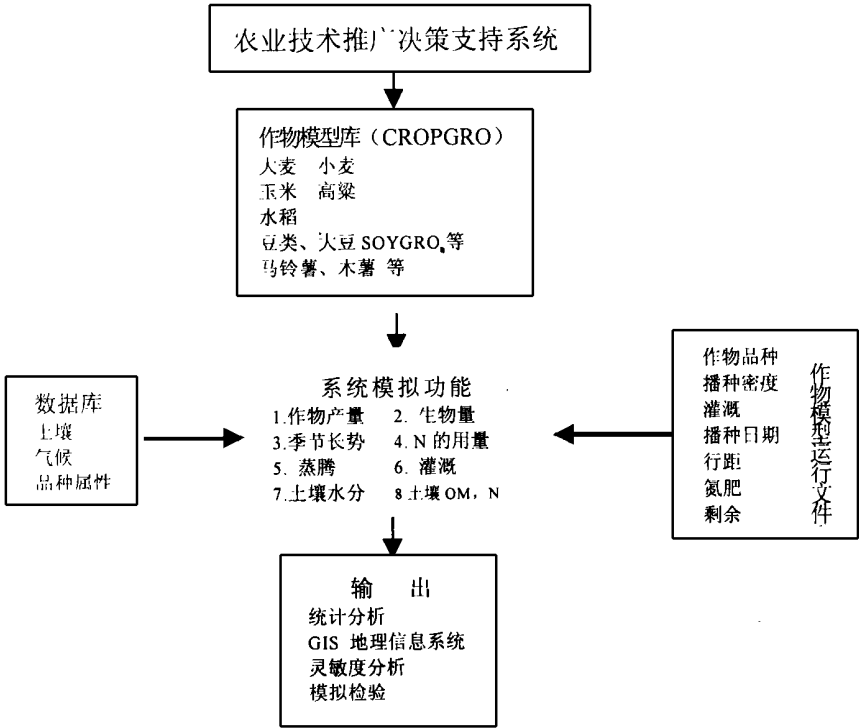


图 1 CROPGRO 结构功能图

Fig. 1 Structure and function of CROPGRO

上运行。能根据所匹配的生物量需求数据,土壤的理化特性,气候条件,模拟作物的整个生长过程。有关的设计结构由三部分组成:

A 数据库管理系统, B 作物模型和系统模拟功能, C 系统分析及输出。

A 数据库管理系统:

- ① 气象数据库: {每日最高,最低温度,降雨量,太阳幅射……};
- ② 土壤属性数据库: {土壤结构,理化性状……};
- ③ 作物品种数据库: {品种遗传属性、成熟期分组……}。

B 作物模型运行文件和系统模拟功能:

在建立了土壤、气象、品种数据库后,需要根据田间试验的数据,建立可模拟植物生长过程的作物模型运行文件提交给系统。作物模型运行文件是有关(播期,灌溉,施肥,收获期……)等组合。系统模拟可以看作是一个灰箱,灰箱中集合了大量的计算公式,生物统计量。系统会根据所建数据库和提交的作物模型运行文件进行相应的模拟,如图 1 所示,系统能模拟作物生长的多种要素

目前 DSSAT 可以模拟 11 种粮食作物和根茎类植物:

粮食类: 水稻、玉米、高粱、小麦;

豆 类: 花生 (Peanut) 大豆等;

根茎类: 木薯 (Cassava)、马铃薯等。

建立的作物模型是 DSSAT 进行模拟的关键,它需要在一个地区至少二年的观测数据,以保证模拟的准确性。模拟的结果要与实际值进行比较,这种比较不仅仅是产量的比较,同时也包括其生物量,叶面积,百粒重等等的比较。

C 系统分析

以微型计算机为基础, FORTRAN 语言编程的作物模拟模型,具有良好的用户界面和标准的输入输出格式,利用该模型能够获得某一地区的模拟结果,也可以模拟预测今后几年作物生长和发育情况

就整个系统来说,程序设计包含了经济技术分析、总效益分析、风险性分析、生物量分析、平均方差分析,也包含动态模拟控制技术和线性的非线性的模型分析等等,并可根据需要进行方案和图形的输出。

实例

作者在美国学习期间,利用美国中部 KANSAS 州 HESSTON, MANHATTAN, ROSSVILLE 和 OTTAWA 四个地区, 12 个大豆品种,对 SOYGRO 模型的产量和成熟期预测进行了应用性检验。预测的样本时段为 1978, 1979, 1989, 1990, 1992, 1993 和 1994 年,耕作分宽行和窄行两种,播种分早播和晚播。采用了这四个地区的土壤剖面、气候条件参数,并参考了品种遗传属性,得到较好效果。首先创建区域气象、土壤、作物品种数据库和运行文件,运行文件必须考虑灌溉非灌溉模式等重要参数。根据给出的年份进行预测,运行的结果和实际值进行比较和分析表明, SOYGRO 在产量的模拟上四个地区综合平均为 59% 的可信度。在成熟期的模拟上有 65% 的可信度。四个地区存在着差异 (见图 2 3)。

Hesstton 地区,模拟和观测的产量误差不显著, ($P < 0.05$) 成熟期的模拟和观测值对所有的品种也都有一致的表现,可信度在 85% 以上。在 OTTAWA 地区模拟的结果也是

成功的,个别品种的模拟值略高于观测值, r^2 均在 0.9 以上。在 ROSSVILLR 和 MAN-HATTAN 地区,该地区属于灌溉地区,由于数据掌握的原因,在 $P < 0.05$ 时,模拟差异显著,成熟期的预测值偏低,也影响了总体的模拟效果。

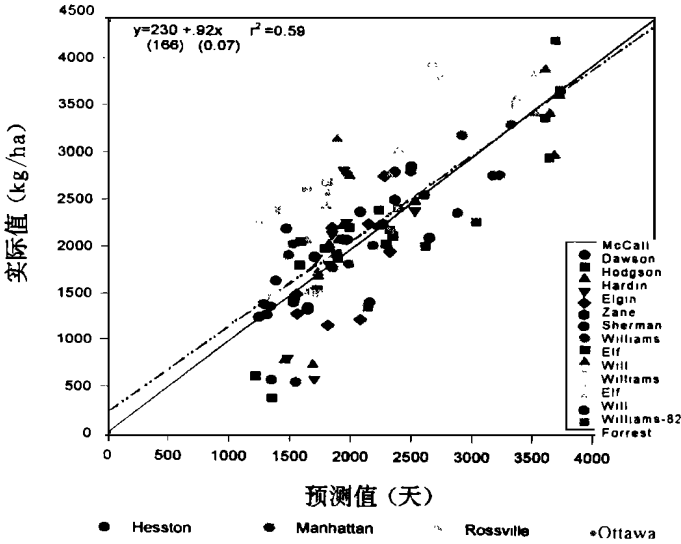


图 2 美国 KANSAS 州 HESSTON, MAN HATTAN, ROSSVILLE 和 OTTAWA 地区产量预测值与模拟值的比较

Fig. 2 Comparison of predicted and measured values of yield at Hesston, Manhattan, Rossville and Ottawa, Kansas, USA

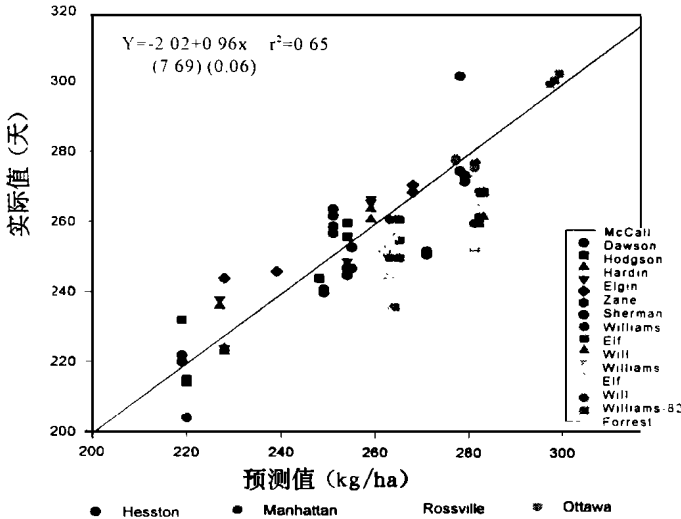


图 3 美国 KANSAS 州 HESSTON, MAN HATTAN, ROSSVILLE 和 OTTAWA 地区成熟期预测值与模拟值的比较

Fig. 3 Comparison of predicted and measured values of maturity at Hesston, Manhattan, Rossville and Ottawa, Kansas, USA

结 论

SOYGRO模型作为 DSSAT的一个子模块,模拟大豆生长过程、产量和成熟期是成功的。模型考虑了各种因素对大豆生长的影响,在数据掌握准确、全面的前提下,SOYGRO模型会对大豆的生长作出较正确的预测。

综上所述,DSSAT是一个易于操作且具有广域的决策功能的软件系统,我国地域辽阔,影响农业发展的因素复杂多变,DSSAT的应用将会对提高农业的科学决策水平和为农民制定最优的农业生产管理模式有很大帮助。

参 考 文 献

- [1] Thornton, J. B. Dent & Z. Bacsí. A Framework for Crop Growth Simulation Model Applications. P. K.
- [2] G. Hoogenboom, J. W. Jones, K. J. Boote. Modeling Growth, Development, And yield of Grain Legumes using SOYGRO, PNU TGRO, and BRANGRO: A REVIEW.
- [3] Gerrit Hoogenboom, Jeffrey W. White, James W. Jones, and Kenneth J Boote. BEANGRO: A process-oriented Dry Bean Model with a Versatile user Interface.
- [4] DSSAT Vol. 3 manual.
- [5] Boot, K. J. 1989. The current upper limit of soybean production, the "Greenhouse Effect" notwithstanding. p. 175– 187. In R. D. Munson (ed.), The physiology, biochemistry, nutrition, and bioengineering of soybeans: implications for future management. Potash and Phosphate Inst., St. Louis, MO.
- [6] Brisson, N., S. Bona, and A. Bouniols., 1989. SOYGRO, un model de simulation de la culture du soja: adaption a des varietes cultivees dans le sud de l'europe et validation. Agronomie 9: 27– 37
- [7] Egli, D. B., and W. Bruening. 1992. Planting date and soybean yield
- [8] Evaluation of environmental effects with a crop simulation model SOYGRO. Agri. For. Meteorol. 62: 19– 29
- [9] Hoogenboom, G., J. W. Jones and K. J. Boote., Modeling growth, development, and yield of grain legumes using SOYGRO, PNUYGRO, BEANGRO: A Review, 1992. American Society of Agricultural Engineers 0001– 2351/92/3506– 2043– 2055
- [10] Jones, J. W., K. J. Boote, and J. W. Mishoe., 1984, Soybean crop modeling for production system analysis. P. 1066– 1073. In R. Shibbles (ed.) World Soy. Res. Conf. III, Iowa State Univ., Ames, IA
- [11] Soil Conservation service. 1981. Soil survey laboratory data and descriptions for some soil of Kansas. Soil survey investigation report No. 37. U. S. Department of Agriculture.

SOYGEO MODDEL USED FOR SIMULATION OF THE SOYBEAN YIELD

Zhao Jun

(*Hei longjiang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Harbin 150040*)

Abstract

This paper describes the simulation and utilization of soybean growth and yield of SOYGRO, sub-model in DSSAT (Decision support system for agro-technology transfer) software.

Data from soybean field experiments at 4 locations, KS, U. S. A in 7 years were used for Fig. 2, 3. Data for 12 soybean cultivars, at two row spacing and two planting dates (early and late) were available used. Entered through the DSSAT V 3.0 system, and used to simulate soybean yields and maturity.

However, these results indicate that SOYGRO can be helpful in predicting Kansas's soybean growth, development, and yield.

Key words DSSAT; SOYGRO; Model simulation; Field management