

VYUŽITÍ RŮSTOVÉHO MODELU FORMOU CITLIVOSTNÍ ANALÝZY VYBRANÝCH VSTUPNÍCH ÚDAJŮ

Milada Šťastná, Zdeněk Žalud

Abstract

Šťastná M., Žalud Z. (Mendel University of Agriculture and Forestry Brno) Utilization of the crop growth model by the sensitivity analysis of selected input data

Crop simulation model CERES–Maize has been parametrized and validated in the south Moravian region in Czech Republic climatic conditions. Parametrization of meteorological, pedological, cultivation and physiological input data has been done in the field experiment. Validation of the maize (*Zea mays* L.) model, DEA variety, ran with the data 1980–1997. There were compared observed and simulated yields in this process with the acceptable differences. Estimation of the potential yield has been carried out as well as the estimation of influence of meteorological parameters on the simulation results for the potential and water limited yield. It was used for the sensitivity analysis, but only for 1995 and 1996. The effects of particular meteorological elements as radiation and precipitation were observed on the simulation results. They proved a good usability of the model for the mentioned inputs.

Keywords: maize, simulation, precipitation, radiation

Úvod

Růstový model simuluje růstové a výnosové charakteristiky kukuřice v několika základních krocích: (1) fenologický vývoj, (2) tvorba biomasy a její distribuce do jednotlivých orgánů (3) vývoj listů, stonků a kořenů (4) vodní bilance půdy a využití vody rostlinou (5) dusíková bilance půdy a využití dusíku rostlinou. Tyto modely mají poměrně široké zastoupení ve všech oblastech zemědělství. Jejich využití spočívá jak ve výuce, výzkumu, tak i praxi. Podmínkou využití růstových modelů je uplatnění principů citlivostní analýzy u vybraných vstupních údajů. Cílem příspěvku je posoudit citlivost modelu CERES–Maize na změnu množství srážek a globální radiace.

Literární přehled

Simulační modely mohou být využity jako součást procesu optimalizace pěstebních opatření. Jedná se o využití specifických, většinou na konkrétní plodiny orientovaných růstových modelů jako např. modely řady DSSAT (Tsuji et al., 1994, Ritchie et al., 1989), CSMP–Modely (Penning de Vries et al., 1989) nebo EPIC – Modely (Williams et al., 1984). Pomocí simulací různých scénářů jsou získány nejen důležité údaje pro budoucí výnos, ale také na optimalizaci hnojení, nevhodnější termín setí a sklizně, na prevenci poško-

zení půdy zemědělskou technikou, na redukci použití pesticidů pro ekologické a ekonomické pěstování.

Citlivostní analýzou pedologických údajů se zabýval např. Majerčák (1996) a Šťastná, Žalud (1999), fyziologickými vstupními parametry se zabýval Friend (1995). Citlivostní analýzu meteorologických vstupních údajů zpracovala např. Nonhebel (1994).

Metodika

Praktická měření probíhala na polní pokusné stanici ŠZP v Žabčicích. Sledovanou plodinou byla kukuřice na zrno odrůdy DEA (PIONEER 3839).

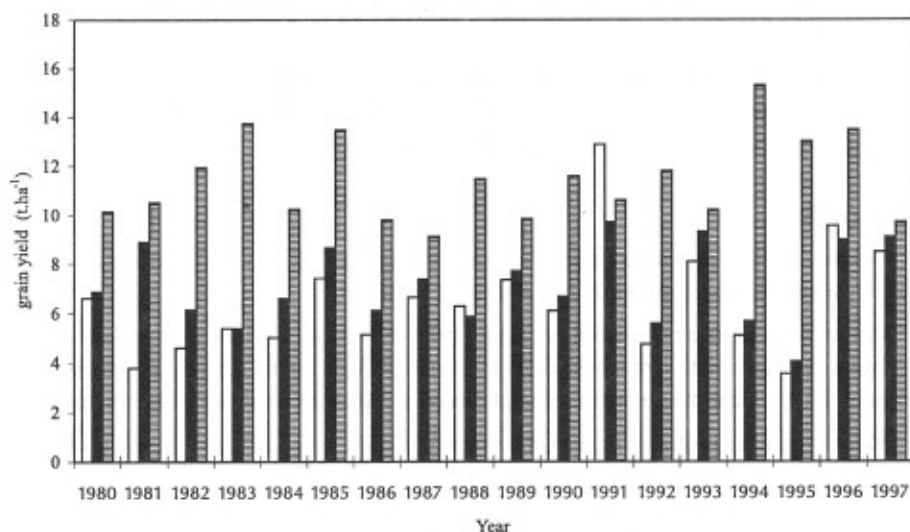
Meteorologická data byla měřena v období 1979–1994 klasickou meteorologickou stanicí. Od roku 1995 automatickým meteorologickým měřícím systémem CAMPBELL řízeným datalogrem CR10. Požadované meteorologické veličiny byly vyhodnoceny v denním kroku.

Vlastní simulace proběhla na základě vstupních údajů. Jejich získání a úprava do modelem požadované podoby se nazývá parametrizace modelu a je nezbytnou podmínkou validace. Validace – srovnání pozorovaných a simulovaných údajů, byla provedena za použití dynamického, verifikovatelného, specifického, vysvětlujícího a deterministického modelu s označením CERES – Maize (Crop Environment Resource Synthesis) verze 3.0 (Tsuji et al., 1994), který je výsledkem projektu IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer). Program pracuje spolu s ostatními modely řady CERES v prostředí DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer).

Na základě úspěšné parametrizace a validace modelu (Šťastná, 1998) byla provedena citlivostní analýza meteorologických vstupních parametrů jak pro potenciální, tak pro vodou a živinami limitovanou hladinu v letech 1995 a 1996. Jednalo se o 10% zvýšení a snížení hodnot u vybraných meteorologických charakteristik, a to globální radiace ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$) a srážek (mm). Změna radiace byla provedena pro potenciální výnosovou hladinu, změna srážek pro vodou limitovanou (stresovanou) hladinu.

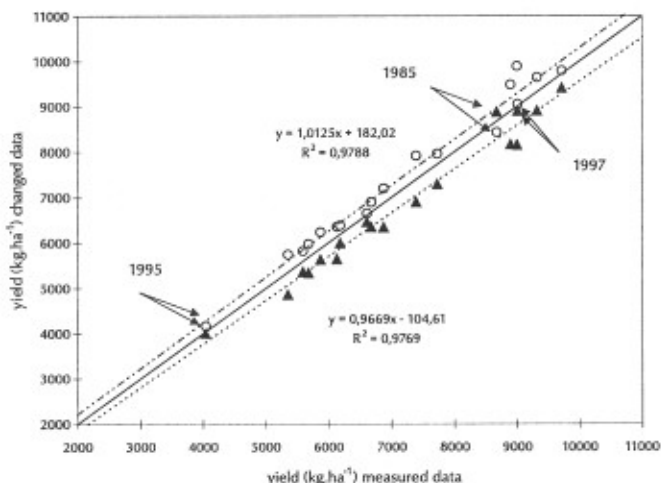
Výsledky

Z výsledků validace vyplývá, že z pohledu simulace výnosů až na rok 1981 a 1991 prokázal model vysokou shodu mezi simulovanými a pozorovanými hodnotami (obr.1). Korelační koeficient po vyloučení obou sporných let dosáhl hodnoty 0,90 (se zařazením 1981 a 1991 hodnota činila 0,73).



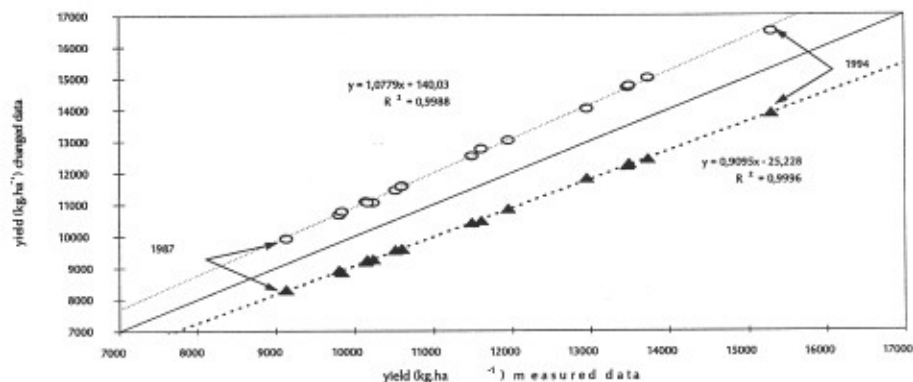
Obr. 1: Validace modelu CERES – Maize v období 1980 – 1997 (bílé sloupce – pozorovaný výnos, černé sloupce – simulovaný výnos, šrafované sloupce – potenciální výnos).

Při zvýšení či snížení hodnot srážek o 10% nereaguje model tak jednoznačně jako u globální radiace. Vzhledem k tomu, že se jedná o reálný výnos, platí vztah, že se zvýšením srážek klesá stres suchem a zvyšuje se výnos (obr.2). Výjimkou je rok 1985, kdy došlo k záplavám v květnu, tedy v době, kdy rostlina neměla ještě dostatečně vytvořenou biomasu, kdežto záplavy roku 1997 přišly v červenci, kdy byl již plně vyvinut kořenový systém a dosažena max. listová plocha, která vytvořila podstatně vyšší transpirační plochu.



Obr. 2: Vliv změny množství srážek (prázdné body +10 %, plně trojúhelníky -10%) na výnos.

Pro hodnoty globální radiace – potenciální hladinu výnosu vliv změny (10% zvýšení, 10% snížení) se ukázalo, že závislost je téměř lineární. Znamená to, že se zvýšením hodnot globální radiace se zvednou hodnoty výnosu (pro jednotlivé roky od 7,8 do 10,0 %), naopak se snížením výnosy klesnou (od -8,8 do -9,9%).



Obr. 3: Vliv změny množství globální radiace (prázdné body +10 %, plné trojúhelníky -10%) na výnos.

Závěr

Citlivostní analýza jako forma využití růstových a výnosových modelů může poskytovat podklady pro upřesnění agrotechnických opatření nebo agroklimatické rajonizace pěstování jednotlivých plodin. Z výsledků dosažených v rámci naší studie vyplývá dobrá použitelnost modelu pro popis vzájemných vztahů mezi globální radiací resp. srážek na růst a vývoj testované plodiny.

Souhrn

Zvýšením a snížením hodnot denní sumy globální radiace a srážek o 10% u validovaného (validace byla úspěšně provedena pro období 1980–1997) růstového modelu CERES–Maize byly získány výstupy odpovídající změně meteorologického parametru. Na základě výsledků lze konstatovat, že u globální radiace a srážek pozorujeme u většiny vegetačních sezón přímo úměrné změny.

Poděkování

Příspěvek mohl být publikován za podpory Fondu rozvoje vysokých škol (FRVŠ) na základě projektu č. 1295/1998

Literatura

Friend, A. D. Pgen: An integrated model of leaf photosynthesis, transpiration and conductance. *Ecological Modelling* 77, 1995: 233–255.

Majerčák, J., Novák, V., Vidovič, J. The model CORNWAY – A tool for analysing the relation between soil–water regime and the yield of maize (*Zea Mays* L.), *Int. Agrophysics* 1996, 10: 269–276

Nonhebel, S. The importance of weather data in crop growth simulation models and assessment of climatic change effect. *Proefschrift Wageningen, Netherland. (Ph.D. thesis), 1994, pp.141*

Penning de Vries, F. W. T., Jansen, D. M., ten Berge, H. F. M. Bakema, A. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. *Pudoc, Wageningen, The Netherland, 1989, pp. 267*

Ritchie, J.T. et al. Development of a Barley Yield Simulation Model, USDA 86–CRSR–2–2867, Michigan State University, East Lansing, Mich, 1989

Štátná, M. Parametrization, validation and utilization of the crop growth CERES–Maize model, MZLU Brno, 1998, 135 s. (disertační práce)

Štátná, M., Žalud, Z., Sensitivity analysis of soil hydrologic parameters for two crop growth models, 1999 (přijato do Soil & Tillage Research, v tisku)

Tsuji, G. Y., Uehara, G., Balas, S. DSSAT v3.0. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 1994, pp. 682

Williams, J. R., Jones, C. A., Dyke, P. T. The EPIC model and its application. In. *proc. ICRI-SAT–IBSNAT–SYSS Symp. on Minimum Data Sets for Agrotechnology Transfer, march 1983, Hyderabad, India: 1984, 111–121*

Adresa autorů

Oddělení bioklimatologie ÚKE, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05–4513 3083, e-mail: stastna@mendelu.cz, zalud@mendelu.cz