

UPORABA AVTOMATSKIH METEOROLOŠKIH POSTAJ ZA PROGNOZO VARSTVA RASTLIN IN NAMAKANJA

Vlasta KNAPIČ¹, Konrad BEBER², Gabrijel SELJAK³, Vojko ŠKERLAVAJ⁴,
Smilja TOMŠE⁵

¹Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, ²Kmetijski zavod Maribor,
³Kmetijsko veterinarski zavod Nova Gorica, ⁴Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana,
⁵Kmetijski zavod Ljubljana, Oddelek Novo mesto

IZVLEČEK

V Sloveniji smo osnovali 5 regijskih centrov, opremljenih z agrometeorološkimi postajami za prognozo varstva rastlin, jih povezali v mrežo, ki omogoča hitro izmenjavo podatkov in dopolnili opremo za prognozo namakanja. Adcon-Agroexpert uporabljamo za spremljanje meteoroloških razmer neposredno v nasadih (sadovnjaki, vinogradi, hmeljišča, krompirišča in sladkorna pesa), na podlagi teh pa programska oprema po izbranih matematičnih modelih izračunava verjetnost za razvoj posameznih bolezni in škodljivcev. V dveh centrih smo opremo dopolnili z dodatnimi senzorji, ki omogočajo prognozo razvoja bolezni žit (senzor za merjenje temperature v tleh in 20 cm nad tlemi, senzor za sončno sevanje, senzor za merjenje hitrosti in smeri vetra) ter s senzorji za merjenje vlage v tleh (Virrib obroč). Vse meritve na polju se telemetrijsko prenesejo do sprejemnika in računalnika, ki izračuna verjetnost za napoved. Delo prognostika je s tem precej lažje in je osredinjeno le še na spremljanje biotičnih dejavnikov (razvojni stadij rastlin in bolezni, za okužbo sposobne spore) in aplikacije fitofarmaceutskih sredstev, saj mora te parametre ročno in smiselno vnašati v program, da je napoved natančna. Ažurno spremljanje naštetih dejavnikov omogoča tudi hitro izmenjavo podatkov med centri in obveščanje uporabnikov, natančne napovedi pa zmanjšano uporabo fitofarmaceutskih sredstev.

Ključne besede: agrometeorologija, napoved, prognoza, signalizacija, varstvo rastlin

ABSTRACT

USING OF AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATIONS FOR EARLY PEST WARNING AND IRRIGATION PREDICTION

5 region's centers in Slovenia were equipped with agrometeorological stations used for plant protection prognosis and 2 of them with additional sensors for irrigation prediction (Virrib ring) and cereal diseases warning (sensors for: soil temperature and temperature 20 cm above soil, solar radiation, wind speed and wind direction). Meteorological stations are set on the field among a crop or in a plantation (orchards, vineyards, hop gardens, potatoes, sugar beet, cereals). Measured data are automatically transferred to the radio receiver, connected to the computer where Adcon-Agroexpert software enables calculating of probability for plant disease or pests occurring. Agrometeorological and PC network enable prompt data exchange among individual users and via modem also among centers. This system facilitate plant prognosis because experts can focus more on observing biotical parameters (fenology of plant and pests, maturated spores) and on application

¹ dipl. ing. kmet., SI-3310 Žalec, Cesta Žalskega tabora 2

² mag., dipl. ing. kmet., SI-2000 Maribor, Vinarska 14

³ mag., dipl. ing. kmet., SI-5000 Nova Gorica, Pri hrastu 18

⁴ dipl. ing. kmet., SI-1001 Ljubljana, Hacquetova 17

⁵ dipl. ing. kmet., SI-8000 Novo mesto, Gubčeva 15

of pesticides for filling in the warning model from the software to achieve more accurate prediction. Correct warning and prediction system with current information system can decrease application of plant protection chemicals significantly.

Key words: agrometeorology, forecast, plant protection, prognosis, warning

1 UVOD

Tudi v kmetijstvu, še posebej pa pri varstvu rastlin, je postal osebni računalnik (PC-personal computer) nepogrešljivo pomagalo pri vsakdanjem delu. Možnosti njegove uporabe so številne, obravnavali pa bomo predvsem tiste, ko služi računalnik kot sredstvo za beleženje različnih podatkov, obdelavi baz podatkov in uporabi za prognoziranje pojava in širjenja rastlinskih bolezni ter škodljivcev. Seveda je računalnik le en člen v informacijski verigi, ki jo sestavljajo različni izdelki sodobne tehnologije: telefon, televizija, radio, avtomatske merilne postaje, različni nosilci zapisov in prenosov informacij itd., ki jih izkoriščamo pri signalizaciji varstva rastlin.

Ob pregledu organiziranja in delovanja prognostičnih služb za varstvo rastlin Slovenija ne zaostaja za drugimi evropskimi državami: niti po natančnosti zajemanja podatkov niti po učinkovitosti prenosa informacij do uporabnikov. Opazovalno napovedovalna služba za varstvo rastlin deluje v okviru zgoraj navedenih institucij. Pri zajemanju podatkov na terenu sodelujemo z opazovalci - kolegi iz kmetijske svetovalne službe, tehnologi posestev in zadrug ter z zasebnimi lastniki nasadov. Vsa leta poleg biotičnih dejavnikov o razvoju bolezni in rastlin z različnimi pripravami spremljamo tudi meteorološke dejavnike, ki imajo pomemben vpliv na pravilno prognozo. V letu 1998 pa smo 5 regijskih centrov dodatno opremili s sodobnimi agrometeorološkimi postajami (Adcon Telemetry, Avstrija), ki so poskusno delovale v Žalcu od 1995. in v Mariboru od 1997. leta.

2 MATERIALI IN METODE DE LA

V Sloveniji imamo trenutno 55 merilnih postaj za potrebe prognoze varstva rastlin, ki so povezane v mrežo. Vse so opremljene s senzorji za merjenje osnovnih parametrov, ki so: temperatura zraka, zračna vlažnost, omočenost listja in padavine. Osnovne meteorološke postaje (Adcon Telemetry) so nameščene v nasadih (sadovnjaki, vinogradi, hmeljišča, krompirišča, sladkorna pesa) za spremljanje meteoroloških razmer, na podlagi katerih programska oprema (Adcon AgroExpert) po določenih matematičnih modelih izračunava verjetnost za razvoj posameznih bolezni in škodljivcev (Knapič, 1997).

V Mariboru in Žalcu pa smo tri osnovne meteorološke postaje nadgradili z dodatnimi senzorji: za merjenje temperature tal in 20 cm nad tlemi, za sončno sevanje, za merjenje hitrosti in smeri vetra ter z Virrib obroči (AMET Velké Bilovice) za zaznavanje prevodnosti tal kot posledico vsebnosti vode v tleh. Z dodatnimi senzorji je mogoča prognoza namakanja kmetijskih rastlin (Adcon AgroExpert) in prognoza žitnih bolezni, za kar smo programsko opremo dopolnili in povezali s sistemom Pro_Plant (Field crop Management Program, Nemčija). Takšen način napovedi bolezni žit je pri nas novost in zato v nadaljevanju podajamo pregled organiziranja prognostičnih služb evropskih držav na primeru žit in predstavljamo sistem Pro_Plant.

2.1 Pregled modelov za napoved bolezni žit

Grobo bi lahko delili različne statistične modele na empirične, ki pri rezultatu ne upoštevajo trenutnih vremenskih razmer in na matematične, ki ravno na podlagi vremenskih dejavnikov oblikujejo napoved za pojav bolezni in škodljivcev.

V zahodnem delu Francije uporablja Služba za varstvo rastlin empirični model CERES, s katerim lahko optimizirajo uporabo fungicidov v žitu, uporabljajo pa ga predvsem svetovalci. PC-program potrebuje logične vnose ocen pojava glavnih bolezni žit (% obolelih listov, klasov), biotične parametre (kultivar, razvojna faza), agronomske parametre (tip, tal, prejšnji posevek, odmerek dušičnih gnojil), fitofarmacevstke parametre (čas delovanja fungicidov, spekter bolezni), ne upošteva pa vremenskih razmer. Ker jemljejo vreme kot konstanto, zmore program napovedati le morebitno ekonomsko škodo ob določenem stanju posevka in s tem potrdi ali ovrže upravičenost škropljenja (Touzeau, 1993). Program CERES je aplikativen na določenih poljih (parcelah), ni pa ustrezen za napovedovanje pojava žitnih bolezni v celotni regiji. V Franciji pa uporabljajo tudi dva druga modela prognoze: EPIPARE in POSITIVE.

Tudi v Italiji uporabljajo empirični model CERMAL (Battilani *et al.*, 1993), program, s katerim v integrirani pridelavi žita izbirajo ustrezne - na bolezni odporne - kultivarje krušne in trde pšenice, ječmena in tritikale. Kot podlaga služi baza podatkov več kot 300 poskusov v žitih skozi 12 let, kjer ob standardni agrotehniko niso uporabljali fungicidov. Na podlagi podatkov povprečne stopnje okužbe z žitno boleznijo v posameznih kultivarjih in v določenih rastnih razmerah nekega leta program izračuna frekvence posameznih razredov in tako dobi empirično vrednost za verjetnost okužbe v tekočem letu. Program pomaga pri odločitvi ali uporabiti fungicid, ko je dosežen škodni prag ali ne. Ta znaša npr. pri pepelovki 10% okužene listne površine, pri rjah pa že pojav vidnih simptomov na žitu. Posebej za prognozo pšenične rje *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* (*Puccinia triticina*) pa so v Italiji razvili model, ki vkalkulira vremenske podatke (Rossi, 1996)

V Nemčiji so leta 1993 začeli širiti dva sistema napovedi bolezni in škodljivcev rastlin. Prvi model je PROGEB (danes PASO), ki ga je širila državna svetovalna služba in ima med desetimi pod modeli tudi prognozo žitne peplovke, lomljivosti žitnih bilk pšenice in rži ter rženega (ječmenovega) ožiga. Drugi sistem računalniško podprte prognoze v Nemčiji pa je razvila univerza iz Münstra l. 1993 prav za napoved žitnih bolezni - Pro_Plant (Frahm, 1993). Oba programa za napoved glavnih žitnih bolezni v nasprotju z italijanskim in francoskim modelom upoštevata vremenske dejavnike (temperatura, zračna vlaga, padavine) in sicer kot neodvisne spremenljivke funkcije oziroma determinante. PROGEB, ki je bil v začetku širše uporabljan, za napoved žitne peplovke računa odstotek okužene listne površine za pet razredov kultivarjev glede na občutljivost na pepelovko. Vhodni podatki so 3 urne vrednosti temperature in zračne vlage, 12-urne vrednosti padavin in stopnja infekcijskega pritiska, ki ga izračuna na podlagi podatkov o regiji, jesenski okužbi in zimskem mrazu. Program oblikuje napoved za določeno regijo še na osnovi 7-dnevne vremenske prognoze ter trenutnega zdravstvenega stanja posevkov (Gutsche, 1993). Pro_Plant, ki se je širil komercialno, pa je danes bolj razširjen, uporabljajo ga zasebni in državni svetovalci kot tudi pridelovalci v Nemčiji, Avstriji in na Nizozemskem.

Zanimiv sistem prognoze bolezni žit, stročnic in sladkorne pese je leta 1992 vpeljala Danska. To je Audiotex sistem, ki povezuje osebni računalnik, kjer so podatkovne baze, preko tonskega vmesnika s telefonom, preko katerega dostopajo uporabniki. Uporabniki preko dodeljene kartice in identifikacijske številke vnašajo opažanja s svojih polj v bazo in hkrati črpajo informacije (navodila) iz nje. V povprečno 5 minut trajajoči telefonski zvezi pridelovalec posluša napoved pojava bolezni, oblikovano na podlagi biotičnih in meteoroloških podatkov ter navodila za ukrepe (Murali, 1993). Na Danskem pa uporabljajo pri pridelavi žita še DSS-CP sistem (decision-support systems for crop protection) za operativno pomoč pri odločanju: kaj in kdaj škropiti ter kakšen odmerek uporabiti. Razvila ga je kmetijska svetovalna služba (Secher, 1993).

Vse več evropskih držav pa se opira na ameriški geografski informacijski sistem (GIS - geographic information systems), ki je resnično dobro orodje za prikaz različnih parametrov določenega geografskega območja. Na istih koordinatah, določenih s priročnimi napravami GPS - Global positioning systems, oblikujejo in izrišejo podatke o geoloških podlagah, talnih tleh, agronomski rabi, klimatskih parametrih in nazadnje še o razširjenosti bolezni in škodljivcev. Podlaga za uporabo GIS za prognozo rastlinskih bolezni je oblikovanje natančne baze meteoroloških podatkov (temperatura, padavine, relativna zračna vlaga, omočenost listja in veter), podatkov o gojenih rastlinah (fenologija, kultivar, indeks listne površine, predposevek), podatkov o škodljivem organizmu (razvojna faza, razširjenost, naseljenost) in okoljskih podatkov (talni tip, založenost tal, preskrba z vodo, nagib, osončenje)(Seem, 1993).

Glavna slabost sistema GIS so visoki stroški vhodnih podatkov, vendar to ni nepremagljiva ovira, saj je precej takih podatkov tudi v Sloveniji že dostopnih (geološke in pedološke karte, kataster). Na

Finskem so npr. povezali v informacijsko mrežo AGRONET različne uporabnike kot so raziskovalne ustanove s področja kmetijstva in okolja, državno upravo, svetovalno službo, predelovalno industrijo in pridelovalce. V informacijski sistem združujejo svoje ekspertne baze in za prikazovanje podatkov pojava in širjenja bolezni ter škodljivcev oziroma razvoja posevkov uporabljajo GIS. Ekspertne baze finske službe za varstvo rastlin, ki jih uporabniki koristijo, so npr. uporaba herbicidov, fungicidov in insekticidov v posevkih žit, ki jih vzdržujejo tri različne inštitucije, GIS aplikacija razširjenosti krompirjeve ogorčice in prognoza njenega širjenja ter baza vseh fitofarmaceutskih sredstev. Sistem nudi izbiro npr. herbicida glede na vrsto plevela, ki ga označimo na ponujeni sliki ali z imenom, vnesemo skupino plevelov in njihovo razvojno fazo ter dobimo izpis možnih pripravkov z vsemi podatki (Rantanen *et al.*, 1993). Zahteve skupnega trga v Evropski uniji potiskajo v ospredje uporabo sistema GIS za mapiranje škodljivih in karantenskih organizmov, tako na makronivoju Evrope, kot na nivoju posameznih držav in pokrajin (Baker, 1996).

2.2 Prognoza bolezni žit v Sloveniji

Računalniški program Pro_Plant je dostopen v manj zahtevni verziji za pridelovalce in kot celota za usposobljene svetovalce. Uporabnik prejme dvakrat letno podatkovno bazo sredstev za varstvo rastlin in bazo lastnosti kultivarjev, sam pa se oskrbi z vremenskimi podatki v elektronski obliki. Bodisi, da z avtomatsko vremensko postajo zajema podatke na svojem polju, ali pa se on-line poveže z državno meteorološko službo (Nemčija). Na podlagi vhodnih baz podatkov sistem svetuje škropljenje proti določeni bolezni, če se je ta razvila, in so (ali bodo) vremenske razmere ugodne: torej dobimo kot rezultat napovedi strategijo kontrole glede na verjetnost infekcije.

Vhodni vremenski podatki so 15-minutne vrednosti temperature zraka in zračne vlage na 0,2 m in na 2 m, temperatura tal v globini 5 cm, omočenost listov na 0,2 m, hitrost vetra in sončno sevanje. Te parametre merijo avtomatske merilne postaje na dveh lokacijah v okolici Maribora in na eni lokaciji v okolici Žalca. Bazo podatkov preko posebnega filtra izvozimo iz programa AgroExpert v program Pro_Plant, kjer začnemo t.i. konzultacijo. Model zahteva od nas še vnos podatkov o kultivarjih, o predhodnih tretiranjih (semena ali posevka), o gnojenju z dušikom in o razvojni fazi, pri čemer ponudi tudi grafično pomoč. Pri splošni diagnozi nam model grafično prikaže, katere bolezni imajo ugodne razmere za razvoj, v naslednjem koraku pa v posebnem modulu obravnavamo posamezno bolezen, ki nas zanima. Vnesti moramo še podatke o zastopanosti inokuluma, o obsegu vidnih simptomov in o latentni infekciji, izračunani na podlagi vremenskih podatkov. Če je potrebno, nam program ponudi ustrezne fungicide, pri čemer upošteva postavljene omejitve npr. da je posevek na vodovarstvenem območju, da smo v pasu, kjer ne smemo škodovati čebelam, da apliciramo fungicid skupaj z gnojilom in mora imeti ustrezno reakcijo, da ne sme poškodovati voščene prevleke ipd. Ponudi nam tudi v Nemčiji veljavne odmerke za uspešno delovanje in cene fungicidov. Seveda modela ne moremo v celoti prenesti v naše razmere, lahko pa se iz njega veliko naučimo in ga sčasoma prilagodimo (preglednica 1).

2.3 Prognoza namakanja

Adcon sistem je razširil tehnično opremo tudi na meritve vsebnosti vode v tleh. Ker je potrebno tak podatek pridobivati iz različnih globin tal in z več merilnih mest ene parcele, so osnovni merilni postaji dodani še manjši samostojni oddajniki, na katere priključimo merilne inštrumente za vsebnost vode v tleh. Ti podatke brezžično pošiljajo do osnovne postaje, ta pa naprej do centralnega sprejemnika. Odločili smo se za merilnike, t.i. Virrib obroče (Virrib Phase Transmission sensor), ki zaznajo različne dielektrične konstante vode, zraka in mineralnega dela tal, program pa izračuna volumski odstotek vode v tleh. Dobljene vrednosti so bolj točne in uporabne, če prej izdelamo umeritveno krivuljo s klasično - gravimetrično metodo. V Žalcu bo narejena primerjava točnosti merjenja vlage v tleh tudi z drugo sodobno napravo, ki pa deluje na podobnem principu - TDR (Time Domain Reflectometer, Campbell). Za merjenje talne vlage je na Adcon-addIT oddajnike mogoče priključiti tudi različne talne sonde, gips bloke, Watermark enote ter tenziometre, ki pa imajo mnogo šibkih točk in so zato manj zanesljivi.

Prognozni model AgroExpert na podlagi podatkov o volumski vsebnosti vode v tleh, faktorja rastline (fenofaze) in izračunane potencialne evapotranspiracije po Penman-Monteithu, izračuna potrebno količino vode, ki jo moramo dodati z namakanjem. Potencialna evapotranspiracija je izračunana iz podatkov o temperaturi zraka, relativni zračni vlagi, hitrosti vetra in sončnega sevanja.

Preglednica 1: Pregled glavnih boleznih žit z navedbo avtorja modela, po katerem program Pro_plant na podlagi vremenskih parametrov in drugih dejavnikov napoveduje potrebo po varstvu žit

| Bolezen | Vrsta glive | Avtorji modelov | Opombe |
|--------------------------|---|---|--|
| rjavenje pšeničnih plev | <i>Septoria nodorum</i> (Berk) Castellani et EG Germano - anamorf <i>Stagonospora nodorum</i> - teleomorf | Verreet & Hoffmann (1987); Obst (1993) | sin. <i>Leptosphaeria nodorum</i> E. Müller sin. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> E. Müller |
| pšenična listna pegavost | <i>Septoria tritici</i> Rob. apud Desm. - anamorf* <i>Mycopshaelera graminicola</i> (Fuckel) Schrödter - teleomorf | Shaw & Royle (1986); Jordan et al. (1986); Jorgensen (1991); Ceynowa & Lindernberg (1993); Schöfl et al. (1994) | |
| lomljivost žitnih stebel | <i>Pseudocercospora herpotricho-ides</i> (Fron.) Deighton - anamorf <i>Tapesia yallundae</i> Wallworkand Spooner - teleomorf | Frahm & Knapp (1986) | Prej <i>Cercospora herpotrichoides</i> |
| žitna pepelovka | <i>Blumeria graminis</i> (D. C.) Speer | Obst (1996) | sin. <i>Erysiphe graminis</i> DC |
| rženi listni ožig | <i>Rhynchosporium secalis</i> | Volk & Frahm (1989); Obst (1993) | ječmenov listni ožig |
| pšenična rja | <i>Puccinia recondita</i> | Beresford & Royle (1988) | |
| žitna progasta rja | <i>Puccinia graminis</i> Pers. | Beresford & Royle (1988) | |

*anamorf=aseksualni stadij (parazitska fruktifikacijska oblika) / teleomorf=spolni stadij (glavna frukt. oblika)

3 DISKUSIJA IN SKLEPI

Ko na določenem območju merimo meteorološke dejavnike, je smiselno te podatke čimbolj izkoristiti, saj je investicija v opremo za kmetijsko pridelavo dokaj velika. Poleg tega, da nam služijo za napoved razvoja bolezni in škodljivcev, so uporabni že sami podatki o količini padavin, ki razmoči tla, spere dušična hranila ali fungicidno oblogo. Lažje se odločimo, kdaj je dovolj ali ne preveč toplo za aplikacijo sredstev in gnojil ter vemo, kdaj je ustrezna zračna vlažnost. Zato je smiselno vzpostaviti mreže meteoroloških postaj po centrih Kmetijske svetovalne službe ter večjih pridelovalnih in izobraževalnih subjektih v kmetijstvu, da bodo vsi poskusi bolj eksaktni in pridelava bolj usmerjena.

V Sloveniji je zasnovana osnovna mreža agrometeoroloških postaj, ki jo je mogoče poljubno širiti in nadgrajevati z dodatnimi centri, ki bodo pokrili vsa kmetijska območja. Programska in strojna oprema je kompatibilna z veliko drugimi sorodnimi postajami (npr. Metos) in programi za prognozo varstva rastlin, gnojenja, namakanja, varstva pred pozebo ipd. Merilne enote so dovolj natančne za namen uporabe, saj ustrezajo npr. nemškemu standardom za agrometeorološke postaje VDI Richtlinie 3786.

Možnosti uporabe programa Pro_Plant so širše kot samo za žita, saj ima dober model za napoved škodljivcev križnic (*Psylliodes chrysocephala* v jeseni; *Ceutorhynchus napi*,

Meligethes aeneus, *Ceutorhynchus quadridens*, *C. assimilis* in *Dasineura brassicae* spomladi) in boleznih sladkorne pese (*Cercospora* in *Ramularia*, *Erysiphe betae*). Z njegovo pomočjo se lahko na konkretni parceli odločimo za izbor herbicida v koruzi glede na vrsto, gostoto in razvojno fazo plevela, glede na talno teksturo in vlago ter glede na plevelni semenski potencial v tleh (Frahm *et al.*, 1996).

Pa še v eni stvari bi se lahko zgledovali po Nemčiji: v povezovanju in sodelovanju z državno meteorološko službo, ki daje uporabnikom možnost *on-line* povezav in dostopa do izmerjenih podatkov svoje mreže ter do kratkoročnih vremenskih napovedi.

4 LITERATURA

- Baker, R. H. A. (1996). Developing a European pest risk mapping system.- EPPO Conference on Forecasting in Plant Protection, Potsdam (DE) 1995-11-21/24; Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 26, p. 485-494.
- Battilani, P. / P. Racca / R. Ranieri / V. Rossi / N. Stoppelli (1993). Computerized information system for cereal disease management in Emilia-Romagna (Italy).- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 557-564.
- Frahm, J. / T. Volk (1993). PRO_PLANT - a computer-based decision-support system for cereal disease control.- EPPO Conference on Computerized Advisory Systems for Plant Protection, Eslöv (SE), 1992-11-03/06; Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 685-693.
- Frahm, J. / Volk T. / Johnen A. (1996). Development of the PRO_PLANT decision-support system for plant protection in cereals, sugarbeet and rape.- EPPO Conference on Forecasting in Plant Protection, Potsdam (DE) 1995-11-21/24; Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 26, p. 609-622.
- Gutsche, V. (1993). PROGEB - a model-aided forecasting service for pest management in cereals and potatoes.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 577-581.
- Knapič, V. (1997). Računalniško podprta prognoza varstva rastlin.- Zbornik referatov 3. slov. posvetovanja o varstvu rastlin, Portorož, 1997.
- Murali, N. S. (1993). Audiotex system for monitoring and control of pests in field crops.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 583-588.
- Rantanen, O. / R. Merkkiniemi / J. Salonen / T. Kaukoranta (1993). Development of the real-time information network AGRONET in Finland.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 647-651.
- Rossi, V. / P. Racca / D. Pancaldi / I. Alberti (1996). Appearance of *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* on winter wheat: a simulation model.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 26, p. 555-566.
- Secher, B. J. M. / N. S. Murali (1993). The use of a computer-based decision support system to evaluate new parameters in crop protection research.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 663-667.
- Seem, R. C. (1993). Geographic Information Systems for localized pest predictions.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 639-646.
- Touzeau, J (1993). Reflexions sur CERES, systeme d'aide la deision pour les traitements fongicides du ble.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, p. 551-555.