

VPLIV PREDVIDENIH PODNEBNIH SPREMEMB NA ŠKODLJIVOST TOBAKOVEGA RESARJA (*Thrips tabaci* Lindeman, Thysanoptera, Thripidae)

Klemen BERGANT¹, Stanislav TRDAN², Dragan ŽNIDARČIČ³

¹Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, Ljubljana

²Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za entomologijo in fitopatologijo,
Ljubljana

³Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za vrtnarstvo, Ljubljana

IZVLEČEK

Pri dinamiki razvoja tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) imajo pomembno vlogo temperaturne razmere, ki jih v modele razvoja običajno vključujemo prek temperaturnih vsot. Ob predvidenih spremembah podnebja se bodo spremenile tudi razmere za razvoj tobakovega resarja. Višje temperature zraka bodo vplivale na število rodov vrste in s tem zelo verjetno na njegovo škodljivost na gojenih rastlinah. V prispevku smo za leti 1999 in 2000 za lokaciji Ljubljana in Bilje ovrednotili uporabnost preprostega modela temperaturnih vsot za ocenjevanje števila rodov tobakovega resarja. Osnovne podatke so predstavljali rezultati monitoringa škodljivca s svetlo modrimi lepljivim i ploščami v nasadu čebule (*Allium cepa* L.) na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani in v nasadu pora (*Allium porrum* L.) v Biljah. Izdelane modele smo nato uporabili za ocenjevanje sprememb v številu rodov tobakovega resarja v spremenjenih podnebnih razmerah na šestih lokacijah v Sloveniji (Ljubljana, Maribor, Novo mesto, Murska Sobota, Rateče in Bilje). Temperaturne razmere v 21. stoletju smo za izbrane lokacije ocenili na podlagi rezultatov simulacij z različnimi modeli splošne cirkulacije, pri katerih sta bila upoštevana IPCC A2 in B2 scenarija emisij toplogrednih plinov in sulfatnih aerosolov v 21. stoletju. Zaradi predvidenega dviga temperatur zraka se bo razvojni krog škodljivca zaključil hitreje, takšne okoljske razmere pa bodo omogočile razvoj večjega števila rodov tobakovega resarja med rastno dobo.

Ključne besede: podnebne spremembe, temperaturne vsote, tobakov resar, *Thrips tabaci*

ABSTRACT

THE POTENTIAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE HARMFULNESS OF ONION THRIPS (*Thrips tabaci* Lindeman, Thysanoptera, Thripidae)

The development dynamics of onion thrips (*Thrips tabaci*) strongly depends on temperature conditions, which are usually represented in models as degree-days. Potential climate change will affect the temperature conditions and so the development of onion thrips resulting in change in number of its generations and most probably on its harmfulness on cultivated plants.

In this paper, simple degree-days model for predicting the occurrence of onion thrips and the number of generations was tested with measurements for the years 1999 and 2000. Basic data present the results of onion thrips monitoring in onion crops (*Allium cepa* L.) on the Laboratory field of the Biotechnical Faculty (Ljubljana), and of the same species monitoring in leek crops (*Allium porrum* L.) in Bilje, using the sticky boards of light blue colour. The same model was used for prediction of dynamics of onion thrips in climate change conditions. The temperature conditions in 21st for six locations in Slovenia (Ljubljana, Maribor, Novo mesto, Murska Sobota, Rateče, and Bilje) were estimated on the base of simulations with different general circulation models that include IPCC A2 and B2 emission scenarios for greenhouse gasses and sulfate aerosols. The expected increase in temperature will result in faster development of onion thrips and so in more generations of onion thrips per year.

Key words: climate change, degree-days, onion thrips, *Thrips tabaci*

¹ asist. mag., univ. dipl. meteor., SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

² asist. dr., univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ učitelj veščin, univ. dipl. inž. agr., prav tam

1 UVOD

Tobakov resar (*Thrips tabaci* Lindeman) je kozmopolit in velik polifag, pa vendar je na različnih območjih sveta njegova škodljivost omejena le na določene rastlinske vrste. Žuželka se pojavlja tudi v zavarovanih prostorih, a je navadno bolj škodljiva na prostem. Na Stari celini je ta resar pomemben škodljivec nekaterih vrtnin in okrasnih rastlin, pri čemer namenjamo v zadnjem obdobju največ pozornosti njegovi škodljivosti na čebuli (Trdan in Žnidarčič, 2002), poru (Ester in Evenhuis, 1998) in zelju (Fail in Penzes, 2002). Vrsta je prenašalec virusa pegavosti in uvelosti paradižnika (tomato spotted wilt virus ali krajše TSWV), virusa "tobacco streak" (TSV) (Sdoodee in Teakle, 1987) in "sowbane mosaic sobemovirusa" (SoMV) (Hardy in Teakle, 1992). TSWV je bil v Sloveniji ugotovljen pred nekaj leti (Mavrič in Ravnikar, 2001) in zlasti ta virus predstavlja največjo nevarnost za pridelovalce vrtnin in okrasnih rastlin, še posebno ob dejstvu, da je virus tudi na A2 seznamu karantenskih škodljivih organizmov EPPO (Evropska in sredozemska organizacija za varstvo rastlin). Dinamika razvoja tobakovega resarja je močno odvisna od okoljskih razmer, še zlasti od temperature. Zato je poznavanje povezave razvoja in razmnoževanja tobakovega resarja s temperaturo zraka ključnega pomena pri razumevanju in napovedovanju razvoja škodljivca in njegove populacijske dinamike (Murai, 2000).

Najpogostejši pristop k napovedovanju dinamike razvoja ter širjenja (prostorskega gibanja) žuželk v odvisnosti od vremenskih razmer, predstavlja uporaba temperaturnih vsot (Lindblad in Sigvald, 1996; Bryant *et al.*, 1998; Roltsch *et al.* 1999) kot merila za prejeto energijo (McMaster in Wilhelm, 1997; Bonhomme, 2000; Cesaraccio *et al.*, 2001). Pri tem predpostavimo, da je povezava med razvojnim stadijem žuželke in temperaturo zraka nad določenim temperaturnim pragom linearna (Lindblad in Sigvald, 1996; Bonhomme 2000). Za tobakovega resarja so pomembne predvsem temperature, ki so višje od 11,5 °C. Za razvoj od jajčeca do odrasle samice tobakov resar v spremenljivih temperaturnih razmerah potrebuje efektivno temperaturno vsoto 228 °C nad omenjenim pragom, za razvoj od ličinke do odrasle samice pa 133 °C (Edelson in Magaro, 1988).

V primeru predvidenih sprememb podnebja v prihodnosti ter s tem sprememb temperature zraka, se bodo spremenile tudi razmere za razvoj tobakovega resarja. Zaradi predvidenega dviga temperatur zraka se bo razvojni krog škodljivca sklenil hitreje, takšne okoljske razmere pa bodo omogočile razvoj večjega števila rodov tobakovega resarja med rastno dobo. Poleg tega lahko ob dvigu okoljske temperature pričakujemo pojav škodljivca tudi na območjih, kjer temperaturne razmere za njegov razvoj trenutno še niso ugodne, kar posledično pomeni večanje življenjskega prostora tobakovega resarja. Da bi s pomočjo temperaturnih vsot ocenili, kako bodo spremenjene temperaturne razmere vplivale na razvoj tobakovega resarja, potrebujemo količinske ocene sprememb temperature na izbranem območju. Takšne ocene navadno temeljijo na rezultatih simulacij podnebnih razmer z modeli splošne cirkulacije (GCM) in projekcijah teh rezultatov v lokalno skalo.

Gre za tridimenzionalne numerične modele, s katerimi skušamo na podlagi zakonov fizike čim bolj verodostojno opisati dinamiko ozračja in oceanov na celotni zemeljski obli ob različnih začetnih pogojih (McGuffie in Handerson-Sellers, 1997). Z omejeno prostorsko ločljivostjo (nekaj geografskih °) GCM zadovoljivo opišejo glavne značilnosti podnebja na širšem prostorskem območju, zanesljivost njihovih simulacij pa je slaba na posamezni točki izračunavanja (Grotch in MacCracken, 1991; von Storch *et al.*, 1993, Benestad, 2001). Neposredna uporaba rezultatov simulacij z GCM na posameznih lokacijah je zato neprimerna. Rezultate simulacij z GCM moramo pred uporabo v lokalnih študijah vpliva

sprememb podnebja najprej projicirati na lokalni nivo, čemur pravimo zmanjševanje prostorske skale (angl. *downscaling*) (Wilby in Wiegly, 1997; Zorita in Storch, 1999). Šele takšne lahko uporabimo za ocenjevanje vpliva sprememb podnebja na temperaturne vsote na izbranem območju.

Namen naše raziskave je bil oceniti predviden vpliv podnebnih sprememb na škodljivost tobakovega resarja na različnih lokacijah v Sloveniji. V prvem delu smo na podlagi podatkov monitoringa tobakovega resarja v Ljubljani in Biljah ter na podlagi hkratnih meritev temperature zraka preverili preprost model s temperaturnimi vsotami. V drugem delu smo na podlagi projekcij rezultatov simulacij z različnimi GCM za šest lokacij (Ljubljana, Maribor, Novo mesto, Murska Sobota, Rateče in Bilje) skušali oceniti, kako bodo predvidene spremembe temperature zraka vplivale na število rodov tobakovega resarja in posledično na njegovo škodljivost v 21. stoletju. Primerjavo smo naredili za tri različna obdobja: 2001-2030, 2031-2060 ter 2061-2090, v primerjavi obdobjem 1971-2000.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Monitoring tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) s svetlo modrimi lepljivimi ploščami

Osnovni podatki so bili rezultati monitoringa škodljivca s svetlo modrimi lepljivimi ploščami v nasadu čebule (*Allium cepa* L.) na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani in v nasadu pora (*Allium porrum* L.) v Biljah. Svetlo modre lepljive plošče so v svetu in pri nas najpogosteje uporabljene za načrtno spremljanje gibanja številnosti resarjev med rastno dobo (Brødsgaard, 1989; Trdan, 1999; Trdan *et al.*, 2003).

Na obeh lokacijah smo prve plošče nastavili v drugi dekadi aprila 1999. Tako v Ljubljani kot v Biljah smo na naključno izbranih mestih nastavili po 4 svetlo modre lepljive plošče, ki smo jih nato do konca decembra 2000 menjavali v približno 14 dnevni intervalih. Zamenjane plošče smo do štetja osebkov – to smo opravili v Entomološkem laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo v Ljubljani, s pomočjo klasičnega stereomikroskopa pri približno 15-kratni povečavi - shranili v hladilniku pri temperaturi od 2 do 4 °C. Osebkve tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) smo šteli na obeh straneh plošč, zeleni podatek pa je bil poprečni dnevni ulov osebkov vrste na lepljivo ploščo v izbranem časovnem intervalu.

2.2 Analiza vpliva predvidenih podnebnih sprememb na bionomijo in škodljivost vrste

Za ocenjevanje dejanskih učinkovitih temperaturnih vsot (Bonhomme, 2000) nad temperaturnim pragom 11,5 °C smo uporabili podatke o srednjih dnevni temperaturah zraka, izmerjenih na meteoroloških postajah Ljubljana - Bežigrad, Maribor, Novo mesto, Murska Sobota, Rateče in Bilje v obdobju 1971-2000 (vir: Agencija za okolje, Urad za meteorologijo). Pri tem smo upoštevali, da je bil temperaturni prag presežen tedaj, ko so se srednje dnevne temperature zraka petih zaporednih dni dvignile oziroma spustile pod temperaturo praga. Temperaturne vsote v spremenjenih podnebnih razmerah smo ocenili na podlagi rezultatov simulacij podnebnih razmer v prihodnosti z različnimi GCM, ki so javno dostopni na domači spletni strani podatkovnega centra Mednarodnega foruma o podnebnih spremembah (angl. Intergovernmental Panel on Climate Change) (vir: <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk>). Uporabili smo rezultate simulacij z avstralskim modelom CSIRO Mk2, kanadskim modelom CGCM2, angleškim modelom HadCM3, ameriškim modelom NCAR-PCM in nemškimi modelom ECHAM4/OPYC3. Pri simulacijah z njimi so bili upoštevani posodobljeni IPCC scenariji emisij plinov tople grede in sulfatnih aerosolov (IPCC-SRES, 2000), ki za 21. stoletje predvidevajo različno rast prebivalstva ter stopnjo gospodarskega razvoja na različnih območjih sveta. Posledica tega so različne predpostavke o emisijah snovi v ozračje, kot tudi o podnebnih spremembah. V naši študiji smo uporabili rezultate simulacij z GCM, kjer sta bila upoštevana scenarija SRES A2 in B2. Za projiciranje rezultatov simulacij z GCM na lokalni nivo smo uporabili metodo empiričnega zmanjševanja prostorske skale, ki temelji na delih Benestada (2001, 2002) in Berganta *et al.* (2002). Z njo smo ocenili srednje mesečne temperature za obdobje 1971-2090. Za prehod iz mesečne v dnevno časovno skalo smo uporabili preprost generator

srednjih dnevni temperatur (Wilks in Wilby, 1999; Kadioğlu in Şen, 1999), ki upošteva tridesetletna povprečja ocenjenih srednjih mesečnih temperatur zraka, za variabilnost in avtokoreliranost srednjih dnevni temperatur zraka znotraj posameznega meseca pa predvideva, da se v primerjavi s sedanjimi razmerami ne bosta spremenili. Dobljene ocene smo uporabili za izračunavanje efektivnih temperaturnih vsot v spremenjenih podnebnih razmerah ter primerjali vrednosti za obdobja 2001-2030, 2031-2060 in 2061-2091 z vrednostmi za obdobje 1971-2000. Podrobnejši opis uporabljene metodologije presega okvir pričujočega prispevka.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Monitoring tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) s svetlo modrimi lepljivimi ploščami

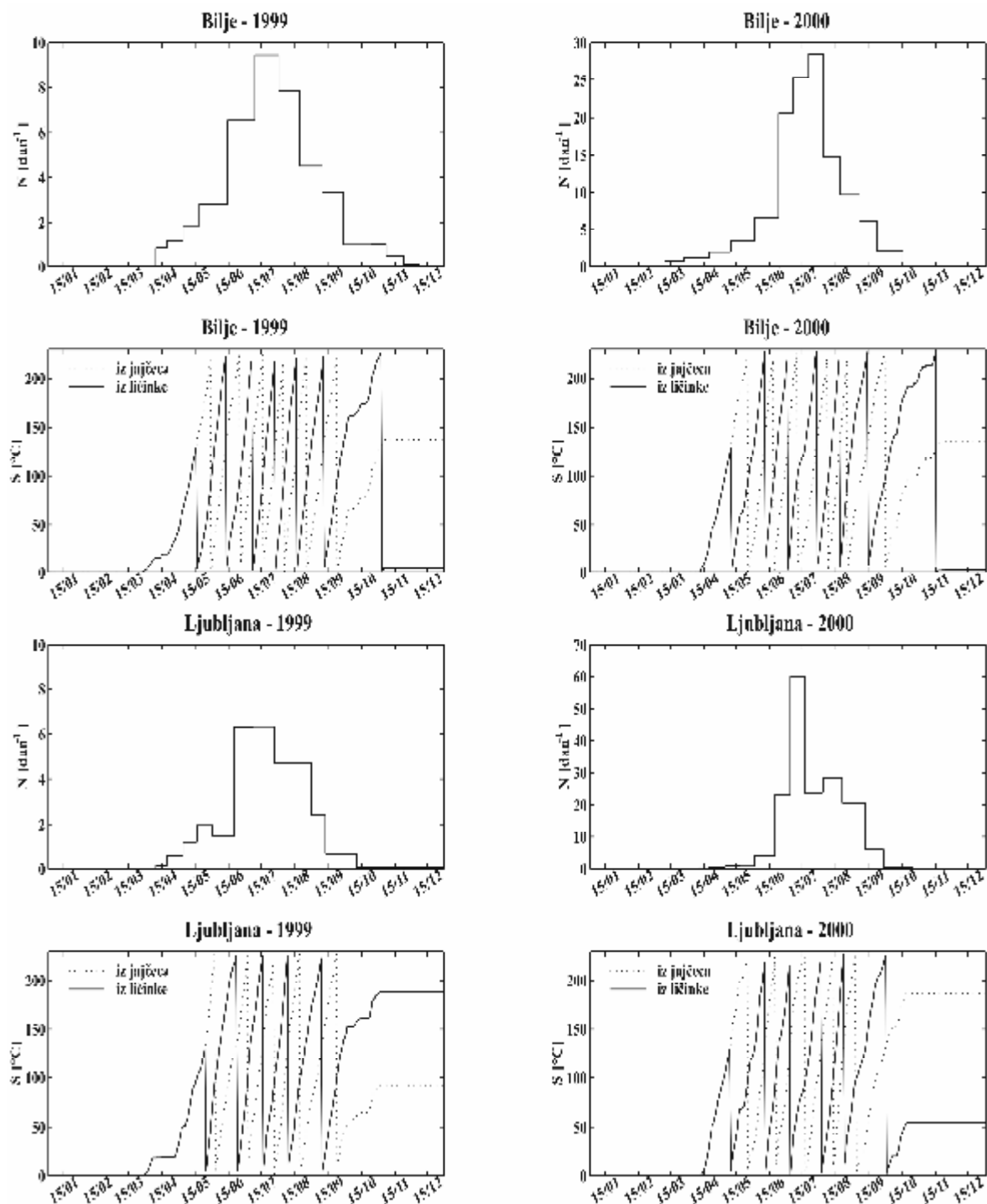
V obeh letih in na obeh lokacijah ugotavljamo podobno dinamiko populacije tobakovega resarja, ki kaže na dokaj simetrično gradacijo (pojav, ki se začne z naraščanjem populacijskega števila – progradacijo, nadaljuje s kulminacijo (vrhunec številčnosti) škodljivca in sklone z upadanjem populacijskega števila – retrogradacijo) (Speight *et al.*, 1999). Tako se prvi osebki tobakovega resarja v Sloveniji pojavijo v začetku marca, nato pa številnost njihovih populacij postopoma narašča. V Ljubljani in Biljah ter s tem zagotovo tudi na drugih območjih Slovenije, kjer gojijo užitne čebulnice (Alliaceae) (Štajerska, Dolenjska, Prekmurje), je kulminacija škodljivca v juliju (slika 1). Zatem postanejo populacije resarja postopoma manj številne, kar je tudi v povezavi z zmanjševanjem žuželkine osnovne hrane. Tobakov resar je pri nas na prostem aktiven do konca novembra, vendar pa od septembra dalje ni posebno škodljiv, saj tudi nima na razpolago ustreznih gostiteljev. Bistveno razliko v številnosti populacij vrste na obeh lokacijah v letih 1999 in 2000 lahko pojasnimo s izrazito različnimi vremenskimi razmerami, saj je nadpovprečno mokro leto 1999 oviralo normalen razvoj vrste (obilne padavine žuželkam tudi fizično onemogočajo gibanje po rastlinah in med njimi [Boissot *et al.*, 1998]), medtem ko je bilo sušno leto 2000 v tem pogledu resarju bolj pogodno. Ta se namreč med sončno pripeko lahko skriva med liste čebule in pora in je tedaj še bolj škodljiv kot sicer.

3.2 Analiza vpliva predvidenih podnebnih sprememb na bionomijo in škodljivost vrste

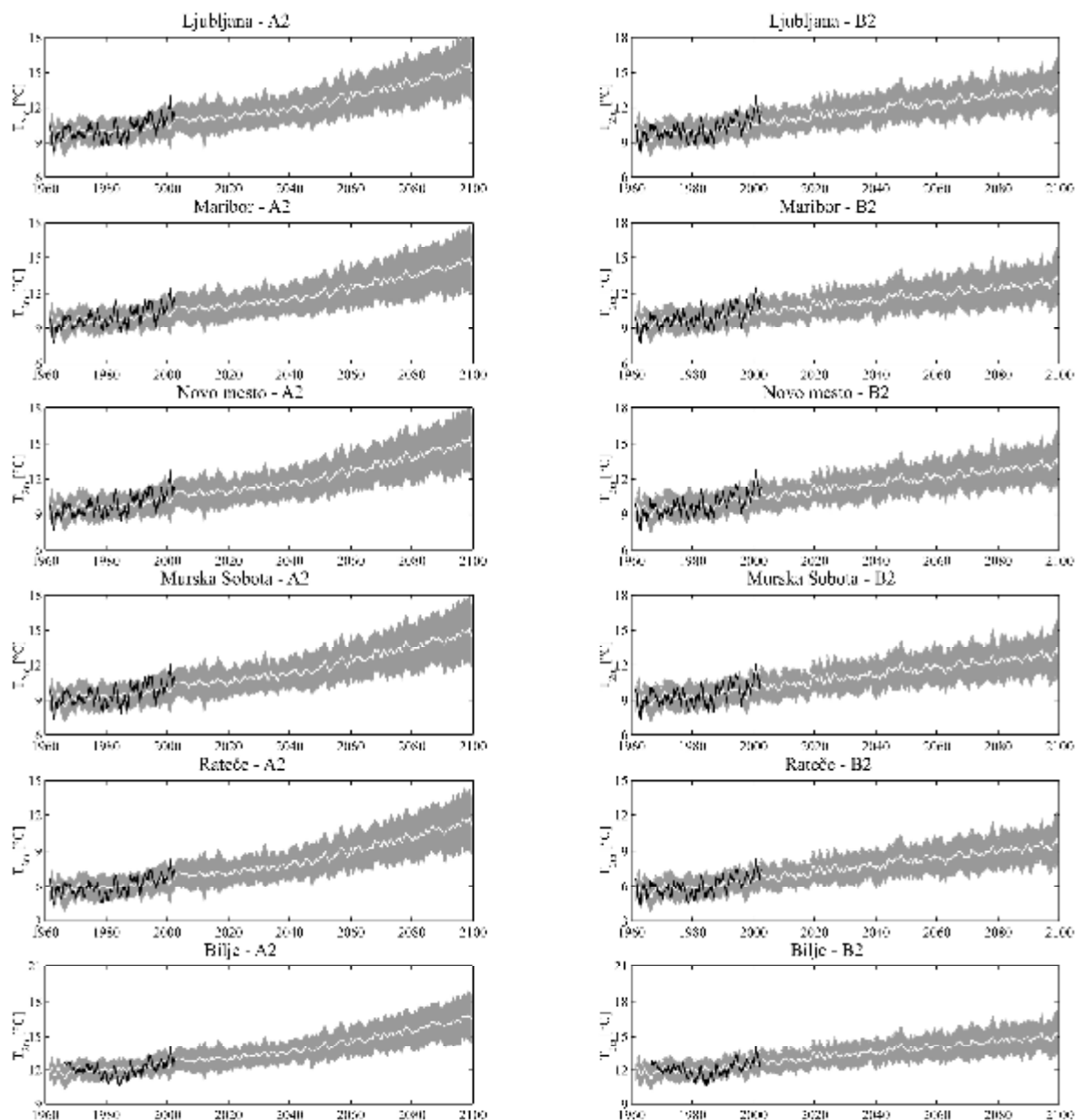
Na podlagi rezultatov monitoringa tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) v letih 1999 in 2000 v Ljubljani in Biljah po zgledu Villeneuve *et al.* (1995) ocenili primernost uporabe v literaturi (Edelson in Mugaro, 1998; Murai, 2000) podanega preprostega modela temperaturnih vsot za ocenjevanje števila rodov škodljivca. Iz slike 1 je razvidno, da pojav prvih odraslih osebkov na lepljivih ploščah dokaj dobro sovпада s spomladanskim prestopom praga 11,5 °C (krivulja temperaturne vsote začne rasti), kot tudi pojav zadnjih odraslih osebkov z jesenskim prestopom (krivulja temperaturne vsote ne raste več). Prav tako se je največ resarjevih odraslih osebkov ujelo na lepljive plošče v času, ko je model predvidel najkrajši čas med zaključkom razvojnega kroga posameznih rodov (porazdelitev vrhov v temperaturnih vsotah, ki pomenijo zaključek razvojnega kroga, je najgostejša). Na podlagi teh rezultatov lahko sklepamo, da je model primeren za ocenjevanje števila rodov tobakovega resarja v naših podnebnih razmerah.

Na podlagi meritev temperature zraka na izbranih lokacijah v obdobju 1971-2000 ter ocen temperature zraka na podlagi projekcij rezultatov simulacij s petimi GCM v obdobju 1971-2090 (slika 2) smo ocenili efektivne temperaturne vsote v sedanjih podnebnih razmerah in

v predvidoma spremenjenih podnebnih razmerah. Pri ocenjevanju temperaturnih vsot na podlagi projekcij rezultatov GCM smo upoštevali le modelsko povprečje (bela črta na sliki 2). Tako ocenjene temperaturne vsote so skupaj z vrednostmi, ki temeljijo na meritvah v obdobju 1971-2000, prikazane v preglednici 1.



Slika 1: Povprečen dnevni ulov odraslih osebkov tobakovega resarja [N] na svetlo modro lepljivo ploščo v letih 1999 in 2000 v Biljah in Ljubljani, skupaj z ocenjenim časom preletov osebkov na podlagi temperaturnih vsot [S]. Pri temperaturnih vsotah predstavlja polna črta dinamiko razvoja, kjer se je prvi rod razvil iz ličink, ki so prezimile, prekinjena črta pa označuje dinamiko razvoja, kjer se je prvi rod razvil iz jajčec, ki so jih odložile preživele samice.



Slika 2: Projekcije temperature zraka za 21. stoletje na šestih lokacijah v Sloveniji na podlagi rezultatov petih GCM in dveh scenarijev emisij (A2 in B2). Prikazane so dvanajstmesečne drseče sredine. Bela črta predstavlja povprečno vrednost projekcij rezultatov vseh petih izbranih modelov, senčeno območje pa območje, ki odstopa od povprečja za \pm standardni odklon. Črna črta predstavlja meritve v obdobju 1961-2002.

Preglednica 1: Temperaturne vsote nad pragom 11,5 °C za obdobja 1971-2000, 2001-2030, 2031-2060 in 2061-2090 na izbranih lokacijah, ocenjene na podlagi meritev in projekcij rezultatov simulacij z GCM, upoštevajoč IPCC scenarija emisij A2 in B2.

LOKACIJA	MERITVE	PROJEKCIJE REZULTATOV GCM							
	1971-2000	1971-2000		2001-2030		2031-2060		2061-2090	
		A2	B2	A2	B2	A2	B2	A2	B2
Ljubljana	1028	1016	1012	1218	1213	1429	1378	1846	1581
Maribor	1014	994	985	1158	1161	1368	1312	1732	1491
Novo mesto	962	944	933	1140	1107	1342	1307	1731	1497
Murska Sobota	945	938	919	1157	1119	1337	1313	1745	1489
Rateče	421	419	408	542	550	727	700	1079	843
Bilje	1224	1237	1261	1461	1444	1668	1620	2045	1810

Ocenjene temperaturne vsote smo nato uporabili za ocenjevanje števila rodov tobakovega resarja v izbranih obdobjih. Rezultati so prikazani v preglednici 2. Leva številka pomeni ocenjeno število rodov, ko se prvi rod razvije iz jajčeca, desna številka pa število rodov, ko se prvi rod razvije iz preživelih (prezmljenih) ličink. Glede na obdobje 1971-2000 lahko v obdobju 2001-2030 v povprečju pričakujemo na vseh lokacijah do en dodaten rod tobakovega resarja, tako v primeru A2 kot v primeru B2 scenarija emisij, v obdobju 2031-2061 pa do dva dodatna rodova škodljivca. Prva razlika med scenarijema A2 in B2 se pokaže šele v obdobju 2061-2091, ko lahko v primeru prvega pričakujemo do štiri dodatne rodove tobakovega resarja, v primeru drugega pa le do tri. Vzrok gre iskati v tem, da B2 scenarij v primerjavi z A2 scenarijem v drugi polovici 21. stoletja predvideva bolj blago rast prebivalstva, predvsem pa njegovo večjo ekološko osveščenost. Zaradi tega B2 scenarij vključuje v drugi polovici 21. stoletja zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, posledica česar bi bila bolj blaga rast temperature zraka kot v primeru scenarija A2 (Nakićenović *et al.*, 2000).

Preglednica 2: Predvideno povprečno število rodov tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) v obdobjih 2001-2030, 2031-2060 in 2061-2090, glede na obdobje 1971-2000 na lokacijah Ljubljana, Maribor, Novo mesto, Murska Sobota, Rateče in Bilje.

LOKACIJA	MERITVE	PROJEKCIJE REZULTATOV GCM							
	1971-2000	1971-2000		2001-2030		2031-2060		2061-2090	
		A2	B2	A2	B2	A2	B2	A2	B2
Ljubljana	4/4	4/4	4/4	5/5	5/5	6/6	6/6	8/8	6/7
Maribor	4/4	4/4	4/4	5/5	5/5	5/6	5/6	7/7	6/6
Novo mesto	4/4	4/4	4/4	4/5	4/5	5/6	5/6	7/7	6/6
Murska Sobota	4/4	4/4	4/4	5/5	4/5	5/6	5/6	7/8	6/6
Rateče	1/2	1/2	1/2	2/2	2/2	3/3	3/3	4/5	3/4
Bilje	5/5	5/5	5/5	6/6	6/6	7/7	7/7	8/9	7/8

J/L J – prvi rod iz jajčec, L – prvi rod iz ličink, ki so prezimile.

4 SKLEPI

Predvidoma višje temperature zraka bodo v prihodnosti vodile do ugodnejših razmer za razvoj tobakovega resarja. Razvojni krog škodljivca se bo sklenil hitreje, število rodov se bo povečalo. Posledično bo to predvidoma vodilo k večji številnosti populacij škodljivca v rastni dobi ter s tem k večjemu obsegu poškodb na rastlinah. To pa bo večalo stroške varstva rastlin pred tem škodljivcem, če bomo želeli omiliti škodo. Murai (2000) pa je v

svoji študiji pokazal, da se dolgoživost odraslih osebkov ob naraščanju temperature zmanjšuje, kar bi lahko do neke mere ublažilo učinek večjega števila rodov in daljšega obdobja z ugodnimi razmerami za razvoj tobakovega resarja. Tudi domača študija, ki je bila sicer vezana na cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]), kaže na pozitiven učinek zmernih okoljskih temperatur na številnost potomstva in njihovo preživetje (Trdan in Milevoj, 2000), kar pomeni, da predvidene višje temperature zraka v prihodnosti ne bodo nujno vodile tudi k večji škodljivosti žuželk.

Količinske ocene spremenjenega števila rodov škodljivca temeljijo na ocenah sprememb temperature v prihodnosti. Slednje so odvisne tako od kakovosti izbranih modelov, predvsem pa od scenarijev emisij v prihodnosti. Kakovost modelov lahko ocenimo le na podlagi njihovega opisa sedanjih klimatskih razmer. Ničesar ne moremo trditi o kakovosti njihovega opisa podnebnih razmer v prihodnosti. Prav tako scenariji emisij plinov tople grede in sulfatnih aerosolov temeljijo na sicer verjetnih predpostavkah o predvidenem gospodarskem razvoju in rasti prebivalstva v prihodnosti, a vendar gre le za predpostavke. Zato takšnih ocen ne smemo jemati kot napovedi. Predstavljajo le možne posledice podnebnih sprememb v primeru realizacije enega izmed uporabljenih scenarijev emisij plinov tople grede in sulfatnih aerosolov v prihodnosti. Vseeno pa se le še redki skeptiki upirajo mnenju, da se temperatura zraka vztrajno dviguje, kar v splošnem govori bolj v prid škodljivcem, kot pridelovalcem.

5 ZAHVALA

Agenciji RS za okolje se zahvaljujemo, da nam je pri študiji omogočila uporabo podatkov iz njenega arhiva. Podjetju Unichem d.o.o. se zahvaljujemo za svetlo modre lepljive plošče, mag. Ivanu Žežlini pa za dveletno menjavanje plošč v Biljah.

6 LITERATURA

- Benestad, R. 2001. A comparison between two empirical downscaling strategies. *Int. J. Climatol.*, 21:1645-1668.
- Benestad, R. 2002. Empirically downscaled multimodel ensemble temperature and precipitation scenarios for Norway. *J. Clim.*, 15: 3008-3027.
- Bergant, K., Kajfež-Bogataj, L. in Črepinšek, Z. 2002. Statistical downscaling of general-circulation-model simulated average monthly air temperature to the beginning of flowering of dandelion (*Taraxacum officinale*) in Slovenia. *Int. J. Biometeorol.*, 46:22-32.
- Boissot, N., Reynaud, B., Letourmy, P. 1998. Temporal analysis of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) population dynamics on Reunion Island. *Environ. Entomol.*, 27, 6: 1437-1443.
- Bonhomme, R., 2000. Bases and limits to using 'degree.day' units. *Eur. J. Agron.*, 13: 1-10.
- Brødsgaard, H. F. 1989. Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) in glasshouses. *J. Appl. Entomol.*, 107: 136-140.
- Bryant, S. R., Bale, J. S., Thomas, C., D. 1998. Modification of the triangle method of degree-day accumulation to allow for behavioural thermoregulation in insects. *J. Appl. Ecol.*, 35: 921-927.
- Cesaraccio, C., Spano, D., Duce, P., Snyder, R., L. 2001. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. *Int. J. Biometeorol.*, 45: 161-169
- Edelson, J. V., Magaro, J. J. 1988. Development of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman, as a function of temperature. *Southwest. Entomol.*, 13, 3: 171-176
- Ester, A., Evenhuis, A. 1998. Effect of plant density and seed treatment on the population of *Thrips tabaci* (Lind.) in leek. *Proc. exper. & appl. entomol.*, N.E.V., Amst., Vol. 9: 117-122.
- Fail, J., Penzes, B. 2002. Developing methods for testing the resistance of white cabbage against *Thrips tabaci*. V: MARULLO, J., MOUND, L. (ur.). Thrips and tospoviruses, Proc. 7th Int. Symp. Thysanoptera, Reggio Calabria, Jul 02-07 2001. Canberra, Aust. Natl. Insect Collect.: 229-237.

- Grotch, S. in MacCracken, M. 1991. The use of general circulation models to predict regional climate change. *J. Clim.*, 4: 286-303.
- Hardy, V. G., Teakle, D. S. 1992. Transmission of sowbane mosaic virus by *Thrips tabaci* in the presence and absence of virus-carrying pollen. *Ann. Appl. Biol.*, 121: 2: 315-320.
- IPCC-SRES 2000 Emissions scenarios - summary for policymakers. A special report of working group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 21 str.
- Kadioğlu, M., Şen, Z. 1999. Degree-day formulations and applications in Turkey. *J. Appl. Meteorol.*, 38: 837-846.
- Lindblad, M., Sigvald, R. 1996. A degree-day model for regional prediction of first occurrence of frit flies in oast in Sweden. *Crop prot.*, 15, 6: 559-565.
- Mavrič, I., Ravnikar, M. 2001. First report of tomato spotted wilt virus and Impatiens necrotic spot virus in Slovenia. *Plant Dis.*, 85, 12: 1288.
- McGuffie, K., Handerson-Sellers, A. 1997. A climate modelling primer (second edition). John Wiley & Sons, Chichester: 253 str.
- McMaster, G. S., Wilhelm, W. W. 1997. Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agric. For. Meteorol.*, 87: 291-300.
- Murai, T. 2000. Effect of temperature on development and reproduction of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on pollen and honey. *Appl. Entomol. Zool.*, 35, 4: 499-500
- Roltsch, W., J., Zalom, F. G., Strawn, A. J., Strand, J. F., Pitcairn, M., J. 1999. Evaluation of several degree-day estimation methods in California climates. *Int. J. Biometeorol.*, 42:169-176.
- Sdoodee, R., Teakle, D. S. 1987. Transmission of tobacco streak virus by *Thrips tabaci*: a new method of plant virus transmission. *Plant Pathol.*, 36: 377-380.
- Speight, M. R., Huner, M. D., Watt, A. D. 1999. An overview of insect ecology. V: Ecology of insects. Oxf., Northamp., Alden Press, Blackwell Sci.: 1-25.
- Trdan S, Milevoj L. 2002. Influence of temperature, light:dark period ratio and prevailing colour in the immediate environment of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Perg.) on the number of its progeny. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 65, 2a: 363-368.
- Trdan, S. 1999. Barvna doveznost nekaterih gospodarsko pomembnejših vrst resarjev (Thysanoptera). V: Maček, J. (ur.). Zb. pred. ref. 4. slov. posvetovanja vars. rastl., Portorož, 3.-4. marec 1999. Ljubl., Druš. vars. rastl. Slov., 1999: 493-498.
- Trdan, S., Bergant, K., Jenser, G. 2003. Monitoring of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) in the vicinity of greenhouses in different climatic conditions in Slovenia. *Agricultura*, 2: 12 str. (v tisku).
- Trdan, S., Žnidarčič, D. 2002. So lahko svetlo modre lepljive plošče učinkovito sredstvo za zatiranje tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) v čebuli? V: Tajnšek, A., Šantavec, I. (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2002: zb. simp., Zreče, 5. in 6. dec. 2002. Ljubl., Slov. agron. druš.: 267-272.
- Villeneuve, F., Bosc, J.-P., Letouze, P., Levalet, M. 1995. Flight activity of *Thrips tabaci* in leek fields and the possibility of forecasting the period of attack. IOBC/WPRS-Working Group Meeting 'Integrated Control in Field Vegetables', Guitte, France, 6.-8.Nov. 1995: 25-32.
- Zorita, E., Storch von, H. 1999. The analog method as simple statistical downscaling technique: comparison with more complicated methods. *J. Clim.*, 12, 2474-2489.
- Wilby, R. L., Wiegly, T. M. L. 1997. Downscaling general circulation model output: a review of methods and limitations. *Progress Phys. Geogr.*, 21, 4:530-548.
- Wilks, D. S. in Wilby, R. L. 1999. The weather generation games: a review of stochastic models. *Progress Phys. Geogr.*, 23, 3:329-357.