

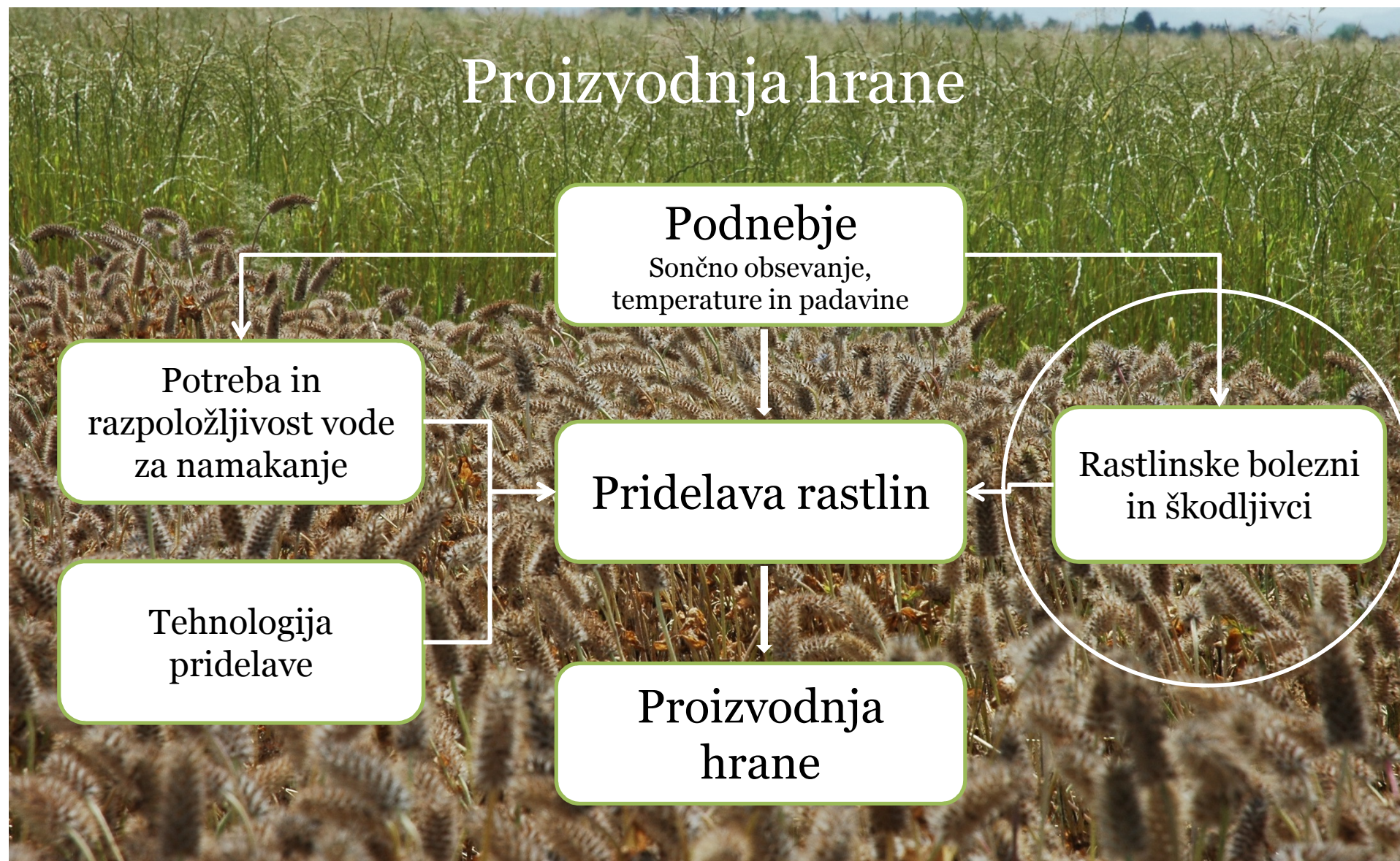
Vpliv podnebnih sprememb na rastlinske škodljivce in bolezni

Gregor Urek, Saša Širca, Andrej Simončič

Ljubljana, 24. november 2015

Delavnica: Adaptation and mitigation of climate change effects in agro-ecosystems - towards efficient actions implementation

Proizvodnja hrane



Abiotski in biotski dejavniki, ki vplivajo na izgube pridelka



Globalna proizvodnja in ocena škode, ki jo povzročajo ŠO na osmih najpomembnejših kulturah, 1988-1990.

Kultura	Dejanska proizvodnja (milijarda USD)	Izgube (milijarde USD)			
		Patogeni	Žuželke	Pleveli	Skupaj
Riž	106,4	33,0	45,4	34,2	112,5
Pšenica	64,6	14,0	10,5	14,0	38,5
Ječmen	13,7	1,9	1,7	2,0	5,7
Koruza	44,0	7,8	10,4	9,3	27,4
Krompir	35,1	9,8	9,6	5,3	24,8
Soja	24,2	3,2	3,7	4,7	11,6
Bombaž	25,7				
Kava	11,4				

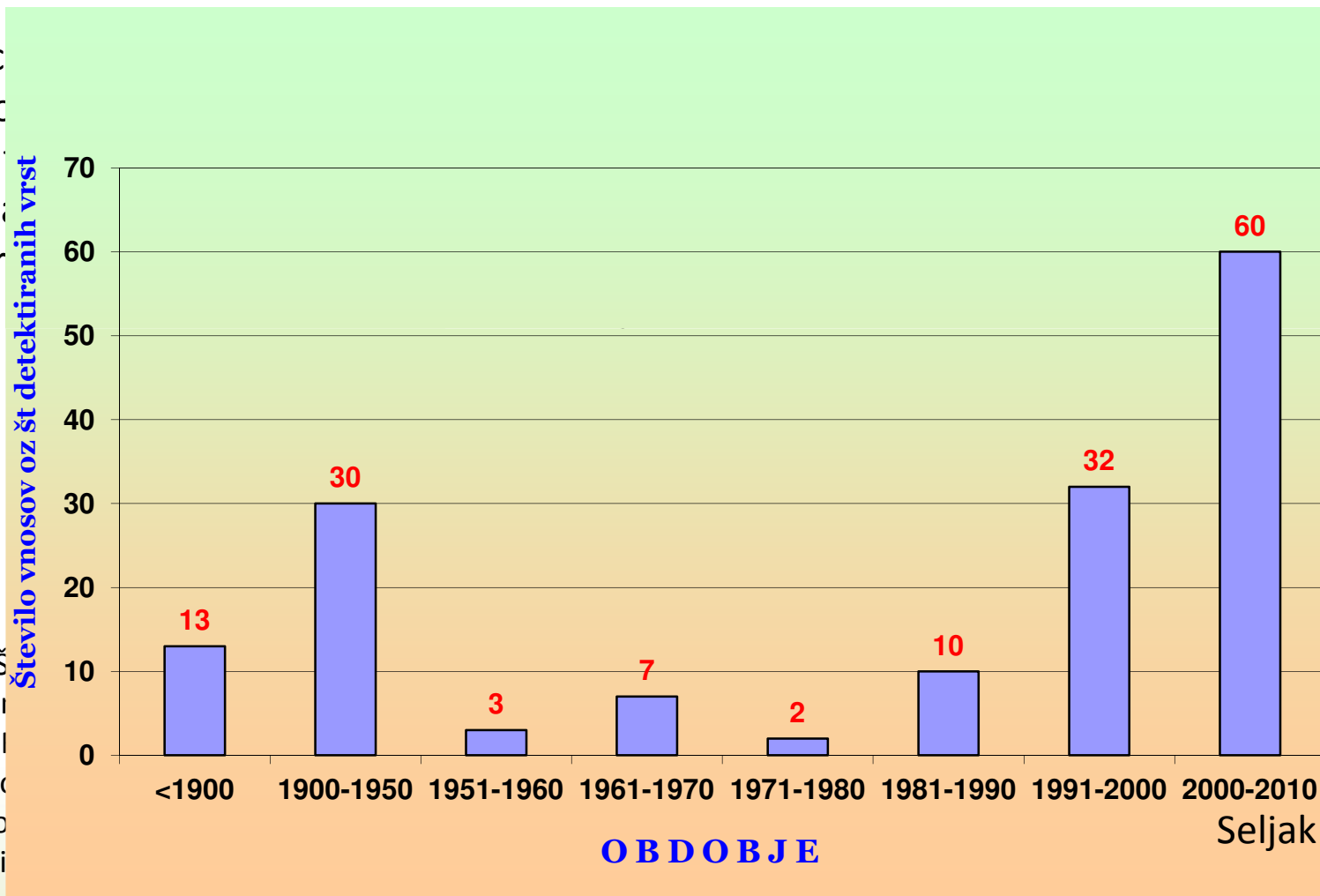
Dejanska vrednost proizvodnje dosega le cca 58% vrednosti, ki bi jo lahko dosegli; največje izgube nastajajo pri pridelavi riža v Aziji

Dejavniki, ki spodbujajo pojav in širjenje škodljivih organizmov

- 🌱 **Podnebne spremembe**
- 🌱 Globalizacija
- 🌱 Populacijska rast ljudi in urbanizacija
- 🌱 Raznolikost, funkcija in odpornost ekosistemov
- 🌱 Onesnaževanje okolja
- 🌱 Raba tal, vodne zaloge, namakanje
- 🌱 Ozračje
- 🌱 Interakcije ŠO z njihovimi gostitelji, predatorji in kompetitorji
- 🌱 Trgovanje in potovanja ljudi
- 🌱 Vnos eksotičnih vrst iz daljnih dežel

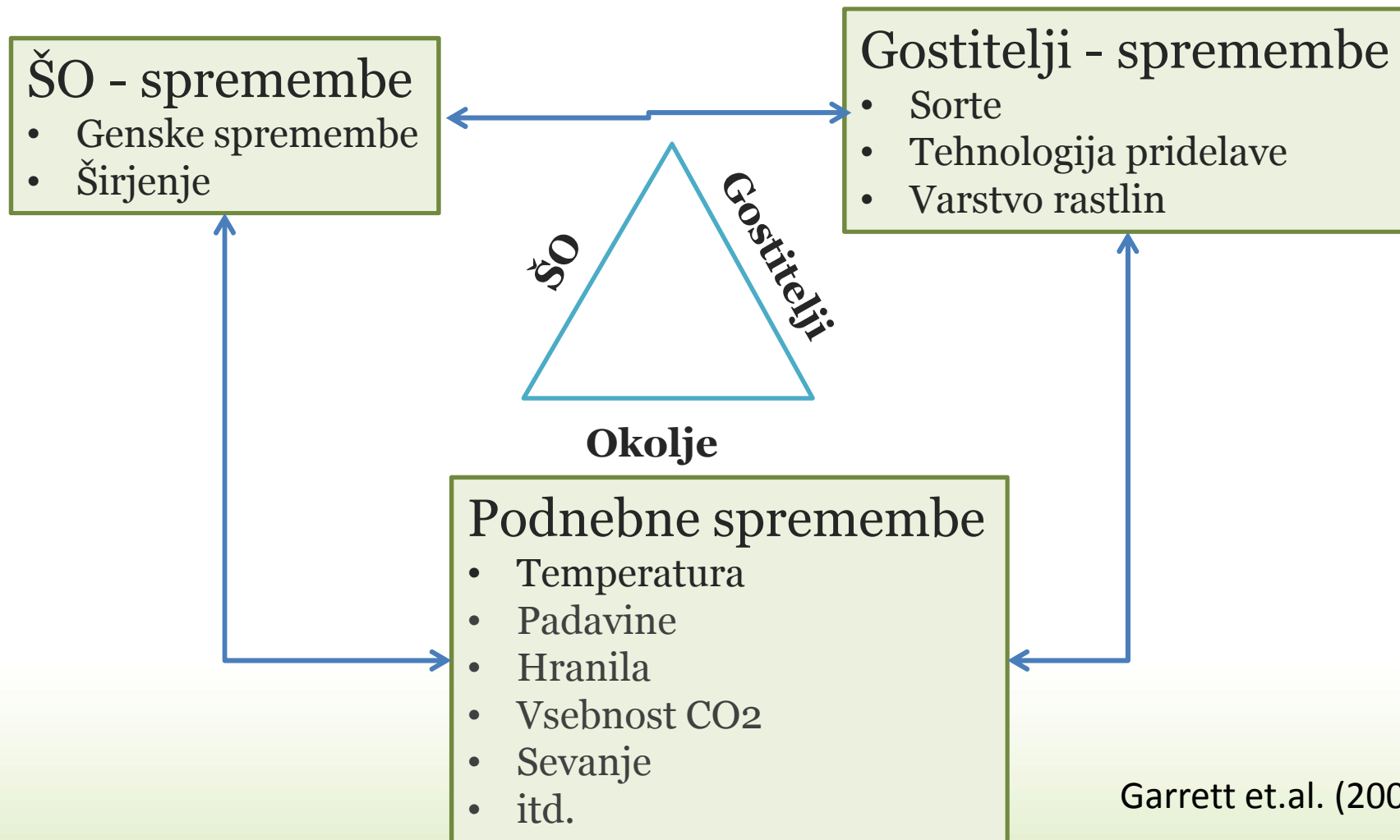
Vnos tujerodnih vrst

- Globalizacija
- povečan vnos
- V Evropi -
- TRV ogrožajo
- kmetijsko pr

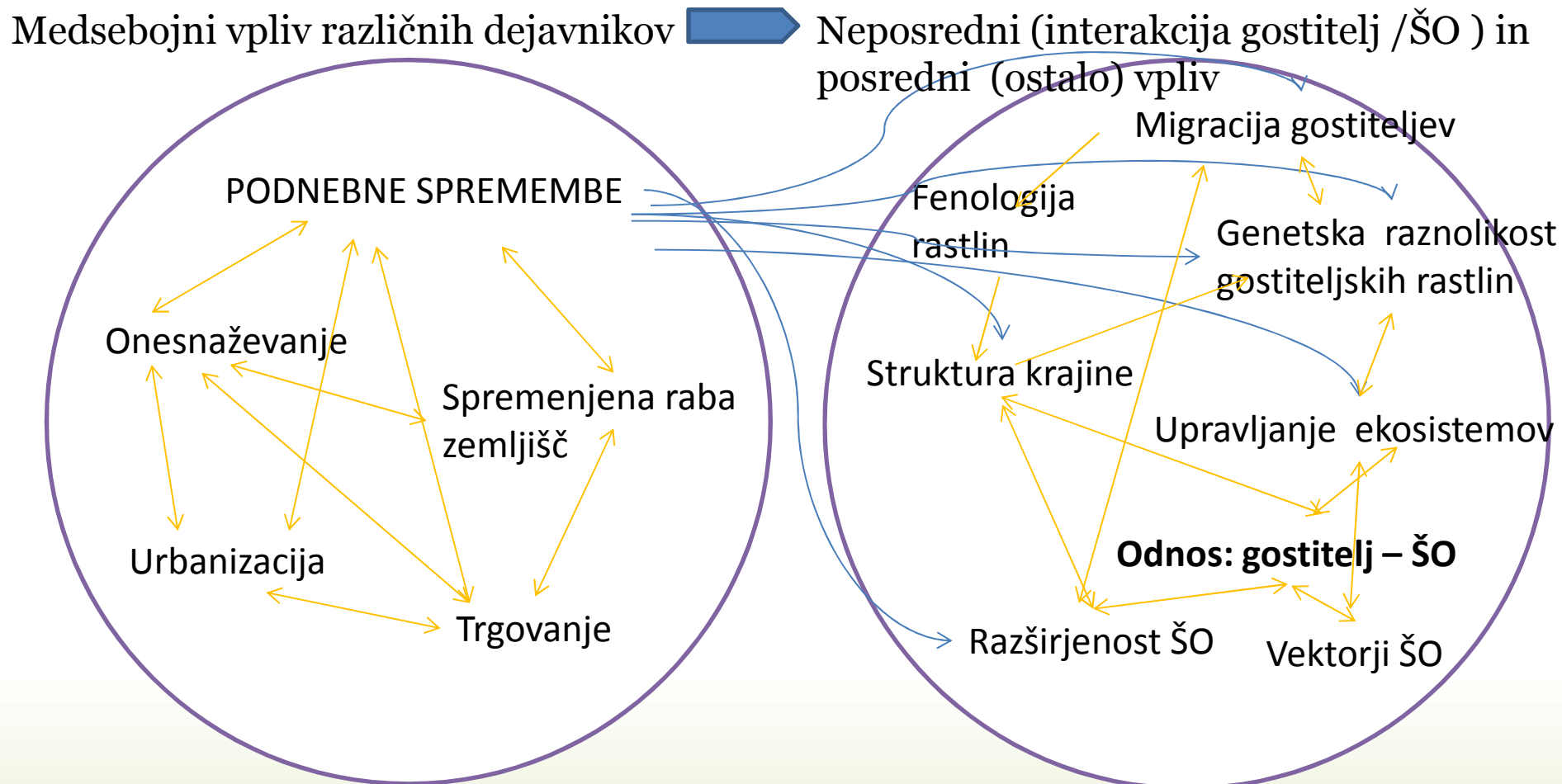


Število tujerodnih š (terrestrial environ Denmark, Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Sweden North Euro Invasive Alien speci

Zdravje rastlin



Vpliv globalnih sprememb na zdravje rastlin



Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

- Časovna dimenzija pridelave (zgodnejši roki sajenja, hitrejši razvoj rastlin,...)
- Nevarnost pojavljanja in širjenja invazivnih vrst ŠO
- Spremembe v obnašanju domorodnih (že ustaljenih) ŠO
- Biodiverziteteta – domorodne/tujerodne vrste
- Okolje – (npr: agresivnost tujerodnih rastlinskih vrst – vpliv na krajino)
- Tehnologija obvladovanja ŠO (zmanjšana učinkovitost FFS, preboj odpornosti)
- Povečana občutljivost ŠO na biotične pripravke
- Spreminjanje strategij obvladovanja ŠO
- Povečanje negotovosti opazovalno napovedovalne službe (DSS)

Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

Časovna dimenzija pridelave (zgodnejši roki sajenja, hitrejši razvoj

SLO: pred več kot 20 leti se je plevel v ozimnih žitih zatiralo zgolj spomladi. Zadnja leta: okoli 30 % njiv z žiti se škropi proti plevelom že jeseni.

vegetacije → pojav novih plevelov, spreminja se delež posameznih plevelov.

- Pleveli se prilagajajo razmeram na njivah, npr. žita so zaradi višjih T v fazi razraščanja že jeseni in temu primerno veliki so tudi pleveli – potrebno je ukrepati že jeseni, saj je spomladi že prepozno zaradi slabše aplikacije in že povzročene škode.
- Pogostejše suše ali poplave - slabša rast gojenih rastlin → hitrejši razvoj plevelov.



Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

Nevarnost pojavljanja in širjenja invazivnih vrst ŠO – neposredni vpliv na ŠO

Suša – poveča se pojavnost ŠO:

- učinki na fiziologijo rastlin (Desprez- Loustau et al. 2006)
- Neposreden vpliv na ŠO – primer: invazivna vrsta *Heterobasidion irregulare* v osrednji Italiji – boljša prilagojenost te glive na podnebne razmere Sredozemlja kot domorodna vrsta *H. annosum* - borov trohnobnež (Garbelotto et al. 2010).



Manj zmrzali – višje povprečne T pozimi

- vpliv na dejavnike, ki zaviralno vplivajo na razvoj vrste *Fusarium circinatum* - povečuje se areal ogroženosti v Evropi (Watt et al. 2011)
- Povečane populacije ŠO (miši, populacija D.v.v.)



Kapun, 2012

Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

Višje T

- zmanjšujejo smrtnost žuželk (manj snega pa lahko poveča njihovo smrtnost)
- več rodov žuželk (vektorjev določenih bolezni) – poveča se intenzivnost prenosa ŠO (virusov (Dobson 2009; Robinet et al. 2011))
- Vpliv na razvoj žuželk (več rodov letno - hitrejši nastanek odpornosti na insekticide)
- Opaženi geografski premiki gostiteljev in ŠO (Gange et al. 2011)
- Višje T v Kanadi in ZDA – večji pojav podlubnikov (Bentz et al. 2010; Woods et al. 2010; Woods 2011).

Ekstremni dogodki (neurja, orkani, žled, poplave suše, požari ..)

- Širjenje ŠO v nova območja
- Žled v SLO množični porast lubadarja (podlubnikov)



Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

Nevarnost pojavljanja in širjenja invazivnih vrst ŠO

Dvig temperatur + milejše zime

Že opaženi učinki podnebnih sprememb na ŠO

Lastne raziskave

Meloidogyne ethiopica



- Sposobnost preživetja zunaj tudi pozimi
- Ob dvigu T – namesto dveh trije rodovi letno
- Več rodov – večja populacijska gostota – večja agresivnost – večja škoda
- Višje T – nad 28 °C, odpornostni gen Mi v paradižniku preneha delovati

RESEARCH
PAPER

The global spread of and pathogens

Daniel P. Bebber¹, Timothy Holmes² and

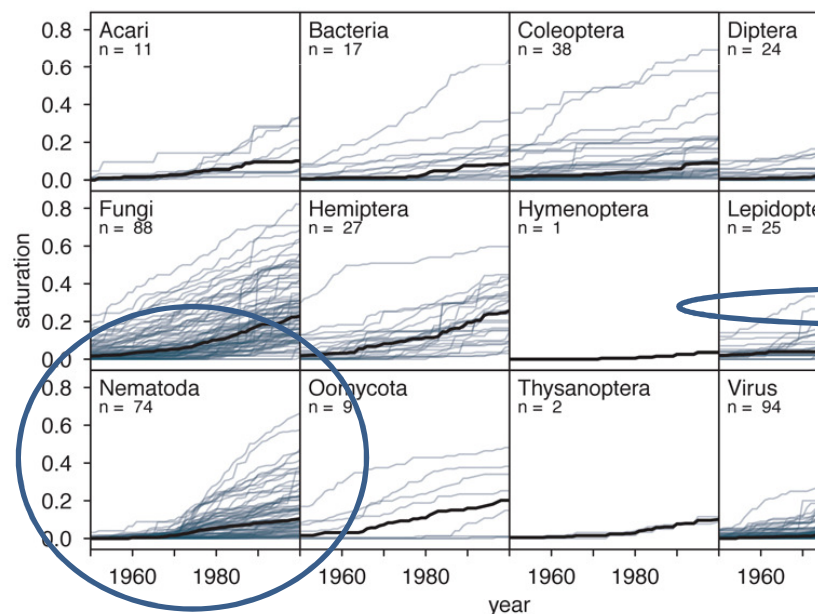


Fig. S2. CPP category saturation over time. Saturation (fraction of countries produce the host crops of the CPP) for 410 CPPs, for which temporal data were available. Lines denote individual CPPs (numbers given by n), black lines show median

Table S2. Pest and pathogen saturation. The fifty most rapidly-spreading pests and pathogens, as measured by saturation rate (y^{-1} , 1970–2000), are listed.

Pest	Category	Host genera	Countries 2000	Countries saturated	Saturation 2000	Saturation rate
<i>Meloidogyne incognita</i>	Nematoda	208	143	193	0.7409	0.0226
<i>Meloidogyne javanica</i>	Nematoda	206	113	193	0.5855	0.0207
Cucumber mosaic virus	Virus	114	124	194	0.6392	0.0199
<i>Phoma caricae-papayae</i>	Fungi	1	31	57	0.5439	0.0197
<i>Didymella lentis</i>	Fungi	1	26	50	0.5200	0.0190
<i>Erysiphe cruciferarum</i>	Fungi	4	86	191	0.4503	0.0173
Cherry leaf roll virus	Virus	13	33	43	0.7674	0.0173
<i>Meloidogyne arenaria</i>	Nematoda	48	98	194	0.5052	0.0167
<i>Blumeria graminis</i>	Fungi	84	98	124	0.7903	0.0164
<i>Cacopsylla pyri</i>	Hemiptera	1	42	84	0.5000	0.0163
<i>Podosphaera aphanis</i>	Fungi	4	58	74	0.7838	0.0160
Citrus tristeza virus	Virus	3	105	145	0.7241	0.0154
Potato virus Y	Virus	11	85	184	0.4620	0.0147
<i>Sporisorium scitamineum</i>	Fungi	1	75	98	0.7653	0.0145
Grapevine fanleaf virus	Virus	3	52	90	0.5778	0.0144
<i>Cacopsylla pyricola</i>	Hemiptera	1	35	84	0.4167	0.0144
<i>Burkholderia caryophylli</i>	Bacteria	5	27	70	0.3857	0.0137
<i>Mycosphaerella fijiensis</i>	Fungi	1	73	124	0.5887	0.0130
<i>Leucoptera meyricki</i>	Lepidoptera	1	6	75	0.0800	0.0130
<i>Diaspidiotus ostreaeformis</i>	Hemiptera	18	48	101	0.4752	0.0128
Carnation mottle virus	Virus	4	40	91	0.4396	0.0125
<i>Helicotylenchus multicinctus</i>	Nematoda	30	94	193	0.4870	0.0116
<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Diptera	35	73	193	0.3782	0.0116
<i>Helicotylenchus dihystrera</i>	Nematoda	127	101	195	0.5179	0.0114
Alfalfa mosaic virus	Virus	55	71	193	0.3679	0.0113
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Nematoda	55	81	193	0.4197	0.0111
<i>Sitobion avenae</i>	Hemiptera	83	79	180	0.4389	0.0110
<i>Corcyra cephalonica</i>	Lepidoptera	18	71	189	0.3757	0.0108
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	Nematoda	143	79	195	0.4051	0.0108
<i>Cochliobolus sativus</i>	Fungi	39	108	190	0.5684	0.0108
<i>Dasineura pyri</i>	Diptera	1	28	84	0.3333	0.0107
<i>Gibberella avenacea</i>	Fungi	48	64	192	0.3333	0.0107
<i>Meloidogyne hapla</i>	Nematoda	125	78	194	0.4021	0.0107
<i>Aphis spiraeicola</i>	Hemiptera	37	96	194	0.4948	0.0107
<i>Pratylenchus coffeae</i>	Nematoda	45	74	192	0.3854	0.0107
<i>Aceria guerreronis</i>	Acari	2	36	83	0.4337	0.0106
Zucchini yellow mosaic virus	Virus	9	69	159	0.4340	0.0106
<i>Cochliobolus lunatus</i>	Fungi	148	95	194	0.4897	0.0104
<i>Aculus schlechtendali</i>	Acari	2	34	92	0.3696	0.0103
<i>Pratylenchus penetrans</i>	Nematoda	270	63	194	0.3247	0.0103
<i>Puccinia hordei</i>	Fungi	2	62	100	0.6200	0.0103
<i>Aleurodicus dispersus</i>	Hemiptera	68	63	194	0.3247	0.0101
<i>Metopolophium dirhodum</i>	Hemiptera	88	71	191	0.3717	0.0101
Pea seed-borne mosaic virus	Virus	3	45	112	0.4018	0.0097
<i>Cronartium ribicola</i>	Fungi	3	36	36	1.0000	0.0097
<i>Phomopsis viticola</i>	Fungi	2	43	90	0.4778	0.0096
<i>Podosphaera pannosa</i>	Fungi	5	104	168	0.6190	0.0095
<i>Phenacoccus madeirensis</i>	Hemiptera	138	56	193	0.2902	0.0095
<i>Colletotrichum truncatum</i>	Fungi	32	68	192	0.3542	0.0094
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i>	Fungi	1	41	111	0.3694	0.0092





M. incognita na gomoljih krompirja; Na prostem (2014), 80% izgube pridelka

Zgodnejše pojavljanje ŠO/pogostejša raba FFS

Visoka vlažnost + ustrezne temperature

Že opaženi učinki podnebnih sprememb na ŠO



Phytophthora infestans - krompirjeva plesen



Prognoza za FIN: dvig temp. za 1°C → pojav *P. infestans* 4-7 dni prej; obdobje dovzetnosti krompirja za okužbo se raztegne za 10-20 dni (Kaukoranta, 1996)

Intenzivnejša raba FFS - visoki stroški in tveganje za okolje
SLO – uporaba fungicidov 4-7x v sezoni (večinoma) (Urek s sod., 2012); ZDA – uporaba fungicidov 5-20x



SLO: pred 30 leti – prvi pojavi fitoftornih obolenj konec junija, začetek julija (Maček, 1987) → v zadnjih 10 letih se fitoftora pojavlja konec maja, začetek junija (MZ Urbančič, pers. Co,)

Širjenje ŠO

Dvig temperatur + manj padavin

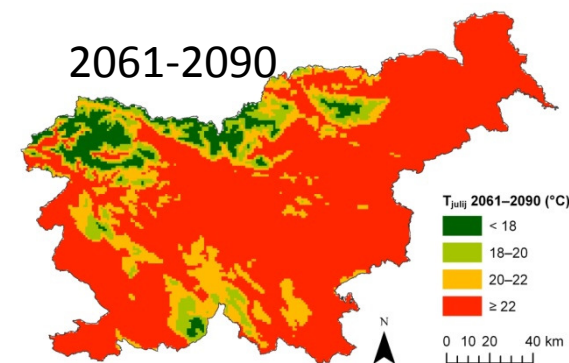
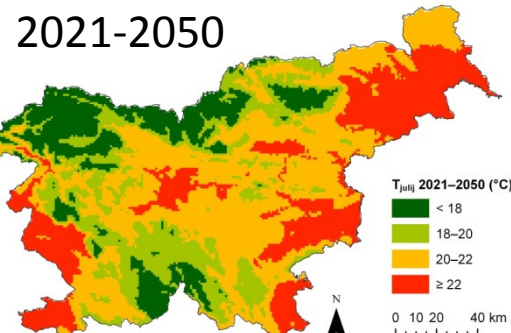
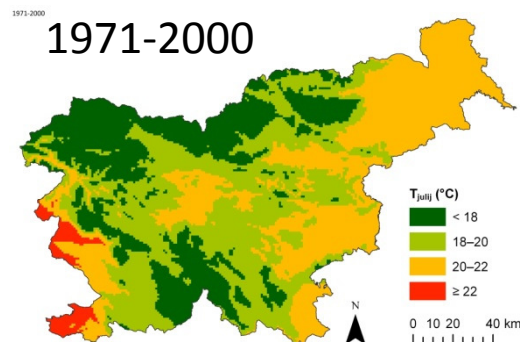
Napovedovanje sprememb na temelju modeliranja



Bursaphelenchus xylophilus – borova ogorčica



- Razvoj in reprodukcija *B. xylophilus* pri T 15-30°C;
- Srednje poletne temperature pod 20 °C negativno vplivajo na razvoj borove ogorčice.
- Nizka količina padavin (manj kot 30 mm v 40-dnevnom poletnem obdobju) in visoke temperature (več kot 55-dnevno obdobje s srednjimi dnevnimi temperaturami nad 25 °C) - ugodno na razvoj bolezni - intenzivnost propadanja dreves.
- pod 10 °C - propadanje iglavcev ne pride do izraza
- med 10 in 12 °C - sporadično propadanje
- 14 °C intrnzivno propadanje



Ob sedanjih klimatskih razmerah ogroženih 2,6 mio m³ lesne zaloge borovcev od skupno 4,451 mio m³ vseh iglavcev na ogroženem območju



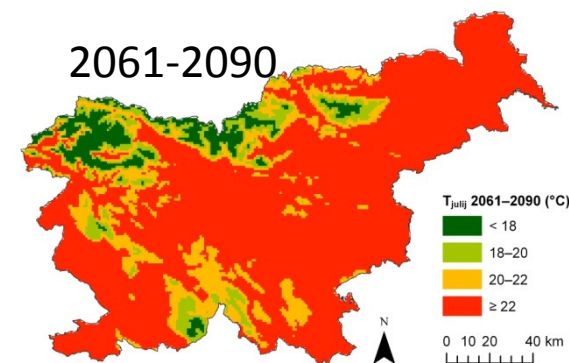
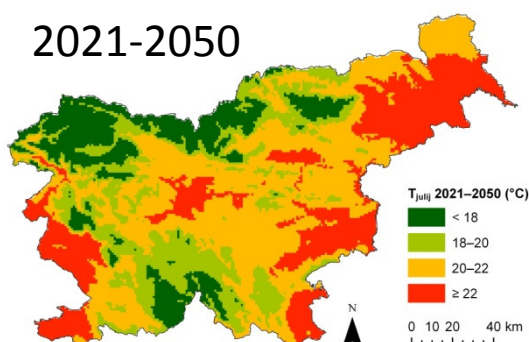
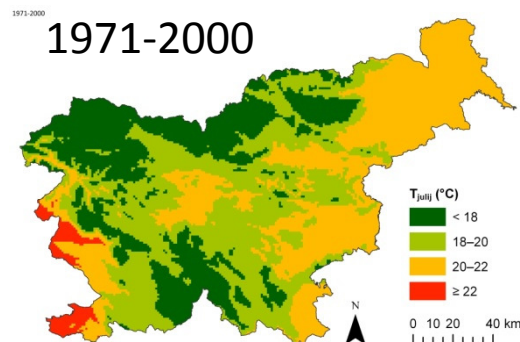
Predikcijski model – 3 stopnje:
pesimistični, **realistični**, optimistični
Bergant s sod.(2007):

Obdobje 2021-2050

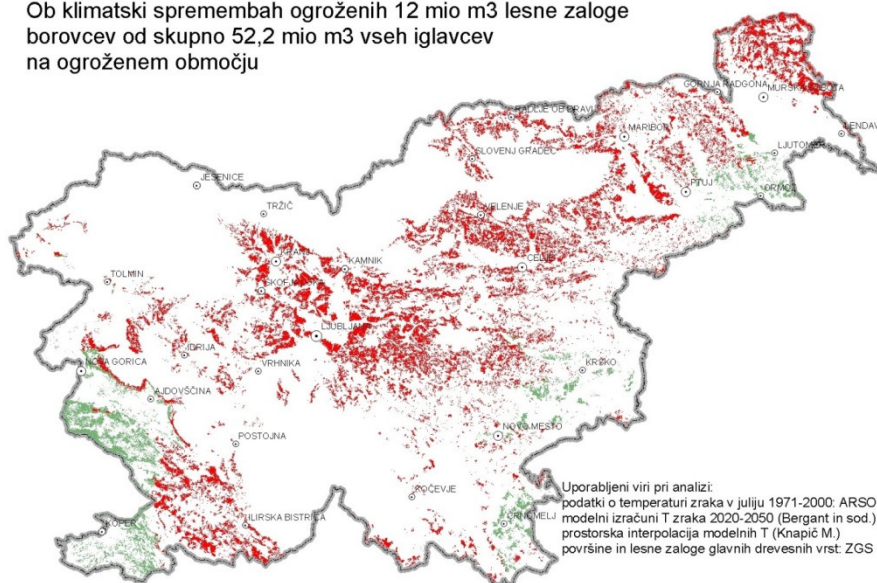
poletje +2,5 °C, zima +1,5 °C, padavine
10 % manj poleti, enako pozimi

Obdobje 2060-2090

poletje +4,5 °C, zima +3 °C, padavine
10% manj poleti, 10% manj pozimi



Ob klimatski spremembah ogroženih 12 mio m³ lesne zaloge borovcev od skupno 52,2 mio m³ vseh iglavcev na ogroženem območju



Predikcijski model – 3 stopnje:
pesimistični, **realistični**, optimistični
Bergant s sod.(2007):

Obdobje 2021-2050
poletje +2,5 °C, zima +1,5 °C, padavine
10 % manj poleti, enako pozimi

Obdobje 2060-2090
poletje +4,5 °C, zima +3 °C, padavine
10% manj poleti, 10% manj pozimi

Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

- **Tehnologija obvladovanja ŠO (zmanjšana učinkovitost FFS, preboj odpornosti)**
 - uporaba odpornih rastlin – ŠO lahko hitreje premaga odpornost (zaradi hitrejšega razvojnega cikla – več rodov letno – pojav odpornih ras *P. infestans* na metalaksil); Mi gen – odpornostni gen proti *Meloidogyne* spp. v paradižniku pri temperaturah nad 28 °C ne deluje!
 - Učinkovitost nekaterih FFS (fungicidi) se lahko spremeni z naraščajočo vlago, T in prisotnostjo CO₂
 - Sistemski fungicidi – fiziološke spremembe v rastlinah vplivajo na počasnejšo vsrkavanje aktivnih snovi, zaradi manjših listnih rež in debelejših epikutikularnih plasti – ki nastanejo zaradi povečanih T.
 - Zaradi povečanih metabolnih procesov se v rastlini lahko poveča odvzem a.s. FFS in posledično tudi njihova učinkovitost

Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

Povečanje negotovosti opazovalno napovedovalne službe (DSS)

Škoda je posledica kompleksnih ekoloških razmerij med dvema ali več organizmi, zato jo je težko napovedati

Primer: sušne razmere so neugodne tako za razvoj nekaterih gliv kot tudi za razvoj rastlin → kljub temu, da so razmere neugodne za razvoj ŠO je škoda lahko precejšnja, saj je rastlina v sušnem stresu veliko bolj dovzetna za okužbo.



Kako vplivajo podnebne spremembe na ŠO in njihovo obvladovanje

- **Vpliv na pridelek – po pravilu**

Visoka vlažnost + ustrezne temperature



Fusarium graminearum – fuzarioza žit

- Eden najpomembnejših proizvajalcev mikotoksinov v žitih
- Podnebne spremembe → širjenje v severnejša območja (ZDA, Kitajska) ; intenzivnejši pojav/širjenje v Evropi (tudi v Skandinaviji) – prevlada nad manj agresivno in do nedavnega bolj razširjeno vrsto *F. culmorum*

Vsebnost mikotoksinov v zrnju narašča z naraščajočim št. deževnih dni in relativno vlažnostjo >75%; a upada s T manjšimi od 12 ali večjimi od 32°C (Schaafsma & Hooker, 2007).

Sklepi

- ŠO – med najpomembnejšimi dejavniki, ki vplivajo na kmetijsko pridelavo in naše okolje
- Podnebne spremembe vplivajo na vse pogostejši pojav novih zdravstvenih problemov pri pridelavi rastlin
- ŠO – indikator podnebnih sprememb (Logan et al. 2003; Garrett et al. 2009), vendar so številni drugi bioindikatorji veliko bolj povedni, predvsem pa jih je lažje spremljati
- Strategije obvladovanja ŠO (spremljanje, opazovanje, preučevanje ŠO in njihovih odzivov na obstoječe strategije varstva rastlin; nujna hitra odzivnost in snovanje novih strategij)
- Prenos znanja – demonstracijski centri,...
- Sistematičen pristop zmanjševanja vplivov podnebnih sprememb, njihovih posledic oziroma prilagajanja le tem – ali smo od besed prešli k dejanjem ? (med in znotraj sektorsko sodelovanje, podpora/sodelovanje s strokovnimi službami, izobraževanje, raziskovalno delo,...

HVALA ZA POZORNOST