

DOPADY ZMĚNY KLIMATU NA PRVNÍ VÝSKYT PLÍSNĚ BRAMBOROVÉ (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY 1876)

Z. Žalud, M. Trnka, M. Dubrovský, E. Kocmánková

Došlo: 4. prosince 2007

Abstract

ŽALUD, Z., TRNKA, M., DUBROVSKÝ, M., KOCMÁNKOVÁ, E.: *Impacts of climate change on the first occurrence of the Light blight (Phytophthora infestans (Mont.) de Bary 1876)*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2008, LVI, No. 2, pp. 267–276

The increase in the infestation pressure of various pathogens will be one of the most important factors limiting the crop production under the future climate conditions. Weather driven NegFry model has been used for estimating future *Phytophthora infestans* occurrence at four experimental potato stations of the State Institute for Agriculture Supervision and Testing. Both the infestation dates of *Phytophthora infestans* occurrence and the shape of the critical number curve were analyzed using observed weather data as well as datasets constructed according to four climate change scenarios that were based on two global circulation models. The results show the shift of the infestation pressure to the beginning of the year and describe increasing trend of critical number reaching to detecting of the first *Phytophthora infestans* occurrence for 2025 and 2050. Scenarios created according to HadCM and SRES – A2 seem to be more suitable for disease development.

NegFry, Global circulation model, emission scenario, canopy emergence, potato

Výzkum dopadů změny klimatu je převážně orientován na studie se zaměřením na variabilitu a posun výnosů a jejich trendů navzdory skutečnosti, že škodliví činitelé (plevele, choroby, škůdci) mohou výrazně redukovat předpovězené hodnoty (např. Coakley *et al.*, 1999). Plíseň bramborová je jednou z chorob, která v kontextu s dopady změny klimatu může být využita jako příkladová studie vzhledem ke svému ekonomickému významu, prakticky celosvětovému rozšíření pěstování brambor (resp. dalších citlivých zemědělských plodin) a především pro vysokou citlivost na příznivou kombinaci meteorologických vlivů. Brambory jsou podle svého významu pro výživu (člověka, populace, lidstva) čtvrtou nejrozšířenější plodinou po rýži, pšenici a kukuřici. Jsou pěstovány prakticky ve všech klimatických oblastech, přičemž jejich produkce stále roste (Walker *et al.*, 1999). Plíseň bramborová, jejíž původcem je oomyceta *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, je považována za nejvýznamnější chorobu brambor. Zvláště ve vlhkých ročnících je výše výnosů závislá především na chemické ochraně a používání fungicidů. Počet ošetření se může lišit podle účinné látky. Jsou známy případy v subtropic-

kém klimatu, kdy je nutné použít i 25 postřiků za vegetační sezonu. Efektivní způsob, jak snížit ztráty na výnosech a přitom omezit počet chemických zásahů, je detailní znalost vývoje patogena. Nástupy jeho vývojových stadií ve vztahu k počasí jsou základem algoritmů umožňujících předpověď intenzity napadení, optimalizaci termínu a kvalitu ochranného zásahu. Většina takto sestavených modelů vychází z doby sázení, resp. vzházení a meteorologických pozorování v různých časových intervalech. Plíseň bramborová se vyskytuje většinou za vlhkých, chladnějších podmínek a může se rozšířit do významně škodlivého stadia během 24 hodin. Roční ztráty jsou značné a dosahují více než 3 miliardy € (<http://europa.eu.int/>). Dřívější modely prognózy výskytu byly založeny na denních hodnotách, např. Cooke (1949) využíval průměrné denní teploty a denní úhrny srážek, Forsund (1983) denní minimum a maximum teploty, relativní vlhkost ve 12 hodin a denní úhrn srážek, zatímco Johnson *et al.*, (1996) postavili model na denních vstupních parametrech sum srážek a minimálních teplot. Kombinované modely využívaly denních údajů a současně hodinových intervalů jako např. Winstel (1993) pro

denní průměrnou teplotu a hodinové hodnoty relativní vlhkosti, či Stevenson (1993) s využitím denních úhrnů srážek a hodinových průměrných teplot a relativní vlhkosti. S nástupem automatických meteorologických stanic bylo umožněno podrobnější sledování meteorologických prvků. Projevilo se zaváděním přesnějších modelů s hodinovým krokem sledování výskytu plísně bramborové, inkorporací vývojového cyklu patogena, doporučení časování a dávkování fungicidů apod. V současnosti jsou využívány zejména systémy NegFry (Hansen *et al.*, 1995), PROGEB (Gutsche, 1993), dále PhytoPRE (Forrer *et al.*, 1993), Blitecast (Krause *et al.*, 1975), ProPhy (Scheepers, 1995) a podrobný model SIMPHYT (Gutsche and Kluge, 1996), který kromě tradičních vstupních údajů, jako jsou hodinové průměrné teploty, vlhkost vzduchu a úhrnu srážek, obsahuje i počet hodin ovlhčení listu. Použití těchto nástrojů umožňuje produkci kvalitnějších potravin díky redukcí škodlivých činitelů a současně méně zatěžuje životní prostředí vzhledem k omezení počtu aplikací. Sekundární, ale rovněž cenný výstup, je snížení nákladů na ochranu porostů. Např. (Hansen *et al.*, 1995) uvádějí, že NegFry model redukuje aplikaci fungicidů v průměru o 50 %.

Důsledkem globální změny klimatu je zvýšení teploty a vyšší variabilita všech meteorologických prvků včetně vlhkosti vzduchu a rozložení srážek. Takto změněné meteorologické prvky budou mít dopady i na výskyt škodlivých činitelů, ať již zesílením (či zeslabením) infekčního tlaku, ekologické niky nebo výskytem a počtem jejich generací (Porter *et al.*, 1991).

Cílem předkládané studie je provést analýzu doby mezi vzházením a prvním výskytem plísně bramborové v podmínkách změny klimatu pro velmi rané a polopozdní odrůdy na čtyřech stanicích ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a výzkumný ústav zemědělský) a současně na jedné ze stanic porovnat dopad změn klimatických podmínek na vývoj kritického čísla, umožňující posoudit dynamiku vývoje patogena prostřednictvím modelu NegFry.

MATERIÁL A METODY

NegFry stanoví období na začátku vegetace, po které s velkou pravděpodobností nehrozí nebez-

pečí výskytu plísně bramborové. Této prognózy je možno využít pro stanovení termínu prvního ošetření porostů brambor proti plísní bramborové, které musí být preventivní a předchází tak infekci porostu. Metoda byla vyvinuta v Dánsku a je primárně využívána pro načasování první fungicidní ochrany a následných postřiků během vegetační sezony. Parametry výpočtu zahrnují meteorologické vlivy, především vlhkost vzduchu a trvání suché periody, důležité pro produkci sporangia, klíčení spór pazogena, samotnou infekci a následnou kolonizaci plodiny patogenem. Meteorologické údaje musí být zjišťovány v hodinovém kroku. Nejčastěji se využívají stanice s desetiminutovým záznamem a následným výpočtem šedesátiminutových údajů. Kromě meteorologických vlivů je nutné do systému negativní prognózy zadat datum vzházení porostu a stupeň odrůdové odolnosti. Výstupem je datum či procentní pravděpodobnost výskytu choroby k určitému datu, které upozorňuje uživatele na nutný první či následný chemický zásah.

Základem pro signalizaci nebezpečí výskytu jsou tzv. akumulované hodnoty kritického čísla (konkrétně čísla 150 pro citlivé, 210 pro středně citlivé a 270 pro rezistentní odrůdy), které označují konec období bez nebezpečí výskytu plísně bramborové. Jejich dosažení je závislé na době s relativní vlhkostí nad 90 %, průměrnou teplotou vyšší než 10 °C a času, kdy se vyskytly srážky, které prodlužují období relativní vlhkosti. Pro počátek vývoje plísně je nutná alespoň čtyřhodinová perioda s uvedenými podmínkami. Již při deseti hodinách se stejnou meteorologickou charakteristikou je indikována sporulace. Výstupní prahové hodnoty signalizující doporučení k postřiku jsou různé podle odrůd, které jsou rozděleny na náchylné, středně náchylné a odolné.

Metoda je vhodná pro posouzení prvního výskytu plísně bramborové. Pro vyhodnocení experimentu byly zvoleny odrůdy VR – velmi rané citlivé odrůdy s hodnotou kritického čísla indikující první výskyt plísně 150 a odrůdy PP – polopozdní s hodnotou kritického čísla 270. Pro účely studie dopadů změny klimatu byla využita metoda negativní prognózy na vybraných stanicích (Tab. I), kde byly získány denní hodinové meteorologické vstupy včetně

I: Základní klimatická charakteristika pokusných lokalit

Stanice	perioda sledování	průměrná roční teplota (°C)	nadmořská výška (m)	roční úhrn srážek (mm)	klimatický okresek
Čáslav	1997–2000	8,1	249	584	B2 mírně teplý, mírně suchý, převážně mírná zima
Uherský Ostroh	1994–2000	9,0	178	520	A2 teplý suchý s mírnou zimou
Horažďovice	1994–2000	7,5	427	655	B5 mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný
Lípa	1993–2000	7,1	505	690	B5 mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný

ostatních parametrů nutných k uskutečnění simulace. Vstupní data zahrnující hodinové sumy srážek a průměrné hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu byla získána z pozorování vybraných stanic ÚKZÚZ. Datum vzházení porostů vycházelo z odrůdových pokusů s příslušným sortimentem na těchto experimentálních lokalitách.

ZMĚNA KLIMATU A KONSTRUKCE METEOROLOGICKÝCH ŘAD PRO ZMĚNĚNÉ KLIMA

Zdrojem dat pro vytvoření scénářů změny klimatu jsou tzv. globální cirkulační modely (GCM), jejichž výstupy jsou měsíční řady jednotlivých meteorologických prvků pro změněné klima (nejčastěji rok 2025, 2050, 2100). Data GCM jsou prostřednictvím datového centra IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) zveřejňována jako údaje měsíční. Proto bylo nutné pomocí stochastického generátoru meteorologických dat (Dubrovský *et al.*, 1994) připravit denní i hodinové údaje. Meteorologické řady pro změněné klima byly vytvořeny metodou přímé modifikace pozorovaných řad podle scénáře změny klimatu. Scénáře změny klimatu, které se skládají ze změn měsíčních průměrů klimatických charakteristik (aditivní změny pro teploty, multiplikativní změny pro srážky), byly odvozeny metodou „pattern scaling“ (Dubrovský *et al.*, 2005).

Při použití této metody je scénář změny klimatu dán součinem standardizovaného scénáře a změny

globální teploty. Standardizované scénáře, které popisují změny klimatu za předpokladu nárůstu globální teploty o 1 °C, byly odvozeny z posledních dostupných simulací (provedených pro čtvrtou vyhodnocovací zprávu IPCC; www.ipcc.ch) klimatu dvěma globálními klimatickými modely. Změny globální teploty (pro období 2025 a 2050 vzhledem k roku 2000) byly vypočteny pomocí klimatického modelu MAGICC (Model for the Assessment of Greenhouse gas Induced Climate Change, Harvey *et al.*, 1997; Hulme *et al.*, 2000; Tab. II). Vzhledem k nejistotám v projekcích budoucího klimatu jsme v naší analýze použili sadu scénářů změny klimatu, která kombinuje standardizované scénáře ze dvou modelů GCM (model HadCM verze 3, který je při studiu dopadů změny klimatu nejčastěji používaným modelem na světě, a model ECHAM verze 5, který již dlouhá léta patří mezi nejpoužívanější modely v Evropě i v České republice a dva odhady změny globální teploty). „Nízký“ odhad vychází z předpokladu optimistického emisního scénáře SRES-B1 a nízké klimatické citlivosti (tj. rovnovážné změně globální teploty při zdvojnásobení koncentrace CO₂) vyjádřené hodnotou 1,5 °C. „Horní“ odhad vychází z předpokladu pesimistického emisního scénáře SRES-A2 a vysoké klimatické citlivosti (vyjádřené hodnotou 4,5 °C). Vzhledem k tomu, že nejsou k dispozici scénáře změny vlhkosti, aplikovali jsme předpoklad o zachování relativní vlhkosti (tento předpoklad vychází z naší analýzy dřívějších výstupů modelů GCM).

II: Změny (vzhledem k roku 2000) globální teploty (°C) podle modelu MAGICC pro dvě období, dva emisní scénáře (SRES-B1 a SRES-A2) a dvě klimatické citlivosti

	2025		2050	
klimatická citlivost	nízká (B1)	vysoká (A2)	nízká (B1)	vysoká (A2)
emisní scénář				
SRES-A2	0,36	0,72	0,83	1,69
SRES-B1	0,29	0,59	0,56	1,19

Poslední vstupní údaj pro model NegFry, který byl pro změněné klima stanoven na základě teplotní sumy ze scénářů změny klimatu odpovídající vzházení pro současné podmínky, bylo datum vzházení porostu. Nutná teplotní suma pro vzházení byla porovnána pro každý modifikovaný rok se současnou sumou s podmínkou, že průměrná teplotní suma neklesne pod 5 °C na déle než tři dny v řadě a současně minimální teplota neklesne pod -3 °C. Tato podmínka znamená výrazné poškození mrazem či chladem, a tak je načítání teplotní sumy restartováno.

Nahrazení dat, pro současné klima údaji ze scénářů změny klimatu pro jednotlivé sledované časové horizonty (2025 a 2050), umožní sledovat objevení prvního výskytu plísně bramborové a jeho porovnání se současnými klimatickými podmínkami. Srovnání dynamiky křivek akumulace kritické

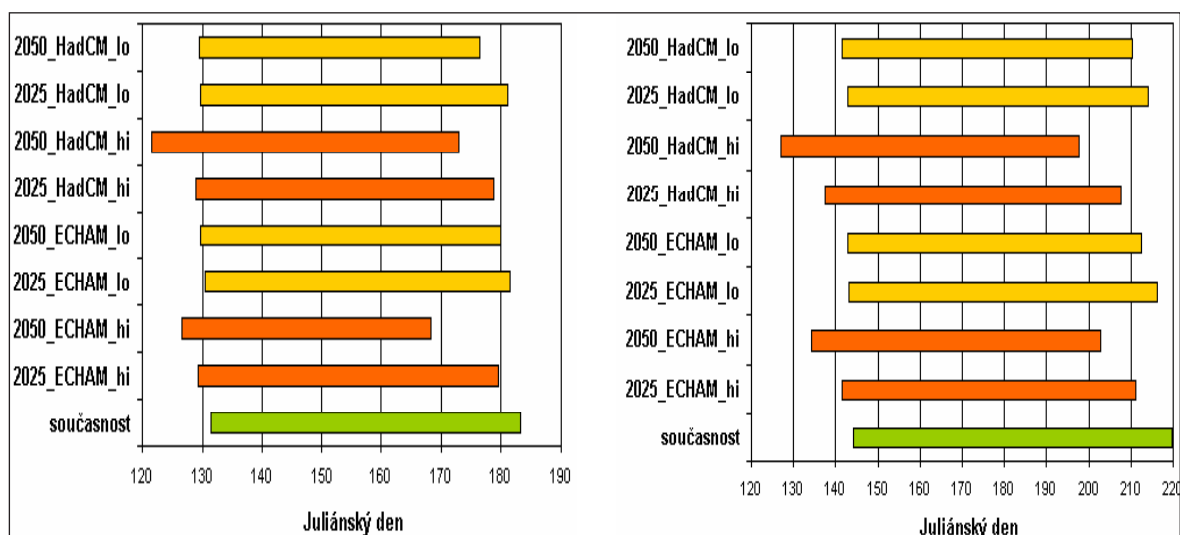
čísla a jejího maxima umožní posoudit vliv změny klimatu na dobu a rychlost dosažení první infekce výskytu plísně bramborové ve vybrané lokalitě a současně nabídne vzájemné porovnání dopadů zvolených scénářů změny klimatu v průběhu období, kdy se plíseň nemůže vyskytnout.

DISKUSE A VÝSLEDKY

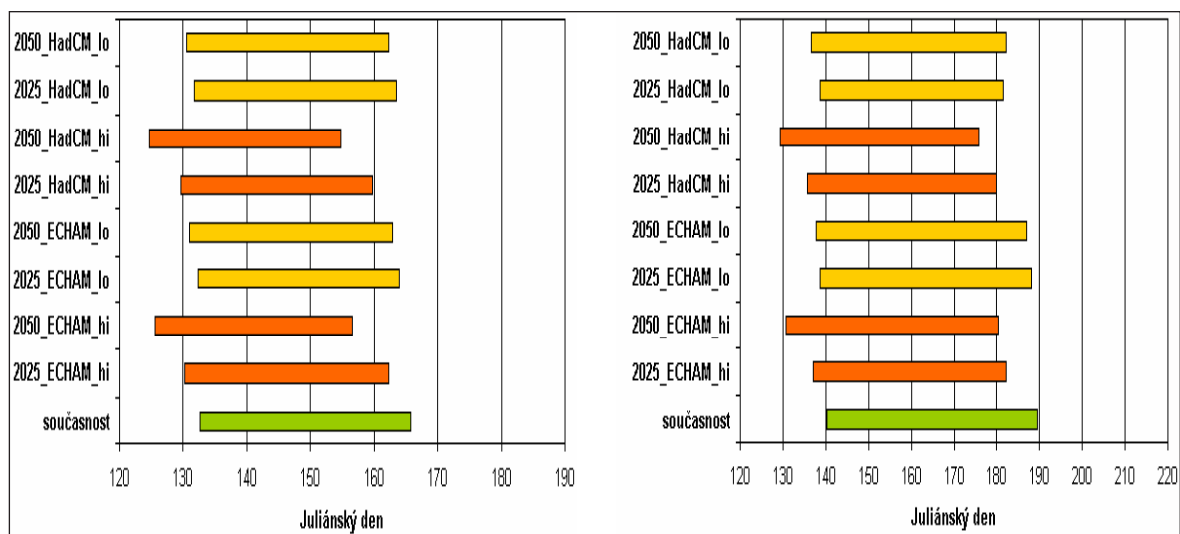
Aplikace scénářů změny klimatu a z nich plynoucí zvýšení teplot přinese dřívější nástup jednotlivých fenologických fází včetně vzházení a tím i nutné dřívější ošetření porostů. Posun klíčového vstupního údaje doby vzházení pro model NegFry k počátku roku vypočteného podle nutné teplotní sumy udává Tab. III. Lze očekávat i ranější nástup choroby a její vyšší infekční tlak (pro jednotlivé stanice Obr. 1–4).

III: Absolutní rozdíly (ve dnech) mezi dobou vzházení v současných a očekávaných klimatických podmínkách pro zvolené lokality (jako průměr pro testovaná období). VR – velmi rané odrůdy, PP – polopozdní odrůdy

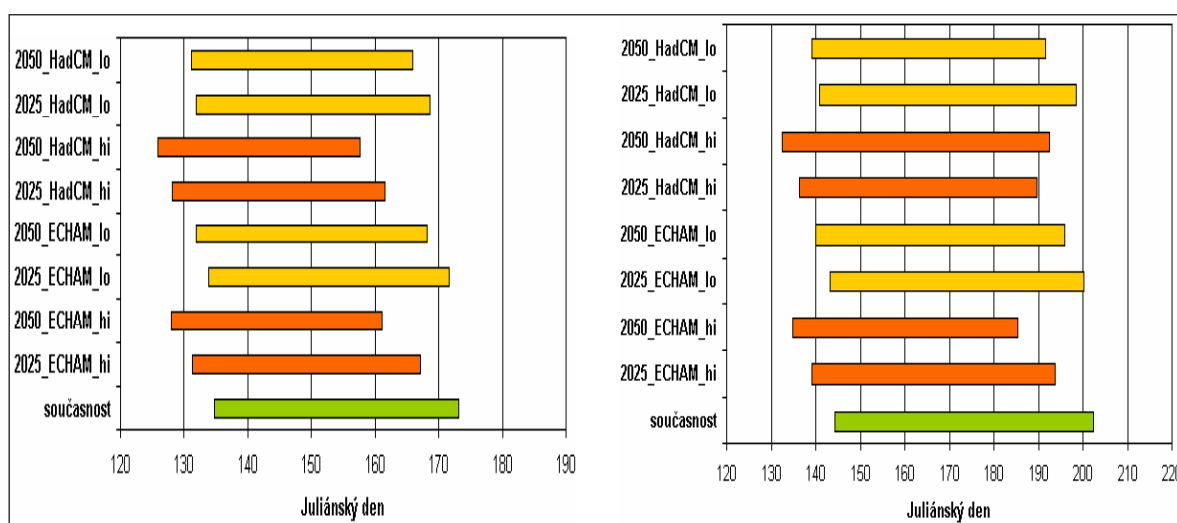
	Čáslav		Horažďovice		Uherský Ostroh		Lípa	
	VR	PP	VR	PP	VR	PP	VR	PP
2025_ECHAM_hi	2,3	2,8	3,4	5,1	2,4	3,3	4,4	4,5
2050_ECHAM_hi	5,0	10	6,7	9,4	7,1	9,6	8,8	10,5
2025_ECHAM_lo	1,0	1,3	0,9	1,1	0,4	1,6	1,5	1,5
2025_ECHAM_lo	1,8	1,5	2,9	4,3	1,7	2,6	4,8	4,0
2025_HadCM_hi	2,5	6,8	6,6	8	3,1	4,6	5,1	6,1
2050_HadCM_hi	10,0	17,3	8,9	11,9	8,0	11,0	9,6	12,9
2025_HadCM_lo	1,8	1,5	2,9	3,4	1,0	1,7	2,1	1,9
2050_HadCM_lo	2,0	2,8	3,6	5,1	2,1	3,6	4,8	5,1



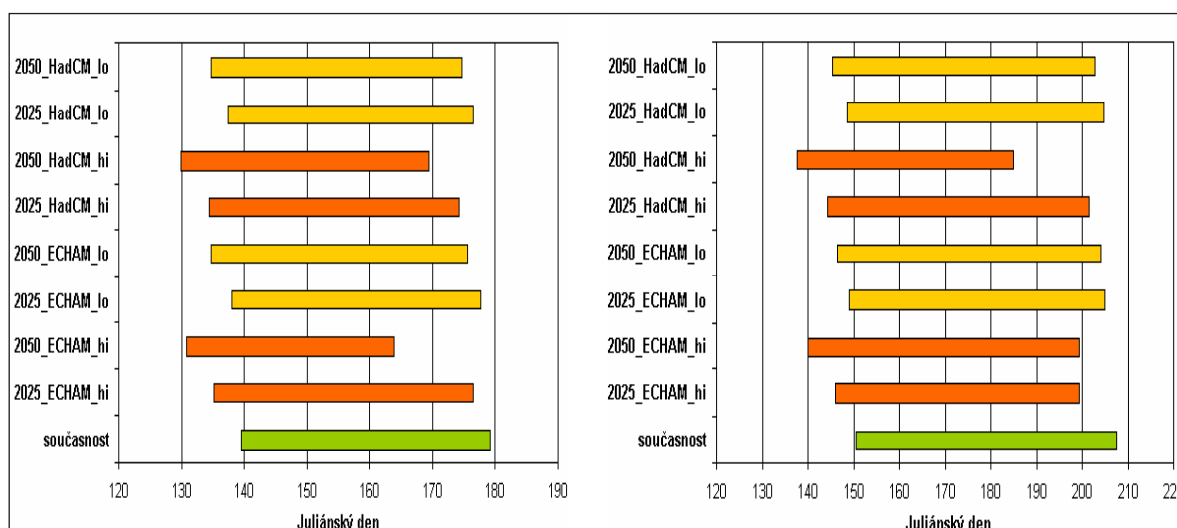
1: Doba mezi vzházením brambor a prvním výskytem choroby pro stanici Čáslav pro použité scénáře změny klimatu. Délka pruhu určuje počet dní mezi vzházením a prvním výskytem choroby, počátek pruhu je den vzházení porostu, konec pruhu den objevení první infekce. Vlevo – velmi rané odrůdy, vpravo – polopozdní odrůdy. Poznámka: „hi“ – odpovídá použité SRES-A2 scénáře a vysoké citlivosti klimatického systému a „lo“ – odpovídá SRES-B1 emisnímu scénáři a nízké citlivosti klimatického systému.



2: Odpovídá popisu Obr. 1, přičemž data byla získána ze stanice Uherský Ostroh.



3: Odpovídá popisu Obr. 1, přičemž data byla získána ze stanice Horažďovice.



4: Odpovídá popisu Obr. 1, přičemž data byla získána ze stanice Lípa u Havlíčkova Brodu.

Aplikace zvolených scénářů změny klimatu vyvozuje na základě naměřených dat pro podmínky roku 2025 průměrné zkrácení doby propuknutí prvního infekčního výskytu o 4–6 dní u velmi raných, resp. 5–8 dní u polopozdních a pro podmínky 2050 o 7–10 dní u velmi raných, resp. 8–14 u polopozdních odrůd (Tab. IV). Tato skutečnost z ekonomického pohledu může přinést jak pro velmi rané odrůdy, tak i polopozdní odrůdy ve vlhkých letech nárůst o jedno ošetření fungicidními přípravky se sedmidenní účinností. Z tohoto faktu plyne doporučení využívat přípravky se čtrnáctidenní účinností, u kterých by se počet ošetření neměl měnit. Otázkou zůstává samotná délka vegetace porostů brambor, které v podmínkách teplejšího klimatu rovněž urychlí svůj vývoj. Pokud by byly samostatně vyhodnoceny dopady změny klimatu podle scénáře HadCM a SRES – A2, který vykazuje nejvyšší účinky na akceleraci prvního výskytu patogenu, můžeme očekávat ještě jeho podstatně výraznější nástup

(pro rok 2025 dojde k posunu o 5–12 dní u velmi raných odrůd a 6–13 dní u polopozdních odrůd; pro rok 2050 dokonce o 10–16 dní u velmi raných a 14–23 dní u odrůd polopozdních, Tab. III). Lze předpokládat, že především v lokalitách s vyrovnanou či kladnou vláhovou bilancí (Tab. I, zastoupena stanicemi Horažďovice a Lípa) způsobí mírné oteplení vyšší reálnou evapotranspiraci a následně zvýšenou vlhkost v samotném porostu brambor díky specifickému mikroklimatu.

Dřívější nástup prvního infekčního výskytu plísně bramborové se může projevit nárůstem počtu ošetření v případě používání přípravků se sedmidenní účinností. Tento nárůst je dán prodloužením periody, ve které musí být plíseň bramborová aktivně kontrolována fungicidy. Rychlejší nástup vegetace včetně objevení prvního výskytu plísně bramborové vytvoří rovněž tlak na připravenost farmářů, neboť úspěšnost ochrany je dána včasným prvním zásahem. Je však nutné připomenout, že v lokalitách

IV: Rozdíl mezi prvním dnem výskytu infekce brambor (Julíánské dny – JD) pro současné a očekávané klima; absolutní rozdíly mezi nástupem plísně bramborové (ve dnech) pro současné klima a průměr ze všech scénářů pro rok 2025 a 2050 a samostatně pro konkrétní scénář HadCM_hi (s vysokou klimatickou citlivostí A2) rok 2025 a 2050. VR – značí velmi rané odrůdy, PP – polopozdní odrůdy

odrůda	lokalita	současnost JD	2025 (průměr) JD	2050 (průměr) JD	rozdíl 2025 (průměr) – současnost	rozdíl 2050 (průměr) – současnost	rozdíl 2025 HadCM_hi – současnost	rozdíl 2050 HadCM_hi – současnost
VR	Čáslav	183	180	174	3	9	5	10
PP	Čáslav	220	212	206	8	14	12	22
VR	Uherský Ostroh	166	163	159	3	7	6	11
PP	Uherský Ostroh	190	185	182	5	8	10	14
VR	Horažďovice	173	167	163	6	10	12	16
PP	Horažďovice	202	195	191	7	11	13	17
VR	Lípa	179	176	171	3	8	5	10
PP	Lípa	208	203	198	5	10	6	23

s negativní vláhovou bilancí (klimatické okrsky A2, B2, Tab. I) se může vyskytovat vyšší počet suchých let, což z dlouhodobého pohledu omezí výskyt plísně bramborové, ale zároveň může ohrozit i efektivitu samotného pěstování brambor.

V literatuře není dostupné mnoho prací zabývajících se dopady změny klimatu na plíseň bramborovou, s výjimkou zemí, kde se očekává zvýšení produkčního potenciálu (např. vědecké studie ze Skotska (Peiris *et al.*, 1996) a Finska (Carter *et al.*, 1996)) a to nejen z důvodu zvýšení teploty, ale primárně prodloužením vegetační doby. Podle Kaukoranty (1996) mohou ekonomické náklady na fungicidy dokonce vyrovnat zisky ze zvýšeného potenciálu. Pro podmínky České republiky byly s podobnými výsledky aplikovány vybrané scénáře změny klimatu na výskyt plísně bramborové prostřednictvím modelu DYMEX (Kocmánková *et al.*, 2007).

Změna kritického čísla modelu NegFry, které poukazuje na vliv meteorologických prvků a na první infekci, je pro očekávané klimatické podmínky znázorněna pro stanici Horažďovice na Obr. 5. V případě naplnění klimatického scénáře HadCM dochází až na výjimky (např. stanice Čáslav a Lípa pro rok 2050 u velmi raných odrůd) k dřívějšímu napl-

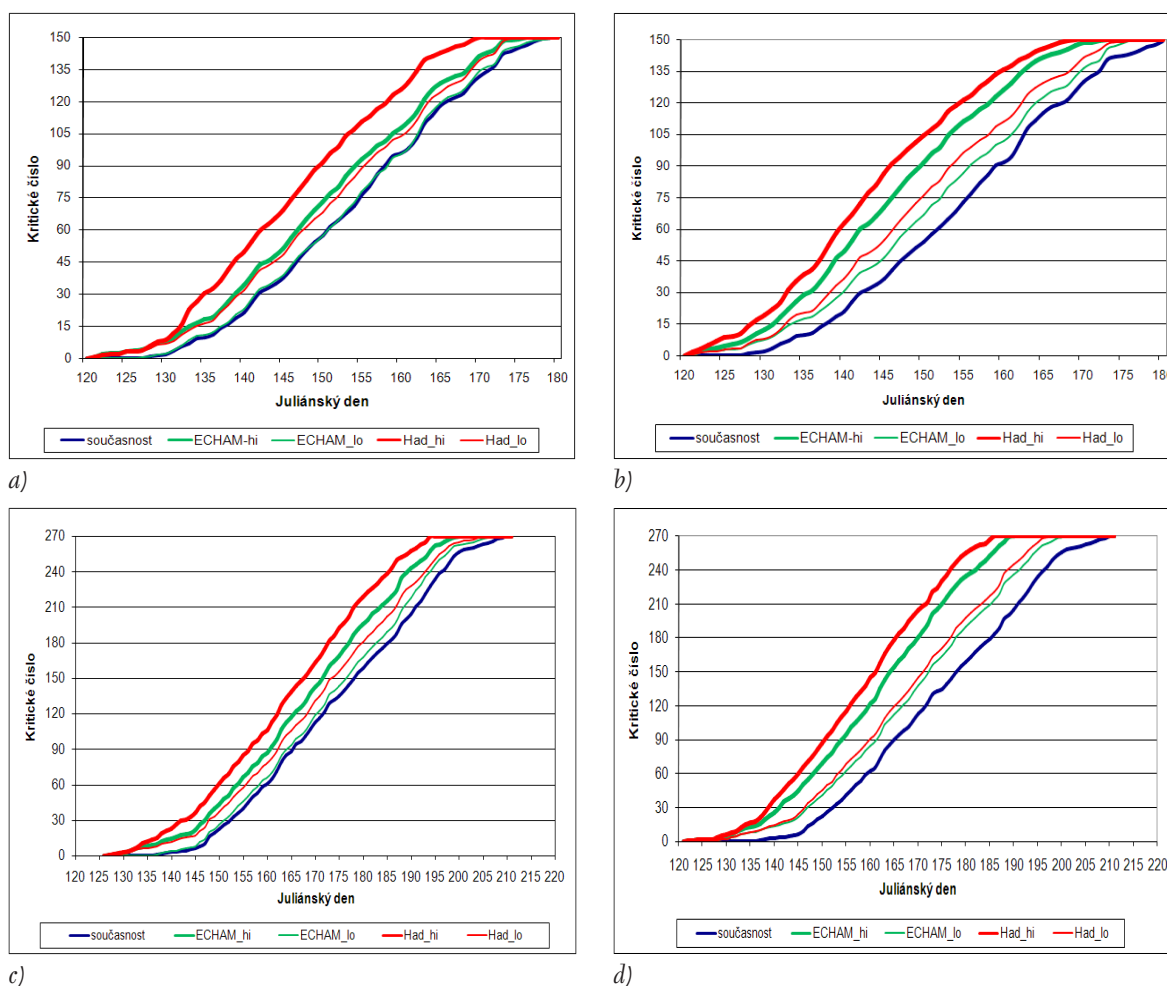
nění kritického čísla jak u velmi raných (dosažení hodnoty 150), tak polopozdních odrůd (hodnota 270) než u druhého testovaného scénáře ECHAM.

Tato skutečnost se může zdát překvapivá i v Tab. III vzhledem ke skutečnosti, že model ECHAM udává vyšší nárůst teploty (např. Dubrovský, 2005) než model HadCM. Je zřejmé, že původce plísně bramborové citlivě reaguje nejen na změnu teploty, ale především na hodnoty relativní vlhkosti, které ve výrazně teplejších podmínkách udávaných modelem ECHAM budou nižší. Druhým vysvětlením je variabilita počasí na počátku vegetační sezony, kdy vzhledem k výrazným teplotním vzestupům podle modelu ECHAM může dojít k ovlivnění porostů jarními mrazíky, což se ale v některých lokalitách s nižší pravděpodobností výskytu mrazů nemusí projevit.

Obr. 5 dokumentuje na příkladu stanice Horažďovice chod křivky kritického čísla, resp. vývoje patogena a nabízí porovnání dynamiky jeho plnění pro jednotlivé scénáře v letech 2025 i 2050. V případě naplnění scénářů s vysokou klimatickou citlivostí (A2) bude hodnota kritického čísla indikujícího první výskyt naplněna přibližně o deset dní dříve než u variant s nižší klimatickou citlivostí (B1).

SOUHRN

V rozdílných klimatických regionech ČR byly zvoleny pro studii zaměřenou na výskyt plísně bramborové ve změně klimatických podmínkách čtyři stanice ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a výzkumný ústav zemědělský). Prostřednictvím modelu NegFry umožňujícího stanovení prvního infekčního výskytu byly analyzovány změny prvního výskytu plísně bramborové a jejich rozdíly pro použité scénáře změny klimatu. Ty vycházely z naměřených hodinových údajů pro současné klima a byly modifikovány pro osm kombinací vycházejících z Globálních cirkulačních modelů ECHAM a HadCM pro dvě úrovně klimatické citlivosti (A2 – vyšší citlivost, B1 – nižší citlivost klimatického systému) a dva časové horizonty, tj. 2025 a 2050. Bylo zjištěno, že změněné klimatické podmínky podle všech scénářů zkrátí dobu mezi vzházením porostu a prvním infekčním výskytem plísně bramborové, která je závislá na dynamice načítání hodnot kritického čísla popisujícího vhodné období pro vývoj patogenu.



5: Porovnání dosažení kritického čísla podle modelu NegFry podle čtyř scénářů změny klimatu a dvě klimatické citlivosti („lo“ odpovídá emisnímu scénáři SRES – B1 a „hi“ odpovídá emisnímu scénáři SRES–A2) pro stanici Horažďovice pro a) rok 2025 VR b) rok 2050 VR c) rok 2025 PP d) rok 2050 PP

U všech čtyř pokusných lokalit pro sledovaná období (2025 a 2050) a odrůdy (velmi rané a polopozdní) lze z pohledu rychlosti vývoje patogena vyhodnotit jako nejzávažnější dopad scénáře HadCM s vysokou klimatickou citlivostí (A2).

NegFry, Globální cirkulační modely, emisní scénáře, vzcházení, brambory

SUMMARY

Late blight (*Phytophthora infestans*, Mont. de Bary) belongs to the most wide-spread potato diseases with considerable impact on the productivity of potato production around the world. The pathogen occurrence closely correlates with meteorological variables especially air temperature, humidity and precipitation. The visible signs of infestation can be observed under relative cold and humid condition within 24 hours. Description of late blight first occurrence is the key factor for the effective crop protection. As sufficient threshold for the infestation occurrence is considered consecutive four hour period with precipitation or relative humidity above 90 % and air temperature above 10 °C. However to determine the onset of the diseases in reality is extremely difficult and thus the method of negative prognosis i.e. defining time period during which the disease cannot start its development is used instead. The presented study uses the negative prognosis tool called NegFry. The key output of this model is so called critical number that is used to decide whether suitable conditions for disease occurrence took place or not. The values above 150 are considered as a limit for late blight occurrence for sensitive and above 270 for resistant potato varieties. Not only meteorological elements but also potato emergence date is needed as input date to run the simulation model. The aim of the study was indication of the first infestation in present and expected climate conditions on four experimental

sites of the Institute for Agriculture Supervision and Testing with respect to selected early and semi-late potato varieties. Climate change brings earlier start of the growing season, temperature increase, and higher variability of precipitation and air humidity in the same time. Generally the higher infestation pressure can be expected under the climate change. Two global circulation models (ECHAM and HadCM), two levels of climate sensitivity and two emissions scenarios (SRES – A2 and SRES – B1) were considered when estimating expected climate conditions. The selected combination of global circulation model, emission scenarios and climate sensitivity were used to modify outputs of the hourly weather series prepared by the stochastic weather generator Met & Roll for each experimental location for time sliced centered around 2025 and 2050. All scenarios show earlier onset of late blight at every location. For instance when scenario using combination of HadCM3, SRES A2 and high climate sensitivity was applied, the period between the emergence and the first infestation was shortened by 5–12 days in case of early potato cultivars and by 6–13 days for semi-late ones by 2025. By 2050 we expect shifts by 10–16 days and 14–23 days respectively. This fact can lead from economic point of view to higher number of potato spraying.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován s podporou projektu „Dopady změny klimatu na potenciální výskyt vybraných patogenů a škůdců“, na který by udělen grant GA ČR č. 522/05/0125 a s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Autoři děkují pracovníkům Státní rostlinolékařské zprávy Ing. Rostislavu Hrubému, CSc. a Mgr. Michalu Perutkovi za poskytnutí dat a technickou spolupráci.

LITERATURA

- COAKLEY, S. M., SCHERM, H., CHAKRABORTY, S., 1999: Climate change and plant disease management. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 37: 399–426.
- CARTER, T. R., SAARIKKO, R. A., NIEMI, K. J., 1996: Assessing the risks and uncertainties of regional crop potential under a changing climate in Finland. *Agricultural and food science in Finland*, 5 (3): 329–350.
- COOK, H. T., 1949: Forecasting late blight epiphytotics of potatoes and tomatoes. *Journal of Agricultural Research*, 78:54–563.
- DUBROVSKÝ, M., BUCHTELE, J., ŽALUD, Z., 2004: High-Frequency and Low-Frequency Variability in Stochastic Daily Weather Generator and Its Effect on Agricultural and Hydrologic Modelling. *Climatic Change*, 63 (No. 1–2), 145–179.
- DUBROVSKÝ, M., NEMEŠOVÁ, I., KALVOVÁ, J., 2005: Uncertainties in climate change scenarios for the Czech Republic. *Climate Research*, 29, 139–156.
- FORRER, H. R., GUJER, H. U., FRIED, P. M., 1993: PhytoPRE – a comprehensive information and decision support system for late blight in potatoes. SP-Report. Danish Institute of Plant and Soil Science, 7: 173–181.
- FORSUND, E., 1983: Late blight forecasting in Norway 1957–1980. *EPPO Bulletin* 13, 255–258.
- GUTSCHE, V., 1993: PROGEB – a model-aided forecasting service for pest management in cereals and potatoes. *EPPO Bulletin* 23: 577–581.
- GUTSCHE, V., KLUGE, E., 1996: SIMPHYT I and II. pp. 321–332 In: Desutche Pflanzenschutztagung. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.
- HANSEN, J. G., ANDERSSON, B. & HERMANSEN, A., 1995: NEGFY – A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. In: (Eds. Dowley, L. J., Bannon, E., Cooke, L. R., Keane, T. & O'Sullivan, E.) *Proceedings „PHYTOPHTHORA 150 Sesquicentennial Scientific Conference*, Dublin, Ireland, 201–208. Boole Press Ltd.
- HARVEY, L. D. D., GREGORY, J., HOFFERT, M., JAIN, A., 1997: An introduction to simple climate models used in the IPCC Second Assessment Report. *IPCC Tech Paper 2*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- HULME, M., WIGLEY, T. M. L., BARROW, E. M., RAPER, S. C. B., CENTELLA, A., SMITH, S., CHIPANSHI, A. C., 2000: Using a climate scenario generator for vulnerability and adaptation assessments: MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook. Climatic Research Unit, Norwich.
- JOHNSON, D. A., ALLDREDGE, J. R., VAKOCH, D. L., 1996: Potato late blight forecasting models for the semiarid environment of south-central Washington. *Phytopathology*, 86, 480–484.
- KAUKORANTA, T., 1996: Impact of global warming on potato late blight: Risk, yield loss and control. *Agricultural and food science in Finland*, 5 (3): 311–327.
- KOCMÁNKOVÁ, E., ŽALUD, Z., TRNKA, M., SEMERÁDOVÁ, D., DUBROVSKÝ, M., MOŽNÝ, M., JUROCH, J., 2007: Dopady změny klimatu na klimatickou niku mandelinky bramborové a plísňe bramborové ve střední Evropě v roce 2050. In *MendelNet'07 Agro – sborník z mezinárodní konference posluchačů postgraduálního doktorského studia*. MZLU v Brně: Ediční středisko MZLU v Brně, s. 31. ISBN 978-80-7375-119-7.
- KRAUSE, R. A., MASSIE, L. B., HYRE, R. A., 1975: BLITECAST a computerized forecast of potato late blight. *Plant Disease Reporter*, 59: 95–98.

- PEIRIS, D. R., CRAWFORD, J. W., GRASHOFF, C., JEFFERIES, R. A., PORTER, J. R., MARSHALL, B., 1996: A simulation study of crop growth and development under climate change, *Agricultural and Forest Meteorology*, 79 (4): 271–287.
- PORTER, J. H., PARRY, M. L., CARTER, T. R., 1991: The potential effects of climatic change on agriculture insect pests. *Agric. Forest Meteorol.*, 57, 221–240.
- SCHEPERS, H., 1995: ProPhy: a computerized expert system for control of late blight in potatoes in the Netherlands. p. 948 In: Proceedings XIII International Plant Protection Congress.
- WALKER, T. S., SCHMIEDICHE, P. E., HIJMANS, R. J., 1999: World trends and patterns in the potato crop: An economic and geographic survey. *Potato Research*, 42: 241–264.
- WINSTEL, K., 1993: Kraut- und knollenfaule der Kartoffel eine neue Prognosemöglichkeit – sowie Bekämpfungsstrategien. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, 58/3b.

Adresa

Prof. Ing. Zdeněk Žalud, PhD., Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

