

Možnosti prognózy napadení ozimé pšenice listovými skvrnitostmi na základě údajů o průběhu počasí – zkušenosti s přístrojem Septoria Timer a vývoj modelu predikce

(Possibilities of prognosing the infection of winter wheat by leaf blotches based on the data on weather course – experience with a Septoria-Timer instrument and the development of a prediction model)

Ing. Karel Klem, Ph.D., Ing. Zuzana Klemová
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Agrotest fyto, s.r.o.

Souhrn

Na lokalitách Branišovice, Kroměříž, Velká Bystřice a Skalička byl v letech 2005–2007 na odrůdách ozimé pšenice Acteur, Ludwig, Darwin, Banquet a Cubus neošetřovaných fungicidy sledován vývoj listových skvrnitostí po jednotlivých listových patrech odděleně a jako průměr ze všech hodnocených listových pater (živé listy). Na každé lokalitě byl v porostu ozimé pšenice instalován na začátku sloupkování přístroj Septoria-Timer diagnostikující na základě měření ovlhčení listové plochy a teploty příznivé podmínky pro infekci *Septoria tritici*.

Rozhodující vliv na rozvoj napadení listovými skvrnitostmi měl ročník a teprve pak lokalita.

Konečná úroveň napadení byla v roce 2007 téměř desetinásobně nižší než v roce 2006. Rozdíly mezi lokalitami v napadení listovými skvrnitostmi se pohybovaly do 20 % a u některých odrůd byly prakticky nulové. Srovnáním všech hodnocených odrůd bylo zřejmé, že především při nízké úrovni napadení (rok 2007) byly odrůdové rozdíly spíše nahodilého charakteru a pravděpodobně se na nich podílely kombinace faktorů: rozdíly v odrůdové náchylnosti, ranosti, průběhu počasí a rozdíly v podílu původců listových skvrnitostí na dané lokalitě. Více konzistentní byly odrůdové rozdíly v ročníku s vysokým napadením. Rozdílná odrůdová reakce v jednotlivých lokalitách byla pravděpodobně částečně vyvolána rozdílným poměrem původců listových skvrnitostí. Na lokalitě Kroměříž a částečně také Skalička bylo pozorováno vyšší zastoupení DTR, zatímco v lokalitách Velká Bystřice a Branišovice dominovaly *Septoria tritici* a *Septoria nodorum*.

Klíčová slova: pšenice; listové skvrnitosti; infekce; vlhkost listů; teplota; epidemie

Summary

The development of leaf blotches separately in individual leaf layers and on average of all examined leaf layers (fresh leaves) was studied on the winter wheat cvs. Acteur, Ludwig, Darwin, Banquet and Cubus without fungicidal treatments at the locations Branišovice, Kroměříž, Velká Bystřice and Skalička in 2005–2007. An instrument Septoria-Timer, diagnosing favourable conditions for *Septoria tritici* infection based on the measurement of wetting of the leaf area and temperature, was installed in the winter wheat stand at each location at the beginning of stem elongation. A crucial effect on the development of leaf blotches infection was found for the crop year followed by the location. A final level of the infection in 2007 was 10 times lower than that in 2006. The differences in the infection among locations ranged to 20 % and they were practically zero in some cultivars. The comparison of all examined cultivars showed that the differences were rather occasional, particularly at a low infection level (2007), and the following combinations of factors are likely to cause them: differences in cultivar susceptibility, earliness, weather course and differences in the proportion of leaf blotches pathogens at a given location. The cultivar differences were more consistent in the crop year with high infection. The different cultivar reaction at individual locations was probably induced in part by a different ratio of leaf blotch pathogens. A higher proportion of DTR was observed at Kroměříž and partly at Skalička, whereas *Septoria tritici* and *Septoria nodorum* dominated at Velká Bystřice and Branišovice.

Keywords: wheat; leaf blotches, infection; wetting of leaves, temperature, epidemy

Úvod

Jako listové skvrnitosti označujeme komplex chorob s obdobnými příznaky na listech v podobě nekrotických skvrn. Vzhledem k tomu, že původci tohoto napadení se vyskytují v naprosté většině případů v porostu souběžně v různém poměru, přičemž je velmi obtížné či nemožné vizuelní odlišení napadení jednotlivými původci, je nutné v epidemiologických studiích používat souhrnného pojmu listové skvrnitosti. K nejzávažnějším původcům listových skvrnitostí na našem území patří v posledních letech *Septoria tritici*, *Stagonospora nodorum*, *Drechslera tritici-repentis* a *Microdochium nivale*. K hlavním faktorům, které ovlivňují podíl jednotlivých původců a také celkovou úroveň napadení, patří odrůda, průběh počasí, osevní sled a zpracování půdy. Pravdě-

podobně zcela nejzávažnější z pohledu plošného rozšíření i výše výnosových ztrát je *Septoria tritici*. *S. tritici* vyžaduje deštivé počasí k tomu, aby mohlo dojít k rozstříku spor z jedné rostliny na druhou či ze spodních listů na výše položená listová patra. K rozšířování choroby může rovněž docházet, pokud je porost ovlhčen rosou a pohybuje se působením větru. Pokud již došlo k vlastní infekci, pak vývoj symptomů je závislý na teplotách. K rychlejšímu rozvoji uvnitř listu dochází za teplého počasí. Rychlý rozvoj epidemie je proto zaznamenáván při teplém a vlhkém počasí. Za optimální teploty 20–25°C a vysoké relativní vzdušné vlhkosti dochází k objevení prvních symptomů po infekci přibližně po 10 dnech (Kema et al., 1996). K vytvoření pyknid pak dochází v době 14–21 dní po infekci (Eyal et al. 1987). Pokles denní teploty

z 22°C na 18°C představuje zpomalení tvorby pyknid o 4 dny (Chungu, 2001). K dosažení pohlavního stadia (tvorba pseudothecii) pak za příznivých podmínek dochází přibližně po 35 dnech od infekce (Kema et al., 1996). Velmi obdobné požadavky pro rozvoj epidemie má také *Stagonospora nodorum*.

Většina předpovědních modelů pro rozvoj epidemie *S. tritici* je založena na principu, že zdroj inokula je lokalizován na spodních listech a k jeho šíření do horních listových pater je nezbytný rozstřík pykno spor prostřednictvím intenzivnějších srážek. Tento proces je zpomalován relativně dlouhou latentní periodou a tím, že rozstřík konidii srážkami je výškově omezený. Dle studie, kterou prováděli Lowell et al. (2002), nastává šíření choroby do horních listových pater i pokud neprobíhá rozstřík pykno spor dešťovými srážkami. K tomuto procesu dochází pravděpodobně přímým kontaktem listů, avšak tento způsob šíření je podstatně méně efektivní. Rozvoj epidemie je pak zvyšován ovlhčením listové plochy (zvýšení napadení o 10 %) a kombinací ovlhčení, větru a dešťové srážky 1 mm (zvýšení napadení o 40 %). Z těchto údajů je zřejmý klíčový význam srážek (a to již od úrovně 1 mm) pro šíření infekce v porostu. Prodlužovací růst pšenice představuje určitou překážku pro vertikální šíření epidemie do horních listových pater, protože v tomto období dochází ke zvyšování vzdálenosti mezi zdrojem infekce na spodních listech a horními listovými patry. Význam vzdálenosti mezi zdrojem infekce a horními listy potvrzují výsledky použití morforegulátorů, které způsobují zkrácení stébla (Lowell et al., 2002). Tento efekt se projevuje zejména u vysokých odrůd, kde u praporcového listu dochází ke zvýšení napadení přibližně o 50 % v důsledku použití morforegulátorů. Rovněž samotné výškové rozdíly mezi odrůdami mohou představovat významné odlišnosti pro šíření choroby do vyšších listových pater.

Pohlavní rozmnožování a šíření prostřednictvím askospor je významné ze dvou důvodů. Prvním je fakt, že díky pohlavnímu rozmnožování v populaci dochází k neustálému vývoji, tyto jsou značně rozmanité a jsou pak schopny velmi rychlé adaptace na selekční tlak. To představuje obrovskou schopnost adaptace nejen na genetickou rezistenci, ale také například na použití fungicidů (vznik rezistence k fungicidům). Druhým důvodem je schopnost pohybu malých askospor na velké vzdálenosti prouděním vzduchu. Pohlavní rozmnožování začíná převládat až ve druhé polovině vegetace v souvislosti s přirozenou senescencí listové plochy. Vytvořená pseudothecia jsou pak dormantní na posklizňových zbytcích až do podzimu, kdy se uvolňují askospory a tyto jsou příčinou primární infekce spodních listových pater. K šíření askospor větrem dochází na vzdálenosti desítek metrů až kilometrů.

Vytvořením modelu predikce napadení *Septoria tritici* se zabývali např. Pietravalle et al. (2003). Tento model vychází z údajů o průběhu počasí v době prodlužovacího růstu pšenice a zimního období, přičemž výsledkem je predikované napadení v růstové fázi mléčné zralosti. Jednou z nejvýznamnějších vysvětlujících proměnných byl počet dní se srážkami vyššími než 9 mm v průběhu sloupkování, dále počet dní s relativní vzdušnou vlhkostí vyšší než 80 % v době sloupkování a počet dní s minimálními teplotami nad 7 °C v období od dvou listů do poloviny odnožování. Poslední zmiňovaný údaj charakterizuje průběh zimy, který je významný pro vytvoření dostatečného infekčního potenciálu na spodních listech.

Materiál a metody

Na kontrastních lokalitách Branišovice, Kroměříž, Velká Bystřice a Skalička, které na relativně malém území představují škálu od kukuřičné až po bramborářskou výrobní oblast, bylo v letech 2006–2007 na odrůdách ozimé pšenice Acteur, Ludwig, Darwin,

Banquet a Cubus neošetřovaných fungicidy prováděno sledování rozvoje epidemie listových skvrnitostí po jednotlivých listových patrech odděleně a jako průměr ze všech hodnocených listových pater (živé listy). Výsledky pro zpracování modelu predikce byly doplněny o rok 2005, kdy bylo sledování prováděno pouze na lokalitách Skalička a Branišovice na částečně odlišném souboru odrůd. Hodnocení se uskutečnilo na listových patrech F až F-4 (praporcový list až pátý list shora) v minimálně 4 termínech od začátku sloupkování až do růstové fáze mléčně-voskové zralosti. Hodnocení bylo u každé varianty provedeno na 30 samostatných odnožích vizuelním odhadem % pokryvnosti listové plochy na každém listu. Napadení za celé sledované období bylo sumarizováno pomocí parametru AUDPC (plocha pod křivkou rozvoje choroby), který je vypočítáván na základě rovnice: $AUDPC = \sum [(y_i + y_{i+1})/2](t_{i+1} - t_i)$. Na každé lokalitě byl v porostu ozimé pšenice instalován na začátku sloupkování přístroj Septoria-Timer diagnostikující na základě měření ovlhčení listové plochy a teploty příznivé podmínky pro infekci *Septoria tritici*. Z každé lokality byly získány meteorologické údaje z období března až června přímo v místě pokusu, nebo z nejbližší meteorologické stanice. Získané údaje byly zpracovány pomocí korelační analýzy a procedury trénování neuronových sítí v programu Statistica.

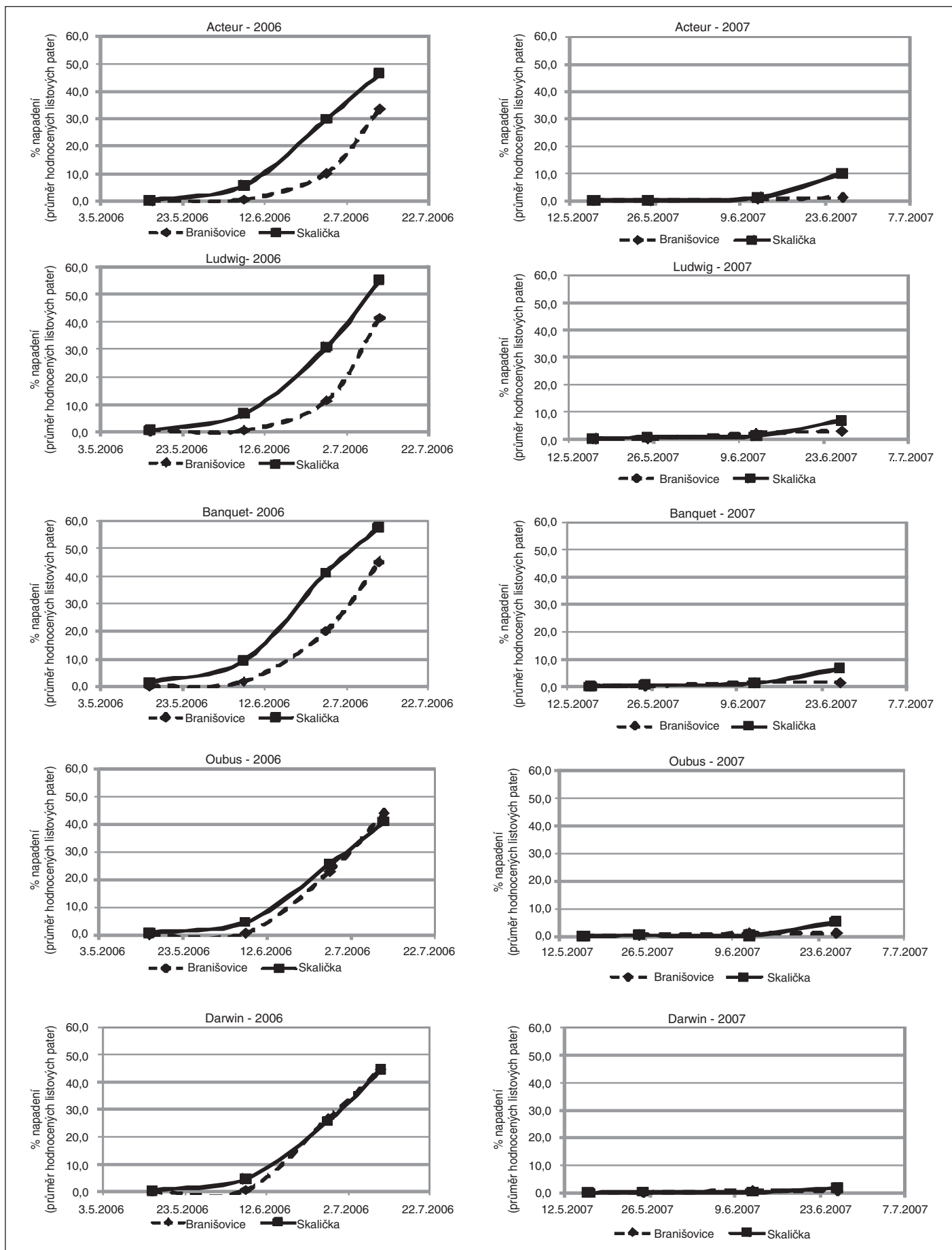
Výsledky

Ze sledování průběhu průměrné úrovně napadení listovými skvrnitostmi v ročnících 2006 a 2007 (obr. 1) je patrné, že výsledná úroveň napadení v roce 2006 byla 5ti až 10ti násobně vyšší než v roce 2007. K nástupu rozvoje choroby v roce 2007 došlo až po vymetání ozimé pšenice a průměrná úroveň napadení horních dvou listů nepřesáhla ani v závěru vegetace 10 % listové plochy. Naopak v roce 2006 se průměrná úroveň napadení v mléčně-voskové zralosti na horních dvou listech pohybovala v rozmezí 30–60 % listové plochy. Vedle ročníkového vlivu je také zřetelný efekt lokality. Ze srovnání kontrastních lokalit Branišovice a Skalička je patrné, že v roce 2006 bylo možné rozdíl v napadení sledovat po celou dobu od začátku sloupkování. Tento rozdíl se pohybuje na úrovni 10 % napadení listové plochy, přičemž napadení bylo vyšší ve vlhčí lokalitě Skalička. Tento rozdíl mezi lokalitami je ale možné pozorovat pouze u odrůd Acteur, Ludwig a Banquet. Odrůdy Cubus a Darwin vykazují minimální rozdíly v úrovni napadení mezi oběma kontrastními lokalitami. Rozdíly mezi lokalitami jsou patrné rovněž z průběhu napadení v roce 2007, ale vzhledem k celkově nízké úrovni napadení jsou také tyto rozdíly nižší. I zde je vyšší úroveň napadení dosahováno na vlhčí lokalitě Skalička. Překvapivě relativně malé rozdíly v úrovni napadení listovými skvrnitostmi byly zjištěny mezi jednotlivými odrůdami ozimé pšenice. Tyto se pro sledovaný soubor pohybují do 10 % napadení listové plochy. K odrůdám s nižším napadením patří Darwin, Cubus a také Acteur.

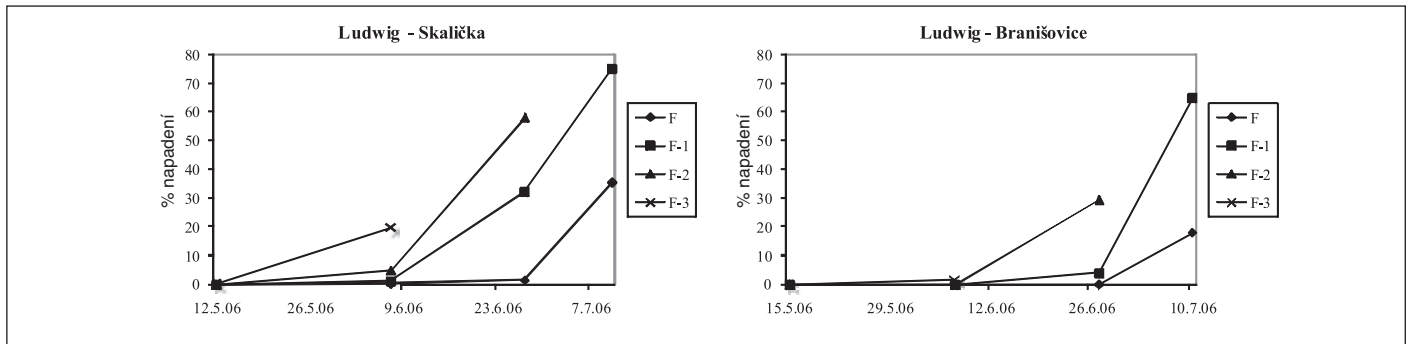
Rozdíly mezi lokalitami v průběhu napadení je možno lépe posoudit na rozvoji napadení jednotlivých listových pater. Z obr. 2, který znázorňuje napadení odrůdy Ludwig na jednotlivých listových patrech, je patrné, že hlavní rozdíly mezi lokalitami jsou v napadení nižších listových pater. Napadení listových pater F-3 a F-2 je několiknásobně vyšší na lokalitě Skalička. Rozdíly v napadení listového patra F-1 jsou evidentní především v dřívějších termínech hodnocení. Rozdíly mezi lokalitami vznikají tedy především v dřívějším napadení spodních listových pater. Dřívější napadení pak představuje vyšší potenciál pro šíření choroby za příznivých podmínek do vyšších listových pater a především vyšší dopad na výnos v důsledku dřívějšího zničení listové plochy.

Ze záznamu počtu infekčně příznivých dní stanovených pomocí přístroje Septoria Timer, který je zobrazen pro dvě kontrastní

Obr. 1 Průběh průměrných hodnot napadení v kontrastních ročnících 2006 a 2007 pro sledované odrůdy ozimé pšenice na dvou kontrastních lokalitách: Branišovice a Skalička

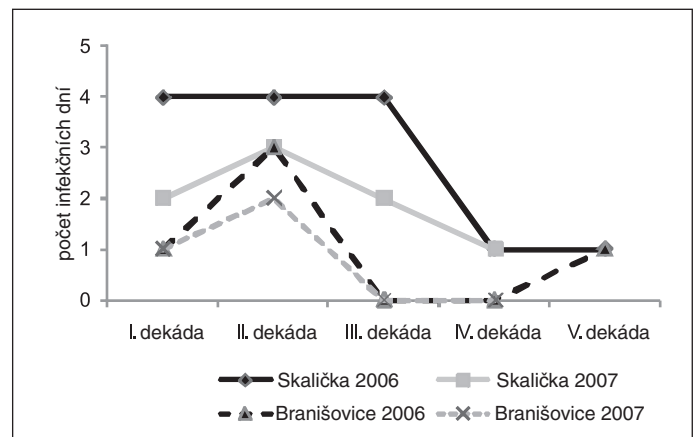


Obr. 2: Průběh napadení listovými skvrnitostmi na jednotlivých listových patrech pro lokalitu Branišovice a Skalička v roce 2006 – odrůda Ludwig

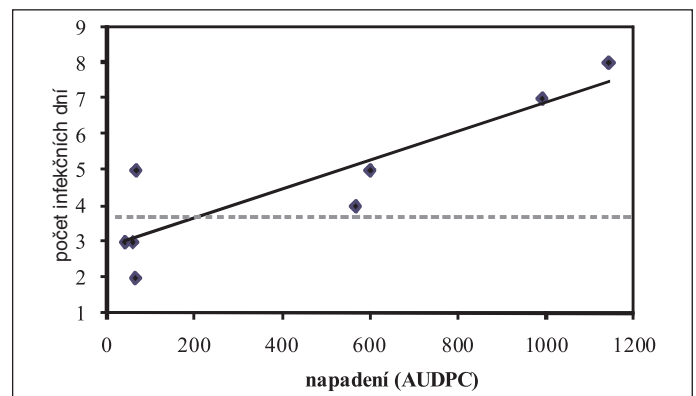


lokality a dva kontrastní ročníky na obr. 3, je zřejmé, že pomocí přístroje je odlišen nejen rozdíl v průběhu povětrnosti mezi dvěma lokalitami, ale také rozdíly mezi dvěma kontrastními ročníky 2006 a 2007. Přitom je vyšší počet infekčních dní indikován na vlhčí lokalitě Skalička a pro vlhčí ročník 2006. Vzhledem k tomu že ošetření horních listů proti listovým skvrnitostem musí být uskutečněno do konce metání ozimé pšenice, bylo následně posuzováno pouze období prvních dvou dekád po instalaci Septoria Timer do porostu. Sumární počet infekčních dní byl korelován s hodnotou AUDPC, která charakterizuje napadení po celou dobu vegetace. Z obr. 4 je zřejmá poměrně těsná závislost mezi těmito dvěma parametry s hodnotou korelačního koeficientu $R^2 = 0,78$. Z těchto výsledků je možno empiricky odvodit práh pro dosažení vyšší úrovně napadení (AUDPC vyšší než 200), který činí 4 a více infekčních dní za období dvou dekád od začátku sloupkování. Z této závislosti se vymyká pouze hodnota indikovaná v roce 2007 v lokalitě Skalička. V tomto suchém roce činil počet infekčních dní za první dvě dekády od začátku sloupkování 5, přičemž úroveň AUDPC činila pouze 66. To reprezentuje zjevné nadhodnocení infekční situace v této lokalitě. Tato skutečnost pravděpodobně souvisí s tím, že Septoria Timer neměří srážky, ale pouze dobu ovlhčení listové plochy. Pro samotný rozvoj epidemie a především šíření do horních listových pater mají srážky klíčovou úlohu. V lokalitě Skalička tak byl díky příznivým podmínkám (rosy, mlhy, srážky s nízkou intenzitou) stanoven větší počet dní s příznivým ovlhčením listů, které však pro rozvoj choroby měly jen menší význam. Z této skutečnosti vyplývá určitá slabina přístroje Septoria Timer, kterou je možné korigovat informacemi o srážkách v průběhu sloupkování. Z údajů o dynamice počtu indikovaných infekčních dní pomocí přístroje Septoria Timer je možno rovněž posoudit odlišnosti v nástupu či průběhu epidemie. Na obr. 5 byly zařazeny křivky dekádní dynamiky počtu infekčních dní pro jednotlivé lokality v roce 2006. Z těchto výsledků je zřejmé, že tyto křivky tvoří dvě charakteristické skupiny průběhu infekčně příznivých dní od začátku sloupkování do mléčně-voskové zralosti. První skupinu tvoří lokality Skalička a Velká Bystřice. Jedná se o lokality s rovnoměrně rozloženým vyšším infekčním potenciálem až do IV. dekády. Naopak u lokalit Branišovice a Kroměříž je patrný rychlý vzestup počtu infekčních dní do druhé dekády a následně opět rychlý pokles. V praxi to znamená, že v lokalitách Skalička a Velká Bystřice přetrvávají příznivé podmínky pro infekci po delší období, což přispívá především k rozvoji epidemie na horních listových patrech. Na základě údajů o počtu příznivých infekčních dní v první dekádě po instalaci přístroje Septoria Timer je pak možné odhadnout nutnost časného ošetření proti listovým skvrnitostem. Vzhledem k tomu, že v lokalitě Skalička došlo v roce 2006 k překročení prahu počtu příznivých infekčních dní = 4 již v první dekádě, je vhodné v těchto případech uvažovat o dvojnásobném ošetření proti listovým skvrnitostem.

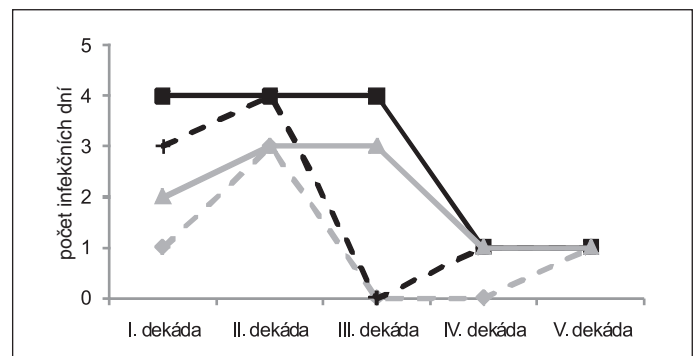
Obr. 3: Vývoj v počtu infekčně příznivých dní stanovených přístrojem Septoria Timer ve dvou kontrastních ročnících a pro dvě kontrastní lokality.



Obr. 4: Závislost mezi počtem infekčních dní indikovaných pomocí přístroje Septoria Timer a napadením listovými skvrnitostmi (parametr AUDPC)



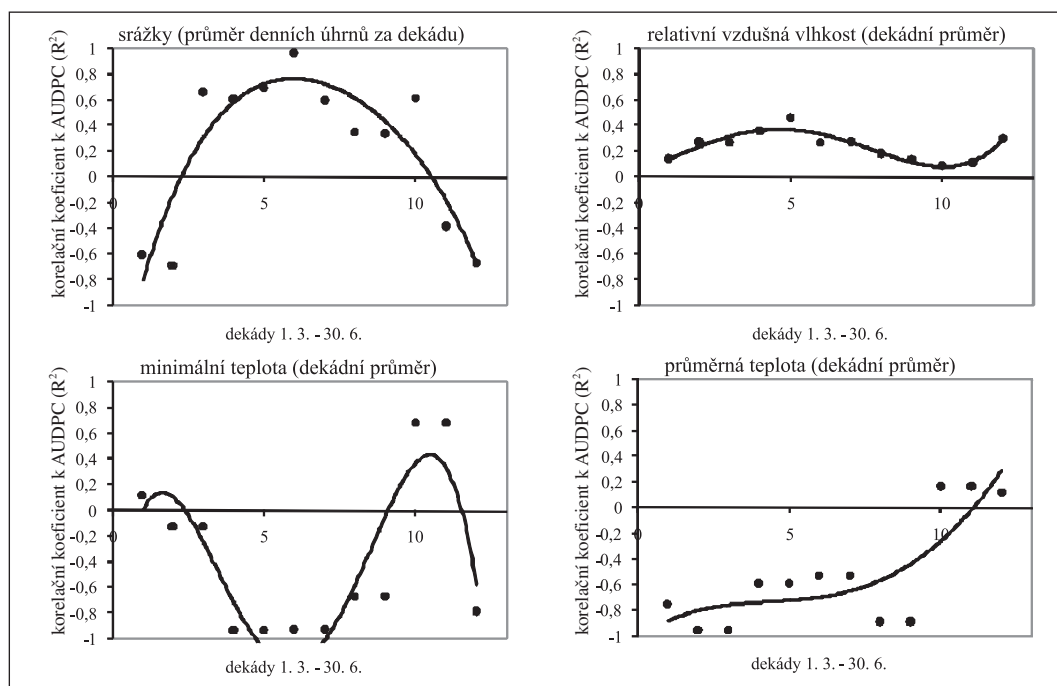
Obr. 5: Dekádní dynamika počtu indikovaných infekčně příznivých dní v roce 2006 pro jednotlivé lokality



Vzhledem ke skutečnosti, že přesnost predikce s použitím přístroje Septoria Timer může být za určitých podmínek zkreslena tím, že přístroj nezaznamenává dešťové srážky, ale pouze dobu ovlhčení listové plochy, přistoupili jsme k vývoji vlastního modelu predikce, který vychází z údajů meteorologické stanice ve výšce 2 m v období měsíců března až května. Nejprve byly pomocí korelační analýzy vyhodnoceny denní a pentádní údaje o počasí, přičemž bylo zjištěno, že takto podrobné časové členění nepřispívá ke zpřesnění predikce, a naopak je zdrojem zvýšené variability závislosti. Proto se přistoupilo k vyhodnocení s použitím dekádních údajů, které již umožňují identifikovat kritická období pro jednotlivé meteorologické prvky z pohledu vlivu na průběh infekce listovými skvrnitostmi. Toto období rovněž odpovídá minimální délce latentní periody *Septoria tritici* a logicky nemá smysl detailnější časové členění. Výsledky korelační analýzy dekádních údajů o průměrné denní teplotě, minimální denní teplotě (průměr za dekádu), denním úhrnu srážek (průměr za dekádu) a průměrné denní relativní vzdušné vlhkosti byly zobrazeny v grafech s proložení hodnot korelačních koeficientů trendem (obr. 6). Tento trend poukazuje na nejvýznamnější období z pohledu vlivu jednotlivých meteorologických prvků na napadení listovými skvrnitostmi. Jako klíčové období pro rozvoj epidemie se prakticky pro všechny sledované meteorologické prvky ukazuje období konce března až poloviny května. Tyto výsledky jsou poněkud překvapivé v souvislosti s vývojem plodiny, protože se jedná o období do poloviny sloupkování ozimé pšenice. Je velmi pravděpodobné, že v našich podmínkách je významnou podmínkou pro rozvoj epidemie vytvoření dostatečného infekčního potenciálu na spodních listových patrech, ke kterému dochází právě v časném jaru.

Na základě výsledků korelační analýzy byl proveden předvýběr vstupních parametrů pro vytvoření modelu predikce napadení listovými skvrnitostmi. Jedná se o dekádní průměry denního úhrnu srážek, průměrné denní relativní vzdušné vlhkosti, průměrné denní teploty a minimální denní teploty v období od konce března až do konce května, tak aby bylo zachyceno současně období významné pro vytvoření dostatečného infekčního potenciálu na spodních listových patrech (duben – začátek května) a období důležité pro vertikální šíření směrem do vyšších listových pater (druhá polovina května). Na základě meteorologických údajů ze tří let a čtyř lokalit a úrovně napadení listovými skvrnitostmi vyhodnocené pomocí parametru AUDPC bylo provedeno trénování neuronové sítě s cílem vytvoření vícefaktorového predikčního modelu. Tento model byl vybrán z velkého počtu trénovaných sítí jako model s nejmenší odchylkou predikovaných dat od dat pozorovaných. Výsledný model predikce vychází z celkového počtu 22 průměrných dekádních meteorologických údajů, z nichž největší význam pro samotnou predikci mají srážky na konci dub-

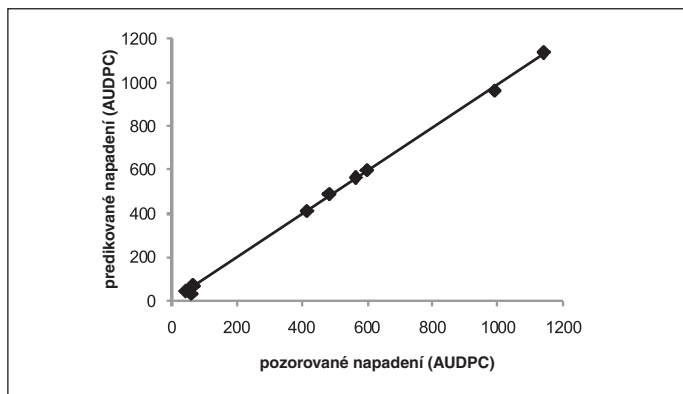
Obr. 6: Vyhodnocení kritických období pro vztah mezi jednotlivými meteorologickými prvky a napadením listovými skvrnitostmi (AUDPC). Období s hodnotami korelačních koeficientů blízkých +/- 1 mají význam pro výslednou úroveň napadení listovými skvrnitostmi



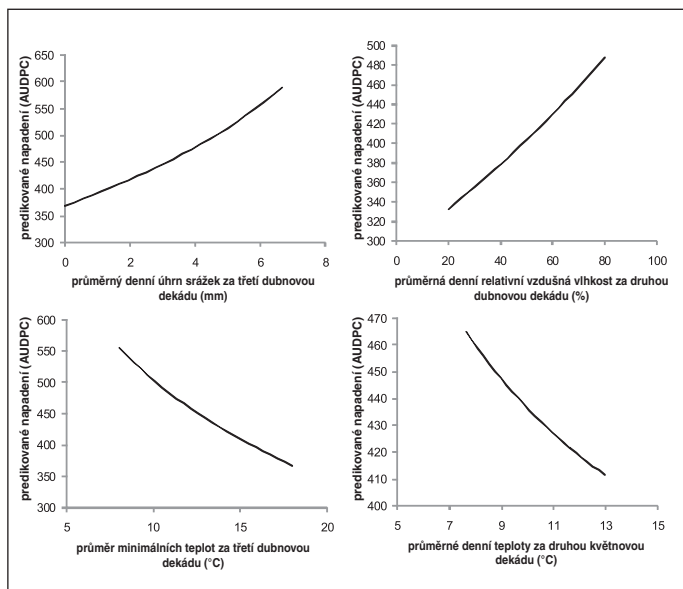
na až začátku května, relativní vzdušná vlhkost na konci března až začátku dubna, minimální teploty v dubnu a na konci května. Tento model poskytuje na dostupném rozsahu údajů vysoce spolehlivou predikci, kterou je možné posoudit pomocí grafu pozorovaných a predikovaných hodnot napadení (AUDPC) (obr. 7). Model v sobě kombinuje řadu dílčích závislostí mezi jednotlivými meteorologickými parametry a napadením jejichž příklady jsou znázorněny na obr. 8. Z těchto je zřejmé, že vyšší srážky a relativní vzdušná vlhkost podporují napadení listovými skvrnitostmi. Naopak pro minimální i průměrné denní teploty je zřejmá negativní korelace, ze které vyplývá, že vyšší úrovně napadení je dosaženo při nižších teplotách. Tato skutečnost pravděpodobně souvisí s vazbou mezi teplotami a dobou ovlhčení listové plochy. Ke kondenzaci vodních par dochází především při nižších raních (minimálních teplotách), průměrné denní teploty pak souvisí s rychlostí osychání listové plochy. Při nižších průměrných denních teplotách se zvyšuje pravděpodobnost delší doby ovlhčení listové plochy uvnitř porostu.

Zemědělská praxe i poradenské služby využívají při rozhodování o provedení fungicidní ochrany sledování výskytu skvrn s pyknidami v časném jaru a následně vývoje napadení na spodních listech, případně na poškozených rostlinách v kolejových meziřádcích. Napadené rostliny v časném jaru signalizují dostatečný potenciální zdroj infekce a pozorování vývoje epidemie by pak měla být přednostně prováděna na pozemcích s tímto potenciálem. Napadení na spodních listech porostu pak následně signalizuje příznivé podmínky pro šíření choroby v porostu. Pro potvrzení vhodnosti tohoto přístupu k vyhodnocení rizika napadení horních listů jsme provedli korelační analýzu mezi napadením spodních listů v průběhu metání a konečným napadením horních dvou listů v období mléčné voskové zralosti. Nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů byly zjištěny pro závislost mezi napadením listu F-3 v době metání a F v době mléčně-voskové zralosti. Přesto hodnoty korelačních koeficientů byly nízké a statisticky neprůkazné. Následně bylo proto provedeno vyhodnocení závislosti pro jednotlivé ročníky a lokality. Tyto závislosti pro

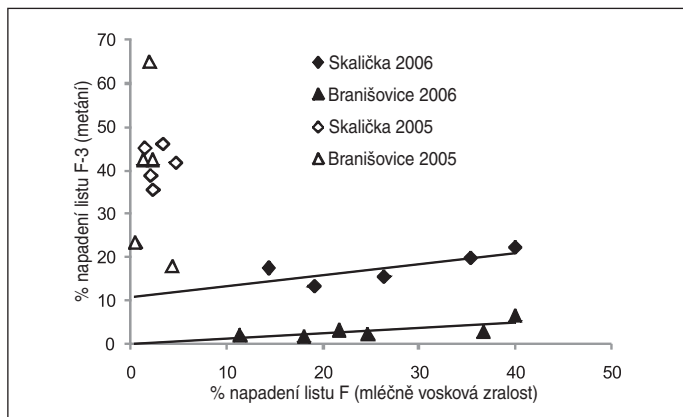
Obr. 7: Graf vztahu mezi pozorovanými hodnotami napadení a hodnotami predikovanými pomocí modelu predikce napadení listovými skvrnitosti založeném na principu neuronových sítí



Obr. 8: Odezvové grafy pro vztah mezi vybranými dílčími meteorologickými parametry a napadením listovými skvrnitostmi (AUDPC), které jsou součástí modelu predikce



Obr. 9: Závislost mezi napadením listu F-3 v době metání a F v době mléčně-voskové zralosti pro dvě kontrastní lokality a dva ročníky



kontrastní lokality Skalička a Branišovice jsou znázorněny na obr. 9. Ukazuje se, že tento vztah je značně ovlivněn ročníkem i lokalitou. Zatímco v roce 2005 bylo napadení spodních listů v době metání vysoké, další šíření do horních listových pater bylo pomalejší, a napadení praporcového listu bylo relativně nižší. Naopak v roce 2006 bylo napadení spodních listů v době metání na relativně nižší úrovni, ale příznivé podmínky v tomto roce vedly k vysoké úrovni napadení praporcového listu. Podobně také rozdíly v tomto vztahu mezi lokalitami v roce 2006 poukazují na značnou problematičnost vyhodnocení napadení horních listů pouze na základě napadení ve spodních listových patrech.

Závěr

- Výsledky pozorování prokazují klíčový význam vlhkostních podmínek v porostu (srážky, relativní vzdušná vlhkost, doba ovlhčení listové plochy), které rozhodují o šíření infekce na nové listy.
- Vlhkostní podmínky společně s teplotami jsou důvodem pro značné meziročníkové rozdíly napadení i rozdíly v napadení mezi kontrastními lokalitami.
- Byla ověřena funkčnost přístroje Septoria Timer a jeho využitelnost pro predikci napadení na základě měření v porostu ozimé pšenice ve dvou dekádách od začátku sloupkování.
- S využitím souboru víceletých dat o napadení na rozdílných lokalitách a vybraných odrůdách ozimé pšenice byl vytvořen model predikce založený na vstupních meteorologických údajích z období konec března – konec května. Předností tohoto modelu oproti přístroji Septoria Timer je, že integruje údaje o počasí ze dvou významných fází epidemie: I. období vytvoření dostatečného zdroje infekce na spodních listech, II. období šíření infekce do horních listových pater.
- Jednou z nevýhod vytvořeného modelu predikce je skutečnost, že nevychází z aktuálních údajů ovlhčení listové plochy v porostu. Pro zvýšení spolehlivosti lze proto doporučit kombinování údajů z přístroje Septoria Timer a modelu predikce s tím, že postupně by do modelu měly být integrovány údaje o době ovlhčení listové plochy získávané s pomocí samostatného čidla.

Výzkum byl podporován projekty NAZV QG 50081 a MŠMT MSM 2532885901

Použitá literatura

- Eyal, Z., Scharen, A.L., Prescott, J.M. and van Ginkel, M. (1987) The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. CIMMYT, Mexico.
- Chungu, C., Gilbert, J. and Townley-Smith, F. (2001) *Septoria tritici* blotch development as affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration, and host. *Plant Dis.* **85** (4), 430–435.
- Kema, G.H.J., Yu, D.Z., Rijkenberg, F.H.J., Shaw, M.W. and Baayen, R.P. (1996) Histology of the pathogenesis of *Mycosphaerella graminicola* in wheat. *Phytopathology*, **86** (7), 777–786.
- Lowell DJ, Parker SR, Van Peterghem P, Webb DA, Welham SJ (2002). Quantification of rain drop kinetic energy for improved prediction of splash disperse pathogens. *Phytopathology* **92**, 497–503.
- Pietravalle, S., Shaw, M.W., Parker, S.R. and van den Bosch, F. (2003). Modeling of Relationships Between Weather and *Septoria tritici* Epidemics on Winter Wheat: A Critical Approach. *Phytopathology*, **93** (10), 1329–1339

Kontaktní adresa: klemova.zuzana@vukrom.cz