

Vliv dávky, termínu a formy dusíkaté výživy ozimé pšenice na výskyt listových chorob a výnosový efekt fungicidní ochrany

(Effects of rate, timing and form of nitrogen nutrition in winter wheat on the abundance of leaf diseases and yield effects due to fungicidal control)

Ing. Karek Klem, Ph.D., Ing. Zuzana Klemová
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

Souhrn

Rozdílné ročníkové i lokální výskyty a intenzita napadení ozimé pšenice listovými chorobami a z toho vyplývající rozdílné výnosové efekty fungicidních ošetření vytvářejí předpoklad pro přizpůsobení nákladů na ochranu aktuální situaci. Pro zajištění spolehlivé účinnosti a maximálního výnosového efektu je nutné provádět ošetření na začátku rychlého rozvoje epidemie. V tomto období ovšem neznáme konečnou úroveň napadení a předpoklad napadení musí být odvozen nepřímo z průběhu počasí, odolnosti odrůd, předplodiny, zpracování půdy a řady dalších faktorů. Jedním z významných faktorů, které mohou ovlivňovat konečnou úroveň napadení je také dusíkatá výživa. V pokusných ročnících 2005–2008 byl sledován vliv dávky dusíkaté výživy, termínu aplikace, rozdělení dávek dusíku v průběhu sezony a formy dusíku na konečné napadení ozimé pšenice listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou a výnosový efekt fungicidních ošetření. Tato sledování byla prováděna po dvou kontrastních předplodinách: hrách a ozimá pšenice. Výsledky prokazují značné ročníkové rozdíly ve výnosovém efektu fungicidní ochrany. Vyšších výnosových přírůstků na základě fungicidní ochrany je dosahováno po předplodině hrách. Naopak po předplodině ozimé pšenici je vyšší výnosový efekt dusíkaté výživy. Dusíkatá výživa ovlivňuje napadení listovými skvrnitostmi pouze v ročnících se střední úrovní napadení. Při silném nebo naopak slabém infekčním tlaku se vliv dávky dusíku smazává. Obecně je možné konstatovat, že vyšší intenzita dusíkaté výživy zvyšuje napadení rzí pšeničnou a snižuje napadení listovými skvrnitostmi. Termín aplikace dusíku má pro rozvoj chorob nižší význam. Vyšší vliv na napadení listovými chorobami mají pozdější termíny aplikace dusíku. Obdobnou reakci můžeme pozorovat také při srovnání předplodin. Po předplodině hrách, která zajišťuje vyšší uvolňování minerálního dusíku, bylo napadení rzí pšeničnou prakticky ve všech ročnících průkazně vyšší a naopak napadení listovými skvrnitostmi nižší. Mezi napadením rzí pšeničnou a listovými skvrnitostmi existuje negativní závislost podmíněná dusíkatou výživou, která je ovšem významně modifikována ročníkem.

Klíčová slova: ozimá pšenice, listové skvrnitosti, rez pšeničná, dusíkatá výživa, fungicidní ochrana, výnosový efekt

Summary

Different occurrences in years and locations, and infection severity of leaf diseases on winter wheat resulting in different yield responses to fungicidal treatments enable to adjust costs for disease control depending on actual situations. To assure reliable efficacy and maximum yield effect, it is necessary to treat the crop at the beginning of rapid development of epidemics. At this time, however, we do not know a final level of the infection, and the infection estimation has to be derived indirectly from the weather course, cultivar resistance, preceding crop, soil tillage and a number of other factors. One of them that are able to influence a final level of infection is also nitrogen nutrition. In 2005–2008, the effects of nitrogen nutrition rate, application timing, splitting the nitrogen rates through the growing season and nitrogen form on final infection of winter wheat by leaf blotches and leaf rust, and yield effect due to fungicidal treatment were investigated. The observations were carried out after the two contrast preceding crops: pea and winter wheat. The results document considerable year differences in yield response to fungicidal control. The yield increase based on fungicidal treatment is higher after the preceding crop pea. In contrast, after winter wheat higher yield increase is due to nitrogen nutrition. The nitrogen nutrition affects the infection by leaf blotches only in years with a medium infection level. Under strong, or conversely weak, infection pressure, the effect of nitrogen rate is deleted. In general, it can be concluded that the higher intensity of nitrogen nutrition increases the infection by leaf rust and decreases the infection by leaf blotches. The nitrogen application timing is less important for the disease development, but higher effect on the disease development is observed at later application timings. Similar responses are also apparent if the preceding crops are compared. After pea, which provides higher nitrogen supply, the infection by leaf rust is significantly higher practically in all years and on the contrary the infection by leaf blotches is lower. There is a negative relationship between the infection by leaf rust and leaf blotches conditioned by nitrogen nutrition.

Keywords: winter wheat, leaf spot diseases, leaf rust, nitrogen nutrition, fungicidal protection, yield effect

Úvod

Napadení ozimé pšenice listovými chorobami dosahuje značné ročníkové i prostorové variability v závislosti na průběhu počasí, předplodině, odrůdě, zpracování půdy a řadě dalších faktorů. Důsledkem této variability jsou pak také rozdílné výnosové efekty fungicidní ochrany, a z toho vyplývající nutnost přizpůsobení nákladů na fungicidní ochranu. Jedním z významných faktorů ovlivňujících výskyt listových chorob je také dusíkatá výživa. Vzhledem k tomu, že rozdíly v aplikovaných dávkách, formě použitého dusíku a termínech aplikace jsou v praxi poměrně velké, bylo cílem této práce objasnit závislosti mezi těmito faktory a napadením listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou. Vliv dusíkaté výživy je značně modifikován uvolňováním minerálního dusíku z posklizňových zbytků a půdní organické hmoty. Z tohoto důvodu byl efekt dusíkaté výživy sledován v interakci s vlivem předplodiny na kontrastních předplodinách hrách a ozimá pšenice.

Dusík je z pohledu obsahu v rostlinných pletivech čtvrtým nejvýznamnějším prvkem. Vedle přítomnosti v jiných sloučeninách je dusík naprosto nezbytný pro produkci aminokyselin, bílkovin, enzymů, hormonů, fytoalexinů a fenolických látek. Podporuje intenzivní růst, zpožďuje dozrávání a ovlivňuje velikost buněk a sílu buněčné stěny. Dusík je obvykle v půdě přítomen v limitovaném množství, přičemž dochází k rychlému vyčerpání zásob přijatelných forem dusíku. Může být přijímán rostlinami v oxidované (nitrátové NO_3^-) nebo redukované (amonné NH_4^+) formě. Přístupné formy dusíku vznikají v půdě v procesu biologické mineralizace organického dusíku na anorganický amonný dusík (NH_4^+), který je dále oxidován (v procesu nitrifikace) na nitrátovou formu (NO_3^-). Rychlá nitrifikace na orné půdě vytváří předpoklad pro přednostní příjem nitrátové formy, která je následně v rostlinách redukována na aminovou formu (NH_2). Různé formy dusíku jsou metabolizovány rozdílnou cestou a mohou tak mít významný vliv na napadení houbovými chorobami, a to jak přímo tak nepřímo prostřednictvím vlivu na změnu růstových charakteristik, meziproductů metabolických pochodů, kořenových exudátů a indukované rezistence. Vliv dusíku na rozvoj houbových chorob je jedním z nejčastěji publikovaných efektů minerálních živin na choroby rostlin. V případě ozimé pšenice byl dosud nejlépe prozkoumán vliv dusíkaté výživy na napadení padlím travním – *Blumeria graminis* (např. Last, 1953), pravým stéblolamem – *Olimacula* spp. (Smiley et al 1996, Huber 1989), listovými skvrnitostmi – *Septoria nodorum*, *Pyrenophora tritici-repentis* (Krupinsky a Tanaka 2001) a černáním pat stébel – *Geaumannomyces graminis* (Brennan 1992). V případě obligátních parazitů jako je padlí travní, je charakteristická kladná závislost mezi výživou dusíkem a napadením, přičemž tento efekt je pozorován jak pro nitrátovou tak i amonnou formu. Rychlejší a vyšší efekt na úroveň napadení má obvykle nitrátová forma. Naopak v případě fakultativních parazitů, jako jsou listové skvrnitosti či choroby kořenů a pat stébel, bývá nejčastěji pozorována záporná závislost mezi dusíkatou výživou a úrovní napadení, ačkoliv časté jsou také výsledky, kdy je v závislosti na formě dusíkaté výživy a interakci s dalšími faktory pozorována pro stejnou chorobu kladná i záporná závislost mezi dávkou dusíku a napadením.

V případě obligátních parazitů nemohou rostliny s deficitem dusíku vytvářet vhodné prostředí pro výživu patogena (Huber, 1980). Z pohledu dusíkaté výživy je zvýšená náchylnost k obligátním patogenům spojena se zvýšením obsahu volných aminokyselin dostupných pro výživu patogena v infi-

kovaných pletivech, zatímco odolnost souvisí s redukovanou aktivitou enzymu peptidázy a sníženou dostupností aminokyselin nezbytných pro výživu patogena (Huber a Keeler 1977). Příkladem vlivu dávky dusíku na obligátní patogeny mohou být výsledky, které publikoval Huber (1991), přičemž napadení rzí travní (*Puccinia graminis*) se zvyšovalo v závislosti na dávce aplikovaného dusíku. Naopak v případě fakultativních parazitů jako jsou například listové skvrnitosti (*Pyrenophora tritici-repentis*) nebo černání pat stébel (*Geaumannomyces graminis*) bylo pozorováno snížení infekce v důsledku zvyšující se dávky dusíku, zejména pokud aplikovaný dusík byl v redukované formě NH_4^+ (Krupinsky a Tanaka 2001, Brennan 1992). Vysoké dávky dusíku potlačují rovněž napadení *Septoria nodorum* (Orth a Grybauskas 1994). V průběhu zrání dochází ke zvyšování potřeby dusíku, který je přiváděn do zrna z vegetativních částí pro naplnění těchto potřeb. Jestliže je příjem dusíku z půdy, či zásoba ve vegetativních orgánech nedostačující, je využíváno jako zdroj dusíku důležitých enzymů jako je například Rubisco, PEP, nebo strukturálních proteinů (Tsai et al. 1986). Tyto procesy předčasně ukončují fotosyntézu a nastupují rozkladné procesy, které odstraňují strukturální bariéru pro infekci fakultativně saprofytickými houbami. Rozdílný vliv oxidované a redukované formy dusíku na rozvoj chorob je dán rozdíly v dostupnosti a metabolismu. Redukce napadení řadou chorob v důsledku aplikace redukované NH_4 formy je často přičítána zvýšené dostupnosti Mn a jeho roli v obranných mechanismech rostliny (Elmer a Ferrandino 1994). Dusík je hlavním faktorem, který ovlivňuje obsah celulózy v rostlině a tím také mechanickou pevnost buněčné stěny. Některé listové choroby snadněji penetrují, a rychleji se vyvíjejí ve šťavnatých pletivech podporovaných dusíkatou výživou. Naopak choroby kořenů jsou často překonávány intenzivní tvorbou nových kořenů, která je podporována dusíkatou výživou.

Materiál a metodika

V letech 2005–2008 byly po předplodinách ozimé pšenici a hrachu založeny pokusy zaměřené na sledování vlivu celkové dávky dusíku, termínu aplikace, formy dusíku a rozdělení dusíkaté výživy v průběhu vegetace na napadení listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou, stanovení výnosového efektu hnojení a fungicidní ochrany. Posklizňové zbytky (sláma) byly u obou předplodin rozdrnceny, a rovnoměrně rozptýleny přímo při sklizni, nebo krátce po sklizni. Následovala podmítka diskovým nářadím do hloubky 10 cm. Před založením pokusů bylo provedeno vždy zpracování půdy střední orbou (18–22 cm). Pokusy byly založeny na odrůdě ozimé pšenice Ebi. Výsev byl proveden v agrotechnickém termínu (konec září až první dekáda října). V každém pokuse bylo celkově založeno 10 variant dusíkaté výživy (tab. 1). Varianty 2–4 a 7–8 sloužily k vyhodnocení vlivu termínu dusíkaté výživy v dávce 60 respektive 120 kg N.ha⁻¹ ve formě ledku amonného s vápencem 27,5% N (LAV). Varianty 2, 5 a 6 byly určeny k vyhodnocení stupňovaných dávek dusíku až do 180 kg N.ha⁻¹ s posunem navyšující se dávky do pozdějších termínů aplikace ve formě LAV. Varianty 6, 9 a 10 sloužily ke srovnání několika variant aplikace celkové dávky dusíku 180 kg N.ha⁻¹. Jednalo se o porovnání dělených dávek ve formě LAV, jednorázové časné aplikace ve formě močoviny (MO), a kombinované aplikace MO (120 kg N.ha⁻¹) v časném termínu a LAV (60 kg N.ha⁻¹) v pozdním termínu.

Aplikace dusíku byly provedeny ve třech základních termínech: T1 – regenerační přihnojení (první polovina odnožová-

ní – BBCH 23–25), T2 – produkční přihnojení (začátek sloupkování BBCH 31–32), T3 – pozdní přihnojení (konec sloupkování až začátek metání – BBCH 39–51). Každá z variant byla dále rozdělena na subvariantu bez fungicidního ošetření a variantu s intenzivním fungicidním ošetřováním proti listovým chorobám v průběhu vegetace. Přehled aplikací fungicidů na ošetřované variantě je uveden v tabulce 2. Každá kombinace dusíkaté výživy a fungicidní ochrany byla založena ve třech opakováních na parcelách o velikosti 10 m². Parcely byly uspořádány v dělených znáhodněných blocích.

V průběhu vegetace bylo provedeno vyhodnocení napadení listovými chorobami a výnosu. Hodnocení listových chorob bylo v závislosti na rychlosti nástupu epidemie prováděno 1–2x za vegetační sezonu. Vzhledem k tomu, že v některých ročnících byl nástup listových chorob značně opožděný, bylo vlastní porovnání vlivu dusíkaté výživy mezi ročníky prováděno na základě hodnocení napadení v mléčné voskové zralosti na praporovém listu. Hodnocení napadení listovými chorobami bylo provedeno vizuelním odhadem s použitím stupnice metodik EPPO vždy u 10 rostlin na parcele. V roce 2005 bylo vzhledem k původnímu zaměření pokusu pouze na listové skvrnitosti provedeno pouze vyhodnocení napadení listovými skvrnitostmi. V ostatních ročnících bylo hodnoceno napadení rzí pšeničnou (*Puccinia recondita*) a listovými skvrnitostmi (komplex původců – převážně *Seporia tritici* a *Drechslera tritici repentis*).

Výsledky byly zpracovány pomocí vícefaktorové analýzy variance v programu Statistica 7. V grafech je použito pro porovnání vlivu jednotlivých faktorů intervalů spolehlivosti na hladině P = 0,95.

Tab. 1: Přehled aplikačních zásahů v jednotlivých variantách hnojení

Varianta č.	T1 – regenerační BBCH 23-25	T2 – produkční BBCH 31-32	T3 – pozdní BBCH 39-51
1.	0 kg N		
2.	60 kg N . ha ⁻¹ LAV		
3.		60 kg N . ha ⁻¹ LAV	
4.			60 kg N . ha ⁻¹ LAV
5.	60 kg N . ha ⁻¹ LAV	60 kg N . ha ⁻¹ LAV	
6.	60 kg N . ha ⁻¹ LAV	60 kg N . ha ⁻¹ LAV	60 kg N . ha ⁻¹ LAV
7.	120 kg N.ha ⁻¹ LAV		
8.		120 kg N.ha ⁻¹ LAV	
9.	180 kg N.ha ⁻¹ MO		
10.	120 kg N.ha ⁻¹ MO		60 kg N . ha ⁻¹ LAV

Tab. 2: Přehled fungicidních zásahů v ošetřované variantě (F)

T1	BBCH 31-32	Alert 0,8 + Capitan 0,4 l
T2	BBCH 39	Sfera 0,4 l
T3	BBCH 59-61	Amistar 0,4 l + Caramba 0,8 l

Výsledky a diskuse

Vliv dusíkaté výživy a fungicidní ochrany na výnos ozimé pšenice

Vliv dusíkaté výživy a fungicidní ochrany na výnos je porovnán samostatně pro jednotlivé předplodiny v obr. 1 na průměrech z let 2005–2008. Tento graf ukazuje zásadní vliv předplodiny na výnosový dopad dusíkaté výživy a fungicidní ochrany. Zatímco po předplodině hrách je význam dusíkaté výživy nízký a statisticky neprůkazný i v dávce 180 kg.ha⁻¹, po předplodině ozimé pšenici je efekt průkazný již od dávek 120 kg N.ha⁻¹. Současně je po předplodině ozimé pšenici vel-

mi dobře patrný také efekt termínu aplikace. Nejvyšších výnosů bylo dosaženo po předplodině ozimé pšenice u dělené aplikace 180 kg N.ha⁻¹ ve formě LAV. Obdobných výsledků bylo dosaženo u zbývajících dvou variant s celkovou dávkou dusíku 180 kg.ha⁻¹. Při srovnání stejných dávek dusíku je zřejmé, že rozhodující výnosový efekt má regenerační dávka dusíku. Vliv produkčního a pozdního přihnojení je již nižší a rozdíl mezi těmito dvěma termíny jsou zanedbatelné, ačkoliv tendence k vyššímu výnosu je patrná u pozdního přihnojení. Po předplodině hrách je zřejmé, že pro dosažení maximálního výnosu jsou dostačující dávky v rozmezí 60–120 kg N.ha⁻¹. Ačkoliv rozdíl mezi variantami jsou po předplodině hrách neprůkazné, je zřejmé, že k vyššímu výnosu přispívají spíše pozdější termíny aplikace. U fungicidně neošetřovaných variant je dokonce patrný mírný pokles výnosu s dávkou dusíku, který je ovšem statisticky neprůkazný. Nadbytek dusíku se zde projevoval vyšší úrovní napadení listovými chorobami (především rzí pšeničnou), ale také mírným zvýšením úrovně poléhání, ke kterému díky plošné aplikaci regulátorů docházelo jen výjimečně, ale u vysokých dávek dusíku po předplodině hrách se zde částečný efekt mohl projevit. Při porovnání vlivu fungicidního ošetření je patrné, že rozdíl mezi neošetřenou kontrolou a fungicidně ošetřenými variantami se mírně zvyšují se zvyšováním dávek dusíku. Přestože je vliv fungicidního ošetření průkazný po obou předplodinách prakticky u všech variant, v případě předplodiny hrách jsou tyto rozdíl téměř dvojnásobné. Z těchto výsledků je patrné, že intenzivní fungicidní ochrana by měla nacházet uplatnění především v příznivých podmínkách – úrodné půdy, dobře založené porosty a zlepšující předplodina.

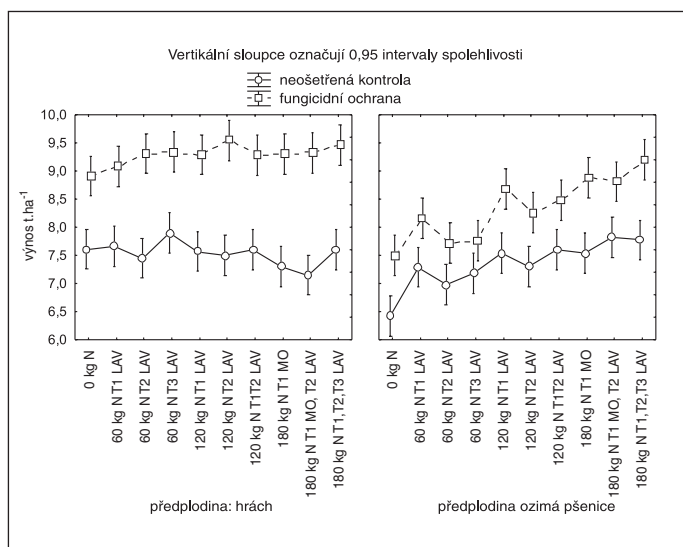
Na obrázku 2 jsou vyhodnoceny ročníkové rozdíly v reakci na fungicidní ochranu. Nejvyšší efekt fungicidní ochrany byl zaznamenán v roce 2006 a to jak po předplodině ozimé pšenici, tak i po předplodině hrách. V tomto roce byla také zjištěna nejvyšší úroveň napadení rzí pšeničnou i listovými skvrnitostmi ze všech čtyř sledovaných ročníků. Naopak nejnižších výnosových přírůstků po aplikaci fungicidů bylo dosaženo v roce 2007, kdy byla úroveň napadení nižší až střední. V roce 2008 byly vyšší výnosové přírůstky zaznamenány po předplodině hrách, avšak po předplodině ozimé pšenice byl výnosový efekt fungicidní ochrany relativně nízký. To koresponduje s vysokými rozdíly v napadení rzí pšeničnou mezi oběma předplodinami v roce 2008, přičemž po předplodině hrách byla úroveň napadení téměř dvojnásobná v porovnání s pokusem po předplodině ozimé pšenici.

Vliv celkové dávky dusíku na úroveň napadení listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou

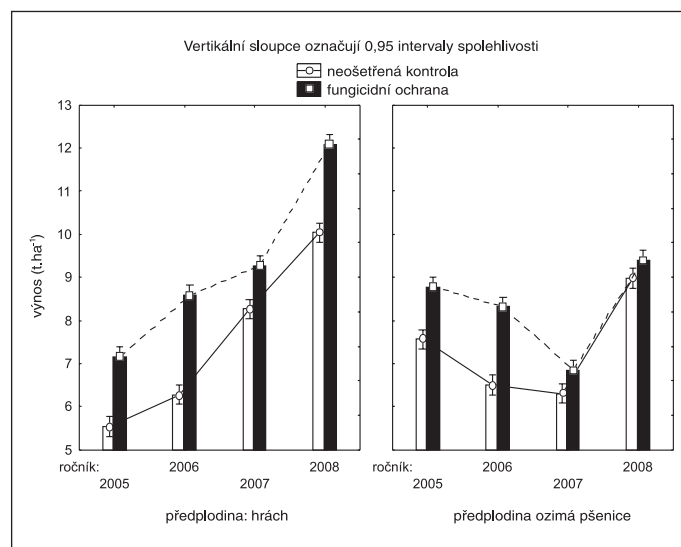
Vliv celkové dávky dusíku při aplikaci ve formě LAV na napadení ozimé pšenice listovými skvrnitostmi je porovnán na obrázku 3. Z těchto výsledků jsou zřejmé především ročníkové rozdíly, které ovlivňují závislost mezi dávkou dusíku a napadením. V letech 2005, 2007 a 2008 je zřejmý pokles napadení listovými skvrnitostmi v souvislosti s dávkou dusíku. Tento je v mezních případech i statisticky průkazný. Nižší efekt dusíkaté výživy se projevil v roce 2005. Jednalo se o ročník s celkově nižší úrovní napadení listovými skvrnitostmi. Atypický vztah mezi dávkou dusíku a napadením listovými skvrnitostmi se projevil v roce 2006. Tento ročník byl díky srážkám příznivý pro rozvoj listových skvrnitostí a intenzita napadení byla velmi silná. V tomto roce byl vliv dávky dusíku na úroveň napadení listovými skvrnitostmi statisticky neprůkazný, přičemž z výsledků je zřejmý mírný nárůst napadení při vyšších dávkách dusíku.

K poklesu úrovně napadení při zvyšování dávky dusíku dochází pravděpodobně pouze při středním infekčním tlaku, kdy se může nejlépe projevit dostatek dusíku ve zpomalené senescenci listů a zpomaleném nástupu rozkladných procesů enzymů obsahujících dusík, který je pak využíván při akumulaci v znu. Následkem senescence je pak zrychlené osidlování fakultativně saprofytickými houbami, ke kterým náleží i listové skvrnitosti. Při velmi příznivých podmínkách pro infekci (intenzivní srážky, vysoká relativní vzdušná vlhkost, vyšší teploty) a silném infekčním tlaku pravděpodobně tento vztah přestává platit a k infekci dochází i na vitálních pletivech podporovaných vyšší úrovní dusíkaté výživy. Při porovnání rozdílů mezi předplodinami je patrné, že efekt dusíkaté výživy zůstává v daném ročníku shodný, pouze úroveň napadení po předplodině ozimé pšenici je vyšší. Tento efekt může souviset jednak se zdrojem infekce, který je po ozimé pšenici vyšší, ale může mít také vztah k celkové vitalitě porostu, která je po zlepšující předplodině vyšší a na vitálních pletivech se úroveň napadení snižuje.

Obdobné výsledky pro rez pšeničnou jsou shrnuty na obrázku 4. Zde je patrný opačný efekt dusíkaté výživy ve srovnání s listovými skvrnitostmi. Napadení listovými skvrnitostmi se s vyšší dávkou dusíku zvyšuje. Tento vliv byl nejvyšší v roce 2007. Naopak neprůkazné rozdíly mezi dávkami dusíku v napadení rží pšeničnou byly zjištěny v roce 2006. Podobně jako v případě listových skvrnitostí i zde sehrál roli vysoký infekční tlak, který překryl efekt výživy dusíkem. Ve srovnání s listovými skvrnitostmi je vyšší napadení rží zaznamenáváno po předplodině hrách, zatímco po ozimé pšenici jsou tyto hodnoty průkazně nižší (v ročnících s nižším napadením). Tato skutečnost souvisí pravděpodobně rovněž s nabídkou minerálního dusíku, jehož uvolňování je po hrachu vyšší a dochází tak ke stimulaci napadení rží pšeničnou. Zvýšenou úroveň napadení rží pšeničnou při vyšších dávkách dusíku dokumentuje například práce Mascagni et al. (1997).



Obr. 1: Vliv jednotlivých variant dusíkaté výživy v interakci s předplodinou a fungicidní ochranou na výtěžnost (průměr ročníků 2005–2008)



Obr. 2: Průměrný výtěžkový efekt fungicidní ochrany v jednotlivých ročnících v interakci vyhodnocený pro jednotlivé předplodiny samostatně

Tab. 3: Zjednodušená tabulka analýzy rozptylu pro jednotlivé faktory a jejich interakce

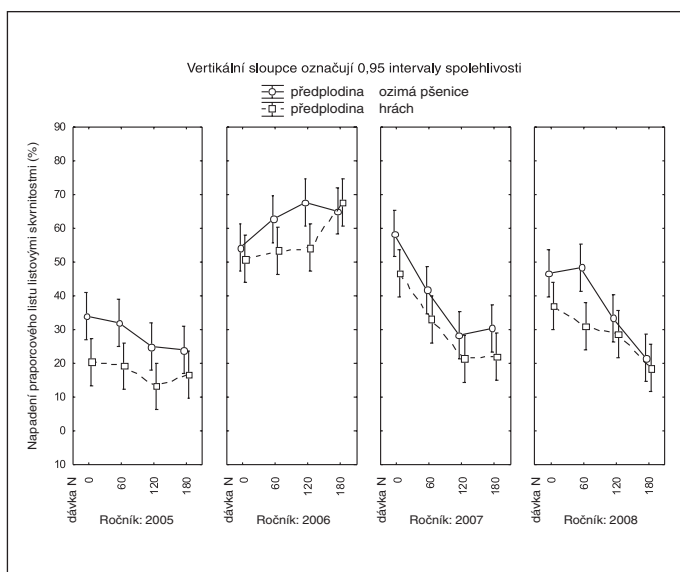
Faktor	výtěžnost			listové skvrnitosti			rez pšeničná		
	df	F _{vyp}	P	df	F _{vyp}	P	df	F _{vyp}	P
Ročník	3	529,47	0,00	3	514,62	0,00	2	452,84	0,00
Předplodina	1	85,87	0,00	1	134,83	0,00	1	236,67	0,00
varianta N výživy	9	7,77	0,00	9	7,81	0,00	9	16,60	0,00
fungicidní ochrana	1	216,06	0,00	1	7370,71	0,00	1	9750,80	0,00
interakce 2 faktorů									
ročník*předplodina	3	250,33	0,00	3	1,85	0,14	2	56,81	0,00
ročník*varianta N výživy	27	2,15	0,00	27	7,76	0,00	18	4,86	0,00
předplodina*varianta N výživy	9	7,24	0,00	9	1,23	0,28	9	1,43	0,18
ročník*fungicid	3	110,45	0,00	3	438,44	0,00	2	432,93	0,00
předplodina*fungicid	1	5,94	0,02	1	91,90	0,00	1	236,26	0,00
interakce 3 faktorů									
varianta N výživy*fungicid	9	1,06	0,39	9	7,00	0,00	9	15,81	0,00
ročník*předplodina*varianta N výživy	27	2,86	0,00	27	0,89	0,63	18	1,21	0,25
ročník*předplodina*fungicid	3	38,54	0,00	3	5,90	0,00	2	57,89	0,00
ročník*varianta N výživy*fungicid	27	0,65	0,91	27	7,25	0,00	18	4,95	0,00

Vliv termínu aplikace dusíku na úroveň napadení listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou

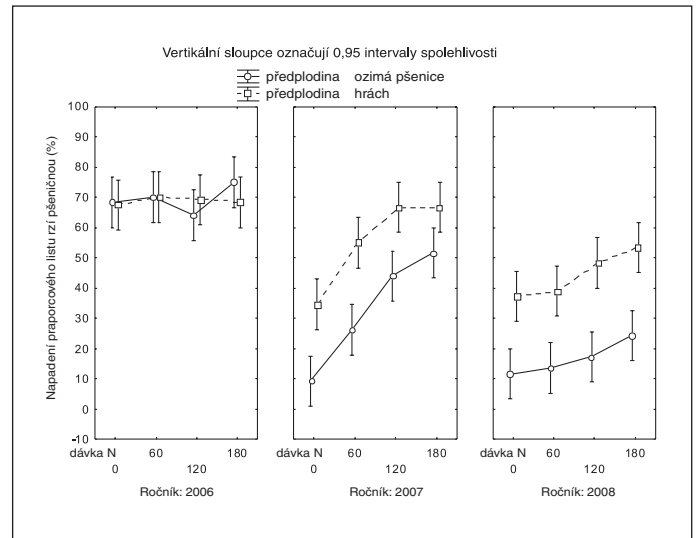
Vliv termínu aplikace dusíku v dávce 60 kg N.ha⁻¹ ve formě LAV na napadení listovými skvrnitostmi je patrný z obrázku 5. Tento efekt je malý a ve většině případů statisticky neprůkazný. Přesto je z průběhu grafu patrné, že ke snížení napadení dochází především při pozdějších termínech aplikace dusíku. Tento efekt byl nejvýraznější v roce 2007. Naopak v případě rzí pšeničné představují pozdější termíny aplikace dusíku zvyšování rizika napadení (obr. 6). I v případě rzí jsou ovšem rozdíly mezi termíny aplikace ve většině případů malé a statisticky neprůkazné. Nejlépe byl efekt termínu aplikace pozorovatelný v pokusech roku 2007.

Závislost mezi napadením rzí pšeničnou a listovými skvrnitostmi

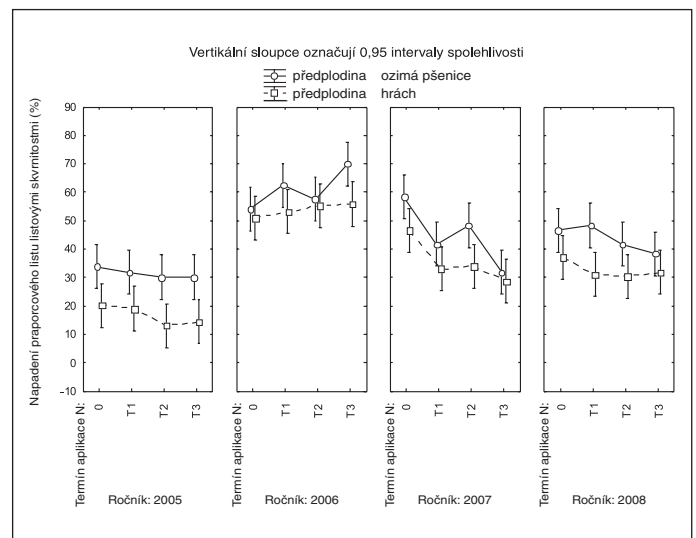
Z předchozích výsledků je zřejmé, že především v ročnících se střední úrovní napadení se dusíkatá výživa projevuje poklesem úrovně napadení listovými skvrnitostmi a současně zvyšuje napadení rzí pšeničnou. Proto nás zajímalo, zda neexistuje negativní závislost mezi napadením listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou. Výsledky ze všech pokusných parcel byly odděleně pro jednotlivé ročníky shrnuty do bodového grafu (obr. 7). Rok 2005 nebyl do grafu zahrnut vzhledem k tomu, že hodnocení napadení rzí se v tomto roce neprovádělo. Po proložení dat exponenciální funkcí je zřejmé, že v letech 2007 a 2008 byla zjištěna obdobná závislost mezi napadením listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou. Jedná se o negativní korelaci, která znamená, že při nižším napadení rzí pšeničnou se zvyšuje napadení listovými skvrnitostmi a opačně. Musíme mít ovšem na paměti, že se jedná o efekt podmíněný dusíkatou výživou. Rok 2006 byl charakteristický vysokou úrovní napadení jak rzí pšeničnou, tak i listovými skvrnitostmi. Vzhledem k úzkému rozpětí hodnot napadení rzí pšeničnou i listovými skvrnitostmi tak nebylo možné závislost mezi oběma chorobami v tomto roce vyhodnotit. Mezi jednotlivými ročníky ovšem dochází k posunu zjištěných závislostí, který souvisí s podmínkami počasí v daném roce a celkovou úrovní infekčního tlaku.



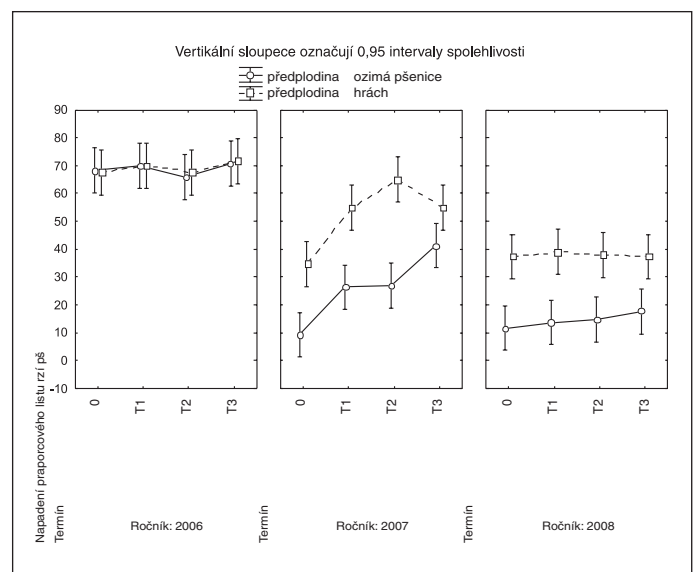
Obr. 3: Vliv celkové dávky dusíku aplikované v průběhu vegetace na napadení praporcového listu ozimé pšenice listovými skvrnitostmi



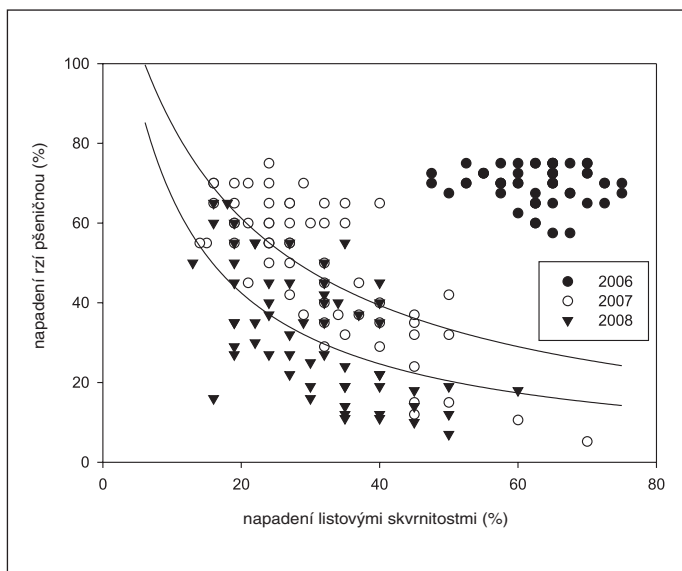
Obr. 4: Vliv celkové dávky dusíku aplikované v průběhu vegetace na napadení praporcového listu ozimé pšenice rzí pšeničnou



Obr. 5: Vliv termínu aplikace dusíku v dávce 60 kg N.ha⁻¹ (LAV 27,5) na napadení praporcového listu ozimé pšenice listovými skvrnitostmi



Obr. 6: Vliv termínu aplikace dusíku v dávce 60 kg N.ha⁻¹ (LAV 27,5) na napadení praporcového listu ozimé pšenice rzí pšeničnou



Obr. 7: Závislost mezi napadením ozimé pšenice rzi pšeničnou a listovými skvrnitostmi samostatně pro jednotlivé ročníky

Závěr

Z výsledků, které byly získány v průběhu 4 let vyplývá, že dusíkatá výživa představuje významný faktor, který může ovlivňovat napadení ozimé pšenice listovými chorobami. Vliv dusíkaté výživy se nejvýrazněji projevuje v ročnících se středním infekčním tlakem. Naopak při velmi silném infekčním tlaku jsou případné rozdíly brzy překryty rychlým rozvojem epidemie. Rovněž v letech s celkově nízkým napadením jsou rozdíly relativně malé, ale vykazují obecné tendence vlivu dusíkaté výživy na napadení listovými chorobami. Výsledky prokázaly, že napadení listovými skvrnitostmi se zvyšuje při nedostatku dusíku, pravděpodobně jako důsledek zrychlené senescence a je vyšší po předplodině ozimé pšenici, kde je uvolňování minerálního dusíku nízké a lze také předpokládat vyšší zdroj infekce. Naopak napadení rzi pšeničnou je stimulováno vyššími dávkami dusíku a je vyšší po předplodině hrachu, což opět souvisí pravděpodobně s vyšší nabídkou minerálního dusíku. Mezi napadením rzi pšeničnou a listovými skvrnitostmi tak byla zjištěna negativní korelace podmíněná dusíkatou výživou. Bylo zjištěno, že tato závislost se v jednotlivých ročnících posunuje ve vztahu k dalším podmínkám pro rozvoj chorob. Při velmi silném napadení, kdy se rozpětí hodnot zužuje, pak tato závislost prakticky mizí. Přestože hlavním faktorem pro rozvoj epidemie rzi pšeničné a listových skvrnitostí je ročník a především pak průběh počasí, úroveň napadení může být dusíkatou výživou průkazně modifikována. Vzhledem k opětovnému nárůstu dávek dusíku v praxi, lze očekávat narůstající význam rzi pšeničné, zatímco v ročnících s nízkým infekčním tlakem listových skvrnitostí může optimální dusíkatá výživa zpomalit nástup choroby. Současně je ale nutné mít na zřeteli, že v ročnících s velmi příznivými podmínkami pro rozvoj chorob se vliv dusíkaté výživy na úroveň napadení snižuje.

Výzkum byl podporován projekty NAZV QG 50081 a MŠMT MSM 2532885901

Použitá literatura

Brennan R. F. (1992): Effect of manganese and nitrogen nutrition in the susceptibility of wheat plants to take – all in Western Australia . Fert. Res . 31, 35–41

- Elmer W. H., Ferrandino, F. J. (1994): Comparison of ammonium sulfate and calcium nitrate fertilization effects on Verticillium wilt of eggplant. Plant Dis. 78, 811–816
- Huber D. M., Keeler R. R. (1977): Alteration of wheat peptidase activity after infection with powdery mildew. Proc. Am. Phytopathol. Soc. ,4, 163
- Huber D. M. (1980): The role of mineral nutrition in defense . 381–406 In: Plant Disease: An Advanced Treatise. Vol. 5, How Plants Defend Themselves. J. G. Horsfall and E. B. Cowling eds. Academic Press, New York
- Huber D. M. (1989): Soilborne Plant Pathogens: Management of diseases with macro- and microelements. A. W. Engelhard , ed. American Phytopathological Society, St. Paul, Minneapolis
- Huber D. M. (1991): The use of fertilizers and organic amendments in the control of plant disease. 405–494. In: CRC Handbook of Pest Management in Agriculture. 2nd edition. D. Pimentel ed. CRC Press , Boca Raton, Fla
- Krupinsky, J. M., Tanaka, D. L. (2001): Leaf spot diseases on winter wheat influenced by nitrogen, tillage and haying after a grass-alfalfa mixture in the Conservation Reserve Program. Plant Disease, 85, 785–789
- Last F. T. (1953): Some effects of temperature and nitrogen supply on wheat pokery mildew , 2, 312–322
- Mascagni H. J., Harrison S. A., Russin J. S., Desta H. M., Colyer P. D., Habetz R. J., Hallmark W. B., Moore S. H., Rabb J. L., Hutchinson R. L., Boquet D. J. (1997): Nitrogen and fungicide effects on winter wheat produced in the Louisiana Gulf Coast region. Journal of Plant Nutrition, 20, 1375–1390
- Orth C. E., Grybauskas A. P. (1994): Development of Septoria nodorum blech on winter wheat under two cultivation schemes i Maryland. Plant Dis. 74, 736–741
- Smiley R. W. , Collins H. P. , Rasmussen P. E. (1996) Diseases of wheat in long-term agronomic experiments at Pendleton, Oregon. Plant Dis. 80, 813–820
- Tsai , C.,Y., Huber D. M, Warren H. L., Tsai C. L. (1986): Sink regulation of source activity by nitrogen regulation. 247–259 In: Regulation of carbon and Nitrogen Reduction and Utilization in maize . J. C. Shanon, D. P. Knievel and C. D. Boyer eds., American Society of Plant Physiologists, Rockville. Mds.

Kontaktní adresa: klem.karel@vukrom.cz



J. Švábík – Fotosoutěž 2007