

VÝZNAM VLHKOSTI VZDUCHU V EPIDEMIOLOGII NEKRÓZY JASANU – PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY

THE IMPORTANCE OF AIR HUMIDITY IN ASH DIEBACK EPIDEMIOLOGY – PRELIMINARY RESULTS

LUDMILA HAVRDOVÁ^{1,2)} – KAREL ČERNÝ²⁾¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha²⁾ Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Průhonice

ABSTRACT

The aim of the article is the investigation of potential importance of air humidity in ash dieback epidemiology. The investigation linked up to the previous investigation of the disease impact in different types of ash vegetation in the Lusatian Mountains Protected Landscape Area, Czech Republic. The sensors Datalogger Minikin THi (EMS Brno) measuring the air humidity were installed in 50 permanent plots respecting the diversity of ash stands in the area. The air humidity was measured 4.5 m above ground level in the centre of research plots. The data were recorded in 15-min intervals during June and August 2012 (the main period of ascospore spread). The data were compared to extent of damage caused by ash dieback in research plots. It was found out that the average air humidity statistically differed among vegetation types and corresponded to the disease impact. The highest level of air humidity was in riparian stands and in ash-alder mixed alluvial forest – i.e. in vegetation types with the highest disease impact. The lowest air humidity was recorded in isolated trees in open landscape, which were the less affected category of ash vegetation. Moreover, the statistically evident regression of extent of ash damage on the air humidity was found out.

Klíčová slova: nekróza jasanu, *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, *Chalara fraxinea*, epidemiologie, vlhkost vzduchu

Key words: ash dieback, *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, *Chalara fraxinea*, epidemiology, air humidity

ÚVOD

V posledním desetiletí se v severovýchodní Evropě objevilo nebezpečné hromadné odumírání jasanů (tzv. nekróza jasanů), jehož původce – *Chalara fraxinea* T. Kowalski byl poprvé identifikován v r. 2001 (KOWALSKI 2001, 2006). Pozdější studie potvrdily náležitost tohoto hyfomycetu ke kryptickému druhu *Hymenoscyphus pseudoalbidus* Queloz, Grünig, Berndt, T. Kowalski, T. N. Sieber & Holden. (QUELOZ et al. 2011). Patogen se rychle rozšířil do dalších částí Evropy (EPPO 2007, 2008a, b, 2012) včetně České republiky, kde byl poprvé potvrzen r. 2007 a dnes se vykytuje víceméně na celém území státu (HAVRDOVÁ unpubl.; HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012; JANKOVSKÝ, HOLDENRIEDER 2009). Nebezpečnost patogenu a jeho rychlé šíření znepokojuje lesnické a další odborníky ve velké části Evropy. Obecně je pohled na další vývoj epidemie velmi skeptický a někteří autoři připouštějí i možnost kolapsu celých populací jasanu (např. MCKINNEY et al. 2011). Nekróza jasanu způsobuje problémy v celé řadě různých typů porostů a výsadeb. Nejvýraznější problémy lze očekávat ve výsadbách s vyšším zastoupením a významem jasanu, a to na vlhkých stanovištích v jasanovo-olšových luzích a v tvrdých luzích nížinných řek, obecně také v břehových porostech. Dopad choroby je už teď lokálně velmi výrazný i ve výsadbách ve volné krajině, kde je jasan často významnou složkou prvků ÚSES, a to nejen v břehových porostech, ale i stromořadích, remízích a další roztroušené výsadbě (HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012). Při podrobném průzkumu CHKO Lužické hory v r. 2012 byla přítomnost nekrózy jasanu potvrzena v 94 % zkoumaných ploch a bylo zjištěno, že průměrná úroveň poškození porostů

byla 10,30 % a objem uschlých korun jasanů činil po přepočtu více než 4100 m³ na 1 ha porostu (HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012). Vzhledem k tomu, že choroba byla poprvé v oblasti identifikována v r. 2009, je to z hlediska intenzity šíření patogenu a rozvoje choroby velmi zásadní informace.

Vzhledem ke značné ekologické valenci jasanu a jeho výskytu v nejrozličnějších vegetačních stupních, společenstvech a na různých stanovištích lze ale předpokládat, že dopad choroby se může lišit v závislosti na typu výsadeb, porostů a společenstev a může být také závislý na různých faktorech prostředí. Z hlediska dlouhodobého hospodaření v krajině je důležité disponovat informacemi o invazibilitě různých typů porostů, jejich poškození a o významu nejdůležitějších faktorů prostředí v epidemiologii choroby (HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012).

Recentní výzkumy v CHKO Lužické hory potvrdily, že se poškození jednotlivých typů porostů mezi sebou statisticky průkazně liší – nejméně jsou napadeny solitérní jasany ve volné krajině a nejvíce břehové porosty a jasanové olšiny (HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012). Vzhledem k faktu, že nejvíce napadeny jsou porosty s předpokládanou vysokou vlhkostí vzduchu a vzhledem k obecně známé vazbě nejrozličnějších houbových patogenů výhonů dřevin (např. *Apiognomonia* spp., *Glomerella cingulata*, *Venturia* spp. aj.) na vyšší vlhkost vzduchu (SINCLAIR, LYON 2005) lze předpokládat, že podobný vztah může existovat i u nekrózy jasanu způsobenou *H. pseudoalbidus*. Tento článek seznamuje s předběžnými výsledky výzkumu zaměřeného na možný význam vlhkosti vzduchu v epidemiologii této choroby.

MATERIÁL A METODIKA

Modelové území, výběr výzkumných ploch

Pro výzkum bylo vybráno modelové území geomorfologicky i vegetačně velmi heterogenní CHKO Lužické hory, které je lokalizováno mezi 50° 46'–50° 55' s. š. a 14° 25'–14° 52' v. d. Na poměrně malé rozloze (264 km²) se značným výškovým gradientem (312–793 m n. m.) jsou zastoupeny různé typy porostů jasanu, které jsou již poměrně dlouhou dobu vystavené infekčnímu tlaku patogenu. Patogen se do oblasti rozšířil přibližně před 6 lety, dnes je rozšířen po celém území a jeho populace je relativně ustálená.

V území byly v r. 2011 vybrány čtyři menší oblasti o ploše cca 20 km², respektující vegetační a geomorfologickou variabilitu území. Každá oblast byla rozdělena na 20 čtverců o straně 1 × 1 km, v každém čtverci byla vybrána jedna výzkumná kruhová plocha (r = 50 m), celkem tak bylo sledováno 80 ploch. Při výběru ploch bylo respektováno pravidlo rovnoměrného zastoupení všech typů porostů ve všech čtyřech oblastech a v co možná nejširším výškovém gradientu. Podrobnější metodika a pravidla výběru jednotlivých ploch, viz HAVRDOVÁ, ČERNÝ (2012).

Při průzkumu v r. 2011 byl sledován rozsah procentuálního poškození korun jasanů na jednotlivých výzkumných plochách v pěti kategoriích porostů: (i) solitérní výsadba – solitérní jedinci ve venkovské krajině, (ii) roztroušená výsadba – skupiny a linie ve volné venkovské krajině (remízy, linie, stromořadí, okraje porostů), (iii) břehový porost – souvislé liniové břehové porosty ve volné krajině či v intravilánu obce, (iv) lesní výsadba – roztroušený až souvislý výskyt v lesních porostech (cesty, okraje porostů, drobné kotlíky) a v ochranných porostech a (v) jasanová olšina – původní či sekundární jasanovo-olšový luh či údolní jasanová olšina. Bližší informace k parametrům použitým k rozdělení porostů do jednotlivých kategorií jsou uvedeny v metodice HAVRDOVÁ, ČERNÝ (2012).

Průzkum vzdušné vlhkosti a teploty v r. 2012 byl z finančních důvodů proveden pouze na 50 plochách (z celkového počtu 80 sledovaných

ploch) – každý typ porostu byl tedy zastoupen 10 lokalitami (obr. 1, tab. 1). Plochy pro měření vlhkosti a teploty prostředí byly opět vybírány tak, aby pokryly co možná nejvíce variabilitu prostředí – nadmořskou výšku, expozici a sklon terénu a geomorfologii. Při výběru ploch byla rovněž respektována variabilita v úrovni poškození porostů.

Pro potřeby této publikace jsou ve výsledcích uváděny hodnoty poškození jasanu pouze z těch lokalit, na kterých byla rovněž měřena teplota a vzdušná vlhkost.

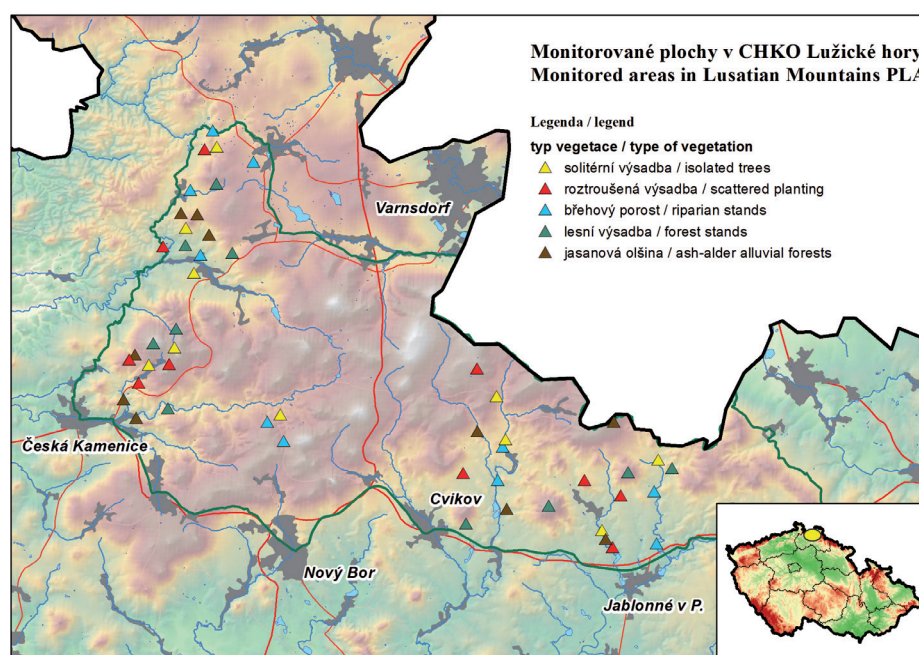
Měření vlhkosti vzduchu a sběr dat

Průzkum vzdušné vlhkosti a teploty byl v r. 2012 proveden na 50 plochách (obr. 1), vlhkost vzduchu a teplota byla měřena zařízeními typu Datalogger Minikin THi s vlastním zdrojem energie a s radiačním krytem chránícím před vlivem solárního záření (EMS Brno).

Vlastnímu měření vlhkosti a teploty na vybraných plochách předcházelo měření vývoje vlhkosti a teploty v profilu koruny hostitele. Cílem bylo identifikovat optimální výšku umístění dataloggerů v profilu porostu nad úroveň, kde by mohly být měřené hodnoty ovlivněny vyšší přízemní vlhkostí. Měření profilu proběhlo na 3 plochách (jasanová olšina, břehový porost a solitér) na konci května (9. 5.–1. 6. 2012) a jako nejnižší vhodná výška byla vyhodnocena výška 4,5 m od paty kmene. Dataloggery byly na výzkumných plochách instalovány na začátku června co nejbližší jejich středu na severní stranu kmenů. Data byla měřena v období 15. 6.–31. 8. 2012 v intervalu 5 min. a byl zaznamenáván jejich průměr za 15 min. Po skončení měření byly hodnoty z dataloggerů odečteny pomocí čtecího zařízení společnosti EMS Brno a přeneseny pomocí IrDA kabelu do záznamového zařízení (notebooku).

Statistické vyhodnocení

Naměřená data vlhkosti vzduchu a teploty byla digitalizována a zpracována pomocí kompatibilního free software Mini32 dodavatelské společnosti měřicích zařízení EMS Brno a programu Microsoft Office



Obr. 1.
50 ploch na území CHKO Lužické hory, kde byla sledována vzdušná vlhkost
Fig. 1.
Research plots in the Lusatian Mountains Protected Landscape Area

Excel. Data byla následně vyhodnocena ve statistickém balíku Statistica 9.0 (Statsoft, Inc Tulsa, OK). Normální rozdělení dat neměly vyhodnocované proměnné vlhkost vzduchu a podíl poškození korun (u první proměnné byly hodnoty soustředěny nad 0,70 a u druhé pod 0,30), a proto byly hodnoty transformovány pomocí arcsinové transformace, jenž je v takových případech doporučována (např. HENDL 2006; LEPS 1996). Data byla zpracována pomocí regresní analýzy dat a ANOVY (Duncanův test).

VÝSLEDKY

Předchozí výzkum rozsahu poškození jasanů v CHKO Lužické hory patogenem *H. pseudoalbidus* ukázal, že se jednotlivé typy porostů průkazně liší úrovní poškození (HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012). Po dalším posouzení získaných dat se ukázalo, že se v úrovni napadení liší zejména typy porostů, u kterých lze očekávat výrazně odlišnou vlhkost prostředí (obr. 2, 3). V průměru nejmenší objemy poškození byly identifikovány v kategorii solitérní výsadba (2,33 %), kde byla zároveň zjištěna nejnižší průměrná vlhkost vzduchu (78,64 %). Naopak největ-

ší průměrné objemy poškození se vyskytovaly v břehových porostech (17,02 %) a jasanových olšínách (12,22 %), kde byly zároveň zjištěny velmi vysoké hodnoty vzdušné vlhkosti (82,49 %, resp. 84,66 %). Rozdíl ve vlhkosti vzduchu mezi nejsušším a nevlhčím typem porostu byl tedy 6,02 % (viz tab. 1, obr. 3). Analýza variance ukázala, že se stanoviště průkazně ve vlhkosti vzduchu liší ($p < 0,001$). Vzájemné porovnání (Duncanův test) ukázalo, že rozdílně napadené porosty se zároveň ve stejném schématu liší ve vlhkosti prostředí. Stanoviště průkazně více napadených porostů (břehové porosty a jasanové olšiny) mají tedy zároveň průkazně vyšší vzdušnou vlhkost než stanoviště méně napadených solitérních (a roztroušených) výsadeb, kde je vlhkost nižší.

Nejvyšší průměrná denní vlhkost (88,88 %) byla zaznamenána v jasanové olšině na ploše Naděje_Hamr, kde byl také zaznamenán nejvyšší podíl nektrózy v porostu (28,79 %). Nejnižší hodnoty denní vlhkosti (74,68 %) byly naměřeny v lesní výsadbě na ploše Drnovec_Zelený vrch, kde podíl nektrózy činil (5 %) a patří mezi nejmenší objemy poškození (tab. 1).

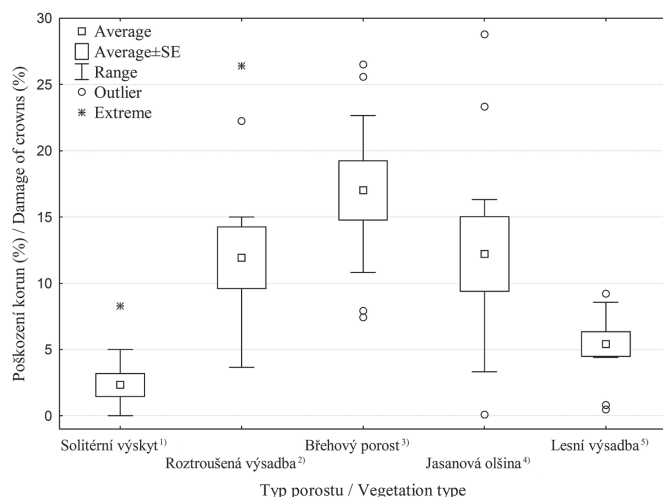
Výše uvedené výsledky jasně ukázaly, že zde může existovat přímá souvislost mezi vlhkostí prostředí a úrovní napadení jasanů. Proto

Tab. 1.

Procentuální průměrná vzdušná vlhkost a podíl nektrózy na ploše v různých typech porostu v CHKO Lužické hory
Average air humidity and rate of necrotised crowns in particular ash vegetation types in the Lusatian Mountains

Typ porostu/ Type of vegetation	Počet lokalit/ Number of plots (n)	Průměrná vlhkost/ Average humidity (%)			Poškození korun/ Crown damage (%)		
		Min.	Max.	Prům./Avg.	Min.	Max.	Prům./Avg.
Solitérní výsadba ¹	10	75,02	81,10	78,64	0,00	8,28	2,33
Roztroušená výsadba ²	10	76,02	83,08	78,98	3,65	26,40	11,93
Břehový porost ³	10	78,77	85,66	82,49	7,42	26,50	17,02
Lesní výsadba ⁴	10	74,68	87,87	81,39	0,48	9,22	5,42
Jasanová olšina ⁵	10	78,70	88,88	84,66	0,08	28,79	12,22

Captions: ¹Isolated trees; ²Scattered distribution; ³Riparian stand; ⁴Forest stand on slope; ⁵Mixed ash-alder alluvial forest



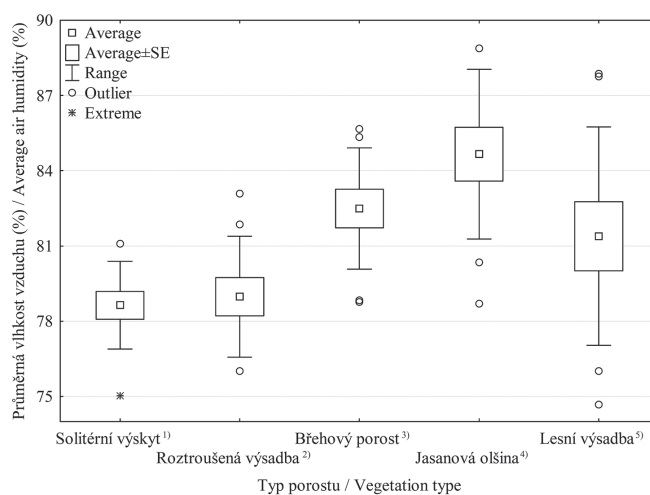
Obr. 2.

Procentuální poškození korun jasanu patogenem *H. pseudoalbidus* v různých typech porostu v CHKO Lužické hory

Fig. 2.

Extent of damage of ash crowns caused by *H. pseudoalbidus* in different vegetation types in the Lusatian Mountains

Captions: ¹Isolated tree; ²Scattered distribution; ³Riparian stand; ⁴Mixed ash-alder alluvial forest; ⁵Forest stand on slope



Obr. 3.

Průměrná vlhkost vzduchu v různých typech porostu v CHKO Lužické hory

Fig. 3.

Average air humidity in different vegetation types in the Lusatian Mountains

Captions: ¹Isolated tree; ²Scattered distribution; ³Riparian stand; ⁴Mixed ash-alder alluvial forest; ⁵Forest stand on slope

byla provedena regrese rozsahu poškození porostů na vlhkost prostředí. Analýza jasně ukázala (obr. 4), že rozsah poškození porostů je závislý na průměrné denní vlhkosti ($p < 0,01$; $r = 0,36$). Prezentované výsledky (obr. 2, 3, 4, tab. 1) ovšem ukazují značnou variabilitu v datech a zjištěná závislost je relativně slabá a lze tedy s vysokou pravděpodobností předpokládat, že v rozvoji choroby a jejím dopadu může hrát roli celá řada dalších faktorů.

Průběh průměrné denní vzdušné vlhkosti má u všech typů porostů stejný charakter. Během nočních a ranních hodin (22.00–7.00 hod.) dosahuje vlhkost vzduchu hodnot nejvyšších a po poledni (13.00–16.00 hod.) dosahuje hodnot nejnižších. Na vlhčích plochách se v nočních a ranních hodinách hodnoty vlhkosti přibližovaly 100 % a během dne pak vlhkost klesala k 75 %. Na sušších lokalitách se v ranních hodinách hodnoty pohybovaly okolo 96 % a během dne pak klesaly na 62 % (obr. 5).

Z prvních vyhodnocených výsledků vyplývá, že rozsah poškození jasanu patogenem *Hymenoscyphus pseudoalbidus* v CHKO Lužické hory je závislý na vzdušné vlhkosti.

DISKUSE

Patogen *H. pseudoalbidus* je na sledovaném modelovém území CHKO Lužické hory značně a dlouhodobě rozšířen. Poprvé byl v ČR zjištěn v r. 2007 (JANKOVSKÝ, HOLDENRIEDER 2009) a ve studovaném území CHKO Lužické hory v r. 2009 (ČERNÝ unpubl.). Patogen napadá v zájmovém území všechny typy porostů, úroveň poškození různých porostů se ovšem velmi liší (HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012). Napadení porostů je závislé na faktorech prostředí (BENOIT et al. 2012; HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012) – přinejmenším alespoň na typu porostu (stanovišti) a vlhkosti prostředí. Vlhkost prostředí pravděpodobně může ovlivňovat rozvoj poškození jasanů i podle zkušeností jiných výzkumníků z dalších zemí (např. CHIRA et al. 2012; NIELSEN et al. 2012).

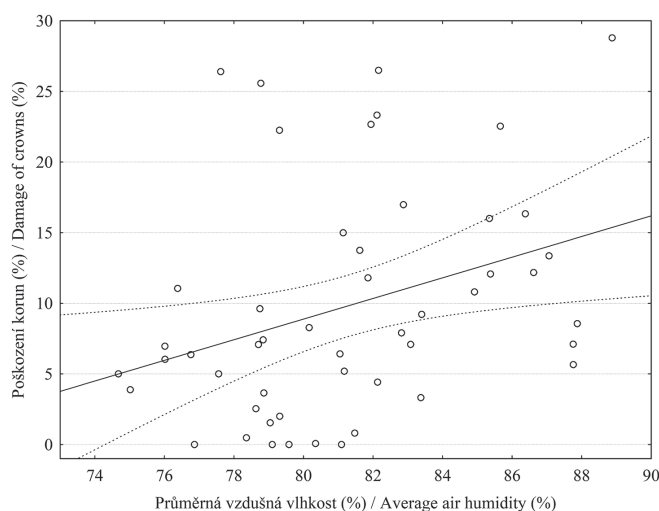
Vysoká variabilita poškození porostů v zájmovém území ovšem naznačuje roli dalších faktorů prostředí v epidemiologii choroby. Tyto faktory mohou přímo nebo nepřímo rovněž souviset s vlhkostí pro-

středí, např. s nadmořskou nebo relativní výškou. Vlhčími oblastmi jsou totiž obecně níže situované lokality, kde dochází k déletrvajícimu kondenzačnímu prostředí (tj. k déletrvajícím 100% vlhkosti vzduchu) (KUČERA, osobní sdělení), což může mít za následek vyšší poškození jasanů.

Značná variabilita v rozsahu poškození jasanů v krajině a pravděpodobná závislost na faktorech prostředí jsou i v souladu se zdánlivě rozporným názorem dánských kolegů (NIELSEN et al. 2012), podle kterých je poškození jasanů v krajině Dánska rovnoměrné. To ovšem může být jednoduše vysvětleno faktem, že v Dánsku je variabilita faktorů prostředí ve srovnání s Francií a modelovým územím CHKO Lužické hory naprosto minimální (malá nadmořská výška, homogenní geomorfologie, stabilní vysoká vlhkost prostředí – oceánské klima).

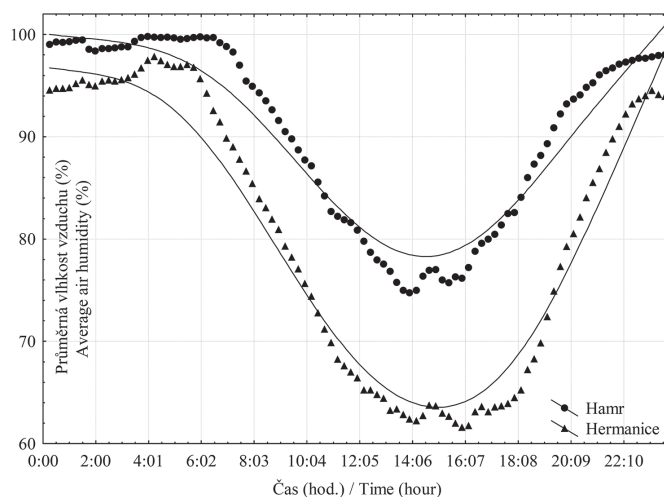
Patogen *H. pseudoalbidus* se šíří askosporami unášenými vzduchem od poloviny června do srpna (např. KOWALSKI, HOLDENRIEDER 2009; QUELOZ et al. 2011; TIMMERMAN et al. 2011). Vlhkost prostředí má pro šíření a rozvoj choroby pravděpodobně význam tedy jen během inkriminovaných měsíců, kdy se patogen šíří (významný vliv má zřejmě vlhkost prostředí při klíčení askospor na listech hostitele), a i tehdy nejspíš jen během relativně krátkého časového úseku. Askospory se totiž šíří především v ranních hodinách mezi 6.00–8.00 hod., nejvíce pak okolo 7. hodiny (TIMMERMAN et al. 2011). Naše měření ukázalo, že těmto zjištěním může velmi dobře odpovídat průběh denní vlhkosti. Během nočních a ranních hodin je vlhkost v prostředí nejvyšší – téměř 100% – a teprve okolo 7. hodiny ranní se začíná snižovat, což může souviset s východem slunce (obr. 5). Po deváté hodině, kdy se askospory již téměř nešíří (TIMMERMAN et al. 2011), je vlhkost vzduchu o cca 10 % nižší. Zdá se tedy, že vlhčí prostředí stimuluje dozrávání a šíření askospor a zároveň zvyšuje úspěšnost jejich klíčení. Tyto rozdíly v průběhu denní vlhkosti na sušších a vlhčích stanovištích (obr. 5) tak mohou nakonec přímo souviset s rozsahem poškození porostů.

Nelze také vyloučit, že průběh ročních srážek a jejich variabilita mohou ovlivnit množství inokula, a tedy rozvoj a rozsah poškození jasa-



Obr. 4. Závislost poškození korun jasanu patogenem *H. pseudoalbidus* na průměrné vlhkosti vzduchu

Fig. 4. Regression of extent of damage caused by *H. pseudoalbidus* on average air humidity



Obr. 5. Denní průběh vlhkosti vzduchu za období 20. 6.–20. 7. 2012 na vlhčím (Naděje_Hamr – jasanová olšina) a sušším stanovišti (Heřmanice – soliterní výsadba)

Fig. 5. Diurnal course of air humidity between 20th June and 20th July 2012 in humid (Naděje_Hamr – mixed ash-alder alluvial forest) and drier stands (Heřmanice – isolated trees)

nů (defoliaci a následně i prosychání) během roku. Následně by tak mohlo být ovlivněno množství inokula v další sezóně. Na některých modelových plochách v Lužických horách došlo například v r. 2012 ke zlepšení zdravotního stavu jasanů, a to právě pravděpodobně vzhledem k teplejšímu a suššímu průběhu začátku léta. Zlepšení zdravotního stavu jasanů sledovali na některých lokalitách i v Dánsku (THOMSEN, osobní sdělení).

ZÁVĚR

Na základě naměřených dat získaných z 50 ploch reprezentujících všechny typy jasanových porostů rovnoměrně rozložených na modelovém území CHKO Lužické hory lze jednoznačně říci, že vlhkost vzduchu průkazně ovlivňuje intenzitu napadení jasanu patogenem *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. Nejnížší vlhkost vzduchu byla naměřena u solitérní výsadby (78,64 %), kde zároveň docházelo k nejmenšímu průměrnému poškození korun jasanů (2,33 %). Nejvyšší hodnoty vlhkosti byly identifikovány v jasanových olšinách (84,66 %) a břehových porostech (82,49 %), kde také docházelo k nejvyššímu poškození korun jasanů (12,22 a 17,02 %). Průkazné rozdíly ve vzdušné vlhkosti prostředí různých typů porostů potvrdila analýza variance ($p < 0,001$). Porosty lišící se vlhkostí vzduchu se zároveň ve stejném schématu lišily v podílu poškození korun (viz HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012). Závislost rozsahu poškození na vlhkosti vzduchu pak byla potvrzena regresní analýzou ($p < 0,01$).

Nejvyšší vlhkost vzduchu byla naměřena v noci, mezi 22.00 až 7. hodinou ránní a nejnižší hodnoty pak mezi 13.–16. hodinou odpolední. K největšímu šíření askospor pravděpodobně dochází před snižováním vlhkosti vzduchu a zvyšováním teploty, tedy v časných ranních hodinách.

Práce na projektu budou nadále pokračovat. V následujícím období bude vliv vlhkosti detailně zkoumán a bude ověřován případný vliv dalších faktorů prostředí na rozsah napadení porostů.

Poděkování:

Práce byla podpořena projekty Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy č. ČZU IGAFLD20124354, ČZU CIGA20124309 a Ministerstva zemědělství České republiky č. NAZV QI92A207. Dále bychom chtěli poděkovat ing. Jiřímu Kučerovi (EMS Brno) a Dr. Janu Pivcovi (ČZU FAPPZ KAB) za cenné rady a konzultace a ing. Alexandru Hrozkovi (SCHKO Lužické hory) a ing. Petrovi Zábranskému (ČZU FAPPZ KAB) za pomoc při instalaci dataloggerů.

LITERATURA

- BENOIT M., HUSSON C., LEMONNIER S. AND DOWKIW A. 2012. Situation with Ash in France. COST ACTION FP1103 FRAXBACK 1st MC/WG Meeting, November 13-14th 2012 Radisson Blu Hotel, Vilnius, Lithuania.
- ČERNÝ K. unpubl. Obnova a dlouhodobý, přírodě blízký management břehových porostů vodních toků. Projekt MZe NAZV QI92A207, 2009–2013.
- CHIRA D., NICOLESCU V. N., ALDEA D., POPOVICI O. 2012. Situation with ash in Romania. Stand characteristics, health condition, ongoing work and research needs. In: COST ACTION FP1103 FRAXBACK 1st MC/WG Meeting, November 13-14th 2012 Radisson Blu Hotel, Vilnius, Lithuania: 33.
- EPPO. 2007. Ash dieback in Europe and possible implication of *Chalara fraxinea*. Addition to the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service, 2007/179. European and Mediterranean Plant Protection Organization: 8–9.
- EPPO. 2008a. First report of *Chalara fraxinea* in Norway. EPPO Reporting Service, 2008/181. European and Mediterranean Plant Protection Organization: 7.
- EPPO. 2008b. First report of *Chalara fraxinea* in Finland. EPPO Reporting Service, 2008/182. European and Mediterranean Plant Protection Organization: 7–8.
- EPPO. 2012. *Chalara fraxinea*, Ash dieback. [online]. EPPO Reporting Service. European and Mediterranean Plant Protection Organization [cit. 6. prosince 2012]. Dostupné na World Wide Web: http://eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/fungi/Chalara_fraxinea.htm.
- HAVRDOVÁ L. unpubl. Vývoj efektivních opatření eliminujících dopad invaze *Chalara fraxinea* v lesním školkařství a v navazujících aspektech lesního a vodního hospodářství. Projekt MZe NAZV KUS QJ1220218, 2012–2016.
- HAVRDOVÁ L., ČERNÝ K. 2012. Invaze *Chalara fraxinea* v CHKO Lužické hory – předběžné výsledky výzkumu. Acta Pruhoniana, 100: 137–145.
- HENDL J. 2006. Přehled statistických metod zpracování dat. Praha, Portál: 583 s.
- JANKOVSKÝ L., HOLDENRIEDER O. 2009. *Chalara fraxinea* – Ash dieback in the Czech Republic. Plant Protection Science, 45: 74–78.
- KOWALSKI T. 2001. O zamieraniu jesionów [About ash dieback]. Trybuna Leśnika, 4: 6–7.
- KOWALSKI T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. Forest Pathology, 36: 264–270.
- KOWALSKI T., HOLDENRIEDER O. 2009. The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. Forest Pathology, 39: 304–308.
- LEPŠ J. 1996. Biostatistika. České Budějovice, Jihočeská univerzita České Budějovice: 166 s.
- McKINNEY L.V., NIELSEN L.R., HANSEN J.K., KJÆR E.D. 2011. Presence of natural genetic resistance in *Fraxinus excelsior* (Oleraceae) to *Chalara fraxinea* (Ascomycota): an emerging infectious disease. Heredity, 106: 788–797.
- NIELSEN L. R., McKINNEY L. V., THOMSEN I. M., OLRIK D. C., KJÆR E. D. 2012. Ash in Denmark anno 2012. In: COST ACTION FP1103 FRAXBACK 1st MC/WG Meeting, November 13-14th 2012 Radisson Blu Hotel, Vilnius, Lithuania: 16–17.
- QUELOZ V., GRÜNIG C. R., BERNDT R., KOWALSKI T., SIEBER T. N., HOLDENRIEDER O. 2011. Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus*. Forest Pathology, 41: 133–142.
- SINCLAIR W.A., LYON H.H. 2005. Diseases of trees and shrubs. Ithaca, Cornell University Press: 660 s.
- TIMMERMAN V., BØRJA I., HIETALA A.M., KIRISITS T., SOLHEIM H. 2011. Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis to Norway. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 41: 14–20.

THE IMPORTANCE OF AIR HUMIDITY IN ASH DIEBACK EPIDEMIOLOGY - PRELIMINARY RESULTS

SUMMARY

The aim of the article is the investigation of potential importance of air humidity in ash dieback epidemiology caused by the alien invasive pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. The investigation linked up to the previous investigation of the disease impact in different types of ash vegetation in the Lusatian Mountains Protected Landscape Area, Czech Republic (Fig. 2; HAVRDOVÁ, ČERNÝ 2012). The sensors Datalogger Minikin THi (EMS Brno) measuring the air humidity were installed in 50 selected permanent circular plots ($r = 50$ m) respecting the diversity of ash stands in the area (Fig. 1). The disease impact (the rate of ash crowns necrotised by *H. pseudoalbidus*) was also measured. The air humidity was measured 4.5 m above ground level in centres of research plots. The data were recorded in 15 min intervals during June and August (the main period of ascospore spread) in 2012. All data were arcsin transformed and processed using Statistica 9.0 (Statsoft, Inc Tulsa, OK).

It was found out that the investigated vegetation types importantly differed according to the disease impact and air humidity (Figs. 2, 3, 4; Tab. 1). The most affected were riparian stands (average damage was 17.02%) and mixed ash-alder alluvial stands (avg. damage reached 12.22%). The scattered ash trees were the less affected vegetation type (2.33%). It was found out that the average air humidity statistically differed among particular vegetation types which corresponded to the disease impact. The highest level of air humidity was identified in vegetation types with highest disease impact – in riparian stands (82.49%) and in ash-alder mixed alluvial forests (84.66%). The lowest air humidity was found out in isolated trees in open landscape (78.64%; Fig. 3), which were concurrently damaged to the least extent. Moreover, the statistically evident regression of extent of ash damage on the air humidity ($r = 0.36$; $p = 0.01$; Fig. 5) was identified. The diurnal course of the air humidity was following: average air humidity reached nearly 100% during night (from ca 10.00 p.m. to 7.00 a.m.), then it sharply decreased to the minimum of ca. 60–75% (according to the type of vegetation), which persisted between 1.00 and 4.00 p.m. The humidity increased gradually in the evening. Ascospores likely discharge and their dissemination occur at the end of the maximum humidity period. When the air humidity decreases the ascospores dissemination stops. The investigation is ongoing. Further research will be focused on investigation of influence of air humidity and other environmental factors potentially affecting the disease impact.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Ludmila Havrdová, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel. + 420 296 528 235; e-mail: havrdova@vukoz.cz