

**Predpovedanie d'alsieho šírenia imela bieleho (*Viscum album*) na základe
globálnej zmeny klímy a niektorých lokálnych faktorov (review)**

Predicting the further spread of the European mistletoe (*Viscum album*) due to
global climate change and other local factors (review)

Tivadar Baltazár¹, Miloš Pejchal² a Ildikó Varga³

*1 Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Zahradnická fakulta, Mendelova
univerzita v Brně*

2 Ústav biotechniky zeleně, Zahradnická fakulta, Mendelova univerzita v Brně

3 Enviroinvest Environmental and Biotechnological Co., Pécs, Hungary

Abstrakt

Táto práca sa zaoberá sumarizáciou doterajších informácií o imele bielom a tých faktoroch, ktoré prvotne ovplyvňujú jeho aktuálne a budúce rozšírenie. Hlavný faktor, ktorý má kľúčovú rolu na výskyt imela je teplota. Ďalšie dôležité faktory sú rozšírenie potenciálnych hostiteľských drevín, vtáctvo ako distribútori a vplyv človeka, napr. intenzívnou poľnohospodárskou činnosťou. Iné lokálne faktory, ako napr. dendrometrické veličiny hostiteľa, tiež môžu mať dôležitú rolu na jeho distribúciu v izolovaných oblastiach (napr. v mestských parkoch).

Kľúčové slová: imelo biele, hostiteľské dreviny, rozšírenie imela, klimatická zmena, lokálne faktory

Abstract

Our review summarizes the general knowledge of European mistletoe and those factors, which primarily affects the hemiparasite's current expansion. The main factor having a key role of mistletoe distribution is the temperature. Further important factors are the occurrence of potential host trees, birds as a distributor agent and the human impact like intensive agricultural activities. Other local factors like dendrometric quantities of potential hosts could also play an important role of expanding in isolated areas (e.g. in city parks).

Key words: *Viscum album*, host woody species, distribution of mistletoe, climate change, local factors

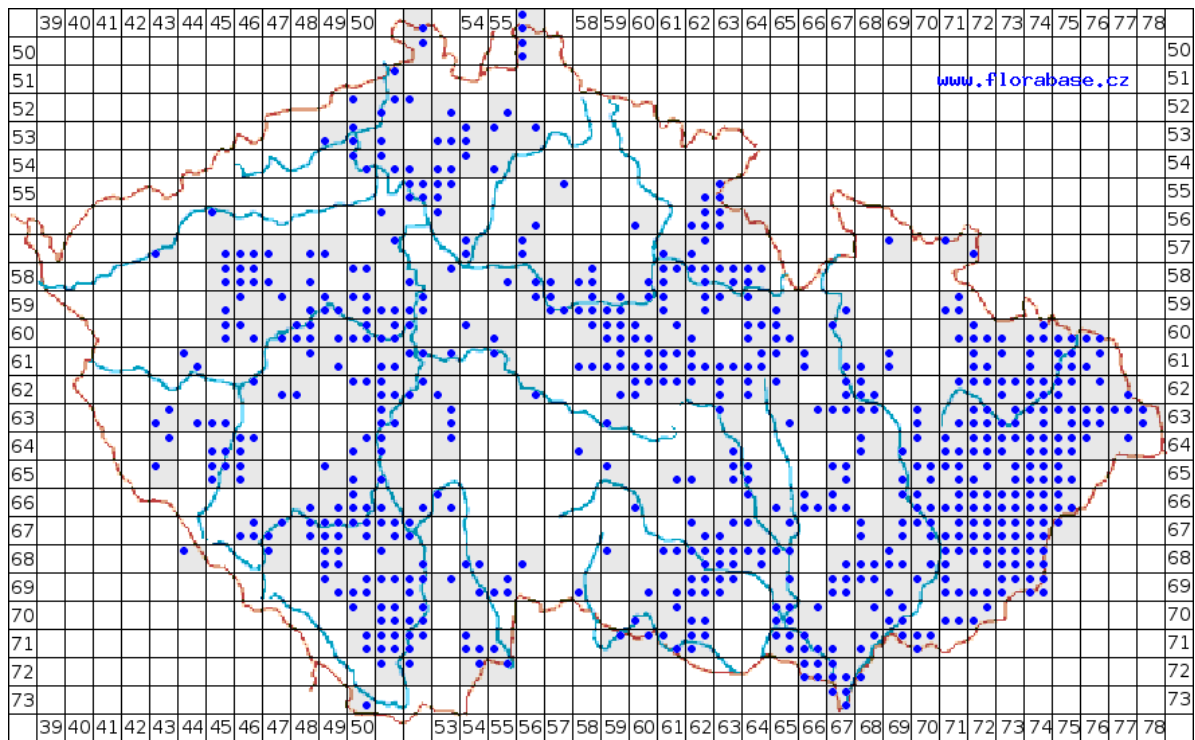
Úvod

Imelo biele (*Viscum album* L.) z čeľade imelovité (*Viscaceae* [*Santalaceae* sensu lato]) (Nickrent et al. 2010) je vždyzelený, hemiparazitický a guľovitý ker, ktorý rastie na konároch rôznych druhov drevín (Kuijt 1969, Hawksworth 1983, Nierhaus-Wunderwald a Lawrenz 1997, Zuber 2004, Barbu 2012). Vyskytuje sa nielen na listnatých, ale aj na ihličnatých drevinách, avšak celkový počet potenciálnych listnatých hostiteľov je oveľa väčší (Tubeuf 1923, Wangerin 1937, Stopp 1961, Kubát 1997, Varga et al. 2014). Najčastejšie parazituje na listnatých stromoch rodu *Acer*, *Tilia*, *Robinia*, *Crataegus*, *Salix* a ihličnanoch rodu *Abies* a *Pinus* (Luther a Becker 1986, Barney et al. 1998, Grundmann et al. 2011, Bartha 2012, Kołodziejek et al. 2013).

V celom svete je doteraz známych najmenej 452 hostiteľských taxónov, ale tento počet sa z rôznych príčin neustále zvyšuje (Barney et al. 1998, Spálavský 2001, Zachwatowicz et al. 2008, Richter 2010, Bulíř 2017). Rozšírenie imela v celej Európe je veľmi heterogénne (Tubeuf 1923, Barlow 1983, Procházka 2004, Eliáš 2010, Varga et al. 2014). Celkový počet hostiteľov v jednotlivých štátoch je odlišný, väčšinou sa pohybuje medzi 50-80 (López-Sáez 1996, Pérez-Laorga et al. 2001, Idžojtić et al. 2006, Zebec a Idžojtić 2006), avšak v niektorých štátoch (ako napr. Poľsko alebo Anglicko) ich môže byť až okolo 200 (Stypiński 1997, Box 2000, Briggs 2011). V niektorých krajinách (napr. v Maďarsku a v Rumunsku) presný počet hostiteľov nie je známy (Roth 1926, Barbu 2010, 2012, Bartha 2012, Varga et al. 2014).

Rozšírenie v Českej republike je veľmi nerovnomerné (Houfek 1973, Zavřel 1973, Tomášek 1974, 1981, Jehlík a Větvicka 1982, Kučera 1989). V niektorých regiónoch sa vyskytuje roztrúsene až hojne, ale existujú aj celé rozsiahle oblasti, kde úplne chýba, napr. časť stredných a západných Čiech alebo severozápad Moravy (Obr. č. 1) (Skalický 1974, Unar 1981, Kubát 1997, Procházka 2004, Mračanská 2012). Najväčší počet hostiteľských drevín (99 taxónov) bol zistený v zámockom parku v Lednici (Unar et al. 1985, Spálavský 2001, Baltazár 2016, Bulíř 2017). Práve v tomto objekte bol v celosvetovom meradle prvýkrát zaznamenaný výskyt imela na niektorých drevinách, ako napr. *Metasequoia glyptostroboides* (Richter 2010, Spálavský 2001, Baltazár et al. 2013).

Cieľom tejto práce je zhrnutie doterajších literárnych poznatkov o faktoroch, ktoré majú hlavný vplyv na súčasné a budúce rozšírenie imela bieleho.



Obr. č. 1 Celkové rozšírenie imela bieleho (*Viscum album*) v Českej republike (Danielka et al. 2010)

Materiál a metódy

Zber, spracovanie a vyhodnotenie najdôležitejších domácich a zahraničných literárnych prameňov, zaoberajúcich sa faktory ovplyvňujúcimi globálne a lokálne rozšírenie imela bieleho.

Výsledky a diskusia

Faktory, ktoré ovplyvňujú rozšírenie imela, sú predstavené v poradí podľa ich dôležitosti. Autori sú si vedomí relatívnosti tohto poradia, pretože spomínané faktory pôsobia spoločne a význam každého z nich je ťažké oddeliť od ostatných.

1. Teplota

Najvýznamnejší faktor, ktorý určuje nielen aktuálne, ale aj budúce rozšírenie imela (Tubeuf 1923, Calder a Bernhardt 1983, Zuber 2004). Jeho súčasný prirodzený areál je zreteľne menej rozsiahly ako areál jeho potenciálnych hostiteľov (Wangerin 1937, Dawson 1990, Varga et al. 2014). Bolo dokázané, že teplota je jediný obmedzujúci faktor pre severnú a východnú distribúciu imela (Skre 1979, Barlow 1983, Luther a Becker 1986, Zuber 2004).

Fosílné doklady ukazujú, že v teplých obdobiach postglaciálu bolo imelo rozšírené severnejšie (Švédsko), ako je tomu dnes (Iversen 1944, Troels-Smith 1960). Počas ľadového obdobia imelo pravdepodobne prežilo v južnej a vo východnej Európe a po ústupe ľadovcov znovu osídlilo Európu z juhu a východu spolu s jeho hosťiteľmi (Walldén 1961, Zuber 2004).

Výskyt imela je charakteristický pre pahorkatiny až podhorské oblasti, zvyčajne do nadmorskej výšky 1000 m (Zuber 2004, Dobbertin et al. 2005, Bartha 2012), ale na miestach orientovaných k slnku (napr. južné Španielsko) sa môže vyskytnúť aj vo vyšších nadmorských výškach (Wangerin 1937, Landolt 1977, Hofstetter 1988).

Všeobecne sa dá konštatovať, že imelo sa môže vyskytnúť len v tých oblastiach, kde je priemerná teplota nad 15 °C v najteplejších a nad -8 °C v najchladnejších mesiacoch (Skre 1979). Kvety tolerujú mráz do -8 °C (Walldén 1961). Niektoré štúdie potvrdili, že chladnejšie leto môže byť kompenzované teplejšou zimou a že sa imelo môže vyskytovať aj v oblastiach so silnými zimami, ak je letná teplota primerane vyššia (Iversen 1944, Walldén 1961).

Staršie pramene uvádzajú, že medzi poddruhmi imela bieleho je najcitlivejší *Viscum album* subsp. *austriacum* (Tubeuft 1923, Skre 1979), avšak novšie štúdie to už nepotvrdili (Jeffree a Jeffree 1996, Dobbertin et al. 2005).

Zmena klímy

Úzko súvisí s teplotou, týka sa však aj ďalších klimatických charakteristík, majúcich vplyv ako na imelo, tak na jeho hosťiteľov. Dôsledkom prebiehajúcich zmien klímy je rozširovanie areálu imela na nové územia (Dobbertin et al. 2005, Varga et al. 2014). Kým bol roku 1910 vo švajčiarskych Alpách výskyt imela zaznamenaný len do nadmorskej výšky 1060 m, dnes sa rozšírilo až do 1250 m. Očakáva sa, že do roku 2030 vystúpi až do 1600 m, čo by predstavovalo rozdiel približne 500 m oproti stavu z počiatku 20. storočia (Dobbertin et al., 2005).

Je známe, že je imelo citlivé na teplotu, preto bolo využité ako klimatický ukazovateľ v paleoklimatologických štúdiách pomocou analýzy peľu (Iversen 1944, Troels-Smith 1960).

Jeffree a Jeffree (1996) používali imelo pre modelovanie zmeny rozšírenia iných rastlín v dôsledku zmeny klímy. Z toho modelu je možné predikovať ďalšie rozšírenie imela v severnej a východnej Európe. Z modelovania tiež vyplýva, že by vyššie uvedené zmeny prostredia mohli spôsobiť vymiznutie imela vo Veľkej Británii (Zuber 2004).

Matematické modelovanie šírenia nejakého organizmu iba na základe zmeny klímy môže byť falošné a zavádzajúce, pretože dôsledkom tejto zmeny môžu byť aj zmeny ďalších

faktorov ovplyvňujúcich šírenie organizmov. Z týchto faktorov sú najdôležitejšie vzťahy medzi jednotlivými druhmi (závislosť jedného organizmu na druhom) a zmena podmienok existencie v pôvodnej lokalite (u živočíchov napr. nedostatok potravy) (Davis et al. 1998).

2. Živočíchy

Ďalší dôležitý faktor, ktorý má vplyv na rozšírenie imela aj na veľkých oblastiach (Tubeuf 1923, Kuijt 1969, Aukema 2003, Zuber 2004, Heide-Jørgensen 2008). Výskyt a rozšírenie imela je čiastočne podobné migračným cestám vtákov, ale táto korelácia nie je celkom jednoznačná (Wangerin 1937, Watson 2001, Varga et al. 2014). Okrem toho je potrebné uviesť, že na hostiteľských stromoch sa často vyskytujú len samčie alebo iba samičie kry imela, čo v prvom prípade neumožňuje prenos imela na susedné stromy (Walldén 1961).

Do prvej skupiny živočíchov patria vtáky, pre ktoré sú bobule imela bieleho potravou. V tomto prípade je šírenie zabezpečené endozoochorickým spôsobom (Calder a Bernhardt 1983, Zuber 2004, Grundmann et al. 2012). Tiež je dôležité prenášanie semien epizoochoricky, napr. nalepených na perie či zobákoch (Wangerin 1937, Grazi a Urech 2000, Grundmann et al. 2011). Napriek tomu, že nie je potrebné, aby semeno pred vyklíčením prešlo tráviacim traktom vtáka, klíčenie to urýchľuje (Hrivňák 1971, Luther a Becker 1986, Kubát 1997).

Najvýznamnejšími vtáky sú drozdy, ktorí predovšetkým konzumujú plody a môžu tak šíriť imelo biele až do vzdialenosti 17 km (Tubeuf 1923, Stopp 1961, Heide-Jørgensen 2015). Pri šírení semien hrajú tiež významnú rolu penica čiernohlavá, chochláč severský, hýľ obyčajný. Niektoré vtáky, ako napr. brhlík obyčajný alebo sýkorky, môžu naopak poškodiť semená imela a tým obmedzovať jeho šírenie (Kuijt 1969, Luther a Becker 1986, Watson 2001).

Dávnejšie štúdie potvrdili, že vo výnimočných prípadoch možnými širitel'ami imela môžu byť aj niektoré cicavce (napr. kuna skalná, líška hrdzavá alebo veverica obyčajná), lebo konzumujú celý ker imela, vrátane plodov (Roth 1926, Zuber 2004, Varga et al. 2014).

3. Hostiteľské dreviny

V rámci areálu s klimatickými podmienkami vhodnými pre imelo závisí jeho výskyt predovšetkým od prítomnosti potenciálnych hostiteľských taxónov (Wangerin 1937, Hawksworth a Scharpf 1986, Procházka 2004, Mathiasen et al. 2008, Varga et al. 2014). Zvyčajne sa na jednom hostiteľskom taxóne vyskytuje iba jeden poddruh imela (Stopp 1961, Ball 1993, Böhling et al. 2002, Zuber 2004): imelo biele pravé (*Viscum album* subsp. *album*)

na listnatých stromoch, imelo biele jedľové (*V. a. subsp. abietis*) na rode *Abies*, a imelo biele borovicové (*V. a. subsp. austriacum*) na rode *Pinus*, zriedka na *Larix* a *Picea*.

Bolo publikované, že na určitých hostiteľoch (napr. *Larix kaempferi*, *Acer rubrum*) môžu byť aj dva poddruhy imela (Barney et al. 1998). Iné pramene ale uvádzajú, že v prirodzených podmienkach bol zistený výskyt dvoch poddruhov len na *Genista cinerea* (Grazi a Zemp 1986, Schaller et al. 1998, Zuber 2004, Grundmann et al. 2011). *Salix caprea* je jediný známy hostiteľ, na ktorom sú schopné žiť všetky poddruhy imela, pričom výskyt imela bieleho jedľového a borovicového bol iba dôsledkom umelej infekcie (Tubeuf 1917, 1923, Barney et al. 1998).

Väčšina hostiteľov vytvára vhodné životné podmienky pre imelo, avšak existujú aj takí (napr. *Carpinus*, *Quercus*, *Aesculus*), na ktorých sa imelo vyskytuje len veľmi zriedka (Tubeuf 1923, Stopp 1961, Calder a Bernhardt 1983). U niektorých hostiteľov (ako napr. *Fagus sylvatica* a *Ulmus*) sa hovorí o imunite na imelo (Tubeuf 1923, Roth 1916, Becker 2000, Zuber 2004), ale ďalšie štúdie zaznamenali, že aj tieto taxóny môžu byť vzácne hostelia imela bieleho (Unar et al. 1985, Barney 1998).

Hostiteľské dreviny sú rozdielne citlivé na napadnutie imelom. Niektoré taxóny sú veľmi citlivé na napadnutie, napr. u *Acer platanoides* sa vytvárajú v mieste napadnutia guľovité nádory, u *Pyrus communis* dochádza k nekrózám a neskôršie k odumretiu celých konárov (Wangerin 1937, Scholl 1956, Becker 2000, Watson 2001). Niektorá hostiteľská drevina môže byť tak citlivá, že v dôsledku napadnutia imelom odumierajú predčasne aj jedinci na začiatku dospelosti, ako napr. *Acer saccharinum* v Lednickom zámockom parku (Spálavský 2001, Baltazár 2016, Bulíř 2017).

Abundancia imela bieleho môže byť odlišná nielen u rôznych hostiteľov, ale aj v rámci jedného druhu (Hawksworth a Scharpf 1986, Kartoolinejad et al. 2007, Mellado a Zamora 2014). Aj cez širokú škálu hostiteľov napáda imelo intenzívne len obmedzený počet taxónov, prípadne obsadzuje biotopy majúce špecifické ekologické podmienky. Táto skutočnosť môže komplikovať modelovanie jeho ďalšieho šírenia (Zuber 2004, Zachwatowicz et al. 2008, Varga et al. 2014). Niektorí hostelia atraktívne pre imelo, napr. *Malus domestica*, znášajú napadnutie natoľko, že sa používajú na jeho pestovanie (Becker 2000, Zuber, 2004). Veľkosť jednotlivých krov imela v korune tiež môže byť odlišná. V našom výskume boli zistené najväčšie rastliny na *Crataegus*, *Juglans nigra* a *Robinia pseudoacacia* (Baltazár 2016).

4. Dendrologické veličiny hostiteľa

Tento faktor môže mať významný vplyv pri vysvetľovaní lokálneho rozšírenia imela (napr. mestský park), avšak z globálneho hľadiska rola tohto faktora je málo významná (Noetzi et al. 2003, Kanat et al. 2010, Catal a Carus 2011, Baltazár et al. 2013 a 2015). U niektorých hostiteľov, ako napr. *Acer saccharinum* alebo *Parrotia persica*, bol zistený (často aj lineárny) vzťah medzi abundanciou imela v korunách a výškou hostiteľa/hrúbkou kmeňa. To v praxi znamená, že napadnuté hostiteľské stromy sú vyššie a majú väčšiu hrúbku kmeňov ako nenapadnuté jedince, alebo väčšie stromy majú vyššiu šancu na napadnutie (Kartoolinejad et al. 2007, Kanat et al. 2010, Kołodziejek a Kołodziejek 2013, Kołodziejek et al. 2013).

Veľmi zaujímavá je aj korelácia medzi intenzitou napadnutia a vitalitou drevín (Tsopelas et al. 2004, Dobbertin et al. 2005, Dobbertin a Rigling 2006, Barbu 2009, 2012). Tie jedince borovic, ktoré mali chlorotické listy, boli oveľa intenzívnejšie napadnuté (Hartmann 1990, Zuber 2004). V našom prieskume bolo dokázané, že u hostiteľa *Acer campestre* a *Tilia cordata* je pravdepodobnosť napadnutia skoro päťkrát väčšia u tých jedincov, ktorí majú zreteľne zhoršenú vitalitu (Baltazár et al. 2013). Je veľmi pravdepodobné, že nikdy nedostaneme jednoznačnú odpoveď na otázku, či je príčinou silného napadnutia imelom znížená vitalita hostiteľskej dreviny alebo či silný výskyt imela znižuje vitalitu dreviny (Weber 1993, Zuber 2004). Napriek tomu sa v našom prieskume potvrdilo nielen to, že menej vitálne stromy majú väčšiu šancu na napadnutie, ale u niektorých hostiteľov (napr. *Juglans nigra*) aj to, že intenzívne napadnutie môže spôsobiť zníženie vitality hostiteľa (Baltazár et al. 2015).

Vzájomná poloha jedincov hostiteľských taxónov je rozhodujúci faktor, ktorý primárne určuje lokálne rozšírenie imela (Kartoolinejad et al. 2007, Kołodziejek a Kołodziejek 2013). Doterajšie štúdie potvrdzujú, že solitérne hostiteľské dreviny, stromy na okraji zapojenej skupiny, okraji lesa alebo pri ceste boli oveľa silnejšie napadnuté než jedinci vnútri zapojených skupín a porastov, alebo vo vnútri lesa (Kartoolinejad et al. 2007, Mellado a Zamora 2014). V Lednickom zámockom parku bolo potvrdené, že solitéry, alebo exempláre v rozvoľnených skupinách majú minimálne štyrikrát vyššiu šancu na napadnutie ako jedinci v uzavretých porastoch (Baltazár et al. 2016). Vo výnimočnom prípade môže nastať aj opačný jav (najmä vtedy, keď stromy vo vnútri porastov sú vyššie), že jedinci na okraji skupiny (kde sa nachádzajú menšie hostitelia) sú menej napadnutí (López de Buen et al. 2002, López de Buen a Ornelas 2002).

Vek drevín je kľúčový faktor, ktorý však môže tak silne korelovať s inými faktormi (napr. výška stromov, vitalita drevín atď.), že jeho vplyv sa nedá jednoznačne oddeliť (Roxburgh a Nicolson 2008). Napriek tomu bolo dokázané, že pravdepodobnosť napadnutia sa môže s vekom drevín zvýšiť (Baltazár et al. 2013). Atraktivita niektorých hostiteľských drevín (najmä u kultivarov) pre vtákov môže byť tiež rozhodujúca pre lokálne rozšírenie, ako sa to potvrdilo aj u iných stromových poloparazitov (Overton 1994, 1996, Lavorel et al. 1999). Tiež bolo zistené, že rozšírenie môže ovplyvniť aj intenzita napadnutia susedného hostiteľského stromu (najmä s plody parazita), vzdialenosť medzi hostiteľmi alebo dokonca aj dvojdomosť drevín (Overton 1994, Lavorel et al. 1999, Aukema 2003, 2004, Mathiasen et al. 2008). Vo všeobecnosti sa dá konštatovať, že väčšie, staršie a už napadnuté stromy sú vždy lepšie lákadlo pre lietajúcich vtákov ako ostatné jedince (Reid a Lange 1988, Overton 1994, Donohue 1995, Reid a Stafford-Smith 2000, Lopez de Buen et al., 2002, Eliáš 2010).

5. Vplyv človeka

Rola človeka na výskyt imela môže byť veľmi rozdielna, lebo dnešná aktívna ľudská činnosť (moderné poľnohospodárske metódy, ničenie lesov atď.) môže rovnako nielen obmedzovať, ale aj intenzívne podporiť jeho ďalšie rozšírenie (Zuber 2004, Mathiasen et al. 2008, Kołodziejek et al. 2013, Varga et al. 2014).

Vplyv ľudskej činnosti na rozšírenie imela bol preukázaný aj v minulosti. Náhly pokles výskytu imela je dávaný do súvislosti so zavedením poľnohospodárstva, pravdepodobne kvôli tomu, že lesy boli nahradené pasienkami. Na niekoľkých miestach (ako napr. Dyrholmen) bol naproti tomu zistený mierny nárast imela, ktorý je vysvetľovaný lepšími svetelnými podmienkami v dôsledku čistenia lesa (Troel-Smith 1960, Zuber 2004).

Hojný výskyt imela je v dôsledku pestovania jabloní v sadoch, alebo vysadzovania vhodných hostiteľov (vrátane nedomácich taxónov) do mestských parkov (Wangerin 1937, Zuber 2004). Na druhej strane je zmiznutie imela v niektorých lokalitách dôsledkom intenzívneho zberu vo vianočnom období (Stypiński 1997, Briggs 2003, Zuber 2004).

Zmenu výskytu imela môže spôsobiť aj zmena druhového zloženia urbánnej vegetácie, prípadne zmena priestorového rozmiestnenia drevín. Imelo sa môže dostať do mesta aj z okolitých komplexov lesnej vegetácie (prímestské lesy), prípadne z brehových porastov (topole na brehoch kanálov a vodných tokov v poľnohospodárskej krajine), najmä vtedy keď sú títo hostitelia rovnakí a súčasne citliví na napadnutie (Zuber 2004, Eliáš 2010, Varga et al. 2014).

Záver

Predpovedanie rozšírenia imela iba do blízkej budúcnosti na základe známych faktorov je veľmi náročné, pričom získané výsledky môžu byť aj falošné. Zmena klímy, znečistenie ovzdušia (najmä v mestskom prostredí) a iné (aj neznáme) abiotické a biotické faktory môžu ovplyvniť jeho výskyt a intenzitu napadnutia hostiteľov. Okrem toho zmena klímy intenzívne ovplyvní nielen výskyt imela, ale aj podmienky pre výskyt, vitalitu a náchylnosť hostiteľa na napadnutie imelom (najmä v urbanizovaných lokalitách). Dôležité je tiež, že sa imelo šíri inak v mestskom prostredí, ako napr. v lesných porastoch. Nie je jednoduché hodnotiť vzájomné spolupôsobenie týchto faktorov a prípadne skúmať vzťahy medzi nimi. Všetky vyššie uvedené skutočnosti je potrebné brať do úvahy pri vytváraní prípadných matematických modelov na predvídanie šírenia imela.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla na základe podpory pri riešení projektu DF11P01OVV019 – Metódy a nástroje krajinárskej architektúry pre rozvoj územia, ktorá napĺňa tematickú prioritu TP 1.4. Programu aplikovaného výskumu a vývoja národnej a kultúrnej identity, financovaného Ministerstvom kultúry ČR.

Použitá literatúra

- AUKEMA, J. E. Distribution and dispersal of desert mistletoe is scale-dependent, hierarchically nested. *Ecography*. 2004, vol. 27, no. 2, pp. 137-144. ISSN 0906-7590.
- AUKEMA, J. E. Vectors, viscin, and *Viscaceae*: mistletoes as parasites, mutualists, and resources. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2003, vol. 1, no. 3, pp. 212-219. ISSN 1540-9295.
- BALL P. W. *Viscum* L. In: TUTIN, T. G., BURGESS, N. A., CHATER, A. O., EDMONDSON, J. R., HEYWOOD, V. H., MOORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., WEBB, D. A. (eds): *Flora Europaea, Vol. 1: Psilotaceae to Platanaceae*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993, 86 p. ISBN 052-141-007X.
- BALTAZÁR, T. *Problematika imela (Viscum L.) z pohľadu záhradnej a krajinnej architektúry*. Lednice: Mendelu v Brně, ZF, Lednice, dizertačná práca, 2016, 405 p. (+46)
- BALTAZÁR, T., PEJCHAL, M. and VARGA, I. Evaluation of European mistletoe (*Viscum album* L.) infection in the castle park in Lednice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2013, vol. 61, no. 6, pp. 1565-1574. ISSN 1211-8516.

- BALTAZÁR, T., PEJCHAL, M. and VARGA, I. Modelling of the distribution of European mistletoe (*Viscum album*) with dependence on local factors in the castle park in Lednice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2015, vol. 63, no. 5, pp. 1441-1452. ISSN 1211-8516.
- BARBU, C. The incidence and distribution of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on Silver fir (*Abies alba* Mill.) stands from Eastern Carpathians. *Annals of Forest Research*. 2010, vol. 53, no. 1, pp. 27-36. ISSN 2065-2445.
- BARBU, C. O. Impact of White mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) infection on needles and crown morphology of silver fir (*Abies alba* Mill.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2012, vol. 40, no. 2, pp. 152-158. ISSN 0255-965X.
- BARLOW, B. A. Biogeography of *Loranthaceae* and *Viscaceae*. In: CALDER, M. and BERNHARDT, P. (eds): *The biology of mistletoes*. Sydney: Academic Press, 1983, pp. 19-46. ISBN 0-12-155055-9.
- BARNEY, C. W., HAWKSWORTH, F. G. and GEILS, B. W. Hosts of *Viscum album*. *European Journal of Forest Pathology*, 1998, vol. 28, no. 3, pp. 187–208. ISSN 0300-1237.
- BARTHA, D. *Dendrológia*. Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem, 2012, 251 p.
- BECKER, H. European mistletoe: Taxonomy, Host trees, Parts used, Physiology. In: BÜSSING A. (ed): *Mistletoe: The genus Viscum*. Amsterdam: Hardwood Academic Publishers, 2000, pp. 31-44. ISBN 978-90-582-3092-8.
- BÖHLING, N., GREUTER, W., RAUS, T., SNOGERUP, B., SNOGERUP, S. and ZUBER, D. Notes on the Cretan mistletoe, *Viscum album* subsp. *creticum* subsp. nova (*Loranthaceae/Viscaceae*). *Israel Journal of Plant Sciences*, 2002, vol. 50, pp. 77–84. ISSN 0792-9978.
- BOX, J. D. Mistletoe *Viscum album* L. (*Loranthaceae*) on oaks in Britain. *Watsonia: Journal of the Botanical Society of the British Isles*. 2000, vol. 23, no. 2, pp. 237-256. ISSN 0043-1532.
- BRIGGS, J. Christmas curiosity or medical marvel? A seasonal review of mistletoe. *Biologist: Journal of the Institute of Biology*. 2003, vol. 50, no. 6, pp. 249-254. ISSN 0006-3347.
- BRIGGS, J. Mistletoe (*Viscum album*): A brief review of its local status with recent observations on its insects associations and conservation problems. *Proceedings of the Cotteswold Naturalists's Field Club*. 2011, vol. 45, pp. 181-193. ISBN 978-12-484-0893-3.

- BULÍŘ, P. Extent of infection by *Viscum album* L. and changes in its occurrence on ornamental woody species in the locality of Lednice (Czech Republic). *Folia Horticulturae*, 2017, vol. 29, no. 2, pp. 123-134. ISSN 0867-1761.
- CALDER, M. and BERNHARDT, P. (eds): *The biology of mistletoes*, Sydney: Academic Press, 1983, 348 p. ISBN 0-12-155055-9.
- CATAL, Y. and CARUS, S. Effect of pine mistletoe on radial growth of Crimean pine (*Pinus nigra*) in Turkey. *Journal of Environmental Biology*. 2011, vol. 32, no. 3, pp. 263-270. ISSN 0254-8704.
- DANIHELKA, J., PETŘÍK, P. a WILD, J. *Databanka flóry České republiky*. 2010, URL: <http://florabase.cz/databanka/index.php>
- DAVIS, A. J., LAWTON J. H., SHORROCKS, B. and JENKINSON L. S. Individualistic species responses invalidate simple physiological models of community dynamics under global environmental change. *Journal of Animal Ecology*. 1998, vol. 67, no. 4, pp. 600-612. ISSN 0021-8790.
- DAWSON, T. E., EHLERINGER, J. R. and MARSHALL, J. D. Sex-ratio and reproductive variation in the mistletoe *Phoradendron juniperinum* (Viscaceae). *American Journal of Botany*. 1990, vol. 77, no. 5, pp. 584-589. ISSN 0002-9122.
- DOBBERTIN, M., HILKER, N., REBETEZ, M., ZIMMERMANN, N. E., WOHLGEMUTH, T. and RIGLING, A. The upward shift in altitude of pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) in Switzerland – the result of climate warming? *International Journal of Biometeorology*. 2005, vol. 50, no. 1. pp. 40-47. ISSN 0020-7128.
- DOBBERTIN, M. and RIGLING, A. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Rhodé Valley of Switzerland. *Forest Pathology*. 2006, vol. 36, no. 5. pp. 309-322. ISSN 1437-4781.
- DONOHUE, K. The spatial demography of mistletoe parasitism on a Yemeni acacia. *International Journal of Plant Sciences*. 1995, vol. 156, no. 6, pp. 816-823. ISSN 1058-5893.
- ELIÁŠ, P. Imelo v urbánnej vegetácii Slovenska a možnosti ochrany drevín v mestách. In: JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zelene 2010*. Nitra: Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, 2010, pp. 35-39. ISBN 978-80-89408-08-5.
- GRAZI, G. und URECH, K. Meisen und Misteln. *Mitteiln.* 2000, vol. 1 pp. 26-31. ISSN 1660-1173.
- GRAZI, G. und ZEMP, M. *Genista cinerea* DC., ein natürlicher Sammelwirt für *Viscum album* L. ssp. *album* und *Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollmann. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. 1986, vol. 99, pp. 99-103.

- GRUNDMANN, B. M., PIETZARKA, U. und ROLOFF, A. Die Weissbeerige Mistel (*Viscum album* L.): Biologie, Ökologie, Verwendung und Befallsrisiken. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 2012, vol. 97, pp. 75-90. ISBN 978-3-8001-8330-2.
- GRUNDMANN, B., PIETZARKA, U. und ROLOFF, A. *Viscum album* L. s.l., 1753. In: SCHÜTT et al. (eds): *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. 1. Aufl. Landsberg am Lech: Ecomed, 2011, vol. 59. Erg. Lfg. 11/11, pp. 1-18.
- HARTMANN, T. Die Kiefernmistel im Raum Schwabach/Mittelfranken. *AFZ-Der Wald Allgemeine Forstzeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge*. 1990, vol. 45, pp. 914–916. ISSN 1430-2713.
- HAWKSWORTH, F. G. Mistletoes as forest parasites. In: CALDER, M. and BERNHARDT, P. (eds): *The biology of mistletoes*, Sydney: Academic Press, 1983, pp. 317-333. ISBN 0-12-155055-9.
- HAWKSWORTH, F. G. and SCHARPF, R. F. Spread of European mistletoe (*Viscum album*) in California, USA. *European Journal of Forest Pathology*. 1986, vol. 16, no. 1, pp. 1-5. ISSN 1437-4781.
- HEIDE-JØRGENSEN, H. S. *Parasitic Flowering Plants*. Leiden, Boston: Koninklijke Brill NV. 2008, 438 p. ISBN 978-904-743-35-90.
- HEIDE-JØRGENSEN, H. S. The mistletoe *Viscum album*, [cit. 2018-08-30]. Dostupné z: http://www.viscum.dk/abstracts/text/viscum_2015_english.pdf
- HOFSTETTER, M. Über die Verbreitung der Mistel in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*. 1988, vol. 139, no. 2, pp. 97-127. ISSN 0036-7818.
- HOUFEK, J. Rozšíření jmelí (*Viscum* L.) v Československu. *Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1973, vol. 8, pp. 210-214.
- HRIVŇÁK, Š. Imelo ako droga. *Naše liečivé rastliny*, 1971, pp. 184-189.
- IDŽOJTIĆ, M., KOGELNIK, M., FRANJIĆ, J. and ŠKVORC, Ž. Host and distribution of *Viscum album* L. ssp. *album* in Croatia and Slovenia. *Plant Biosystems*. 2006, vol. 140, no. 1, pp. 50-55. ISSN 1126-3504.
- IVERSEN, J. *Viscum, Hedera* and *Ilex* as climate indicators. *Geologiska föreningens förhandlingar*. 1944, vol. 66, no. 3, pp. 463-483.
- JEFFREE, C. E. and JEFFREE, E. P. Redistribution of the potential geographical ranges of mistletoe and Colorado beetle in Europe in response to the temperature component of climate change. *Functional Ecology*. 1996, vol. 10, no. 5, pp. 562-577. ISSN 0269-8463.

- JEHLÍK, V. a VĚTVIČKA, V. Rozšíření jmelí (*Viscum album* L.) ve Frýdlantském výběžku a poznámky k jeho listové proměnlivosti. *Sborník Severočeského Muzea*. Liberec: Přírodní Vědy, 1982, vol. 12, pp. 109-119.
- KANAT, M., ALMA, M. H. and SIVRIKAYA, F. The effect of *Viscum album* L. on annual diameter increment of *Pinus nigra* Arn. *African Journal of Agricultural Research*. 2010, vol. 5, no. 2, pp. 166-171. ISSN 1991-637X.
- KARTOOLINEJAD, D., HOSSEINI, S. M., MIRNIA, S. K., AKBARINIA, M. and SHAYANMEHR, F. The relationship among infection intensity of *Viscum album* with some ecological parameters of host trees. In *International Journal of Environmental Research*, 2007, vol. 1, no. 2, pp.143–149.
- KOŁODZIEJEK, J. and KOŁODZIEJEK, A. The spatial distribution of pine mistletoe *Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Volmann in a scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand in central Poland. *Polish Journal of Ecology*. 2013, vol. 61, no. 4, pp. 705-714. ISSN 1505-2249.
- KOŁODZIEJEK, J., PATYKOWSKI, J. and KOŁODZIEJEK, R. Distribution, frequency and host patterns of European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in the major city of Lodz, Poland. *Biologia*. 2013, vol. 68, no. 1, pp. 55-64. ISSN 0006-3088.
- KUBÁT, K. *Viscaceae* Batsch. – jmelovité. In: SLAVÍK, B. (ed): *Květena České republiky*, 5. Praha: Academia, 1997, pp. 468-473. ISBN 80-200-0590-0.
- KUČERA, J. Příspěvek k rozšíření jmelí (*Viscum* L.) v okrese Rychnou nad Kněžnou. *Orchis*. 1989, vol. 8, no. 2, pp. 1-3.
- KUIJT, J. *The biology of parasitic flowering plants*. Berkeley: University of California press, 1969, 246 p.
- LANDOLT, E. *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Zürich: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, 1977, Heft 64, 203 p.
- LAVOREL, S., STAFFORD, S. M. and REID, N. Spread of mistletoe (*Amyema preissii*) in fragmented Australian woodlands: a simulation study. *Landscape Ecology*. 1999, vol. 14, no. 2, pp. 147-160. ISSN 0921-2973.
- LÓPEZ de BUEN, L. and ORNELAS, J. F. Host compatibility of the cloud forest mistletoe *Psittacanthus schiedeanus* (*Loranthaceae*) in central Veracruz, Mexico. *American Journal of Botany*. 2002, vol. 89, no. 1, pp. 95-102. ISSN 0002-9122.
- LÓPEZ de BUEN, L., ORNELAS, J. F. and GARCÍA-FRANCO, J. G. Mistletoe infection of trees located at fragmented forest edges in the cloud forests of Central Veracruz, Mexico. *Forest Ecology and Management*. 2002, vol. 164, no. 1-3, pp. 293-302. ISSN 0378-1127.

- LÓPEZ-SÁEZ, J. A. Corología y ecología de la hemiparásita *Viscum cruciatum* Sieber ex. Boiss. en la Península Ibérica. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*. 1996, vol. 22, no. 3, pp. 601-611. ISSN 0213-6910.
- LUTHER, P. und BECKER, H. *Die Mistel: Botanik, Lektine, medizinische Anwendung*. Berlin: Verlag Volk und Gesundheit, 1986, 188 p. ISBN 3-333-00051-2.
- MATHIASSEN, R. L., HAWKSWORTH, F. G. and EDMINSTER, C. B. Effects of dwarf mistletoe on growth and mortality of douglas-fir in the southwest. *Great Basin Naturalist*. 1990, vol. 50, no. 2, pp. 173-179. ISSN 0017-3614.
- MELLADO, A. and ZAMORA D. Generalist birds govern the seed dispersal of a parasitic plant with strong recruitment constraints. *Oecologia*. 2014a, vol. 176, no. 1, pp. 139-147. ISSN 0029-8549.
- MRAČANSKÁ, E. *Rozšiřování jmelí na území Moravskoslezského kraje*. [prezentace PowerPoint]. Ostrava: AOPK ČR, Správa CHKO Poodří a KS Ostrava, 2012 [cit. 2018-08-30]. Dostupné z:
<http://poodri.ochranaprirody.cz/res/archive/079/011824.pdf?seek=1371204066>
- NICKRENT, D. L., MALÉCOT, V., VIDAL-RUSSELL, R. and DER, J. R. A revised classification of Santalales. *Taxon*. 2010, vol. 59, no. 2, pp. 538-558. ISSN 0040-0262.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D. und LAWRENZ, P. Zur Biologie der Mistel. *Merkblatt für die Praxis*. 1997, vol. 28, pp. 1-8. ISSN 1422-2876.
- NOETZLI, K. Ph., MÜLLER, B. and SIEBER, T. N. Impact of population dynamics of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on European silver fir (*Abies alba*). *Annals of Forest Science*. 2003, vol. 60, no. 8, pp. 773-779. ISSN 1286-4560.
- OVERTON, J. MsC. Dispersal and infection in mistletoe metapopulations. *Journal of Ecology*. 1994, vol. 82, no. 4, pp. 711-723. ISSN 0022-0477.
- OVERTON, J. MsC. Spatial autocorrelation and dispersal in mistletoes: field and simulation results. *Vegetatio*. 1996, vol. 125, no. 1, pp. 83-98. ISSN 0042-3106.
- PÉREZ-LAORGA, E., ALGUACIL, F. and MONTERO, J. L. Distribución y características de las poblaciones del muérdago (*Viscum album austriacum*) en la comunidad Valenciana. *Plagas y Patología Forestal*. 2001, vol. 1, pp. 1-6.
- PROCHÁZKA, F. A centre of occurrence of *Viscum album* subsp. *album* in eastern Bohemia and an overview of the diversity of its host plants in Czech Republic. *Preslia*. 2004, vol. 76, no. 4, pp. 349-359. ISSN 0032-7786.

- REID, N. and LANGE, R. T. Host specificity, dispersion and persistence through drought of two arid zone mistletoes. *Australian Journal Of Botany*. 1988, vol. 36, no. 3, pp. 299-313. ISSN 0067-1924.
- REID, N. and STAFFORD SMITH, M. Population dynamics of an arid zone mistletoe (*Amyema preissii*, *Loranthaceae*) and its host *Acacia victoriae* (*Mimosaceae*). *Australian Journal of Botany*. 2000, vol. 48, no. 1, pp. 45-58. ISSN 0067-1924.
- RICHTER, M. Mistletoe (*Viscum album* L. subsp. *album*) on the Dawn-redwood (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W. C. Cheng). *Rocznik polskiego towarzystwa dendrologicznego*. Warszawa, 2011, vol. 59, pp. 9-12.
- ROTH, GY. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) elterjedése hazánkban. *Erdészeti Kutatások*. 1926, vol. 29, no. 3-4, pp. 44-63.
- ROXBURGH, L. and NICOLSON, S. W. Differential dispersal and survival of an African mistletoe: does host size matter? *Plant Ecology*. 2008, vol. 195, no. 1, pp. 21-31. ISSN 1385-0237.
- SCHALLER, G., URECH, K., GRAZI, G. and GIANNATTASIO, M. Viscotoxin composition of the three European subspecies of *Viscum album*. *Planta Med*. 1998, vol. 64, no. 7, pp. 677-678. ISSN 0032-0943.
- SCHOLL, R. Weitere Untersuchungen über Veränderungen der Reaktionslage des Birnbaumes (*Pyrus communis* L.) gegenüber der Mistel (*Viscum album* L.), Zürich: Swiss Federal Institute of Technology, PhD thesis, 1956, 22 p.
- SKALICKÝ, V. Poznámky k rozšíření jmelí (*Viscum* L.) v ČSSR. *Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1974, vol. 9, pp. 32-34.
- SKRE, O. The regional distribution of vascular plants in Scandinavia with requirements for high summer temperatures. *Norwegian Journal of Botany*. 1979, vol. 26, pp. 295-318. ISSN 0300-1156.
- SPÁLAVSKÝ, M. *Zhodnocení rodu Viscum L. z pohledu zahradní a krajinářské tvorby*. Lednice: Mendelu v Brně, ZF, Lednice, diplomová práce, 2001, 95 p.
- STOPP, F. *Unsere Misteln*. Wittenberg Lutherstadt: Ziemsen Verlag, 1961, 76 p.
- STYPIŃSKI, P. T. Biologia i ekologia jemioly pospolitej (*Viscum album*, *Viscaceae*) w Polsce. *Fragmenta Floristica et Geobotanica, seria Polonica, Suppl. 1*. Kraków: Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, 1997, 117 p. ISBN 978-838-544-450-3.
- TOMÁŠEK, J. Doplňky k výskytu jmelí (*Viscum* L.) na Gottwaldovsku. *Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1981, vol. 15, no. 95-96.

- TOMÁŠEK, J. Rozšíření jmelí (*Viscum L.*) na Gottwaldovsku. *Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1974, vol. 9, pp. 150-151.
- TROELS-SMITH, J. *Ivy, Mistletoe and Elm. Climate Indicators - Fodder Plants. Geological Survey of Denmark IV. Series 4*, København: Reitzels Forlag, 1960, pp. 1-32.
- TSOPELAS, P., ANGELOPOULOS, A., ECONOMOU, A. and SOULIOTI, N. Mistletoe (*Viscum album*) in the fir forest of Mount Parnis, Greece. *Forest Ecology and Management*. 2004, vol. 202, no. 1-3, pp. 59–65. ISSN 0378-1127.
- TUBEUF, C. v. *Monographie der mistel*. München: Verlag Oldenbourg, 1923, 832 p.
- TUBEUF, C. v. Über die Begrenzung der Mistelrassen und die Disposition Ihrer Wirtspflanzen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*. 1917, vol. 27, no. 5/6, pp. 241-287. ISSN 0938-9350.
- UNAR, J. *Viscum album L. s. s. v intravilánu města Hranice na Moravě. Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1981, vol. 15, pp. 96-98.
- UNAR, J. et al. Příspěvek k rozšíření jmelí bílého (*Viscum album L.*) na Moravě. *Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1985, vol. 20, pp. 115-127.
- VARGA, I., POCZAI, P., TIBORCZ, V., ARANYI, N. R., BALTAZÁR, T., BARTHA, D., PEJCHAL, M. and HYVÖNEN, J. Changes in the distribution of European mistletoe (*Viscum album*) in Hungary during the last hundred years. *Folia Geobotanica*. 2014, vol. 49, no. 4, pp. 559-577. ISSN 1874-9348.
- WALLDÉN, B. Misteln vid dess Nordgräns. *Svensk Botanisk Tidskrift*. 1961, vol. 55, pp. 427-549. ISSN 0039-646X.
- WANGERIN, W. *Loranthaceae*. In: KIRCHNER, O. V., LOEW, E. und SCHROETER, C. (eds.): *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, vol. II/1. Abt.* Stuttgart: Ulmer, 1937, pp. 953-1146.
- WATSON, D. W. Mistletoe – A keystone resource in forests and woodlands worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2001, vol. 32, pp. 219-249. ISSN 0066-4162.
- WEBER, H. C. *Parasitismus von Blütenpflanzen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1993a, 186 p. ISBN 978-353-410-529-8.
- ZACHWATOWICZ, M., PETROVIĆ, K. and WÓJCIKOWSKA, B. S. The occurrence of European mistletoe under the conditions of high human impact in the central part of Warsaw, Poland. *Problemy Ekologii Krajobrazu*. 2008, vol. 22, pp. 101-114. ISSN 1899-3850.
- ZAVŘEL, H. Rozšíření jmelí bílého (*Viscum album L. s. s.*) na Kroměřížsku. *Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1973, vol. 8, pp. 76-78. ZAVŘEL, H.

Rozšíření jmelí bílého (*Viscum album* L. s. s.) na Kroměřížsku. *Zprávy Československé botanické společnosti*. Praha, 1973, vol. 8, pp. 76-78.

ZEBEC, M. and IDŽOJTIĆ, M. Hosts and distribution of yellow mistletoe, *Loranthus europaeus* Jacq. in Croatia. *Hladnikia*. 2006, vol. 19, pp. 41-46. ISSN 1318-2293.

ZUBER, D. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*, 2004, vol. 199, no. 3, pp. 81-203. ISSN 0367-2530.

Kontakt:

Ing. Tivadar Baltazár, Ph.D. Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Zahradnická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Valtická 337, 691 44 Lednice, +420 733 489 421, baltazartivadar@gmail.com