

# A FEHÉR FAGYÖNGY (*VISCUM ALBUM* L.) HATÁSA A GAZDANÖVÉNYRE: A FERTŐZÖTTSÉG ÉS AZ ÉLETERŐ KÖZÖTTI KAPCSOLAT VIZSGÁLATA

Baltazár Tivadar<sup>1,2</sup>, Varga Ildikó<sup>3</sup> és Pejchal Miloš<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Planting Design and Maintenance, Faculty of Horticulture in Lednice, Mendel University in Brno.

<sup>2</sup> Department of Botany, Faculty of Science, University of South Bohemia in České Budějovice.

<sup>3</sup> Department of Biosciences (Plant Biology), University of Helsinki.

## Kivonat

Kutatásunk célja a fehér fagyöngy (*Viscum album*) fertőzés erősségének, illetve a potenciális gazdafajainak fiziológiai és biomechanikai vitalitása közötti kapcsolat vizsgálata. A vizsgálathoz összesen 9 gazdafaj (*Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Crataegus monogyna*, *C. pedicellata*, *Juglans nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata* és *T. platyphyllos*) 3039 egyedét használtuk fel, melyből 1424 példány volt fertőzött. A vizsgált gazdafajok a csehországi lednicei kastélyparkból kerültek ki. Az eredményeink alapján megállapítható, hogy viszonylag szoros kapcsolat áll fenn e három tényező között. A leggyengébb kapcsolatot a mezei juhar (12-17 %), a legszorosabb kapcsolatot pedig a fekete dió (32-39 %) gazdafajok esetén észleltünk, azonban eredményeink ellenére továbbra is tisztázatlan maradt a fa életeréjének befolyásoló szerepe a fehér fagyöngy-fertőzésben.

**Kulcsszavak:** fehér fagyöngy, *Viscum album*, gazdanövény, gazdafa fiziológiai és biomechanikai vitalitása, félparazita növény

## THE IMPACT OF THE EUROPEAN MISTLETOE (*VISCUM ALBUM* L.) ON WOODY HOST-PLANTS: A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN INFECTION INTENSITY AND TREE VITALITY

### Abstract

Our research aims were to examine the relationship between infection intensity of European mistletoe (*Viscum album*) and the physiological and biomechanical vitality of the potential host species. For this study 3039 individuals of nine host species (*Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Crataegus monogyna*, *C. pedicellata*, *Juglans nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata* and *T. platyphyllos*) were examined; of these 1424 specimens were infected. The host trees are situated in the Castle Park in Lednice, Czech Republic. Based on our results, it can be concluded that there is a strong relationship between these three factors. The weakest relationship was observed in the case of field maple (12-17 %) and the strongest relationship was in the case of the black walnut (32-39 %). In spite of our findings, the exact role of tree vitality influencing mistletoe infection remains unclear.

**Keywords:** European mistletoe, *Viscum album*, host tree, physiological and biomechanical aspect of vitality of host tree, hemiparasitic plant

Levelező szerző/Correspondence:

Tivadar Baltazár, Valtická 337, 691 44 Lednice, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic. e-mail: baltazartivadar@gmail.com

## BEVEZETÉS

A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) a fagyöngyfélék (Viscaceae [synonym: Santalaceae sensu lato]) családjába tartozó (Nickrent és mtsai 2010), örökzöld, évelő, kétlaki, epifita, hemiparazita növény (Zuber 2004; Grundmann és mtsai 2012), amelynek az átmérője akár a másfél métert is elérheti (Tubeuf 1923; Wangerin 1937). Szinte az egész világon elterjedt, magyarországi kártétele 2010-ben közel 3000 ha-t érintett, amely az utóbbi években folyamatos növekedést mutat (Hirka és Janik 2009; Hirka 2011; Varga és mtsai 2014). Számos európai országban heterogén az elterjedése, ami követi a potenciális gazdafajok elterjedésének útvonalát (Tubeuf 1923; Wangerin 1937; Zuber 2004; Varga és mtsai 2014). Széles gazdaspektrummal rendelkezik, amelyben a fajok száma Európában eléri a 384-et, az egész világon pedig 452-öt. Leggyakrabban az *Acer*, *Tilia*, *Robinia*, *Populus*, *Crataegus*, *Salix* nemzetség fajain élőszködik (Barney és mtsai 1998).

Félélőszködő révén a gazdafajból hausztóriumai segítségével elsősorban vizet és ásványi anyagokat szív el (Tubeuf 1923; Zuber 2004), azonban már bebizonyosott, hogy a félparazita növények is jelentős mennyiségű gazdaeredetű szervesanyagot tartalmaznak (Hodgson 1973; Těšitel és mtsai 2010). Kizárólag a fák ágain élőszködve tud életben maradni, ezért az elterjedését elsősorban a lehetséges gazdafajok előfordulása határozza meg (Wangerin 1937), azonban a gazdafaj mérete, illetve az elhelyezkedése a növényállományban szintén meghatározó tényező (Dawson 1990). Az egyik gazdanövényről a másikra való terjesztése a fehér színű ragacsos álbogyói segítségével történik, ami elsősorban a madaraknak köszönhető. A decemberben érő termés fő terjesztője a léprigó (*Turdus viscivorus* L.) (Tubeuf 1923; Wangerin 1937; Stopp 1961; Zuber 2004).

Az elmúlt hatvan évben számos tanulmány vizsgálta a fagyöngyfertőzés különböző gazdanövény fajokra gyakorolt hatását jegenyefenyő (*Abies alba* Mill.) esetében (Noetzi és mtsai 2003; Tsopelas és mtsai 2004; Barbu 2009, 2010, 2012). Grundmann és mtsai (2011, 2012) szerint a fagyönggyel fertőzött ágak vitalitása szignifikánsan kisebb, mint a nem fertőzötteké, akár ugyanazon a faegyeden is. Barbu (2010, 2012) kutatása alapján bebizonyosodott, hogy az intenzív fagyöngyfertőzés következtében a fagyönggyel fertőzött jegenyefenyő túlvelei szignifikánsan kisebbek voltak, mint az egészséges egyedek esetében. A túlvelek nagysága a fertőzés intenzitásával fordított arányosan csökken, ami szélsőséges esetben a korona teljes széteséséhez is vezethet. Ezek a kutatási eredmények egyértelműen bizonyítják a fagyöngy negatív hatását a gazdafa vitalitására (Noetzi és mtsai 2003; Tsopelas és mtsai 2004; Barbu 2009, 2010, 2012).

A jelen kutatás célja szintén a fagyöngyfertőzés és a fa életereje közötti kapcsolat vizsgálata. Feltételezzük, hogy jóval több fertőzött példányt találunk az erősen csökkent életerejű fák között, illetve ezen egyedek nagyobb mértékben lesznek fertőzöttek. Az esetleges különbségek kimutatása érdekében a vizsgálatokat az egyes gazdafajok esetében külön-külön végeztük el.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a csehországi lednicei kastélyparkban végeztük a téli hónapok folyamán 2011 és 2013 között. A kastélypark területe a halastavakkal együtt mintegy 192 ha. Éghajlati viszonyokat tekintve a terület Csehország legmelegebb része, átlagos évi hőmérséklet 9 °C körül mozog. A legmelegebb hónap július (átlagosan 19,2 °C) a leghidegebb hónap pedig a január (átlagosan -1,7 °C). A vegetációs időszak rendszerint március közepén-végén kezdődik és október végén, november elején végződik, kb. 230-240 napig tart. A parkban található faegyedek száma (cserjéket nem számítva) 10 000 körül mozog (Skalický 1988; Culek 1996; Spálavský 2001).

Vizsgálataink során felhasználtuk a már meglévő fakatasztert, amelyet kiegészítettük a fagyöngyfertőzésre vonatkozó adatokkal is. Minden egyes faegyedet pontosan meghatároztunk az alapvető dendrometriai tulajdonságaikkal (magasság, törzsvastagság, korona-térfogat stb.) együtt. A fa életerejének megállapításánál különösen nagy pontossággal jártunk el.

Az életerőt úgy lehet jellemezni mint az élő szervezeteknek az „életre” való képességet, illetve annak megújulását a különböző környezeti tényezők változása esetén (Petráčková és mtsai 2001). A fás növények esetében ezt a képességet fiziológiai (energetikai egyensúly összeomlása), illetve biomechanikai (törés, kidőlés) okok csökkenthetik, ezért e két szempont alapján értékeltük a fák vitalitását (Ehsen 1992; FLL 1993) és az alábbi érték-skálát használtuk fel (Pejchal és Šimek 2012):

- 0 – optimális:** teljesen sérülésmentes, egészséges fák esetenként megfigyelhető jelentéktelen eltérés az optimálistól, minden előfeltétel adott ennek az állapotnak a hosszantartó fenntartására
- 1 – kis mértékben csökkent:** kis mértékben károsodott fák, illetve kisebb mértékű eltérés az optimálistól. A fiziológiai vitalitás a fiatalabb, illetve a közepesen idősebb egyedek esetében nagy valószínűséggel visszatérhet az optimálishoz, amennyiben a külső negatív hatás megszűnik. A biomechanikai tulajdonságokban szintén nincs nagy mértékű károsodás, ezért a hosszantartó fennmaradás feltételezhető.
- 2 – közepes mértékben csökkent:** nagy mértékben károsodott fák, illetve nagy mértékű eltérés figyelhető meg az optimálistól, azonban a faegyed fennmaradása nem közvetlenül veszélyeztetett. A fiziológiai vitalitás a fiatalabb, illetve a közepesen idősebb egyedek esetében még kisebb-nagyobb mértékben javulhat, amennyiben a külső negatív hatások mérséklődnek, illetve teljes mértékben megszűnnek. Az ilyen feltételek mellett az egyed létezése középhosszú ideig még fenntartható. A biomechanikai tulajdonságok lehetővé teszik, némely esetben speciális fitotechnikai beavatkozással (pl. statikai megerősítés) középhosszú, fiatalabb (optimális fiziológiai életerejű) egyedek esetében a hosszantartó létezését (létfenntartást).



- 3 – erős mértékben csökkent:** nagyon erősen károsodott fák, illetve nagyon nagy mértékű eltérés figyelhető meg az optimálistól, létezése közvetlenül veszélyeztetett vagy legfeljebb rövid időn belül. A fiziológiai vitalitás javulására nagyon kicsi az esély. A biomechanikai tulajdonságok alapján még speciális (esetenként drága) fitotechnikai munkák segítségével is csak nagyon rövid ideig tartható fenn az egyed létezése.
- 4 – nincs:** gyakorlatilag fiziológiai vitalitást nem mutató fák, esetleg kettőtört vagy gyökereztől kifordult fák.

A fiziológiai vitalitás megállapítása elsősorban a fa koronaszerkezete alapján történt. Az értékelés alapelve, hogy az vitalitás változása nyomon követhető rövid és hosszúhajtások arányaiból, vagyis a fiziológiai vitalitás romlásával csökken a hosszú hajtások száma, és ezzel párhuzamosan nő a rövid hajtások száma. Ennek következtében akár egy fajhoz tartozó egyedek koronaszerkezetében is jelentős különbség mutatkozik (Roloff 1989a, 1989b, 2001).

A fiziológiai vitalitás pontos megállapításához kizárólag a korona csúcsi (szomszédos faegyedek vagy bármi más által nem árnyékol) részét vizsgáltuk. A pontosság növelése érdekében különböző növekedési modellábrák szerint jártunk el, ami 18 legjelentősebb európai fafajra lett kidolgozva, az alábbi négyfokozatú skála felhasználásával (Roloff 1989a, 1989b, 2001):

- 0. szakasz – exploráció:** A csúcsi, illetve a felső oldalrügyek minden évben hosszú hajtásokat hoznak létre. A korona sűrű, gömbölyű, ágakkal sűrűn berakódva egészen a korona belsejéig. A lombzat szintén sűrű, nagyobb hézagok nélkül, egészen a korona belsejéig hatol.
- 1. szakasz – degeneráció:** A csúcsi, illetve a felső oldalrügyekből még minden évben hosszú hajtásokat képez (valamennyivel rövidebb, mint az első esetben), általában az összes oldalrügy kivétel nélkül kihajt, azonban ezek rendszerint csak rövid hajtásokat képeznek. Ennek következtében az ágrendszerben szemmel látható elágazódás figyelhető meg, aminek következtében „nyársak” keletkeznek a koronában. A korona széle rojtos (a „nyársak” miatt az egyes ágak kiállnak). A korona belseje szintén ágakkal berakódott, ebből kifolyólag a korona is viszonylag sűrű. Az életerő ebben a fázisában a korona szélén és csúcsán még egyenes és folytonos hajtásokat találunk.
- 2. szakasz – stagnáció:** Az összes rügy, beleértve a felső rügyeket is csak rövid hajtásokat fejlesztenek. Gyakorlatilag a fa alig növekszik, illetve az új hajtások sem ágaznak el. Az összefüggő sűrű ágszerkezet a korona széléről teljesen hiányzik, az ágak „karmokra” hasonlító alakot vesznek fel. Az újonnan keletkezett rövid hajtások (a rajtuk található „levélcsomókkal”) a vegetációs időszak végén könnyen letörnek. A felkopaszodott ágrendszer következtében a korona belseje feltűnően megvilágított lesz, a friss leveles hajtások elsősorban a korona szélére csoportosulnak, csomókban, gubancokban rendeződnek el. Mindezek következtében az egész fakorona sörteszerű alakot vesz fel, aminek sok esetben nagy hézagok is vannak.

**3. szakasz – rezignáció:** A nagyobb ágak elhalása, illetve törése figyelhető meg, a korona elszáradása, illetve elhalása szintén jellemző, beleértve a felső fiatal hajtásokat is, a korona belseje az eddiginél is több fényt kap, illetve a korona ágrendszere mégjobban eltávolodik egymástól és végül az egész korona szétesik több „kisebb koronára”.

**4. szakasz – kipusztult faegyed:** Gyakorlatilag fiziológiai vitalitást nem mutató fák.

A fa biomechanikai életerejének vizsgálata során egy olyan professzionális, több szempontú értékelési rendszert vettünk alapul, ami azokat a kvantitatív tényezőket vizsgálja, ami a faegyed életerejének pusztulását okozhatja. Elsősorban azok a biomechanikai tulajdonságok (mechanikai károsodás, faodvasító gombák, faodvasodás, illetve üregek jelenléte, ágrendszer hibás elágazása, illetve elszáradt (váz)ágak jelenléte) értékeltük, ami kapcsolatba hozható a fagyöngyfertőzéssel. Ehhez más szerzők által kidolgozott vizuális értékelést használtunk fel Siewniak és Kusche (2002), Balder és mtsai (2003), Baumgarten és mtsai (2004), Dujesiefken (2005), Mattheck és Breloer (1993a, 1993b, 2006), Mattheck (2007). Azok a biomechanikai tulajdonságok, amelyek nem hozhatók összefüggésbe a fagyöngyfertőzéssel (pl. korhadás a fatörzsön) nem volt figyelembe véve az értékelés során.

A fagyöngyfertőzöttség megállapítása céljából arányt becsültünk az összfagyöngytérfogat és a lombkorona térfogata között, amelyet százalékos formában fejeztünk ki, és ez alapján az alábbi fagyöngyfertőzési skálát hoztunk létre (Spálavský, 2001):

0. nem fertőzött: vizsgált faegyed nincs fagyönggyel fertőzve (0 %)
1. kis mértékben fertőzött: a faegyed vagy egyetlen fagyöngybokorral fertőzött vagy többel, de akkor az összfagyöngytérfogat nem haladja meg a lombkorona térfogat egy tizedét (1-10 %)
2. közepes mértékben fertőzött: a faegyed közepes mértékben fertőzött esetleg néhány vázága nagyobb mértékben, azonban a fagyöngybokrok ösztérfogata a lombkorona térfogatának maximum 40 %-a
3. erősen fertőzött: a faegyed nagy mértékben fagyönggyel fertőzött, a fagyöngybokrok ösztérfogata 41 és 70 % közötti
4. teljesen mértékben fertőzött: a faegyed nagyon erősen fertőzött, beleértve a fa összes vázágát, illetve az egyes ágvégeket is (71-100 %)

A statisztikai elemzésekhez a kilenc, leggyakoribb gazdafajt használtuk fel (1. táblázat). A kastélyparkban előforduló fajok egyedszáma és a fertőzött egyedek száma közötti kapcsolat vizsgálatára a Spearman-féle rangkorrelációs együtthatót használtuk. A fagyöngyfertőzés erőssége és a fa életerejé között lévő kapcsolat vizsgálata során pedig minden egyes gazdafajra külön kontingencia táblázatot készítettünk, az abszolút, illetve a relatív gyakoriság értékének feltüntetésével. Ezen diszkrét eloszlású változók vizsgálatára Pearson-féle khi-négyzet ( $\chi^2$ ) próbát alkalmaztunk 5 %-os szignifikancia szint mellett. Mivel egyes esetekben nem teljesültek az adott próba elvégzéséhez szükséges feltételek, ezért az elemzéseket megismételtük Monte Carlo szimulációval (2000 ismétlés alapján) is.

A fertőzés mértéke és az vitalitás közötti sztochasztikus kapcsolat szorosságának vizsgálatára Cramer-féle asszociációs-együtthatót, Phi kontingencia együtthatót, illetve a kontingencia koefficiens használtuk fel.

Az adatok feldolgozását a Microsoft Office Excel 2010 programban, a statisztikai elemzéseket pedig az R program 3.1.2. verziójával végeztük (R Core Team 2014) a „vcd” kiegészítő csomaggal (Meyer és mtsai 2014) együtt.

1. táblázat: *A lednicei kastélypark leggyakoribb gazdafajai*  
Table 1: *The most common host species of Castle Park Lednice*

| Gazdafa                            | Fertőzött   | Összesen    |
|------------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Acer campestre</i> L.           | 533         | 1266        |
| <i>Acer platanoides</i> L.         | 93          | 159         |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> L.      | 80          | 205         |
| <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.    | 61          | 106         |
| <i>Crataegus pedicellata</i> Sarg. | 34          | 82          |
| <i>Juglans nigra</i> L.            | 83          | 117         |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> L.     | 78          | 142         |
| <i>Tilia cordata</i> Mill.         | 292         | 515         |
| <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.    | 170         | 447         |
| <b>Összesen</b>                    | <b>1424</b> | <b>3039</b> |

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy szignifikáns korreláció van az összgazdafajok, illetve a fertőzött gazdafajok között (Spearman-féle rangkorrelációs együttható:  $r_s=92\%$ ,  $p=0.001$ ), vagyis minél többször fordul elő egy faj, annál gyakrabban fertőzött.

A Pearson-féle khi-négyzet próba eredménye alapján megállapítható, hogy a *Robinia pseudoacacia* faj kivételével statisztikailag szignifikáns összefüggést találtunk a fagyöngy-fertőzés erőssége és a gazdafa fiziológiai életereje között, vagyis sokkal több fertőzött fát találunk a csökkent életerejű faegyedek között, illetve ezen faegyedek több gazdafaj esetében is nagyobb mértékben fertőzöttek. Hasonló eredményeket kaptunk a biomechanikai vitalitás esetében is, ahol ugyancsak a legtöbb gazdafaj esetében az eredmény szintén statisztikailag szignifikáns. Érdekeség, hogy a fehér akác esetében csak a biomechanikai vitalitás esetében kaptunk szignifikáns különbséget. A 2. táblázat részletesen mutatja a kapcsolatot a fertőzöttség erőssége, a fiziológiai, illetve a biomechanikai vitalitás között külön-külön minden egyes gazdafaj esetében. Egy csillaggal jelöltük azokat az eseteket, ahol az eredmény csak 5 %-os szignifikancia szinten, két csillaggal pedig azokat, ahol a kapott eredmény 1 %-os szignifikancia szinten is szignifikáns.

2. táblázat: A fagyöngyfertőzés mértékének erőssége és a gazdafa fiziológiai, illetve biomechanikai életerejének közötti kapcsolat vizsgálatának eredményei

Table 2: Results of the relationship among the infection intensity and physiological and biomechanical aspect of vitality

| Gazdafa                      | Vitalitás     | Statisztikai próbák eredményei   |
|------------------------------|---------------|--|
| <i>Acer campestre</i>        |               | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=1266) = 141.60; $p < 0.001^{**}$      |
|                              | fiziológiai   | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=1266) = 141.60; $p < 0.001^{**}$ |
|                              | biomechanikai | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=1266) = 119.64; $p < 0.001^{**}$      |
| <i>Acer platanoides</i>      |               | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=1266) = 119.64; $p < 0.001^{**}$ |
|                              | fiziológiai   | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=159) = 26.43; $p = 0.001^{**}$        |
|                              | biomechanikai | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=159) = 26.43; $p = 0.04^*$       |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>   |               | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=159) = 60.94; $p = 0.001^{**}$        |
|                              | fiziológiai   | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=159) = 60.94; $p = 0.01^*$       |
|                              | biomechanikai | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=205) = 54.89; $p < 0.001^{**}$        |
| <i>Crataegus monogyna</i>    |               | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=205) = 54.89; $p < 0.001^{**}$   |
|                              | fiziológiai   | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=205) = 33.52; $p = 0.006^{**}$        |
|                              | biomechanikai | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=205) = 33.52; $p = 0.06$         |
| <i>Crataegus pedicellata</i> |               | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=106) = 22.84; $p = 0.02^*$            |
|                              | fiziológiai   | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=106) = 22.84; $p = 0.07$         |
|                              | biomechanikai | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=106) = 29.31; $p = 0.004^{**}$        |
| <i>Juglans nigra</i>         |               | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=106) = 29.31; $p = 0.02^*$       |
|                              | fiziológiai   | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (9, N=82) = 20.30; $p = 0.02^*$              |
|                              | biomechanikai | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=82) = 20.30; $p = 0.03^*$        |
| <i>Robinia pseudoacacia</i>  |               | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (6, N=82) = 14.18; $p = 0.03^*$              |
|                              | fiziológiai   | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=82) = 14.18; $p = 0.03^*$        |
|                              | biomechanikai | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=117) = 46.46; $p < 0.001^{**}$        |
| <i>Tilia cordata</i>         |               | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=117) = 46.46; $p < 0.001^{**}$   |
|                              | fiziológiai   | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=117) = 53.55; $p < 0.001^{**}$        |
|                              | biomechanikai | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=117) = 53.55; $p < 0.001^{**}$   |
| <i>Tilia platyphyllos</i>    |               | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=142) = 10.32; $p = 0.59$              |
|                              | fiziológiai   | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=142) = 10.32; $p = 0.47$         |
|                              | biomechanikai | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (12, N=142) = 28.97; $p = 0.004^{**}$        |
| <i>Tilia platyphyllos</i>    |               | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=142) = 28.97; $p = 0.04^*$       |
|                              | fiziológiai   | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=515) = 171.17; $p < 0.001^{**}$       |
|                              | biomechanikai | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=515) = 171.17; $p < 0.001^{**}$  |
| <i>Tilia platyphyllos</i>    |               | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=515) = 115.62; $p < 0.001^{**}$       |
|                              | fiziológiai   | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=515) = 115.62; $p < 0.001^{**}$  |
|                              | biomechanikai | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=447) = 126.88; $p < 0.001^{**}$       |
| <i>Tilia platyphyllos</i>    |               | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=447) = 126.88; $p < 0.001^{**}$  |
|                              | fiziológiai   | Khi-négyzet próba: $\chi^2$ (16, N=447) = 103.02; $p < 0.001^{**}$       |
|                              | biomechanikai | Monte Carlo szimuláció: $\chi^2$ (NA, N=447) = 103.02; $p < 0.001^{**}$  |

A fagyöngyfertőzés erőssége és a fiziológiai valamint a biomechanikai vitalitás közötti sztochasztikus kapcsolat vizsgálatának eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a kapcsolat erőssége közepes nagyságú több gazdafaj esetében is. A leggyengébb kapcsolatot a mezei juhar (Cramer-féle  $V$  0,17 és 0,15) esetében, míg a legerősebb kapcsolatot a fekete dió (Cramer-féle  $V$  0,32 és 0,39) esetében kaptunk. Megjegyezendő, hogy viszonylag kicsi a különbség az egyes gazdafajok között a kapcsolat szorosságának tekintetében. A 3. táblázat mutatja a pontos értékeket minden egyes gazdafaj esetében.

3. táblázat: A gazdafa életereje és a fertőzés mértékének erőssége közötti sztochasztikus kapcsolat nagysága (százalékban kifejezve)

Table 3: Size of the stochastic relationship among the infection intensity and physiological and biomechanical aspect of vitality (in percentage terms)

| Gazdafaj                     | Vitalitás     | Cramer-féle asszociációs-együttható | Phi kontingencia-együttható | Kontingencia koefficiens |
|------------------------------|---------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <i>Acer campestre</i>        | fiziológiai   | 17 %                                | 33 %                        | 32 %                     |
|                              | biomechanikai | 15 %                                | 31 %                        | 29 %                     |
| <i>Acer platanoides</i>      | fiziológiai   | 24 %                                | 41 %                        | 38 %                     |
|                              | biomechanikai | 36 %                                | 62 %                        | 53 %                     |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>   | fiziológiai   | 30 %                                | 52 %                        | 46 %                     |
|                              | biomechanikai | 20 %                                | 40 %                        | 38 %                     |
| <i>Crataegus monogyna</i>    | fiziológiai   | 27 %                                | 46 %                        | 42 %                     |
|                              | biomechanikai | 30 %                                | 53 %                        | 47 %                     |
| <i>Crataegus pedicellata</i> | fiziológiai   | 29 %                                | 50 %                        | 45 %                     |
|                              | biomechanikai | 29 %                                | 42 %                        | 38 %                     |
| <i>Juglans nigra</i>         | fiziológiai   | 32 %                                | 63 %                        | 53 %                     |
|                              | biomechanikai | 39 %                                | 68 %                        | 56 %                     |
| <i>Robinia pseudoacacia</i>  | fiziológiai   | 16 %                                | 27 %                        | 26 %                     |
|                              | biomechanikai | 26 %                                | 45 %                        | 41 %                     |
| <i>Tilia cordata</i>         | fiziológiai   | 29 %                                | 58 %                        | 50 %                     |
|                              | biomechanikai | 24 %                                | 47 %                        | 43 %                     |
| <i>Tilia platyphyllos</i>    | fiziológiai   | 27 %                                | 53 %                        | 47 %                     |
|                              | biomechanikai | 24 %                                | 48 %                        | 43 %                     |

A kontingencia táblázatból egyértelműen kitűnik, hogy minden egyes gazdafaj esetében a fertőzött faegyedek száma a vitalitás csökkenésével párhuzamosan növekszik. Azonban a fertőzés intenzitásának tekintetében ez a növekedés több esetben sem lineáris, mivel egy bizonyos ponttól fogva újra csökkenés figyelhető meg. Ennek oka lehet, hogy az erősen lecsökkent életerejű (mind fiziológiai mind biomechanikai) gazdafa állapota már annyira károsodott, hogy ilyen körülmények között a fagyöngy nem tud rajtuk megtelepedni, illetve a már megtelepedett fagyöngybokrok tömegesen elszaporodni, de ennek bizonyítása további vizsgálatokat igényel. Továbbá szintén elképzelhető az is, hogy a magas számú fagyöngybokrok egy adott gazdafajon elősegíthetik annak idő előtti életerejének csökkenését. A korábbi kutatásaink (Baltazár és mtsai 2012, 2013) alapján elmondható, hogy a



csökkent életerejű, viszont azonos korú gazdafák esélye a fagyöngyfertőzésre 4,5-ször magasabb, mint az egészséges életerejű fáké. A nem lineáris kapcsolat másik oka lehet az is, hogy a fagyöngy megtelepedését az adott gazdaegyeden a fa életerején kívül számos egyéb lokális faktor (pl. a fa kora vagy az elhelyezkedése a növényállományban) is befolyásolhatja, ezáltal a fagyöngyfertőzés modellezését nem lehet csupán egyetlen lokális tényezőre koncentrálni. Mindazonáltal némely gazdafaj esetében (*Crataegus pedicellata*) ezen tényezők is kizárhatók, hiszen e példányok szinte kivétel nélkül hasonló tulajdonsággal (azonos nagyság, kor) rendelkeztek. Természetesen számolni kell a hibalehetőségekkel is, ugyanis a biomechanikai vitalitás vizuális értékelése nagyobb mértékben szubjektív mint a fiziológiai. A 4. táblázat részletesen mutatja a gazdafajok megoszlását a fa életerejére, illetve a fagyöngyfertőzés függvényében.

4. táblázat: Kontingencia táblázat a fagyöngyfertőzés mértéke a fa fiziológiai, illetve a biomechanikai életeréje között

Table 4: Contingency table among the infection intensity and physiological and biomechanical aspect of vitality

| Mezei juhar – <i>Acer campestre</i> |                         |                           |             |            |            |            |              |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás               | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |            |            |            | Összesen     |
|                                     |                         | 0.                        | 1.          | 2.         | 3.         | 4.         |              |
| 0.                                  | 0.                      | 2                         | 1           | 0          | 0          | 0          | 3            |
|                                     |                         | 67 %                      | 33 %        | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|                                     |                         | <b>200</b>                | <b>46</b>   | <b>6</b>   | <b>1</b>   | <b>0</b>   | <b>253</b>   |
| 1.                                  | 1.                      | 79 %                      | 18 %        | 2 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|                                     |                         | <b>370</b>                | <b>182</b>  | <b>58</b>  | <b>12</b>  | <b>1</b>   | <b>623</b>   |
|                                     |                         | 59 %                      | 29 %        | 9 %        | 2 %        | 0 %        | 100 %        |
| 2.                                  | 2.                      | 380                       | 240         | 68         | 17         | 0          | 705          |
|                                     |                         | 54 %                      | 34 %        | 10 %       | 2 %        | 0 %        | 100 %        |
|                                     |                         | <b>134</b>                | <b>117</b>  | <b>37</b>  | <b>16</b>  | <b>0</b>   | <b>304</b>   |
| 3.                                  | 3.                      | 44 %                      | 38 %        | 12 %       | 5 %        | 0 %        | 100 %        |
|                                     |                         | 83                        | 79          | 40         | 18         | 0          | 220          |
|                                     |                         | 38 %                      | 36 %        | 18 %       | 8 %        | 0 %        | 100 %        |
| 4.                                  | 4.                      | <b>26</b>                 | <b>32</b>   | <b>16</b>  | <b>9</b>   | <b>0</b>   | <b>83</b>    |
|                                     |                         | 31 %                      | 39 %        | 19 %       | 11 %       | 0 %        | 100 %        |
|                                     |                         | 17                        | 1           | 2          | 2          | 0          | 22           |
| Összesen                            | Összesen                | 77 %                      | 5 %         | 9 %        | 9 %        | 0 %        | 100 %        |
|                                     |                         | <b>3</b>                  | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>3</b>     |
|                                     |                         | 100 %                     | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
| Összesen                            | Összesen                | 733                       | 377         | 117        | 38         | 1          | 1266         |
|                                     |                         | 58 %                      | 30 %        | 9 %        | 3 %        | 0 %        | 100 %        |
|                                     |                         | <b>733</b>                | <b>377</b>  | <b>117</b> | <b>38</b>  | <b>1</b>   | <b>1266</b>  |
|                                     |                         | <b>58 %</b>               | <b>30 %</b> | <b>9 %</b> | <b>3 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |

| Korai juhar – <i>Acer platanoides</i> |                         |                           |             |             |             |             |              |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                 | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |             |             | Összesen     |
|                                       |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.          | 4.          |              |
| 0.                                    |                         | 0                         | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            |
|                                       |                         | 0 %                       | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 0 %          |
|                                       | 0.                      | <b>22</b>                 | <b>23</b>   | <b>1</b>    | <b>1</b>    | <b>0</b>    | <b>47</b>    |
|                                       |                         | <b>47 %</b>               | <b>49 %</b> | <b>2 %</b>  | <b>2 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>100 %</b> |
| 1.                                    |                         | 32                        | 30          | 1           | 2           | 0           | 65           |
|                                       |                         | 49 %                      | 46 %        | 2 %         | 3 %         | 0 %         | 100 %        |
|                                       | 1.                      | <b>35</b>                 | <b>31</b>   | <b>10</b>   | <b>6</b>    | <b>0</b>    | <b>82</b>    |
|                                       |                         | <b>43 %</b>               | <b>38 %</b> | <b>12 %</b> | <b>7 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>100 %</b> |
| 2.                                    |                         | 24                        | 33          | 11          | 7           | 0           | 75           |
|                                       |                         | 32 %                      | 44 %        | 15 %        | 9 %         | 0 %         | 100 %        |
|                                       | 2.                      | <b>8</b>                  | <b>13</b>   | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>0</b>    | <b>27</b>    |
|                                       |                         | <b>30 %</b>               | <b>48 %</b> | <b>11 %</b> | <b>11 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>100 %</b> |
| 3.                                    |                         | 6                         | 4           | 2           | 1           | 1           | 11           |
|                                       |                         | 43 %                      | 29 %        | 14 %        | 7 %         | 7 %         | 100 %        |
|                                       | 3.                      | <b>1</b>                  | <b>1</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>1</b>    | <b>3</b>     |
|                                       |                         | <b>33 %</b>               | <b>33 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>33 %</b> | <b>100 %</b> |
| 4.                                    |                         | 4                         | 1           | 0           | 0           | 0           | 0            |
|                                       |                         | 80 %                      | 20 %        | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 100 %        |
|                                       | 4.                      | <b>0</b>                  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>     |
|                                       |                         | <b>0 %</b>                | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>   |
| Összesen                              |                         | 66                        | 68          | 14          | 10          | 1           | 159          |
|                                       |                         | 42 %                      | 43 %        | 9 %         | 6 %         | 1 %         | 100 %        |
|                                       | Összesen                | <b>66</b>                 | <b>68</b>   | <b>14</b>   | <b>10</b>   | <b>1</b>    | <b>159</b>   |
|                                       |                         | <b>42 %</b>               | <b>43 %</b> | <b>9 %</b>  | <b>6 %</b>  | <b>1 %</b>  | <b>100 %</b> |

| Hegyi juhar – <i>Acer pseudoplatanus</i> |                         |                           |             |             |            |            |              |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                    | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |            |            | Összesen     |
|  |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.         | 4.         |              |
| 0.                                       |                         | 0                         | 0           | 0           | 0          | 0          | 0            |
|  |                         | 0 %                       | 0 %         | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %          |
|  | 0.                      | <b>23</b>                 | <b>12</b>   | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>35</b>    |
|  |                         | <b>66 %</b>               | <b>34 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
| 1.                                       |                         | 40                        | 17          | 1           | 0          | 0          | 58           |
|  |                         | 69 %                      | 29 %        | 2 %         | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|  | 1.                      | <b>67</b>                 | <b>27</b>   | <b>13</b>   | <b>4</b>   | <b>2</b>   | <b>113</b>   |
|  |                         | <b>59 %</b>               | <b>24 %</b> | <b>12 %</b> | <b>4 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
| 2.                                       |                         | 66                        | 20          | 15          | 3          | 1          | 105          |
|  |                         | 63 %                      | 19 %        | 14 %        | 3 %        | 1 %        | 100 %        |

| Hegyi juhar – <i>Acer pseudoplatanus</i> |                         |                           |             |             |             |             |              |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                    | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |             |             | Összesen     |
|  |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.          | 4.          |              |
|  |                         | <b>29</b>                 | <b>4</b>    | <b>5</b>    | <b>3</b>    | <b>6</b>    | <b>47</b>    |
|  | <b>2.</b>               | <b>62 %</b>               | <b>9 %</b>  | <b>11 %</b> | <b>6 %</b>  | <b>13 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 15                        | 8           | 2           | 6           | 7           | 38           |
| <b>3.</b>                                |                         | 39 %                      | 21 %        | 5 %         | 16 %        | 18 %        | 100 %        |
|  |                         | <b>5</b>                  | <b>2</b>    | <b>0</b>    | <b>2</b>    | <b>0</b>    | <b>9</b>     |
|  | <b>3.</b>               | <b>56 %</b>               | <b>22 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>22 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>100 %</b> |
|  |                         | 4                         | 0           | 0           | 0           | 0           | 4            |
| <b>4.</b>                                |                         | 100 %                     | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 100 %        |
|  |                         | <b>1</b>                  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>     |
|  | <b>4.</b>               | <b>100 %</b>              | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>   |
|  |                         | 125                       | 45          | 18          | 9           | 8           | 205          |
| <b>Összesen</b>                          |                         | 61 %                      | 22 %        | 9 %         | 4 %         | 4 %         | 100 %        |
|  |                         | <b>125</b>                | <b>45</b>   | <b>18</b>   | <b>9</b>    | <b>8</b>    | <b>205</b>   |
|  | <b>Összesen</b>         | <b>61 %</b>               | <b>22 %</b> | <b>9 %</b>  | <b>4 %</b>  | <b>4 %</b>  | <b>100 %</b> |

| Egybibés galagonya – <i>Crataegus monogyna</i> |                         |                           |             |             |            |            |              |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                          | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |            |            | Összesen     |
|  |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.         | 4.         |              |
|  |                         | 0                         | 0           | 0           | 0          | 0          | 0            |
| <b>0.</b>                                      |                         | 0 %                       | 0 %         | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %          |
|  |                         | <b>12</b>                 | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>12</b>    |
|  | <b>0.</b>               | <b>100 %</b>              | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 14                        | 3           | 1           | 0          | 0          | 18           |
| <b>1.</b>                                      |                         | 78 %                      | 17 %        | 6 %         | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|  |                         | <b>23</b>                 | <b>19</b>   | <b>6</b>    | <b>2</b>   | <b>0</b>   | <b>50</b>    |
|  | <b>1.</b>               | <b>46 %</b>               | <b>38 %</b> | <b>12 %</b> | <b>4 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 21                        | 22          | 8           | 1          | 1          | 53           |
| <b>2.</b>                                      |                         | 40 %                      | 42 %        | 15 %        | 2 %        | 2 %        | 100 %        |
|  |                         | <b>9</b>                  | <b>14</b>   | <b>13</b>   | <b>2</b>   | <b>1</b>   | <b>39</b>    |
|  | <b>2.</b>               | <b>23 %</b>               | <b>36 %</b> | <b>33 %</b> | <b>5 %</b> | <b>3 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 9                         | 10          | 8           | 3          | 0          | 30           |
| <b>3.</b>                                      |                         | 30 %                      | 33 %        | 27 %        | 10 %       | 0 %        | 100 %        |
|  |                         | <b>1</b>                  | <b>3</b>    | <b>1</b>    | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>5</b>     |
|  | <b>3.</b>               | <b>20 %</b>               | <b>60 %</b> | <b>20 %</b> | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 1                         | 1           | 3           | 0          | 0          | 5            |
| <b>4.</b>                                      |                         | 20 %                      | 20 %        | 60 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |

| Egybibés galagonya – <i>Crataegus monogyna</i> |                         |                           |             |             |            |            |              |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                          | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |            |            | Összesen     |
|  |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.         | 4.         |              |
|  |                         | 0                         | 0           | 0           | 0          | 0          | 0            |
|  | 4.                      | 0 %                       | 0 %         | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %          |
|  |                         | 45                        | 36          | 20          | 4          | 1          | 106          |
| Összesen                                       |                         | 42 %                      | 34 %        | 19 %        | 4 %        | 1 %        | 100 %        |
|  |                         | <b>45</b>                 | <b>36</b>   | <b>20</b>   | <b>4</b>   | <b>1</b>   | <b>106</b>   |
|  | Összesen                | <b>42 %</b>               | <b>34 %</b> | <b>19 %</b> | <b>4 %</b> | <b>1 %</b> | <b>100 %</b> |

| Vékonygallyú galagonya – <i>Crataegus pedicellata</i> |                         |                           |             |            |            |            |              |
|---|-------------------------|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                                 | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |            |            |            | Összesen     |
|   |                         | 0.                        | 1.          | 2.         | 3.         | 4.         |              |
|   |                         | 0                         | 0           | 0          | 0          | 0          | 0            |
| 0.  |                         | 0 %                       | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 0 %          |
|   |                         | 20                        | 2           | 0          | 0          | 0          | 22           |
|   | 0.                      | 91 %                      | 9 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 9                         | 0           | 0          | 0          | 0          | 9            |
| 1.  |                         | 78 %                      | 17 %        | 6 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 23                        | 24          | 3          | 1          | 0          | 51           |
|   | 1.                      | 45 %                      | 47 %        | 6 %        | 2 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 21                        | 10          | 1          | 0          | 0          | 32           |
| 2.  |                         | 66 %                      | 31 %        | 3 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 5                         | 4           | 0          | 0          | 0          | 9            |
|   | 2.                      | 56 %                      | 44 %        | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 12                        | 20          | 2          | 1          | 0          | 35           |
| 3.  |                         | 34 %                      | 57 %        | 6 %        | 3 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 0                         | 0           | 0          | 0          | 0          | 0            |
|   | 3.                      | 20 %                      | 60 %        | 20 %       | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 6                         | 0           | 0          | 0          | 0          | 6            |
| 4.  |                         | 100 %                     | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | 0                         | 0           | 0          | 0          | 0          | 0            |
|   | 4.                      | 0 %                       | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 0 %          |
|   |                         | 48                        | 30          | 3          | 1          | 0          | 82           |
| Összesen  |                         | 59 %                      | 37 %        | 4 %        | 1 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | <b>48</b>                 | <b>30</b>   | <b>3</b>   | <b>1</b>   | <b>0</b>   | <b>82</b>    |
|   | Összesen                | <b>59 %</b>               | <b>37 %</b> | <b>4 %</b> | <b>1 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |

| Fekete dió – <i>Juglans nigra</i> |                         |                           |             |             |             |            |              |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás             | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |             |            | Összesen     |
|                                   |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.          | 4.         |              |
| 0.                                |                         | 1                         | 1           | 0           | 0           | 0          | 2            |
|                                   |                         | 50 %                      | 50 %        | 0 %         | 0 %         | 0 %        | 100 %        |
| 0.                                | 0.                      | <b>16</b>                 | <b>7</b>    | <b>0</b>    | <b>1</b>    | <b>0</b>   | <b>24</b>    |
|                                   |                         | <b>67 %</b>               | <b>29 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>4 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
| 1.                                |                         | 13                        | 6           | 2           | 0           | 0          | 21           |
|                                   |                         | 78 %                      | 17 %        | 6 %         | 0 %         | 0 %        | 100 %        |
| 1.                                | 1.                      | <b>14</b>                 | <b>10</b>   | <b>29</b>   | <b>15</b>   | <b>4</b>   | <b>72</b>    |
|                                   |                         | <b>19 %</b>               | <b>14 %</b> | <b>40 %</b> | <b>21 %</b> | <b>6 %</b> | <b>100 %</b> |
| 2.                                |                         | 8                         | 10          | 28          | 20          | 3          | 69           |
|                                   |                         | 12 %                      | 14 %        | 41 %        | 29 %        | 4 %        | 100 %        |
| 2.                                | 2.                      | <b>1</b>                  | <b>0</b>    | <b>6</b>    | <b>10</b>   | <b>0</b>   | <b>17</b>    |
|                                   |                         | <b>6 %</b>                | <b>0 %</b>  | <b>35 %</b> | <b>59 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
| 3.                                |                         | 7                         | 0           | 5           | 6           | 1          | 19           |
|                                   |                         | 37 %                      | 0 %         | 26 %        | 32 %        | 5 %        | 100 %        |
| 3.                                | 3.                      | <b>0</b>                  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>0</b>     |
|                                   |                         | <b>0 %</b>                | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>0 %</b>   |
| 4.                                |                         | 5                         | 0           | 0           | 1           | 0          | 6            |
|                                   |                         | 83 %                      | 0 %         | 0 %         | 17 %        | 0 %        | 100 %        |
| 4.                                | 4.                      | <b>3</b>                  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>1</b>    | <b>0</b>   | <b>4</b>     |
|                                   |                         | <b>75 %</b>               | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>25 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
| Összesen                          |                         | 34                        | 17          | 35          | 27          | 4          | 117          |
|                                   |                         | 29 %                      | 15 %        | 30 %        | 23 %        | 3 %        | 100 %        |
| Összesen                          | Összesen                | <b>34</b>                 | <b>17</b>   | <b>35</b>   | <b>27</b>   | <b>4</b>   | <b>117</b>   |
|                                   |                         | <b>29 %</b>               | <b>15 %</b> | <b>30 %</b> | <b>23 %</b> | <b>3 %</b> | <b>100 %</b> |

| Fehér akác – <i>Robinia pseudoacacia</i> |                         |                           |             |            |            |            |              |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                    | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |            |            |            | Összesen     |
|  |                         | 0.                        | 1.          | 2.         | 3.         | 4.         |              |
| 0.                                       |                         | 1                         | 0           | 0          | 0          | 0          | 1            |
|  |                         | 100 %                     | 0 %         | 0 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
| 0.                                       | 0.                      | <b>5</b>                  | <b>18</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>23</b>    |
|  |                         | <b>22 %</b>               | <b>78 %</b> | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
| 1.                                       |                         | 11                        | 18          | 1          | 0          | 0          | 30           |
|  |                         | 37 %                      | 60 %        | 3 %        | 0 %        | 0 %        | 100 %        |
| 1.                                       | 1.                      | <b>38</b>                 | <b>23</b>   | <b>3</b>   | <b>2</b>   | <b>0</b>   | <b>66</b>    |
|  |                         | <b>58 %</b>               | <b>35 %</b> | <b>5 %</b> | <b>3 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
| 2.                                       |                         | 29                        | 23          | 2          | 1          | 0          | 55           |
|  |                         | 53 %                      | 42 %        | 4 %        | 2 %        | 0 %        | 100 %        |

| Fehér akác – <i>Robinia pseudoacacia</i> |                         |                           |             |             |            |            |              |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                    | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |            |            | Összesen     |
|  |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.         | 4.         |              |
|  |                         | <b>13</b>                 | <b>22</b>   | <b>4</b>    | <b>1</b>   | <b>0</b>   | <b>40</b>    |
|  | <b>2.</b>               | <b>33 %</b>               | <b>55 %</b> | <b>10 %</b> | <b>3 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 19                        | 25          | 4           | 2          | 0          | 50           |
| <b>3.</b>                                |                         | <b>38 %</b>               | <b>50 %</b> | <b>8 %</b>  | <b>4 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | <b>8</b>                  | <b>3</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>11</b>    |
|  | <b>3.</b>               | <b>73 %</b>               | <b>27 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 4                         | 1           | 1           | 0          | 0          | 6            |
| <b>4.</b>                                |                         | <b>67 %</b>               | <b>17 %</b> | <b>17 %</b> | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | <b>0</b>                  | <b>1</b>    | <b>1</b>    | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>2</b>     |
|  | <b>4.</b>               | <b>0 %</b>                | <b>50 %</b> | <b>50 %</b> | <b>0 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  |                         | 64                        | 67          | 8           | 3          | 0          | 142          |
| <b>Összesen</b>                          |                         | <b>45 %</b>               | <b>47 %</b> | <b>6 %</b>  | <b>2 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|  | <b>Összesen</b>         | <b>45 %</b>               | <b>47 %</b> | <b>6 %</b>  | <b>2 %</b> | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |

| Kislevelű hárs – <i>Tilia cordata</i> |                         |                           |             |             |             |             |              |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                 | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |             |             | Összesen     |
|                                       |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.          | 4.          |              |
|                                       |                         | 7                         | 0           | 0           | 0           | 0           | 7            |
| <b>0.</b>                             |                         | <b>100 %</b>              | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | <b>80</b>                 | <b>16</b>   | <b>3</b>    | <b>2</b>    | <b>1</b>    | <b>102</b>   |
|                                       | <b>0.</b>               | <b>80 %</b>               | <b>16 %</b> | <b>3 %</b>  | <b>2 %</b>  | <b>1 %</b>  | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | 114                       | 33          | 7           | 0           | 1           | 155          |
| <b>1.</b>                             |                         | <b>74 %</b>               | <b>21 %</b> | <b>5 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>1 %</b>  | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | <b>103</b>                | <b>56</b>   | <b>49</b>   | <b>33</b>   | <b>11</b>   | <b>252</b>   |
|                                       | <b>1.</b>               | <b>41 %</b>               | <b>22 %</b> | <b>19 %</b> | <b>13 %</b> | <b>4 %</b>  | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | 66                        | 49          | 55          | 38          | 8           | 216          |
| <b>2.</b>                             |                         | <b>31 %</b>               | <b>23 %</b> | <b>25 %</b> | <b>18 %</b> | <b>4 %</b>  | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | <b>27</b>                 | <b>16</b>   | <b>27</b>   | <b>35</b>   | <b>5</b>    | <b>110</b>   |
|                                       | <b>2.</b>               | <b>25 %</b>               | <b>15 %</b> | <b>25 %</b> | <b>32 %</b> | <b>5 %</b>  | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | 23                        | 11          | 23          | 42          | 11          | 110          |
| <b>3.</b>                             |                         | <b>21 %</b>               | <b>10 %</b> | <b>21 %</b> | <b>38 %</b> | <b>10 %</b> | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | <b>7</b>                  | <b>6</b>    | <b>13</b>   | <b>14</b>   | <b>4</b>    | <b>44</b>    |
|                                       | <b>3.</b>               | <b>16 %</b>               | <b>14 %</b> | <b>30 %</b> | <b>32 %</b> | <b>9 %</b>  | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | 12                        | 1           | 9           | 4           | 1           | 27           |
| <b>4.</b>                             |                         | <b>44 %</b>               | <b>4 %</b>  | <b>33 %</b> | <b>15 %</b> | <b>4 %</b>  | <b>100 %</b> |

| Kislevelű hárs – <i>Tilia cordata</i> |                         |                           |             |             |             |            |              |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                 | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |             |            | Összesen     |
|                                       |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.          | 4.         |              |
|                                       |                         | <b>5</b>                  | <b>0</b>    | <b>2</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>7</b>     |
|                                       | <b>4.</b>               | <b>71 %</b>               | <b>0 %</b>  | <b>29 %</b> | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|                                       |                         | 222                       | 94          | 94          | 84          | 21         | 515          |
| <b>Összesen</b>                       |                         | 43 %                      | 18 %        | 18 %        | 16 %        | 4 %        | 100 %        |
|                                       |                         | <b>222</b>                | <b>94</b>   | <b>94</b>   | <b>84</b>   | <b>21</b>  | <b>515</b>   |
|                                       | <b>Összesen</b>         | <b>43 %</b>               | <b>18 %</b> | <b>18 %</b> | <b>16 %</b> | <b>4 %</b> | <b>100 %</b> |

| Nagylevelű hárs – <i>Tilia platyphyllos</i> |                         |                           |             |             |             |            |              |
|---|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| Fiziológiai vitalitás                       | Biomechanikai vitalitás | Fagyöngyfertőzés erőssége |             |             |             |            | Összesen     |
|   |                         | 0.                        | 1.          | 2.          | 3.          | 4.         |              |
|   |                         | 10                        | 0           | 0           | 0           | 0          | 10           |
| <b>0.</b>                                   |                         | 100 %                     | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | <b>103</b>                | <b>19</b>   | <b>1</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>123</b>   |
|   | <b>0.</b>               | <b>84 %</b>               | <b>15 %</b> | <b>1 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|   |                         | 162                       | 57          | 2           | 0           | 0          | 221          |
| <b>1.</b>                                   |                         | 73 %                      | 26 %        | 1 %         | 0 %         | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | <b>143</b>                | <b>71</b>   | <b>17</b>   | <b>9</b>    | <b>2</b>   | <b>242</b>   |
|   | <b>1.</b>               | <b>59 %</b>               | <b>29 %</b> | <b>7 %</b>  | <b>4 %</b>  | <b>1 %</b> | <b>100 %</b> |
|   |                         | 81                        | 44          | 22          | 15          | 3          | 165          |
| <b>2.</b>                                   |                         | 49 %                      | 27 %        | 13 %        | 9 %         | 2 %        | 100 %        |
|   |                         | <b>20</b>                 | <b>12</b>   | <b>10</b>   | <b>14</b>   | <b>1</b>   | <b>57</b>    |
|   | <b>2.</b>               | <b>35 %</b>               | <b>21 %</b> | <b>18 %</b> | <b>25 %</b> | <b>2 %</b> | <b>100 %</b> |
|   |                         | 18                        | 6           | 6           | 14          | 0          | 44           |
| <b>3.</b>                                   |                         | 41 %                      | 14 %        | 14 %        | 32 %        | 0 %        | 100 %        |
|   |                         | <b>8</b>                  | <b>5</b>    | <b>2</b>    | <b>6</b>    | <b>1</b>   | <b>22</b>    |
|   | <b>3.</b>               | <b>36 %</b>               | <b>23 %</b> | <b>9 %</b>  | <b>27 %</b> | <b>5 %</b> | <b>100 %</b> |
|   |                         | 6                         | 0           | 0           | 0           | 1          | 7            |
| <b>4.</b>                                   |                         | 86 %                      | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 14 %       | 100 %        |
|   |                         | <b>3</b>                  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>   | <b>3</b>     |
|   | <b>4.</b>               | <b>100 %</b>              | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b>  | <b>0 %</b> | <b>100 %</b> |
|   |                         | 227                       | 107         | 30          | 29          | 4          | 447          |
| <b>Összesen</b>                             |                         | 62 %                      | 24 %        | 7 %         | 6 %         | 1 %        | 100 %        |
|   |                         | <b>227</b>                | <b>107</b>  | <b>30</b>   | <b>29</b>   | <b>4</b>   | <b>447</b>   |
|   | <b>Összesen</b>         | <b>62 %</b>               | <b>24 %</b> | <b>7 %</b>  | <b>6 %</b>  | <b>1 %</b> | <b>100 %</b> |



## ÖSSZEFOGLALÁS

Az eredményeink alapján egyértelműen megállapíthatjuk, hogy sikerült statisztikailag igazolni azt a hipotézist, mely szerint jóval több a fertőzött gazdafaj az erősen csökkent életerejű fák között. Több gazdafaj esetében a fertőzöttség növekedésével csökken a gazdafa (biomechanikai és fiziológiai) életereje. Ez a sztochasztikus kapcsolat ezen tényezők között közepesen erősnek mondható. Mindazonáltal, a fagyöngyfertőzés növekedése a vitalitás csökkenésével nem teljesen lineáris, aminek az oka eddig ismeretlen. Valószínűsíthető azonban, hogy a kicsi életerejű gazdafák már nem képesek megfelelő környezeti feltételeket biztosítani a fagyöngy megtelepedésének és a további fejlődésének. Az eredményeink szinte valamennyi gazdafaj esetében statisztikailag szignifikánsak, valamint ez a sztochasztikus kapcsolat többé-kevésbé egyforma minden egyes gazdafaj esetében.

A fehér fagyöngy gazdanövényekre gyakorolt hatása ugyan régóta ismert, valamint több kutató is foglalkozott a gazdafa életereje és a fagyöngyfertőzés mértéke közötti kapcsolat vizsgálatával, számos kérdés még továbbra is megválaszolatlan. Ezek közül talán a legfontosabb az (amire sajnos a mi kutatási eredményünk sem adott választ), hogy a potenciális gazdafajok életereje pontosan milyen szerepet játszik a fagyöngyfertőzésben. Továbbra is kérdéses, hogy egy adott gazdafaj életereje a fagyöngyfertőzés következtében csökken rohamosan, vagy az erősen csökkent életerejű fák hajlamosabbak-e a fagyöngyfertőzésre. Azonban nagy valószínűséggel állítható, hogy e faktornak kulcsfontosságú szerepe lehet a lokális elterjedésben egy adott helyen, mivel a korábbi kutatásunk eredményei kimutatták, hogy a gyenge életerejű mezei juharfák 4,5-ször, míg kislevelű hársak 3,3-szor nagyobb valószínűséggel fertőződnek meg fagyönggyel, mint az egészséges példányok hasonló dendrometriai tulajdonságok mellett (Baltazár és mtsai 2013).

Sajnos a további kérdések megválaszolására újabb kutatások szükségesek, illetve további lehetőség a már meglévő adatok haladó szintű statisztikai modellezése. Mindezen tényezők komplex vizsgálata elősegítheti a fagyöngyfertőzés további prognózisát, valamint az ellene való eredményes védekezést.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen kutatás a DF11P01OVV019 számú – Kertépítészeti módszerek és eszközök területfejlesztésre – nevezetű projekt keretében készült, amely eleget tesz a TP 1.4. az alkalmazott kutatási és a nemzeti valamint kulturális fejlesztési programnak, amit a Cseh Köztársaság Kulturális Minisztériuma támogatott.



## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Balder, H.; Reuter, A. und Semmler, R. 2003: Handbuch zur Baumkontrolle: Blatt-, Kronen-, Stammprobleme. Patzer Verlag, Berlin.
- Baltazár, T.; Pejchal, M. and Varga, I. 2013: Evaluation of European mistletoe (*Viscum album* L.) infection in the castle park in Lednice. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 61 (6): 1565-1574. doi: 10.11118/actaun201361061565
- Baltazár, T.; Varga, I. and Pejchal, M. 2012: Hodnotenie pravdepodobnosti napadnutia imelom u niektorých druhoch drevín pomocou loglineárnych modelov. In: Grešová, L. (eds): Zborník z VII. medzinárodnej vedeckej konferencie doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov – Veda mladých 2012, SPU, Nitra, 134-143.
- Barbu, C. 2009: Impact of mistletoe attack (*Viscum album* ssp. *abietis*) on the radial growth of silver fir. A case study in the North of Eastern Carpathians. Annals of Forest Research, 52 (1): 89-96.
- Barbu, C. 2010: 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, 53 (1): 27-36.
- Barbu, C. O. 2012: Impact of White mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) infection on needles and crown morphology of silver fir (*Abies alba* Mill.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, 40 (2): 152-158.
- Barney, C. W.; Hawksworth, F. G. and Geils, B. W. 1998: Hosts of *Viscum album*. European Journal of Forest Pathology, 28 (3): 187–208. DOI: 10.1111/j.1439-0329.1998.tb01249.x
- Baumgarten, H. 2004: Kommunale Baumkontrolle zur Verkehrssicherheit: der Leitfaden für den Baumkontrolleur auf der Basis der Hamburger Baumkontrolle. Thalacker Medien, Braunschweig.
- Culek, M. (ed): 1996: Biogeografické členění České republiky (Biogeographical division of the Czech Republic). Enigma, Praha.
- Dawson, T. E.; Ehleringer, J. R. and Marshall, J. D. 1990: Sex-ratio and reproductive variation in the mistletoe *Phoradendron juniperinum* (Viscaceae). American Journal of Botany, 77 (5): 584-589. doi: 10.2307/2444806
- Dujesiefken, D. 2005: Baumkontrolle unter Berücksichtigung der Baumart: Bildatlas der typischen Schadsymptome und Auffälligkeiten. 1. Ausg. Thalacker Medien, Braunschweig, 296.
- Ehsen, H. 1992: Anforderungen an das Baumfeld städtischer Strassenbäume: Kriterien zur Vitalitätserhaltung und Unterpflanzung. In 10. Österreichische Baumpflegetagung. Wien, 25.
- FLL. 1993: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege und Baumanerung: Ausgabe 1993. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – FLL, Troisdorf.
- Grundmann, B. M.; Pietzarka, U. und Roloff, A. 2011: *Viscum album* L. In: Roloff, A. et al. (eds): Enzyklopädie der Holzgewächse, Wiley VCH, Weinheim, 59, Erg. Lfg. 1-23.
- Grundmann, B. M.; Pietzarka, U. und Roloff, A. 2012: Die Weissbeerige Mistel (*Viscum album* L.): Biologie, Ökologie, Verwendung und Befallsrisiken. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 97: 75-90.
- Hirka A. (szerk.): 2011: A 2010. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2011-ben várható károsítások. ERTI, Budapest.
- Hirka A. és Janik G. 2009: A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) és a sárga fagyöngy (*Loranthus europaeus* Jacq.) életmódja és jelentősége Magyarországon. Növényvédelem, 45 (4): 184-190.
- Hodgson, J. F. 1973: Aspects of the carbon nutrition of angiospermous parasites. PhD thesis, University of Sheffield, UK.
- Mattheck, G. C. and Breloer, H. 1993a: Feldanleitung für Baumkontrollen mit VTA. Das Gartenamt, 42 (2): 110-116.
- Mattheck, G. C. and Breloer, H. 1993b: Handbuch der Schadenskunde. Rombach Verlag, Freiburg.



- Mattheck, G. C. and Breloer, H. 2006: The body language of trees: a handbook for failure analysis. The Stationary Office, London.
- Mattheck, G. C. 2007: Updated field guide for visual tree assessment. Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe.
- Meyer, D.; Zeileis, A. and Hornik, K. 2014: vcd: Visualizing Categorical Data. R package version 1.3-2.
- Nickrent, D. L.; Malécot, V.; Vidal-Russell, R. and Der J. R. 2010: A revised classification of Santalales. *Taxon*, 59 (2): 538-558.
- Noetzli, K. Ph.; Müller, B. and Sieber, T. N. 2003: Impact of population dynamics of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) on European silver fir (*Abies alba*). *Annals of Forest Science*, 60 (8): 773-779. doi: 10.1051/forest:2003072
- Pejchal, M. 1995: Hodnocení vitality stromů v městských ulicích. 44-56. In: *Stromy v ulicích. Společnost pro zahradní a krajinařskou tvorbu*, Praha.
- Pejchal, M. a Šimek, P. 2012: Metodika hodnocení dřevin pro potřeby památkové péče: koncept pro připomínkování odbornou veřejností. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Lednice.
- Petráčková, V.; Kraus, J. a kol. 2001: *Akademický slovník cizích slov*. Academia, Praha.
- R Core Team 2014: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Roloff, A. 1989a: Kronenarchitektur als Zeichen der Baumvitalität bei Laubbäumen. *Das Gartenamt*, 38 (9): 490-496.
- Roloff, A. 1989b: Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt*, Band 93, 1-258.
- Roloff, A. 2001: *Baumkronen: Verstandnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 164.
- Siewniak, M. und Kusche, D. 2002: *Baumpflege heute*. 4. Aufl. Patzer Verlag, Berlin.
- Skalický, V. 1988: Regionálně fytogeografické členění (Regional-phytogeographical division). 103-121. In: Hejný, S., Slavík, B. (ed): *Květena České socialistické republiky 1*. Academia, Praha.
- Spálavský, M. 2001: Zhodnocení rodu *Viscum* L. z pohledu zahradní a krajinařské tvorby. Diplomová práce, Mendelu v Brně, Zahradnická fakulta, Lednice.
- Stopp, F. 1961: *Unsere Misteln*. Ziemsens Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Těšitel J.; Plavcová L. and Cameron D. D. 2010: Interactions between hemiparasitic plants and their hosts. *Plant Signaling and Behavior*, 5 (9): 1072-1076. doi: 10.4161/psb.5.9.12563
- Tsopeles, P.; Angelopoulos, A.; Economou, A. and Soulioti, N. 2004: Mistletoe (*Viscum album*) in the fir forest of Mount Parnis, Greece. *Forest Ecology and Management*, 202 (1-3): 59-65. doi: 10.1016/j.foreco.2004.06.032
- Tubeuf, C. v. 1923: *Monographie der Mistel*. Verlag Oldenbourg, München. doi: 10.5962/bhl.title.15456
- Varga, I.; Poczai, P.; Tiborcz, V.; Aranyi, N. R.; Baltazár, T.; Bartha, D.; Pejchal, M. and Hyvönen, J. 2014: Changes in the distribution of European mistletoe (*Viscum album*) in Hungary during the last hundred years. *Folia Geobotanica*, 49 (4): 559-577. doi: 10.1007/s12224-014-9193-5
- Wangerin, W. 1937: Loranthaceae. 953-1146. In: Kirchner, O. v.; Loew, E. and Schroeter, C. (eds): *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas*, vol. II/1. Ulmer, Stuttgart.
- Zuber, D. 2004: Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*, 199 (3): 181-203. doi: 10.1078/0367-2530-00147

Érkezett: 2015. március 18.

Közlésre elfogadva: 2015. október 10.