

# Erdei orchideák és föld alatti gombák felvételezése és együttes előfordulásának vizsgálata a Kárpát-medence területén

Bóna Lilla<sup>1</sup>, Merényi Zsolt<sup>2</sup> és Bratek Zoltán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék  
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

<sup>2</sup>Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Biológiai Kutatóközpontja, Biokémiai Intézet, Szintetikus és Rendszerbiológiai Egység,  
6726 Szeged, Temesvári krt. 62.

e-mail: [bonalillaaa@gmail.com](mailto:bonalillaaa@gmail.com)

**Összefoglaló:** Az Orchidaceae család veszélyeztetett fajokban bővelkedik, emiatt természetvédelmi szempontból jelentős. Továbbá tagjai számos élőlényrel élnek szoros kapcsolatban, így a természetvédelem feladata mind a szimbiota organizmusok, mind az orchideák élőhelyeinek védelme. Munkánk során hazai erdei orchideák és föld alatt termőtestet képző gombák egy élőhelyen történő előfordulásának összefüggéseit vizsgáltuk, ugyanis terepi tapasztalataink alapján ezek az élőlények gyakran egy élettérben találhatók. Az együttes előfordulást gyakorisági és együtt-előfordulási („*co-occurrence*”) vizsgálatokkal végeztük. Eredményeink alapján, erdei orchideás élőhelyeken leggyakrabban a valódi szarvasgombák (*Tuber* spp.), azon belül a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) fordul elő a vizsgált föld alatti gombák közül, míg a „*co-occurrence*” vizsgálatok hat orchidea-föld alatti gombafaj együttes előfordulásának pozitív kapcsolatát mutatták. Az egy élőhelyen történő előfordulás felhívja a figyelmet a törvényileg előírt szarvasgomba gyűjtési szabályok betartásának a fontosságára, mellyel az orchideák védelme mellett a talajt behalózó gomba micélium védelme is valóra válhat.

**Kulcsszavak:** orchidea, föld alatti gomba, orchid mikorrhiza, együttes előfordulás

## Bevezetés

Az orchideafélék családja a legnagyobb fajszámmal rendelkező család a zárvatermő növények körében, mely fajszám 25.000–27.000-re tehető (Dearnaley 2007). Az orchideák biológiai és természetvédelmi szempontból is kiemelkedő jelentőséggel bírnak, ezt a nagy fajszám mellett az is indokolja, hogy a család a Föld legvesélyeztetettebb fajai közül (pl. papucs orchideák) többet is tartalmaz

(Fay 2016), ráadásul számos élőlényel állnak kapcsolatban (pl. pollinátorok, mikorrhiza-gombák, emberek) (Bulpitt 2005, Ghorbani *et al.* 2014). Ez életciklusukat sérülékennyé teheti, így a természetvédelmi szempontú kezeléseknél ezeknek a kapcsolatoknak a vizsgálata is elengedhetetlen lenne.

Az orchideák egyik legjelentősebb szimbiotikus kapcsolata különböző gombákkal képzett orchid típusú mikorrhiza, mely egy speciális endomikorrhiza (Smith & Read 2010). E szimbiózis kezdeti szakaszának egyedisége abban rejlik, hogy az apró, néhány  $\mu\text{g}$ -os, tápanyagok (szénforrás, vitaminok, növekedési faktorok) nélküli orchidea mag kizárólag szimbióta gombapartneri jelenlétében képes a csírázásra (Rasmussen, 1995; Bratek *et al.* 2001). A kifejlett orchidea növény gombapartnerrel való függése szoros kapcsolatot mutat fotoszintetikus képességeivel (Bidartondo *et al.* 2004): a *fotoszintetizáló* orchideák esetében a kifejlett növénynek inkább csak a korai életszakaszaiban van szüksége a gombapartnerrel kapott széntáplálásra (pl. madársisak - *Cephalanthera* fajok); *részleges mikoheterotrófok*nak a redukált levéllel és fotoszintetikus apparátussal rendelkező, illetve árnyékban élő fajokat nevezzük, melyek részben, még kifejletten is, függnek a gombáktól kapott szénhidrátoktól (pl. kislevelű nőszőfű - *Epipactis microphylla*); az *obligát mikoheterotróf* fajok pedig csekély mennyiségű zöld színanyaggal rendelkeznek vagy fotoszintetikus apparátusuk redukált, így kizárólag a gombapartner jelenlétében életképesek (pl. madárfészek kosbor - *Neottia nidus-avis*). Orchidea gyökerekből ezidáig számos gombataxon került kimutatásra, leggyakrabban a *Rhizoctonia*-forma nemzetség közül valók (Ouanphanivanh *et al.* 2007), azonban föld feletti (pl. *Russula* spp., *Cortinarius* spp., *Inocybe* spp., *Hebeloma* spp., *Lactarius* spp.) (Bidartondo *et al.* 2004; Pecoraro *et al.* 2006; Roy *et al.* 2009) és föld alatti (pl. *Tuber aestivum*, *T. excavatum*, *T. maculatum*) (Selosse *et al.* 2004, Ouanphanivanh *et al.* 2008) ektomikorrhiza-képző gombák is kimutatásra kerültek, így összekötve az orchideákat a környező ektomikorrhizát képző, fás szárú növényekkel. Terepi megfigyeléseink alapján gyakran fordulnak elő orchideás élőhelyeken föld alatt termőtestet képző gombataxonok. Jelen munkánk célja az volt, hogy képet adjon megfelelő statisztikai módszerek alkalmazásával az erdei orchideák és föld alatti gombák együttes előfordulásáról. A fajok együttes előfordulási vizsgálataira ma már egyre kifinomultabb statisztikai módszerek állnak rendelkezésre (Veech 2014). A „*co-occurrence*” egy valószínűségi modell, mely megadja, hogy a két kiválasztott faj együtt kisebb vagy nagyobb gyakorisággal fordul elő, mint a fajonként megfigyelt független gyakoriságok (Veech 2013).

Magyarországon az összes természetben előforduló orchidea faj törvény által védett, közülük 16 fokozottan védett, továbbá a föld alatti termőtesttel rendelkező

gombafajok közül is ismertek védettek (*Elaphomyces* sp.), mellyel megerősítendő a kiemelkedő természetvédelmi jelentőség.

## Módszerek

### *A vizsgálatba vont orchidea taxonok*

Munkánk során a következő, a Kárpát-medence területén előforduló orchidea taxonokat vizsgáltuk: nőszőfű nemzetség (*Epipactis* spp.), mely 19 hazai fajt tartalmaz; madársisak nemzetség (*Cephalanthera* spp.) mely három hazai fajt tartalmaz (Molnár *et al.* 2011); madárfészek kosbor faj (*Neottia nidus-avis* L. Rich 1817). A fenti orchidea taxonok kiválasztásának okai: hazánkban gyakran előfordulnak; mindhárom életmódot képviselik (ld. bevezetés).

### *A terepi munka menete*

Harminc évet átfogó terepi munkáink során föld alatti gombák gyűjtését végeztük többnyire triflavadászabek segítségével. Ahol előfordult valamely föld alatti gomba taxon, a fészek köré kijelöltünk egy 10×10 méteres kvadrátot, melyben részletes botanikai felvételezést végeztünk, az adatokat a Kárpát-medence föld alatti gombafajainak biogeográfiai és ökológiai kutatására szolgáló számítógépes adatbázisunkba rögzítettük (Merényi *et al.* 2010). Terepi vizsgálataink kibővítéseként, 2013-ban Molnár V. Attila és kutatócsoportja (Debreceni Egyetem) által összegyűjtött lista alapján célzottan kerestük fel ültetett nyarasok orchideás élőhelyeit.

### *Az adatok feldolgozása*

Az adatok összesítése után a gyakorisági értékek lettek kiszámolva az összes élőhelyen történő előfordulás bevonásával. A „*co-occurrence*” vizsgálatokat az R statisztikai program (R core team 2013) „*Cooccur*” programcsomagjával végeztük el az összes élőhely és a hegyvidéki gyertyános-tölgyes (*Carici pilosae-Carpinetum*) társulás esetén, mely a leggyakoribb társulás volt vizsgálatainkban.

## Eredmények

Terepi munkáink során összesen 774 orchideás élőhelyet vizsgáltunk meg. Az összes felvételezésen 194 orchidea előfordulást detektáltunk, melyből a *Cephalanthera* nemzetség fordult elő leggyakrabban (92 felvétel), ezt követte az *Epipactis* nemzetség (65 felvétel), majd a *Neottia nidus-avis* (37 felvétel). A *Cephalanthera* nemzetségből leggyakrabban a *Cephalanthera damasonium* (60

felvétel) fordult elő, majd azt követte a *C. longifolia* (24 felvétel), végül a *C. rubra* (8 felvétel). Az *Epipactis* nemzetségből leggyakrabban az *Epipactis helleborine* Cr. s.str. került elő (44 felvétel), majd ezt követte az *Epipactis atrorubens* (7 felvétel), az *Epipactis microphylla* (5 felvétel), az *Epipactis purpurata* (4 felvétel), az *Epipactis helleborine* aggr. (3 felvétel), majd az *Epipactis helleborine* Cr. subsp. *viridis* és az *Epipactis muelleri* (1-1 felvétel). Az adott gombanemzetségek kvadrátjában előforduló orchidea fajok/nemzetségek felvételeinek számát az 1. táblázat foglalja össze.

A gombanemzetségek és orchidea nemzetségek együttes előfordulásának gyakorisági adatait a 2. táblázat foglalja össze. Az általunk vizsgált 774 orchideás élőhelyen összesen 1079, számos nemzetségbe tartozó föld alatti gomba felvételezését végeztük. Legnagyobb számban a *Tuber* nemzetség tagjai képviselték magukat (699 felvétel), ezt követte a *Hymenogaster* (125 felvétel), majd az *Elaphomyces* nemzetség (78 felvétel). Az *Epipactis* nemzetség felvételeinek 69%-a fordult elő egy élőhelyen a *Tuber* nemzetséggel, a *Cephalanthera* nemzetség 67%-a, a *Neottia nidus-avis* 54%-a. A *Tuber* nemzetség esetében a felvételek 9%-ában fordult elő valamelyik *Epipactis* faj, 6%-ában *Cephalanthera* és 3%-ában a *Neottia nidus-avis*. A *Hymenogaster* nemzetség esetében a felvételek 2–11%-ban fordult elő valamely orchidea nemzetség, az *Elaphomyces* esetén 1–4%-ban, ezek az előfordulások az adott orchidea nemzetségek 8–15%-át (*Hymenogaster*), illetve 1–5%-át (*Elaphomyces*) teszik ki. Kiemelendő még a *Genea* nemzetség és a *Neottia-nidus avis* együttes előfordulásának adatai, ahol a felvételek 11%-ában fordult elő ez az orchidea faj, ami az összes *Neottia* felvételnek a 16%-a volt. A többi gombataxonhoz detektált orchidea felvételezések az alacsony találati szám miatt nem kerülnek értékelésre.

A gyakoribb gombafajok és az orchidea nemzetségek együttes előfordulásának gyakorisági adatait a 3. táblázat foglalja össze. A *Tuber* nemzetség leggyakoribb faja orchideás élőhelyeken a *T. aestivum* (193 felvétel), mely faj az általunk detektált *Cephalanthera* felvételezések 31%-ában, az *Epipactis* felvételezések 39%-ában, míg a *Neottia* 13%-ában fordult elő. A *T. aestivum* a 193 előfordulásával szignifikánsan nagyobb arányban fordult elő azokon az élőhelyeken, ahol orchideát is detektáltunk, mint amit az összes élőhelyen felvételezett előforduláshoz viszonyítva várnánk (Fisher-féle egzakt teszt,  $p < 0,0001$ ), ugyanis 1079 felvételen 193 *T. aestivum* detektálását végeztük, ehhez viszonyítva 194 orchideás élőhelyen 34,7 a várt *T.aestivum* előfordulás, ennek ellenére 71 valós felvételünk volt. A *T. aestivum* felvételezéseket a *T. rufum* (138 felvétel), majd a *T. brumale* (99 felvétel) követte. A *Hymenogaster* nemzetség leggyakoribb fajai orchideák mellett a *H. griseus* (33 felvétel), *H. citrinus* (24 felvétel), *H. luteus* (21 felvétel) voltak. 10% feletti gyakorisági értékek (az adott orchidea nemzetségek összes

**1. táblázat:** Orchidea taxonok felvételezésének adatai. A táblázat adott föld alatti gomba nemzetségekkel egy kvadrátban lévő orchidea fajok számát mutatja be. Emellett az egyes orchidea nemzetségeket is összesíti az adott gombanemzetségekhez (12–14. oszlop). A táblázatban az is látható, hogy az adott orchidea fajtól/nemzetségtől összesen hány felvételezésünk volt (végösszeg - utolsó sor) és az is, hogy adott gombanemzetség mellett összesen hány orchidea felvételezésünk volt (végösszeg – utolsó oszlop). Az adott gombanemzetség után zárójelben az látható, hogy az melyik gombatorzshöz tartozik (Z-Zygomycota, G-Glomeromycota, A-Ascomycota, B-Basidiomycota).

Orchidea taxonok	<i>Cephalanthera damasonium</i>	<i>Cephalanthera longifolia</i>	<i>Cephalanthera rubra</i>	<i>Epipactis atrorubens</i>	<i>Epipactis helleborine</i> aggr.	<i>Epipactis helleborine</i> Cr. s.str.	<i>Epipactis helleborine</i> Cr. subsp. <i>viridis</i>	<i>Epipactis microphylla</i>	<i>Epipactis muelleri</i>	<i>Epipactis purpurata</i>	<i>Neottia nidus-avis</i>	<i>Cephalanthera</i>	<i>Epipactis</i>	<i>Neottia nidus-avis</i>	Végösszeg
<i>Arcangeliiella</i> (B)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Choiromyces</i> (A)	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	4
<i>Elaphomyces</i> (A)	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	1	3	2	6
<i>Endogone</i> (Z)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Gautieria</i> (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Genea</i> (A)	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	6	2	3	6	11
<i>Glomus</i> (G)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Hydnobolites</i> (A)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Hydnotrya</i> (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2
<i>Hymenogaster</i> (B)	12	2	0	1	0	8	0	0	0	0	3	14	9	3	26
<i>Hysterangium</i> (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Melanogaster</i> (B)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2
<i>Octavianina</i> (B)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Rhizopogon</i> (B)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Sclerogaster</i> (B)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Stephensia</i> (A)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>Tuber</i> (A)	39	16	7	5	3	27	1	4	1	4	20	62	45	20	127
<i>Zelleromyces</i> (B)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Végösszeg	60	24	8	7	3	44	1	5	1	4	37	92	65	37	194

**2. táblázat:** Föld alatti gomba nemzetségek és orchideák felvételezésének adatai és az együttes előfordulások gyakorisága. A táblázat három fő részből áll: a felső harmada azt mutatja meg, hogy adott föld alatti gomba nemzetség összes kvadrátjában az adott orchidea nemzetséget hányszor detektáltuk; a táblázat középső harmada az előző értékek százalékos gyakoriságát adja meg; az utolsó harmad pedig azt mutatja, hogy az adott orchidea nemzetség hány százalékában fordult elő az adott gombanemzetséggel az adott orchidea nemzetség összes előfordulásához képest.

Föld alatti gomba nemzetségek	Arctangelia	Endogone	Gautieria	Sclerogaster	Zelleromyces	Glomus	Octavianina	Hydnobolites	Hydnoria	Rhizopogon	Stephensia	Hysterangium	Choatomyces	Melanogaster	Genea	Elaphomyces	Hymenogaster	Tuber	Végösszeg
Felvételezések száma	3	3	3	4	4	5	5	7	7	10	13	14	19	26	54	78	125	699	1079
<i>Cephalanthera</i>	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	3	0	3	1	2	1	14	62	92
<i>Epipactis</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	3	9	45	65
<i>Neotia nidus-avis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	6	2	3	20	37
<i>Cephalanthera</i>	0%	0%	0%	0%	25%	20%	40%	29%	0%	0%	23%	0%	16%	4%	4%	1%	11%	9%	
<i>Epipactis</i>	67%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	5%	0%	6%	4%	7%	6%	
<i>Neotia nidus-avis</i>	0%	33%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	29%	0%	0%	7%	0%	4%	11%	3%	2%	3%	
<i>Cephalanthera</i>	0%	0%	0%	0%	1%	1%	2%	2%	0%	0%	3%	0%	3%	1%	2%	1%	15%	67%	
<i>Epipactis</i>	3%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	2%	0%	5%	5%	14%	69%	
<i>Neotia nidus-avis</i>	0%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	3%	0%	3%	16%	5%	8%	54%	

előfordulásához viszonyítva – 3. táblázat 3. harmada) a következő pároknál figyelhetők meg: *Tuber brumale/Neottia* (20%), a *Tuber excavatum/Neottia* (13%), a *Tuber rufum* aggr./*Cephalanthera* (17%) *Tuber rufum* aggr./*Epipactis* (13%), *Genea verrucosa/Neottia* (11%). 10% feletti gyakorisági értékek (a legalább 20 találattal rendelkező gombafajok összes előfordulásához viszonyítva – 3. táblázat 2. harmada) a következő pároknál figyelhetők meg: *T. aestivum/Cephalanthera* (18%), *T. aestivum/Epipactis* (16%), *T. excavatum/Cephalanthera* (12%), *T. rufum* aggr./*Cephalanthera* (14%), *Hymenogaster citrinus/Cephalanthera* (21%), *Hymenogaster citrinus/Epipactis* (13%), *Hymenogaster griseus/Epipactis* (12%), *Hymenogaster luteus/Cephalanthera* (19%), *Hymenogaster luteus/Epipactis* (10%), *Genea verrucosa/Neottia* (19%).

A „co-occurrence” vizsgálatok eredményeit az 1. ábra foglalja össze. A 774 élőhely bevonásával készült vizsgálat alapján pozitív föld alatti gomba/orchidea együttes előfordulást a *Hymenogaster citrinus/Cephalanthera*, a *Tuber aestivum/Cephalanthera*, a *Genea verrucosa/Neottia*, a *Tuber brumale/Neottia*, *Hymenogaster griseus/Epipactis* és a *Tuber aestivum/Epipactis* mutatott. Együtt elő-nem-fordulást az *Elaphomyces muricatus/Cephalanthera*, *Tuber rufum/Neottia*, *Tuber brumale/Epipactis*, *Tuber macrosporum/Epipactis* és az *Elaphomyces muricatus /Epipactis* gombafajok és orchidea nemzetségek mutattak. A hegyvidéki gyertyános-tölgyes (*Carici pilosae-Carpinetum*) társulások élőhelyeit kiválasztva (mely a leggyakoribb társulás volt vizsgálatainkban) a következő eredményeket kaptuk: 162 hegyvidéki gyertyános-tölgyes élőhely bevonásával pozitív gomba-orchidea együttes előfordulást a *Tuber aestivum/Epipactis* és a *Genea verrucosa/Neottia* mutattak, negatív együttes előfordulást nem tapasztaltunk.

## Értékelés

Az orchideákkal napjainkban is számos fórum foglalkozik, dísznövény értékük mellett természetvédelmi szempontból is igen jelentősek. Természetes élőhelyeiken tapasztalt megfogyatkozásuk okaként számos tényezőt tesznek felelőssé (pl. klimatikus viszonyok drasztikus változása, élőhely vesztés, élőhely fragmentáció, pollinátorok hiánya stb.) (Seaton *et al.* 2010). A természetvédelmi kezeléseknél ezért kiemelt feladat a növények ismeretén túl élőhelyük tanulmányozása és a növények biológiai szempontú vizsgálata is, vagyis a velük szimbiózisban álló élőlények kutatása. Jelen dolgozat a hazai erdei orchideák és föld alatti gombák egy élőhelyen történő előfordulásnak az összefüggéseit vizsgálja. Eredményei alapot



**3. táblázat:** Föld alatti gomba fajok és orchideák felvételezésének adatai és az együttes előfordulások gyakorisága. A táblázat három fő részből áll: a felső harmada azt mutatja meg, hogy adott föld alatti gomba összes kvadrátjában az adott orchidea nemzetségeket hányszor detektáltuk; a táblázat középső harmada az előző értékek százalékos gyakoriságát adja meg; az utolsó harmad pedig azt mutatja, hogy az adott orchidea nemzetség hány százaléklában fordult elő az adott gombafajjal az adott orchidea nemzetség összes előfordulásához képest. A táblázat csak a gyakoribb gombanemzetségek fajait tartalmazza.

Föld alatti gomba nemzetségek	<i>Tuber aestivum</i>	<i>Tuber borchii</i>	<i>Tuber brunnale</i>	<i>Tuber excavatum</i>	<i>Tuber fulgens</i>	<i>Tuber macrosporum</i>	<i>Tuber magnatum</i>	<i>Tuber mesentericum</i>	<i>Tuber puberulum</i>	<i>Tuber rapaeodorum</i>	<i>Tuber regianum</i> agr:	<i>Tuber rufum</i> agr:	<i>Hymenogaster bulliardii</i>	<i>Hymenogaster citrinus</i>	<i>Hymenogaster griseus</i>	<i>Hymenogaster luteus</i>	<i>Hymenogaster niveus</i>	<i>Hymenogaster rehsheimeri</i>	<i>Genea verrucosa</i>
Felvételezések száma	193	6	99	69	49	55	16	26	6	17	10	138	8	24	33	21	12	15	26
<i>Cephalanthera</i>	34	0	8	8	2	4	0	1	1	0	1	19	2	5	3	4	0	1	1
<i>Epipactis</i>	31	1	3	6	2	0	0	0	0	1	2	10	0	3	4	2	1	0	2
<i>Neottia nidus-avis</i>	6	0	9	6	1	3	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	5
<i>Cephalanthera</i>	18%	0%	8%	12%	4%	7%	0%	4%	17%	0%	10%	14%	25%	21%	9%	19%	0%	7%	4%
<i>Epipactis</i>	16%	17%	3%	9%	4%	0%	0%	0%	0%	6%	20%	7%	0%	13%	12%	10%	8%	0%	8%
<i>Neottia nidus-avis</i>	3%	0%	9%	9%	2%	5%	6%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	3%	0%	0%	7%	19%
<i>Cephalanthera</i>	31%	0%	7%	7%	2%	4%	0%	1%	1%	0%	1%	17%	2%	5%	3%	4%	0%	1%	1%
<i>Epipactis</i>	39%	1%	4%	8%	3%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	13%	0%	4%	5%	3%	1%	0%	3%
<i>Neottia nidus-avis</i>	13%	0%	20%	13%	2%	7%	2%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	2%	0%	0%	2%	11%



**1. ábra:** A „co-occurrence” vizsgálatok eredményei alapján készült mátrix. A mátrix az összes (774 darab) élőhely adatait dolgozza fel, minden egyes négyzet két-két taxon együttes előfordulását mutatja. Jelölések: n: negatív kapcsolat, p: pozitív kapcsolat, P: pozitív kapcsolat valamely orchidea és föld alatti gomba taxon között. Az üres négyzetek a véletlenszerű együttes előfordulást jelölik. Rövidítések: Tub\_rufu: *Tuber rufum*; Ela\_muri: *Elaphomyces muricatus*; Tub\_aest: *Tuber aestivum*; Tub\_macr: *Tuber macrosporum*; Cho\_mean: *Choiromyces meandriiformis*;

Tub\_brum: *Tuber brumale*; Mat\_terf: *Mattitolomyces terfezioides*; Tub\_magn: *Tuber magnatum*; Tub\_rapa: *Tuber rapaeodorum*; Hym\_gris: *Hymenogaster griseus*; Tub\_exca: *Tuber excavatum*; Epip: *Epipactis* spp.; Gen\_verr: *Genea verrucosa*; Tub\_mese: *Tuber mesentericum*; Hym\_lut: *Hymenogaster luteus*; Neo: *Neottia nidus-avis*; Tub\_regi: *Tuber regianum*; Hym\_citr: *Hymenogaster citrinus*; Tub\_fulg: *Tuber fulgens*; Ceph: *Cephalanthera* spp.

adhatnak a további élőhelyi és mikorrhiza-partner vizsgálatokhoz, segítve ezzel a későbbi, orchideákra vonatkozó természetvédelmi tevékenységeket.

Az eredményeink alapján kapott gyakorisági vizsgálatok azt mutatják, hogy az összes orchideás élőhelyen (olyan élőhelyek is ide tartoznak, ahol orchideát nem detektáltunk terepi vizsgálataink során, de ismert orchideás élőhely), mind az olyan élőhelyeken, ahol orchidea ténylegesen előfordult leggyakrabban a gasztronómiai és gazdasági szempontból értékes fajokot is tartalmazó *Tuber* nemzetség fordult elő. A *Tuber* nemzetséget a gasztronómiai jelentőséggel nem rendelkező *Hymenogaster* nemzetség követte. A gyakorisági és a pozitív „co-occurrence” vizsgálatok eredményei nagy részben összevethetők voltak egymással, a *T. aestivum*

és két orchidea nemzetség, a *Tuber brumale/Neottia*, a *H. griseus/Epipactis* pozitív együttes előfordulása a gyakorisági százalékokban is megmutatkozik. Azonban voltak olyan orchidea/gomba párok, melyek a gyakorisági vizsgálatokban a 10%-ot meghaladták, viszont a „*co-occurrence*” vizsgálatok szerint az előfordulásuk véletlenszerű (pl. *H. luteus/Cephalanthera*, *H. luteus/Epipactis*, *H. citrinus/Epipactis*). Ez utóbbi megállapítás alapján az a következtetés vonható le, hogy a gyakorisági vizsgálat önmagában két faj együttes előfordulásának elemzésére nem alkalmazható, mellette egyéb kiegészítő statisztikai módszer alkalmazása is szükséges.

Összegzésként megállapítható, hogy a hazai erdeinkben található orchideák jelezhetnek bizonyos föld alatti gombafajokat. A „*co-occurrence*” tábla alapján azonban az látható, hogy ezek a kapcsolatok nem fajspecifikusak, ugyanis egy orchideához több gombafaj és egy gombafajhoz is több orchidea nemzetség kapcsolódhat. Az együttes előfordulás orchideákkal néhány gasztronómiai, így gazdasági jelentőséggel bíró föld alatti gombafajra is vonatkozik (pl. *T. aestivum*, *T. brumale*). Ez utóbbi fajok napjainkban folyó kereskedelmi mennyiségben történő helytelen gyűjtésének tulajdonítható természetvédelmi károkozások, úgymint a védett és fokozottan védett növények károsítása, esetleges pusztítása, a talajszerkezet és a föld alatti gomba micélium károsítása már tárgyát képezi számos hatósági eljárásnak. Mindezek kiemelten fontosá teszik, hogy orchideás élőhelyeken is etikus és jogkövető szarvasgombagyűjtés történhessen, illetve a szarvasgomba gyűjtők hatósági jellegű elméleti és gyakorlati képzésében rendkívüli hangsúlyt kapjon a szarvasgombákat jelző növények, különösen az orchideák ismerete.

Köszönetnyilvánítás – Ezúton fejezzük ki köszönetünket Dr. Simon Tibornak, aki az élőhelyek társulásait meghatározta, továbbá köszönettel tartozunk a Debreceni Egyetemen dolgozó Dr. Molnár V. Attilának és kutatócsoportjának az ültetett nyarasok orchideás élőhelyeinek listájáért.

## Irodalomjegyzék

- Bidartondo, M. I., Burghardt, B., Gebauer, G., Bruns, T. D. & Read, D. J. (2004): Changing partners in the dark: isotopic and molecular evidence of ectomycorrhizal liaisons between forest orchids and trees. – *Proc. R. Soc. Lond. B.* **271**: 1799–1806. doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2807>
- Bratek, Z., Illyés, Z., Szegő, D. & Vértényi, G. (2001): Az orchidea-típusú mikorrhiza képződésének és működésének egyes kérdései. – *Bot. Közlem.* **88**: 185–193.
- Bulpitt, C. J. (2005): The uses and misuses of orchids in medicine. – *Q. J. Med.* **98**: 625–631. doi: <https://doi.org/10.1093/qjmed/hci094>
- Dearnaley, J. D. W. (2007): Further advances in orchid mycorrhizal research. – *Mycorrhiza* **17**: 475–486. doi: <https://doi.org/10.1007/s00572-007-0138-1>

- Fay, M. F. (2016): Orchid conservation: Further links. – *Ann. Bot.* **118**: 89–91. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcw147>
- Ghorbani, A., Gravendeel, B., Naghibi, F. & Boer, H. (2014): Wild orchid tuber collection in Iran: A wake-up call for conservation. – *Biodivers. Conserv.* **23**: 2749–2760. doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0746-y>
- Merényi, Zs., Illyés, Z., Völcz, G. & Bratek, Z. (2010): A database and its application for the development of truffle cultivation methods. – *Österr. Z. Pilzk.* **19**: 239–244.
- Molnár, V. A., Wilfried, V., Vidéki, R., Máté, A., Sulyok, J., Óvári, M., Mészáros, A., Tóth, I. Zs., Magos, G., Somlyai, L. & Bauer, N. (2011): Magyarország orchideáinak bemutatása. – In: Molnár, V. A. (szerk.): *Magyarország orchideáinak atlasza*. Kossuth Kiadó, Budapest, pp. 186–429.
- Ouanphanivanh, N., Illyés, Z., Rudnóy, Sz. & Bratek, Z. (2007): Hazai *Orchis militaris* élőhelyek orchidea-mikorrhiza gombáinak vizsgálata. – *Tájökológiai Lapok* **5**: 325–332.
- Ouanphanivanh, N., Merényi, Zs., Orczán, Á. K., Bratek, Z., Szigeti, Z. & Illyés, Z. (2008): Could orchids indicate truffle habitats? Mycorrhizal association between orchids and truffles. – *Acta Biol. Szeged.* **52**: 229–232.
- Pecoraro, L., Girlanda, M., Kull, T., Perini, C. & Perotto, S. (2013): Fungi from the roots of the terrestrial photosynthetic orchid *Himantoglossum adriaticum*. – *Pl. Ecol. Evol.* **146**: 145–152. doi: <https://doi.org/10.5091/plecevo.2013.782>
- R Core Team (2013): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org/>
- Rasmussen, H. N. (1995): Properties of „dust” seeds. In: Rasmussen, H. N. (szerk.): *Terrestrial orchids from seed to mycotrophic plant*. Cambridge University Press. pp. 7–14.
- Roy, M., Yagame, T., Yamato, M., Iwase, K., Heinz, C., Faccio, A. & Selosse, M.-A. (2009): Ectomycorrhizal *Inocybe* species associate with the mycoheterotrophic orchid *Epipogium aphyllum* but not its asexual propagules. – *Ann. Bot.* **104**: 595–610. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcn269>
- Seaton, P. T., Hu, H., Perner, H. & Pritchard, H. W. (2010): Ex Situ Conservation of Orchids in a Warming World. – *Bot. Rev.* **76**: 193–203. doi: <https://doi.org/10.1007/s12229-010-9048-6>
- Selosse, M.-A., Faccio, A., Scappaticci, G. & Bonfante, P. (2004): Chlorophyllous and Achlorophyllous Specimens of *Epipactis microphylla* (Neottieae, Orchidaceae) Are Associated with Ectomycorrhizal *Septomyces*, including Truffles. – *Microb. Ecol.* **47**: 416–426. doi: <https://doi.org/10.1007/s00248-003-2034-3>
- Smith, S. E. & Read, D. J. (2010): Ericoid, orchid and mycoheterotrophic mycorrhizas. In: Smith, S. E. & Read, D. J. (szerk.): *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, Elsevier, pp. 387–522.
- Veech, J. A. (2013): A probabilistic model for analysing species co-occurrence. – *Global Ecol. Biogeogr.* **22**: 252–260. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00789.x>
- Veech, J. A. (2014): The pairwise approach to analysing species co-occurrence. – *J. Biogeogr.* **41**: 1029–1035. doi: <https://doi.org/10.1111/jbi.12318>

# The studying the co-occurrence of forest orchids and mushrooms with hypogeous fruiting bodies in the Carpathian basin

Lilla Bóna<sup>1</sup>, Zsolt Merényi<sup>2</sup> and Zoltán Bratek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Department of Plant Physiology and Molecular Plant Biology H-1117 Budapest, Pázmány Péter lane 1/C, Hungary*

<sup>2</sup>*Hungarian Academy of Sciences, Biological Research Centre, Institute of Biochemistry Synthetic and Systems, Biology Unit H-6726 Szeged, Temesvári krt. 62, Hungary*  
*e-mail: [bonalillaaa@gmail.com](mailto:bonalillaaa@gmail.com)*

The family Orchidaceae abounds in endangered species, for this reason this family is significant for nature conservation. Additionally the members of this family are connected with many organisms, thus the protection of the symbionts and habitats of the orchids are the task of nature conservation. During our work we examined the correlation of the co-occurrence of forest orchids and mushrooms producing hypogeous fruit bodies as based on our field experience this organisms are found often in same habitat. The co-occurrence was tested with frequency and „co-occurrence” analysis. Based on our results the true truffles (*Tuber* spp.), especially the sommer truffle (*Tuber aestivum*), occur most frequently in the same habitat as orchids, while co-occurrence statistic showed six positive orchid- mushrooms with hypogeous fruiting bodies connections. The co-occurrence draws attention to the complying with the importance of the rules of truffle gathering, with wich the protection of the orchids and the mycelium of the mushroom can become reality.

**Keywords:** orchids, mushrooms with hypogeous fruiting bodies, orchid mycorrhiza, „co-occurrence”