

SZENT ISTVÁN EGYETEM

A nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum* Vittad.) és a
nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum* Vittad.)
magyarországi természetességének vizsgálata

DOKTORI (PH.D.) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Csorbainé Gógán Andrea

Gödöllő

2011

A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

tudományága: 4. Agrártudományok

vezetője: Dr. Heszky László
egyetemi tanár, PhD, DSc, akadémikus
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Genetika és Biotechnológiai Intézet

témavezető: Dr. Dimény Judit
egyetemi tanár, a mg. tud. kandidátusa
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Kertészeti Technológiai Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A szarvasgomba fogyasztása ismereteink szerint a bibliai időkre nyúlik vissza és a Mediterráneum egyes területeire volt jellemző. A középkortól bizonyítható az európai országokban a fekete szarvasgombák egyre szélesebb körű gasztronómiai felhasználása, amely elsősorban a korabeli francia és magyar szakácskönyvekben követhető nyomon. A szarvasgomba évszázadokig természetes élőhelyeiről, az erdőkből került az asztalra, mígnem Franciaországban egy testvérpár a XIX. században rövid idő alatt gyors sikereket ért el a szarvasgomba mesterséges termesztésében. A két világháború a francia szarvasgomba-termesztésben is komoly károkat okozott. Az újbóli fellendülés az 1950-es években szerveződő egyesületeknek, majd a 60-as években meginduló termesztési kutatásoknak volt köszönhető. Az elmúlt évtizedekben lezajlott természetstechnológiai fejlesztések eredményeként ma már több európai és Európán kívüli országban folyik szarvasgomba-termesztés. Az egyik legjelentősebb faj az Európában előforduló szarvasgombák közül minden bizonnyal a szarvasgomba árveréseken is szereplő isztriai szarvasgomba (*Tuber magnatum*). Ez a faj fellelhető például Olaszországban, Horvátországban, Szerbiában, és Magyarországon is található élőhelyek, ahol megterem. A kutatók a faj termesztésének lehetőségeit évtizedek óta vizsgálják, azonban a kidolgozott technológia jelenleg még nem kiforrott, bár Olaszországban már található néhány termőre fordult kísérleti ültetvény. A legismertebb szarvasgomba faj a francia szarvasgomba (*Tuber melanosporum*), amely főként Franciaországban, Spanyolországban és Olaszországban fordul elő. Tipikus mediterrán szarvasgomba, a felsorolt országokban nagy mennyiségben termesztik is, Magyarországon azonban hazánk kontinentális éghajlatból fakadó hideg telei miatt valószínűleg nehezen termesztendő. A világ harmadik legfontosabb szarvasgombája, a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) természetes élőhelyein hazánkban is tömegesen fordul elő, a mintegy évtizedes múltra visszatekintő hazai termesztési kutatásoknak is e faj a célpontja. Emellett – főként az európai gasztronómiában népszerű faj – a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) és a kései szarvasgomba (*Tuber borchii*) (ZAMBONELLI et al. 2000, ZAMBONELLI et IOTTI 2005). Az előbbi hazánkban tömegesen fordul elő, míg az utóbbi kevésbé tekinthető gyakorinak.

Kutatásaim fő témája a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) és a nagyspórás szarvasgomba. A nyári szarvasgomba széles ökológiai toleranciája, hazai, természetes élőhelyeken való elterjedtsége alapján megalapozottnak találtam a gomba termesztésének lehetőségét. A nyári szarvasgombára fókuszáló kutatásaim célja az alábbiakban foglalható össze:

- a nyári szarvasgomba termesztésének alapjait jelentő mikorrhizálási eljárások kidolgozása;
- a hazai erdőkben gyakori partner fajokkal, illetve a nemzetközi gyakorlatban elterjedt gazdanövényekkel történő mikorrhizaképzés tanulmányozása;
- a szarvasgombával mikorrhizált csemeték minőségét garantáló mikorrhiza-vizsgálati módszerek tanulmányozása;
- kísérleti ültetvények létrehozása az ország több pontján, majd azok monitoringja.

Az európai szarvasgomba-kereskedelemben kis mennyisége miatt kevésbé jelentős, ám gasztronómiai értéke miatt nagy jövő előtt álló nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) ökológiájáról csupán néhány publikáció értekezik. Ugyanakkor Olaszországban, ahol e faj jóval kevésbé elterjedt, mint hazánkban, kutatások bizonyították termesztetőségét. Az e fajra fókuszáló hazai és nemzetközi publikációk hiánya, valamint a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) gasztronómiai értéke motivált abban, hogy kutatásokat folytassak a témában, vizsgálva a faj hazai élőhelyeit, leírva azok talajtani és növénytani jellegzetességeit. Ezen munkám során szembesültem azzal, hogy a nemzetközi és a hazai szarvasgomba ökológiai kutatások módszerét célszerű lenne ötvözni a hazai erdészeti termőhelyfeltárási vizsgálatok módszereivel. A

különbéle eljárások alapos tanulmányozása után ezért célul tűztem ki egy időhatékony és alapos módszer kidolgozását a szarvasgomba természetes élőhelyeinek leírására és értékelésére. Célom volt továbbá a kidolgozandó módszer alkalmazása a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporium*) ökológiai kutatásaiban, majd annak eredményei alapján javaslatétel e gomba termesztésének kritériumaira.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) mikorrhizaképzésének tanulmányozása

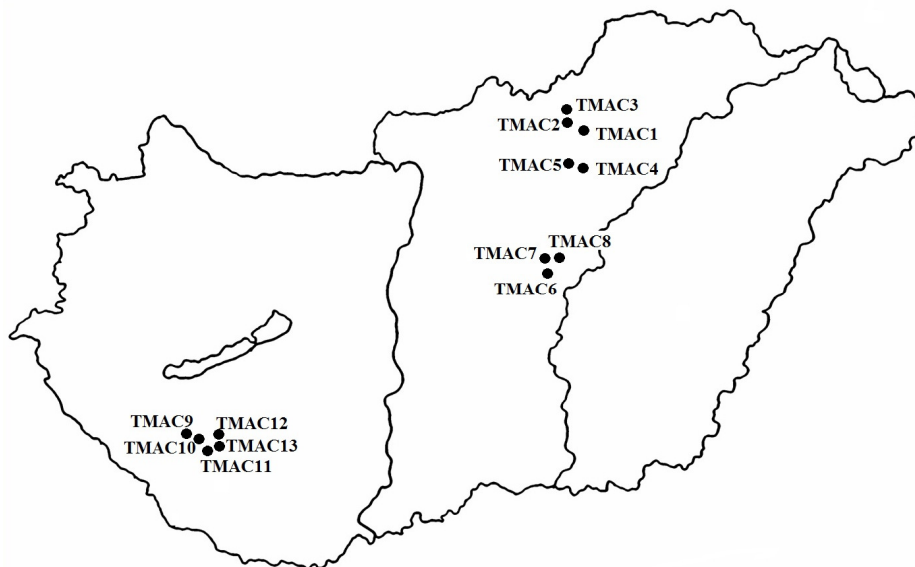
A kísérletek a Szent István Egyetem Kertészeti Technológiai Intézetének szakmai irányítása alá tartozó Kertészeti Tanüzemben folytak 2005 és 2010 között egy 100 m² alapterületű kislégterű fűtetlen fóliasátorban. A szarvasgombával mikorrhizált csemeték előállításakor az irodalom tanulmányozása után két inokulálási módszert választottam ki, kísérleteket végeztem összehasonlítva a talaj alapú és a szuszpenzió alapú inokulálás hatékonyságát csertölgy alanyon. Az inokulálás sikerességének ellenőrzésére az átültetés után 18 hónap elteltével mintát vettem a nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) inokulált csemeték közül, majd FISCHER et COLINAS (2006) módszere alapján vizsgáltam mikorrhizáltságukat. Emellett kísérleteket végeztem, vizsgálva a hazai leggyakoribb nyári szarvasgomba partnerfajok és az európai csemetekertekben legnépszerűbb gazdanövények nyári szarvasgomba receptvitását. Célul tűztem ki egy hatékony csemete minősítési rendszer kidolgozását, ennek érdekében tanulmányoztam a hazai és számos nemzetközi módszert. A módszerek hatékonyságának megállapítása érdekében a csemetéken teljes gyökérvizsgálatot is végeztem. A szarvasgombák, mint mikorrhizagombák általános vitalizáló hatásának vizsgálatokor 2007-től kísérleteket folytattam fűtetlen kislégterű fóliasátorban nevelt, nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) mikorrhizált csertölgy (*Quercus cerris*), kocsányos tölgy (*Q. robur*), mogyoró (*Corylus avellana*) és nagylevelű hárs (*Tilia plathyphyllos*) csemetéken, valamint kocsányos tölgy (*Q. robur*), csertölgy (*Q. cerris*) és közönséges mogyoró (*C. avellana*) fajok esetében ültetvényen is. Mértém a csemeték fejlettségét, fotoszintetikus aktivitásukat és mikorrhizasintjüket. A fejlettséget a magasság és a gyökfő átmérő mérésével, a fotoszintetikus aktivitást Konica-Minolta SPAD 502 Plus mérővel dokumentáltam.

Nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) ültetvények monitoringja

2003-tól kezdődően vizsgálatokat végeztem egy 1999-2000-ben extenzív módszerekkel létesített szarvasgomba ültetvényen (hőgyészi ültetvény). Az ültetvényen két alkalommal végeztem talaj- és gyökér mintavételt. Emellett közreműködtem három ültetvény létrehozásában, melyeket szintén vizsgáltam (Eger1, Eger2 és Eger3). Ezek közül az Eger1 és Eger3 extenzív módszerrel telepített mogyoró (*Corylus avellana*), illetve törökmogyoró (*C. colurna*) ültetvény, az Eger2 ültetvény alapja kocsányos (*Quercus robur*) és csertölgy (*Q. cerris*) intenzív csemete. Az ültetvényeken talajvizsgálatot folytattam, a mintavételt MSZ-08-0202-1977 szabvány szerint, később közvetlenül a gyökérminták zónájából vettem, akkreditált laboratóriumban vizsgáltattam. A területek az ültetvények létrehozását megelőzően szántóföldként, kertként vagy legelőként funkcionáltak, ezért az elvégzett talajvizsgálatok értékeléséhez a mezőgazdasági hasznosítású termőföld-értékelés rendszerét láttam indokoltnak alkalmazni (ANTAL 2000, BUZÁS 1983). A mikorrhiza vizsgálatokhoz a gyökérmintavételt VERLHAC et al. (1990), a mikorrhiza vizsgálatokat FISCHER és COLINAS (2006) módszere alapján végeztem.

A nagypórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) kutatások módszertana

Kutatásaim során igyekeztem olyan területeket feltérképezni, ahol a gomba a különböző évek időjárási viszonyai ellenére is folyamatosan jelen van és detektálható, vagyis termőtesteket hoz. A többéves monitoring alapján így három régióban található élőhelyek részletes termőhely-elemzését, botanikai jellemzését és ektomikorrhizas gombaközösségének leírását végeztem el. A bükki régióban három helyszínen 5, a dél-dunántúli területen szintén három helyszínen 5, az Alföldön pedig két helyszínen 3 élőhelyének tulajdonságait vizsgáltam részletesen (1. ábra).



1. ábra: A nagypórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) mintavételi pontok elhelyezkedése

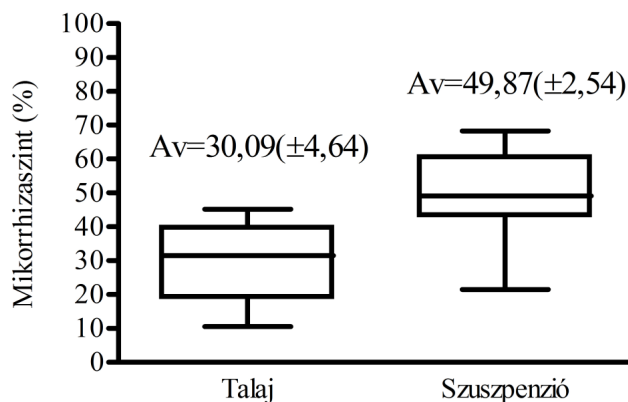
A mintázott termőhelyeken talajfúrás történt Pürckhauer-féle talaj szűrőbot (FINNERN 1994) segítségével. Ezt laboratóriumi vizsgálat egészítette ki (ÁESZ 2001). A talajminták vizsgálatára a hatályos szabványok szerint került sor. A botanikai felvételezés során leírt növényfajok elnevezésekor SIMON (2000) nomenklaturáját használtam. A növényzet felvételezésekor a BRAUN-BLANQUET (1964) módszertan került alkalmazásra, ám a kategóriák helyett százalékos értékek feljegyzése történt. Az élőhelyek ökológiai és természetességi vizsgálatát BORHIDI (1993) szerint végeztem. Mivel az élőhelyek többsége erdészeti célú állomány, fafajai telepítés eredményei, a lombkoronaszint kevésbé informatív fitocönológiai szempontból, ezért a társulások elemzésekor a gyeptakaró növényzetének indikátorszámait vettem figyelembe. Az ektomikorrhiza gombaközösség vizsgálata céljából gyökérmintákat vettem földrajzilag reprezentatív módon.

EREDMÉNYEK

A csemetemikorrhizálás eredményei

Inokulálási módszerek összehasonlító vizsgálata

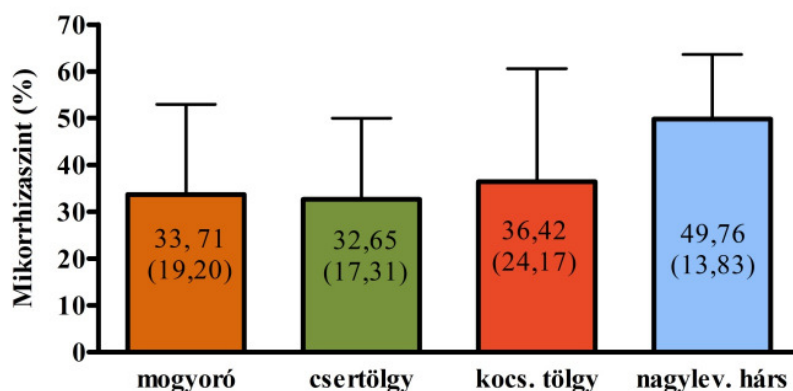
A mikorrhizált csertölgy csemeték esetében a két mikorrhizálási módszer között (talajinokulált és szuszpenzióba mártott) szignifikáns különbség mutatkozott ($P=0,0014$) (2. ábra).



2. ábra: Nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) mikorrhizált csemeték inokulálási módszereinek összehasonlítása ($n=30$)

Különböző gazdafajok receptivitása a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) mikorrhizájára

A kísérlet során nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) inokulált csertölgy (*Quercus cerris*), közönséges mogyoró (*Corylus avellana*), kocsányos tölgy (*Quercus robur*) és nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*) mikorrhiza szintjeit hasonlítottam össze. A statisztikai vizsgálat során végzett varianciaanalízis ($P=0,1165$, $R^2=0,1242$) és a poszt teszt (minden esetben $P>0,05$) sem mutatott ki szignifikáns különbséget a gazdafajok között, ezért mind a négy vizsgált fajt alkalmasnak találtam a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) ültetvény létrehozására (3. ábra).



3. ábra: Nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) mikorrhizált csemeték átlagos mikorrhiza viszonyai ($n=12/faj$)

Szarvasgombával mikorrhizált csemetek minősítési módszereinek összehasonlító vizsgálata

A szarvasgombával mikorrhizált csemetek mikorrhizavizsgálati módszereinek összehasonlításakor az elemzett 4 vizsgálati módszer pontosságával kapcsolatban végzett varianciaanalízis nem mutatott ki szignifikáns különbséget az eljárások között ($P=0,6633$), illetve a poszt teszt sem jelezte az eljárások szignifikáns eltérését a valós mikorrhiza szinttől (minden esetben $P>0,05$). CHEVALIER és GRENTE (1978) módszerét statisztikai eszközökkel nem volt lehetséges összehasonlítani a többi eljárással és a teljes gyökérvizsgálat értékeivel, mivel bonitáláson alapszik, ezért százalékos értéket nem eredményez.

1. táblázat: A mikorrhizavizsgálati módszerek összehasonlítása (zöld háttér: alábecsült, piros háttér: fölülbecsült érték, félkövér betű: legnagyobb eltérés a valós mikorrhiza szinttől)

Módszer/Csemete száma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
CHEVALIER et GRENTE (1978)	3	4	4	5	4	2	4	3	2	4	4	3
BACH et al. (2008)	2	2	2	3	3	1	3	2	1	2	2	2
	32%	57%	40%	88%	80%	22%	80%	62%	20%	70%	76%	50%
PALAZÓN et al. (1997, 1999)	36%	68%	72%	91%	82%	20%	65%	83%	34%	58%	76%	66%
FISCHER et COLINAS (2006)	35%	57%	54%	93%	80%	43%	74%	76%	35%	77%	78%	58%
BENCIVENGA et al. (1995)	46%	57%	47%	89%	71%	51%	60%	87%	51%	73%	76%	62%
Teljes gyökérvizsgálat	27%	76%	54%	87%	56%	41%	72%	71%	21%	65%	64%	48%

Az elvégzett elemzés segítségével megállapítható, hogy a vizsgálati módszerek főként (71%-ban) fölülbecsülték a tényleges mikorrhizasintet (1. táblázat). A legnagyobb eltérések nem kötődnek kifejezetten egy módszerhez, bár a legtöbb esetben (41,67%) a BENCIVENGA et al. (1995) által leírt vizsgálat alkalmazásakor fordultak elő (1. táblázat).

Módszertan kidolgozása szarvasgombával mikorrhizált csemetek mikorrhiza-vizsgálatára és minősítésére

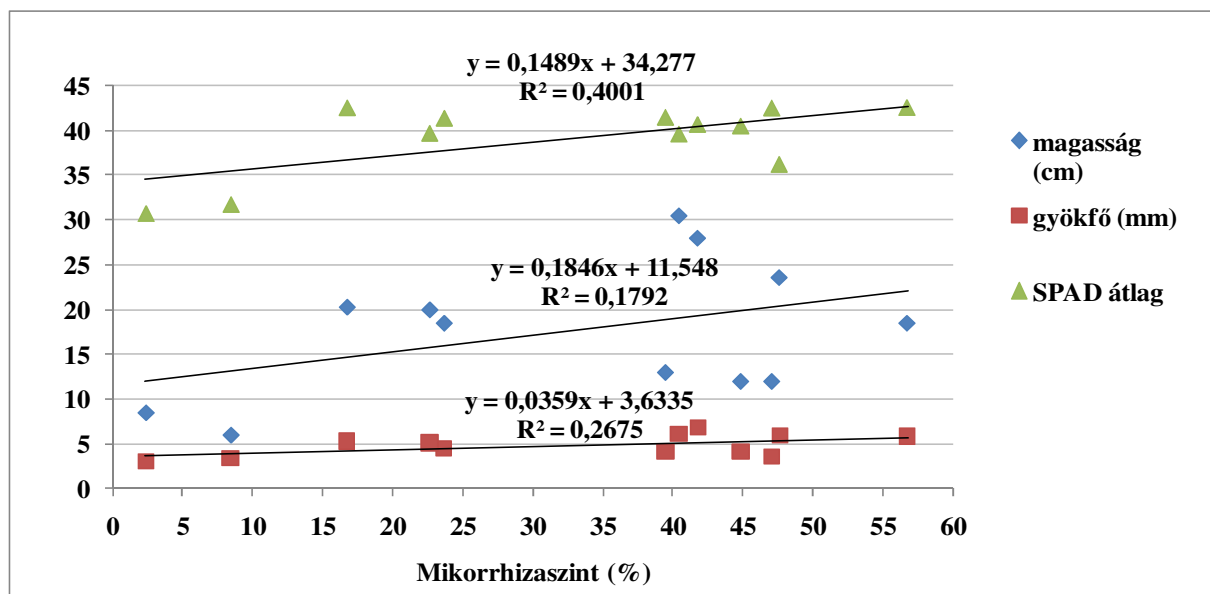
A hazai és nemzetközi szakirodalom tanulmányozása és az alkalmazott csemeteminősítési módszerek összehasonlító vizsgálata elvégezve az alábbi módszertan dolgoztam ki: Első lépés a csemete, mint erdészeti szaporítóanyag minősítése. A hazai gyakorlatban előírás található az erdészeti szaporítóanyagként árusítandó csemetek minőségi kritériumait illetően (110/2003. (X. 21.) FVM rendelet). Az egészségi állapot mellett a fenológiai fejlettség megállapításakor a gyökérhossz mérésekor javaslom annak figyelembevételét, hogy a jelenlegi erdészeti gyakorlattal ellentétben a szarvasgombával mikorrhizált csemetek előállításuk konténerekben történik, ezért gyökérfejlődésük behatárolt. A csemete erdészeti szempontú minősítését követően kerül sor a gyökérvizsgálat mikorrhiza viszonyainak vizsgálatára. Tapasztalataim alapján a vizsgálatot végző személy gyakorlottságától és tapasztalatától azon módszerek függnek kevésbé, melyek nem bonitálásos rendszerűek, hanem melyek alapja bizonyos mennyiségű gyökér leszámolása. Mivel a gyökérvizsgálaton belül is eltérő lehet a mikorrhiza jelenlét intenzitása (általában a felső harmadban gyakoribb), célszerű a gyökérvizsgálat alsó és

felső zónákra osztása. A mennyiségi vizsgálat során a vizsgálat gyorsabbá tétele érdekében javaslom 100-100 gyökérvég leszámolását és három kategória szerinti (célfaj által mikorrhizált, szennyező által mikorrhizált, nem mikorrhizált) osztályozását. Az elvégzett vizsgálatok tapasztalata alapján és a jobb összehasonlíthatóság érdekében az általam javasolt módszertan abszolút mikorrhiza-intenzitással számol. A csemete minősítésekor – figyelembe véve a nemzetközi gyakorlatot - csak azon csemeték felhasználását javaslom, amelyek megfeleltek az előzetes minősítésnek. Az eddig megjelent publikációk elemzése és a vizsgálatok gyakorlati tapasztalata alapján az alábbi tételminősítési kritériumok javasoltak:

- a tétel csemetéin nem található más *Tuber* faj mikorrhizája
- nincs mikorrhizálatlan csemete
- a célfaj mikorrhiza szintje átlagosan >30%
- a szennyező gombák átlagos mikorrhiza szintje <30%

Szarvasgombával mikorrhizált csemeték mikorrhiza szintje és fejlettsége közötti összefüggés vizsgálata

A kísérlet során kapott eredmények elemzésével megállapítottam, hogy a csemeték fejlettsége (magasság, gyökfőátmérő), fotoszintetikus aktivitása (SPAD-értékszám) és mikorrhiza szintje között a legtöbb esetben nem mutatható ki statisztikailag igazolható összefüggés. Ez alól a kivételt a fólisátorban nevelt csertölgy csemeték mikorrhiza szintje és fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés jelentette, ahol a PEARSON-féle korrelációs együttható szignifikáns korrelációt mutatott ki ($R^2=0,4001$).



4. ábra: Kislégterű fűtetlen fólisátorban nevelt csertölgy (*Quercus cerris*) csemeték fejlettsége, fotoszintetikus aktivitása és mikorrhizasintje közötti összefüggés

Szarvasgomba ültetvények monitoringjának eredményei

A talajvizsgálatok eredményei

A talajeredményeket a nemzetközi és hazai természetes élőhelyek adataival összehasonlítva megállapítható, hogy a kémhatás tekintetében a vizsgált ültetvények megfelelnek a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) ökológiai igényének. A mésztartalom igen változatos a természetes élőhelyeken, ami jelzi: a gomba kevésbé függ ettől a talajparamétertől, az ültetvények pedig beleesnek ebbe a tartományba. Az Arany-féle kötöttség csupán a magyar élőhelyek tekintetében ad támpontot, amely a mésztartalomhoz hasonlóan rendkívül tág határok között mozog, ezért az ültetvények esetében ez sem limitáló tényező. A humusztartalom alatta marad a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) igényének. Erre magyarázat, hogy a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) természetes élőhelyek nagy része erdőkben található, ahol intenzív a humuszfelhalmozódás. Az ültetvények korának előrehaladtával előreláthatólag a humusz mennyisége is nőni fog. A makroelemek (NPK) tekintetében a rendkívül változatos irodalmi adatok nem zárják ki a vizsgált ültetvények alkalmasságát. A kicserélhető kalcium meghatározó tényező a szarvasgomba természetes élőhelyeken a nemzetközi szakirodalom alapján, értéke 275,8 és 1070 ppm közötti. Ezen kritériumnak az ültetvények nem felelnek meg, ugyanakkor a közel esik a minimum értékhez a hógyészi ültetvény II. és VII. parcellájának talajeredménye, valamint az Eger2 ültetvény is. A kicserélhető magnézium mennyisége az irodalmi adatok szerint 5,14 és 45 ppm közötti, ezen érték mindegyik ültetvény esetében a kívánatos tartományon belül található.

Szarvasgomba ültetvények mikorrhiza-monitoringja

A vizsgált négy ültetvény eltérő technológiával létesült, mely tükröződik a vizsgálatok eredményeiben is. Az extenzív, erdészeti technológiával létesült hógyészi ültetvényen a csemeték gyökerén többféle szennyező gombát találtam, melyek a célfajokkal együtt is alacsony mikorrhiza szinten voltak jelen. A nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*), illetve az egyéb célfajok (téli szarvasgomba [*T. brumale*] és nagyspórás szarvasgomba [*T. macrosporum*]) mikorrhizasintje mindkét vizsgálat során alacsonynak bizonyult a különböző parcellák átlagában (0-16,66% és 0,73-8,8%). A szennyező mikorrhizagombák átlagos mikorrhiza intenzitása 0,17-26,43% és 0,7% és 20,27% tartományokban mozgott átlagosan, mely szintén alacsonynak mondható.

Az Eger1 ültetvény extenzív módszerrel ültetett közönséges mogyoró csemetéin a technológiának megfelelő közepes nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) mikorrhizasint figyelhető meg (30,43-48,88%, átlagosan 42,42%, n=12, SD=6,59%), szennyezőket nem azonosítottam.

Az Eger2 ültetvény alapja kontrollált körülmények között mikorrhizált cser (*Quercus cerris*) és kocsányos tölgy (*Q. robur*) csemete volt, melyek mikorrhiza szintjei a kiültetés után eltérően változtak: a csertölgy csemeték átlagos mikorrhizáltsága kismértékben csökkent (39,98%-ról 34,2%-ra), míg a kocsányos tölgy csemetéké jelentősen nőtt (57,7%-ról 71%-ra). A vizsgált kocsányos tölgyek közül csupán egy csemete gyökerén jelent meg többféle szennyező mikorrhiza, mely hatással volt a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) mikorrhizájára. E mintát leszámítva a csemeték mikorrhizasintje magas volt.

Az Eger3 ültetvény törökmogyoró csemetéinek vizsgálatakor nehézséget jelentett a gyökérmintavétel, mivel a csemeték felszínközeli gyökérzete fejletlennek bizonyult. Ezért több minta értékelhetetlenné vált. Ennek oka az ültetés évében elmaradt öntözés, melynek hatására a szárazságot túlélt csemeték főként mélyre hatoló gyökérzetet fejlesztettek ki. Ez jelentősen befolyásolta a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) jelenlétét a gyökereken, a kevés értékelhető mintában meglehetősen alacsony volt a mikorrhiza intenzitás (0-6,17%), ezzel együtt jelentős volt a konkurens gombák jelenléte (0-70,17%). A kipusztult egyedek pótlására 2008-ban ültetett csemetéken végzett vizsgálatok hasonló eredményt mutattak, a minták nagy része nem tartalmazott

értékelhető gyökeret, vagy minimális mennyiségben jelent meg rajta a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) mikorrhizája (0-1,32%) és a szennyezők is előtérbe kerültek (0-28,57%).

Nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) természetes élőhelyek leíró módszertanának kidolgozása

A nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) élőhelyek vizsgálatának előkészítésekor áttanulmányozott nemzetközi és hazai szakirodalom részletesen taglalja a termőhelyek klímájának, domborzatának és talaj-jellemzőinek fontosságát, ám sok esetben kevésbé veszi figyelembe a szarvasgomba élőhely egyik legszembetűnőbb tulajdonságát: azt, hogy ez a gomba erdőkben terem. A hazai, több mint fél évszázados erdészeti termőhelyvizsgálati módszertani tapasztalatok nagy segítséget nyújthatnak a szarvasgomba természetes élőhelyek jellemzésekor, ezért munkám során ötvöztem a fentieket. Ennek eredménye az alábbi, szarvasgomba élőhelyeket leíró módszertan.

Az élőhely általános leírásának első lépése a terület klímájának meghatározása, ennek elemei az éves csapadékmennyiség, a csapadékmennyiség a tenyészidőszakban, a hőmérséklet éves átlaga, a leghidegebb és legmelegebb hónap középhőmérséklete, a fagyos napok száma, valamint az erdészeti termőhelyleírásban kiterjedten alkalmazott klímakategóriába sorolás a természetes növényzet alapján. A domborzat elemzésekor fontos tényező a tengerszint feletti magasság, a fekvés/kitettség és a mikrodomborzat. A nemzetközi szakirodalomban kevésbé hangsúlyos, ám véleményem szerint kiemelt jelentőségű a terület hidrológiai és vízgazdálkodási viszonyainak jellemzése. A talaj részletes jellemzése kiemelt fontosságú a szarvasgomba esetében, melyet a nemzetközi szakirodalom is megerősít, hiszen a növényzet és a mikrodomborzat mellett ezen paraméterek segítségével következtethetünk a terület vízgazdálkodására. Ez alapján a vizsgálatra javasolt tényező a genetikai talajtípus, az alapkőzet típusa, a termőréteg vastagsága, a talajszintek mélysége. Emellett fontos elvégezni talajszintenként is az alábbi vizsgálatokat: szín (Munsell szín nedvesen), fizikai féleség, humusztartalom (becsléssel, szín alapján), szerkezet, tömődöttség, gyökerek mennyisége, másodlagos képződmények, kiválások és talajhibák jelenléte, valamint mésztartalom és szódalúgosság becslése. A talaj laboratóriumi vizsgálatok mérlegelés tárgyát képezi a szarvasgomba igényét/toleranciáját leginkább kifejező paraméterek kiválasztása. Ez alapján fontos alapparaméter a kémhatás (H₂O és KCl egyaránt), a mésztartalom, a szervesanyag tartalom, a felvehető makroelemek koncentrációja, a kicserélhető kalcium és magnézium mennyisége. Emellett további tényezők vizsgálata lehet indokolt például szikes talajok (talaj összes sótartalma, kicserélhető nátriumtartalma), vagy erősen lúgos területek (mikroelemek) elemzésekor. A szarvasgomba élőhelyek szerves és rendkívül informatív részét képezik a fásszárú és lágyszárú növények. Diverzitásuk, fajösszetételük, gazdagságuk megerősítheti a talajvizsgálatokat és képet ad a termőhely, mint biológiai rendszer tulajdonságairól. A szarvasgomba élőhelyek vizsgálatok ezért javasolt a lombkorona- cserje- és gypszint növényzetének (fajok megnevezése és borítottságuk becslése) részletes leírása, melyből következtetni lehet a növényfajok frekvenciájára és abundanciájára, a termőhely besorolható növénytársulástani kategóriákba, valamint meghatározhatók az élőhelyen található növényzet ökológiai értékszámai, a szociális magatartástípusok alapján végzett ökológiai jellemzői és természetességi állapota.

Nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) magyarországi élőhelyeinek jellemzése és értékelése

A vizsgálatok során összesen 13 nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) termőhely felvételezését végeztem el, kiegészítve egy részletes botanikai felméréssel és az ektomikorrhiza gomba populációk jelenlétének vizsgálatával. A termőhelyek alacsony tengerszint feletti magasságon helyezkednek el, 83 és 380 méter közöttiek. Makrodomborzatukat tekintve változatosak, hegyvidéki régiókban is gyakori a sík fekvés, azonban a mikrodomborzatot vizsgálva megállapítható, hogy egy kivétellel mind sík fekvésű helyeken található vagy széles völgyekben, hegylábak aljában, vagy domboldalak lejtőpihenőiben. A klíma a hegyvidéki területeken gyertyános-tölgyes kategóriába esik. Az alföldi élőhelyek ezeket az időjárási adatokat figyelembe véve inkább az erdőssztyepp kategóriába esnek az alacsony éves csapadékmennyiség okán, azonban mikroklimájukat elhelyezkedésükből adódóan nagyban befolyásolja a víz jelenléte. Ez utóbbi hatása a hegyvidéken sem elhanyagolható. A hidrológiát tekintve a termőhelyek mintegy 50%-ában a csapadék mellett egyéb eredetű víz is megjelenik a területen. Ennek eredete a sík területeken az árhullám, hegyvidéken a talajban lévő többletnedvesség, mely főként tavasszal okoz jelentős víztöbbletet. Emellett az esetek harmadában a hegy- vagy domboldalról leszivárgó víz is jelentős hidrológiai tényezőként jelenik meg több hegyvidéki termőhelyen. Ezen tényezők hatása egyértelműen kimutatható a termőhelyek vízgazdálkodásában, azok mindegyike az üde-félnedves-nedves kategória egyikébe esik. A termőhelyek vizsgálatakor jelentős antropogén hatást figyeltem meg, a területek több mint felében gyengébben vagy erősebben befolyásolta az emberi beavatkozás a talajt. A kutatás során vizsgált élőhelyek talaja különböző genetikai talajtípusokba tartoznak. Mindhárom alföldi élőhely a csernozjom talajok, ezen belül a mészlepedékes csernozjom talajok közé tartozik. A hegyvidéki termőhelyek talajai a lokális geológiai, talajképződési és domborzati viszonyok szerint alakulnak. Az Északi-középhegység termőhelyei hegylábaknál, domboldalak lejtőpihenőiben vagy széles völgyekben található, ezért közös tulajdonságuk nem genetikai kapcsolatukból adódik, hanem a víz talajalakító hatásától függ. A vizsgált területek talajának többsége a humuszos öntéstalaj csoportba tartozik, a TMAC2 termőhelyen viszont a domboldalon leszivárgó víz miatt a löszös márga alapkőzetről lemosódik a talaj, ezért ott már 20 cm mélységben megjelenik az alapkőzet. A TMAC3 termőhely ezzel szemben egy lejtőpihenőben található, a szivárgó víz ide jelentős mennyiségű talajt szállít, ezért a lejtőhordalék csoportba sorolható. A déldunántúli termőhelyeken alapvetően a barna erdőtalajok a meghatározóak, ezen belül is az agyagbemosódásos és a Ramann-féle barna erdőtalajok a dominánsak. Az előbbieik között előfordul a víztöbbletet és a talaj alsó rétegeinek tömődöttségét jelző pszeudoglejes barna erdőtalaj, mely a TMAC9-es számú élőhelynél ezenfelül jelentős antropogén hatás alatt áll: a szarvasgomba „fészek” egy erdei művelőút közvetlen közelében található. Ez utóbbi a TMAC11 és TMAC12-es élőhely talajáról is kijelenthető, az antropogén hatás visszameszeződött barnaföldet eredményez (STEFANOVITS et al 1999). A termőhelyek talajának helyszíni értékelésekor a talajszintek részletes tanulmányozása során sok esetben tömödött talajszintek voltak megfigyelhetőek akár már a felszínhez közel (5-10 cm-es mélységben), vagy átlagosan 30-60 cm mélységben. Ennek köszönhetően, valamint az időszakos víztöbblet hatására gyakran látszottak jellegzetes kékeszöld glejes foltok és rozsdafoltok. A termőhelyek talajának felső 20 cm-es rétege - vagyis a szarvasgomba szűkebb környezete - a legtöbb esetben morzsalékos szerkezetűnek bizonyult. A szervesanyag változatos mennyiségben és formában volt jelen. A nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) termőfoltok közvetlen közelében, 0-30 cm-es mélységben vett talajminták részletes fizikai elemzése során megállapításra került, hogy a talajok mintegy 50%-a az agyagos vályog kategóriába esik, 2 terület talaja agyag fizikai féleségű, míg 2 a homokos-agyagos vályog talaj, 1 a homokos-vályog valamint 1 a vályog tartományon belül található. Megállapítható, hogy a talajok fizikai félesége meglehetősen egységes, szűk tartományon belül mozog, szélsőséges mechanikai összetételű talajok nem fordulnak elő. Ez jelzi a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) meglehetősen határozott preferenciáját a kiegyenlített vízgazdálkodású közép-kötött talajok iránt.

Új tudományos eredmények

1. Megállapítottam, hogy a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) termesztésének alapjait jelentő mikorrhizálás folyamán a szuszpenzió alapú inokulálás hatékonysága jobb, mint a talajba kevert inokulum hatékonysága.
2. Fűtetlen kislégterű fóliasátorban előállított, nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) mikorrhizált csertölgy (*Quercus cerris*), kocsányos tölgy (*Q. robur*), mogyoró (*Corylus avellana*) és nagylevelű hárs (*Tilia plathyphyllos*), valamint ültetvényen nevelt kocsányos tölgy (*Q. robur*), csertölgy (*Q. cerris*) és közönséges mogyoró (*C. avellana*) fajok fejlettségének és fotoszintetikus aktivitásának összefüggését vizsgálva a mikorrhiza szinttel megerősítettem az irodalmi adatokat, melyek szerint a szarvasgombák vitalizáló hatása nem egyértelmű, számos környezeti és biológiai faktor befolyásolja.
3. A nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) biztonságos termesztésének feltételét jelentő, minőségi csemetek előállítása érdekében összehasonlítottam és értékeltem a jelenleg alkalmazott európai és magyarországi csemete ellenőrzési és mikorrhizavizsgálati módszereket és kidolgoztam egy hatékony csemete-minősítési rendszer módszertanát.
4. Kidolgoztam a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) természetes élőhelyek vizsgálatának részletes, pontos és hatékony módszertanát, majd ezt kutatásaim során alkalmaztam.
5. Megállapítottam, hogy a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) ökológiai igényét jelző paraméterek az alábbiak:
 - mikrodomborzat
 - vízgazdálkodás
 - hidrológia
 - antropogén hatás, talajbolygatottság
 - talaj fizikai félesége
 - kémhatás
 - humusztartalom
 - foszfortartalom

Kijelenthetem, hogy a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) a hazai élőhelyeken előnyben részesíti a sík mikrodomborzatú, lejtőalji, völgytalpon vagy ártéren elhelyezkedő, szivárgó vizű vagy időszakos vízhatású, üde, félnedves vagy nedves vízgazdálkodású, rendszeres antropogén hatás alatt álló vagy egyéb, talajbolygatottságot eredményező élőhelyeket, amelyek talaja közép-kötött, semleges vagy gyengén lúgos kémhatású, magas humusz- és foszfortartalmú.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) történő mikorrhizálási kutatások végzése során megerősítettem, hogy mind a szarvasgomba, mind a növényi alapanyag minősége kiemelkedő szerepet játszik a csemeték megfelelő mértékű mikorrhizáltságában. A vizsgált inokulálási eljárások közül a szarvasgomba spórák felhasználásával létrehozott és közvetlenül a csemete gyökerére juttatott szuszpenzió bizonyult a legjobb mikorrhizáló hatásúnak. Ugyanakkor további kísérletek szükségesek a módszer pontosítására, ugyanis a csemetére juttatott spóra mennyisége nagyban függ a gyökérzet fejlettségétől, ezért a csemeténként használt gombainokulum mennyisége eltérhet.

A hazánkban elterjedt partnerfajok és a nemzetközi gyakorlatban gyakran alkalmazott gazdanövények (kocsányos [*Quercus robur*] és csertölgy [*Q. cerris*], közönséges mogyoró [*Corylus avellana*] és nagylevelű-hárs [*Tilia platyphyllos*]) nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) történő összehasonlító mikorrhizálási kísérleteit elvégezve megállapítható, hogy a vizsgált növényfajok mindegyike egyaránt alkalmas a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) termesztésének alapját jelentő mikorrhizált csemeték előállítására. Közöttük minőségi különbséget statisztikai eljárásokkal nem mutattam ki. Az ültetvény létrehozásakor ugyanakkor célszerű figyelembe venni, hogy a kocsányos és csertölgy lassú növekedésű, ezért az ültetést követően 6-8 évnek is szükséges eltelnie az első termések megjelenéséig. A mogyoró ugyanakkor gyors növekedésű, 4-6 év után várható termés, azonban éppen gyors gyökernövekedése miatt nagyobb az esélye a szennyező konkurens gombák megjelenésének a gyökéren. Emellett megemlíteném, hogy mind a mogyoró, mind a nagylevelű hárs alkalmas a kettős hasznosításra, vagyis az előbbi esetében a termés gyűjthető, utóbbinál a virág hasznosítható méhészeti célra vagy herba előállítására.

A szarvasgomba termesztésében alapvető fontosságú és az ültetvény sikerességét nagyban befolyásolja az elültetett csemeték minősége, melynek egyik eleme a csemete gyökérzetén található mikorrhiza minősége és mennyisége. A nemzetközi és hazai gyakorlat 5 módszerét összehasonlítva megállapítható, hogy azok megbízhatósága között nem mutatható ki statisztikai különbség. Ugyanakkor jelentős eltérések mutatkoznak abban, mennyire függ sikerességük a vizsgálatot végző személy tapasztaltságától, valamint időhatékonyságuk sem egyforma. Az előbbire példa BACH et al (2008) és CHEVALIER et GRENTE (1978) módszere, az utóbbi esetében a csemeték vizsgálatához leghosszabb időt FISHER et COLINAS (2006) módszere vette igénybe. A vizsgálati módszerek a legtöbb esetben túlbecsülték a tényleges mikorrhiza szintet, de kiugró eltérést nem tapasztaltam. Mindezt összegezve elmondható, hogy a mikorrhizavizsgálat és csemeteminősítés terén Európában eltérő vizsgálati módszereket alkalmaznak, ám pontosságuk között nem mutatható ki jelentős eltérés. Ugyanakkor nagyobb tételek vizsgálata esetén kiemelt fontosságú a módszer időhatékonysága, ezért a csemeték előzetes minősítése indokolt.

Az irodalom változatos eredményeket jelez a szarvasgombák vitalizáló hatásáról. Az általam vizsgált, kontrollált körülmények között előállított, nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum*) mikorrhizált csemeték (kocsányos [*Quercus robur*] és csertölgy [*Q. cerris*], közönséges mogyoró [*Corylus avellana*] és nagylevelű-hárs [*Tilia platyphyllos*]), valamint az ültetvényen nevelt, különböző módszerekkel mikorrhizált növények (kocsányos tölgy [*Quercus robur*], csertölgy [*Q. cerris*] és közönséges mogyoró [*Corylus avellana*]) fejlettsége és fotoszintetikus aktivitása egy kivétellel (fűtetlen kislégtérű fóliasátorban nevelt csertölgy mikorrhiza szintje és SPAD értéke) nem mutatott összefüggést. Ez összhangban van a korábbi adatokkal, melyek egyes esetekben csak bizonyos fafajoknál jelzik a vitalizáló hatást (BRATEK 2008, CHEVALIER et GRENTE 1974, ZAMBONELLI et GOVI 1990), sok esetben részleges vitalizálásról számolnak be (BRATEK 2008), vagy nagyban függővé teszik azt a talajadottságtól BENCIVENGA és VENANZI (1990). Így az a törekvés, hogy a gazdanövény fejlettsége jelezheti a mikorrhizaviszonyokat, nem

bizonyított, tehát a növény fejlettsége alapján történő egyszerű és gyors szelekció – akár csemetekertben, akár az ültetvényen – nem alkalmazható.

A szarvasgomba termesztés fontos eleme a megfelelő adottságokkal rendelkező terület kiválasztása és a termesztéstechnológia elemeinek betartása. A korábban létrehozott hőgyészi, illetve a közreműködéssel telepített egri nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) ültetvények részletes ökológiai elemzésekor megállapítottam, hogy azok – bár egyes tényezők esetén a nyári szarvasgomba igényei nem teljesülnek – alkalmasak annak termesztésére. Az ültetvényeken a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően mikorrhiza monitoringot végeztem, mely alapján az alábbi következtetéseket vontam le:

- I) A hőgyészi ültetvény mikorrhiza viszonyai tükrözik az alkalmazott termesztéstechnológiát, illetve a terület mozaikosságát. A parcellákban extenzív, erdészeti módszereket alkalmazva történt a telepítés, így az eredmény tekintetében az ültetvény hasonlít a természetes élőhelyekre, vagyis a szarvasgomba célfajok mikorrhiza szintje változatos, általában véve alacsony, a legtöbb esetben jelentős mértékű szennyező gombával együtt jelennek meg. Emellett egyes parcellák elhelyezkedésükből adódóan nem felelnek meg a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) ökológiai igényének. Ezzel együtt az ültetvény sikeres, 2007 óta növekvő mennyiségű nyári szarvasgombát (*Tuber aestivum*) terem.
- II) A szintén extenzív technológiával létrehozott Eger1 ültetvény adottságai révén (előzetes növénytakaró ektomikorrhiza-mentessége), valamint a betartott termesztéstechnológiai elemeknek köszönhetően sikeresnek mondható, a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) mikorrhizája egyenletes és közepesen magas a csemetéken.
- III) Az Eger2 ültetvény kontrollált körülmények között mikorrhizált cser- és kocsányos tölgy csemetéinek mikorrhiza viszonyai tükrözik a minőségi szaporítóanyag előnyét: nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) mikorrhiza szintjük messze meghaladja a hőgyészi és az Eger1 ültetvény csemetéinek mikorrhiza-intenzitását. Ugyanakkor az egyes csemetéken megjelenő szennyező gombák jelzik, hogy a közelben található feketefenyő erdő veszélyforrást jelent a konkurens mikorrhizagombák tekintetében.
- IV) Az Eger3 ültetvény eredménye jelzi a termesztéstechnológiai elemek betartásának fontosságát. A terület alkalmassága ellenére a kiültetett csemeték fejlődése és a mikorrhizaviszonyok nem kielégítőek. Az öntözés elmaradása miatt az ültetést követő évben a csemeték mintegy felét pótolni kellett, s a további évekbeni fejlődésük sem garantált a rendszeres öntözés nélkül.

Az ültetvények vizsgálatakor nem törekedtem azok összehasonlítására, mivel technológiájuk, gazdafajaik és a szaporítóanyag eredete is különböző. Az azonban kijelenthető, hogy a sikeres szarvasgomba termesztés alapja a megfelelő adottságú terület kiválasztása és a termesztéstechnológia elemeinek szigorú betartása. Ezen belül a legfontosabbak a terület kitétsége, a talaj alkalmassága (középkötött, jó vízgazdálkodású, semleges vagy enyhén lúgos talajok), a termesztéstechnológiát tekintve pedig a rendszeres öntözés.

A szarvasgomba termesztés alapfeltétele a természetes kivánt faj ökológiai igényének ismerete. A nemzetközi gyakorlat szerint a szarvasgombák esetében fontos tényező a klíma, a domborzat és a talaj fizikai és kémiai jellemzői. Ez utóbbira nemcsak a talaj laboratóriumi vizsgálatával, de növényzet elemzésével is következtetni tudunk. Mivel a szarvasgombák főbb gazdanövényei a lombhullató vagy örökzöld fásszárú növények és leggyakrabban erdőkben teremnek, indokolt az erdészeti módszerek alkalmazása a szarvasgomba termőhelyek leírásakor.

A nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*), hazánk legfontosabb szarvasgomba faja mellett kisebb jelentőségű gombák gyűjtése és kereskedelme is folyik (téli szarvasgomba [*Tuber brumale*], homoki szarvasgomba [*Mattiolomyces terfezioides*], nagyspórás szarvasgomba [*T. macrosporum*]). Ez utóbbi, bár kiemelkedő organoleptikus tulajdonságokkal rendelkezik, kevésbé nyert teret eddig a

hazai piacon, a termesztéséhez alapvető ökológiai ismereteink pedig meglehetősen szűkösek. Kutatásaim során ezért megvizsgáltam e faj hazai élőhelyeit, részletes termőhelyleírást készítettem, melyek során leírtam a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) élőhelyeinek ökológiai jellemzőit (klíma, vízgazdálkodás, talajviszonyok és növényzet). A termőhelyleírások elemzésekor megállapítható, hogy a kijelölt vizsgálati területek makrodomborzati jellemzői eltérnek egymástól, ám mikrodomborzatuk sok esetben hasonlít: a legtöbb esetben sík területen található, sokszor lejtőpihenőkben, ártereken vagy völgytalpakon. Ezen tulajdonságok hidrológiájukat és vízgazdálkodásukat is befolyásolja: az esetek többségében jelentős a víz hatása a területeken mind a hegyvidéki, mind az alföldi élőhelyeken. Ez a klímát is befolyásolja, a többség (gyertyános-tölgyes) mellett az alföldi területen meghatározott erdőssztyepp klíma hatását a víz jelenléte módosítja. A kiegyenlített talajnedvesség a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) élőhelyek egyértelműen közös jellemzője, a jövőben kialakítandó ültetvények egyik fontos kritériuma. Ezt a talaj textúrájának vizsgálata is alátámasztotta: a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) a kiegyenlített talajnedvesség-viszonyokat biztosító vályog-agyagos vályog talajokban fordult elő. A másik, a vizsgált élőhelyek viszonylatában egységes tulajdonság a talajok bolygatottsága: antropogén vagy egyéb hatások (víz, állatok, főként vaddisznók) az élőhelyek mindegyikén felfedezhetők. A részletes kémiai talajanalízis a semleges vagy gyengén lúgos kémhatású, változatos mézszállapotú, ám többségében közepesen meszes, humuszban egyenletesen gazdag területek dominanciáját jelezte. A makroelemek tekintetében szembevetendő a területek egyöntetű, jó foszforellátottsága. Ez utóbbi részben ellentmond az irodalmi adatoknak, ahol a magas foszfortartalom a szarvasgomba számára kedvezőtlen talajkémiai tényező (MORCILLO et al. 2007, RICARD 2003), viszont magyarázható a talajokat ért különböző, bolygatást eredményező hatásokkal, mint a lejtőtalajokra jellemző felső, foszforban gazdag talajréteg felhalmozódásával a lejtőpihenőkben és völgytalpakon, vagy az árterekben a jelentős foszfortartalmú folyók rendszeres árhullámával. A botanikai vizsgálatok alátámasztották az elvégzett általános és talajtani elemzéseket, megerősítették a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) kötődését a kiegyenlített és magas talajnedvességhez és a semleges vagy gyengén lúgos talajokhoz, valamint a bolygatott, jelentős antropogén hatás alatt álló területekhez.

A nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) termesztésének alapelemei tehát az alábbiakban foglalhatók össze:

- sík mikrodomborzat,
- üde, félüde, félnedves vagy nedves vízgazdálkodású talajok,
- olyan területek, ahol a talajban található nedvesség természetes forrásokból (lejtőről leszivárgó víz vagy árhullám) vagy öntözéssel kiegészül,
- jó vízháztartású, főként agyagos vályog talajok,
- semleges vagy gyengén bázikus, lehetőleg gyengén vagy közepesen meszes, magas humusz- és foszfortartalmú talajok.

Hazánk klímáját tekintve kiemelten alkalmas a különböző szarvasgomba fajok termesztésére, ezen belül a kiváló adottságokkal rendelkezik a nagyspórás szarvasgomba (*Tuber macrosporum*) tekintetében. Ez a faj kitűnő organoleptikus tulajdonságokkal bír, azonban piaca jelenleg még nem kialakult, tulajdonságait a fogyasztók kevésbé ismerik. Sokoldalú felhasználhatósága miatt azonban indokolt lenne elterjedése, ennek jelenleg kis mennyisége szab határt. Erre jelenthet megoldást a termesztés, amely kiegyenlített és megfelelő mennyiségű kínálatot tesz lehetővé.

IRODALOMJEGYZÉK

1. 110/2003. (X. 21.) FVM rendelet az erdészeti szaporítóanyagokról
2. ÁESZ (Állami Erdészeti Szolgálat) (2001): Erdőtervezési útmutató, Budapest, Állami Erdészeti Szolgálat, p. 222.
3. AGERER R. (1987-2008): Colour Atlas of Ectomycorrhizae, 14th Ed., Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd, München, Germany
4. ANTAL J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve, Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 391.
5. BACH I., BORDÁCS S., SZLÁVIK SZ. (2008): Mikorrhizált erdészeti csemeték hatósági minőségellenőrzése, előadás a Szarvasgomba termesztés napja konferencián, 2008. április 19. Szekszárd
6. BENCIVENGA M., DONNINI D., TANFULLI M., Y GUIDUCCI M. (1995): Tecnica di campionamento delle radici e degli radicali per valutazione delle piante micorrizate, *Micologia Italiana*, 2:35-47
7. BENCIVENGA M., VENANZI G. (1990): Alcune osservazioni sull'accrescimento delle piante tartufigene in pieno campo. Atti del II Congresso Internazionale sul Tartufo, Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano, Spoleto, pp. 435-441.
8. BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. - A KTM Term. Hiv. és a JPTE Kiadványa. Pécs, p. 95.
9. BRATEK Z. (2008): Mycorrhizal Research Applied to Experiences in Plantations of Mycorrhizal Mushrooms, Especially in Central Europe, Proceedings of the sixth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, pp. 272-286
10. BRAUN-BLANQUET J. (1964): Pflanzensoziologie 3., Wien, p. 865.
11. BUZÁS I. (Eds.) (1983): A növénytaplálás zsebkönyve, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 232.
12. CHEVALIER G., GREUTE J. (1974): Effectes des mycorrhizes de *Tuber* sp. sur le développement de différents pins, *Annales de phytopathologie*. 6:218-219
13. CHEVALIER G., GREUTE J. (1978): Application pratique de la symbiose ectomycorrhizienne: Production a grande échelle de plantes mycorrhizes par la truffe (*Tuber melanosporum* Vitt.). *Mushroom Science* 10:483-505
14. DEEMY (An Information System for Characterization and DEtermination of EctoMYcorrhizae): <http://deemy.de/> Elérés időpontja: 2011. 02.21.
15. FINNERN H. (Eds.) (1994): Pedological mapping manual. 4. Verbesserte und erweiterte Auflage. Hannover.
16. FISCHER C., COLINAS C. (2006): Revised methodology for certification of *Quercus ilex* seedlings inoculated whit *Tuber melanosporum* for commercial application, Spain, Revised 2006 from presentation at 1st I.C.O.M. Berkeley, California, August 1996
17. MORCILLO M., MORENO B., PULIDO E., SÁNCHEZ M. (2007): Manual de truficultura Andaluza. Ed. Gypaetus y Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. p. 176.
18. MSZ-08-0202:1977 (1977): Helyszíni mintavétel mezőgazdasági célú talajvizsgálatokhoz p. 8.
19. PALAZÓN C., DELGADO I., CARTIÉ G, BARRIUSO J., Y ESTEBAN H. (1999): Propuesta de un método de evaluación y control de calidad de planta (*Quercus* spp.) micorrizada con *Tuber melanosporum* Vitt. para la obtención, en Espana, de la etiqueta de certificación, Actes du Ve Congrès International, Science et Culture de la Truffe et des autres Champignons Hypoges Comestibles. 4 au 6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, Federation Française des Trufficulteurs p. 6.311.
20. PALAZÓN C., DELGADO I., CARTIÉ G, Y BARRIUSO J. (1997): Metodología del análisis de planta micorrizada con *Tuber melanosporum*, Reunión sobre truficultura, Zaragoza, 1997.
21. RICARD J. M. (2003): La truffe, Guide technique de trufficulture, CTIFL, Párizs, p. 268.

22. SIMON T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 976 pp.
23. STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. (1999): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 470.
24. VERLHAC A., GIRAUD M., LETEINTURIER J. (1990): La truffe guide pratique. CTIFL (Centre technique interprofessionel des fruits et légumes), Paris. pp. 77-88.
25. ZAMBONELLI A., GOVI G. (1990): Studi sulle ectomicorrize de *Tuber aestivum* var. *uncinatum* Chatin. Atti del II Congresso Internazionale sul Tartufo, Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano, Spoleto, pp. 247-255.
26. ZAMBONELLI A., IOTTI M. (2005): Appennino Modenese, Terre da Tartufo, Editoriale Giorgio Mondadori, p. 125.
27. ZAMBONELLI A., IOTTI M., ROSSI I., HALL I. (2000): Interactions between *Tuber borchii* and other ectomycorrhizal fungi in a field plantation, *Mycological Research*, 104: 698-702.

Publikációk jegyzéke / List of publications

Tudományos cikkek / Articles

Gógán, A., Dimény, J. (2003) Az európai és a magyarországi szarvasgomba termesztés irányai és lehetőségei az alternatív mezőgazdálkodásban. Európai technológiák, magyar törekvések. *Tájökológia Lapok*, (2):135-143.

Gógán, A. (2005) Pestovanie hl'uzoviek v Mad'arsku – minulost', súčasnost' a budúcnost' - Truffle cultivation in Hungary – past, present and future, Biodoverzita hypogeických húb – Biodiversity of hypogeous fungi, 1/2006, pp. 31-35.

Gógán, A. Cs., Bratek, Z., Dimény, J., (2007) A new tool for rural development: truffle cultivation, *Cereal research Communications*, Vol. 35, No. 2, 2007. pp. 413-417. **IF:** 1.190

Gógán, A. Cs., Bratek, Z., Dimény, J., (2008) A case study on the soil parameters and mycorrhiza levels of plantlets on an extensive truffle orchard, *Cereal research Communications*, Vol. 36, 2008. pp. 551-555. **IF:** 1.037

Gógán, A. Cs., Bratek, Z., Merényi Zs., Illyés Z. and Dimény, J. (2009) *Choiromyces meandriformis* and *Mattirolomyces terfezioides*: peculiar truffles with new perspectives, *Micologia Italiana*, Patron Editore, Bologna, XXXVIII. N 1. pp. 21-28.

Referált konferencia kötetek / Proceedings

Gógán, A. Dimény, J., Bujáki, G. (2004) Truffle cultivation – a way of sustainable agriculture and land use, Bulletin of the „International Symposium Prospects for the 3rd Millennium Agriculture” Cluj-Napoca, 2004. október 20-23. pp. 150-153.

Bratek, Z., Gógán, A., Halász, K., Bagi, I., Erdei, (2004) The northernmost habitats of *Tuber magnatum* known from Hungary, First Hypogean Mushroom Conference, Rabat, Marokkó, 2004. Április 6-8.,

Bratek, Z., Gógán, A., Berecz, B., Dimény, J. (2007) Habitat preferences of *Terfezia terfezioides* in Hungary, Proceedings of the First Hypogean Mushroom Conference, Rabat, Marokkó, 2004. Április 6-8.

Gógán, A. Cs., Bratek, Z., Dimény, J., 2007. Kísérletek tölgy csemeték mikorrhizálására nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum* Vittad), Lippay-Ormos-Vas tudományos Ülésszak, 2007. november 7-8., Budapest

Gógán, A. Cs., Bratek, Z., Merényi Zs., Illyés Z. and Dimény, J. (2011) Studies on *Tuber macrosporum* Vittad. natural truffle habitats in the Carpatho-Pannon region, p 182-188. In: Atti 3° Congresso internazionale di Spoleto sul Tartufo, Tipolitografia Federici, Terni

Konferencia absztraktok / Abstracts

Szeglet P., Gógán A., Szabó I. (2004) Ültetvényes gombatermesztés a vidékfejlesztés ígéretes eszköze, XLVI. Georgikon Napok, Keszthely, 2004. szeptember 16-17. ISBN 963 9096 92

Gógán, A., Dimény J., Bujáki G. (2004) A fenntartható tájhasználat új lehetősége Magyarországon: a szarvasgomba termesztés, előadás az I. Magyar Tájökológiai Konferencián, Szirák, 2004. szeptember 17-19. p. 26.

Gógán, A., Bratek, Z., Dimény, J., Bujáki G. (2005) Notes to the ecophysiology of some important hypogeous fungi in the Carpatho-Pannon region, IV. International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms (IWEMM4), Spanyolország, Murcia, 2005. november 29-december 2. p. 63.

Gógán, A. Bagi, I. Rudnóy, Sz., Szegő, D., Bratek Z. (2005) Some data to the knowledge of Chinese truffle's (*Tuber indicum*) taxonomy and habitat preference in Yunnan Province, IV. International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms (IWEMM4), Spanyolország, Murcia, 2005. november 29-december 2. p. 64.

Gógán, A. (2005) Truffle cultivation in Hungary – past, present and future, Hagymányos Agrárökoszisztémák Konferencia, Szlovákia, Nyitra, 2005. szeptember 21. p. 31.

Gógán, A., Bratek, Z., Szeglet, P., Dimény, J. (2006) Truffle traditions and new perspectives – truffle orchards in Hungary, Truffle Orchards Workshop, Finnország, Juva, 2006. október 15-18. p. 10.

Gógán, A. Cs., Bratek, Z., Dimény, J. (2007) Kísérletek tölgy csemeték mikorrhizálására nyári szarvasgombával (*Tuber aestivum* Vittad.), Lippay-Ormos-Vas tudományos Ülésszak, 2007. november 7-8., Budapest, pp. 310-311.

Gógán, A. Cs., Bratek, Z., Dimény, J. (2008) Monitoring of an extensive truffle orchard in Hungary, Bonn, 2008. szeptember 29-október 3. p. 71.

A. Cs. Gógán, I. Bagi, G. Edvi, N. Godó, J. Dimény (2010): Current situation of truffle legislation in Hungary, Proceedings of the Second Congress of the *Tuber aestivum/uncinatum* European Scientific Group (TAUESG), p. 17.

Könyvrészletek / Book Chapters

Gógán, A. Cs., Bratek, Z. Dimény, J. (2007) Las trufas y la truficultura en Hungría. In: Domenech, S. R. (ed) 2007. Truficultura: Fundamentos y técnicas, Ediciones Mundi-Prensa, pp. 465-480.

Gógán A. Cs., Molnár K. (2007) A szarvasgomba termesztésének alapelvei és A szarvasgomba termesztésének rövid története In: Bagi, I., Fekete A. O., 2007. A szarvasgombász mesterség, Budapest,

Szakkikkek / Other articles

Gógán A. Cs., Dimény, J. (2008) A szarvasgomba-termesztés lehetőségei Magyarországon, *Gazdasági Tükörcső* online kiadás, http://www.gtm.hu/hir.php?hir_id=62

Gógán A. Cs., Dimény, J. (2008) A legdrágább élelmiszer, *Magyar mezőgazdaság*, 63. évf. 29. szám. pp. 24.

Edvi G., Csorbainé Gógán A., Dimény J. (2010): Szarvasgomba ültetvények Magyarországon *Zöldségtermesztés/ Vegetable growing* 41 (2): 17-19.

Godó N., Cs. Gógán A., Dimény J. (2010): Szarvasgombával mikorrhizált csemeték előállítása, *Zöldségtermesztés/ Vegetable growing* 41 (1):15-17.