

Popularyzacja upraw truflowych w Polsce jako metody ochrony gatunkowej trufli letniej i zagospodarowania terenów nieleśnych

Dorota Hilszczańska

Abstrakt. Trufle (*Tuber* spp.) należą do grzybów workowych (*Ascomycota*) charakteryzujących się podziemnym (hypogeicznym) trybem życia (owocniki zwykle tworzą się w glebie na głębokości ok. 10-20 cm). Tworzą mykoryzę – symbiozę o charakterze mutualistycznym z wieloma gatunkami drzew i krzewów leśnych, m.in. dębem, bukiem, lipą, grabem, leszczyną. Rozwój mykoryz trufli jest regulowany przez temperaturę, wilgotność oraz składniki chemiczne gleby o odpowiedniej przepuszczalności. Wśród gatunków trufli najwyższej cenione pod względem zapachowym i smakowym są trufła biała (*Tuber magnatum*) i trufła czarna (*T. melanosporum*) występujące głównie we Włoszech, Francji i Hiszpanii. Trufła letnia (*T. aestivum*), chociaż ma nieco mniejsze walory od dwóch wymienionych gatunków, ma tę nad nimi przewagę, że owocnikuje równie dobrze w chłodnym, jak i ciepłym klimacie. Liczba potwierdzonych stanowisk trufli jest w Polsce wciąż niewielka, jednak w okresie minionych 5. lat znacząco wzrosła, głównie dzięki realizacji projektów badawczych związanych z ochroną i promocją tych cennych grzybów poprzez zakładanie ogrodów truflowych. Zakładanie plantacji truflowych w warunkach Polski jest stosunkowo nowym przedsięwzięciem naukowo-gospodarczym, które wpisuje się w coraz bardziej popularyzowany na świecie kierunek „agroforestry”. W pracy przedstawiono wymagania środowiskowe *T. aestivum* oraz strukturę mykoryz u sadzonek dębu szypułkowego (*Quercus robur*) i leszczyny pospolitej (*Corylus avellana*), rosnących na trzech plantacjach trufli letniej. Utrzymywanie się mykoryz *T. aestivum* u dębu i leszczyny rosnących w różnowiekowych plantacjach pozwala prognozować pojawienie się owocników w niedalekiej przyszłości (3-4 lat).

Słowa kluczowe: *Tuber aestivum*, ogrody truflowe, *Quercus robur*, *Corylus avellana*, agroleśnictwo

Abstract. Popularization of truffle cultivation in Poland as a method protect *Tuber aestivum* and management non-forest areas. Truffles (*Tuber* spp.) are hypogeous fungi belonging to *Ascomycota*. Their fruiting bodies develop mainly in the depth of 10-20 cm. Truffles grow in symbiosis with a broad diversity of tree hosts (e.g. oak, beech, linden, hornbeam and hazel) in a variety of habitats. Mycorrhizae' development depends on temperature, moisture and chemical composition of soil. The best value among truffles possess white truffle (*Tuber magnatum*) and black truffle (*T. melanosporum*) due to their aroma and taste. The species grow mainly in Italy, France and Spain. Although sum-

mer truffle (*T. aestivum*), is rather lesser value than the two mentioned species, their fruiting bodies can be found in cold and warm climate as well. In Poland are known only a few sites of summer truffle sites so far. However, due to research on promotion and protection of the valuable fungi (by truffle orchards establishing) an increase of *T. aestivum* sites has been observed. Although establishing of truffle orchards is still in pioneer phase, such an activity is perceived as a new source of benefits in agroforestry. In the study author presents environmental requirements of *T. aestivum* and mycorrhizal structure of *Quercus robur* and *Corylus avellana* seedlings outplanted into three different truffle orchards. Persistence of *T. aestivum* mycorrhizae in roots of oak and hazel bodes well for the future fructification of the fungus (within 3-4 years).

Keywords: *Tuber aestivum*, truffle orchards, *Quercus robur*, *Corylus avellana*, agroforestry

Wstęp

Truffle (*Tuber* spp.) to grzyby workowe (*Ascomycota*), charakteryzujące się podziemnym trybem życia (owocniki zwykle tworzą się w glebie na głębokości ok. 10-20 cm). Tworzą mykoryzę – symbiozę o charakterze mutualistycznym z wieloma gatunkami drzew i krzewów leśnych, m.in. dębem, bukiem, lipą, grabem, leszczyną. Rozwój mykoryzy trufli jest regulowany przez temperaturę, wilgotność oraz składniki chemiczne gleby o odpowiedniej przepuszczalności. Warunki sprzyjające dla rozwoju wymieniony grzyb znajduje zarówno w glebach piaszczystych, jak i podmokłych, jednakże zasobnych w węglan wapnia, o niskiej zawartości azotu, fosforu i żelaza, a bogatych w potas i siarkę (Pacioni i Comandini 1999).

Wysoka wartość smakowa trufli, szczególnie ceniona na zachodzie Europy, jest efektem charakterystycznego zapachu owocników (Brillant-Savarin 1825). Zarodniki trufli rozprzestrzeniane są głównie przez dziki. Źródła historyczne donoszą, że trufli poszukiwano głównie przy pomocy udomowionych świń, co nadało im nazwę „pokarmu bogów, królów i świń”. Wśród gatunków trufli najwyższej cenione pod względem zapachowym i smakowym są trufia biała (*Tuber magnatum*) i trufia czarna (*T. melanosporum*) (Mello i in. 2006), występujące głównie we Włoszech, Francji i Hiszpanii. Trufia letnia (*T. aestivum*), chociaż ma nieco mniejsze walory od dwóch wymienionych gatunków, ma tę nad nimi przewagę, że owocnikuje równie dobrze w chłodnym, jak i ciepłym klimacie. Występuje od Portugalii i Wielkiej Brytanii przez Bułgarię i Włochy na południu, po kraje bałtyckie na wschodzie Europy. Dania i Gotlandia pozostają jak dotąd najdalej wysuniętymi na północ stanowiskami występowania tego gatunku (Pegler i in. 1993; Chevalier 2009; Marjanovic i in. 2009). W Polsce owocniki *T. aestivum* stwierdzono w 2007 r. w drzewostanach grabowo-dębowych w regionie Niecki Nidziańskiej (Hilszczańska i in. 2008). Nie wyklucza się (Hilszczańska 2009), że owocniki tego grzyba występują tak licznie, jak owocniki borowika (*Boletus*), ale z uwagi na podziemny rozwój grzyba oraz brak w Polsce tradycji kulinarnych związanych z truflą, są gatunkiem „przeocznym”.

Liczba potwierdzonych stanowisk trufli jest w Polsce wciąż niewielka, jednak w okresie minionych 5. lat znacząco wzrosła (Hilszczańska i in. 2008, 2013; Ławryniewicz i in.

2008; Rosa-Gruszecka i in. 2014), głównie dzięki realizacji projektów badawczych związanych z ochroną i promocją tych cennych grzybów. Znane stanowiska trufli zlokalizowane głównie w terenach, gdzie występują rędziny czy pararędziny, gleby wytworzone na gipsach lub dolomitach, charakteryzujące się wysokim odczynem podłoża (od 7 do 8 pH) i zasobne w wapń.

Jak podają Hall i współautorzy (1994, 1998, 2007) owocnikowaniu trufli nie sprzyja gęsta roślinność runa i lasy o zwartej strukturze, z małym dostępem światła. W Polsce trufła letnia najlepsze warunki do owocnikowania znajduje w drzewostanach mieszanych, zwłaszcza jeśli ich wiek nie przekracza 30 lat, na siedliskach lasów grądowych, buczyn i świetlistych dąbrów. W starszych drzewostanach również trufła występuje, lecz liczba wykrytych owocników jest znacznie mniejsza (Hilszczańska i in. 2014).

Drastyczny spadek plonu trufli w naturalnych drzewostanach, obserwowany szczególnie w krajach śródlądowych, nastąpił w minionym stuleciu (Callot 1999). Jedną z jego przyczyn jest zaprzestanie pozyskiwania drewna na opał, co jest związane z migracją ludności wiejskiej do miast w latach 60. ubiegłego wieku. Zaprzestano również tradycyjnego wypasu zwierząt, zapewniającego prześwietlenie drzewostanu. Wzrost zacienienia lasu przełożył się bezpośrednio na mniejszą liczbę owocników trufli (Reyna 2007). Zastępowanie drzewostanów dębowych szybko rosnącymi gatunkami iglastymi było kolejnym czynnikiem niekorzystnym dla grzybów z rodzaju *Tuber*. Do zniszczenia wielu stanowisk trufli mogło się przyczynić nieumiejętne ich zbieranie, np. wykopywanie nieodpowiednimi narzędziami owocników, które nie osiągnęły stadium dojrzałości (Estrada i Alcántara 1990).

W celu przeciwdziałania dalszemu spadkowi plonu trufli oraz propagowaniu rozwiązań związanych z innym, niż tradycyjne, zagospodarowaniem terenów niewykorzystywanych pod uprawy rolnicze, coraz powszechniejsze staje się promowanie zakładania ogrodów truflowych. Związane jest to z wykorzystaniem inokulum w postaci „europejskich”, rodzimych gatunków trufli w krajach, jak dotąd niezwiązanych z tradycyjną uprawą trufli. Jako przykład może posłużyć Szwecja, gdzie w 1997 r. na Gotlandii i Olandii założono pierwsze ogrody truflowe, przynoszące obecnie plon. Materiał sadzeniowy stanowiły sadzonki dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) i leszczyny pospolitej (*Corylus avellana* L.) szczepione zarodnikami z rodzimych i francuskich owocników *T. aestivum* (Weden i in. 2001, 2009).

Zakładanie plantacji truflowych w warunkach Polski jest stosunkowo nowym przedsięwzięciem naukowo-gospodarczym, które wpisuje się w coraz bardziej popularyzowany na świecie kierunek „agroforestry”. Taka koncepcja zagospodarowania przestrzeni okazuje się niejednokrotnie o wiele bardziej korzystna (w niektórych regionach), niż konwencjonalne rolnictwo lub leśnictwo. Biorąc pod uwagę przykłady z zagranicy, m.in. Węgier, Francji, Włoch i Hiszpanii, można zauważyć, że ten sposób zagospodarowania stymuluje rozwój ekonomiczny, jak i społeczny, szczególnie małych wiejskich społeczności (Samils 2002).

Tworzenie upraw truflowych – oprócz znaczenia ekonomicznego niesie ze sobą również cenny aspekt dla ochrony przyrody. Dla przykładu, wprowadzane do tych upraw gatunki dębu *Quercus robur* i *Q. petraea* należą do drzew, z którymi związana jest duża liczba innych organizmów, wiele gatunków mchów, porostów, grzybów i bezkręgowców, a liczbę gatunków, które żyją tylko i wyłącznie w powiązaniu z dębem, szacuje się od 800 do 1000 (Gärdenfors 1994).

Ogrody truflowe prowadzone przez Instytut Badawczy Leśnictwa

Pierwszy z ogrodów truflowych został założony w 2008 r., na terenie Nadleśnictwa Chełm. Jest to według naszej wiedzy także pierwszy ogród, w którym wysadzono sadzonki dębu (*Quercus robur* L.) i leszczyny (*Corylus avellana* L.) mykoryzowane zarodnikami owocników trufli letniej (*Tuber aestivum* Vittad.) zebranych w drzewostanach naturalnych na terenie Niecki Nidziańskiej. Wyboru powierzchni dokonano w oparciu o parametry glebowe i wskaźniki sprzyjające rozwojowi trufli letniej opisane w tabeli 1. Na wybranej powierzchni gleba należy do typu rędzina właściwa i jest wytworzona na wapieniu muszlowym o odczynie od 7,5 do 8 jednostek pH. Przez ostatnie 20 lat gleba była odłogowana, co jest korzystnym czynnikiem, gdyż brak roślin tworzących ektomykoryzy ogranicza konkurencję dla *T. aestivum* (Chevalier i Frochot 1997). Sadzonki (*Q. robur* – 134 szt. i *C. avellana* – 150 szt.) wysadzano w rozstawie 4,5 x 3 m na powierzchni wielkości 0,44 ha i zabezpieczono siatką w celu ochrony przed zgrzyzaniem przez zwierzynę. Chwasty wokół sadzonek usuwano ręcznie a pas ziemi między sadzonkami przeorywano, aby ograniczyć konkurencję o substancje pokarmowe i wodę.

Tab. 1. Warunki odpowiednie dla rozwoju *T. aestivum* Vittad

Table 1. Conditions for growth of *T. aestivum* Vittad

Gleba/teren charakterystyka	Przydatność danego terenu w uprawie trufli letniej			
	wysoka	średnia	niska	zerowa
Struktura gleby	Pozostałe struktury (tzn. inne niż w dwóch ostatnich kolumnach)	Pozostałe struktury	Glina-Piasek gliniasty	Piasek
Zawartość CaCO ₃	Tak	Tak	Brak w profilu glebowym, ale substrat wapienny	Brak w profilu glebowym i substrat nie wapienny
Poziom wody gruntowej	Brak w górnej warstwie 40 cm	Brak w górnej warstwie 40 cm	Brak w górnej warstwie 40 cm	Obecna w górnej warstwie 40 cm
Wilgotność gleby	Umiarkowana i stała	Umiarkowana i stała	Umiarkowana i stała	Wysoka
C/N	<15	15-20	>20	-
pH	7,6-8,4	7, 0-7,6 nawet >8,4	7,0-7,6 nawet >8,4	<7,0
Substrat	Wapienie skalne	Wapienie skalne	Wapienny łupek krystaliczny, dolomit, morena wapienna	Brak wapieni
Morfologia terenu	Zbocza	Zbocza	Podnóże zbocza	-
Wysokość n.p. m.	<600 m	600-1000 m	600-1000 m	>1000 m
Nachylenie zbocza	>15%	>15%	<15%	-
Użytkowanie terenu	Obecność zwartego, gęstego lasu redukuje przydatność terenu o jedną klasę			

Kolejny ogród truflowy z udziałem 300 sadzonek dębu i 50 sadzonek leszczyny został założony we wrześniu 2011 r. na terenie gminy Olkusz, powierzchnia ok. 0,5 ha jest częścią 3 ha prywatnego ogrodu. Gleba przez 3 lata przed wysadzeniem odlogowała i nie rosły na niej żadne drzewa. Sadzonki wysadzano w rozstawie 5 x 5 m, a powierzchnię zabezpieczono siatką w celu ochrony przed zgryzaniem. Sadzonki dębu były mykoryzowane rodzimym inokulum (zarodniki *T. aestivum*), zaś leszczynę mykoryzowano również *T. aestivum*, lecz owocniki pozyskano we Francji, w okolicy Nancy.

Trzeci ogród truflowy założono w maju 2013 r. w Michałowie (Nadl. Pińczów). Sadzonki wysadzono w rozstawie 3,5 x 4 m, na powierzchni około 0,5 ha. Wykonano zabiegi uprawowe, takie jak: orka głęboka, talerzowanie i bronowanie. Prace te miały miejsce w październiku 2012 r. Posadzono 331 sadzonek dębu szypułkowego, w tym 205 sadzonek inokulowanych *Tuber aestivum* i 126 sadzonek nieinokulowanych. Powierzchnia została ogrodzona, aby zapobiec szkodom od zwierzęcy, a ziemię wokół każdej sadzonki przykryto włókniną, aby zapobiec zachwaszczeniu w bezpośrednim jej sąsiedztwie.

Przy wyborze powierzchni odpowiednich dla założenia ogrodów truflowych uwzględniono rodzaj i typ gleby, warunki termiczne i wilgotnościowe oraz naturalne występowanie trufli letniej.

Tab. 2. Skład fizyko-chemiczny gleby na wybranych powierzchniach badawczych
Table 2. Physico-chemical composition of soil in invasigated sites

Parametry glebowe	Chełm	Michałów	Olkusz
% gliny	39,4*	36,97	13,51
% pyłu	29,1	42,35	76,62
% piasku	31,5	20,68	9,86
pH _{H2O}	8,1	6,8	7,3
pH _{KCl}	7,2	5,8	6,54
CaCO ₃ (ogółem)%	21,85	0,08	0,3
P (g x kg ⁻¹)	0,35	0,11	0,39
Fe(g x kg ⁻¹)	11,43	15,40	12,86
Ca (g x kg ⁻¹)	75,18	19,29	3,55
Mg (g x kg ⁻¹)	3,13	2,43	2,03
K (g x kg ⁻¹)	4,09	3,83	2,94
Ca/Mg	24,0	7,94	1,69
K/Mg	1,31	1,58	1,44
C (ogółem) %	3,94	1,69	1,31
N (ogółem) %	0,10	0,17	0,15
C/N	38,8	10,0	9

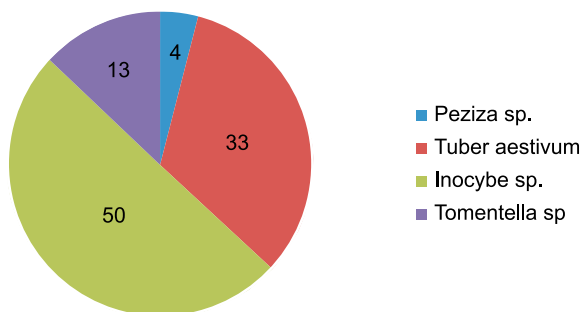
*- dane są średnią arytmetyczną dla 5. Powtórzeń

Stan mykoryz u sadzonek w ogrodach truflowych

Warunkiem uzyskania w przyszłości plonowania truflki jest obecność mykoryz tego grzyba na korzeniach. Stad, konieczne jest coroczne badanie struktury mykoryz. Ocena stanu mykoryz wykonywana jest również przed wysadzeniem sadzonek do gruntu, tj. po okresie ich wzrostu w warunkach szklarniowych.

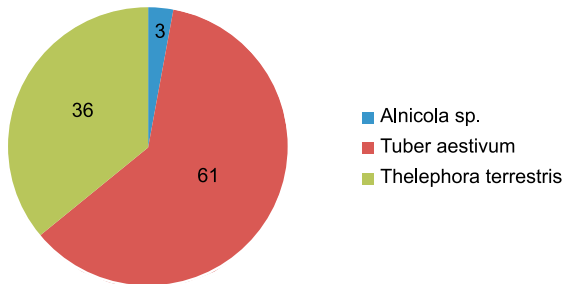
Ogród truflowy w Chelmie

Sadzonki dębu po 6 miesiącach wzrostu w szklarni posiadały 40% mykoryz *T. aestivum*, natomiast u leszczyny ich udział stanowił zaledwie 6%. Coroczna ocena mykoryzacji u dębu i leszczyny rosnących na uprawie wykazywała utrzymywanie się mykoryz *T. aestivum* na korzeniach. W 2011 roku ich udział u leszczyny wyniósł 64%, u dębu zaś 75%. Pozostałe mykoryzy były tworzone głównie przez autochtoniczne grzyby rodzaju *Thelephora* (20%) i *Hebeloma* (5%). Rok później udział mykoryz *T. aestivum* u leszczyny w strukturze wszystkich mykoryz wynosił 56% i był niższy, w porównaniu do roku 2011, o 8 %. Natomiast u dębu udział tych mykoryz wynosił 33%. U sadzonek dębu udział mykoryz *T. aestivum* uległ zmniejszeniu aż o 42%, w porównaniu z rokiem poprzednim. Zarówno u dębu, jak i u leszczyny odnotowano duży udział mykoryz tworzonych przez następujące grzyby: *Thelephora terrestris*, *Inocybe* sp., *Peziza* sp., *Scleroderma citrinum* i *Tomentella* sp. W kolejnym roku oceny (2013) stwierdzono u dębu utrzymywanie się mikoryz *T. aestivum* na tym samym poziomie (33%). Dominowały mykoryzy *Inocybe* sp., których udział wynosił 50%. Inne grzyby obecne na korzeniach to *Peziza* sp. i *Tomentella* sp., których łączny udział wynosił 17% (ryc. 1).



Ryc. 1. Udział procentowy grzybów mykoryzowych kolonizujących korzenie dębu na plantacji w Chelmie
Fig. 1. The percentage of mycorrhizal fungi colonizing the roots of oak on the plantation in Chelme

U sadzonek leszczyny mykoryzy tworzone przez *T. aestivum* satnowiły 61%. Gatunek *Thelephora terrestris* kolonizował 36% liczby korzeni leszczyny, zaś udział mykoryz *Alnicola* sp. wynosił zaledwie 3% (ryc. 2).

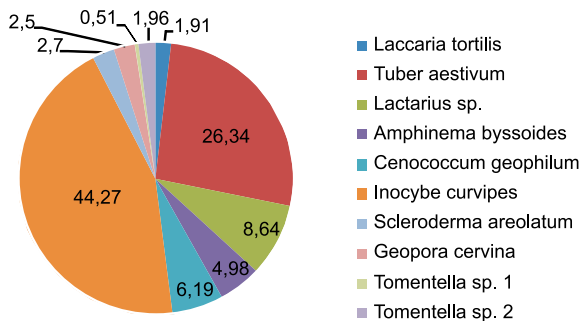


Ryc. 2. Udział procentowy grzybów mykoryzowych kolonizujących korzenie leszczyny na plantacji w Chelmie

Fig. 2. The percentage of mycorrhizal fungi colonizing the roots of hazelnut on the plantation in Chelme

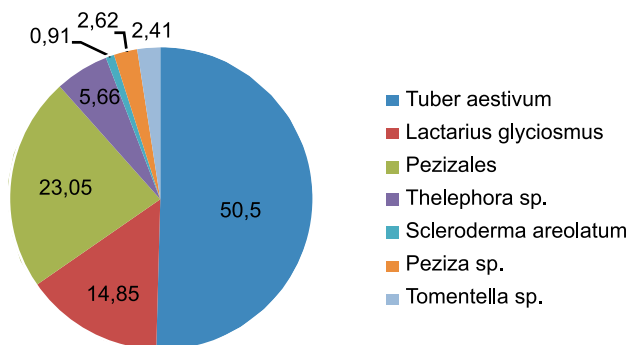
Ogród truflowy w Olkuszu

U sadzonek dębu mykoryzowanych owocnikami *T. aestivum*, rosnących w szklarni przez 6 miesięcy, udział mykoryz z truflą letnią wynosił 55%. U leszczyny udział tych mykoryz był wyższy i wynosił 61%. W rok po wysadzeniu sadzonek w uprawie, tj. w 2012 roku udział mykoryz *T. aestivum* u sadzonek dębu znacznie się zmniejszył i wynosił 21%, natomiast u leszczyny ich udział wzrósł do 73%. Po upływie dwóch lat od wysadzenia sadzonek w uprawie stwierdzono 26,34% udziału mykoryz *T. aestivum* u dębu. Odnotowano 9. innych gatunków grzybów ektomykoryzowych na korzeniach dębu (ryc. 3). W przypadku leszczyny udział mykoryz *T. aestivum* zmniejszył się z 73 do 50,5%. Pozostałe mykoryzy tworzone były przez 6 gatunków grzybów ektomykoryzowych (ryc. 4).



Ryc. 3. Udział procentowy *T. aestivum* na korzeniach dębu na plantacji w Olkuszu

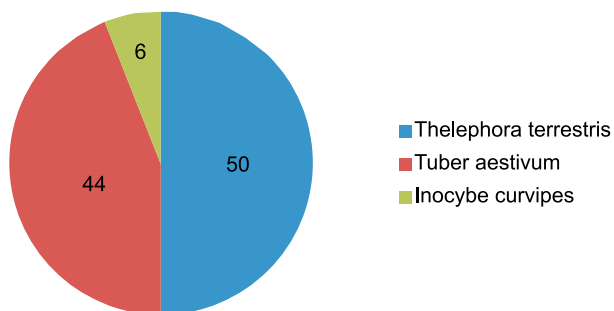
*Fig. 3. Percentage of *T. aestivum* on the roots of oak on the plantation in Olkusz*



Ryc. 4. Udział procentowy *T. aestivum* na korzeniach leszczyny na plantacji w Olkusz
Fig. 4. Percentage of *T. aestivum* on the roots of hazelnut on the plantation in Olkusz

Ogród truflowy w Michałowie

Udział mykoryz z truflą letnią sadzonek dębu po 14 miesiącach wzrostu w szklarni wynosił 76%. Po roku od wysadzenia sadzonek do gruntu udział mykoryz trufli letniej zmniejszył się do 50% (ryc. 5). Pozostałe mykoryzy były tworzone przez, ektomykoryzowe grzyby o charakterze wszędobyłskim, jak *Thelephora terrestris* (44%) i czy typowe dla młodocianego stadium dębu, jak *Inocybe curvipes* (6%).



Ryc. 5. Udział procentowy grzybów mykoryzowych kolonizujących korzenie dębu w ogrodzie truflowym w Michałowie
Fig. 5. Percentage of mycorrhizal fungi colonizing the roots of oak in the truffle garden in Michałow

Podsumowanie

Pierwsze owocniki pojawiają się na ogół w okresie 4–10 lat od posadzenia sadzonek drzew.

W uprawach leszczynowych trufle pojawiają się zazwyczaj wcześniej niż w uprawach dębu, jednakże dębowe uprawy zapewniają dłuższy okres „produkcji” trufli. Obecnie istnieje tendencja do zakładania mieszanych upraw (Hall i in. 1994). Zbiór owocników w Europie przeciętnie wynosi 20–40 kg/ha, ale niekiedy zdarza się nawet 100 kg/ha (Hall i in. 1998). Plonowanie trufli jest zależne od utrzymywania się jej mykoryz na korzeniach wysadzonych drzew. Należy się zatem liczyć z ryzykiem, iż w sytuacji, np. niesprzyjających warunków pogodowych i/lub zastępowania mykoryz trufli przez mykoryzy tworzone z udziałem innych gatunków grzybów symbiotycznych, owocniki trufli nie wytworzą się w ogóle. Czynnikiem utrudniającym rozwój mykoryz, a w przyszłości owocników inokulowanego gatunku grzyba (tu: *T. aestivum*), są mykoryzy tworzone z udziałem innych gatunków grzybów, konkurujących z truflą letnią. U inokulowanych sadzonek przygodne mykoryzy są najczęściej tworzone przez grzyby należące do rodzaju *Thelephora* i *Scleroderma* (Hall i in., 2007). Uzyskane wyniki potwierdzają w/w spostrzeżenie, gdyż obecność mykoryz *Thelephora* i *Scleroderma* była stwierdzana u sadzonek już po 6-ciu miesiącach od inokulacji (Hilszczańska i Sierota 2010).

Według Granetti’ego i in. (2005) *T. terrestris* bardzo często towarzyszy mykoryzom *Tuber*, nawet w sytuacji, gdy podłoże hodowlane było sterylizowane. Inne również częste mykoryzy przygodne tworzone są przez *Sphaerospora brunnea* i *Pulvinula constellatio* (Granetti i in. 2005; Hall i in., 2007). W naszych doświadczeniach nie stwierdzono obecności tych ostatnich, występowały natomiast mykoryzy tworzone przez grzyby należące do rodzajów: *Hebeloma*, *Inocybe*, *Tomentella*, *Peziza*, *Scleroderma* i *Alnicola*.

Obecność mykoryz *T. aestivum* u sadzonek dębu po pierwszym sezonie wegetacyjnym na plantacji doświadczalnej w Michałowie dobrze rokuje przyszłej uprawie tego gatunku trufli. Ich wysoki, 50% udział, potwierdza zasadę mykoryzacji odnośnie do pochodzenia inokulumu z tego samego lub podobnego regionu geograficznego, na którym wysadza się inokulowane sadzonki (Dodd i Thomson 1994). Użyte do mykoryzacji owocniki trufli letniej zostały bowiem zebrane w dorosłym drzewostanie dębowo-grabowym, sąsiadującym z plantacją. Parametry glebowe na stanowiskach trufli w drzewostanie i powierzchni, na której założono ogród truflowy były do siebie zbliżone, co również nie było obojętne dla utrzymywania się mykoryz trufli letniej i podejmowania konkurencji z innymi, autochtonicznymi gatunkami grzybów mykoryzowych (Benucci i in. 2011; 2012a, b). Należy jednak zaznaczyć, że odstępstwo od tej zasady nie musi kończyć się niepowodzeniem. Z doświadczeń przeprowadzonych w takich krajach, jak Szwecja, Finlandia, Nowa Zelandia czy Australia (Weden 2004; Hall i in. 2007) wynika, że sadzonki inokulowane truflą pozyskaną we Francji czy Włoszech charakteryzują się dobrym wzrostem, a wokół nich, w glebie znajdowane są owocniki. Duży udział mykoryz *T. aestivum* u leszczyny w ogrodzie truflowym w Olksuzu (ryc. 4) zdaje się potwierdzać tę zasadę.

Mimo dużej konkurencji ze strony innych gatunków grzybów ektomykoryzowych w ogrodzie truflowym w Chełmie, po 6 latach od jego założenia, pojawiły się owocniki trufli rudej (*T. rufum*). Zlokalizowano je z pomocą tresowanego psa, wokół leszczyny, na głębokości ok 3 cm. Ten wynik dobrze rokuje przyszłemu plonowaniu trufli letniej, trufła ruda poprzedza bowiem jej owocnikowanie (Garcia-Falces i Miguel Velasco 2008).

Na podstawie analizy parametrów glebowych oraz utrzymywania się mykoryz *T. aestivum* na korzeniach dębu i leszczyny słuszne wydaje się stwierdzenie, że możliwości uprawy trufli w Europie są bardzo duże, a jedynym czynnikiem limitującym to przedsięwzięcie jest klimat (Chevalier 2012).

Podziękowania

Prezentowane wyniki uzyskano dzięki finansowaniu przez Narodowe Centrum Nauki (projekt nr NN 309426438) i Dyрекcyję Generalną Lasów Państwowych (projekt nr. OR-2717/19/11).

Literatura

- Benucci G.M.N., Raggi L., Albertini E., Grebenc T., Bencivenga M., Falcinelli M., Di Massimo G. 2011. Ectomycorrhizal communities in a productive *Tuber aestivum* Vittad. orchard: composition, host influence and species replacement. *FEMS Microbiol. Ecol.* 76 (1): 170-184.
- Benuci G.M.N., Gogan Csorbai A., Di Massimo G., Baciarelli Falini L., Bencivenga M., Donini D. 2012a. Mycorrhization of *Quercus robur* L. and *Corylus avellana* L. seedlings with *Tuber macrosporum* Vittad. *Mycorrhiza* 22 (8): 639-646.
- Benucci G.M.N., Bonito G., Baciarelli Falini L., Bencivenga M. 2012b. Mycorrhization of Pecan trees (*Carya illinoensis*) with commercial truffle species: *Tuber aestivum* Vittad and *Tuber borchii* Vittad. *Mycorrhiza* 22, 383-392.
- Brillat-Savarin J.A. 1825. *Physiologie du goût*.
- Callot, G. 1999. *La Truffe, la Terre, la Vie*. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris, France.
- Chevalier G., Frochot H. 1997. *La truffe de Bourgogne*. Petrarque, Levallois-Perret, France.
- Chevalier G. 2009. The truffle of Europe (*Tuber aestivum* Vitt.): ecology and possibility of cultivation. Abstracts of First Conference on the "European" Truffle *Tuber aestivum/uncinatum*, 6-8.11.2009, Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna.
- Chevalier G. 2012. Europe, a continent with high potential for the cultivation of the Burgundy truffle (*Tuber aestivum/uncinatum*). *Acta Mycologica* 47 (2): 127-132.
- Dodd J.C., Thomson B.D. 1994. The screening and selection of inoculant arbuscular-mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi. *Plant Soil* 159:149-158.
- Estrada, J. M. and Alcántara, C. 1990. *La Tòfona*. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya. Barcelona, Spain.
- Garcia-Falces R. S., Miguel Velasco A. M. 2008. *La Trufa*. Guia de truficultura. Instituto Tecnico y de Gestion Agricola S. A. Navarra-Espana.
- Gärdenfors U. 1994. Eken-utnyttjad av tusentals organismer. In: Olsson U (ed) *Ekfrämjandet 50 år*. Ekfrämjandet och Skogsvårdsstyrelsen Ronneby: 77-82.
- Granetti B., De Angelis A., Materozzi G. 2005. *Umbria, terra di tartufi*. Regione Umbria, Terni.
- Hall I., Brown G., Byars J. 1994. *The black truffle*. New Zealand Institute for Crop and Food Research. Christchurch, New Zealand.

- Hall I., Buchanan P. K., Yun W., Cole A. L. J. 1998. Edible and Poisonous Mushrooms. An Introduction. New Zealand Institute for Crop and Food Research. Christchurch, New Zealand.
- Hall I., Brown G., Zambonelli A., 2007. Taming the truffle. The history, lore, and science of the ultimate mushroom. Timber press, Oregon, USA.
- Hilszczańska D., Sierota Z., Palenzona M., 2008. New *Tuber* species found in Poland. *Mycorrhiza* Vol. 18(4): 223-226.
- Hilszczańska D. 2009. Propozycja mikoryzacji sadzonek drzew leśnych z udziałem trufli letniej (*Tuber aestivum*) w Polsce. *Sylwan* 153 (4): 281-289
- Hilszczańska D., Sierota Z. 2010. First attempt towards cultivation of *Tuber aestivum* in Poland. *Austrian Journal of Mycology*, 19: 209-212.
- Hilszczańska D., Rosa-Gruszecka A., Sikora K, Szmidla H. 2013. First report of *Tuber macrosporium* occurrence in Poland. *Scientific Research and Essays* 8 (23): 1096-1099.
- Hilszczańska D., Rosa-Gruszecka A., Szmidla H. 2014. Characteristic of *Tuber* spp. localities in natural stands with emphasis on plant species composition. *Acta Mycologica* 49, 2: 267-277.
- Ławrynowicz M., Krzyszczuk T., Faldziński M. 2008. Occurance of black truffles in Poland. *Acta Mycologica* 43 (2): 143-151.
- Marjanović Z., Grebenc T., Markovic M., Glisic A., Milenkovic M. 2009. Ecological specificities and molecular diversity of truffles (genus *Tuber*) originating from mid-west of the Balkan Peninsula. *Sydowia* 62: 67–87.
- Mello A., Murat C., Bonfante P. 2006. Truffles: much more than a prized and local fungal delicacy. *FEMS Microbiol. Lett.* 260: 1-8.
- Pacioni G., Comandini O. 1999. *Tuber*. In: Cairney JWG, Chambers SM (eds.) *Ectomycorrhizal fungi. Key genera in profile*. Springer, Berlin, Heiderberg, Germany, pp 163-186, Chap. 6.
- Pegler D.N, Spooner B.M., Young T.W.K. 1993. British truffles. A revision of British hypogeous fungi. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Reyna S. 2007. Trufficoltura – fundamentos y technizas. Valencia, Mundi-Prensa.
- Rosa-Gruszecka A., Hilszczańska D., Szmidla H. 2014. Warunki środowiskowe sprzyjające występowaniu trufli (*Tuber* spp.) na historycznych stanowiskach w Polsce. *Leśne Prace Badawcze*, 75 (1): 5-11.
- Samils N. 2002. The Socioeconomic Impact of Truffle Cultivation in Rural Spain-and its potential to encourage pioneer cultivation in Sweden. Master thesis 20c, SLU Uppsala, Sweden.
- Weden C., Ericsson L., Danell E. 2001. Tryffelnyheter fran Gotland [Research on *Tuber aestivum* syn. *T. uncinatum*, and *T. mesentericum* reported from Sweden for the first time]. *Svensk Botanisk Tidskrift* 95.
- Weden C., 2004. Black truffles of Sweden. Systematics, Population Studies, Ecology and Cultivation of *Tuber aestivum* syn. *T. uncinatum*. *Acta Universtatis Upsaliensis*.
- Weden C., Petterson L., Danell E. 2009. Truffle cultivation in Sweden: Results from *Quercus robur* and *Corylus avellana* field trials on the island of Gotland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24 (1): 37-53.

Dorota Hilszczańska
Instytut Badawczy Leśnictwa
D.Hilszczańska@ibles.waw.pl