



**Ektomikoryzy – ukryty potencjał
w badaniach mikrobioty drzew
leśnych na przykładzie
drzewostanów jodłowych.**

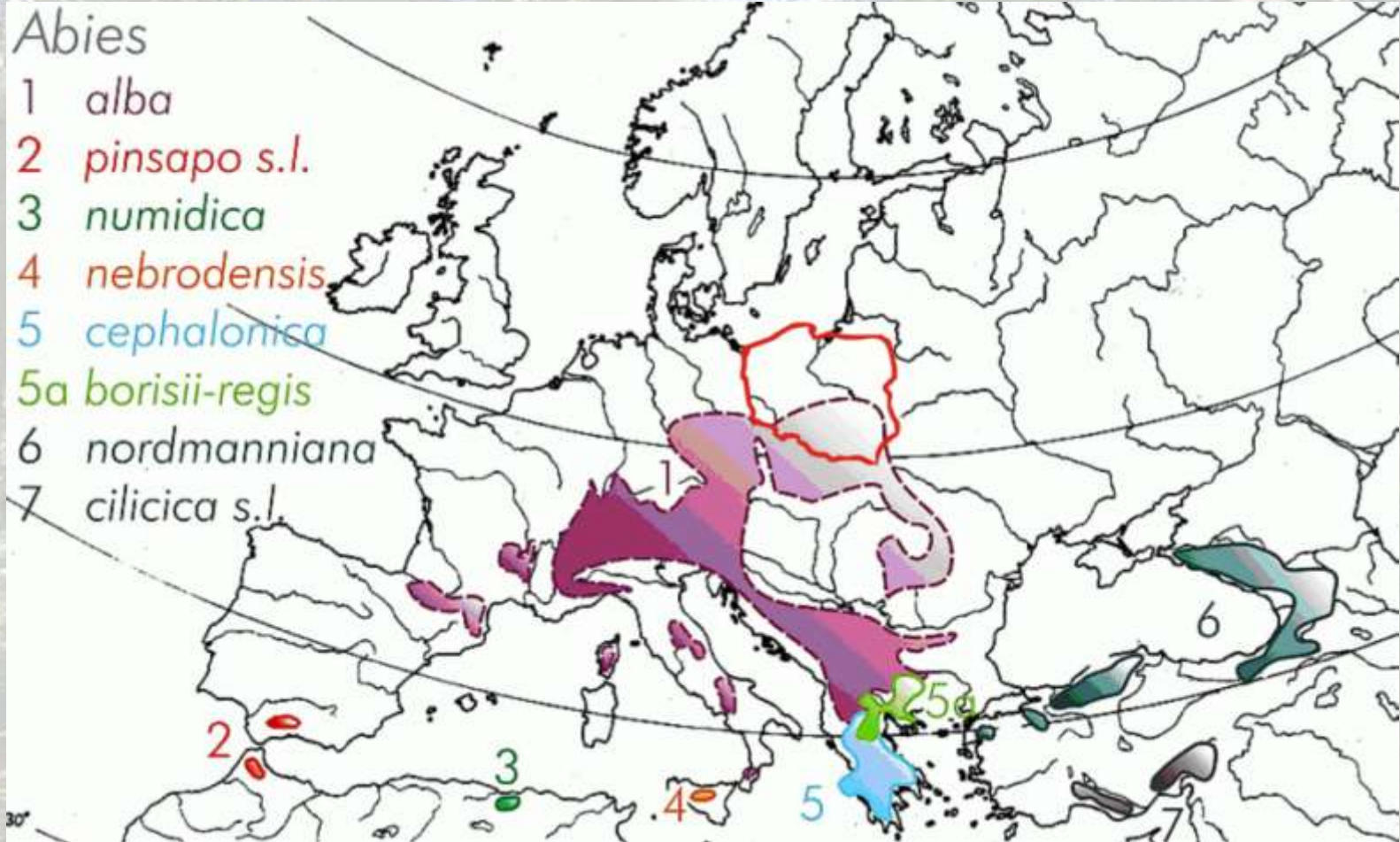
Iwona Smutek, Maria Rudawska, Tomasz Leski

Jodła pospolita

- Królestwo:** Rośliny *Plantae*
Typ: Nasienne *Spermatophyta*
Podtyp: Nagonasienne *Gymnospermae*
Klasa: Szpilkowe *Pinopsida*
Rząd: Szpilkowce *Pinales*
Rodzina: Sosnowate *Pinaceae*
Rodzaj: Jodła *Abies*
Gatunek: Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.)



Mapa zasięgu



Występowanie

- zasięg wokół biegunowy porozrywany na wyspy
- tylko półkula północna
- gatunek środkowoeuropejskim
- w Polsce północna granica zasięgu
- gatunek górski schodzący na niziny w północnych partiach swojego zasięgu, w południowej części zasięgu występuje wyłącznie w górach na wysokości powyżej 1000 m n. p. m.
- szeroka skala ekologiczna – występuje w ubogich borach sosnowych ale i na siedliskach bardzo żyznych, łągowych
- największe rozmiary osiąga gdy rośnie z innymi gatunkami drzew (np. bukiem i świerkiem)

Wymagania siedliskowe

- średnia temperatura roczna min. 5 - 8 C
- wrażliwa na przymrozki
- temp. okresu wegetacyjnego min. 13-14 C
- opady min. 5 mm dla okresu od maja do lipca
- gatunek cienioznośny
- gleba od odczynu silnie kwaśnego do obojętnego
- różne rodzaje gleby
- wrażliwość na zmiany uwilgotnienia

System korzeniowy

- silny korzeń palowy oraz regularny wieniec złożony z 4 - 6 silnych głównych korzeni bocznych biegnących ukośnie w dół, które zapuszczają w głąb pionowe odgałęzienia kotwiczące
- drobne korzenie w górnej warstwie gleby oraz na zakończeniach korzeni przebiegających pionowo
- drobne korzenie w głębszych warstwach gleby koncentrują się w zasięgu korzenia palowego, korzeni pionowych i ich odgałęzień
- korzenie mało wrażliwe na fizyczne i chemiczne właściwości gleby

Mikoryzy jodły pospolitej – historia badań

- **klucz Melina** - budowa mufki grzybniowej i jej rozmieszczenie na korzeniu, charakter strzępek grzyba tworzącego mufkę Aa,Ab,Ac,Ad,Ae,Da,Dn i in.
- **Dominik (1936)** - mikoryzy drzew aklimatyzowanych w Polsce, typ A u *Abies Nordmaniana* oraz *A. grandis*
- **Pachlewski (1955)** -typy mikoryz właściwych dla jodły występującej na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego
- **Kowalski (1980)** - mikoryz jodły na terenie Karpat i Sudetów 12 rodzajów mikoryz wg klasyfikacji Dominika (1969)
- **Farfał (2008)** - badania nad żywotnością systemów korzeniowych jodły pospolitej w Karkonoskim Parku Narodowym, 30 morfotypów mikoryzowych

Brak identyfikacji gatunków tworzących mikoryzy!

- **Bödeker i wsp. (2006)** – zidentyfikowali (ITS – RFLP)
 - grzyby wchodzące w symbiozę z młodymi jodłami (*Cortinarius sertipes*, *Thelephoraceae*, *Sebacina sp.*, *Amphinema byssoides*)
 - gatunki występujące na starych drzewach (*Russula puellaris*, *Clavulina cristata*, *Cortinarius sp.*, *Tomentella sublilacina*, *Amphinema byssoides*, *Russula fellea*),
 - gatunki charakterystyczne dla wczesnego (*Laccaria ametistina* i *Tylospora asterophora*) i późnego stadium sukcesji (*Russula*, *Cortinarius* i *Tomentella sublilacina*),
 - sezonowa zmiana dominacji dwóch gatunków: *Cenococcum geophilum* (wzrost liczebności latem) oraz *Clavulina cristata* (rozwijający się zimą)
- **Laganà i wsp. (2002)** oraz **Comandini i wsp. (1998)** obserwacje występowania owocników grzybów mikoryzowych - północne Włochy

Klasa: Basidiomycetes

Rząd: Agaricales

Rodzina: Cortinariaceae

Cortinarius cinnamomeus, *C. decipiens*, *C. dionysae*, *C. dibaphus*, *C. elegantior*, *C. erythrinus*, *C. infractus*, *C. lividoochraceus*, *C. multiformis* var. *coniferarum*,
C. odorifer, *C. rufoolivaceus*, *C. sertipes*, *C. uraceus*,

Rodzina: Hydnangiaceae

Laccaria amethystina, *L. laccata*,

Rodzina: Hygroporaceae

Hygrophorus chrysodon, *H. discoxanthus*, *H. pudorinus*

Rodzina: Inocybaceae

Inocybe assimilata, *I. cervicolor*, *I. flocculosa*, *I. fuscidula*, *I. geophylla*, *I. geophylla* var. *lilacina*, *I. whitei*

Rodzina: Tricholomataceae

Tricholoma aurantium, *T. bufonium*, *T. saponaceum*, *T. orirubens*, *T. scalpturatum*

Rząd: Atheliales

Rodzina: Atheliaceae

Amphinema byssoides, *Byssocorticium atrovirens*, *Tylospora asterophora*

Rząd: Boletales

Rodzina: Boletaceae

Xerocomus pruinatus, *X. badius*

Rząd: Cantharellales

Rodzina: Cantharellaceae

Cantharellus cibarius, *Craterellus cornucopioides*

Rodzina: Clavulinaceae

Clavulina coralloides, *C. cristata*, *C. rugosa*

Rodzina: Hydnaceae

Hydnum repandum

Rząd: Russulales

Rodzina: Russulaceae

Lactarius camphoratus, *L. ichoratus*, *L. piperatus*, *L. salmonicolor*, *L. subdulcis*, *L. tubidus*, *L. ichoratus*, *L. salmonicolor*, *L. scrobiculatus*, *Russula albonigra*,
R. chloroides, *R. cyanoxantha*, *R. delicata*, *R. fellea*, *R. fragilis*, *R. laurocerasi* var. *fragrans*, *R. melliolens*, *R. ochroleuca*, *R. olivacea*, *R. puellaris*, *R. queletii*, *R. urens*, *R. viscida*

Rząd: Thelephorales

Rodzina: Bankeraceae

Phellodon niger

Rodzina: Thelephoraceae

Thelephora terrestris, *Tomentella atramentaria*, *T. eltisii*, *T. stiposa*, *T. sublilacina*

Klasa: Ascomycetes

Rząd: Pezizales

Rodzina: Pezizaceae

Peziza fulgens

Incertae sedis

Gyoeffiyella rotula / *Titaea rotula*, *Cenococcum geophilum*

Opis i lokalizacja stanowisk

Bałtycka Kraina Przyrodniczo-Leśna - obszar znajdujący się poza terenem naturalnego zasięgu występowania jodły pospolitej w Polsce.

Cztery stanowiska zróżnicowane pod względem udziału procentowego jodły, składu gatunkowego drzewostanu oraz typu degeneracji w stosunku do potencjalnej roślinności naturalnej.

Stanowisko 1

104-letni drzewostan bukowo (60 %) - jodłowy (40%)

Nadleśnictwo Kartuzy, obręb Wieżyca

- potencjalna roślinność naturalna - kwaśna buczyna niżowa (*Luzulo pilosae-Fagetum*)
- borowacenie i pinetyzacja - kwaśna dąbrowa (*Fago-Quercetum*)
- jodły rosnące w kępach, pod którymi runo wykształcone jest w postaci facji mszystej



Stanowisko 2

**90-letni drzewostan o składzie gatunkowym:
świerk 60%, jodła 30%, buk 10%.**

Nadleśnictwo Lipusz, obręb Sulęczyno

- 1/2 kwaśna buczyna niżowa
(*Luzulo pilosae-Fagetum*)
- 1/2 degeneracja (zbiorowisko
Abies alba - Deschampsia flexuosa)
- acedofilne mchy i rośliny zielne



Stanowisko 3

101–letni drzewostan jodłowy (100%)

Nadleśnictwo Osusznica, obręb Sierzno

- kwaśna buczyna niżowa
(*Luzulo pilosae-Fagetum*)
- runo jest rozluźnione i zubożale
florystycznie, rozwija się warstwa
acidofilnych mchów związane z lasami
mieszanymi i borami mieszanymi



Stanowisko 4

105-letni drzewostan o składzie gatunkowym: buk 60%, jodła 20%, świerk 10% i sosna 10%.

Nadleśnictwo Sławno, obręb Stary Kraków

-kwaśna buczyna niżowa

(*Luzulo pilosae-Fagetum*)

-runo - rozwijające się synuzja mszyste, gatunki typowe dla acydofilnych dąbrów (*Polytrichum formosum* , *Hypnum cupressiforme* oraz *Plagiothecium*)

-potencjalnie jest to już żyzna buczyna niżowa *Melico-Fagetum*.



Wyniki

- 100% korzeni zmikoryzowanych
- 35 morfotypów - analiza morfologiczno-anatomicznej
- klasy *Ascomycota* i *Basidiomycota*.
- 17 zidentyfikowano do gatunku – 15 z klasy *Basidiomycota*, 2 z klasy *Ascomycota*
- najliczniej reprezentowane rodziny: *Russulaceae* (7), *Thelephoraceae* (5) i *Cortinariaceae* (5)
- na wszystkich stanowiskach dominowały *C. geophilum* i *T. stiposa*
- całkowite bogactwo gatunkowe wynosiło od 22 do 27 gatunków
- średnie bogactwo gatunkowe - od 9,6 (stanowisko 1) do 12,4 gatunków (stanowisko 4), średnio dla wszystkich stanowisk wynosiło ono 10,9
- wartość współczynnika różnorodności gatunkowej Shannona-Weavera dla poszczególnych stanowisk waha się w przedziale od 1,02 do 1,4
- współczynnik dominacji Simpsona przybierał wartości od 0,41 do 0,55



Tuber puberulum



Trufła omszona



Xerocomus pruinatus



Podgrzybek aksamitny



Cortinarius malachus



zastónak malachitowy



Cortinarius semisanguineus



zastónak purpurowoblaszkowy



Cortinarius diasemospermus



Laccaria amethystina



lakówka ametystowa



Russula fellea



gołqbek żółciowy



Lactarius camphoratus



mleczaj kamforowy



Lactarius mitissimus



mleczaj delikatny



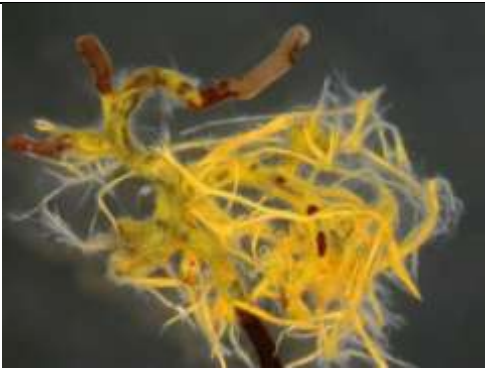
Cenococcum geophilum



*Meliniomyces variabilis**



Tylospora asterophora



Piloderma fallax



Tomentella botryoides



Tomentella terrestris



Tomentella sublilacina



Tomentella stuposa



Pseudotomentella tristis



Pezizomycotina



Pezizales sp.



Leptodontidium sp.



Tylophilus sp.



Cantharellales



Cantharellus sp.



Craterellus sp.



Cortinarius sp.



Lactarius sp.



Typ Ascomycota



Typ Basidiomycota



Typ Byssocorticium



Typ Xerocomus



Typ Cortinarius 1



Typ Rusulloid



Typ Rusulloid 2



Typ *Russula ochroleuca*



gołąbek brudnożółty

Względna obfitość (WO, %) i frekwencja występowania (F, %) gatunków /typów grzybów mikoryzowych

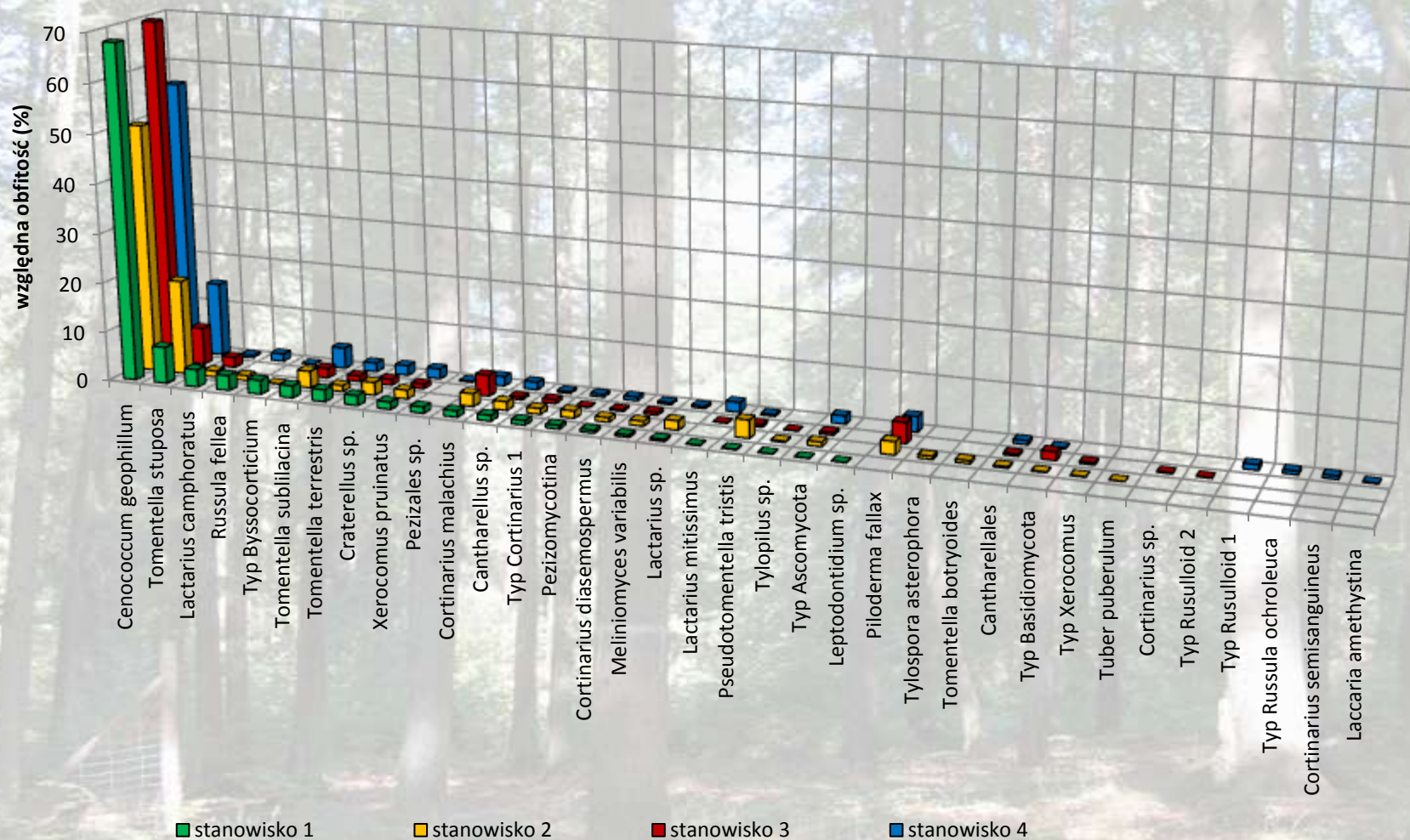
morfotyp	stanowisko 1		stanowisko 2		stanowisko 3		stanowisko 4	
	WO	F	WO	F	WO	F	WO	F
<i>Cenococcum geophilum</i>	67,99	100	50,21	100	69,80	100	55,92	100
<i>Tomentella stuposa</i>	7,39	100	19,10	87,5	7,47	87,5	14,89	100
<i>Lactarius camphoratus</i>	3,51	62,5	1,19	12,5	2,01	50	0,50	37,5
<i>Russula fellea</i>	3,04	75	0,99	37,5			1,51	50
Typ Byssocorticium	2,82	50	0,05	25			0,05	25
<i>Tomentella sublilacina</i>	2,44	50	3,38	75	1,94	62,5	4,18	75
<i>Tomentella terrestris</i>	2,41	25	1,21	37,5	1,12	37,5	1,79	50
<i>Craterellus</i> sp.	2,00	50	2,58	25	1,15	37,5	1,97	37,5
<i>Xerocomus pruinatus</i>	1,47	75	1,76	62,5	0,92	75	2,04	75
<i>Pezizales</i> sp.	1,25	12,5					0,24	25
<i>Cortinarius malachius</i>	1,24	37,5	2,58	62,5	4,24	75	1,90	75
<i>Cantharellus</i> sp.	1,14	75	1,72	62,5	0,54	62,5	1,51	62,5
Typ Cortinarius 1	0,89	25	1,13	37,5	0,79	50	0,34	37,5
<i>Pezizomycotina</i>	0,74	37,5	1,44	62,5	0,09	25	0,53	37,5
<i>Cortinarius diasemospermus</i>	0,57	75	0,86	62,5	0,27	62,5	0,76	62,5
<i>Meliniomyces variabilis</i>	0,44	37,5	0,97	50	0,58	37,5	0,35	50
<i>Lactarius</i> sp.	0,39	12,5	1,83	37,5			0,45	25
<i>Lactarius mitissimus</i>	0,10	12,5			0,03	12,5	1,97	50
<i>Pseudotomentella tristis</i>	0,09	12,5	3,58	50	0,50	37,5	0,31	37,5
<i>Tylopilus</i> sp.	0,04	12,5	0,23	37,5	0,06	12,5		
Typ Ascomycota	0,02	12,5	0,87	12,5	0,49	62,5	1,62	37,5
<i>Leptodontidium</i> sp.	0,01	12,5						
<i>Piloderma fallax</i>			2,59	25	4,06	87,5	3,08	87,5
<i>Tylospora asterophora</i>			0,60	37,5				
<i>Tomentella botryoides</i>			0,59	25				
<i>Cantharellales</i>			0,26	12,5	0,38	12,5	0,75	25
Typ Basidiomycota			0,10	25	1,63	25	0,18	12,5
Typ Xerocomus			0,07	12,5	0,38	37,5		
<i>Tuber puberulum</i>			0,01	12,5				
<i>Cortinarius</i> sp.					0,15	12,5		
Typ Rusuloid 2					0,06	25		
Typ Rusuloid 1							1,07	25
Typ <i>Russula ochroleuca</i>							0,70	12,5
<i>Cortinarius semisanguineus</i>							0,63	12,5
<i>Laccaria amethystina</i>							0,09	12,5

Uwagi:

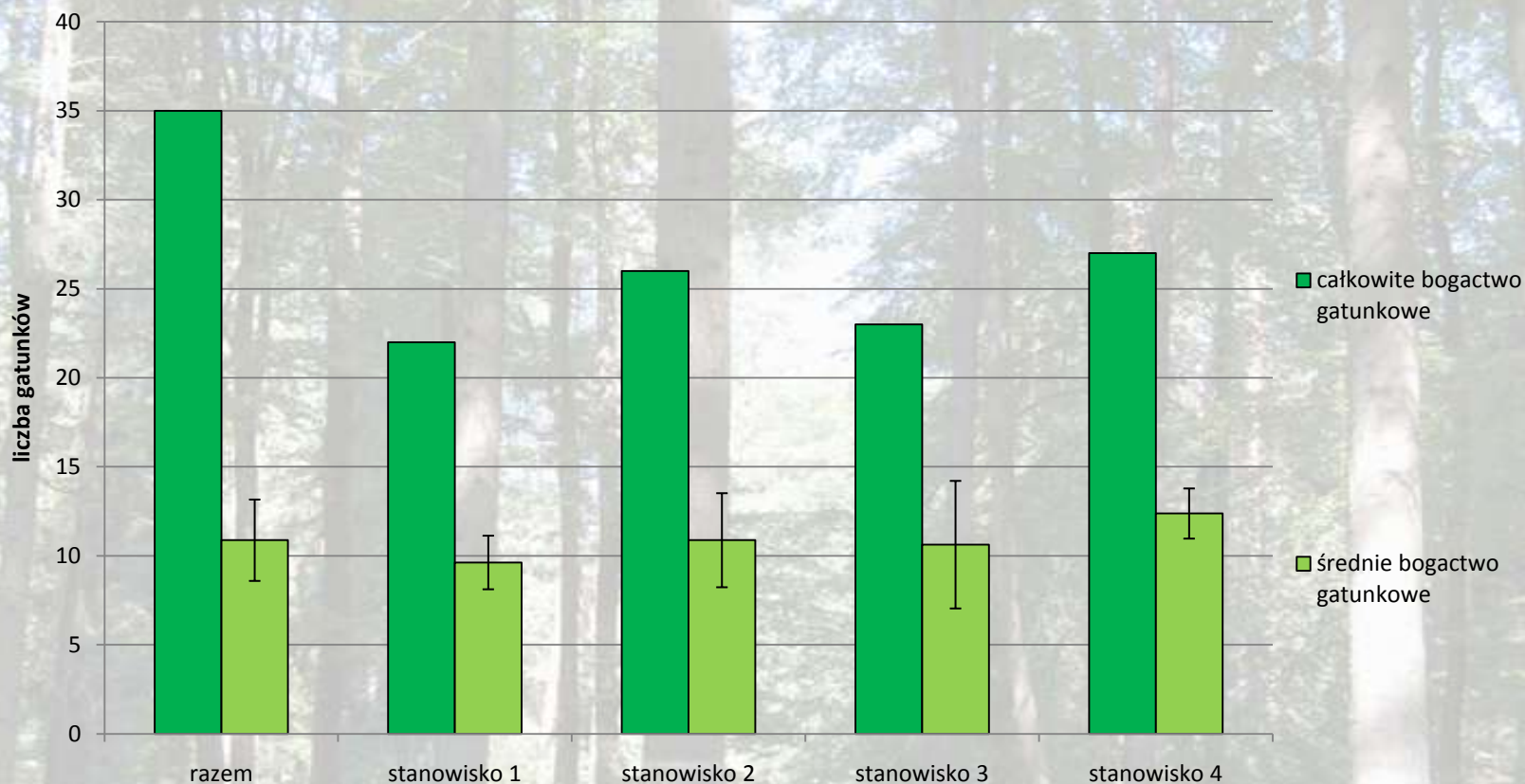
*U(%) – Obfitość taksonu na danym stanowisku

**F(%) – frekwencja wyrażona jako procent prób, w których wystąpił gatunek na stanowisku

Porównanie względnej obfitości występowania grzybów mikoryzowych na korzeniach jodły.



Całkowite i średnie bogactwo gatunkowe grzybów mikoryzowych jodły.



Całkowite bogactwo gatunkowe – liczba gatunków stwierdzonych na danym stanowisku

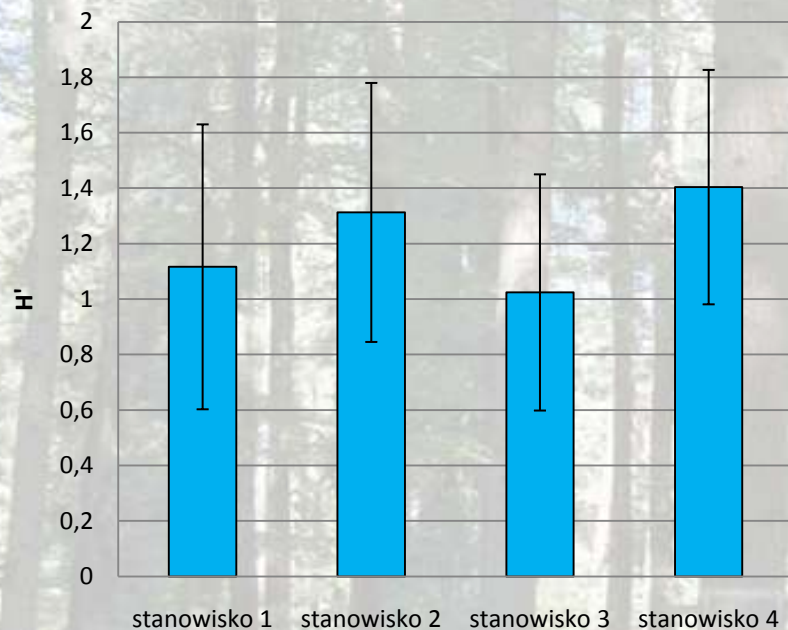
Średnie bogactwo gatunkowe – średnia liczba gatunków w próbie glebowej ($V=1000 \text{ cm}^3$)

- całkowite bogactwo gatunkowe wynosiło od 22 do 27 gatunków
- średnie bogactwo gatunkowe - od 9,6 do 12,4 gatunków, dla 4 stanowisk 10,9

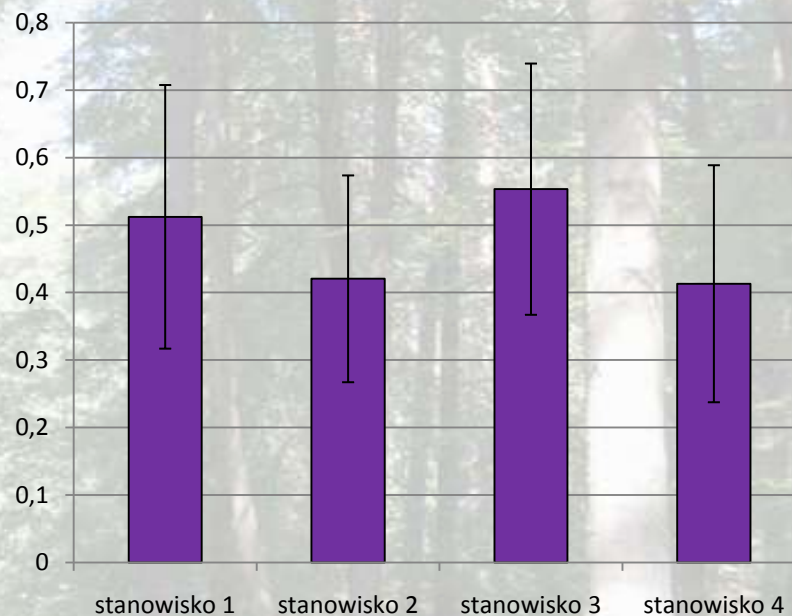
Współczynnik różnicowania gatunkowego Shannona-Weavera (H') zbiorowisk grzybów mikoryzowych jodły.

Współczynnik dominacji gatunkowej Simpsona w zbiorowiskach grzybów mikoryzowych jodły.

zróżnicowanie gatunkowe



dominacja gatunkowa



- wartość współczynnika różnorodności gatunkowej Shannona-Weavera dla poszczególnych stanowisk waha się w przedziale od 1,02 do 1,4
- współczynnik dominacji Simpsona przybierał wartości od 0,41 do 0,55

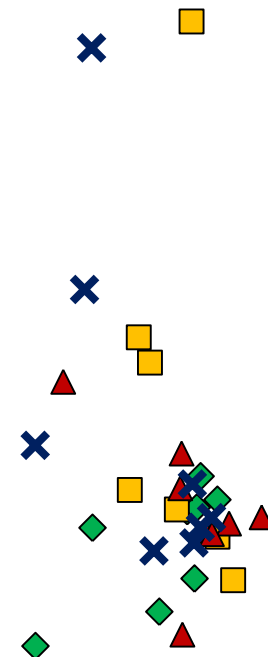
Analiza podobieństw (ANOSIM) zbiorowisk grzybów mikoryzowych dla czterech badanych stanowisk

NMDS – Non Metric Multidimensional Scaling

współczynnik podobieństwa – $R = -0,004$

poziom istotności – $P = 0,49$

	stanowisko 1	stanowisko 2	stanowisko 3	stanowisko 4
stanowisko 1	0	0,03	0,00	0,01
stanowisko 2	0,25	0	0,02	-0,08
stanowisko 3	0,43	0,30	0	-0,01
stanowisko 4	0,31	0,97	0,45	0



◆ stanowisko 1 ■ stanowisko 2 ▲ stanowisko 3 ✕ stanowisko 4

Wnioski

- jądła tworzy mikoryzy z workowcami *Ascomycota*, jak i z podstawczakami *Basidiomycota*
- część gatunków występowała na wszystkich czterech badanych stanowiskach
- obecność gatunków/typów charakterystycznych tylko dla danego miejsca (tzw. gatunki wyłączne)
- całkowite bogactwo gatunkowe było stosunkowo wysokie a analiza wariancji (ANOVA) nie wykazała istotnych statystycznie różnic w średnim bogactwie gatunkowym (w pojedynczej próbie glebowej) pomiędzy poszczególnymi stanowiskami
- wysokie wartości współczynnika zróżnicowania gatunkowego Shannona-Weavera (H'), różnice między poszczególnymi stanowiskami nie były istotne statystycznie
- najwyższa względna obfitość występowania - *Cenococcum geophilum*, *Tomentella stiposa* oraz wysoka (sięgająca 100%) frekwencja
- pozostałe wyróżnione gatunki/typy mikoryz występowały z niską obfitością (często poniżej 1%) i niską frekwencją (najczęściej 12,5%)

Podsumowanie

- Ze względu na brak podobnych badań na jodle, zarówno w kraju jak i za granicą, trudno jest ocenić uzyskany obraz zbiorowisk grzybów ektomikoryzowych, tak pod względem jakościowym jak i ilościowym.
- Warto dodać, że na wszystkich opisanych w niniejszej pracy stanowiskach jodła znajduje doskonałe warunki wzrostu i rozwoju.
- Zbiorowiska grzybów mikoryzowych poza granicami naturalnego zasięgu przypuszczalnie będą charakteryzowały się zbliżoną obfitością i bogactwem gatunkowym do zbiorowisk jodły w jej granicach naturalnego występowania.
- Występowanie taksonów, które do tej pory uważane były za charakterystyczne dla innych gatunków roślin należy wiązać z bliskim sąsiedztwem tych gatunków z jodłą.

Dziękuję za uwagę :)

