

**Petro Plichtiak**

Oddział „Leśnictwo Kuckie”, Yabluniv, Ivano-Frankivsk region, Ukraina,  
adres e-mail: kdlhlis@ukr.net

**Ivanna Kulbanska**

Narodowy Uniwersytet Biozasobów i Zarządzania Przyrodą Ukrainy w Kijowie,  
Ukraina, adres e-mail: kulbanska@nubip.edu.ua

**Mirosława Soroka**

Narodowy Uniwersytet Leśnictwa Ukrainy we Lwowie, Ukraina,  
adres e-mail: myroslava\_soroka@yahoo.com

**Anatolij Gojczuk**

Narodowy Uniwersytet Biozasobów i Zarządzania Przyrodą Ukrainy w Kijowie,  
Ukraina, adres e-mail: ogoychuk@gmail.com

## ZMIANY SKŁADU GATUNKOWEGO LASÓW JODŁOWO-BUKOWYCH POD WPŁYWEM CIĘĆ SELEKTYWNYCH W KARPATACH POKUCKICH (UKRAINA)

### *CHANGES IN THE SPECIES COMPOSITION OF FIR-BEECH FORESTS UNDER THE INFLUENCE OF SELECTIVE CUTTING IN THE POKUTSKY CARPATHIANS (UKRAINE)*

**Słowa kluczowe: różnorodność biologiczna, przerastanie, rośliny wyższe, mikrobiota, cięcie selektywne**

*Key words: biodiversity, overgrowth, higher plants, mycobiota, selective cutting*

**Abstract.** In recent decades, mixed mountain forests with *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill. have become particularly vulnerable to climate change. To find ways to restore fir and beech forests after selective felling quickly, studies of their species composition dynamics in the Pokutsky Carpathians mountains (up to an altitude of 800 m above sea level) were conducted for 12 years. The general trends of vegetation cover dynamics are as follows: with the beginning of restoration processes, the total number of species decreases, then their number increases at the expense of ruderal species, and the number of forest species continues to decrease. Initial signs in the species composition appear only after the eighth year. The mycobiota show similar dynamics, the most vulnerable are tubular mycosymbionts, the first appearance of which was recorded 10 years after felling.

## WSTĘP

Rosnące potrzeby trwałego użytkowania drewna stoją w sprzeczności z prawami samoregulacji i reprodukcji lasów naturalnych. Proces odnawiania lasu po wycince, która uruchamia procesy wtórnej sukcesji roślinności leśnej, często

wymaga kompleksowych badań, aby zapobiec zmianom procesów sukcesyjnych w niepożądanym kierunku. Odnawianie lasów Karpat jest zjawiskiem złożonym, ponieważ odbywa się pod oddziaływaniem czynników klimatycznych, biotopowych i geograficznych, zwłaszcza wysokościowych.

W ostatnich dziesięcioleciach górskie lasy mieszane z *Fagus sylvatica* L., *Abies alba* Mill. oraz *Picea abies* (L.) Karst, które zajmują w Europie łączną powierzchnię ponad 10 mln. ha, ze względu na ich pas wysokościowy, stały się szczególnie podatne na zmiany klimatyczne [Hilmers et al. 2019]. Odnotowano znaczący wpływ zmian klimatycznych na rozpowszechnianie się *A. alba* i *F. sylvatica* w skali wysokościowej [Zimmermann et al. 2015]. W środkowoeuropejskich lasach mieszanych ocieplenie negatywnie wpływa na wzrost *F. sylvatica*, ale nie na inne gatunki drzew liściastych [Lebourgeois et al. 2005; Rita et al. 2014]. Czynnikiem ograniczającym rozpowszechnianie się *A. alba* i *F. sylvatica* są letnie susze i mrozy [Maxime, Hendrik 2011]. W lasach mieszanych zauważono także znaczną konkurencję między bukiem a jodłą o zasoby środowiska, w tym wodę, składniki pokarmowe i zasoby światła [Pretzsch 2005]. Badacze uważają, że głównym narzędziem ograniczenia tej konkurencji jest działalność gospodarcza, m.in. przeredzanie drzewostanów, które umożliwia regenerację drzew [Granier et al. 2000; Paluch, Gruba 2012]. Uważa się, że aby stworzyć warunki, w których jodła mogłaby konkurować z bukiem, należy stosować dłuższe okresy rekonwalescencji wraz ze stopniowym otwieraniem warstw drzewostanu [Čater, Levanič 2013].

Procesy zachodzące po wycince w lasach, oprócz swojej pozytywnej roli, mają ogromny wpływ na skład gatunkowy i strukturę lasów naturalnych. Stwierdzono, że śmierć jednego drzewa, spowodowana czynnikami wewnętrznymi lub zewnętrznymi, lokalnie zmienia akumulację biomasy, zmniejsza jej poziom, a tym samym zakłóca kierunek rozwoju obszaru leśnego [Jastrzębski, Paluch 2022]. W ciągu ostatnich stuleci lasy górskie były intensywnie gospodarowane i często traciły swoją niejednorodność strukturalną i naturalną różnorodność biologiczną [Leuschner, Ellenberg, 2017], chociaż badania wskazują na pozytywny związek pomiędzy różnorodnością gatunkową a produktywnością lasu [Forrester, Bausch 2016]. Ważną rolę w procesach regeneracji lasów i przetrwaniu młodych pokoleń drzew odgrywają grzyby mikoryzowe. Uznawane są one za najważniejszy element układu heterotroficznego [Rudawska 1990; Rudawska et al. 2016]. Fakt ten należy wziąć pod uwagę przy opracowywaniu zabiegów mających na celu reprodukcję lasów oraz uwzględnić rolę grzybów mikoryzowych w szybkiej odbudowie środowiska leśnego w lasach gospodarczych.

Do analizy dynamiki naturalnych lasów mieszanych Europy Środkowej najczęściej wykorzystuje się koncepcję cyklu mozaikowego [Podlaski 2008]. Dotąd prowadzono badania dotyczące zmian w składzie i strukturze lasów jodłowo-bukowych m.in. w Ukrainie [Parpan, Gudyma 2015], Polsce [Szwagrzyk, Szewczyk 2001; Janík et al. 2014], Słowenii [Nagel, Svoboda, Diaci 2006], Bośni i Hercegowinie [Nagel et al. 2010], Pirenejach [Martin-Benito et al. 2022].

Zagadnienia regeneracji lasów jodłowo-bukowych w różnych modelach oddziaływania nadal wymagają dokładnych badań.

Celem tej pracy była ocena procesów odnowieniowych w lasach jodłowo-bukowych Karpat Pokuckich, badania zmian ich różnorodności biologicznej, jakie zachodzą w tych lasach po selektywnych cięciach.

## MATERIALY I METODY

Dynamikę składu gatunkowego lasów jodłowo-bukowych Karpat Pokuckich badano w latach 2011-2023 na 10 powierzchniach doświadczalnych (PD) o powierzchni 50x50 m (Tab. 1), które założono w lasach jodłowo-bukowych m po selektywnej wycince o niskiej intensywności (do 10%).

**Tab. 1.** Charakterystyka powierzchni doświadczalnych w lasach jodłowo-bukowych Karpat Pokuckich

№ PD	Lokalizacja PD (leśnictwo, dzielnica/ wydział)	Stok (ekspozycja)	Stromość stoku, stopnie	Wysokość nad poziomem morza, m.	Charakterystyka drzewostanu		
					Skład gatunkowy	Wiek	Średnia wysokość (m)/ średnica (cm)
1	Pistyńskie, 30/31	wschodni	20	190	7 Bk, 3 Jdl	80	22/28
2	Kosivske, 21/9	południowo-zachodni	15	690	6 Bk, 4 Jdl	75	22/26
3	Kosivske, 22/1	południowo-wschodni	20	640	5 Bk, 5 Jdl	90	26/20
4	Kosivske, 2/14	południowo-zachodni	10	450	7 Bk, 3 Jdl	90	28/36
5	Yablunivske, 1/30	południowo-wschodni	10	525	9 Bk, 1 Jdl	130	18/32
6	Yablunivske, 2/18	północno-wschodni	20	575	9 Bk, 1 Jdl	60	18/20
7	Yablunivske, 4/1	południowo-wschodni	15	425	6 Bk, 4 Jdl	60	23/24
8	Yablunivske, 10/20	południowo-wschodni	10	450	7 Bk, 3 Jdl	75	24/26
9	Yablunivske, 11/36	południowo-wschodni	10	400	6 Bk, 4 Jdl	70	27/32
10	Yablunivske, 11/32	południowo-wschodni	10	400	8 Bk, 2 Jdl	70	25/32

Źródło: Opracowanie własne.

Na powierzchniach doświadczalnych przeprowadzono wieloletnie badania dynamiki runa leśnego po selektywnych cięciach, a także oceniano zmiany składu gatunkowego mikrobioty za owocnikami makromicetów. Przez 12 lat 2 razy rocznie na powierzchniach prowadzono opisy roślinności w oparciu o klasyfikację ekologiczno-florystyczną oraz metodę J. Brauna-Blanqueta (1964), na podstawie której przeprowadzono syntaksonomię roślinności. W procesie badań dokonano inwentaryzacji flory i mikrobioty oraz badania gleby. Do oceny wskaźników ilościowych wykorzystano 7-stopniową skalę J. Brauna-Blanqueta (1964): 5 – liczba osobników dowolna, pokrycie wynosi > 75% powierzchni; 4 – liczba osobników dowolna, pokrycie 50-75%; 3 – liczba osobników dowolna, pokrycie 25-50%; 2 – liczba osobników duża, pokrycie 5-25%; 1 – liczba osobników duża (od 5 do 50), pokrycie około 5%; + – liczba osobników niewielka (od 2 do 5), pokrycie < 5%; r – jeden okaz rośliny. Do analizy syntaksonomicznej stosowano wskaźniki ilościowe sprowadzone do średnich zaokrąglonych wartości na podstawie tabeli syntetycznej [Wysocki, Sikorski 2002] oraz klasy stałości A. Scamoni (1967).

Do oceny zmian w składzie gatunkowym wybrano 5 testowych grup gatunków charakterystycznych dla *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, dla zrębów, a także grupę chwastów wprowadzonych przez człowieka w procesie wycinki oraz grupę gatunków łąkowych. Gatunki wybrano na podstawie opisów fitosocjologicznych z obliczeniem, że ich występowanie w obrębie powierzchni doświadczalnych wynosiło co najmniej 50%: I grupa (gatunki charakterystyczne dla *A. alba*) – *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Galium rotundifolium* L., *Hieracium sylvularum* Boreau, *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin, *Orthilia secunda* (L.) House; II grupa (gatunki charakterystyczne dla *F. sylvatica*) – *Aposeris foetida* Less., *Cardamine bulbifera* Crantz, *Lunaria rediviva* L., *Prenanthes purpurea* L., *Symphytum cordatum* Willd; III grupa (gatunki charakterystyczne dla roślinności zrębów z klasy *EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII*) – *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Epilobium angustifolium* L., *Rubus hirtus* Waldst. et Kit., *R. idaeus* L., *Senecio ovatus* (G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.) Willd.; IV grupa (gatunki ruderalne) – *Chenopodium album* L., *Galeopsis ladanum* L., *G. speciosa* Mill., *Stenactis annua* (L.) Cass.ex Lees., *Urtica dioica* L.; V grupa (gatunki łąkowe) – *Anthyllis vulneraria* subsp. *polyphylla* (DC.) Nyman, *Heracleum sphondylium* subsp. *sibiricum* (L.) Simonk., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Lotus corniculatus* var. *arvensis* (Pers.) Ser., *Taraxacum officinale* F.H.Wigg. [Matuszkiewicz 2022].

Nazwy łacińskie gatunków roślin wyższych nadawane są według *World Flora Online* (<https://www.worldfloraonline.org>), mikrobioty – według *Index Fungorum* (<http://www.indexfungorum.org>), schemat syntaksonomiczny roślinności, objętości, struktury i nazwy syntaksonów podano według W. Matuszkiewicza (2022). Dane klimatyczne za okres obserwacji uzyskano z bazy archiwalnej *Meteopost* (<https://meteopost.com/weather/archive/>) oraz z doniesień naukowych [Gerenchuk 1973; Fokshey 2019]. Pluwiotermiczny diagram sporządzono według metody H. Waltera, E. Harnickella i D. Mueller-Domboisa [Walter et al. 1975].

## CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

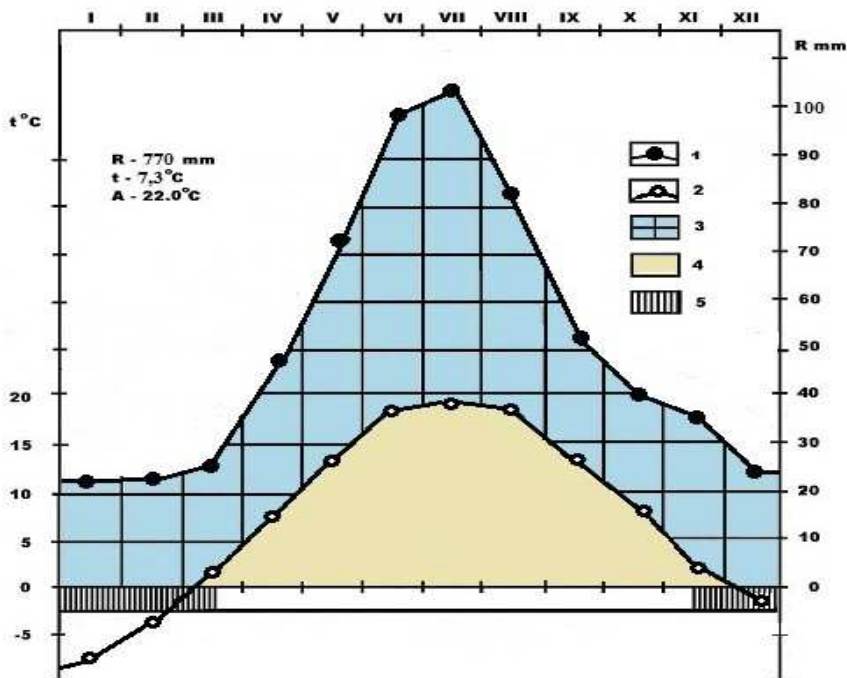
Badania prowadzono w niższych partiach Karpat Pokuckich stanowiących odrębny region fizyczno-geograficzny, południowo-wschodnie przedłużenie Przedkarpacia. Ogólnie Karpaty Pokuckie mają formę równoległych pasm górskich, które rozciągają się w kierunku z północnego zachodu na południowy wschód od źródeł rzeki Łuczki (dopływ Pruta) do granicy z Rumunią. Długość pasma Karpat Pokuckich sięga 75 km, szerokość 30 km, najwyższym szczytem jest Góra Rotyło (1483 m) [Gerenchuk 1973]. Karpaty Pokuckie dzielą się ze względu na wysokość na góry niskie (do 800 m) i średnie (do 1483 m). Nasze badania koncentrowały się na nizinie Pokuckiej, której rzeźbę tworzą symetryczne grzbiety o stromych zboczach, poprzecinane stosunkowo szerokimi dolinami rzecznyymi. Wyraźnie wyróżniają się tu pasma górskie Łebedyn, Kamenisty, Karmatura, Brusnyj, Sokilskij i inne. Zgodnie z podziałem geobotanicznym Karpat Ukraińskich to rejon lasów świerkowo-jodłowo-bukowych i świerkowo-bukowo-jodłowych [Golubets 2003].

Grzbiety gór Karpat Pokuckich porośnięte są głównie lasami bukowymi, które tworzą się na zboczach wszystkich ekspozycji. Lasy jodłowo-bukowe są wyraźnie powiązane tutaj z wysokościami do 800 m. n.p.m. Stanowią one zbiorowiska naturalne i są rodzime na większości badanych obszarów. W niektórych miejscach działalność człowieka, zwłaszcza wielokrotne wycinanie, prowadzi do zastępowania lasów jodłowo-bukowych lasami czysto jodłowymi, co z czasem wywołuje w takich lasach choroby jodły [Soroka et al. 2019].

Klimat Karpat Pokuckich w dużej mierze jest zdeterminowany wysokością nad poziomem morza. Jest on umiarkowanie kontynentalny, ciepły, z cyklonowymi i antycyklonowymi napływami powietrza atlantyckiego, bardzo wilgotny, ze stosunkowo niskimi rocznymi temperaturami powietrza, łagodnymi latami i zimami. Na obszarze tym przenikają masy powietrza kontynentalnego, morskiego oraz arktycznego, co powoduje częste zmiany pogody. Zimą napływ arktycznych mas powietrza powoduje silne mrozy, a latem wpływ powietrza śródziemnomorskiego prowadzi do wzrostu temperatury powietrza i suszy.


Ogólną charakterystykę warunków klimatycznych obszaru badań ilustruje diagram pluwiotermiczny sporządzony na podstawie wieloletnich danych [Fokshey 2019; Gerenchuk 1973] (Ryc. 1).

Na wszystkich poletkach doświadczalnych stwierdzono gleby brunatne górskie o różnej głębokości skał macierzystych. Gleby takie tworzą pas pionowy we wszystkich systemach górskich świata, gdzie ilość opadów wynosi 800-1000 mm rocznie, współczynnik wilgotności jest większy niż 1, a roślinność to lasy liściaste lub iglasto-liściaste [FAO–Unesco 1981] (Ryc. 2).



**Ryc. 1.** Diagram klimatyczny Karpat Pokuckich na podstawie wieloletnich danych: 1 – średnia miesięczna ilość opadów; 2 – średnia miesięczna temperatura powietrza; 3 – wilgotna pora roku; 4 – sezon wegetacyjny; 5 – okres zimowy; R – średnioroczna ilość opadów; t – średnia roczna temperatura powietrza; A – roczna amplituda temperatury powietrza

Źródło: Opracowanie własne.



- H<sub>0-5</sub> - ściółka z upadku, od dołu rozłożona
- H<sub>a 6-10</sub> - ciemnobrązowy, wilgotny, luźny, ziarnisty, całkowicie spleciony z korzeniami buku
- H<sub>1 10-27</sub> - ciemnobrązowy, drobnoziarnisty, średnio gliniasty, przejście stopniowe
- H<sub>2 27-55</sub> - brązowy, luźny, wilgotny, drobnoziarnisty, przejście stopniowe
- H<sub>P 55-80</sub> - wchłonięty przejściowy lub metamorficzny, różni się od poprzedniego zagęszczeniem i fragmentami skał
- P<sub>80-120</sub> - szarobrązowy, gęsty, pokruszony i kamienny

**Ryc. 2.** Profil glebowy na powierzchni doświadczalnej № 3 (dolina potoku Dolny Ardan)

Źródło: Opracowanie własne.



## WYNIKI BADAŃ

Badania fitosocjologiczne pokazują, że lasy jodłowo-bukowe Karpat Pokuckich według dominantnej klasyfikacji roślinności należą do formacji lasów bukowych (*Fageta*), podformacji lasów jodłowo-bukowych (*Abieto (albae)-Fageta (sylvaticae)*). Gdy wysokość w górach rośnie zastępują je lasy podformacji świerkowo-jodłowo-bukowych (*Piceeto-Abieto-Fageta*). Według ekologiczno-florystycznej klasyfikacji roślinności lasy jodłowo-bukowe Karpat Pokuckich należą do klasy *QUERCO-FAGETEA* Br.-Bl. i Vlieg. 1937 rzędu *Fagetalia sylvaticae* Pawł. w Pawł., Sokoł. i Wall. 1928 związku *Fagion sylvaticae* R. Tx. i Diem. 1936 podzwiązków *Galio rotundifolii-Abietenion* Oberd. 1961 i *Luzulo-Fagenion* (Lohm. ex R. Tx. 1954) Oberd. 1957 (Ryc. 3). W lasach jodłowo-bukowych występują gatunki roślin charakterystyczne dla lasów bukowych i jodłowych, w tym gatunki rzadkie (Ryc. 4).



**Ryc. 3.** Stary las jodłowo-bukowy w Karpatach Pokuckich  
*Źródło: M. Soroka.*

Na podstawie przeprowadzonych badań monitoringowych przeanalizowano zmianę różnorodności gatunkowej powierzchni doświadczalnych wraz z wiekiem. Na każdym stanowisku badawczym zaobserwowaliśmy ogólne tendencje dynamiki szaty roślinnej. Po cięciach selektywnych lasów jodłowo-bukowych nie tylko powstają nowe wartości wskaźników taksonomicznych drzewostanów, ale także i istotne zmiany w składzie gatunkowym szaty roślinnej oraz mikrobioty.



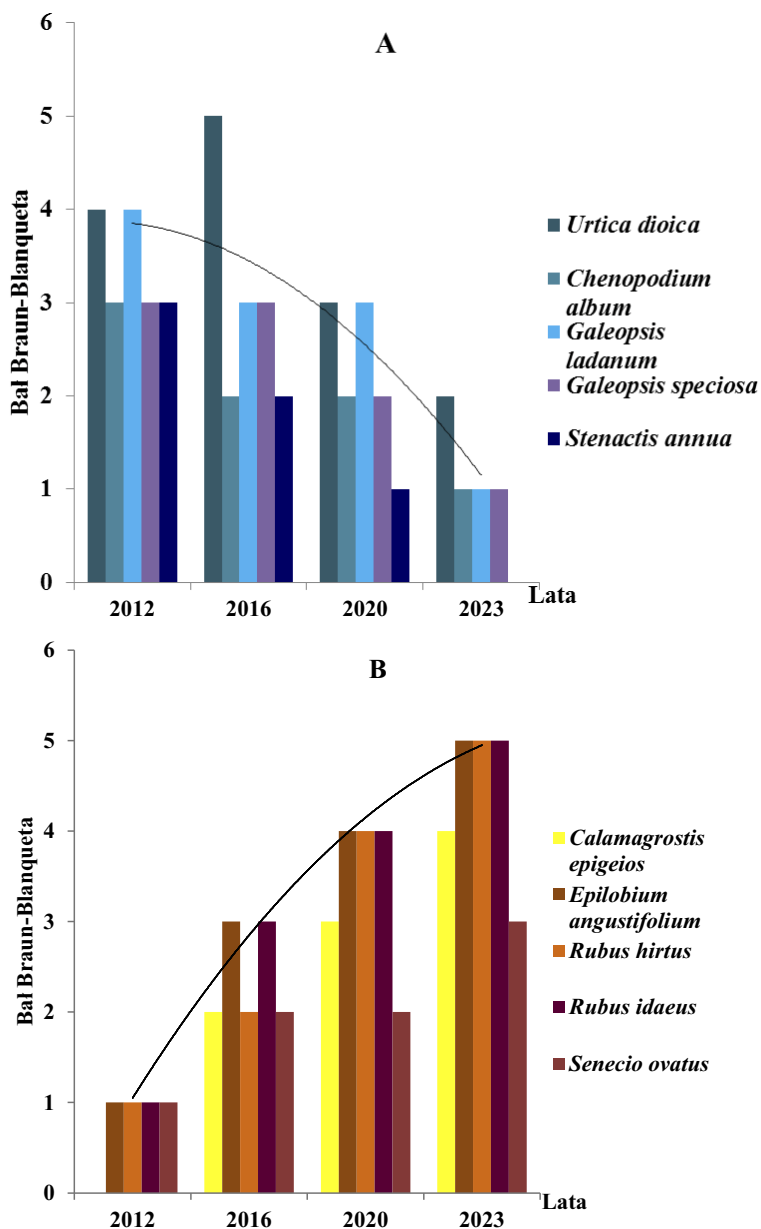
**Ryc. 4.** Typowe dla lasów jodłowo-bukowych Karpat Pokuckich gatunki roślin: 1 - *Aposeris foetida* Less., 2 - *Lysimachia nemorum* L., 3 - *Bazzania trilobata* (L.) Gray, 4 - *Galium rotundifolium* L

Źródło: Opracowanie własne.

W wyniku wieloletnich badań ustalono, że w zależności od liczby lat po trzebieżach można wyróżnić cztery typy dynamiki wskaźników ilościowych dla gatunków roślin z różnych grup testowych. Malejący typ wskaźników ilościowych odnotowano dla gatunków ruderalnych, które pojawiają się w pierwszych latach i stopniowo giną w miarę pojawiania się młodych drzew leśnych i gatunków charakterystycznych dla zrębów (Ryc. 5A).

Typ rosnący charakterystyczny dla niektórych gatunków zrębów i obrzeży lasów, zwłaszcza dla roślin o długich kłęczach, które z czasem prawie nie oddają swoich stanowisk i zajmują coraz większe obszary w przerzedzonych lasach (Ryc. 5B).



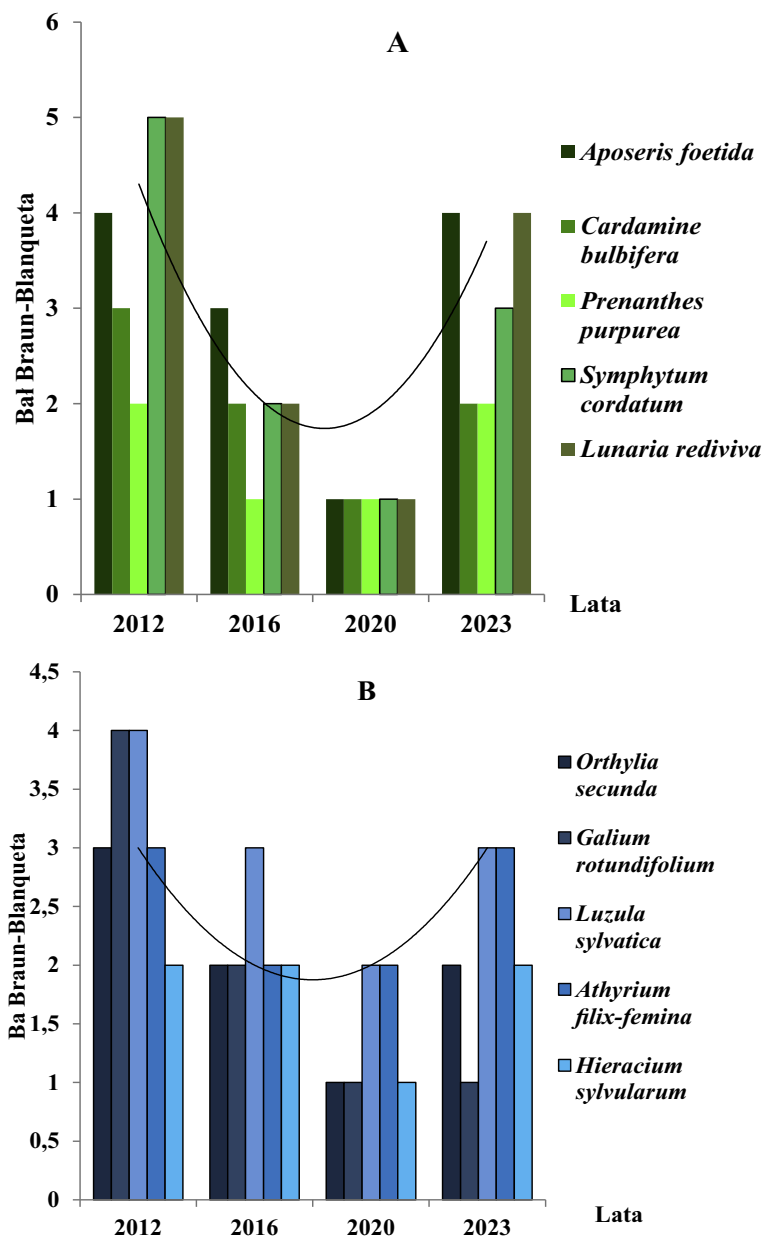


**Ryc. 5.** Dynamika wskaźników występowania gatunków ruderalnych (A) i charakterystycznych dla zrębów (B)

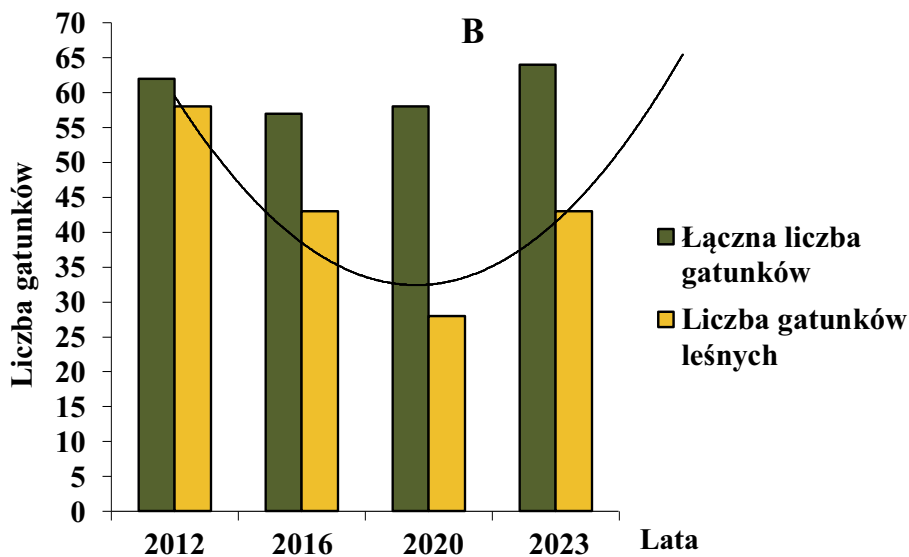
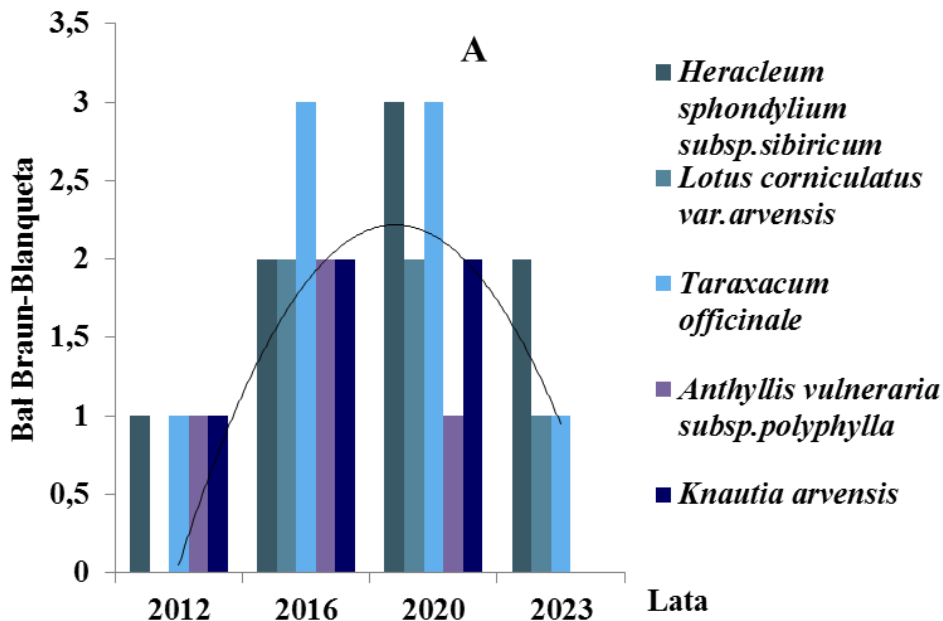
Źródło: Opracowanie własne.

Typ pośredni ze wzrostem stwierdzono dla gatunków typowo leśnych, które w pierwszych latach po wycince obniżają wskaźniki ilościowe, a do poprzednich parametrów wracają dopiero po 8 latach. Jest to spowodowane przede wszystkim gwałtownym wzrostem poziomu oświetlenia, niekorzystnym dla sciofitów, a także zmianą lub nawet zanikiem głównych gatunków grzybów mikoryzowych.

Wiadomo, że większość leśnych gatunków zielnych jest mikotroficznymi, podobnie jak drzewa, więc fakt ten również odgrywa niezwykle dużą rolę. Ustalono, że tego typu strategia jest właściwa zarówno gatunkom charakterystycznym dla lasów bukowych (Ryc. 6A) jak i gatunkom z grupy borealnej, charakterystycznym dla lasów iglastych towarzyszących *A. alba* (Ryc. 6B).



**Ryc. 6.** Dynamika wskaźników występowania gatunków charakterystycznych dla *Fagus sylvatica* (A) i *Abies alba* (B)  
 Źródło: Opracowanie własne.



Ryc. 7. Dynamika wskaźników występowania gatunków łąkowych (A) i ogólna zmiana bioróżnorodności gatunkowej roślin w lasach jodłowo-bukowych (B)

Źródło: Opracowanie własne.

Typ pośredni ze spadkiem stwierdzono dla gatunków łąkowych, które pojawiają się nie od razu i nie na wszystkich obszarach, ponieważ zapobiegają temu rośliny zrębowe. Na terenach kamienistych, gdzie rozwój roślin charakterystycznych dla zrębów jest spowolniony, gatunki łąkowe zajmują wolne obszary, ale potem szybko znikają wraz z pojawieniem się krzewów i wzrost młodych drzew, gdyż negatywnie reagują na spadek poziomu oświetlenia (Ryc. 7A). Wraz z początkiem procesów regeneracyjnych ogólna liczba gatunków maleje, a później wzrasta kosztem gatunków ruderalnych, w tym liczba gatunków leśnych nadal maleje (Ryc. 7B). Dopiero po 8 roku skład gatunkowy powoli zaczynał się odbudowywać. Jednak w składzie runa trawiastego znajdują się już gatunki obce, które długo pozostają w wyciętym lesie.

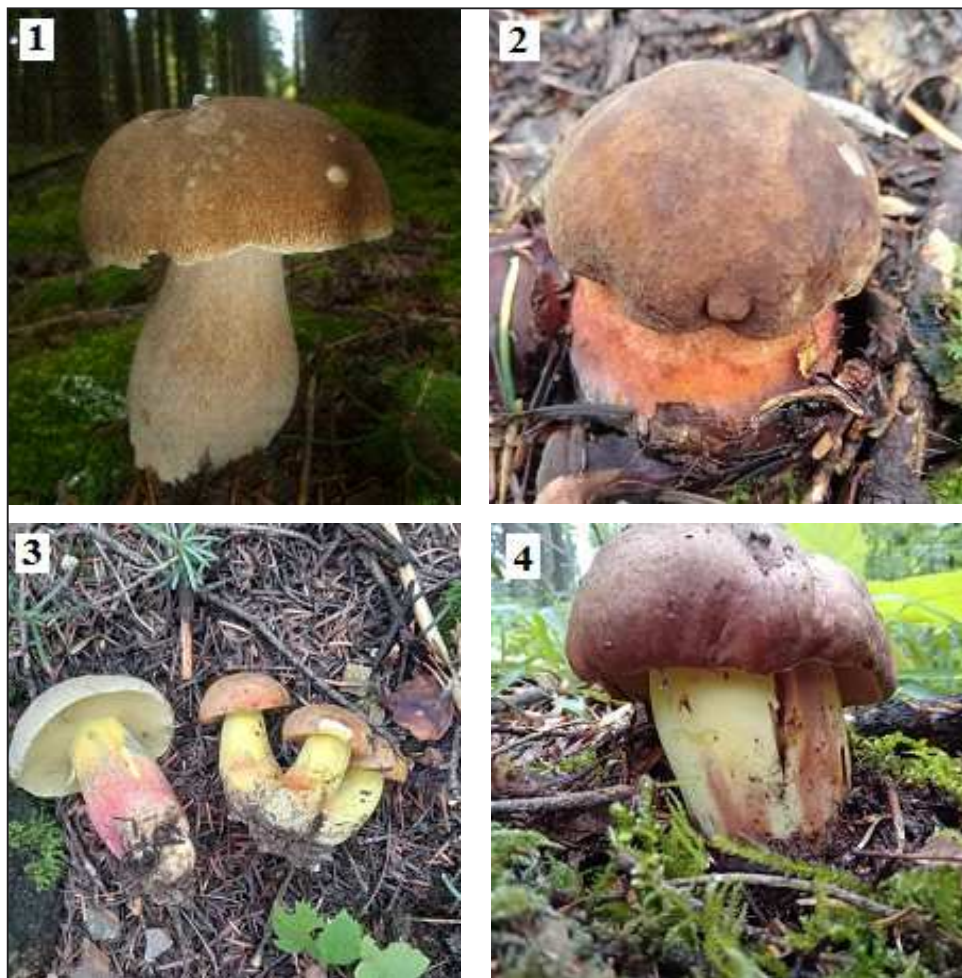
Badając regenerację lasów jodłowo-bukowych w Karpatach Pokuckich po cięciach selektywnych, na poletkach doświadczalnych rejestrowaliśmy także owocniki grzybów mikoryzowych. W toku badań odnotowano 91 gatunków grzybów makroskopowych, których skład gatunkowy zmieniał się w zależności od czasu po cięciach i warunków atmosferycznych. Jak ustalono, większość grzybów mikoryzowych buka i jodły należy do rodzin *Amanitaceae*, *Boletaceae*, *Russulaceae* i *Cortinariaceae*.

W pierwszym roku badań do cięć rejestrowaliśmy gatunki obligatoryjnych symbiontów buka - *Coprinopsis picacea* (Bull.) Redhead, *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quél., *Lactarius blennius* (Fr.) Fr., *L. fuliginosus* (Fr.) Fr., *L. subdulcis* (Pers.) Gray, *Lactifluus vellereus* (Fr.) Kuntze, *Pholiota lenta* (Pers.) Singer, *Russula adusta* (Pers.) Fr., *R. emetica* (Schaeff.) Pers., *R. olivacea* (Schaeff.) Fr., *R. vesca* Fr., *Tricholoma columbetta* (Fr.) P. Kumm., *T. saponaceum* (Fr.) P. Kumm., *T. virgatum* (Fr.) P. Kumm., *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff.), o których wspomina się także w literaturze europejskiej [DEEMY]. Na obiektach doświadczalnych stwierdzono także gatunki grzybów ektomikoryzowych, które rozwijają się obligatoryjnie mutualizmy z jodłą - *Laccaria amethystina* Cooke, *L. laccata* (Scop.) Cooke, *Lactarius aurantiacus* (Pers.) Gray, *L. camphoratus* (Bull.) Fr., *L. rufus* (Scop.) Fr., *L. salmonicolor* R. Heim & Leclair, *Tomentella stiposa* (Link) Stalpers, *T. terrestris* (Berk. & Broome) M.J. Larsen, *Xerocomellus chrysenteron* (Bull.) Šutara, *X. pruinatus* (Fr.) Šutara, *Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél. W literaturze podkreśla się fakt, że niektóre gatunki grzybów mikoryzowych są charakterystyczne zarówno dla buka, jak i jodły. To w szczególności *Amanita citrina* Pers., *Russula nobilis*, *R. fellea* (Fr.) Fr. i *R. ochroleuca* Fr. [Rudawska et al. 2016].

Z naszych badań wynika że w naturalnych lasach jodłowo-bukowych bardzo pospolite są gatunki grzybów z rodzajów *Boletus*, *Rubroboletus*, *Neoboletus* i *Butyriboletus*, zwłaszcza *Boletus edulis* Bull. (Ryc. 8), *Neoboletus luridiformis* (Rostk.) Gelardi (Ryc. 8), Simonini & Vizzini, *Caloboletus calopus* (Pers.) Vizzini (Ryc. 8), *N. erythropus* (Pers.) C. Hahn, *Picipes badius* (Pers.) Zmitr. & Kovalenko, *Rubroboletus rhodoxanthus* (Krombh.) Kuan Zhao & Zhu L. Yang, które co roku notowano na powierzchniach badawczych, w tym także gatunki rzadkie -



*Butyriboletus appendiculatus* (Schaeff.) D.Arora & J.L.Frank in Backlund (Ryc. 8), *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk. (oba wpisane do Czerwonej Księgi Ukrainy [Red Book of Ukraine 2009], *Rubroboletus satanas* (Lenz) Kuan Zhao & Zhu L. Yang i inne.

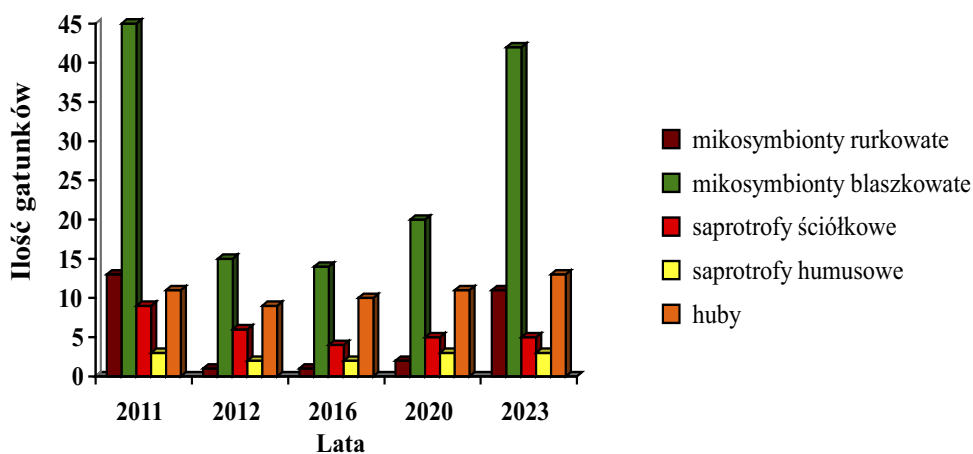


**Ryc. 8.** Mikosymbionty rurkowate lasów jodłowo-bukowych: 1 - *Boletus edulis* Bull., 2 - *Neoboletus luridiformis* (Rostk.) Gelardi, 3 - *Caloboletus calopus* (Pers.) Vizzini, 4 - *Butyriboletus subappendiculatus* (Schaeff.) D.Arora & J.L.Frank in Backlund (gatunek wpisany do Czerwonej Księgi Ukrainy (2009)

Źródło: M. Soroka.

Mikrobiota w procesie odnowienia lasu przeszła na ogół bardzo duże zmiany. W starych naturalnych lasach jodłowo-bukowych główną rolę w mikoryzacji podłoża odgrywają makromycety blaszkowate i rurkowate, natomiast po wycince najpierw zanikają grzyby rurkowate i zmienia się znacząco skład grzybów mikoryzowych blaszkowatych.

Wśród gatunków blaszkowatych po wycince od razu zniknęły gatunki z rodzaju *Russula* (*R. cyanoxantha*, *R. grisea*, *R. nobilis*), oraz *Cantharellus cibarius* Fr. Natomiast gatunki z rodzaju *Cortinarius* stosunkowo łatwiej tolerowały zmianę oświetlenia. Niektóre pojawiły się nawet po cięciu (*Calonarius dibaphus* (Fr.) Niskanen & Liimat., *Cortinarius bififormis* Fr., *C. caperatus* (Pers.) Fr.). Na etapach związanych ze znacznym wzrostem oświetlenia ustaje także rozwój saprotrofów próchnicznych i nie rejestruje się grzybów niszczących drewno związanych z pierwszymi etapami rozkładu drewna, natomiast rejestruje się wieloletnie owocniki grzybów, które zadomowiły się na detrytusie w lasach naturalnych. W czasie zarastania obszarów mikosymbionty, podobnie jak gatunki traw leśnych, bardzo powoli powracały na wycięte obszary (Ryc. 9).



**Ryc. 9.** Zmiany mikrobioty w procesie regeneracji lasów jodłowo-bukowych  
Źródło: Opracowanie własne.

## DYSKUSJA

Wycięcie części dojrzałych drzew w lesie pozytywnie wpływa na liczebność gatunków roślin oraz na ich różnorodność biologiczną. Jednak ilościowe wskaźniki nie dają wyobrażenia o zmianach jakościowych w środowisku leśnym. Im większy jest udział wybranych drzew, tym głębsze zachodzą przekształcenia wszystkich elementów biotopu i tym dłużej następuje regeneracja środowiska. Największym zagrożeniem po zrębach dużej intensywności jest zmiana biotopu i przejście roślinności z klasy *QUERCO-FAGETEA* do klasy zrębów *EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII*, dalszy rozwój której może mieć nieprzewidywalne skutki dla środowiska leśnego. Światłolubne rośliny zrębów o długich kłęczach i darniu nie pozwalają wielu gatunkom roślin i grzybów leśnych na regenerację. Ważne jest, aby nie dopuścić do tworzenia monodominujących grup roślin charakterystycznych dla zrębów.

Wbrew istniejącej opinii, że rodzaj hymenoforu makrogrzybów mikoryzowych nie jest wskaźnikiem w procesach odnowienia lasu, nasze 10-letnie doświadczenia wykazały odwrotne fakty. Grzyby mikoryzowe posiadające różne rodzaje hymenoforów są elementami różnych typów fitocenoz leśnych, różniących się składem gatunkowym drzew i poziomem oświetlenia dolnych warstw lasu. Są one także wskaźnikami różnych etapów odnowienia lasu. Grzyby mikoryzowe z rodzajów *Boletus*, *Rubroboletus*, *Neoboletus* i *Butyriboletus* jako pierwsze znikają wraz ze wzrostem światła, nawet jeśli drzewa żywicielskie pozostają w drzewostanie i wracają dopiero po formowaniu środowiska leśnego. Tylko niektóre gatunki grzybów z rodzaju *Cortinarius* tolerują cięcia o dużej intensywności. Dlatego skład gatunkowy grzybów mikoryzowych jak i charakterystycznych roślin leśnych może być wykorzystany do oceny stopnia degradacji i etapów odbudowy środowiska leśnego.

## WNIOSKI

W porównaniu z procesami zarastania zrębów, które ilustrują klasyczną sukcesję wtórną, odnowienie drzewostanów jodłowo-bukowych po cięciach selektywnych rozpoczyna się w kształcie demutacji z późniejszych etapów sukcesji wtórnej, pomijając początkowy etap przekształcenia runa leśnego w roślinność zrębów. Na początku procesów regeneracyjnych ogólna liczba gatunków maleje, a później wzrasta kosztem gatunków ruderalnych. Tylko po 8 roku skład gatunkowy lasów jodłowo-bukowych powoli zaczyna się odbudowywać kosztem rodzimych gatunków roślin i grzybów leśnych.

Odnotowano pewną zależność pomiędzy etapem odnowy drzewostanu, a pojawieniem się gatunków grzybów mikoryzowych. W naturalnych lasach jodłowo-bukowych główną rolę w mikoryzacji podłoża odgrywają makromicety mikoryzowe rurkowate i blaszkowate, natomiast po wycince najpierw zanikają grzyby rurkowate i zmienia się znacząco skład grzybów mikoryzowych blaszkowatych.

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że selektywna wycinka lasu w istotny sposób zmienia warunki środowiskowe oraz skład gatunkowy roślin i mikrobioty, co w efekcie utrudnia odnawianie gatunków lasotwórczych drzew przez formowanie warstwy zielnej obcego składu oraz zanikanie grzybów mikoryzowych.

## LITERATURA

- Braun-Blanquet, J. (1964). *Plant sociology. Basic principles of vegetation science*. Vienna-New York: Springer, 865 [in Deutsch].
- Čater, M., Levanič, T. (2013). *Response of Fagus sylvatica L. and Abies alba Mill. in different silvicultural systems of the high Dinaric karst*. Forest ecology and management, 289, 278-288.

- Determination of Ectomycorrhizae (DEEMY) [online] <http://www.deemy.de> [dostęp 15.10.2023].
- FAO–Unesco. Soil map of the world. (1981). Unesco, Paris, vol. 5: Europe, 236 [online] <https://www.fao.org/3/as354e/as354e.pdf> [dostęp 1.12.2022].
- Fokshei, S. I. (2019). Monitoring of the thermal regime on the territory of the NPP "Hutsulshchyna". *Long-term monitoring of the environment: experience, problems, prospects*. Lviv: LNU, 71-74 [in Ukrainian].
- Forrester, D. I., Bauhus, J. (2016). *A review of processes behind diversity—productivity relationships in forests*. Current Forestry Reports, 2, 45-61.
- Gerenchuk, K. (Ed.). (1973). *Nature of Ivano-Frankivsk region*. Lviv: Higher School, 160 [in Ukrainian].
- Golubets, M.A. (2003). *Geobotanical zoning of the Ukrainian Carpathians is the basis of rational nature management*. Proceedings of the Scientific Society named after Shevchenko, XII, 283-292 [in Ukrainian].
- Granier, A., Biron, P., Lemoine, D. (2000). *Water balance, transpiration and canopy conductance in two beech stands*. Agricultural and forest meteorology, 100(4), 291-308.
- Hilmers, T., Avdagić, A., Bartkowicz, L., Bielak, K., Binder, F., Bončina, A., Pretzsch, H. (2019). *The productivity of mixed mountain forests comprised of Fagus sylvatica, Picea abies, and Abies alba across Europe*. Forestry: An International Journal of Forest Research, 92(5), 512-522.
- Index Fungorum [online]. <http://www.indexfungorum.org> [dostęp 16.03.2023].
- Janík, D., Adam, D., Hort, L., Král, K., Šamonil, P., Unar, P., Vrška, T. (2014). *Tree spatial patterns of Abies alba and Fagus sylvatica in the Western Carpathians over 30 years*. European Journal of Forest Research, 133, 1015-1028.
- Jastrzębski, R., Paluch, J. (2022). *The spatio-temporal pattern of release signals and tree growth in Fagus-Abies-Picea old-growth forests reveals unsteady gap-phase dynamics*. Forest Ecology and Management, 503, 119743.
- Lebourgeois, F., Bréda, N., Ulrich, E., Granier, A. (2005). *Climate-tree-growth relationships of European beech (Fagus sylvatica L.) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR)*. Trees, 19, 385-401.
- Leuschner, C., Ellenberg, H. (2017). *Ecology of Central European non-forest vegetation: coastal to alpine, natural to man-made habitats: vegetation ecology of Central Europe. Volume II*. Springer: Cham, 1094. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-43048-5>.
- Martin-Benito, D., Molina-Valero, J. A., Pérez-Cruzado, C., Bigler, C., Bugmann, H. (2022). *Development and long-term dynamics of old-growth beech-fir forests in the Pyrenees: Evidence from dendroecology and dynamic vegetation modelling*. Forest Ecology and Management, 524, 120541.
- Matuszkiewicz, W. (2022). *Guide to marking plant communities in Poland*. Warsaw: PWN, 540 [in Polish].
- Maxime, C., Hendrik, D. (2011). *Effects of climate on diameter growth of co-occurring Fagus sylvatica and Abies alba along an altitudinal gradient*. Trees, 25(2), 265-276.
- Meteopost. *Archival database of meteorological data* [online] <https://meteopost.com/weather/archive/> [dostęp 10.03.2024].
- Nagel, T. A., Svoboda, M., Diaci, J. (2006). *Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth Fagus–Abies forest in southeastern Slovenia*. Forest Ecology and management, 226(1-3), 268-278.
- Nagel, T. A., Svoboda, M., Rugani, T., Diaci, J. (2010). *Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth Fagus–Abies forest of Bosnia–Herzegovina*. Plant Ecology, 208, 307-318.