

JAROSŁAW LASOTA, EWA BŁOŃSKA, MACIEJ ZWYDAK

Warunki glebowe eutroficznych lasów jodłowych Beskidu Niskiego oraz Sądeckiego*

Soil conditions of eutrophic fir forest stands in Beskid Niski and Sądecki

ABSTRACT

Lasota J., Błońska E., Zwyczaj M. 2015. Warunki glebowe eutroficznych lasów jodłowych Beskidu Niskiego oraz Sądeckiego. Sylwan 159 (9): 767-777.

The paper presents the properties of soils of eutrophic fir forest stands in lower montane zone in Beskid Niski and Beskid Sądecki Mts. (southern Poland). Efforts were made to put some order in the issues related to the site system, in which the fir plays a dominant role. The study was conducted in 10 study sites reflecting the living conditions of eutrophic silver fir forest. On each plot the topography conditions were described, soil pit was done and samples for laboratory analysis were taken. We determined the following soil characteristics: pH, the content of C and N, particle size, the contents of Ca, Mg, Na and K, exchangeable acidity, aluminum content and hydrolitic acidity. Additionally, diameter at the breast height and height of firs were measured. Cambisols (Epidystric, Hyperdystric and Eutric) are soils typical for eutrophic fir forest stands. The study confirmed that the eutrophic fir forests occupy mainly moderately cool slopes: north, east and north-east. The eutrophic fir forests prefer the lower parts of the slopes or low hills. Eutrophic nature of the soil occupied by the fir forests confirms the quality of accumulated humus. The mull humus type was found the most frequently. Only in two cases moder humus type was noted. The advantageous properties of humus-mineral horizon reflects decomposition level of organic matter expressed as the proportion C/N (range from 11.2 to 19.1). Particle size of Cambisols of eutrophic fir forest stand was very diverse and was associated with the nature of the parent material. Fertility of the soils was reflected in the trophic soil index for mountain area (SIG=30-37), which was confirmed by the high site index of these stands.

KEY WORDS

forest sites, soil properties, fir stands

ADDRESSES

Jarosław Lasota – e-mail: rllasota@cyf-kr.edu.pl
Ewa Błońska, Maciej Zwyczaj

Zakład Gleboznawstwa Leśnego, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Wstęp

W opracowaniu obejmującym charakterystykę głównych zespołów leśnych Polski Matuszkiewicz [2001] opisał fitocenozę lasów jodłowych w randze zbiorowiska, które określił nazwą eutroficznego lasu jodłowego (*Abies alba-Oxalis acetosella*). Po analizie dostępnych w literaturze materiałów

*Praca finansowana przez Generalną Dyрекcję Lasów Państwowych w ramach projektu pt. „Dopracowanie diagnozowania siedlisk dla obszarów górskich w oparciu o siedliskowy indeks glebowy (SIG) wprowadzany obecnie do diagnozowania siedlisk terenów nizinnych i wyżynnych”.

fitosocjologicznych stwierdził, że wyróżnione fitocenozy zajmują siedliska nieco żyźniejsze (mniej zakwaszone) niż siedliska borów mieszanych i posiadają charakter pośredni pomiędzy związkiem *Piceion abietis* z klasy *Vaccinio-Piceetea* a związkiem *Fagion* z klasy *Quercio-Fagetea*. Z kolei Danielewicz i in. [2004] żyzną jedlinę karpacką (zbiorowisko *Abies alba-Oxalis acetosella*) w jednym miejscu włączyli do podtypu „kwaśne buczyny”, natomiast w innym stwierdzili, że dolnoregłowy las jodłowy (tutaj utożsamiany z zespołem *Galio-Abietetum* wyróżnianym przez Matuszkiewicza [1978]) zajmuje siedliska uboższe niż żyzne buczyny, lecz żyźniejsze niż kwaśne buczyny. Według Holeksy i Szwagrzyka [Danielewicz i in. 2004] dolnoregłowy las jodłowy wykształca się na glebach brunatnych kwaśnych, w porównaniu do buczyn odznaczających się wyższą wilgotnością, powstałych głównie z utworów skalnych dających zwietrzelinę ciężką i zwięzłą. Autorzy opracowania są świadomi kontrowersji, jakie wywołuje klasyfikacja dolnoregłowych lasów jodłowych. Przytaczają różne nazwy, którymi określano tego typu fitocenozy w opracowaniach florystycznych (*Galio-Abietetum* [Celiński, Wojterski 1978; Dzwonko 1984], *Dryopterido dilatatae-Abietetum* [Święś 1982, 1983], *Rubus hirtus-Abies alba* [Michalik, Michalik 1997], *Abies alba-Oxalis acetosella* [Matuszkiewicz 2001]). Jak widać, klasyfikacja fitosocjologiczna lasów jodłowych jest obecnie niedoskonała.

W badaniach siedliskoznawczych były również analizowane gleby, na których kształtują się fitocenozy lasów jodłowych. Baran [1977], charakteryzując gleby jedlin Beskidu Sądeckiego, wyróżnił trzy grupy gleb i siedlisk związanych z drzewostanami jodłowymi. Autor wymienił głęboko wylugowane gleby brunatne, które należy utożsamiać z siedliskiem LMGśw, powierzchniowo, płytko wylugowane gleby brunatne tworzące siedlisko LGśw oraz gleby brunatne właściwe oglejone, związane przede wszystkim z siedliskiem LGw. Analizując siedliska lasów jodłowych w Beskidach Zachodnich, Sikorska i Lasota [2006] doszli do wniosku, że jedliny tego obszaru zajmują bardzo zróżnicowane gleby i zarazem siedliska. Według tych autorów jodła może tworzyć drzewostany na świeżych oraz wilgotnych siedliskach BMG, LMG i LG w zależności od charakteru podłoża skalnego i związanych z nim utworów glebowych. Eutroficzny charakter posiadają na tym terenie siedliska lasów jodłowych ukształtowane na podłożu piaskowców i łupków warstw magurskich, z których uformowały się gleby brunatne kwaśne oraz brunatne wylugowane o uziarnieniu glin średnich, ciężkich oraz iłów. W zależności od warunków ukształtowania terenu oraz uwilgotnienia gleb eutroficzne jedliny w Beskidach Zachodnich możemy łączyć z siedliskami LGśw oraz LGw.

Celem prezentowanej pracy jest ukazanie właściwości gleb eutroficznych (zajmujących żyzne gleby i odznaczających się dużym bogactwem florystycznym) lasów jodłowych regla dolnego Beskidu Niskiego oraz Sądeckiego. Praca porządkuje ponadto pewne zagadnienia związane z systematyką siedlisk fitocenozy, w których jodła odgrywa dominującą rolę w warstwie drzew, i wyjaśnia, z czego wynika odrębność siedlisk eutroficznych lasów jodłowych.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 10 powierzchniach typologicznych odzwierciedlających warunki bytowania dolnoregłowych eutroficznych lasów jodłowych w Beskidzie Sądeckim oraz Beskidzie Niskim. Powierzchnie zlokalizowano na terenie, gdzie bogate lasy jodłowe występują jeszcze na znacznym obszarze.

Zakres badań na założonych powierzchniach typologicznych był zgodny z zasadami stosowanymi w pracach siedliskowych [Instrukcja... 2012]. Na każdej powierzchni, w miejscu reprezentatywnym, opisano warunki ukształtowania terenu oraz wykonano głęboką odkrywkę glebową z pobraniem prób do analiz laboratoryjnych. Z poziomów próchnicznych pobrano próby zbiorcze,

a następnie zdiagnozowano typy i podtypy gleb [Klasyfikacja... 2000]. W próbkach gleb oznaczano metodami standardowo używanymi w badaniach gleboznawczych [Ostrowska i in. 1991] następujące właściwości gleb: uziarnienie – metodą areometryczną, pH – metodą potencjometryczną w 1M roztworze KCl i w H₂O, a zawartość C i N autoanalizatorem CNS. Wymienne formy Ca, Mg, K i Na oznaczono metodą absorpcji atomowej w wyciągu 1M octanu amonu o pH 7,0, z określeniem stopnia wysycenia kationami zasadowymi. Kwasowość wymienną i Al ruchomy oznaczono metodą Sokołowa w wyciągu 1M KCl, natomiast kwasowość hydrolityczną – metodą Kappena. Gęstość objętościową określono metodą suszarkowo-wagową w próbkach pobranych do cylinderków. Na każdej powierzchni badawczej (kołowa o wielkości 0,25 ha) wykonano pomiar drzewostanu, pomierzono pierśnice i wysokości wszystkich drzew. Na podstawie wysokości przeciętnej oraz wieku określono bonitację wzrostową gatunków budujących drzewostan. Dla oceny siedliska na podstawie roślinności runa wykonano spis roślinności metodą Brauna-Blanqueta.

Wyniki

Analizowane płaty eutroficznych lasów jodłowych charakteryzują się ściśle określonymi warunkami położenia. Są to głównie dolne, przydolinowe fragmenty stoków o wystawach wschodnich, północno-wschodnich lub północnych. Jeżeli płaty takich lasów występują wyżej na stoku, są to niewysokie wzniesienia lub garby, których wysokość mierzona od dna doliny nie przekracza 250 m (tab. 1). Dominują niewielkie spadki stoków, łagodnie nachylone garby lub wierzchowiny niskich grzbietów.

Tabela 1.

Lokalizacja, położenie (P), wysokość nad dnem doliny (H [m]), wystawa (W), nachylenie (N) oraz wysokość n.p.m. (A) badanych stanowisk eutroficznych lasów jodłowych

Location, position (P), elevation above the valley bottom (H [m]), aspect (W), slope (N) and altitude m a.s.l. (A) of the studied eutrophic fir stands

Lp.	Nadleśnictwo Forest district	Leśnictwo Forest range	P	H	W	N	A
1.	Łosie	Ropa	środkowa część stoku the middle part of the slope	120	N	20	620
2.	Łosie	Ropa	dolna część stoku the lower part of the slope	45	NW	7	532
3.	Łosie	Ropa	dolna część stoku the lower part of the slope	20	E	10	505
4.	LZD Krynica	Tylicz	środkowa część stoku the middle part of the slope	150	NW	10	776
5.	LZD Krynica	Tylicz	górną część stoku the upper part of the slope	205	N	5	807
6.	LZD Krynica	Tylicz	dolna część stoku the lower part of the slope	40	W	10	620
7.	LZD Krynica	Powroźnik	środkowa część stoku the middle part of the slope	150	E	5	755
8.	LZD Krynica	Powroźnik	dolna część stoku the lower part of the slope	50	E	10	655
9.	LZD Krynica	Powroźnik	dolna część stoku the lower part of the slope	25	SW	13	588
10.	Nawojowa	Łabowa	górną część stoku the upper part of the slope	230	E	5	795

Tabela 2 prezentuje podstawowe cechy utworów glebowych w analizowanych płatach eutroficznych lasów jodłowych. Bogactwo florystyczne omawianych fitocenoz potwierdzają występujące tam typy i podtypy gleb. Spośród badanych 10 utworów glebowych dominują eutroficzne gleby brunatne wylugowane wraz z glebami brunatnymi właściwymi. Są to bez wątpienia najbogatsze gleby, jakie spotykamy w terenach górskich. W analizowanym materiale gleby brunatne wylugowane wytworzyły się z gruboławicowych piaskowców i łupków z Piwnicznej oraz utworów warstw inoceramowych zawierających w swoim składzie, poza cienkoławicowymi piaskowcami, mułowce oraz łupki ilaste (tab. 2). Gleby brunatne wylugowane wykazują zakwaszenie powierzchniowych poziomów włącznie ze strefą brunatnienia. Począwszy od poziomów BbrC, następuje podwyższenie odczynu i wzrost zawartości wymiennych kationów przy jednoczesnym zmniejszeniu kwasowości. Tabele 4 oraz 5 zawierają zestawienie wybranych właściwości gleb w poziomach powierzchniowych (akumulacji próchnicy) wykazujących zakwaszenie oraz głębokich poziomów skały macierzystej świadczących o zasobności podłoża i występowaniu rezerw biogenów potrzebnych dla wzrostu drzew. Różnice właściwości tych skrajnych poziomów gleb brunatnych wylugowanych wyrażają np.: odczyn 4,0-4,5 pH w poziomie próchniczno-mineralnym, 5,4-5,8 pH

Tabela 2.

Typ i podtyp gleby (gleba), skała macierzysta (skała), uziarnienie (U), głębokość poziomu próchniczno-mineralnego (Ad [cm]), typ próchnicy (humus) i wartość siedliskowego indeksu glebowego dla terenów górskich (SIGg) w badanych eutroficznych lasach jodłowych

Soil type and subtype (gleba), parent material (skała), particles size (U), depth of humus-mineral horizon (Ad [cm]), humus type (humus) and soil trophic index for mountain areas (SIGg) for the studied eutrophic fir stands

Lp.	Gleba	Skała	U	Ad	Humus	SIGg
1.	BRwy	piaskowce cienkoławicowe z mułowcami i iłowcami (inoceramowe) sandstone with siltstone and claystone	gz/pyi	16	mull świeży	35
2.	BRk	piaskowce cienkoławicowe z mułowcami i iłowcami (inoceramowe) sandstone with siltstone and claystone	gz/pyi/gpyi	7	moder świeży	37
3.	BRwy	piaskowce cienkoławicowe z mułowcami i iłowcami (inoceramowe) sandstone with siltstone and claystone	pyi/gz	17	mull świeży	35
4.	BRw	piaskowce cienkoławicowe i łupki margliste sandstone and margly shale	pyi/gpyi	14	mull świeży	36
5.	BRw	piaskowce cienkoławicowe i łupki margliste sandstone and margly shale	gz/gpyi/gi	18	mull świeży	35
6.	BRk	piaskowce i łupki, warstwy z Zarzecza sandstone, shale, leyer from Zarzecze	gl	12	mull świeży	32
7.	BRwy	piaskowce gruboławicowe i łupki z Piwnicznej sandstone and shale from Piwniczna	gl/gz/gp	6	moder świeży	33
8.	BRwy	piaskowce gruboławicowe i łupki z Piwnicznej sandstone and shale from Piwniczna	gl/gp	29	mull świeży	31
9.	BRw	piaskowce gruboławicowe i łupki z Piwnicznej sandstone and shale from Piwniczna	gp	9	mull świeży	30
10.	BRwy	piaskowce gruboławicowe i łupki z Piwnicznej sandstone and shale from Piwniczna	gz/gi//ipy	14	mull świeży	34

BRwy – gleba brunatna wylugowana, BRk – gleba brunatna kwaśna, BRw – gleba brunatna właściwa, gz – glina zwykła, pyi – pył ilasty, gpyi – glina pylasto-ilasta, gi – glina ilasta, gl – glina lekka, gp – glina piaszczysta, ipy – il pylasty
BRwy – Epidystric Cambisols, BRk – Hyperdystric Cambisols, BRw – Eutric Cambisols, gz – loam, pyi – silt loam, gpyi – silty clay loam, gi – clay loam, gl – sandy loam, gp – sandy loam, ipy – silty clay

Tabela 3.

Wybrane właściwości fizykochemiczne analizowanych gleb
Some physico-chemical properties of examined soils

Poziom	Prasek Sand [%]	Ø<0,02 mm	H Clay [%]	C [%]	N [%]	C/N	V [%]	pH _{H2O}	Ca [mg/100g]	Mg [mg/100g]	Al [cmol(+)/kg]	S [cmol(+)/kg]	P [mg/kg]
A	28±15	41±13	17±5	4,9±2,6	0,31±0,14	15,5±2,2	25±24	4,7±0,6	81,1±76,3	7,1±4,3	9,4±8,4	4,9±4,2	3,0±1,8
Bbr	27±23	49±20	21±10	1,1±0,6	0,08±0,04	13,7±2,2	33±38	5,3±1,2	83,9±115,4	6,4±7,6	6,7±6,5	4,9±6,4	0,8±1,0
C	36±27	48±25	24±14	0,35±0,17	0,04±0,02	9,6±3,0	67±23	6,1±1,3	165,9±126,4	16,6±11,3	3,8±4,9	9,9±7,0	1,7±2,7

V – wysycenie kompleksu kationami zasadowymi; base saturation

Tabela 4.

Wybrane właściwości chemiczne mineralnych poziomów akumulacji próchnicy (A) w glebach eutroficznych lasów jodłowych
Some chemical characteristics of humus-mineral (A) horizons in soil of eutrophic fir forest stand

Lp.	C [%]	C/N	N ² /C	pH _{H2O}	pH _{KCl}	V [%]	Al/CECe	Ca [cmol(+)/kg]	Ca/CECe	Ca/Al
1.	10,54	16,9	0,037	4,0	3,2	3,6	0,87	0,77	0,03	0,04
2.	8,33	16,4	0,031	4,0	3,3	4,6	0,87	1,42	0,06	0,07
3.	3,53	14,6	0,016	4,4	3,4	5,0	0,92	0,67	0,04	0,05
4.	3,01	13,5	0,016	5,4	4,2	54,8	0,04	8,96	0,83	22,41
5.	2,34	11,2	0,019	5,6	4,2	62,6	0,03	10,52	0,83	25,05
6.	3,24	16,3	0,012	5,5	4,4	47,7	0,07	5,96	0,83	12,68
7.	4,51	19,1	0,012	4,2	3,0	11,9	0,79	2,31	0,15	0,18
8.	4,56	15,5	0,019	4,5	3,4	12,1	0,75	1,67	0,17	0,22
9.	5,11	14,7	0,024	5,1	4,0	43,0	0,09	7,50	0,77	8,93
10.	4,23	16,7	0,015	4,2	3,2	4,7	0,90	0,68	0,04	0,04

V – wysycenie kompleksu kationami zasadowymi, CECe – efektywna pojemność wymiany kationów

V – base saturation, CECe – effective cation exchange capacity

Tabela 5.

Wybrane właściwości chemiczne poziomów zwierzającej skały macierzystej (C) w glebach eutroficznych lasów jodłowych

Some chemical properties of parent material (C) horizons in soil of eutrophic fir forest stand

Lp.	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	V [%]	Al [cmol(+)/kg]	Al/CECe	Ca [cmol(+)/kg]	Ca/CECe	Ca/Al
1.	5,6	4,2	58,7	2,72	0,25	6,38	0,59	2,35
2.	5,1	3,7	39,3	14,96	0,65	5,96	0,26	0,40
3.	5,4	3,7	58,3	6,94	0,44	6,60	0,42	0,95
4.	8,4	7,2	98,4	0,00	0,00	21,10	0,91	–
5.	8,0	7,1	96,2	0,00	0,00	14,10	0,90	–
6.	4,7	3,6	30,1	3,42	0,66	1,35	0,26	0,39
7.	5,8	3,7	74,9	0,84	0,13	4,72	0,75	5,61
8.	5,6	4,1	51,2	1,16	0,28	2,46	0,60	2,12
9.	7,3	5,5	87,2	0,05	0,01	5,21	0,81	104,29
10.	5,6	3,6	71,2	8,00	0,29	14,92	0,55	1,86

V – wysycenie kompleksu kationami zasadowymi, CECe – efektywna pojemność wymiany kationów

Za poziom skały macierzystej uznano poziomy najgłębiej leżący w profilu glebowym nad litą niezwiertzałą masywną skałą. Występowały w badanych profilach od głębokości 70-90 cm w głąb, charakteryzując się z reguły silną szkieletowością (zawierały 70-95% części szkieletowych, za wyjątkiem profilu 10, gdzie stwierdzono zaledwie 10% odłamków mułowców i łupków)

V – base saturation, CECe – effective cation exchangeable capacity

Parent material horizon is the deepest lying horizon above rock (at a depth of 70-90 cm, that horizon was characterized by high share of the skeleton fraction)

w poziomie C, wysycenie kationami zasadowymi – odpowiednio 4-12% i 52-75%, zawartość wapnia wymiennego 0,7-2,3 i 2,5-14,9 cmol(+)/kg, stosunek zawartości glinu wymiennego do efektywnej pojemności sorpcyjnej Al/CECe 0,75-0,90 i 0,13-0,44 oraz stosunek wymiennego wapnia do glinu Ca/Al 0,04-0,22 i 0,95-2,35 (tab. 4, 5). Gleby brunatne właściwe łączą się z fliszowymi utworami marglistymi zawierającymi węglan wapnia w lepszczu spajającym ziarna skalne (profile 4 i 5) oraz z bogatszymi piaskowcami i łupkami z Piwnicznej (profil 9) (tab. 2). Powierzchniowe poziomy akumulacji próchnicy gleb brunatnych właściwych eutroficznych lasów jodłowych odznaczają się słabo kwaśnym odczynem (5,1-5,6 pH w H₂O), wysokim wysyceniem kationami zasadowymi (43-63%), w szczególności wymiennego wapnia (7,5-10,5 cmol(+)/kg). Małą zawartość kwasowych jonów wyraża bardzo korzystny stosunek wymiennego glinu do efektywnej pojemności sorpcyjnej (Al/CECe 0,03-0,09) i wysoki stosunek zawartości wymiennego wapnia do glinu (Ca/Al 9-25) (tab. 4). Głębokie poziomy gleb brunatnych właściwych z racji zawartości węglanu wapnia odznaczają się zasadowym odczynem (pH w H₂O 7,3-8,4) i niemal pełnym wysyceniem kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (87-98%) przy braku glinu w kompleksie sorpcyjnym (tab. 5). Trzecim, najrzadziej spotykanym, podtypem gleb eutroficznych lasów jodłowych są gleby brunatne kwaśne. Dwa spośród analizowanych w pracy profili reprezentują gleby brunatne kwaśne eutroficznych lasów jodłowych (profil 2 i 6). Jeden profil powstał z cienkoławicowych piaskowców i mułowców warstw inoceramowych, drugi wykształcił się na podłożu piaskowców i łupków warstw z Zarczcha. Profile te nie ustępują glebom brunatnym wylugowanym odczynem czy zasobnością głębokich poziomów w wymienny wapń i magnez (tab. 5). Żyzność gleb eutroficznych lasów jodłowych odzwierciedlają wartości siedliskowego indeksu glebowego (SIGg) mieszczące się w przedziale 30-37 (tab. 2). Analizowane gleby nie wykazują wyraźnego wpływu wody śródpokrywowej. W dwóch profilach (5 i 10) stwierdzono słabe cechy procesów glejowych w środkowych i dolnych poziomach, które pozwalają zaliczyć je do odmiany gruntowo-glejowej. Pozostałe utwory glebowe odznaczają się brakiem oznak procesów glejowych, tworzą siedliska umiarkowanie świeże. Uziarnienie gleb brunatnych eutroficznych lasów jodłowych

jest bardzo zróżnicowane i wykazuje ścisły związek z charakterem podłoża skalnego. Gleby zwietrzeline piaskowców i łupków warstw inoceramowych oraz piaskowców i łupków marglistych charakteryzują się bardziej drobnoziarnistą granulacją (tab. 2). W częściach ziemistych są to gliny zwykłe, pyły ilaste, a w głębokich poziomach gliny pylasto-ilaste [Klasyfikacja... 2008]. Piaskowce gruboławicowe i łupki z Piwnicznej oraz piaskowce i łupki z Zarzecza (poza profilem nr 10) łączą się z bardziej gruboziarnistymi utworami o proporcji frakcji granulometrycznych typowych dla glin lekkich, a nawet glin piaszczystych w poziomach głębokich (tab. 2). Analizowane gleby należą w większości do gleb średnio i silnie szkieletowych. W poziomach wzbogacenia zawierają 20-60% części szkieletowych, w głębokich poziomach ich ilość wzrasta do 70-90%. Wyjątkiem pod tym względem okazał się profil nr 10, który wykształcił się ze zwietrzeliney z dominacją łupków, o czym świadczy bardzo mała ilość części szkieletowych (w poziomach wzbogacenia stwierdzono pojedyncze okruchy zwięzłej skały, w poziomach BC i C zaledwie 10% szkieletu).

Bardzo korzystne oddziaływanie drzewostanu jodłowego na powierzchniowe poziomy akumulacji próchnicy wyrażają forma i właściwości próchnicy glebowej. Na powierzchni gleb badanych eutroficznych lasów jodłowych, poza dwoma wyjątkami, powstała doskonała próchnica mullowa, czyli bezpośrednio pod poziomem surowinowym stwierdzono poziom próchniczno-mineralny z dobrze rozłożoną endopróchnicą (tab. 2). Tylko w dwóch przypadkach (profile 2 i 7) na powierzchni gleby odłożył się płytki poziom detrytusu (Ofh), grubości 3 cm, który świadczy o ukształtowaniu próchnicy typu moder. Korzystne właściwości poziomów próchniczno-mineralnych gleb eutroficznych lasów jodłowych określa stopień rozkładu materii organicznej wyrażony stosunkiem C/N. W badanych glebach mieści się on w przedziale 11,2-19,1 (średnio wynosi 15,5) (tab. 3 i 4). Poziomy akumulacji próchnicy charakteryzuje także korzystny stosunek zawartości azotu do C/N uwzględniany w konstrukcji siedliskowego indeksu glebowego. Wartość tego parametru (N^2/C) w poziomach próchniczno-mineralnych badanych fitocenozy wynosi 0,012-0,037 (tab. 4).

Roślinność runa stwierdzona w analizowanych płatach eutroficznych lasów jodłowych charakteryzuje się dużym bogactwem gatunkowym. Z najwyższą stałością występują tu paprocie (*Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata*, *D. carthusian* i *D. filix-mas*), jak również jeżyna gruczolowa (*Rubus hirtus*), starzec gajowy (*Senecio nemorensis*) i szczawik zajęczy (*Oxalis acetosella*). Są to gatunki dominujące, które tworzą stałą kombinację i nadają charakterystyczny wygląd roślinności dna lasu. Z gatunków charakterystycznych dla siedlisk lasowych w badanych płatach eutroficznych lasów jodłowych najczęściej stwierdzano występowanie gajowca żółtego (*Galeobdolon luteum*), fiołka leśnego (*Viola reichenbachiana*), żankła zwyczajnego (*Sanicula europaea*), turzycy leśnej (*Carex sylvatica*), czworolistu pospolitego (*Paris quadrifolia*) i żywca cebulkowego (*Dentaria bulbifera*). Z gatunków charakterystycznych dla siedlisk borowych wystąpiły na kilku powierzchniach: konwalijka dwulistna (*Maianthemum bifolium*), kosmatka owłosiona (*Luzula pilosa*) oraz borówka czernica (*Vaccinium myrtillus*). Na powierzchniach z glebą brunatną właściwą stwierdzono pojedyncze występowanie gatunków bardzo wymagających względem żyzności gleby, jednocześnie wskazujących na nieco wyższe uwilgotnienie (*Actaea spicata*, *Circaea alpina*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Geranium robertianum*, *Impatiens noli-tangere*, *Mercurialis perennis* i *Stachys sylvatica*).

Żyżność siedlisk eutroficznych lasów jodłowych potwierdzają również parametry wzrostowe drzewostanów. Na analizowanych powierzchniach jodła osiąga pierśnicę dochodzącą do 50-70 cm (przeciętnie pierśnice wynoszą 40-45 cm). Średnia wysokość drzewostanów jodłowych w wieku około 100 lat wynosi 28-34 m, co odpowiada zakresowi bonitacji wzrostowej I-II, charakterystycznej dla eutroficznych siedlisk lasów górskich (tab. 6).

Tabela 6.

Skład gatunkowy (skład), wiek (W [lata]), zwarcie (SD), przeciętna pierśnica (D [cm]), wysokość (H [m]) oraz bonitacja (SI) jodły, dominujące rośliny runa (runo) i siedliskowy typ lasu (TSL) badanych drzewostanów eutroficznych lasów jodłowych

Species composition (skład), age (W [years]), stand density (SD), average breast height diameter (D [cm]), height (H [m]) and site index (SI) for fir, dominant forest floor plant species (runo) and forest site type (TSL) for studied eutrophic fir stands

Profil Profile	Skład	W	SD	D	H	SI	Runo	TSL
1.	8Jd, pjd. Bk	135	0,7	67,4	38,0	I,0	<i>Vac. myr., Oxa. ace., Dry. car., Dry. dil.</i>	LGśw
2.	9Jd, pjd. Bk	115	0,9	40,5	32,8	I,2	<i>Oxa. ace., Car. tri., Dry. fil.-mas., Ath. fil.-fem.</i>	LGśw
3.	10Jd	95	0,8	39,0	30,8	I,0	<i>Ath. fil.-fem., Rub. hir., Gym. dry., Dry. dil.</i>	LGśw
4.	10Jd, pjd. Bk	105	0,6	43,0	29,9	I,6	<i>Rub. hir., Ath. fil.-fem., Car. syl., Dry. fil.-mas.</i>	LGśw
5.	10Jd	110	0,7	46,5	31,5	I,3	<i>Rub. hir., Ath. fil.-fem., Gal. lut., Oxa. ace.</i>	LGśw
6.	10Jd	105	1,0	44,1	27,9	II,0	<i>Ath. fil.-fem., Oxa. ace., Sen. nem., Vio. rei.</i>	LGśw
7.	10Jd	85	1,0	35,9	28,6	I,2	<i>Ath. fil.-fem., Vac. myr., Mai. bif., Sen. nem.</i>	LGśw
8.	10Jd	100	0,7	45,5	34,3	I,0	<i>Ath. fil.-fem., Dry. car. Mai. bif., Dry. dil.</i>	LGśw
9.	10Jd	85	1,0	35,3	28,7	I,2	<i>Ath. fil.-fem., Oxa. ace., Dry. dil., Dry. fil.-mas.</i>	LGśw
10.	10Jd	84	0,8	44,3	27,1	I,5	<i>Ath. fil.-fem., Vac. myr., Rub. hir., Dry. dil.</i>	LGśw

Jd – *Abies alba*; Bk – *Fagus sylvatica*; pjd. – pojedynczo; single; *Vac. myr.* – *Vaccinium myrtillus*, *Oxa. ace.* – *Oxalis acetosella*, *Dry. car.* – *Dryopteris carthusiana*, *Dry. dil.* – *Dryopteris dilatata*, *Car. tri.* – *Cardamine trifolia*, *Dry. fil. mas.* – *Dryopteris filix-mas*, *Ath. fil.-fem.* – *Athyrium filix-femina*, *Rub. hir.* – *Rubus hirtus*, *Gym. dry.* – *Gymnocarpium dryopteris*, *Car. syl.* – *Carex sylvatica*, *Gal. lut.* – *Galeobdolon luteum*, *Sen. nem.* – *Senecio nemorensis*, *Vio. rei.* – *Viola reichenbachiana*, *Mai. bif.* – *Maianthemum bifolium*; LGśw – fresh mountain broadleaf forest

Dyskusja

Prezentowane w pracy gleby żyznych jedlin posiadają niewątpliwie eutroficzny charakter. Świadczą o tym procesy glebowe, rodzaj akumulowanej materii organicznej oraz zasobność średnich i głębokich poziomów w wymienne kationy zasadowe i substancje ilaste. Gleby brunatne właściwe oraz brunatne wyługowane są jednymi z najbogatszych gleb, jakie ukształtowały się w terenach górskich na podłożu skał fliszowych. Błędem jest utożsamianie tych jedlin z siedliskami mezotroficznymi, wiązanie tych fitocenozy tylko z glebami brunatnymi kwaśnymi czy włączanie ich do jednej zbiorczej jednostki wraz z kwaśnymi buczynami, czego dokonali Danielewicz i in. [2004]. Problemy z wyodrębnieniem jednostki eutroficznych lasów jodłowych na podstawie cech florystycznych wynikają zapewne z braku gatunków charakterystycznych dla tych fitocenozy, które pozwoliłyby na wydzielenie jednostki w randze zespołu roślinnego, jak również ze stałego udziału w lasach jodłowych gatunków roślin charakterystycznych dla fitocenozy borów (klasy *Vaccinio-Piceetea*). Od dawna w systemie florystycznym fitocenozy, w których współwystępują gatunki klasy *Vaccinio-Piceetea* wraz z gatunkami klasy *Qureco-Fagetea*, są traktowane jako średnio żyzne-mezotroficzne (laso-borowe). Taki charakter ma właśnie roślinność w eutroficznych lasach jodłowych. Dno lasu pokrywają łanowo wzrastające paprocie, jeżyna gruczołowa, malina właściwa, wysokie starce oraz przenet purpurowy. Poniżej spotykamy szczawik zajęczy wraz gatunkami lasów liściastych (m.in. żywiec gruczołowy, gajowiec żółty, żankiel zwyczajny, czworolist pospolity i fiołek leśny) oraz borów (borówka czarna, konwalijka dwulistna, kosmatka owłosiona i trzcinnik leśny). Brak swoistej kombinacji roślin w płatach żyznych lasów jodłowych jest również przyczyną problemów z ich identyfikacją oraz nazewnictwem w systemie fitosocjologicznym. Danielewicz i in. [2004] zamiennie używają w odniesieniu do dolnoregłowych lasów jodłowych nazwy *Galio-Abietetum* [Celiński, Wojterski 1978; Matuszkiewicz 1978; Dzwonko 1984] oraz nazwy zbiorowiska *Abies alba-oxalis acetosella* [Matuszkiewicz 2001]. Autorzy niniejszej pracy twierdzą, że określanie żyznych lasów jodłowych nazwą *Galio-Abietetum* może być mylące, gdyż *Galium rotundifolium*, z którym

te fitocenozy są utożsamiane, ma swoje optimum występowania na siedliskach uboższych, mezotroficznych na glebach brunatnych bielcowych i uboższych brunatnych kwaśnych, rzadko natomiast występuje w jedlinach na glebach eutroficznych. Prezentowane badania dowodzą, że gleby pod takimi zbiorowiskami roślinności okazują się bardzo żyznymi glebami brunatnymi, które pod względem właściwości fizykochemicznych nie ustępują glebom żyznej buczyny karpackiej. Powstawanie fitocenoz żyznych jedlin trudno jednoznacznie uzasadnić wyższą wilgotnością podłoża oraz cięższymi, bardziej drobnoziarnistymi zwietrzelinami skał fliszowych. Szwaagrzyk [1988] sądzi, że w Beskidach jedliny występują na utworach skalnych dających ciężkie i zwarte zwietrzeliny, gdzie gleby charakteryzują się znaczną wilgotnością, niskim stopniem aeracji i często oddolnym oglejeniem. Zdaniem tego autora cechy gleb w tych rejonach dają jodle przewagę nad bukiem. Analizowane w pracy gleby, poza dwoma przypadkami, stanowiły umiarkowanie świeże gleby brunatne, które nie wykazywały wyraźnego wpływu wody oraz cech procesów glejowych. Uzyskane wyniki nie wskazują, aby silniejsze uwilgotnienie gleby było czynnikiem warunkującym istnienie żyznych lasów jodłowych. Analiza uziarnienia badanych gleb także podważa związek żyznych jedlin ze zwietrzelinami ilastymi bądź bardzo drobnoziarnistymi. Wśród analizowanych utworów glebowych będących siedliskiem żyznych lasów jodłowych występują niemal wszystkie grupy granulometryczne, jakie spotykamy w terenach górskich. Są tu zarówno drobnoziarniste zwietrzeliny warstw inoceramowych (pyły ilaste, gliny pylasto-ilaste, gliny ilaste), jak również utwory bardziej przepuszczalne, gruboziarniste, na podłożu piaskowców z Piwnicznej (gliny zwykłe, gliny lekkie, gliny piaszczyste). Mimo różnicowanego uziarnienia są to jednak gleby bardzo głębokie. Jakie czynniki należy w takim przypadku traktować jako ważne dla formowania się zbiorowisk żyznych jedlin? Autorzy niniejszych badań twierdzą, że kluczową rolę odgrywają warunki reliefu związane z warunkami mezoklimatycznymi. Analizowane płaty jedlin łączy występowanie głównie w dolnych częściach chłodnych stoków. Jeżeli położone są wyżej, są to strefy nieprzekraczające około 250 m od dna dolin. Na specyfikę warunków klimatycznych w takich strefach zwracano uwagę we wcześniejszych badaniach [Sikorska 1997]. Obrębska-Starkłowa [1969] podobne strefy określiła jako swoisty region mezoklimatyczny odznaczający się bardziej surowym klimatem. Obejmuje on dna dolin, dolne partie stoków objęte inwersją temperatury, a także miejsca spływu i gromadzenia się chłodnych mas powietrza (kotliny, rynny oraz nisze osuwiskowe). Związek podobnych warunków położenia z kształtowaniem się lasów jodłowych został już zauważony w badaniach siedliskoznawców [Baran 1977; Twaróg 1983; Sikorska, Lasota 2006].

Wpływ warunków położenia i topografii terenu na wzrost drzewostanów jodłowych został udokumentowany także w badaniach Pinto i in. [2007] na terenie Wogezów. Autorzy ci wykazali, że jodła korzystniej rozwija się (osiąga większe przyrosty na grubość oraz wysokość) w położeniach dolinowych i przydolinowych aniżeli stokowych. Przypuszczalnie kluczowe dla prawidłowego rozwoju jest stabilne uwilgotnienie gleby i jednocześnie powietrza, które łączy się z odpowiednimi warunkami mezoreliefu. Kobal i in. [2015] twierdzą, że wobec nasilających się obecnie zmian warunków klimatycznych górskie drzewostany jodłowe stają się bardzo wrażliwe na zmniejszenie ilości opadów, dlatego bardzo ważna dla ich kondycji zdrowotnej i trwałości jest odpowiednia pojemność wodna gleb. Może ona być zapewniona dzięki obecności głęboko położonych związłych, ilastych poziomów uniemożliwiających odpływ wody z poziomów powierzchniowych oraz dużej głębokości profilu glebowego. We wspomnianych położeniach dominują właśnie takie gleby: głębokie, zdolne do zatrzymywania spływającej z góry wody śródstokowej. Dodatkowo mikroklimat dolin oraz chłodne ekspozycje stoków północnych i północno-wschodnich warunkują odpowiednią stabilność uwilgotnienia takich gleb i jednocześnie korzystny rozwój jedlin.

W badaniach dendroklimatologicznych znajdujemy potwierdzenie istotności wpływu wilgotności na przyrost grubości jodeł w drzewostanach górskich. Lebourgeois [2007] wykazał, że szczególnie niekorzystny dla przyrostu jodeł (mogący zmniejszyć przyrost nawet o 70%) jest deficyt wody późnym latem oraz wczesną jesienią (w miesiącach VIII-X). Badania dendroklimatologiczne wskazują jednocześnie silną negatywną reakcję przyrostu jodły na zbyt wysoką temperaturę wiosny i lata [Bronisz i in. 2010]. Wspomniane badania potwierdzają, że jodła jest gatunkiem preferującym umiarkowanie chłodny i jednocześnie wilgotny klimat, który zapewnia stabilne warunki wilgotnościowe.

Obecnie, kiedy uległa zahamowaniu regresja, jaką obserwowano w kondycji zdrowotnej drzewostanów jodłowych [Jaworski 1998; Zawada 2001], gatunek ten powiększa swój areal i niejednokrotnie powraca na dawne siedliska. Na obszarze Gorczańskiego Parku Narodowego w niższych partiach regla dolnego jodła istotnie powiększyła swój udział w okresie 1992-2007, na co wskazuje wzrost zagęszczenia osobników o 88% (w stosunku do stanu z 1992 roku) i wzrost udziału jodły w składzie gatunkowym o przeszło 10% [Chwistek 2010]. Na obszarze lasów zagospodarowanych również należy popierać ten cenny gatunek, realizując długookresowy proces działań leśno-hodowlanych [Jaworski 1998].

Wnioski

- ✦ Analizowany materiał badawczy wykazuje, że gleby eutroficznych jedlin stanowią żyzne gleby brunatne (brunatne właściwe, brunatne wylugowane, rzadziej brunatne kwaśne), wytworzone ze zwietrzelin cienkoławicowych piaskowców, mułowców i łupków warstw inoceramowych, piaskowców marglistych, piaskowców i łupków z Zarzecza oraz z Piwnicznej. Zwietrzeliny tych skał charakteryzują się bardzo zróżnicowanym uziarnieniem części ziemistych (od glin piaszczystych i lekkich do glin pylasto-ilastych oraz glin ilastych), jednak wspólną cechą gleb zajętych przez żyzne lasy jodłowe jest ich duża głębokość.
- ✦ Prezentowane powierzchnie ukazują, że eutroficzne lasy jodłowe zajmują głównie stoki umiarkowanie chłodne – północne, wschodnie i północno-wschodnie. Preferują jednocześnie dolne fragmenty stoków lub niskie wzniesienia – położone do około 250 m od dna doliny.
- ✦ Eutroficzny charakter gleb zajmowanych przez lasy jodłowe potwierdza jakość akumulowanej próchnicy glebowej (głównie próchnice typu mull) oraz ich ocena na podstawie siedliskowego indeksu glebowego (SIG \geq 30).
- ✦ Nieznaczne zakwaszenie i wylugowanie powierzchniowych poziomów gleby w eutroficznych lasach jodłowych sprzyja egzystencji mniej wymagających gatunków roślin, stąd stały udział w tych fitocenozach gatunków charakterystycznych dla siedlisk borowych.

Literatura

- Baran S. 1977. Gleby jedlin Beskidu Sądeckiego. Acta Agr. et. Silv. Ser. Silv. 17: 33-50.
- Bronisz A., Bijak S., Bronisz K. 2010. Dendroklimatologiczna charakterystyka jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na terenie Gór Świętokrzyskich. Sylwan 154 (7): 463-470.
- Celiński F., Wojterski T. 1978. Zespoły leśne masywu Babiej Góry. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Pr. Komisji Biol. 48: 1-62.
- Chwistek K. 2010. Zmiany składu gatunkowego i struktury drzewostanów Gorczańskiego Parku Narodowego w latach 1992-2007. Ochrona Beskidów Zachodnich 3: 79-92.
- Danielewicz W., Holeksa J., Pawlaczyk P., Szwaagrzyk J. 2004. Kwaśne buczyny. W: Herbich J. [red.]. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – poradnik metodyczny. Tom 5. 29-47.
- Dzwonko Z. 1984. Klasyfikacja numeryczna zbiorowisk leśnych polskich Karpat. Fragm. Flor. Geobot. 30: 93-167.
- Instrukcja Urządzenia Lasu. 2012. Cz. II. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. CILP, Warszawa.
- Jaworski A. 1998. Jodła w lasach Beskidów Żywieckiego i Śląskiego. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich 44: 47-61.

- Klasyfikacja gleb leśnych Polski. 2000. CILP, Warszawa.
- Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych. 2008. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Warszawa.
- Kobal M., Grčman H., Zupan M., Levanič T., Simončič P., Kadunc A., Hladnik D. 2015. Influence of soil properties on silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in the Dinaric Mountains. *Forest Ecology and Management* 337: 77-87.
- Lebourgeois F. 2007. Climatic signal in annual growth variation of silver fir (*Abies alba* Mill.) and spruce (*Picea abies* Karst.) from the French Permanent Plot Network (RENECOFOR). *Ann. For. Sci.* 64: 333-343.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Matuszkiewicz W. 1978. Fitosocjologiczne podstawy typologii lasów Polski. *Prace IBL*, 558: 3-39.
- Michalik S., Michalik R. 1997. Wstępna charakterystyka zbiorowisk leśnych Magurskiego Parku Narodowego. *Roczniki Bieszczadzkie* 6: 113-123.
- Obrębska-Starkłowa B. 1969. Stosunki mikroklimatyczne na pograniczu pięter leśnych i pól uprawnych w Gorcach. *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.* 23: 1-145.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Pinto P. E., Gegout J. C., Herve J. C., Dhote J. F. 2007. Changes in environmental controls on the growth of *Abies alba* Mill. in the Vosges Mountain, north-eastern France, during the 20th century. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 16: 472-484.
- Sikorska E. 1997. Studium nad systematyką gorczańskich siedlisk leśnych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Ser. Rozpr.* 229: 99.
- Sikorska E., Lasota J. 2006. Siedliska lasów jodłowych Beskidów Zachodnich. *Sylvan* 150 (4): 3-13.
- Szwańgrzyk J. 1988. Związek między podłożem skalnym i udziałem jodły (*Abies alba* Mill.) i buka (*Fagus sylvatica* L.) w lasach LZD Krynica. *Sylvan* 132 (10): 37-47.
- Święś F. 1982. Geobotaniczna charakterystyka lasów dorzeczy Jasiołki i Wisłoka w Beskidzie Niskim. Towarzystwo Przyjaciół Nauk w Przemyślu.
- Święś F. 1983. Zbiorowiska leśne dorzecza Wisłoka w Beskidzie Niskim. *Rocz. Nauk. Roln. D (Monografie)* 184: 104.
- Twaróg J. 1983. Typologiczna i historyczna interpretacja zmienności składu gatunkowego drzewostanów grupy Wielkiej Raczy. *Prace IBL* 636: 3-51.
- Zawada J. 2001. Przyrostowe objawy rewitalizacji jodły w lasach Karpat i Sudetów oraz wynikające z nich konsekwencje hodowlane. *Prace IBL A 3 (922):* 79-101.