

STANISŁAW KUCHARZYK, DAMIAN SUGIERO

Zróznicowanie dynamiki procesów lasotwórczych w buczynach bieszczadzkich w zależności od wystawy i wzniesienia

Variability of the dynamics of forest development processes in the Bieszczady beech forests in relation to exposition and altitude

ABSTRACT

Kucharzyk S., Sugiero D. 2007. Zróznicowanie dynamiki procesów lasotwórczych w buczynach bieszczadzkich w zależności od wystawy i wzniesienia. Sylwan 7: 29-38.

The paper discusses the variability of the dynamics of volume growth, ingrowth and loss in the beech stands in the younger optimal phase of development. The material collected from the permanent circular sample plots established in the Bieszczady National Park (BNP) was classified into four groups relating to their location (elevation of up to and above 1000 m a.s.l and exposition: northern and southern). A significant decline in volume growth was found at higher altitudes and in northern expositions. There were no statistically significant differences in volume ingrowth and loss in relation to the analysed topographic factors.

KEY WORDS

altitude, exposition, volume growth, ingrowth, loss, beech stands, Bieszczady National Park

ADDRESSES

Stanisław Kucharzyk – Bieszczadzki Park Narodowy;
ul. Belska 7; 38-700 Ustrzyki Dolne; e-mail: skucharzyk@bdpn.pl

Damian Sugiero – Katedra Urządzania Lasu; Akademia Rolnicza;
ul. Wojska Polskiego 71C; 60-625 Poznań; e-mail: sugier@au.poznan.pl

Wstęp i cel pracy

Buczyny są najbardziej rozpowszechnionym typem drzewostanów w Bieszczadzkim Parku Narodowym. Dzięki znacznej plastyczności, buk jest głównym komponentem zbiorowisk leśnych rosnących w odmiennych warunkach siedliskowych. Gatunek ten dominuje w lasach o różnym charakterze, poczynając od zbiorowisk żyznych i wilgotnych, takich jak podzespoły miesięcznicowy i czosnkowy buczyny karpackiej (*Dentario glandulosae-Fagetum lunarietosum* i *allietosum*), aż po uboższe siedliska kwaśnej buczyny górskiej *Luzulo nemorosae-Fagetum* i najwyższe położenia (1100-1270 m n.p.m) przy górnej granicy lasu [Zarzycki 1963; Michalik, Szary 1997]. Wraz z wysokością wzrasta powierzchnia litych drzewostanów bukowych, zaś w buczynach wielogatunkowych zmniejsza się domieszka jodły i świerka, rośnie natomiast udział jaworu [Kucharzyk 1996; Kucharzyk, Przybylska 1997; Przybylska, Kucharzyk 1999, 2003].

Zróznicowanie siedliskowe wpływa nie tylko na skład gatunkowy bieszczadzskich buczyn, lecz także kształtuje podstawowe cechy taksacyjne. Według dotychczas prowadzonych badań, postępująca wraz ze wzniesieniem deprecjacja warunków wzrostu drzewostanów (spadek średnich wartości temperatury w skali roku i poszczególnych miesięcy, skracanie sezonu wegetacyjnego, spadek głębokości i żyzności gleb) bardzo istotnie oddziałuje na postać bieszczadzskich

buczyn. W gradiencie wysokości obniżają się: średnia zasobność, pole pierśnicowego przekroju i maksymalne wymiary drzew, wzrasta zaś ich zagęszczenie [Kucharzyk 1996; Kucharzyk, Przybylska 1997; Przybylska, Kucharzyk 2003].

Zróżnicowanie dynamiki drzewostanów rosnących w różnych położeniach nie było do tej pory przedmiotem szczegółowych badań, chociaż spadek przyrostu buków w strefie podpołoniowej od dawna wzbudzał zainteresowanie badaczy z uwagi na specyficzny charakter górnej granicy lasu [Dolecki 1971; Ceitel 1976]. Cykl rozwojowy wybranych drzewostanów bukowych i bukowo-jaworowych o charakterze pierwotnym, położonych na różnych wysokościach, badał zespół kierowany przez Jaworskiego [Jaworski i in. 1995, 2002, Jaworski, Kołodziej 2002]. Przyrost, ubytek i dorost w strefie górnej granicy lasu (powyżej 1000 m n.p.m.) były przedmiotem szczegółowej analizy przeprowadzonej przez Kucharzyka [2005]. Brak jest prac dotyczących zróżnicowania intensywności procesów lasotwórczych w szerszym spektrum wysokościowym.

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu wysokości n.p.m. i ekspozycji na dynamikę procesów lasotwórczych, tzn. przyrostu, ubytku i dorostu miazdzości w fazie optymalnej młodszej litych drzewostanów bukowych na obszarze Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Badane lasy od prawie dwudziestu lat objęte są ochroną ścisłą, a wcześniej również nie były intensywnie użytkowane, tak więc o tempie i charakterze zachodzących zmian decydują zjawiska naturalne lub czynniki antropogeniczne o charakterze globalnym. Analiza dynamiki tych procesów oraz wyodrębnienie głównych czynników determinujących ich tempo i intensywność, jest ważkim zagadnieniem dla funkcjonowania lasu, zarówno w aspekcie ekologicznym, jak również w wymiarze praktyki ochrony przyrody czy też zasad racjonalnej gospodarki leśnej. Monitorowanie tempa przyrostu drzew i drzewostanów ma także duże znaczenie w przewidywaniu zmian w szańce roślinnej na skutek efektu cieplarnianego [Kullman 2001; Saxe i in. 2001].

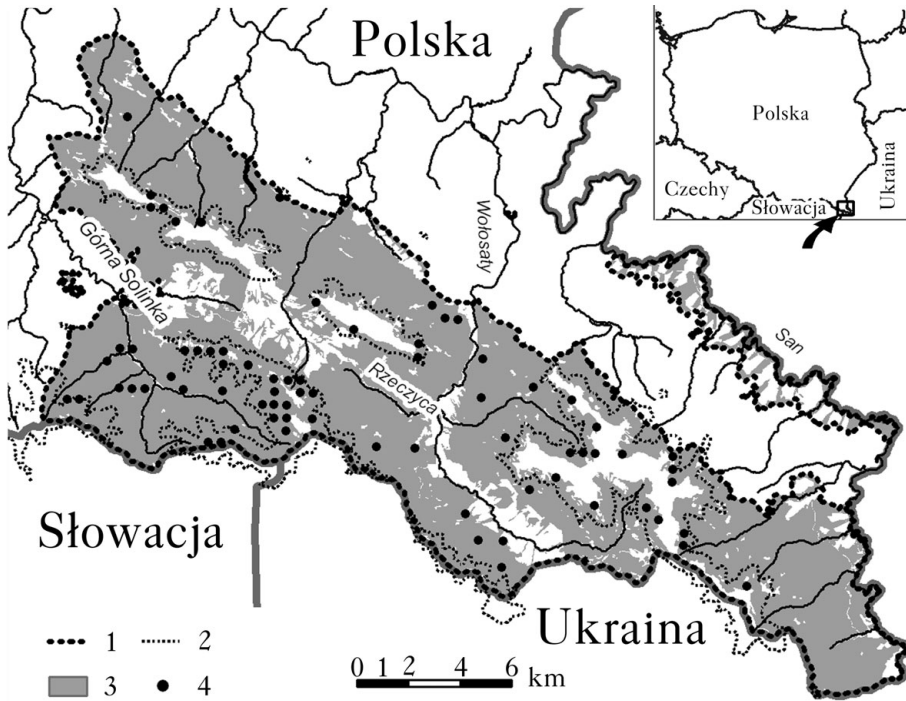
Metoda badań

W pracy wykorzystano wyniki dwukrotnych pomiarów wykonanych na 74 powierzchniach monitoringu drzewostanów w Bieszczadzkim Parku Narodowym położonych od 700 do 1220 metrów n.p.m. na stokach o różnej ekspozycji (ryc. 1). Pierwszy pomiar wykonało w 1993 roku BULiGL Oddział w Przemyślu. Powtórnego pomiaru dokonali autorzy pracy w latach 2001, 2003 i 2004.

Pomiary na powierzchniach próbnych wykonywano zgodnie z ogólnie przyjętą metodyką statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu [Przybylska 1993, 1995]. Wielkość powierzchni próbnej wynosi 0,04 ha, a więźba podstawowa siatki powierzchni – 500 × 500 metrów.

Analizę zróżnicowania intensywności procesów lasotwórczych w litych buczynach dokonano w dwóch strefach wysokościowych (powyżej i poniżej 1000 m n.p.m.) oraz dla stoków o przeciwnych ekspozycjach (zbocza południowe – ekspozycje o azymucie od 90° do 270° i zbocza północne – ekspozycje o azymucie od 270° do 90°). Taki sposób stratyfikacji drzewostanów jest zgodny z wynikami wcześniejszych badań nad strukturą drzewostanów, które wskazywały na warstwicę 1000 metrów jako granicę występowania buczyn wysokopiennych i krzywulcowych [Kucharzyk, Przybylska 1997; Przybylska, Kucharzyk 2003].

Ponieważ bieszczadzkie buczyny cechują się znacznym zróżnicowaniem wiekowym, do analiz wybrano najbardziej jednorodny drzewostany w fazie optymalnej młodszej, w których wiek większości drzew w 1993 roku nie przekraczał 70 lat (tab. 1). Z analizy wyłączono powierzchnie położone na skraju drzewostanu (środek powierzchni mniej niż 25 metrów od granicy lasu), gdyż sąsiedztwo otwartej powierzchni i większy dostęp światła znacznie modyfikuje przyrost drzew [McDonald, Urban 2004].



Ryc. 1.

Rozmieszczenie badanych powierzchni próbnych w lasach Bieszczadzkiego Parku Narodowego
Location of sample plots in the forests of the Bieszczady National Park

Objaśnienia: 1 – granica Bieszczadzkiego Parku Narodowego; 2 – warstwa 1000 m n.p.m.; 3 – lasy w Bieszczadzkiem Parku Narodowym; 4 – badane powierzchnie próbne

Description: 1 – boundary of BNP; 2 – 1000 m a.s.l. contour; 3 – BNP forests; 4 – sample plots

W celu oceny istotności stwierdzonych różnic wykonano analizę wariancji dla przyrostu i jego intensywności. Aby spełnić warunek jednorodności wariancji w grupach, obliczenia przeprowadzono na danych transformowanych logarymicznie. Jednorodność wariancji analizowano testem Levene'a. Strome, prawoskośne rozkłady dorostów i ubytków, nie spełniały założeń metodycznych zwykłej ANOVA nawet po transformacji danych. W tym przypadku różnice testowano metodą analizy wariancji rang Kruskala-Wallisa.

Obliczenia zasobności drzewostanów na początku i na końcu okresu kontrolnego wykonano wykorzystując taryfy miąższości obliczone dla początku okresu kontrolnego, przyjmując, że w drzewostanach różnowiekowych zmiany zależności pierśnicy i miąższości są statystycznie nieistotne dla krótkich okresów kontrolnych [Przybylska, Banaś 1994]. Do ustalenia współczynników potęgowych krzywych miąższości wykorzystano metodę kolejnych przybliżeń [Przybylska i Przybylski 1994].

Wyniki

Syntetyczną charakterystykę cech taksacyjnych badanych drzewostanów bukowych przedstawia tabela 1. Badane drzewostany wykazują znaczną homogeniczność pod względem wieku i struktury pierśnic. W gradiencie wysokości wykazują jednak znaczne zróżnicowanie pod względem pozostałych cech. Wraz ze wznesieniem spada średnia zasobność oraz wysokość drzew, wzrastają zaś zagęszczenie i pole pierśnicowego przekroju.

Zróźnicowanie wartości przyrostów, dorostów i ubytków miąższości młodszych buczyn rosnących w dwóch strefach wysokości i na przeciwnych ekspozycjach prezentuje tabela 2 i ryciny 2 i 3.

Wartości przyrostu wykazywały rozkład zbliżony do normalnego i zmieniały się w zakresie 2,52-12,85 m³/ha/rok i 1,23-8,62 %/ha/rok (ryc. 3). Wielkość przyrostu i jego względna intensywność wykazywały znaczną zmienność w zależności od położenia. Na zboczach o jednorodnej wystawie drzewostany rosnące powyżej 1000 m n.p.m. charakteryzują się przyrostem miąższości mniejszym o około 2,5 m³/ha/rok (1 %/ha/rok) w porównaniu z drzewostanami znajdującymi się poniżej tej warstwy (ryc. 2). Wpływ wystawy na przyrost miąższości jest słabiej zaznaczony. Na podobnych wysokościach drzewostany z ekspozycji południowych przystały średnio o ok. 0,9 m³/ha/rok (0,4 %/ha/rok) szybciej niż lasy ze zboczy północnych. Z analizy wariancji wynika, iż oba czynniki położenia istotnie różnicują wielkość przyrostu młodszych buczyn (tab. 3). Jednak w przypadku intensywności przyrostu (ryc. 2B), źródłem statystycznie istotnej zmienności jest jedynie czynnik wysokościowy (tab. 3).

Tabela 1.

Zmienność wybranych cech badanych drzewostanów bukowych w 1993 roku w zależności od wzniesienia i ekspozycji

Variability of the selected parameters of beech stands studied in 1993 in relation to altitude and exposition

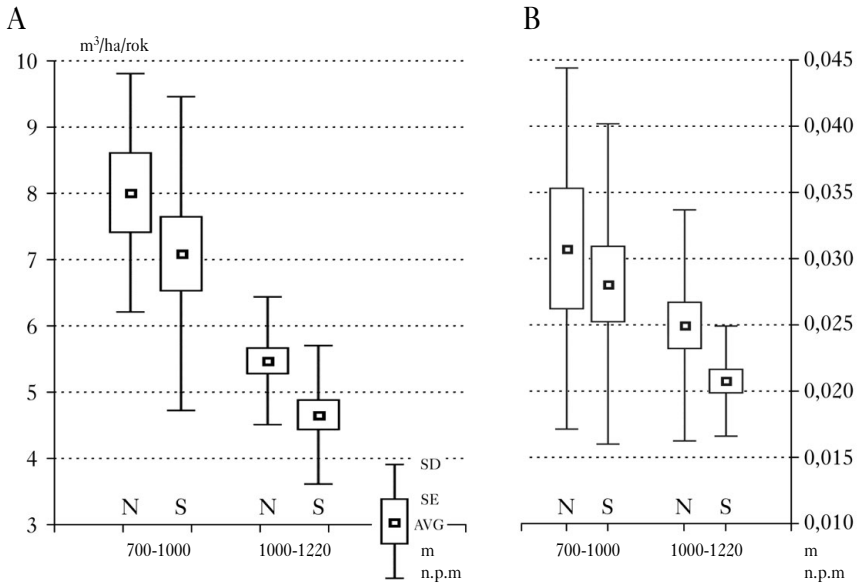
| Wysokość [m n.p.m.] | 700-1000 | | 1000-1220 | |
|---|----------|-------|-----------|-------|
| | N | S | N | S |
| Ekspozycja | | | | |
| Liczba powierzchni kołowych | 18 | 9 | 22 | 25 |
| Średnie zagęszczenie drzew [szt./ha] | 950 | 1064 | 1319 | 1511 |
| Średnia miąższość [m ³ /ha] | 245,1 | 259,6 | 209,6 | 218,0 |
| Średnie pole pierśnicowego przekroju [m ² /ha] | 25,9 | 27,9 | 32,2 | 33,9 |
| Średni wiek drzew | 65 | 65 | 70 | 70 |
| Pierśnica [cm] mediana/ | 14 | 14 | 14 | 13 |
| górny kwartył | 21 | 21 | 19 | 18 |
| Wysokość [m] mediana/ | 16 | 15 | 12 | 11 |
| górny kwartył | 20 | 18 | 14 | 14 |

Tabela 2.

Zróźnicowanie procesów lasotwórczych w badanych drzewostanach w zależności od wzniesienia i ekspozycji

Variation of the forest-development processes in the studied stands in relation to altitude and exposition

| Wysokość [m n.p.m.] | 700-1000 | | 1000-1220 | |
|--|----------|------|-----------|------|
| | N | S | N | S |
| Ekspozycja | | | | |
| Przyrost miąższości [m ³ /ha/rok] | 7,1 | 8,02 | 4,66 | 5,48 |
| – średnia/mediana | 7,3 | 8,28 | 4,55 | 5,63 |
| Intensywność przyrostu [%/ha/rok] | 3,35 | 3,75 | 2,27 | 2,80 |
| – średnia/mediana | 3,02 | 3,05 | 2,35 | 2,55 |
| Ubytek miąższości [m ³ /ha/rok] | 0,98 | 0,62 | 0,71 | 1,25 |
| – średnia/mediana | 0,34 | 0,53 | 0,27 | 0,44 |
| Intensywność ubytku [%/ha/rok] | 0,32 | 0,21 | 0,34 | 0,54 |
| – średnia/mediana | 0,15 | 0,11 | 0,13 | 0,22 |
| Dorost miąższości [m ³ /ha/rok] | 0,11 | 0,09 | 0,12 | 0,14 |
| – średnia/mediana | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,06 |
| Intensywność dorostu [%/ha/rok] | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 |
| – średnia/mediana | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |

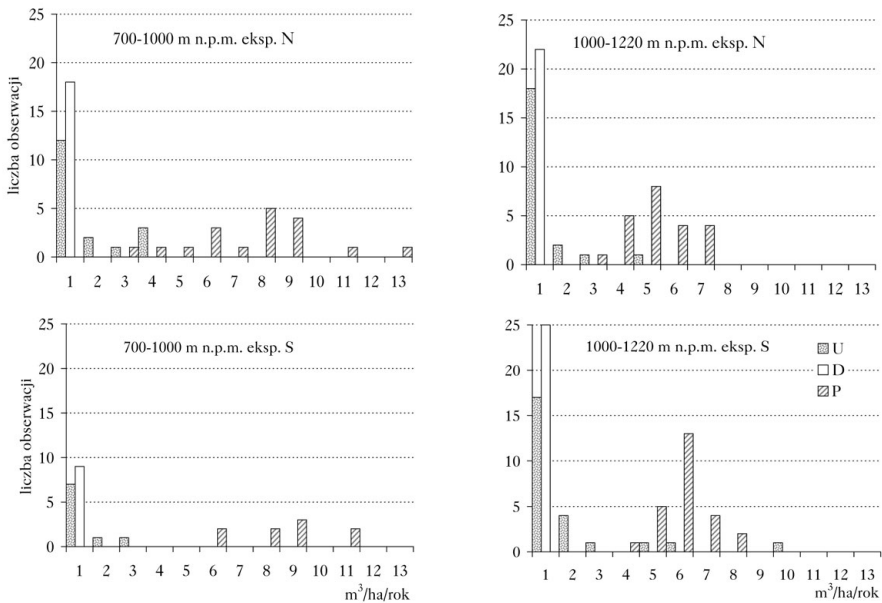


Ryc. 2.

Zróżnicowanie przyrostu miąższości (A) oraz intensywności przyrostu miąższości (B) w zależności od położenia
 Variability of volume growth (A) and volume growth intensity (B) in relation to exposition

Objaśnienia: AVG – wartość średnia; SE – błąd standardowy; SD – odchylenie standardowe; N – ekspozycja północna; S – ekspozycja południowa

Description: AVG – average; SE – standard error; SD – standard deviation; N – northern exposition; S – southern exposition



Ryc. 3.

Rozkład wielkości: przyrostu (P), dorostu (D) i ubytku (U) miąższości w zależności od położenia
 Value distribution: volume growth (P), ingrowth (D) and loss (U) in relation to exposition

Objaśnienia: N – ekspozycja północna; S – ekspozycja południowa

Description: N – northern exposition; S – southern exposition

Wartości dla ubytku wahały się w granicach 0-9,09 m³/ha/rok (0-3,34 %/ha/rok), a rozkład tej cechy był silnie prawoskośny (skośność rozkładu dla wartości bezwzględnych – 2,95, a dla intensywności procesu – 2,03) – ryc. 3. Nieco większe wartości ubytku na północnych, wyżej położonych stokach (tab. 2) nie odbiegały w sposób istotny od ogólnej zmienności (tab. 4).

Wartości dorostu zmieniały się w zakresie 0-0,56 m³/ha/rok (0-0,34 %/ha/rok), zaś histogramy wartości bezwzględnych i intensywności były również prawoskośne (skośność odpowiednio: 1,49 i 1,50) – tab. 2 i ryc. 3. Test rang Kruskala-Wallisa nie wykazał statystycznie istotnego zróżnicowania intensywności procesu w zależności od wzniesienia i ekspozycji (tab. 5).

Przy zbliżonych wartościach ubytku i dorostu największą akumulację zapasu stwierdzono w drzewostanach bukowych rosnących w najniższych położeniach na południowych zboczach. Analiza intensywności procesów lasotwórczych wskazuje, że tempo wzrostu średniej zasobności jest w tym przypadku o 60% większe niż w lasach położonych wyżej.

Dyskusja

Wysokość bezwzględna jest podstawowym czynnikiem kształtującym zróżnicowanie klimatyczne w górach, a w konsekwencji warunkującym także zróżnicowanie szaty roślinnej [Hess

Tabela 3.

Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji przyrostu miąższości w zależności od wysokości n.p.m (A) oraz ekspozycji (E)

Results of two-factor analysis of variance of volume growth in relation to altitude (A) and exposition (E)

| Źródło zmienności | Przyrost miąższości | | | Intensywność przyrostu | | |
|-------------------|---------------------|------------------|---------|------------------------|------------------|--------|
| | F _{obl} | F _{tab} | p | F _{obl} | F _{tab} | p |
| Wysokość (A) | 33,27* | 3,98 | <0,001* | 6,73* | 3,98 | 0,012* |
| Ekspozycja (E) | 6,32* | 3,98 | 0,014* | 2,61 | 3,98 | 0,111 |
| Interakcja (A×E) | 0,01 | 3,98 | 0,924 | 0,05 | 3,98 | 0,822 |

Objaśnienia: F_{obl} – wartość obliczona statystyki F; F_{tab} – wartość tabelaryczna statystyki F dla poziomu istotności 0,05; p – prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju; * – różnica istotna na poziomie $\alpha=0,05$

Description: F_{obl} – calculated value of F-statistics; F_{tab} – table value of F-statistics at a significance level of 0.05; p – probability of type I error; * – significant differences at $\alpha=0.05$

Tabela 4.

Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla ubytku miąższości na różnych wysokościach i ekspozycjach

Results of the Kruskal-Wallis test for volume loss in stands growing at different altitudes and expositions

| Źródło zmienności | Ubytek miąższości | | | Intensywność ubytku | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------|-------|---------------------|------------------|-------|
| | H _{obl} | H _{tab} | p | H _{obl} | H _{tab} | p |
| Wysokość (A) i ekspozycja (E) | 0,73 | 7,82 | 0,865 | 1,06 | 7,82 | 0,786 |

Objaśnienia: H_{obl} – wartość obliczona statystyki H; H_{tab} – wartość tabelaryczna statystyki H dla poziomu istotności 0,05; p – prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju; * – różnica istotna na poziomie $\alpha=0,05$

Description: H_{obl} – calculated value of H-statistics; H_{tab} – table value of H-statistics at a significance level of 0.05; p – probability of type I error; * – significant differences at a level $\alpha=0.05$

Tabela 5.

Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla dorostu miąższości na różnych wysokościach i ekspozycjach

Results of the Kruskal-Wallis test for volume ingrowth at different altitudes and expositions

| Źródło zmienności | Ubytek miąższości | | | Intensywność ubytku | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------|-------|---------------------|------------------|-------|
| | H _{obl} | H _{tab} | p | H _{obl} | H _{tab} | p |
| Wysokość (A) i ekspozycja (E) | 0,89 | 7,82 | 0,828 | 0,81 | 7,82 | 0,848 |

Objaśnienia: H_{obl} – wartość obliczona statystyki H; H_{tab} – wartość tabelaryczna statystyki H dla poziomu istotności 0,05; p – prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju; * – różnica istotna na poziomie $\alpha=0,05$

Description: H_{obl} – calculated value of H-statistics; H_{tab} – table value of H-statistics at a significance level of 0.05; p – probability of type I error; * – significant differences at a level $\alpha=0.05$

1965; Crawford 1989; Körner, Paulsen 2004]. Zmiana szeroko rozumianych warunków wzrostu i rozwoju lasu w zależności od wysokości n.p.m. wpływa także na większość cech taksacyjnych drzewostanów, których wartości na ogół zmniejszają się wraz ze wzniesieniem [Rieger 1968; Neumann 1993; Orzeł 1993; Socha 1998; Orzeł i in. 1999; Ochał, 2000; Piovesan i in. 2005]. W wielu pracach wskazywano, że wpływ wzniesienia może być modyfikowany przez ukształtowanie terenu, co wyraża się m.in. w podniesieniu zasięgu wysokościowych roślin na korzystniejszych termicznie południowych stokach [Cantlon 1953; Crawford 1989; Richardson i in. 2004]. Ekspozycja była też wskazywana jako istotny czynnik oddziałujący na produktywność drzewostanów [Ochrymowicz 1963; Tranquillini 1979].

Badania nad wpływem klimatu na przyrost buka wskazują, że do najbardziej istotnych czynników należy ilość opadów na suchszych obszarach nizinnych, zaś w górach i na północy warunki termiczne [Dzwonko 1990; Biondi 1993; Peters, Poulson 1994; Feliksik, Wilczyński 1997; Piovesan, Schirone 2000; Rozas 2001; Bednarz 2002; Dittmar i in. 2003; Piovesan i in. 2005]. Dotychczas prowadzone w lasach europejskich badania tendencji przyrostowych pod względem zachodzących zmian klimatycznych wykazują u buka wyraźne zwiększanie się przyrostu na grubość i na wysokość w porównaniu z latami ubiegłymi oraz danymi tablicowymi [Pretzsch 1996; Untheim 1996; Jaworski 2003a, 2003b]. W przypadku tego gatunku reakcja na globalne ocieplenie klimatu jest wyraźnie modyfikowana przez wysokość n.p.m. [Dittmar i in. 2003].

Wyniki niniejszej pracy potwierdzają wpływ wysokości n.p.m. na wielkość i intensywność przyrostu w młodszych drzewostanach bukowych. Lite buczyny w Bieszczadach rosnące w strefie wysokości do 1000 m n.p.m. charakteryzują się większym przyrostem miąższości oraz większą intensywnością przyrostu w porównaniu z drzewostanami wzrastającymi powyżej tej granicy. Niewątpliwie wiąże się to z faktem, iż drzewostany bukowe występujące w tej strefie wysokości mają znacznie korzystniejsze do wzrostu warunki klimatyczne, co sprawia, że charakteryzują się one na ogół mniejszym zagęszczeniem i większą zasobnością [Przybylska, Kucharzyk 2003]. Stwierdzony spadek produktywności w przeliczeniu na 100 metrów gradientu wynosi średnio 0,94 m³/ha/rok i 0,38 %/ha/rok. Wartości te są zbliżone do tych, które stwierdzono dla buka południowego (*Nothofagus solandri*) w Nowej Zelandii [Wardle 1970], buka zwyczajnego na Ukrainie [Borsuk 1984], buka karbowanego (*Fagus crenata*) w Japonii [Worrell 1987] i buka wschodniego (*Fagus moesiaca*) w Grecji [Zianis, Mencuccini 2005]. Podobne zróźnicowanie produktywności jak u rodzaju *Fagus* i pokrewnego rodzaju *Nothofagus* obserwowano także u innych gatunków liściastych [Worrell 1987]. W przypadku gatunków iglastych spadek przyrostu wraz z wysokością jest zwykle większy [Worrell 1987; Orzeł i in. 1999].

W pracy stwierdzono także wyraźny związek między ekspozycją a wielkością przyrostu. Południowe zbocza o korzystniejszych warunkach termicznych cechują się większym przyrostem, co potwierdza zależność między nasłonecznieniem względnym a intensywnością przyrostu drzewostanów w młodszych fazach rozwojowych wykazaną przez Kucharzyka [2005] w strefie górnej granicy lasu.

W badanych lasach reprezentujących fazę optymalną młodszą dominowały procesy związane z samoprzerzedzaniem się młodych drzewostanów na skutek konkurencji. Testy statystyczne nie wykazały istotnego zróźnicowania w gradiencie wysokości dorostu i ubytku. Wynik taki nie wyklucza jednak wpływu czynników topograficznych na dynamikę tych procesów, gdyż okres badań był stosunkowo krótki. Powszechnie uważa się, że wraz ze wzniesieniem zwiększa się śmiertelność drzew na skutek różnych czynników klimatycznych – susza zimowa, silne wiatry, lawiny, okiść, oblodzenie gałęzi, abrazja kory i pączków [Tranquillini 1979; Wardle 1993;

Körner 1998]. Intensywność oddziaływania tych czynników ma jednak charakter losowy, a prawdopodobieństwo wystąpienia zjawiska w dużym nasileniu, w konkretnym dziesięcioleciu jest niewielkie. Zwykle też rozkład przestrzenny podobnych zjawisk ma charakter skupiskowy, co wymaga analiz na większym materiale badawczym [De Steven i in. 1991]. Większość badanych drzewostanów powstała właśnie w wyniku wielkopowierzchniowych procesów rozpadu i odnowienia po uszkodzeniach mrozowych podczas ekstremalnie mroźnej zimy z przełomu lat 1928 i 1929. Analiza ówczesnych prac oraz obecny przestrzenny rozkład drzewostanów w fazie optymalnej młodszej wyraźnie wskazują na większe nasilenie zamierania drzew w wyższych położeniach, a szczególnie w strefie górnej granicy lasu [Kucharzyk 1999].

Wnioski

- ✦ Lite buczyny w fazie optymalnej młodszej na obszarze Bieszczadzkiego Parku Narodowego charakteryzują się wyraźnym zróżnicowaniem wielkości przyrostu miąższości w zależności od wysokości bezwzględnej i ekspozycji.
- ✦ Proces przeżywania (przyrastanie i dorastanie drzew) przeważa nad procesem ubywania niezależnie od położenia n.p.m drzewostanów. Jest to zjawisko korzystne z punktu widzenia trwałości lasu.
- ✦ Dorost i ubytek w ciągu relatywnie krótkiego okresu badań nie wykazały statystycznie istotnego zróżnicowanie w zależności od położenia.
- ✦ Wpływ czynników topograficznych na dynamikę procesów rozpadu i odnowienia wymaga analiz bardziej szczegółowych, w dłuższym czasie, obejmujących większy zakres badanych drzewostanów (różne fazy rozwojowe i skład gatunkowy).

Literatura

- Bednarz Z. 2002. Dendrochronologiczny zapis majowych nawrotów zimy w Tatrach u buka (*Fagus sylvatica* L.) z Doliny Strązyskiej. W: Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr, Kraków-Zakopane 2002: 187-191.
- Biondi F. 1993. Climatic signals in tree rings of *Fagus sylvatica* L. from the central Apennines, Italy. *Acta Oecologica* 14, 1: 57-71.
- Borsuk D. V. 1984. Perviŭna bioriŭčeskaja produktiwnost' i struktura bukowych lesov Beskid (Ukraińskie Karpaty). Autoreferat pracy doktorskiej wykonanej na Lwowskim oddziale Instytutu Botaniki AN USRR.
- Cantlon J. E. 1953. Vegetation and microclimates on north and south slopes of Cushtunk Mountain, New Jersey. *Ecological Monographs* 23: 241-270.
- Ceitel J. 1976. Wpływ wzniesienia nad poziomem morza na wiek, w którym buk osiąga wysokość pierśnicy. *Sylwan* 11: 33-40.
- Crawford R. M. M. 1989. Studies in plant survival. Ecological case histories of plant adaptation to adversity. *Studies in Ecology* 11. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Boston. 296.
- De Steven D., Kline J., Matthiae P. E. 1991. Long-term changes in a Wisconsin *Fagus-Acer* forest in relation to glaze storm disturbance. *Journal of Vegetation Science* 2, 2: 201-208.
- Dittmar C., Zech W., Elling W. 2003. Growth variations of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) under different climatic and environmental conditions in Europe – A dendroecological study. *Forest Ecology and Management* 173, 1-3: 63-78.
- Dolecki L. 1971. Najwyższe podpiętra regłowe w paśmie połoninowym Bieszczadów Zachodnich w świetle statystycznej analizy średnich przyrostów buka. *Ann.UMCS Sect.B*. 26: 253-263.
- Dzwonko Z. 1990. Ekologia. W: Buk zwyczajny, *Fagus sylvatica* L., Nasze drzewa leśne, Monografie popularnonaukowe t.10.: 237-328. PWN, Warszawa-Poznań.
- Feliksiak E., Wilczyński S. 1997. Dendroclimatological characterisation of beech (*Fagus sylvatica* L.) from the Beskid Zachodnie Mountains (southern Poland). *Zesz. Nauk. AR Kraków* 326, 26: 55-62.
- Hess M. 1965. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. *Zesz. Nauk. UJ, Prac. Geogr.* 11.
- Jaworski A. 2003a. Zmiany tendencji wzrostowych głównych lasotwórczych gatunków drzew w Europie i obszarach górskich Polski oraz ich przyczyny. Część I. Zmiany tendencji wzrostowych. *Sylwan* 6: 99-106.
- Jaworski A. 2003b. Zmiany tendencji wzrostowych głównych lasotwórczych gatunków drzew w Europie i obszarach górskich Polski oraz ich przyczyny. Część II. Przypuszczalne przyczyny zmian tendencji wzrostowych. *Sylwan* 7: 69-74.

- Jaworski A., Kołodziej Z. 2002. Natural loss of trees, recruitment and increment in stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady Mountains National Park (South-Eastern Poland). *Journal of Forest Science* 48, 4: 141-149.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Porada K. 2002. Structure and dynamics of stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady National Park. *Journal of Forest Science* 48, 5: 185-201.
- Jaworski A., Pach M., Skrzyszewski J. 1995. Budowa i struktura drzewostanów z udziałem buka i jaworu w kompleksie leśnym Moczarnie oraz pod Rabią Skałą (Bieszczady). *Acta Agr. et Silv. Ser. Leśna* 33: 39-73.
- Körner Ch. 1998. A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation. *Oecologia* 115, 4: 445-459.
- Körner Ch., Paulsen J. 2004. A world-wide study of high altitude treeline temperatures. *Journal of Biogeography* 31, 5: 713-732.
- Kucharzyk S. 1996. Zróżnicowanie drzewostanów buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-Fagetum* w Bieszczadzkiem Parku Narodowym w gradiencie wysokościowym. *Rocz. Bieszcz.* 5: 49-68.
- Kucharzyk S. 1999. Wpływ mrozów w zimie 1928/1929 na rozwój drzewostanów w Bieszczadach i w Bieszczadzkiem Parku Narodowym. *Sylwan* 8: 25-47.
- Kucharzyk S. 2005. Wpływ ekspozycji i wysokości n.p.m. na dynamikę drzewostanów w strefie górnej granicy lasu w Bieszczadzkiem Parku Narodowym. *Rocz. Bieszcz.* 13: 173-201.
- Kucharzyk S., Przybylska K. 1997. Skład gatunkowy i struktura drzewostanów w Bieszczadzkiem Parku Narodowym oraz monitoring tendencji dynamicznych. *Rocz. Bieszcz.* 6: 147-175.
- Kullman L. 2001. 20th Century climate warming and tree-limit rise in the Southern Scandes of Sweden. *Ambio*, 30, 2: 72-80.
- McDonald R. I., Urban D. L. 2004. Forest edges and tree growth rates in the North Carolina Piedmont. *Ecology* 85, 8: 2258-2266.
- Michalik S., Szary A. 1997. Zbiorowiska leśne Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Monografie Bieszczadzkie. Tom I. Ośrodek Naukowo-Dydaktyczny BdPN, Ustrzyki Dolne.
- Neumann M. 1993. Zuwachsuntersuchungen an Fichte in verschiedenen Seehöhenstufen im österreichischen Zentralalpenraum. *Cbl. f.d. ges. Forstwesen* 110, 4: 221-274.
- Ochał W. 2000. Struktura i dynamika przyrostu grubości drzew w drzewostanach świerkowych masywu Skrzyczne. *Sylwan* 1: 75-85.
- Ochrymowicz F. 1963. Wpływ wystawy na kształtowanie się zasobności drzewostanów bukowych. *Sylwan* 1: 35-50.
- Orzeł S. 1993. Ocena dynamiki przyrostu grubości górskich drzewostanów świerkowych na przykładzie wybranych obiektów w lasach Beskidu Śląskiego i Żywieckiego. *Acta Agr. et Silv. Ser. Silv.* 31: 3-15.
- Orzeł S., Socha J., Ochał W. 1999. Produkcyjność górskich drzewostanów świerkowych średnich klas wieku w zależności od wysokości ich położenia nad poziomem morza. *Sylwan* 5: 37-45.
- Peters R., Poulson T. L. 1994. Stem growth and canopy dynamics in a world-wide range of *Fagus* forests. *Journal of Vegetation Science* 5, 3: 421-432.
- Piovesan G., Biondi F., Bernabei M., Di Filippo A., Schirone B. 2005. Spatial and altitudinal bioclimatic zones of the Italian peninsula identified from a beech (*Fagus sylvatica* L.) tree-ring network. *Acta Oecologica* 27: 197-210.
- Piovesan G., Schirone B. 2000. Winter North Atlantic oscillation effects on the tree rings of the Italian beech (*Fagus sylvatica* L.). *International Journal of Biometeorology* 44, 3: 121-127.
- Pretzsch H. 1996. Growth trends of forests in southern Germany. W: Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J. P. [red.]. Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 107-131.
- Przybylska K. 1993. Badanie dynamiki procesów lasotwórczych na podstawie stałych powierzchni próbnych statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu. *Rocz. Bieszcz.* 2: 95-108.
- Przybylska K. 1995. Monitorowanie procesów zachodzących w drzewostanach Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Rocz. Bieszcz.* 4: 254-255.
- Przybylska K., Banaś J. 1994. Wyniki badania okresowej zmiany krzywych miąższości. *Sylwan* 138, 4: 71-76.
- Przybylska K., Kucharzyk S. 1999. Skład gatunkowy i struktura lasów Bieszczadzkiego Parku Narodowego. W: Monografie Bieszczadzkie. Tom VI: Ośrodek Naukowo-Dydaktyczny BdPN, Ustrzyki Dolne. 159.
- Przybylska K., Kucharzyk S. 2003. Wpływ siedlisk na zróżnicowanie drzewostanów bukowych w Bieszczadzkiem Parku Narodowym. *Rocz. Bieszcz.* 11: 73-86.
- Przybylska K., Przybylski P. 1994. Zastosowanie metod numerycznych do aproksymacji krzywych miąższości. *Sylwan* 4: 63-70.
- Rieger R. 1968. Rozwój i zasobność wybranych drzewostanów świerkowych regla dolnego w Beskidach Zachodnich. *Acta Agr. et Silv. Ser. Silv.* 8: 75-134.
- Richardson A. D., Xuhui L., Friedland A. J. 2004. Microclimatology of treeline spruce-fir forests in mountains of the northeastern United States. *Agricultural and Forest Meteorology* 125: 53-66.

- Rozas V. 2001. Detecting the impact of climate and disturbances on tree-rings of *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. in a lowland forest in Cantabria, Northern Spain. *Ann. For. Sci.* 58: 237-251.
- Saxe H., Cannell M. G. R., Johnsen R., Ryan M. G., Vourlitis G. 2001. Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist* 149, 3: 369-400.
- Socha J. 1998. Zależność bonitacji drzewostanów świerkowych od wysokości położenia nad poziomem morza. *Sylwan* 9: 25-32.
- Tranquillini W. 1979. Physiological ecology of the Alpine Timberline; Tree existence at high altitudes with special reference to the European Alps. *Ecol. Stud.* 31. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 119.
- Unthelm H. 1996. Has site productivity changed? A case study in the Eastern Swabian Alb, Germany. W: Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J. P. [red.]. Growth trends in European forests. *European Forest Institute Research Report* 5. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 133-147.
- Wardle P. 1970. Ecology of *Nothofagus solandri*. *New Zealand Journal of Botany* 8: 494-646.
- Wardle P. 1993. Causes of alpine timberline: a review of the hypotheses. *NATO ASI Series A Life Sciences* 244. W: Alden, J., Mastrantonio, J. L., and Odum, S. (wyd.), *Forest Development in Cold Climates*, Plenum Press, New York. 89-103.
- Worrell R. 1987. The effects of elevation on productivity. W: Geographical variation in Sitka spruce productivity and its dependence on environmental factors. *Praca doktorska wykonana w: Edinburgh University Department of Forestry and Natural Resources.*
- Zarzycki K. 1963. Lasy Bieszczadów Zachodnich. *Acta Agr. et Silv. Ser. Leśna* 3, 131.
- Zianis D., Mencuccini M. 2005. Aboveground net primary productivity of a beech (*Fagus moesiaca*) forest: a case study of Naousa forest, northern Greece. *Tree Physiology* 25: 713-722.

SUMMARY

Variability of the dynamics of forest development processes in the Bieszczady beech forests in relation to exposition and altitude

The paper is an attempt to characterise the extent and intensity of volume growth, ingrowth and loss processes ongoing in the Bieszczady beech stands growing at different altitudinal zones.

The material was collected from a total of 74 circular sample plots located in the territory of the Bieszczady National Park (BNP) representative of the Carpathian beech forests in the younger optimal phase of development growing in the mountain forest habitats. For the needs of statistical analysis, the plots were grouped in relation to altitudinal zones (up to and above 1000 m a.s.l.) and slope exposition (northern, southern).

On the basis of performed calculations it can be stated that both, altitude and exposition are of significant importance for the extent and intensity of volume growth. The stands growing at an altitude of up to 1000 m show higher volume growth (by ca 2.3 m³/ha/year) and higher growth intensity than the stands above this limit. At the same altitudinal zone, the higher volume growth (by ca 0.9 m³/ha/year) was in southern expositions.

Stand location had no statistically significant impact on volume ingrowth and loss.