

ANDRZEJ JAWORSKI, MACIEJ PACH

Zmiany udziału buka, jodły i świerka w dolnoregłowych drzewostanach naturalnych w rezerwacie „Dolina Łopusznej” (Gorczański Park Narodowy)

Changes in the proportion of beech, fir and spruce in the natural stands of the lower-montane zone in the 'Łopuszna Valley' Reserve (Gorczański National Park)

ABSTRACT

Jaworski A., Pach M. 2013. Zmiany udziału buka, jodły i świerka w dolnoregłowych drzewostanach naturalnych w rezerwacie „Dolina Łopusznej” (Gorczański Park Narodowy). Sylwan 157 (3): 213-222.

In the natural stands of the lower-montane zone in the 'Łopuszna Valley' Reserve (Gorczański National Park) consisting of beech, fir and spruce, a specific phenomenon was observed, which in other natural forests of the Western Carpathians occurred only occasionally. In the years 1981-2011, along with the increase in the proportion of beech in stands and in regeneration, which is now common issue in the forests of Central Europe, an increase or stability in the proportion of fir in stands and an increase in the proportion of fir in the undergrowth was reported. At the same time, the number of spruces in stands clearly decreased, while in the regeneration they occurred sporadically. Reduction in the proportion of spruce leads to a change in the species composition of multi-species stands i.e. from stands with co-dominant beech, fir and spruce to stands with dominant beech or co-dominant beech and fir. In managed forests, it is necessary to maintain the prevalence of all tree species for their productivity, which requires the application of the best silvicultural practices (regeneration and tending).

KEY WORDS

number of trees, stand volume, species composition, mortality, regeneration

ADDRESSES

Andrzej Jaworski – e-mail: a.jaworski@ur.krakow.pl

Maciej Pach – e-mail: rpach@cyf-kr.edu.pl

Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu; Uniwersytet Rolniczy; Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków

Wstęp

W licznych publikacjach z drugiej połowy XX wieku i początku tego stulecia odnotowano ustępowanie jodły w różnych częściach Europy Środkowej [Leibundgut 1974; Fink, Brown 1978; Schütt 1981; Bernadzki 1983; Elling 1993; Dobrowolska 1998; Elling i in. 2009; Vrška i in. 2009; Klopčic, Boncina 2011]. Z badań dotyczących budowy i dynamiki lasów naturalnych wynika m.in. wzrost udziału buka w drzewostanach dolnoregłowych w górach Polski i Europy [Dziwolski, Rutkowski 1987, 1991; Podlaski 2004; Chwistek 2008; Diaci i in. 2008; Vrška i in. 2009; Klopčic i in. 2010; Jaworski, Jakubowska 2011]. Mniejszą uwagę zwraca się na zmiany udziału świerka w wielogatunkowych dolnoregłowych lasach naturalnych. W literaturze krajowej zagadnienie ustępowania świerka w naturalnych lasach Gorczańskiego Parku Narodowego przedstawili Dziwolski i Rutkowski [1991] oraz Chwistek [2008]. Poznanie zmian składu gatunkowego naturalnych dolnoregłowych drzewostanów złożonych z świerka, buka i jodły w Karpatach

Zachodnich jest możliwe tylko w lasach położonych w zachodnich Gorcach, Beskidzie Śląskim i Żywieckim, gdzie gatunki te współpanują [Kawecki 1939; Twaróg 1999]. Na wschód od wymienionych pasm górskich w dolnoreglowych drzewostanach świerk stanowi tylko domieszkę.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie zmian pod względem zasobności i składu gatunkowego, jakie zaszły w okresie kontrolnym 1981-2011, a także odpowiedź na pytanie, czy związane są one z płodozmianem (wymiana generacji) wynikającym z małopowierzchniowych zaburzeń w ramach cyklu rozwojowego lasu pierwotnego, czy też ze zmianami środowiska. Obserwacje i pomiary wykonane w ciągu 30 lat skłoniły do postawienia następujących hipotez badawczych:

- w rezerwacie „Dolina Łopusznej” następują zmiany udziału buka, jodły i świerka,
- procesy związane z obumieraniem świerka i duża dynamika odnawiania buka, a w mniejszym stopniu jodły, prowadzą do ukształtowania drzewostanów jodłowo-bukowych.

Material i metody

W 1981 roku Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie założyła w utworzonym w 1970 roku rezerwacie „Dolina Łopusznej”, znajdującym się na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego, trzy stałe powierzchnie doświadczalne, na których przeprowadzono pomiary drzewostanu [Fabijanowski, Jaworski 1989]. Ponownie wykonano je w latach 1991 i 2001 [Jaworski, Skrzyszewski 1995; Jaworski i in. 2006] oraz w 2011 roku.

Powierzchnie badawcze zlokalizowano w górnej części regla dolnego na wysokości 990-1025 m n.p.m. Charakteryzuje je panujący w reglu dolnym zespół buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-Fagetum*. W ujęciu typologicznym zespół ten odpowiada siedlisku lasu górskiego. Według klasyfikacji Korpela [1995] w 1981 roku badane drzewostany reprezentowały stadium dorastania (pow. I) i stadium optymalne (pow. II i III).

Zakres i metodykę pomiarów przeprowadzonych w 1981 roku prezentuje opracowanie Fabijanowskiego i Jaworskiego [1989]. W 1991 roku w ramach prac kontrolnych poszerzono przedstawioną w powyższym opracowaniu metodykę. Wykonano m.in. trwałą numerację drzew o pierśnicy ≥ 6 cm. Drzewka o pierśnicy 6,0-7,9 cm wliczono do podrostu wyrośniętego. W 1981 roku na każdej powierzchni pomierzono wysokość 20% drzew. W roku 2011 na pomierzono

Tabela 1.

Położenie oraz ogólna charakterystyka powierzchni badawczych założonych w rezerwacie „Dolina Łopusznej”
Location and general characteristics of research plots established in 'Dolina Łopusznej'

| Powierzchnia | Łopuszna I | Łopuszna II | Łopuszna III |
|---------------------|---|---|--|
| Lokalizacja | 49°32'20"N 20°07'56"E | 49°32'14,2"N 20°08'0,90"E | 49°32'15,8"N 20°07'59,1"E |
| Wielkość [ha] | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| Ekspozycja | SW | S | SW |
| Nachylenie [°] | 12-15 | 15-20 | 19 |
| Wysokość n.p.m. [m] | 1025 | 990 | 1020 |
| | Stadium i faza rozwojowa według Korpela [1995] | | |
| 1981 | stadium dorastania końcowa faza przerębowa | stadium optymalne | stadium optymalne |
| 2011 | stadium dorastania, w części drzewostanu z symptomami starzenia i rozpadu | stadium intensywnego rozpadu zaawansowana faza odnowienia | stadium rozpadu zaawansowana faza odnowienia |

wysokość 74, 87 i 90% drzew (odpowiednio powierzchnie I, II oraz III). Zasobność drzewostanu obliczono wykorzystując tablice miąższości drzew stojących, a wyrównania wysokości dokonano za pomocą funkcji Michajłowa [Korf i in. 1977]. W roku 1981 nalot i podrost przeliczono na transektach szerokości 10 m biegnących przez środek powierzchni i równoległe do warstw. W 2011 roku rozpad drzewostanu i duża ilość martwego drewna pokrywającego powierzchnie uniemożliwiły ponowne przeliczenie odnowienia na tych transektach. Określono je szacunkowo, odrębnie dla nalotu i podrostu. Przeprowadzone pomiary pozwoliły na obliczenie zasobności i określenie składu gatunkowego drzewostanów oraz odnowienia.

Wyniki

W ciągu całego okresu badań liczba drzew w stosunku do 1981 roku zmalała na powierzchniach I i III odpowiednio o około 18% i 29%, a na powierzchni II wzrosła o blisko 18% (tab. 2). Na powierzchniach I i III zmniejszyła się liczba wszystkich trzech gatunków drzew. Na powierzchni II ponad czterokrotnie wzrosła liczebność buka, zwiększyła się również, choć w mniejszym stopniu, liczebność jodły, a liczebność świerka zmalała prawie 2,5-krotnie. W okresie 30 lat na wszystkich powierzchniach zanotowano wzrost udziału buka i zmniejszenie udziału świerka. Udział jodły wzrósł nieznacznie na powierzchniach I i III, a na powierzchni II nie uległ zmianie (tab. 2).

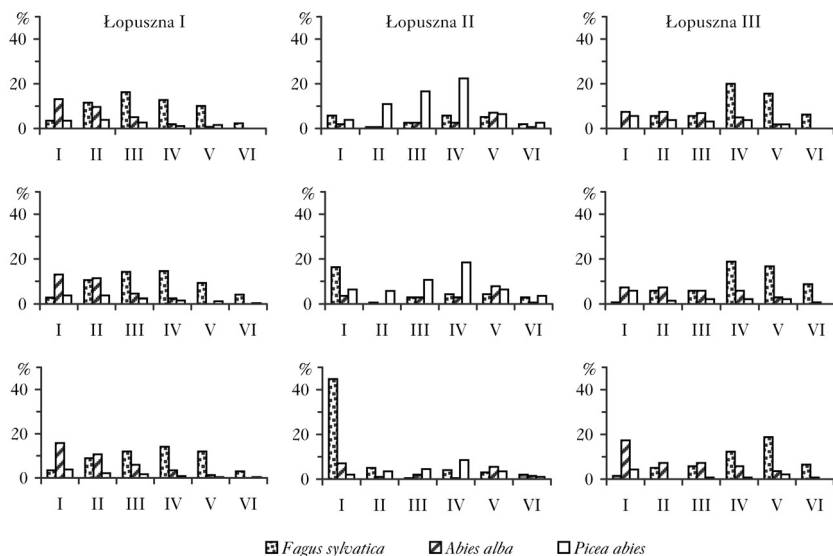
W latach 1981-2011 bardzo duże (ponad 25%) zmniejszenie zasobności nastąpiło na powierzchni II i, w nieco mniejszym stopniu (o około 7%), na powierzchni III. Wzrost zasobności odnotowano na powierzchni I (o ponad 8%). W ciągu 30 lat na wszystkich powierzchniach zwiększył się miąższościowy udział buka i jodły, a zmalał – świerka (tab. 2).

W latach 1981-1991 udział liczby drzew w klasach grubości był do siebie zbliżony, dlatego porównanie rozkładów przeprowadzono dla okresu 1991-2011 (ryc. 1). Na powierzchni I buk zmniejszył udział w klasach I, II i III, nieznacznie zaś zwiększył w klasach IV, V i VI. Jodła zwiększyła udział w klasach I-V, natomiast w VI klasie nie występowała. Świerk utrzymał swój udział w klasie I, zmniejszył w klasach II-V, a w klasie VI wystąpił śladowo. Na powierzchni II

Tabela 2.

Liczba drzew, zasobność i skład gatunkowy ($d_{1,3} \geq 8$ cm) w 1981 i 2011 roku
Number of trees, volume and species composition (with $dbh \geq 8$ cm) in 1981 and 2011

| Gatunek | 1981 | | | | 2011 | | | |
|------------------------|--------------|-------|----------------------|-------|--------------|-------|----------------------|-----------|
| | liczba drzew | | zasobność | | liczba drzew | | zasobność | |
| | [szt./ha] | [%] | [m ³ /ha] | [%] | [szt./ha] | [%] | [m ³ /ha] | [szt./ha] |
| Łopuszna I | | | | | | | | |
| <i>Abies alba</i> | 156 | 32,6 | 58,8 | 10,2 | 145 | 37,2 | 72,1 | 11,5 |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 240 | 50,2 | 447,2 | 77,4 | 208 | 53,3 | 529,4 | 84,5 |
| <i>Picea abies</i> | 82 | 17,2 | 71,6 | 12,4 | 37 | 9,5 | 24,8 | 4,0 |
| Razem | 478 | 100,0 | 577,6 | 100,0 | 390 | 100,0 | 626,3 | 100,0 |
| Łopuszna II | | | | | | | | |
| <i>Abies alba</i> | 60 | 17,7 | 142,6 | 21,7 | 70 | 17,6 | 162,9 | 33,3 |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 56 | 16,6 | 134,0 | 20,4 | 236 | 59,3 | 135,3 | 27,6 |
| <i>Picea abies</i> | 222 | 65,7 | 379,5 | 57,9 | 92 | 23,1 | 191,6 | 39,1 |
| Razem | 338 | 100,0 | 656,1 | 100,0 | 398 | 100,0 | 489,8 | 100,0 |
| Łopuszna III | | | | | | | | |
| <i>Abies alba</i> | 139 | 35,7 | 103,3 | 14,5 | 116 | 42,0 | 116,0 | 17,5 |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 169 | 43,3 | 514,4 | 72,2 | 138 | 50,0 | 520,4 | 78,2 |
| <i>Picea abies</i> | 82 | 21,0 | 94,9 | 13,3 | 22 | 8,0 | 28,8 | 4,3 |
| Razem | 390 | 100,0 | 712,6 | 100,0 | 276 | 100,0 | 665,2 | 100,0 |



Ryc. 1.

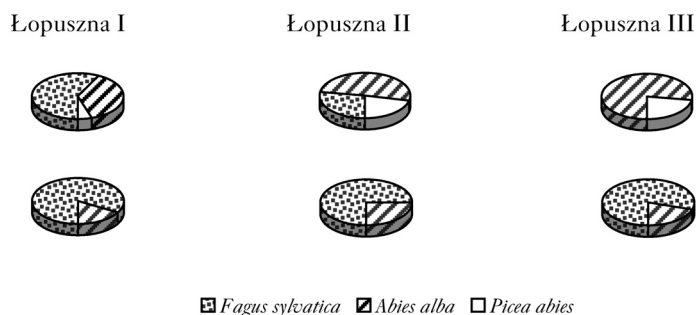
Udział [%] badanych gatunków w klasach grubości na poszczególnych powierzchniach w 1991 (góra), 2001 (środek) i 2011 (dół)

Frequency [%] of analysed species in diameter classes on research plots in 1991 (top), 2001 (center) and 2011 (bottom)

Klasy grubości/dbh classes: I – 8-15,9 cm; II – 16-25,9 cm; III – 26-37,9 cm; IV – 38-51,9 cm; V – 52-71,9 cm; VI ≥ 72 cm

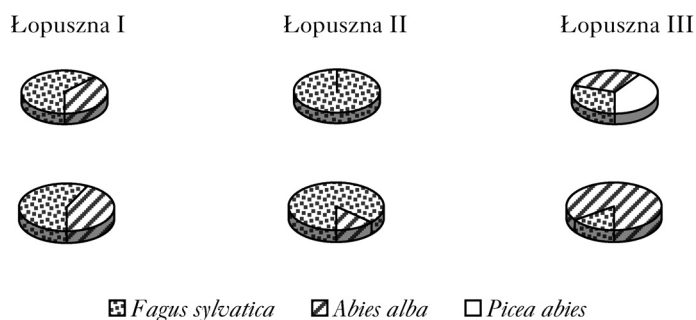
stwierdzono prawie 8-krotny wzrost udziału buka w I i II klasie grubości. Zmalał on w klasach III-V, a w klasie VI nie uległ istotnej zmianie. Jodła zwiększyła swój udział wyraźnie w klasie I, a nieznacznie w VI, utrzymała go w klasie II i zmniejszyła w niewielkim stopniu w klasach III-V. Świerk wykazał wyraźnie zmniejszenie udziału we wszystkich badanych klasach grubości. Na powierzchni III po 30 latach od rozpoczęcia badań buk zaznaczył lub utrzymał swój udział w klasach I-III i VI oraz zmniejszył w klasie IV i nieznacznie zwiększył w V. Jodła zwiększyła wyraźnie udział w klasie I i nieznacznie w klasach III-VI, zmniejszyła zaś w niewielkim stopniu w II. Świerk obniżył swój udział w klasach I-IV, a utrzymał w V klasie grubości (ryc. 1).

W 1981 roku nalot i podrost pokrywały 5-10% powierzchni II oraz po 10% powierzchni I i III. W składzie gatunkowym nalotu panował buk (powierzchnia I) lub jodła (powierzchnie II i III). Udział świerka w każdym badanym drzewostanie był nieznaczny. Na powierzchni III nalot buka występował tylko pojedynczo (ryc. 2). W 2011 roku pokrycie nalotu i podrostu wynosiło odpowiednio 75-80%, 90% i 75% poszczególnych powierzchni. Po 30 latach we wszystkich drzewostanach wśród nalotu dominował buk, a udział jodły w zależności od powierzchni zmalał 2-4 razy. Świerk natomiast spotykany był pojedynczo lub sporadycznie (ryc. 2). Analiza zmian składu gatunkowego podrostu wykazała zmniejszenie udziału buka i wzrost udziału jodły na powierzchni I (ryc. 3). W drzewostanie II w 1981 roku występował tylko buk. Po 30 latach jego udział zmniejszył się, jako że pojawiła się, zaznaczając wyraźnie swoją obecność, jodła, a także spotykany co prawda tylko sporadycznie świerk. Z powierzchni III w okresie badań wyparty został świerk, a buk dwukrotnie zmniejszył swój udział. Jodła natomiast zwiększyła swój udział prawie trzy razy (ryc. 3). W roku 2011 liczba podrostu wyrosniętego każdego z trzech gatunków drzew na powierzchni I utrzymała się poniżej 20 szt./ha. Na powierzchni II bardzo wyraźnie zwiększyła się liczebność buka i jodły, a na powierzchni III znaczący wzrost stwierdzono tylko w przypadku podrostu jodły (tab. 3).



Ryc. 2.

Skład gatunkowy [%] nalołu na poszczególnych powierzchniach w 1981 (górze) i 2011 (dół)
Species structure [%] of young regrowth on research plots in 1981 (top) and 2011 (bottom)



Ryc. 3.

Skład gatunkowy [%] podrostu na poszczególnych powierzchniach w 1981 (górze) i 2011 (dół)
Species structure [%] of young undergrowth on research plots in 1981 (top) and 2011 (bottom)

Tabela 3.

Liczba drzewek [szt./ha] i skład gatunkowy [%] podrostu wyrosniętego w latach 1981 i 2011
Number [trees/ha] and species composition [%] of older undergrowth in 1981 and 2011

| Gatunek | 1981 | | 2011 | |
|------------------------|---------|-------|---------|-------|
| | szt./ha | % | szt./ha | % |
| Łopuszna I | | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 22 | 50,0 | 8 | 25,8 |
| <i>Abies alba</i> | 14 | 31,8 | 20 | 64,5 |
| <i>Picea abies</i> | 8 | 18,2 | 3 | 9,7 |
| Razem | 44 | 100,0 | 31 | 100,0 |
| Łopuszna II | | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 2 | 20,0 | 262 | 77,5 |
| <i>Abies alba</i> | 2 | 20,0 | 70 | 20,7 |
| <i>Picea abies</i> | 6 | 60,0 | 6 | 1,8 |
| Razem | 10 | 100,0 | 338 | 100,0 |
| Łopuszna III | | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 9 | 45,0 | 6 | 5,2 |
| <i>Abies alba</i> | 7 | 35,0 | 106 | 91,4 |
| <i>Picea abies</i> | 4 | 20,0 | 4 | 3,4 |
| Razem | 20 | 100,0 | 116 | 100,0 |

Dyskusja

Dolnoregłowe naturalne drzewostany Gorców Zachodnich, podobnie jak i Beskidu Żywieckiego i Śląskiego, charakteryzują się występowaniem świerka jako gatunku współpanującego z bukiem i jodłą [Kawecki 1939; Twaróg 1999]. Istotną rolę odgrywają tu opady, które są o 200-300 mm wyższe niż w pasmach górskich położonych dalej na wschód [Twaróg 1999]. Na duży udział świerka w dolnoregłowych naturalnych drzewostanach Gorców zwracał uwagę Chwistek [1996, 2002]. Z opisu lasów wielkoporębskich z 1785 roku wynika, że świerk zajmował tam 80% powierzchni, a w niższych położeniach występował w postaci drzewostanów litych. Wpływ człowieka na lasy był niewielki i ograniczał się w zasadzie do letniego wypasu. Niedostępność drzewostanów uniemożliwiła ich użytkowanie i jak wynika z opisu tych lasów „*sam czas z wiekami drzewa obala i gnoi*” [Chwistek 2002].

Zmiany składu gatunkowego w rezerwacie „Dolina Łopusznej” mają charakter naturalny. Ustępujący świerk zastępowany jest głównie przez buka, a w mniejszym stopniu przez jodłę. Zwiększenie udziału buka nie może być zaskoczeniem, ponieważ proces ten obserwowany jest m.in. w rezerwacie im. Wł. Orkana na Turbaczu [Dziewolski, Rutkowski 1991], w „Dolinie Łopusznej” [Przybylska i in. 1995], a także w innych dolnoregłowych naturalnych drzewostanach parków narodowych i rezerwatów [Dziewolski 1991; Jaworski i in. 2001a, b; Jaworski, Jakubowska 2011]. Na wzrost udziału buka w wielogatunkowych dolnoregłowych lasach Europy Środkowej wskazują m.in. publikacje Spieckera i in. [1996a, b] oraz Sanigi [1999a, b]. Prawie 50-letnie badania Korpela [1995] przeprowadzone w słowackich lasach pierwotnych wykazały zwiększenie arealu występowania buka kosztem świerka i jodły. Dynamiczne wkraczanie tego gatunku Thomasius [1991] oraz Fabian i Menzel [1998] wiążą z ociepleniem klimatu, które sprzyja jego wzrostowi i rozwojowi [Falbermeier 1994].

Wyniki badań w Dolinie Łopusznej dotyczące wzrostu udziału jodły mogą się wydawać zaskakujące wobec zjawiska regresji tego gatunku notowanego od lat 60. XX wieku [Leibundgut 1974; Schütt 1981; Zawada 1981, 1987; Bernadzki 1983]. Badania przeprowadzone w górskich drzewostanach jodłowych w ostatnich 3 dekadach XX wieku wskazują jednak na poprawę żywotności jodły stosunku do wcześniejszego okresu. Wyraża się to zwiększeniem jej przyrostu. Wskazują na to m.in. badania Berta [1992] i Pretzscha [1996], a w Polsce – Zawady [2001], Jaworskiego i in. [1995] oraz Jaworskiego i Jakubowskiej [2011]. Jodła z rezerwatu „Dolina Łopusznej”, rosnąc w optymalnych warunkach regla dolnego, wykazała rewitalizację wyrażającą się m.in. zmniejszoną śmiertelnością (tab. 4), dobrym przyrostem i urodzajem nasion, co w konsekwencji utrzymało lub zwiększyło jej udział w składzie gatunkowym drzewostanu i zapewniło odnowienie.

Z przeprowadzonych badań wynika, że udział świerka w nalocie i podroście, a także w większości klas grubości zmniejszył się. Spadek udziału tego gatunku w wielogatunkowych drzewostanach buczyny karpackiej, w tym także w Dolinie Łopusznej, wiązać należy z różnymi czynnikami. Masowe intensywne obumieranie świerków spowodowało przyspieszenie wkraczania drzewostanu w stadium rozpadu lub w niektórych częściach doprowadziło do jego przerzedzenia, mimo że znajdował się on w stadium dorastania. Proces ten w połączeniu z częstymi latami nasiennymi, jakie obserwuje się w ciągu ostatniego 20-lecia w Karpatach, sprzyjał wkroczeniu odnowień buka i w nieco mniejszym stopniu jodły.

Proces obumierania świerka w latach 1991-2001 był znacznie mniej intensywny niż w ostatnim dziesięcioleciu badań (2001-2011), a więc w okresie, w którym obserwowany był także rozpad monokultur świerkowych w Beskidzie Żywieckim i Śląskim, zapoczątkowany w 2006 roku (tab. 4). Możliwe, że opisane w Gorcach zmiany zostały spowodowane przez te same czynniki (stres hydrotermiczny). Wiadomo, że świerki są wrażliwe na letnie susze, a te dotknęły Beskidy w 2006 roku

Tabela 4.

Liczba drzew [szt./ha], ich ubytek [szt./ha] i śmiertelność [%] w latach 1991-2001 i 2001-2011
 Number of trees [trees/ha], their loss [trees/ha] and mortality [%] in the periods 1991-2001 and 2001-2011

| Gatunek | Liczba drzew | | Ubytek | | Śmiertelność | |
|------------------------|--------------|------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| | 1991 | 2001 | 1991-2001 | 2001-2011 | 1991-2001 | 2001-2011 |
| Łopuszna I | | | | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 243 | 228 | 15 | 25 | 6,2 | 11,0 |
| <i>Abies alba</i> | 132 | 129 | 15 | 2 | 11,4 | 1,6 |
| <i>Picea abies</i> | 55 | 53 | 2 | 20 | 3,6 | 37,7 |
| Razem | 430 | 410 | 32 | 47 | 7,4 | 11,5 |
| Łopuszna II | | | | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 68 | 88 | 8 | 2 | 11,8 | 2,3 |
| <i>Abies alba</i> | 48 | 50 | 2 | 2 | 4,2 | 4,0 |
| <i>Picea abies</i> | 196 | 144 | 58 | 52 | 29,6 | 36,1 |
| Razem | 312 | 282 | 68 | 56 | 21,8 | 19,9 |
| Łopuszna III | | | | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 170 | 156 | 16 | 20 | 9,4 | 12,8 |
| <i>Abies alba</i> | 92 | 82 | 14 | 2 | 15,2 | 2,4 |
| <i>Picea abies</i> | 58 | 38 | 24 | 16 | 41,4 | 42,1 |
| Razem | 320 | 276 | 54 | 38 | 16,9 | 13,8 |

[Szabla 2009; Jaworski 2011]. Ustępowanie świerka można również wiązać z ociepleniem klimatu notowanym od drugiej połowy XIX wieku. Ogólny wzrost temperatury na przedpolu Karpat w latach 1880-1990 wyniósł 0,9-1,3°C [Obrębska-Starkłowa i in. 1994]. Również Chwistek [2008] wyraża pogląd, że zmiany składu gatunkowego drzewostanów w Gorczańskim Parku Narodowym są „zapewne spowodowane długofalowymi zmianami klimatu”. Potwierdzają to badania Kozaka i in. [2005], w których na podstawie symulacji dynamiki różnowiekowych pierwotnych drzewostanów świerkowo-jodłowo-bukowych w ukraińskich Karpatach wykazano, że ocieplenie klimatu (wzrost średniej temperatury rocznej o 2°C) przyniesie w ciągu 400 lat skutek w postaci dominacji buka. Świerk w tym okresie zniknie całkowicie, a jodła znacznie zmniejszy swój udział. Gdy jednak temperatura obniży się o 2°C, w drzewostanach będą dominowały świerk i jodła.

Vrška i in. [2009] uważają, że nie jest możliwe zastosowanie teorii okresowych zmian składu gatunkowego (płodozmianu) do lasów naturalnych. Ich zdaniem mamy bowiem do czynienia z trendem liniowym spowodowanym przekształceniami środowiska w wyniku działalności człowieka. Obserwowany od blisko 30 lat wzrost udziału buka i jodły w rezerwacie „Dolina Łopusznej” sugeruje natomiast, że zmiany te mogą wynikać ze zmian klimatu i zaburzeń wywołanych stresem hydrotermicznym. Mimo że opisane zjawiska mają charakter naturalny, w zagospodarowanych lasach dolnoregłowych należy jednak dążyć do utrzymania, obok współpanujących buka i jodły, udziału tego gatunku w granicach 30-40%, gdyż zmniejszenie udziału świerka i wzrastający udział buka wpłynie na obniżenie produktywności drzewostanów dolnoregłowych [Mayer 1992; Pach 2010].

Podsumowanie

W wielogatunkowych drzewostanach rezerwatu „Dolina Łopusznej” w latach 1981-2011 nastąpił wzrost udziału buka w drzewostanie i odnowieniu, zwiększenie lub utrzymanie udziału jodły w drzewostanie i wzrost jej udziału w podroście oraz spadek udziału świerka w drzewostanie i pojedyncze jego występowanie w odnowieniu. Zmniejszenie udziału świerka prowadzi do zmiany składu gatunkowego drzewostanów wielogatunkowych, złożonych z współpanujących buka,

jodły i świerka, na drzewostany z panującym bukiem lub współpanującymi bukiem i jodłą. W lasach zagospodarowanych utrzymanie wszystkich trzech gatunków drzew jako współpanujących jest ze względu na ich produkcyjność konieczne i wiąże się z przyjęciem optymalnych metod postępowania hodowlanego (odnowienie i pielęgnacja).

Literatura

- Bernadzki E. 1983. Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu. W: Białobok S. [red.]. Jodła pospolita *Abies alba* Mill. PWN, Warszawa-Poznań. 483-501.
- Bert D. 1992. Silver fir (*Abies alba* Mill.) show an increasing long term trend in the Jura mountains. Tree Rings and Environment. Proceedings of the Int. Dendrochronological Symposium, 3-9 September 1990, Ystad, Lundau Raport V 34: 27-29.
- Chwistek K. 1996. Piętnaście lat ochrony dolnoregłowych świerczyn w Gorczańskim Parku Narodowym: denaturalizacja czy ich dalsza synantropizacja? Przegląd Przyrodniczy 7 (3-4): 73-82.
- Chwistek K. 2002. Historia lasów i leśnictwa w Gorcach. Wierchy 68: 135-160.
- Chwistek K. 2008. Zmiany wybranych cech taksacyjnych drzewostanów Gorczańskiego Parku Narodowego w okresie 1992-2002 na tle oceny naturalności lasów gorczańskich z 1932 roku. Roczniki Bieszczadzkie 16: 125-144.
- Diaci J., Rozenbergar D., Boncina A. 2008. Stand dynamics of Dinaric old-growth forest in Slovenia: Are indirect human influences relevant? Plant Biosystems 144 (1): 194-201.
- Dobrowolska D. 1998. Zjawisko zamierania jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w naturalnym zasięgu. Sylwan 142 (12): 49-55.
- Dziewolski J. 1991. Kierunki przemian drzewostanów w parkach narodowych Polskich Karpat w warunkach ochrony ścisłej i częściowej. Prądnik. Prace Muzeum Szafera 4: 9-26.
- Dziewolski J., Rutkowski B. 1987. Ubytek, dorost i przyrost w rezerwacie leśnym pod Trzema Koronami w Pieninach. Sylwan 131 (7): 25-33.
- Dziewolski J., Rutkowski B. 1991. Ubytek, dorost i przyrost drzew w Rezerwacie pod Turbaczem (Gorce) w latach 1969-1986. Folia Forestalia Polonica, ser. A 31: 37-48.
- Elling W. 1993. Immissionen im Ursachenkomplex von Tannenschädigung und Tannensterben. Allgemeine Forstzeitung 48: 87-95.
- Elling W., Dittmar C., Pfaffelmoser K., Rötzer T. 2009. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. Forest Ecology and Management 257: 1175-1187.
- Fabian P., Menzel A. 1998. Wie sehen die Wälder von morgen aus der Sicht eines Klimatologen. Forstwissenschaft Centralblatt 117: 339-354.
- Fabijanowski J., Jaworski A. 1989. Struktura i budowa drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w Rezerwacie Łopuszna. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie 232, 23: 123-141.
- Falbermeier B. 1994. Arealveränderungen der Buche infolge von Klimaänderungen. Allgemeine Forstzeitschrift 49 (5): 222-224
- Fink S., Brown H. J. 1978. Zur epidemischen Erkrankung der Weißtanne *Abies alba* Mill. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 149: 145-150, 184-195.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A., Jakubowska D. 2011. Dynamika zmian budowy, struktury i składu gatunkowego drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Pienińskim Parku Narodowym. Leśne Prace Badawcze 72 (4): 339-356.
- Jaworski A., Karczmarzski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. Acta Agraria et Silvestria, ser. Silvestris 33: 115-131.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Łapka, M. Bartkowiec L. 2006. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w rezerwacie „Dolina Łopusznej” (Gorczański Park Narodowy). Leśne Prace Badawcze 67 (4): 35-59.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Pach M. 2001a. Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Śrubita. Sylwan 145 (6): 21-47.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Strząska T. 2001b. Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Oszast. Sylwan 145 (4): 5-32.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 1995. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoregłowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. Acta Agraria et Silvestria, ser. Silvestris 33: 3-37.
- Kawecki W. 1939. Lasy Żywiecczyzny, ich teraźniejszość i przyszłość. PAU, Prace Rolno-Leśne 35: 1-171.
- Klopcic M., Boncina A. 2011. Stand dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.) - European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests during the past century: a decline of silver fir? Forestry 84 (3): 259-271.
- Klopcic M., Jerina K., Boncina A. 2010. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor? European Journal of Forest Research 129: 277-288.
- Korf V., Hubač K., Šmelko Š. 1972. Dendrometria. SZN, Praha.
- Korpel Š. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

- Kozak I., Menshutkin V., Parpan V., Shparyk Y., Parpan T., Viter R., Kozak O., Senko Z. 2005. Computer simulations of natural beech forest dynamics in the Boberka river basin in the Ukrainian Beskids. W: Commarmot B., Hamor F. D. [red.]. Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Conference 13-17 October 2003, Mukachevo, Ukraine. Proceedings. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve. 121-129.
- Leibundgut H. 1974. Zum Problem des Tannensterbens. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 125 (7): 476-484.
- Mayer H. 1992. Waldbau auf soziologisch – ökologischer Grundlage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Obrębska-Starkłowa B., Bednarz Z., Niedźwiedz T., Trepieńska J. 1994. Klimat Karpat w okresie globalnego ocieplenia i prognozowane zmiany gospodarcze. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich 37: 13-38.
- Pach M. 2010. Wpływ gatunków domieszkowych i współpanujących na wysokość i pierśnicę jodły (*Abies alba* Mill.) oraz zasobność drzewostanów jodłowych w Karpackiej Krainie Przyrodniczo-Leśnej. Leśne Prace Badawcze 71 (3): 257-266.
- Podlaski R. 2004. A development cycle of the forest with fir (*Abies alba* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) in the species composition in the Świętokrzyski National Park. Journal of Forest Science 50 (2): 55-66.
- Pretzsch H. 1996. Growth trends of forests in southern Germany. W: Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J. [red.]. Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5: 107-131.
- Przybylska K., Fujak J., Myčka P. 1995. Dynamika zmian zasobów leśnych w rezerwacie „Dolina Łopusznej” Gorczańskiego Parku Narodowego w okresie kontrolnym 1982-1992. Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody 14 (3): 23-31.
- Saniga M. 1999a. Štruktura, produkčne pomery a regeneračne procesy Dobročského pralesa. TU Zvolen, Vedecke Študie 2/A: 5-64.
- Saniga M. 1999b. Štruktura, produkčne a regeneračne procesy Badinského pralesa. Journal of Forest Science 45 (3): 121-130.
- Schütt P. 1981. Erste Ausätze zur experimentellen klärung des Tannensterbens. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 132 (6): 443-452.
- Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J. P. 1996a. Discussion. W: Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J. [red.]. Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5: 355-367.
- Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J. P. 1996b. Conclusions and summary. W: Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J. [red.]. Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5: 369-372.
- Szabla K. 2009. Aktualny stan drzewostanów świerkowych w Beskidach i ich geneza. W: Problem zamierania drzewostanów świerkowych w Beskidach Śląskim i Żywieckim. PAU, Prace Komitetu Nauk Rolnych, Leśnych i Weterynaryjnych 11: 13-43.
- Thomasius H. 1991. Mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder in Mitteleuropa. Forstwissenschaft Centralblatt 110: 305-330.
- Twaróg J. 1999. Rola gatunków drzew w lasach naturalnych polskich Karpat fliszowych (1). Las Polski 15/16: 4-6.
- Vrška T., Adam D., Hort L., Kolař T. 2009. European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians – A development cycle or a linear trend induced by man? Forest Ecology and Management 258: 347-356.
- Zawada J. 1981. Badania przyczyn i hodowlanych następstw regresji jodły w górach. Dokumentacja naukowa, Zakład Gospodarki Leśnej Regionów Górskich IBL, Kraków.
- Zawada J. 1987. Przyrostowa charakterystyka stanu zdrowotnego jodeł w Polsce. W: Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Materiały II Krajowego Sympozjum – Kórnik 1984, Inst. Dendrologii PAN, Poznań. 423-428.
- Zawada J. 2001. Przyrostowe objawy rewitalizacji jodły w lasach Karpat i Sudetów oraz wynikające z nich konsekwencje hodowlane. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, ser. A, 3 (922): 79-101.

SUMMARY

Changes in the proportion of beech, fir and spruce in the natural stands of the lower-montane zone in the 'Łopuszna Valley' Reserve (Gorczański National Park)

The aim of this paper is to present the changes that occurred in the period 1981-2011 in the species composition of stands and regeneration on three permanent sample plots located in the 'Łopuszna Valley' Reserve (established in 1970) in the Gorczański National Park.

The Carpathian beech forest association *Dentario glandulosae-Fagetum*, typical of the lower montane zone of the Gorce Mountains grows on all the three study plots. Two stands (plots II and III) were in the terminal phase, and the other one (plot I) in the up-growth phase. An increase in the proportion of beech and a reduction in the proportion of spruce were reported on all plots. On plots I and III, the share of fir increased slightly, while on plot II it did not change significantly. In the years 1981-2011 a very large reduction in stand volume on plot II (over 25%) and to a lesser extent on plot III (about 7%) was observed. Both of these plots were covered with stands in the terminal phase. An increase in stand volume was recorded in the stands in the up-growth phase on plot I (more than 8%). An increase in the proportion of beech and fir and a decrease in the proportion of spruce were observed on all the plots. In the years 1981-2011 a substantial reduction in the proportion of spruce in all diameter classes and significant variations increasing in the proportion of fir and beech was observed. In 1981, young regrowth and undergrowth occupied 5-10% of plot I and 10% of plots I and III. In 2011, the area of young regrowth and undergrowth was 75-80% on plot I, 90% on plot II and the 75% on plot III. After 30 years, beech seedlings were found to dominate on all plots, the proportion of fir decreased 2-4 times, while spruce seedlings occurred individually or sporadically. The analysis of changes in the species composition of the undergrowth on plot I (years 1981-2011) showed a reduction in the proportion of beech and an increase in the proportion of fir. In 1981, only beech was found on plot II, however after 30 years, its proportion decreased in favour of the high share of fir and occasional appearance of spruce. On plot III, in the span of 30 years spruce disappeared (in 2011 it was found only occasionally), the proportion of beech decreased by half, while fir increased its share almost three times. Changes in the species composition of stands in the 'Łopuszna Valley' Reserve are due to natural processes. As a result of intensive self-thinning, spruce was replaced by beech and to a lesser extent by fir. The increase in the proportion of the former of these species is not surprising, since a similar process is commonly observed in the natural forests of the Carpathians.

The stable or increasing proportion of fir is most likely related to the improvement of its vitality observed in Europe, including Poland, since the 1980s and 1990s. The study shows that the proportion of spruce in its all phases of development and diameter classes decreases.

The reduced proportion of spruce in the multi-species stands of the Carpathian beech forests in the Łopuszna Valley should be associated with various factors. The process of spruce decline occurred in the last decade of the study period i.e. in 2006-2010, when the decline of spruce monocultures in the Beskid Żywiecki and Beskid Śląski mountains started in 2006 was observed. It is likely that changes in the Gorce Mountains were caused by the same factors (hydrothermal stress). The disappearance of spruce may also be associated with the climate changes observed in the second half of the nineteenth century. The reduction in the proportion of spruce leads to a change in the species composition of multi-species stands i.e. from stands with co-dominant beech, fir and spruce into stands with dominant beech or co-dominant beech and fir. In managed forests, it is necessary to maintain all the three tree species as co-dominant for their productivity, which requires the application of the best silvicultural practices.