

AGNIESZKA BRONISZ, SZYMON BIJAK, KAROL BRONISZ

Dendroklimatologiczna charakterystyka jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na terenie Gór Świętokrzyskich

Dendroclimatological characteristics of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Świętokrzyskie Mountains

ABSTRACT

Bronisz A., Bijak S., Bronisz K. 2010. Dendroklimatologiczna charakterystyka jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na terenie Gór Świętokrzyskich. Sylwan 154 (7): 463-470.

The paper presents the analysis of relations between diameter increment and climatic factors in silver fir stands in the Zagnańsk Forest District (central Poland). Despite growth rate similar to the observed in other parts of Poland, firs from the Świętokrzyskie Mountains show different climatic driving forces of the increment process. Temperature in March, late summer and September as well as precipitation in May and summer in the year of tree-ring formation, and in August of the previous year turned to be the most important factors that shape diameter increment of analysed trees.

KEY WORDS

silver fir, dendroclimatology, Świętokrzyskie Mountains

ADDRESSES

Agnieszka Bronisz – e-mail: agnieszka.bronisz@wl.sggw.pl

Szymon Bijak – e-mail: szymon.bijak@wl.sggw.pl

Karol Bronisz – e-mail: karol.bronisz@wl.sggw.pl

Samodzielny Zakład Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) zajmuje w Polsce około 2% powierzchni leśnej, a miąższość drzewostanów jodłowych stanowi około 2,7% zasobów leśnych Polski [Leśnictwo 2009]. Jodła jest gatunkiem typowo górskim i największy udział ma w lasach sudeckiej i karpackiej krainy przyrodniczo-leśnej [Raport... 2008]. Na terenie naszego kraju przebiega północna granica zasięgu tego gatunku, a najdalej na północ wysunięte naturalne stanowisko zlokalizowano w Puszczy Białowieskiej [Boratyński 1983]. Jodła dla dobrego wzrostu potrzebuje gleb ciężkich, głębokich, wilgotnych w głębszych warstwach, żyznych i pulchnych [Jaworski 1973]. W Górach Świętokrzyskich, a zwłaszcza w Świętokrzyskim Parku Narodowym, jodła najlepiej się czuje na glebach o składzie granulometrycznym pyłu zwykłego i ilastego na utworach kamienistym i pyłowym [Podlaski 2001]. W sprzyjających warunkach możliwości produkcyjne drzewostanów jodłowych są bardzo wysokie. Według tablic zasobności Schwappacha [Szymkiewicz 1971] sumaryczna produkcja grubizny tego gatunku w wieku 100 lat może wynosić ponad 1500 m³/ha. Wykorzystując opracowany przez siebie model wzrostu, Zasada [1999] weryfikuje tę wartość i podaje dla I bonitacji 1439 m³/ha.

W latach 70. i 80. XX wieku obserwowano zjawisko zamierania jodły [Zawada 1978; Dobrowolska 1989]. Obecnie jednak coraz częściej mówi się o poprawie kondycji tego gatunku

[Zawada 2001; Podlaski 2002; Elling i in. 2009]. Dlatego też każda próba głębszego poznania i zrozumienia ekologii jodły wydaje się uzasadniona.

Celem przeprowadzonych badań było zestawienie chronologii jodły pospolitej rosnącej na terenie Nadleśnictwa Zagnańsk. Ponieważ wzrost drzewa jest wypadkową wielu czynników, spośród których warunki meteorologiczne odgrywają znaczną rolę [Fritts 1976; Schweingruber 1996], przeanalizowano wpływ czynników klimatycznych na wzrost grubości badanych jodeł.

Teren i obiekt badań

Materiał do badań zebrano na terenie Nadleśnictwa Zagnańsk, które znajduje się w RDLP Radom. Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej Trampiera i in. [1990] położone jest na obszarze Krainy Małopolskiej, Dzielnicy Gór Świętokrzyskich, w mezoregionach: Łysogórskim i Puszczy Świętokrzyskiej.

Nadleśnictwo Zagnańsk położone jest na terenie Gór Świętokrzyskich. Głównymi gatunkami lasotwórczymi są tu sosna (39% powierzchni leśnej), jodła (37%) i buk (19%). Średnia temperatura roczna wynosi 6-7°C. Okres wegetacyjny trwa 190-200 dni. Roczna średnia suma opadów kształtuje się od 650 do 900 mm. Najbardziej deszczowym miesiącem w roku jest lipiec, a liczba dni z opadem wynosi 120-170. Pokrywa śnieżna utrzymuje się średnio przez 50-90 dni w roku (www.przyrodapolska.pl).

Ogólne charakterystyki drzewostanów, w których pobierano próby, przedstawia tabela 1. Prawie wszystkie stanowiska badawcze znajdowały się na siedlisku lasu mieszanego wyżynnego (LMwyż). Udział jodły w składzie gatunkowym badanych drzewostanów wahał się od 50 do 90%.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły wywierty dordzeniowe, pochodzące z zasobów Samodzielnego Zakładu Dendrometrii i Nauki o Produkcji Lasu, pobrane za pomocą świdra Presslera z wysokości 1,3 m od najwyższego punktu gruntu przy obwodzie pnia. Zgodnie ze strategią EKO badań dendrochronologicznych [Zielski, Krąpiec 2004] wybrano drzewa górujące, bez zewnętrz-

Tabela 1.

Charakterystyka badanych drzewostanów
Characteristics of the analysed stands

Pow.	Leśnictwo	Oddział	TSL	Średnia wysokość [m]	Średnia pierśnica [cm]	Średni wiek [lata]	Liczba drzew
1	Adamów	5b, 6a, 8b, 15b, 29f, 20b, 21b, 32d, 12a, 19b, 8b	LMwyż	25,3	34,5	102	51
2	Występa, Bartków	39a, 43d, 43f, 44b, 49f, 48a 75d, 74a, 78f,	LMwyż, Lwyż	25,2	33	98	38
3	Bartków	79c, 77c, 77g, 77f, 81d, 82c	LMwyż	25,6	40	114	55
4	Długojów	85a, 86a, 96d, 96c, 126b	LMwyż	27,6	36,6	100	34
5	Długojów	88a, 88c, 87a, 89c, 99a, 99b, 100a, 100d	LMwyż	25,8	37	95	63

nych oznak chorobowych oraz uszkodzeń. Wywierty zostały pobrane z osobników V i wyższych klas wieku. Zebrane próbki w celu wyeksponowania przyrostów rocznych zeszlifowano papierem ściernym i zeskanowano. Następnie za pomocą przyrostomierza BP-Biotronic zmierzono szerokość słoju rocznych z zaokrągleniem do 0,01 mm. Uzyskane pomiary weszły w skład ciągów szerokości słoju przyrostowych (tzw. chronologii) reprezentujących poszczególne drzewa.

Do oceny poprawności zestawienia chronologii wykorzystano program COFECHA [Holmes 1999; Grissino-Mayer 2001]. Program ten porównuje poszczególne chronologie z chronologią wzorcową, będącą średnią z pojedynczych prób z wyłączeniem tej porównywanej. Serie, które wykazywały najmniejsze podobieństwo do pozostałych, usunięto z dalszej analizy. Do budowy chronologii reprezentujących Nadleśnictwo Zagnańsk wykorzystano ostatecznie ciągi szerokości słoju przyrostowych z 241 drzew. Zastosowano program CRONOL z pakietu DPL [Holmes 1999]. Uzyskano trzy rodzaje chronologii:

- rzeczywistą – będącą średnią arytmetyczną serii przyrostów rocznych,
- standardową – zawierającą pozbawione trendu wiekowego indeksy przyrostów rocznych,
- rezydualną – powstającą z chronologii standardowej po usunięciu autokorelacji z serii indeksów przyrostowych.

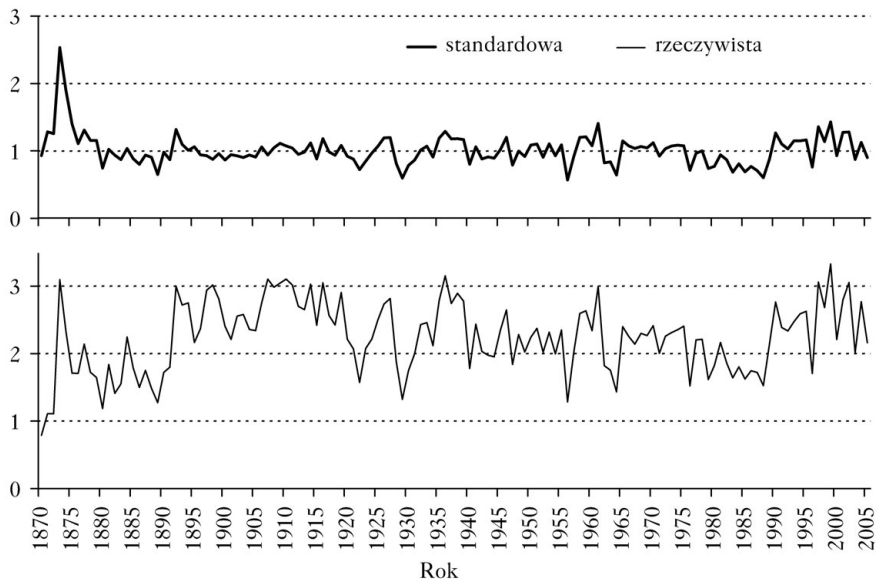
Do zbadania relacji między warunkami klimatycznymi a przyrostem badanych jodeł na grubość posłużono się programem DendroClim2002 [Biondi, Waikul 2004]. Wykorzystuje on tzw. funkcję odpowiedzi (ang. response function [Fritts 1976]), która w modelu regresji i korelacji wielorakiej wiąże szerokość słoja (zmienna zależna) z parametrami klimatycznymi (zmiennie wyjaśniające). W analizie posłużono się chronologiami rezydualnymi oraz średnimi miesięcznymi wartościami temperatury powietrza i sumami opadów atmosferycznych od lipca roku poprzedzającego formowanie się słoja do września roku tworzenia przyrostu (łącznie 15 miesięcy). Wykorzystane dane meteorologiczne pochodzą z prowadzonej przez Climate Research Unit i Tyndall Centre bazy klimatycznych danych o wysokiej rozdzielczości i obejmują okres 1901-2002 [Mitchell, Jones 2005]. Analizy statystyczne badanych relacji klimat-przyrost prowadzono przyjmując poziom istotności 0,05.

Dodatkowo przeprowadzono analizę lat wskaźnikowych, to jest takich, które wykazują szczególnie szeroki bądź wąski służy przyrostu rocznego. Wykonana ona została przy użyciu programu WEISER [Gonzalez 2001], który wykorzystuje koncepcję „normalizacji w ruchomym oknie” [Cropper 1979]. Wartości wskaźnikowe były obliczane dla okna o szerokości 5 lat. Jeżeli przynajmniej 80% drzew z jednego stanowiska wykazywało w danym roku ten sam ekstremalny rodzaj reakcji przyrostowej (pozytywnej lub negatywnej), to taki rok określano jako rok wskaźnikowy.

Wyniki

Zestawiono chronologie przedstawiające przyrost grubości jodły pospolitej na terenie Nadleśnictwa Zagnańsk w latach 1870-2005 (ryc. 1). Podstawowe charakterystyki uzyskanych chronologii przedstawiono w tabeli 2.

Średnia szerokość przyrostu rocznego jodły rosnącej w Nadleśnictwie Zagnańsk wyniosła 2,13 mm. Wartość odchylenia standardowego w pomiarach rzeczywistych wyniosła 0,481 mm. Natomiast średnia wrażliwość, czyli względna różnica szerokości dwóch kolejnych słoju, opisująca czułość drzew na wszelkie czynniki wpływające na wzrost, równała się 0,176. W przypadku chronologii indeksowanych, czyli standardowej i rezydualnej, średnia wrażliwość jest miarą podatności przede wszystkim na czynnik meteorologiczny. Uzyskane wartości (tab. 2) wskazują na zasadność wykorzystania zestawionych chronologii do analizy relacji klimat-przyrost.



Ryc. 1.

Chronologia rzeczywista i standardowa jodły pospolitej z Nadleśnictwa Zagnańsk
Raw measurements and standard chronologies of silver fir from the Zagnańsk Forest District

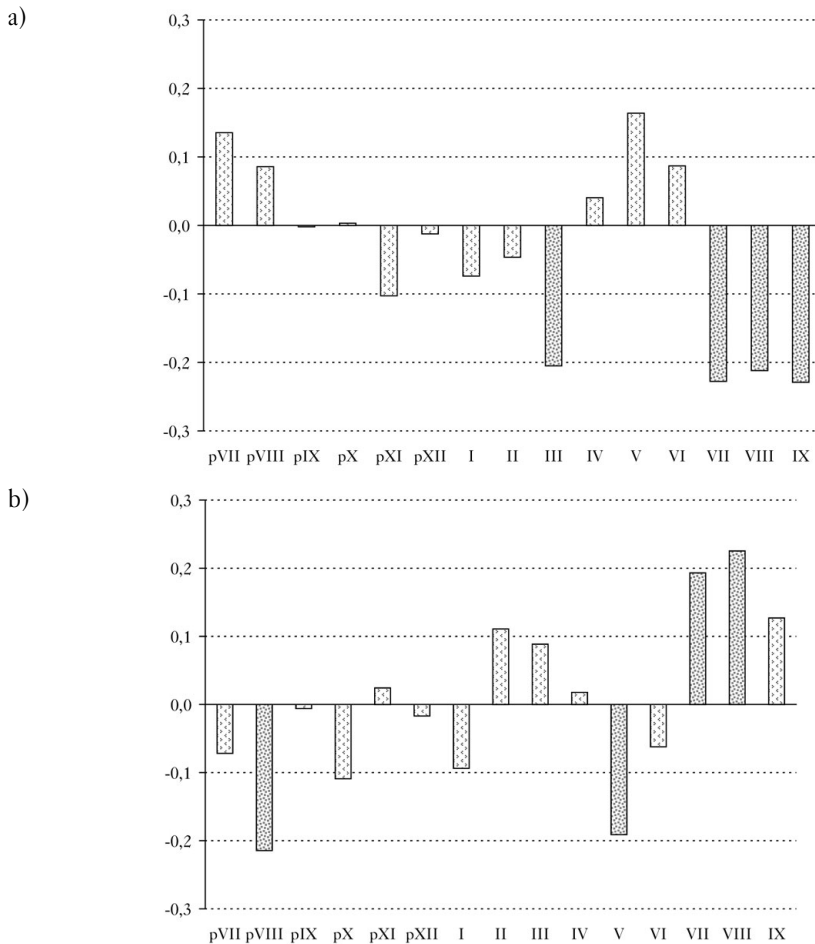
Tabela 2.

Charakterystyka chronologii jodły pospolitej z Nadleśnictwa Zagnańsk
Characteristics of silver fir chronologies from the Zagnańsk Forest District

Okres	Lata	Średnia szerokość	Odchylenie standardowe	Średnia wrażliwość	Autokorelacja
chronologia rzeczywista					
1870-2005	136	2,13	0,481	0,176	0,46
chronologia standardowa					
1870-2005	136	1,00	0,233	0,171	0,45
chronologia rezydualna					
1872-2005	134	1,00	0,191	0,222	-0,18

Przyrost na grubość jodeł z terenu Nadleśnictwa Zagnańsk w istotny sposób zależy od warunków termicznych w marcu, lipcu, sierpniu oraz wrześniu roku formowania się słoja przyrostowego (ryc. 2a). Relacja ta jest negatywna, co oznacza, iż wysoka temperatura na przedwiośniu oraz upalne lato i wczesna jesień niekorzystnie wpływają na przyrost badanych drzew na grubość. Z kolei dodatnia korelacja między szerokością słoja przyrostowego i sumą opadów latem (ryc. 2b) świadczy o dużym zapotrzebowaniu analizowanych drzew na wilgoć podczas procesu formowania się słoja. Interesująca jest także sytuacja w maju, kiedy obserwuje się odwrotny schemat relacji klimat-przyrost niż latem (ryc. 2b).

Łącznie wyznaczono 9 lat wskaźnikowych dla jodeł rosnących w Nadleśnictwie Zagnańsk. Nadzwyczaj szeroki słoja przyrostu rocznego badane drzewa wykształciły w 1946 oraz 1961 roku. Bardzo wąskimi przyrostami charakteryzowały się natomiast lata: 1922, 1929, 1940, 1956, 1964, 1976 oraz 1996. Na szczególną uwagę zasługuje rok 1956, gdzie aż 96% analizowanych jodeł wykształciło bardzo wąski przyrost.



Ryc. 2.

Współczynniki korelacji średniej miesięcznej temperatury (a) i sumy opadów (b) z szerokością słoja rocznego jodeł rosnących na terenie Nadleśnictwa Zagnańsk

Correlation coefficients between mean monthly temperature (a) and precipitation (b) and tree-ring width of silver firs growing in the Zagnańsk Forest District

ciemne słupki oznaczają wartości istotne statystycznie przy poziomie 0,05
dark bars indicate values significant at 0.05 level

Dyskusja

Średnia szerokość rocznych przyrostów jodeł z Nadleśnictwa Zagnańsk jest zbliżona do wartości, jakie uzyskano w badaniach przeprowadzonych na terenie Polski. W Beskidzie Sądeckim wyniosła ona 1,68 mm, natomiast na Pogórze Ciężkowickim – 2,45 mm [Szychowska-Krąpiec 1999]. Węższe słoje roczne obserwowano również na stanowiskach w Sudetach i Karpatach [Felixsik 1993]. U jodeł rosnących poza granicami naturalnego występowania tego gatunku uzyskano większą średnią szerokość przyrostu rocznego niż w granicach zasięgu. U osobników rosnących na Pojezierzu Olsztyńskim (Nadleśnictwo Wichrowo) średnia szerokość słoju rocznych wyniosła 2,84 mm [Koprowski, Gławenda 2007], a na Pojezierzu Kaszubskim wahała się od 2,47 do 3,07 mm [Bijak 2010].

Uzyskane dla Nadleśnictwa Zagnańsk relacje znajdują częściowe potwierdzenie w dotychczasowych analizach wpływu warunków klimatycznych na przyrost radialny jodeł. Feliksik [1990] w badaniach dendroklimatologicznych dotyczących jodły rosnącej na północnej granicy zasięgu w Polsce środkowej uzyskał wyniki podobne do prezentowanych w tej pracy. Negatywny wpływ ciepłego sierpnia i września na przyrost grubości zaobserwowano również na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego [Feliksik i in. 2000]. Z kolei Bijak [2010] w badaniach przeprowadzonych na Pojezierzu Kaszubskim wykazuje negatywny charakter relacji przyrostu jodeł na grubość i temperatury powietrza w czerwcu oraz warunków termicznych lata i jesieni roku poprzedzającego przyrost. Prawidłowości te mogą mieć związek ze zwiększeniem parowania z powierzchni gruntu, co może prowadzić do przesuszania siedliska [Bernadzki 2008]. Na uwagę zasługuje fakt negatywnej korelacji między szerokością słoja a temperaturą marca. Prawdopodobnie na taką sytuację mają wpływ przymrozki wiosenne, które mogą wystąpić po ciepłym marcu. Podobne wyniki uzyskał Feliksik [1990] w regionach nizinnych i niższych położeniach górskich. Oprócz wpływu przymrozków wiosennych podkreśla on, że ważna jest również ogólna termika okresu wiosennego. Należy zwrócić również uwagę na niewielką zależność przyrostu od temperatury stycznia i lutego. Feliksik [1990], Koprowski i Gławenda [2007] oraz Bijak [2010] stwierdzili istotny wpływ na przyrost grubości jodły właśnie miesięcy zimowych. Różnice te można prawdopodobnie tłumaczyć odmiennymi warunkami siedliskowymi [Feliksik 1990] oraz wewnątrz- i międzypopulacyjną zmiennością jodeł [Gunia 1986; Mejnartowicz 1983].

Pozytywna zależność przyrostu na grubość badanych drzew od sumy opadów latem sugeruje wrażliwość jodeł na deficyt wilgotności w okresie wegetacji i tworzenia słoja przyrostowego. Wyniki te potwierdzają liczne obserwacje, które stanowiły podstawę do rekonstrukcji klimatycznych [Buentgen i in. 2009; Hoffmann i in. 2009]. Odmiennie rezultaty otrzymał Feliksik [1990] dla jodeł rosnących na stanowiskach nizinnych i w Karpatach, aczkolwiek sugeruje on, że ta relacja może być wynikiem przesuszenia siedliska. Z kolei jodły sudeckie wykazywały pozytywną korelację przyrostów z ilością opadów w ciągu całego roku [Feliksik 1990]. Natomiast w północnej Polsce nie stwierdzono istotnych zależności między przyrostem jodeł a opadami [Koprowski, Gławenda 2007; Bijak 2010]. Autorzy ci zaistniałą sytuację tłumaczą optymalną ilością i rozkładem dostępnej wilgoci w ciągu roku. Wagę całosciowego bilansu wodnego w rozwoju jodeł podkreśla także Bernadzki [2008].

Ekstremalne reakcje przyrostowe jodeł z Gór Świętokrzyskich wykazują spore podobieństwo do obserwacji z innych rejonów Polski, szczególnie jeżeli chodzi o wąskie przyrosty. Lata 1929, 1956, 1964, 1976 i 1996 okazały się negatywnymi latami wskaźnikowymi zarówno u jodeł z Zagnańska, jak i na Pojezierzu Kaszubskim [Bijak 2010]. Podobne wyniki na terenie Gór Świętokrzyskich uzyskali Feliksik i in. [2000]. W latach 1929 i 1956 na wykształcenie węższego słoja przez jodły rosnące na terenie Nadleśnictwa Zagnańsk złożyło się wiele czynników, m.in.: mroźna i długotrwała zima, niska temperatura w kwietniu oraz niższe od przeciętnych opady w maju. Do podobnych wniosków w swych badaniach doszedł również Feliksik [1990], który zmniejszenia wartości przyrostu upatruje w mroźnych i długotrwałych zimach oraz późnych przymrozkach. Natomiast Bijak [2010] twierdzi, iż w roku 1956 na niewielki przyrost na grubość jodeł rosnących na Pojezierzu Kaszubskim wpływ miały zbyt niskie opady maja. Lata 1964 oraz 1976 były latami suchymi, ubogimi w opady zarówno w maju, jak i w innych miesiącach okresu wegetacyjnego. Na uwagę zasługuje fakt, że rok 1961 był pozytywnym rokiem wskaźnikowym dla 208 z 241 badanych drzew. W roku tym na zwiększony przyrost radialny mogły mieć wpływ miały takie czynniki jak: ciepła wiosna, niezbyt upalne lato oraz opady

zbliżone do przeciętnych lub wyższe, w szczególności w maju oraz miesiącach letnich zarówno w roku bieżącym, jak i poprzednim. Do podobnych wniosków doszedł w swoich badaniach Feliksik [1990] oraz Feliksik i in. [2000].

Wnioski

- ✦ Badane na terenie Nadleśnictwa Zagnańsk jodły charakteryzują się przyrostem na grubość zbliżonym do drzew rosnących w naturalnym zasięgu tego gatunku. Uzyskane wartości są jednak mniejsze niż obserwowane u jodeł rosnących poza zasięgiem w Polsce północnej.
- ✦ Analiza dendroklimatologiczna wykazała, że znaczący wpływ na formowanie się przyrostu rocznego mają warunki termiczne w marcu oraz od lipca do września w roku tworzenia się słoja, a także warunki pluwialne początku okresu wegetacji i lata. Uzyskane rezultaty częściowo potwierdzają dotychczasową wiedzę o relacjach klimat-przyrost tego gatunku.
- ✦ Na uwagę zasługuje negatywny wpływ warunków pluwialnych w sierpniu w roku poprzedzającym tworzenie się słoja. Trudno wytłumaczyć zaistniałą sytuację, zwłaszcza gdy w roku tworzenia się przyrostu rocznego dla tego miesiąca wystąpiła pozytywna korelacja przyrost – warunki pluwialne.

Literatura

- Bernadzki E. 2008. Jodła pospolita – ekologia, zagrożenia, hodowla. PWRiL. Warszawa.
- Bijak Sz. 2010. Tree-ring chronology of silver fir and its dependence on climate of the Kaszubskie Lakeland (northern Poland). *Geochronometria* 35: 91-94. DOI: 10.2478/v10003-010-0001-9.
- Biondi F., Waikul K. 2004. DendroClim2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers and Geosciences* 30: 303-311.
- Boratyński A. 1983. Systematyka i geograficzne rozmieszczenie. W: S. Białobok [red.]. Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) PWN: 41-85.
- Buentgen U., Brazdil R., Frank D., Esper J. 2009. Three centuries of Slovakian drought dynamics. *Climate Dynamics* DOI: 10.1007/s00382-009-0563-2.
- Cropper J. P. 1979. Tree-ring skeleton plotting by computer. *Tree-ring Bulletin* 39: 47-59.
- Dobrowolska D. 1989. Zamieranie jodły wciąż nie wyjaśnione zjawisko. *Sylwan* 133 (6): 59-65.
- Elling W., Dietmar Ch., 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. *For. Ecol. and Manag.* 257: 1175-1187.
- Feliksik E. 1990. Badania dendroklimatologiczne dotyczące jodły (*Abies alba* Mill.) występującej na obszarze Polski. *Zesz. Nauk. AR. Kraków.* 151:1-106.
- Feliksik E. 1993. Teleconnection of the radial growth of fir (*Abies alba* Mill.) within central Europe. *Dendrochronologia* 11: 171-175.
- Feliksik E., Wilezyński S., Podlaski R. 2000. Wpływ warunków termiczno-pluwialnych na wielkość przyrostów radialnych sosny (*Pinus sylvestris* L.), jodły (*Abies alba* Mill.) i buka (*Fagus sylvatica* L.) ze Świętokrzyskiego Parku Narodowego. *Sylwan* 144 (9): 53-64.
- Fritts H. C. 1976. *Tree rings and climate*. Academic Press, London-New York-San Francisco.
- Gonzalez I. G. 2001. Weiser: a computer program to identify event and pointer years in dendrochronological series. *Dendrochronologia* 19 (2): 239-244.
- Grissino-Mayer H. D. 2001. Evaluating cross-dating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree Ring Research* 57: 205-221.
- Gunia S. 1986. Próba oceny wartości genetycznej i hodowlanej jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) z Sudetów i Karpat polskich. *Sylwan* 130 (2-3): 83-91.
- Hoffmann K., Buentgen U., Kynel T., Brazdil R., Esper J. 2009. On the potential of fir ring width data for summer drought reconstruction in southern Moravia, Czech Republic. W: Kaczka R. J. i in. [red.]. TRACE – TreeRings in Archaeology, Climatology and Ecology 7: 57-63.
- Holmes R. L. 1999. *Dendrochronology Program Library (DPL) Users Manual*. LTRR University of Arizona, Tucson.
- Jaworski A. 1973. Odnowienie naturalne jodły (*Abies alba* Mill.) w wybranych zbiorowiskach leśnych parków narodowych: tatrzańskie, babiogórskie i pienińskie. *Acta Agr. Et Silv. Ser. Silvestris*, 13: 21-58, 59-87.
- Koprowski M., Gławenda M. 2007. Dendrochronologiczna analiza przyrostów rocznych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na Pojezierzu Olsztyńskim (Nadleśnictwo Wichrowo). *Sylwan* 151 (11): 35-40.

- Leśnictwo. 2009. Główny Urząd Statystyczny.
- Mejnartowicz T. 1983. Genetyka jodły. W: S. Białobok [red.]. Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.). PWN. Warszawa-Poznań.
- Mitchell T. D., Jones P. 2005. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. *Int. J. of Climatology* 25: 693-712.
- Podlaski R. 2001. Wpływ wybranych właściwości gleb na żywotność jodły (*Abies alba* Mill.) buka (*Fagus sylvatica* L.) i sosny (*Pinus sylvestris* L.) w Świętokrzyskim Parku Narodowym. *Sylwan* 145 (6): 79-86.
- Podlaski R. 2002. Żywotność jodły (*Abies alba* Mill.) i buka (*Fagus sylvatica* L.) na Łysicy w Świętokrzyskim Parku Narodowym. *Parki Nar. Rez. Przyr.* 21:273-282.
- Raport o stanie lasów w Polsce 2007. 2008. CILP. Warszawa.
- Schweingruber F. H. 1996. Tree rings and environment-dendroecology. Paul Haupt Bern.
- Szychowska-Krapiec E. 1999. Późnoholoceniński standard dendrochronologiczny dla jodły (*Abies alba* Mill.) z obszaru południowej Polski. *Kwartalnik AGH Geologia* 26 (2): 173-299.
- Szymkiewicz B. 1971. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów ważniejszych gatunków drzew leśnych zestawione na podstawie tablic niemieckich, radzieckich i polskich. PWRiL Warszawa.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.
- Zasada M. 1999. The growth model for fir (*Abies alba* Mill.). *Fol. For. Pol. ser A.* 41: 37-46.
- Zawada J. 1978. Przyrostowe objawy regresji jodły. *Sylwan* 122 (12): 7-16.
- Zawada J. 2001. Przyrostowe objawy rewitalizacji jodły w lasach Karpat i Sudetów oraz wynikające z nich konsekwencje hodowlane. *Pr. Inst. Bad. Leśn. Seria A* 922: 79-101.
- Zielski A., Krapiec M. 2004. Dendrochronologia. PWN, Warszawa.

SUMMARY

Dendroclimatological characteristics of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Świętokrzyskie Mountains

Silver fir (*Abies alba* Mill.) is an important species despite its relatively small share in structure of Polish forests. The decline of silver fir in Europe was observed and described in 1970s and 1980s. However, recovery of this species has recently been discussed in the literature all over the continent. This process has been also visible in the Świętokrzyskie Mountains (fig. 1). The aim of this paper is to present relation between diameter increment of silver fir and climatic factors.

Research data was collected in the Zagnańsk Forest District. It consists of sample cores obtained from 241 the oldest tress using standard dendrochronological sampling procedures and techniques. Analysed trees exhibited similar growth rate to the other stands in Poland. Thermal conditions in March, late summer and September in the year of tree-ring formation are the most influential for the increment growth (fig. 2a). Pluvial conditions turned also to be very important, especially in May and during the summer in the year of tree-ring formation as well as in previous August (fig. 2b).