

EDWARD FELIKSIK, SŁAWOMIR WILCZYŃSKI

Regiony dendroklimatyczne daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Polsce

Dendroclimatic regions of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Poland

ABSTRACT

The paper is dedicated to the research on causes of differentiation of the incremental rhythm of Douglas fir trees and to the attempt to isolate the dendroclimatic regions of the species in Poland.

KEY WORDS

Pseudotsuga menziesii, Poland, dendroclimatic regions, tree-ring

Wstęp

Ojczyzną daglezi zielonej jest zachodnia część Ameryki Północnej, gdzie zajmuje obszar między 55° a 19° szerokości geograficznej północnej. Występuje głównie na obszarze Kolumbii Brytyjskiej w Kanadzie oraz w Stanach Zjednoczonych w stanie: Washington, Oregon, Kalifornia, Idaho i Montana. Na tak rozległym obszarze, obejmującym wybrzeże Oceanu Spokojnego aż po górskie centrum kontynentu północnoamerykańskiego, warunki siedliskowe są bardzo zróżnicowane. Przystosowując się do nich dagleza wykazała się dużą plastycznością. Wśród autorów zajmujących się ekologią daglezi zielonej wielu wyraża pogląd, że wśród czynników środowiska wpływających na wzrost tego drzewa znaczącą rolę odgrywa klimat [Schober 1963; Fritts 1965; Chylarecki 1976; Harlow i in. 1979; Biondi 2000]. Podkreśla się przy tym, że decydującą rolę w przyroście drewna daglezi zielonej odgrywają opady atmosferyczne [Gessel, Lloyd 1950]. Ich wielkość ma znaczenie nie tylko w sezonie wegetacyjnym, ale również w zimie, kiedy gromadzony jest zapas wody w glebie [Fritts 1965; Harlow i in. 1979].

Introdukowana na obszar Europy i występująca w Polsce dagleza zielona pochodzi zarówno z obszarów o klimacie oceanicznym, kontynentalnym jak i górskim: głównie z Kolumbii Brytyjskiej i Stanu Washington z USA [Berney 1972]. W przypadku większości populacji cząstkowych pochodzenie ich jednak nie jest znane.

Dotychczasowe badania dotyczące adaptacji daglezi zielonej do warunków europejskich wskazują na bardzo istotne znaczenie warunków klimatycznych w kształtowaniu wzrostu i rozwoju tego drzewa oraz na stosunkowo niewysokie wymagania glebowe [Maciejowski 1950; Schober 1963]. W okresie młodocianym dagleza zielona cierpi na naszym kontynencie z powodu mrozów i przymrozków wiosennych. Szkody z tego tytułu na wielu powierzchniach

EDWARD FELIKSIK

Katedra Klimatologii Leśnej
Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
rfeliks@cyf-kr.edu.pl

SŁAWOMIR WILCZYŃSKI

Katedra Klimatologii Leśnej
Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
rlwilczy@cyf-kr.edu.pl

24 Edward Feliksik, Sławomir Wilczyński

doświadczalnych były znaczne nawet w warunkach klimatu morskiego [Schober 1963]. W starszym wieku jej wrażliwość na niskie temperatury maleje [Jahn 1952; Białobok 1959; Białobok, Mejnartowicz 1970], wzrasta natomiast zapotrzebowanie dąglezji na wodę [Schober 1963; Borowiec 1965; Holubčík 1968].

Analiza corocznych zmian szerokości przyrostu radialnego drzew i badanie historii jego cech ekspresywnych pozwala rozpoznać charakter i dynamikę związków występujących pomiędzy elementami środowiska a metabolizmem tych roślin [Fritts 1976]. Dotychczasowe etapy badań dotyczące wyników introdukcji dąglezji w Europie, a także w Polsce wskazują na regionalne zróżnicowanie efektów tego przedsięwzięcia. Jak stwierdzono, dominującym czynnikiem decydującym o adaptacji, rozwoju i wroście tego drzewa są warunki klimatyczne. Ich zróżnicowanie regionalne, obok czynnika edaficznego, znajduje odzwierciedlenie w tempie radialnego i elongacyjnego przyrostu drzew [Maciejowski 1951; Schober 1963; Białobok, Mejnartowicz 1970; Chylarecki 1976].

Dendrochronologiczna analiza zapisu sygnału klimatycznego w słojach dąglezji, rosnących w różnych częściach Polski także potwierdza występowanie regionalnego zróżnicowania wzorów przyrostowych uwarunkowanych swoistym charakterem lokalnego klimatu [Feliksik, Wilczyński 1998a, b, 2000, 2002, 2003a, b]. Jeżeli zatem aktywność przyrostowa drzew tego samego gatunku kształtuje się pod wpływem podobnych warunków meteorologicznych, to cechy ich wzorców przyrostowych mogą być cennym materiałem do wyznaczania poszczególnym taksonom obszarów jednorodnych pod względem dendroklimatycznym, czyli takich, na których drzewa wykazują podobne reakcje przyrostowe na czynnik klimatyczny. Analiza przestrzennego zróżnicowania podobieństwa chronologii szerokości słoików dąglezji wykazała, że występuje silne podobieństwo rytmu przyrostowego drzew w ramach regionów geograficzno-klimatycznych Polski [Feliksik, Wilczyński 2004b]. Badania te wskazywały również na duże podobieństwo chronologii populacji odległych od siebie o ponad 700 km i rosnących w regionach różniących się pod względem klimatycznym. W celu głębszego zbadania tych zjawisk konieczne było zastosowanie czulszej metody pozwalającej opisać nie tylko samą zmienność rytmu przyrostowego drzew, ale także jego przestrzenne zróżnicowanie.

Celem badań było wyodrębnienie na obszarze Polski obszarów jednorodnych pod względem dendrochronologicznym oraz wskazanie czynników, które miały wpływ z jednej strony na podobieństwo, z drugiej zaś na zróżnicowanie chronologii szerokości słoików dąglezji.

Materiał badawczy i metodyka

Do analiz wykorzystano wielowymiarową analizę głównych składowych, używając programu komputerowego – Statistica 6.0 firmy StatSoft. Zmienne stanowiły lokalne chronologie indeksowane, reprezentujące 50 populacji cząstkowych dąglezji zielonej. Charakterystykę chronologii zamieszczono w pracy Feliksika i Wilczyńskiego [2004a]. Obiektami były natomiast wartości indeksów przyrostowych chronologii z lat 1939-1995.

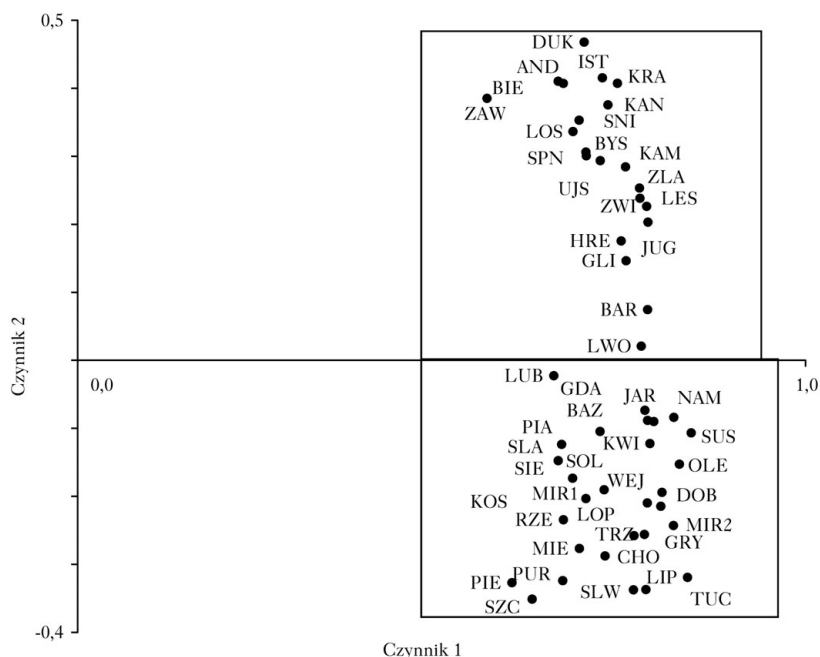
Analizy zmierzały do zbadania związków między indeksowanymi wartościami średnich szerokości słoików drewna poszczególnych populacji dąglezji oraz wyodrębnienie czynników, na podstawie których klasyfikowano oraz grupowano chronologie (stanowiska). Liczbę analizowanych czynników określono na podstawie wartości własnych większych od 2. Wyodrębniono w ten sposób trzy pierwsze czynniki, a następnie podjęto próbę ich identyfikacji. W tym celu wartości wyodrębnionych czynników korelowano oraz określano ich zbieżność [Huber 1943; Eckstein, Bauch 1969] z wartościami różnych elementów klimatycznych. Do analiz tych użyto danych pomiarowych ze stacji meteorologicznej IMiGW we Wrocławiu.

Wyniki badań

Wyniki analizy głównych składowych wskazują, że wyodrębnione trzy pierwsze czynniki wyjaśniają łącznie 66% całkowitej wariancji badanych chronologii. Przy czym pierwszy czynnik o największej wartości własnej 27,2 wyjaśnia około 54%, drugi (3,5) 7%, a trzeci (2,4) 5% całkowitej zmienności chronologii.

Ładunki czynnikowe zmiennych dla trzech pierwszych czynników, interpretujemy jako współczynniki korelacji poszczególnych zmiennych z każdym z tych czynników. Graficzny obraz położenia chronologii względem ładunków kolejnych czynników ułatwia interpretację czynników (ryc. 1, 2, 3). Okazuje się, że pierwszy czynnik jest silnie, dodatnio skorelowany ze wszystkimi chronologiami (ryc. 1, 2). Korelacje dwóch pozostałych czynników ze zmiennymi są słabsze (ryc. 1, 2, 3), ale chronologie grupują się właśnie względem nich. Grupowanie to ma wyraźnie regionalny charakter.

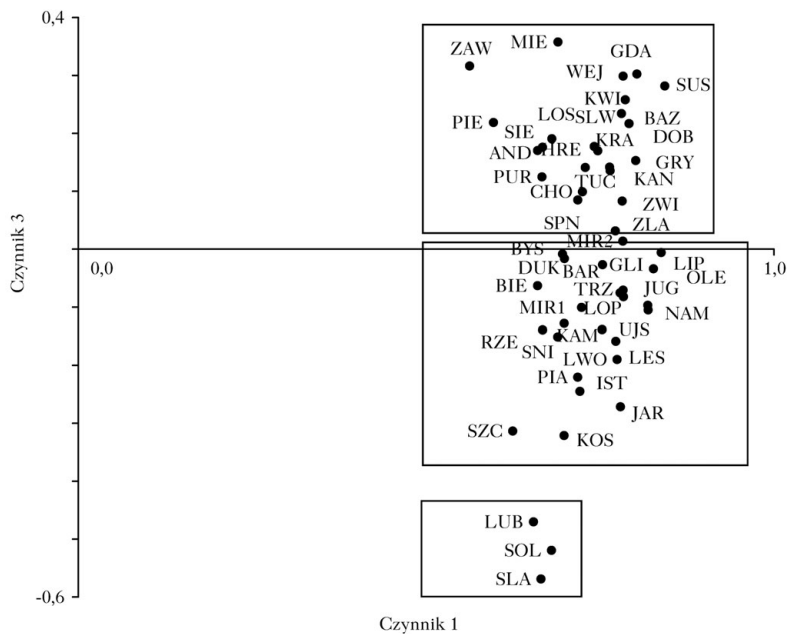
Ładunki czynnikowe drugiego czynnika pozwoliły wyodrębnić dwie grupy chronologii. Pierwszą stanowiły chronologie z terenów nizinnych środkowej oraz północnej części Polski (Pomorze, Warmia, Wielkopolska, Dolny Śląsk) (korelacje dodatnie), natomiast drugą grupę stanowiły chronologie z terenów górskich, pogórza i wyżyn południowej Polski (Sudety, Karpaty, Roztocze i Góry Świętokrzyskie) (korelacje ujemne) (ryc. 1). Trzeci czynnik grupuje chronologie z wybrzeża morza Bałtyckiego, pogórza Karpat, Roztocza i Gór Świętokrzyskich (korelacje dodatnie) oraz pozostałe chronologie (korelacje ujemne). Oddzielną podgrupę tworzą chronologie trzech stanowisk z zachodniej części Niziny Wielkopolskiej i Śląskiej (Sława, Nowa Sól i Lubska) (wysokie korelacje ujemne) (ryc. 2). Opisaną sytuację potwierdza rycina 3, która



Ryc. 1.

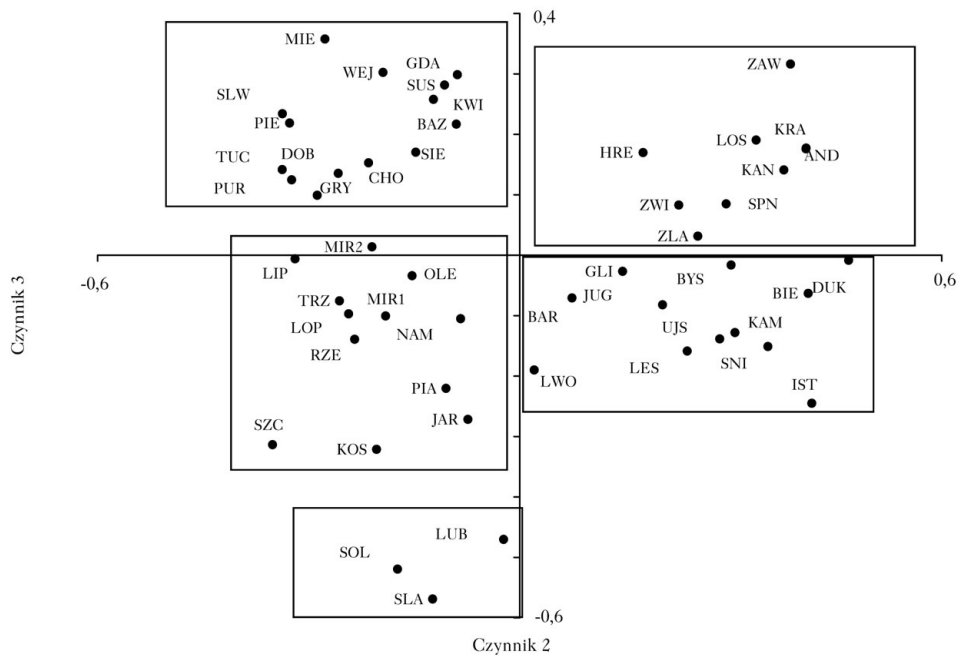
Położenie chronologii względem współrzędnych czynnikowych pierwszego i drugiego czynnika
Location of the chronologies in relation to factorial coordinates of the first and second factor

26 Edward Feliksik, Sławomir Wilczyński



Ryc. 2.

Położenie chronologii względem współrzędnych czynnikowych pierwszego i trzeciego czynnika
Location of the chronologies in relation to factorial coordinates of the first and third factor



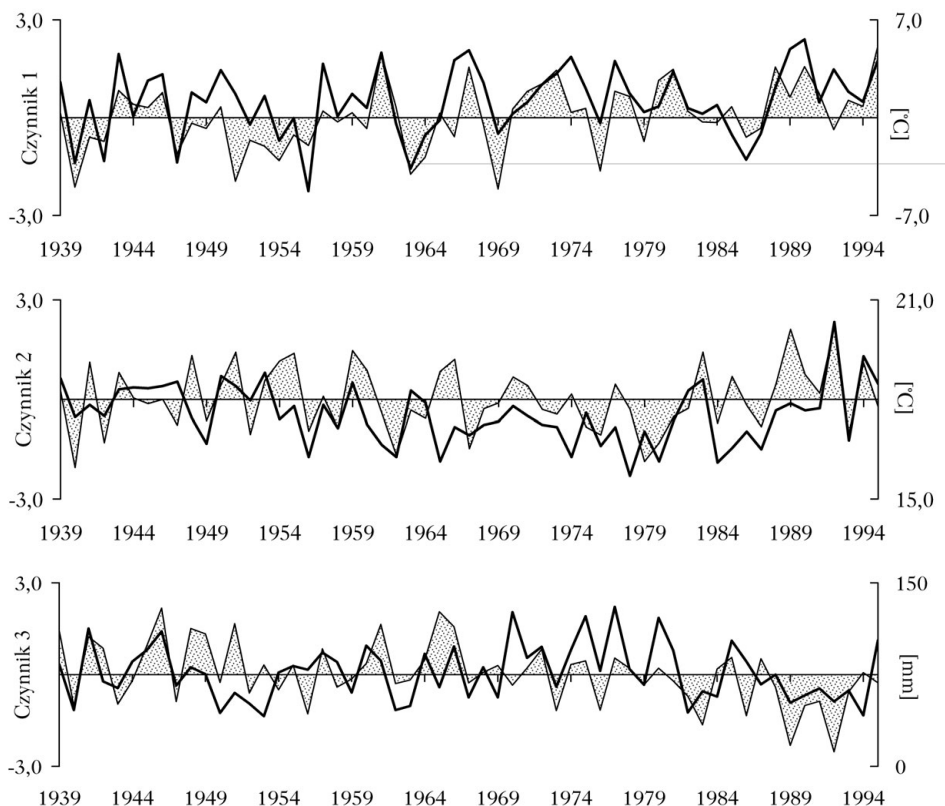
Ryc. 3.

Położenie chronologii względem współrzędnych czynnikowych drugiego i trzeciego czynnika
Location of the chronologies in relation to factorial coordinates of the second and third factor

przedstawia położenie chronologii względem ładunków drugiego i trzeciego czynnika. W tym przypadku dodatkowo wyodrębniają się mniejsze podgrupy chronologii. Jedną stanowią chronologie z Wybrzeża, drugą z Pogórza Karpat i Wyżyn (korelacje dodatnie), trzecią chronologie z Sudetów i Beskidu Żywieckiego, czwartą chronologie ze wschodniej części nizin śródkowopolskich oraz piątą – 3 chronologie z ich zachodniej części (LUB, SOL, SLA) (korelacje ujemne) (ryc. 3).

Chronologie indeksowane, które były przedmiotem analizy, prezentują zmienność szerokości słoików determinowaną głównie przez najbardziej zmienny z roku na rok element środowiska jakim są warunki meteorologiczne [Fritts 1976]. W tym też kierunku skierowano poszukiwania zmierzające do identyfikacji wyodrębnionych czynników.

Okazało się, że wartości czynnika pierwszego najsilniej korelowały ($r=0,671$, $p<0,001$) oraz były najbardziej zbieżne ($GL=84\%$, $p<0,001$) z wartościami średniej temperatury powietrza okresu luty-marzec (ryc. 2). Wartości drugiego czynnika najsilniej korelowały ($r=0,481$, $p<0,001$) oraz były najbardziej zbieżne ($GL=82\%$, $p<0,001$) z wartościami średniej temperatury powietrza okresu czerwiec-sierpień (ryc. 4). Natomiast wartości trzeciego czynnika najsilniej korelowały



Ryc. 4.

Przebieg wartości czynnikowych trzech pierwszych czynników (powierzchnia zaczerwniona) i średniej temperatury okresu luty-marzec (rycina górna), średniej temperatury okresu czerwiec-sierpień (rycina środkowa) oraz sumy opadów okresu czerwiec-sierpień (rycina dolna)

Factorial values for first tree factors (black area) and the mean temperature in the period February-March (top figure), mean temperature in the period July-August (middle figure) and precipitation sum in the period July-August (bottom figure)

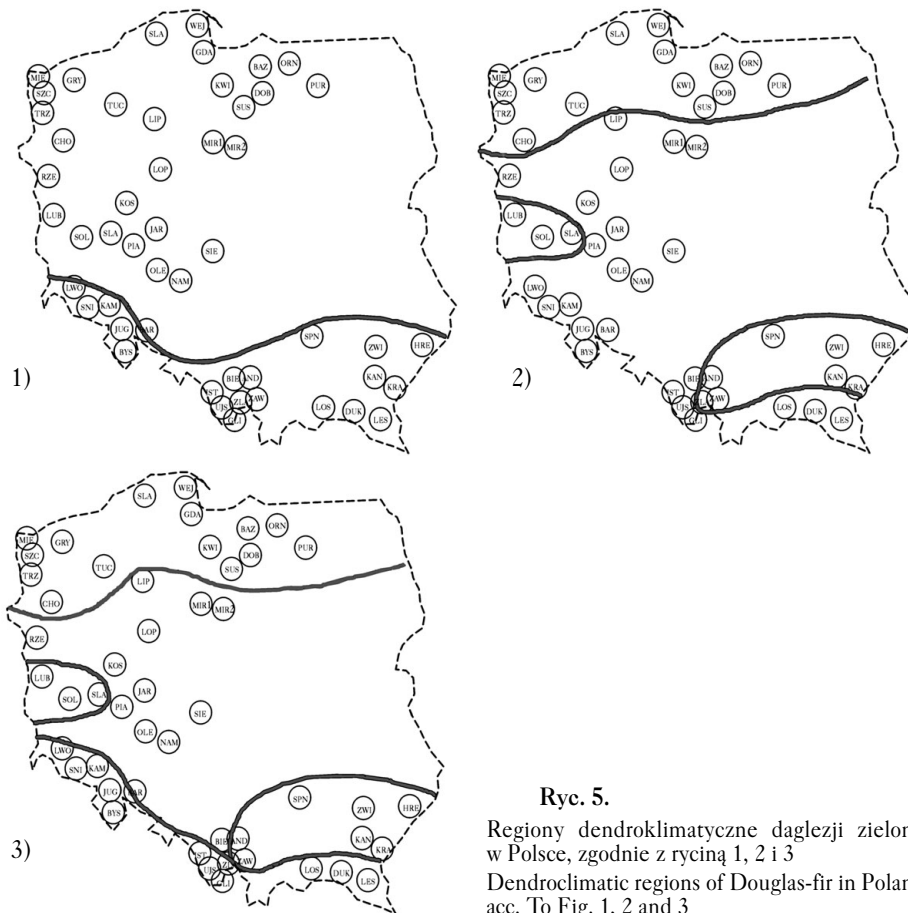
28 Edward Feliksik, Sławomir Wilczyński

($r=0,396$, $p<0,01$) oraz były najbardziej zbieżne ($GL=74\%$, $p<0,001$) z wartościami sum opadów atmosferycznych okresu czerwiec-sierpień (ryc. 4). Biorąc pod uwagę te wyniki można uznać, że pierwszy czynnik opisuje warunki termiczne okresu zimowego, drugi – warunki termiczne okresu lata, natomiast trzeci – warunki pluwialne okresu lata. Zatem zmienność wielkości przyrostów radialnych wszystkich populacji dąglezji była silnie i w podobny sposób kształtowana przez warunki termiczne zim. Natomiast warunki termiczno-pluwialne miesięcy letnich różnicowały rytm przyrostowy drzew. Fakt ten pozwala wyodrębnić na obszarze Polski trzy rozległe obszary jednorodne dendrochronologicznie.

Zważywszy, że produkcja tkanki drzewnej jest wyrazem efektywności procesów metabolicznych modelowanych przez zmienny z roku na rok układ warunków pogodowych, to wyodrębnione obszary można nazwać regionami dendroklimatycznymi. Pierwszy z nich obejmuje tereny górskie, podgórskie i wyżynne południowej Polski. Drugi obejmuje pas nizin środkowopolskich, natomiast trzeci obszar Pomorza, wybrzeża Bałtyku oraz Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego (ryc. 5).

Wnioski

✦ Rytm corocznych zmian wielkości przyrostów radialnych drzew wszystkich badanych populacji dąglezji zielonej kształtują trzy czynniki o charakterze klimatycznym.



Ryc. 5.

Regiony dendroklimatyczne dąglezji zielonej w Polsce, zgodnie z ryciną 1, 2 i 3
Dendroclimatic regions of Douglas-fir in Poland, acc. To Fig. 1, 2 and 3

- ✦ Pierwszym z nich jest temperatura powietrza końca zimy i zarania wiosny. To ona decyduje o rozpoczęciu procesów metabolicznych u drzew. Czynnikiem ten ma rozległy, ponadregionalny charakter. Regulował on silnie, w podobny sposób aktywność kambium i przyrost na grubość drzew dąglezji na całym obszarze badań.
- ✦ Zróżnicowany wpływ warunków termiczno-pluwialnych na procesy fizjologiczne dąglezji w pełni okresu wegetacji pozwala wyróżnić na obszarze Polski trzy regiony dendroklimatyczne.
- ✦ Regiony te mają układ równoleżnikowy. Pierwszy obejmuje obszar: gór, pogórza i wyżyn Polski południowej, drugi: niziny środkowopolskie, trzeci: Pojezierze Pomorskie i Mazurskie, Warmię oraz Wybrzeże Morza Bałtyckiego.

Podziękowania

Badania zostały sfinansowane przez Komitet Badań Naukowych (KBN) w ramach projektu badawczego nr: 6PO6H09620, realizowanego w latach 2001-2004.

Literatura

- Berney J. L. 1972. Studies on the probable origin of some European Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) plantations. M. F. thesis. Univ. of British Columbia, Vancouver.
- Białobok S. 1959. Ausländer Holzarten auf Versuchsflächen in Polen. Arch. F. Forstwesen 10.
- Białobok S., Mejnartowicz L. 1970. Provenance differentiation among Douglas fir seedlings. Arbor. Kórnickie 15: 197-219.
- Biondi F. 2000. Are Climatic-Tree Growth Relationships. Changing in North-Central Idaho, USA. Arctic, Antarctic and Alpine Research 32, 2: 111-116.
- Borowiec S. 1965. Ocena warunków makroklimatycznych i glebowych w Polsce dla hodowli dąglezji (*Pseudotsuga taxifolia* Britton). Sylwan 1: 27-34.
- Chylarecki H. 1976. Badania nad dąglezją w Polsce w różnych warunkach ekologicznych. Arbor. Kórnickie 21: 15-124.
- Eekstein D., Bauch J. 1969. Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. Forstw. Cbl. 88, 4: 230-250.
- Feliksik E., Wilczyński S. 1998a. Dendroclimatological research on the Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) from northeastern Poland. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 344, ser. Leśnictwo 27: 49-57.
- Feliksik E., Wilczyński S. 1998b. Wpływ temperatury powietrza oraz opadów atmosferycznych na przyrost drewna jedlicy zielonej (*Pseudotsuga menziesii* Franco) z Karkonoszy. Sylwan 142, 11: 55-62.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2000. Wpływ warunków klimatycznych na przyrost grubości jedlicy zielonej (*Pseudotsuga menziesii* Franco) z Beskidu Średniego. Probl. Zagosp. Ziem Gór. 46, PAN. 87-96.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2002. The climatological signal in tree-rings of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) from the Sudety Mts. Acta Agr. Silv. Ser. Silv. 40: 14-23.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2003a. Dendroclimatological characterization of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) from the Wielkopolska region. EJPAU 6, 1, ser. Forestry.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2003b. Diversification of increment reactions of the Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) from the mountainous regions of southern Poland. J. For. Sci. 49 (12).
- Feliksik E., Wilczyński S. 2004a. Lokalne wzorce przyrostowe dąglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Polsce. Sylwan 148, 12: 3-13.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2004b. Telekoneksja chronologii przyrostów radialnych dąglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Ogólnopolski oraz regionalne wzorce przyrostowe. Sylwan 148, 12: 14-22.
- Fritts H. 1965. Evidence for climatic changes in Western North America. Monthly Weather Rev. 93, 7: 421-443.
- Fritts H. C. 1976. Tree-Rings and Climate. Acad. Press, London.
- Gessel S. P., Lloyd W. J. 1950. Effect of some physical soil properties on Douglas fir site quality. Jour. Forestry 48.
- Harlow W. M., Harrar E. S., White F. M. 1979. Textbook of dendrology. Covering the Important Forest Trees of the United States and Canada. Ed. 6. McGraw-Hill Book Comp. Pseudotsuga: 140-146.
- Holubčík M. 1968. Cudzokrajné dreviny v lesnom hospodárstvie. S.V.P.L. Bratislava.
- Huber B. 1943. Über die Sicherheit jahringchronologischer Datierung. Holz als Roh- und Werkstoff 36: 263-268.
- Jahn G. 1952. Standortliche Grundlagen für den Anbau der grünen Douglasie. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen. Bd. 11, Frankfurt a/Main.
- Maciejowski K. 1951. Egzoty naszych lasów. PWRiL, Warszawa.
- Schober R. 1963. Erfahrungen mit der Douglasie in Europa. Allg. Forstzeitschrift 18 (30): 473-519.

SUMMARY**Dendroclimatic regions of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Poland**

The aim of the study was to delineate homogeneous dendrochronological areas within the territory of Poland and to point out factors causing similarity and differentiation of tree-ring width chronologies. The employed methodology assumed the use of the multivariate principal components analysis (Fig. 1, 2, 3) applied to indexed chronologies representing 50 partial populations of Douglas fir in Poland. The locations of research plots and characteristic of individual chronologies were included in the previous paper by Feliksik and Wilczyński [2004]. The objects of the investigation were increment indices of chronologies from the 1939-1995 period. The obtained results allowed to conclude that the rhythm of yearly changes in radial increment for trees belonging to all investigated populations of Douglas fir depends mostly on two climatic factors. The first one is a very extensive transregional impact of the air temperature at the end of winter and at the very beginning of spring (Fig. 4). The second one includes a combination of thermal and pluvial conditions of the vegetation period, which differentiates the incremental rhythm in various parts of Poland. The analyzed factors allowed to distinguish three parallel dendrochronological regions of Poland. The first region includes mountains and highlands of southern Poland, the second one the central lowlands, and the third one - the lake region of Warmia and Mazury, Baltic Coastal Plain and Pomerania (Fig. 5).