

EDWARD FELIKSIK

Wpływ warunków klimatycznych na wielkość przyrostów radialnych modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) występującego w Karpatach

Effect of Climatic Conditions on the Radial Increment of European
Larch (*Larix decidua* Mill.) in Carpathians

Wstęp

Wzmózone zainteresowanie modrzewiem w gospodarce leśnej miało miejsce w przeszłości kilkakrotnie (1, 21). Ostatnio coraz częściej gatunek ten wprowadzany jest do naszych lasów w związku ze znacznie większą jego wytrzymałością na oddziaływanie zanieczyszczeń przemysłowych aniżeli wielu innych gatunków drzew lasotwórczych (2, 4, 9, 11). Dotychczasowe zainteresowanie modrzewiem zaowocowało dość licznymi badaniami naukowymi i obserwacjami hodowlanymi, których efektem są między innymi obszerne opracowania, o charakterze monograficznym (2, 12, 16, 17). Pomimo tego wiedza o ekologii modrzewi, a zwłaszcza modrzewia europejskiego, jest jeszcze niepełna i wymaga dalszych badań nad jego zachowaniem się w naturalnym środowisku leśnym (13).

Niniejsza praca ma na celu poznanie klimatycznych uwarunkowań wielkości rocznych przyrostów grubości na przykładzie kilku populacji modrzewia europejskiego, występującego w Polskich Karpatach Zachodnich.

Metodyka

Materiał badawczy

W 1989 r. na 4 wybranych powierzchniach pobrano świdrem przyrostowym wywierty z ponad 100-letnich modrzewi. Powierzchnie te były zlokalizowane na terenie Beskidu Śląskiego oraz Wysokiego i w Bieszczadach:

- "Bukowiec", w Nadleśnictwie Wisła, Leśnictwo Bukowiec, oddział 146
- "Czantoria". Nadleśnictwo Ustroń, Leśnictwo Czantoria, oddział 66,
- "Siwcówka", Nadleśnictwo Sucha Beskidzka, Leśnictwo Stryszawa oddział 169,
- "Kołonice", Nadleśnictwo Baligród, Leśnictwo Kołonice, oddział 151.

Wytypowane powierzchnie reprezentowały siedliska lasu górskiego, z glebą brunatną, kwaśną, o składzie granulometrycznym gliny średniej, silnie szkieletowej, średnio głębokiej, świeżej. (Jedynie na powierzchni "Kołonice" występowała glina średnia miejscami ciężka, średnio szkieletowa). Drzewostany na wytypowanych powierzchniach tworzyły: świerk, jodła, buk, modrzew i sosna w wieku 110–120 lat, rosnące w zmieszaniu grupowym i jednostkowym, w zwarcu umiarkowanym, miejscami przerywanym. Bonitacja modrzewia – I i II. Drzewa rosły na stromych, miejscami spadzistych stokach górskich o ekspozycji: NW, N, NE, w przedziale wysokości 600–750 m npm. (Na powierzchni "Kołonice" w Bieszczadach stok był pochyły).

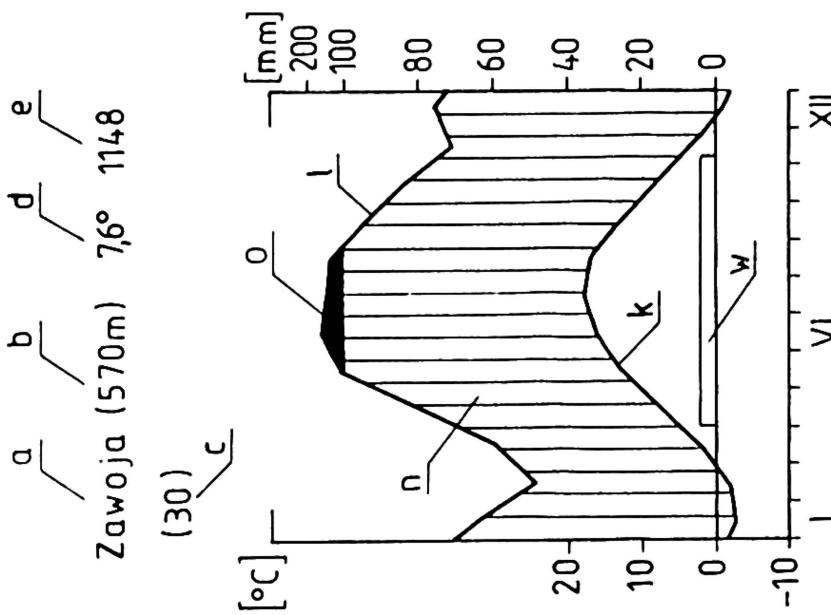
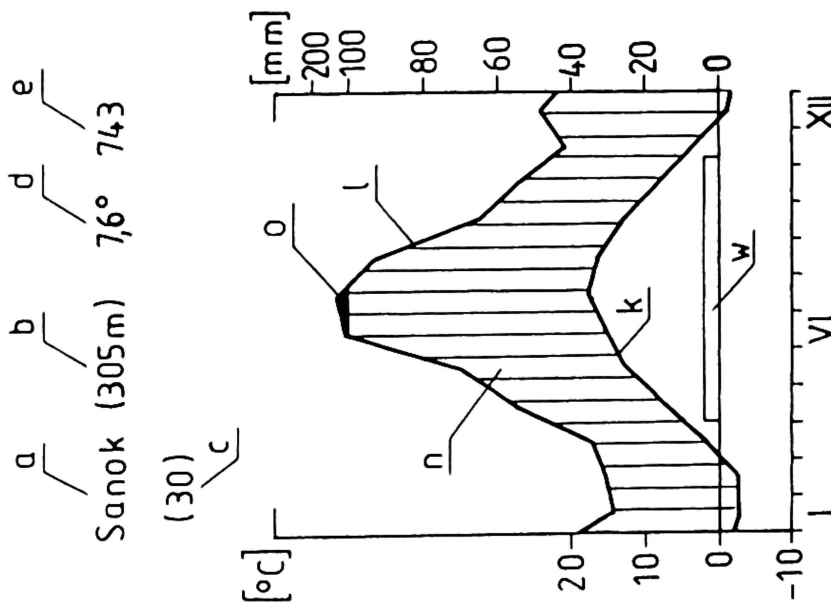
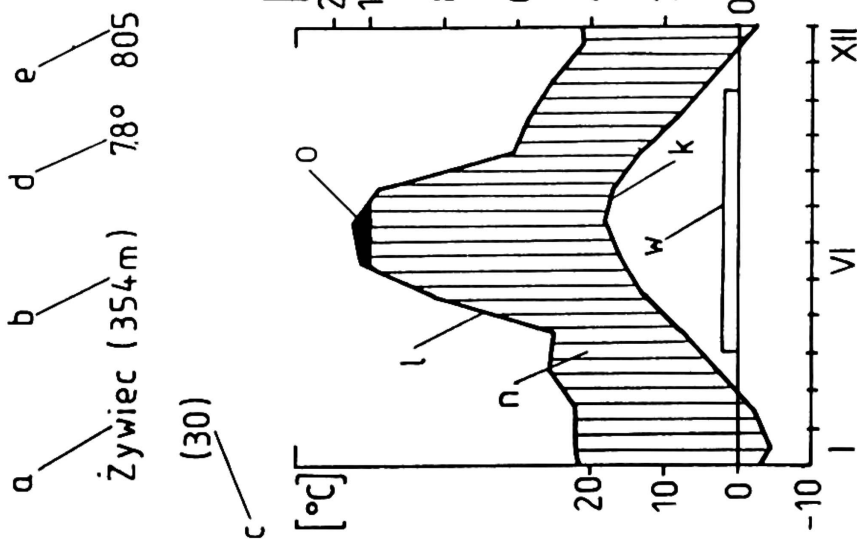
Klimat regionów, w których znajdowały się powierzchnie badawcze charakteryzują diagramy klimatyczne. (Ryc.).

Na wytypowanych powierzchniach pozyskano materiał do badań nawiercając świdrem po 25 modrzewi z dwu przeciwległych stron pnia. Wybierano drzewa zdrowe, panujące lub współpanujące.

Metodyka analizy dendroklimatologicznej

Wywierty posłużyły do pomiaru szerokości przyrostów rocznych badanych drzew (z dokładnością do 0,01 mm). W celu usunięcia z pomierzonego materiału błędów oraz wykrycia ewentualnych anomalii przyrostowych jak: słoje pozorne lub częściowe, ciągi wartości szerokości słoików przyrostowych poddano weryfikacji metodą Hubera (7). Tą drogą, z każdego pojedynczego wywiertu uzyskano dendroskalę, którą porównywano z innymi w celu zsynchronizowania kolejnych słoików przyrostu kambialnego pod względem czasu ich powstania u badanych drzew. Przygotowane w ten sposób dendroskale poddano tzw. standaryzacji w celu ujednoczenia materiału badawczego (5). W dalszej kolejności, dla poszczególnych powierzchni opracowano średnie dendroskale reprezentujące ciągi przeciętnych wielkości przyrostów rocznych badanych populacji modrzewi w latach 1881–1988.

Przygotowany do analiz materiał meteorologiczny obejmował dane charakteryzujące coroczną zmienność temperatury powietrza i opadów atmosferycznych oraz zmienność średnich temperatur i sum opadów w różnych okresach ciepłej i chłodnej części roku. Mając na uwadze że średnie wartości temperatury powietrza, na rozległych obszarach cechują się niemal jednakowymi wahaniami w tym samym czasie (20), dane zaczerpnięto ze stacji meteorologicznej w Krakowie, która dysponuje najdłuższym kompletnym ciągiem obserwacji na obszarze Polski Południowej. Opady atmosferyczne charakteryzują się stosunkowo dużą zmiennością przestrzenną (22), dlatego dane pluwiometryczne starano się uzyskać z posterunków IMGW położonych możliwie blisko powierzchni badawczych. Obserwacje opadowe są jednak w wielu przypadkach niekompletne. Uzyskanie odpowiednio długich ciągów obrazujących coroczną zmienność warunków pluwialnych wymagało specjalnego przygotowania*.



RYC. Diagramy charakteryzujące klimat okolic, gdzie znajdowały się powierzchnie badawcze;

- a – nazwa stacji klimatologicznej
- b – wysokość npm
- c – liczba lat obserwacji
- d – średnia roczna temperatura powietrza
- e – roczna suma opadów atmosferycznych
- k – krzywa średnich miesięcznych temperatur
- l – krzywa średnich miesięcznych sum opadów
- n – względnie wilgotne pory roku
- w – okres wegetacyjny
- o – średnie miesięczne opady 100 mm

Analizę zależności zachodzących pomiędzy wielkością przyrostów kambialnych badanych populacji modrzewia a zmiennością warunków termicznych i pluwialnych w kolejnych latach przeprowadzono na podstawie metody korelacji prostoliniowej indeksów przyrostów grubości poszczególnych populacji modrzewi z danymi klimatologicznymi.

Wyniki analiz dendroklimatologicznych

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że modrzewie rosnące na czterech, znacznie oddalonych od siebie stanowiskach górskich wykazały wyraźną i wysoce istotną zależność szerokości słoju rocznych od warunków pluwialnych panujących w roku bieżącym i w roku poprzedzającym powstawanie przyrostu (tab.).

TABELA

Wyniki korelacji wielkości przyrostów radialnych modrzewi z sumami opadów atmosferycznych

Stanowisko	Wartości współczynników korelacji przyrostów drzew z sumami opadów atmosferycznych dla okresów:				
	rok poprzedni		zima X-IV	rok bieżący II-X	IV-VIII
	I-XII	III-V			
Bukowiec	0,30	0,34	0,40	0,48	0,30
Czantoria	0,35	0,35	-	0,52	0,49
Siwcówka	-	0,33	0,34	0,39	0,38
Kołonice	-	0,33	0,38	0,43	0,38

Wartości krytyczne współczynnika korelacji r przy poziomach istotności $\alpha 0.05 = 0,19$ i $\alpha 0.01 = 0,23$, $V \geq 100$

Suma opadów z całego roku poprzedzającego formowanie słoja miała istotne znaczenie dla modrzewi rosnących w Beskidzie Śląskim, (Bukowiec, Czantoria) na stanowiskach o stosunkowo słabej retencyjności gleby, jak się wydaje, spowodowanej silną jej szkieletowością oraz możliwością łatwego spływu wód opadowych po stromych stokach.

U wszystkich badanych populacji modrzewi występował istotny związek szerokości przyrostów kambialnych z wielkością opadów atmosferycznych z wiosny minionego roku. Można przypuszczać, że zależność ta związana jest z okresem tworzenia nowych pąków. Początek tego procesu przypada u modrzewia europejskiego właśnie na wiosnę poprzedniego roku (6, 8). Dostępność wody w tym czasie, wpływać może na jakość formowanych zawiązków, które w przyszłym roku będą w znacznym stopniu decydować o produkcji auksyn stymulujących aktywność miazgi oraz o jakości aparatu asymilacyjnego.

(ze strony 62) * Odpowiednie ciągi sum opadów opracowano na podstawie danych ze stacji i posterunków IMGW: Przemyśl, Rzeszów, Jarosław, Sanok, Baligród, Iwonicz Szczawno, Pilzno, Lipa, Grybów, Krynica, Szczawnica, Bochnia, Żywiec, Żabnica, Cieszyn, Szczyrk, Rabka, Babia Góra, Poronin, Zakopane, Kraków. Przy opracowaniach posługiwano się metodą stałości stosunków, metodą korelacji oraz metodą graficzną polegającą na porównywaniu krzywych obrazujących coroczną zmienność sum opadów z kilku stacji.

Zawarte w tabeli wyniki analiz wskazują, że bardzo istotne znaczenie dla produkcji drewna przez badane populacje modrzewi miały również opady z półrocza zimowego (X–IV), poprzedzającego przyrost oraz warunki pluwialne panujące podczas okresu wegetacyjnego (IV–VIII). Najwyższe wartości współczynników uzyskano dla korelacji wielkości słoju drewna z sumami opadów z okresu od stycznia do października – roku, w którym powstał przyrost.

Badając związki pomiędzy wielkością słoju drewna a opadami atmosferycznymi wykreślono krzywe przyrostowe reprezentujące średnie wartości przyrostów poszczególnych populacji modrzewi i porównano je z krzywymi obrazującymi zmienność rocznych sum opadów oraz sum z okresów od kwietnia do sierpnia. W wyniku porównań stwierdzono, że szczególnie wąskie słoje powstawały z reguły w roku z małymi opadami jak w 1904, 1912, 1917, 1921, 1932, 1942, 1954, 1964, 1973, 1984 albo w roku następnym, jak np.: 1887, 1895, 1950, 1970, 1980, 1987. Fakt ten wydaje się potwierdzać omawiane wcześniej wyniki analiz statystycznych.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono statystycznie istotnych zależności pomiędzy wielkością przyrostów radialnych modrzewi a warunkami termicznymi jakie kształtowały się w poszczególnych latach lub porach roku.

Uzyskane wyniki w znacznym stopniu potwierdzają opisywane w literaturze wymagania modrzewia europejskiego w stosunku do warunków klimatycznych. Duże potrzeby wodne modrzewia europejskiego podkreślali Rubner (15) i Tranquillini (19). W badaniach fizjologicznych stwierdzono u tego gatunku wysoki współczynnik transpiracji związany z produkcją biomasy (14, 23). Kocięcki (10) wykazał wysoką korelację wzrostu elengacyjnego modrzewia z sumą opadów w miesiącach okresu wegetacyjnego. Serre (18) wykrył wyraźne uzależnienie przyrostów grubości modrzewi z Alp Francuskich od wielkości opadów w ciągu zimy i wiosny poprzedzających przyrost.

Modrzew europejski uważany jest za bardzo tolerancyjny pod względem wymagań termicznych. Znosi bez szkód zarówno surowe, mroźne zimy jak i wysokie temperatury latem (10, 12, 17). Warunki termiczne oddziałują w istotny sposób na jego procesy metaboliczne (15), jednakże w wahaniach wielkości słoju badanych drzew nie znalazło to odzwierciedlenia. Wpływ klimatu termicznego na wielkość przyrostów kambialnych modrzewia może być istotny w warunkach wysokogórskich, gdzie temperatura bywa czynnikiem ograniczającym wzrost i rozwój roślin. Stwierdził to np. Ermich (3), który znalazł dodatnią korelację przyrostu grubości modrzewia z Tatr ze średnią temperaturą maja oraz Serree (18), który ustalił, że przyrost grubości modrzewia z Alp Francuskich był wyraźnie uzależniony od temperatury i opadów jesieni, zimy oraz wiosny poprzedzających okres aktywności miazgi.

Wnioski

- W wyniku poszukiwania związków pomiędzy wahaniami szerokości słoju przyrostów rocznych kilku populacji modrzewia europejskiego a coroczną zmiennością warunków termicznych i pluwialnych stwierdzono wysoce istotne, dodatnie korelacje pomiędzy wielkością słoju tych drzew a sumami opadów

atmosferycznych z okresu (I–X) – roku, w którym słoń powstawał. Wyraźny wpływ na przyrost miała również wielkość opadów podczas zimy (X–IV) poprzedzającej okres wegetacyjny.

- Istotne znaczenie dla szerokości tworzonej warstwy drewna miały ponadto opady z okresu wiosny (III–V) roku poprzedniego.
- W przypadku dwóch populacji modrzewi pochodzących z Beskidu Śląskiego, stwierdzono istotny związek przyrostu grubości z sumami opadów roku poprzedniego (I–XII). Jak się wydaje, fakt ten może być związany z małą zdolnością zatrzymywania wód opadowych przez silnie szkieletową glebę jaka występowała na tych powierzchniach.
- Statystycznie istotnych związków pomiędzy rozmiarami przyrostów badanych modrzewi a warunkami termicznymi nie stwierdzono.

*Z Katedry Ekologii Lasu
Akademii Rolniczej w Krakowie*

Literatura

1. **Bałut S.**: Udział modrzewia w lasach polskich w XVIII i XIX wieku. Sylwan 1976 R. 111 nr 1.
2. **Białobok S. i in.**: Modrzewie. PWN, Warszawa–Poznań 1986.
3. **Ermich K.**: Zależność przyrostu drzew w Tatrach od wahań klimatycznych. Acta Soc. Bot. Pol. 1955 R. 24 nr 2.
4. **Feliksik E.**: Badania wrażliwości ważniejszych gatunków drzew leśnych na zanieczyszczenia przemysłowe. Zesz. Nauk. AR Kraków 1991 Nr 254 Leśn. z. 20.
5. **Fritts H.C.**: Tree Rings and Climate. Acad. Press. London. N. York S. Francisco 1976.
6. **Hejnowicz A.**: Anatomia i kariologia w: "Modrzewie". Warszawa–Poznań: PWN 1986.
7. **Huber B.**: Beitrãge zur Methodik der Jahrringchronologie. Holzforschung. Berlin 1952 h.2.
8. **Kaniewski K., Ważyńska Z., Kucewicz O.**: Badania nad budową anatomiczną i rozwojem łusek pączkowych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) i modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.). Rocz. Dendr. PTB 1972 nr 26.
9. **Karolewski P., Białobok S.**: Wpływ dwutleniu siarki, ozonu, mieszaniny tych gazów i fluorowodoru na uszkodzenia igieł modrzewia europejskiego. Arboretum Kórnickie 1979 nr 24.
10. **Kocięcki S.**: Modrzew polski na powierzchni porównawczej IBL w Lasach Doświadczalnych SGGW w Rogowie. Sylwan 1972 R. 116 nr 5.
11. **Latocha E., Widera S.**: Pochłanianie siarki przez kilka gatunków drzew w rejonie przemysłowym w zależności od warunków wzrostowych. Sylwan 1983 R. 127 nr 2.

12. **Maciejowski K.:** Modrzew. Warszawa: PWRiL 1952.
13. **Olaczak R.:** Zarys ekologii i fitocenologii w: "Modrzewie". Warszawa-Poznań: PWN 1986.
14. **Polster H.:** Gesichertes und Ungesichertes über den Wasserhaushalt des Waldes. Forst und Jagd. 1954 nr 2.
15. **Rubner K.:** Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Neuman Vrlg, Radebeul – Berlin, 1960.
16. **Rubtov S.:** Laricele – ecologia si cultura. Edit. Bucuresti Agro-Silvatica 1965.
17. **Schober R.:** Phänologie und Hohenwachstum der Lärche im Jahresablauf in ihrer Abhängigkeit von Provenienz und Witterung. Allegem. Forst-u. Jagdzeit. 1967 nr 4.
18. **Serre F.:** The dendroclimatological value of the European larch (*Larix decidua* Mill.) in the French Maritime Alps. Tree- Ring Bull. 1978 nr 38.
19. **Tranquillini W., Schutz W.:** Über die Rindenatmung einiger Bäume an der Waldgrenze. Zentralbl. Gesamte Forstwes. 1970 nr 87.
20. **Trepińska J.:** Wieloletni przebieg ciśnienia i temperatury powietrza w Krakowie na tle ich zmienności w Europie. UJ, Rozp. Hab. Kraków 1988 Nr 140.
21. **Tyszkiewicz S.:** Z badań nad polskim modrzewiem. Sylwan 1972 R. 116 nr 5.
22. **Wiszniewski W., Chelchowski W.:** Charakterystyka klimatu i regionalizacja klimatologiczna Polski. Warszawa: Wyd. Kom. i Łącz. 1975.
23. **Zajączkowska J.:** Wymiana gazowa i gospodarka wodna. Jodła pospolita. Warszawa – Poznań: PWN 1983.

Summary

- The search for the connections between the variability of the annual ring width in several populations of European larch and the variability of the annual thermic and pluvial conditions revealed a highly significant, positive correlation between the ring width of this tree species and the total atmospheric precipitation for the period from January to October of the year in which the increment took place.
- Also the precipitation in the spring (March – May) of the previous year, as well as in the winter (Oct.-Apr.) directly preceding the period of cambial activity had a significant effect on the width of wood layer formed.
- In case of two larch populations of the Beskid Śląski there was a significant effect of the total annual precipitation of the previous year (Jan.-Dec.) on the increment. It seems, that this fact may be connected with low water-holding capacity of strongly skeletal soil of the study plots.
- There were no statistically significant connections between the increment of the larch trees studied and the thermic conditions.