

ANNA CEDRO, MAŁGORZATA NOWAKOWSKA, GRZEGORZ NOWAK

Wpływ warunków klimatycznych na przyrosty roczne jarzębów szwedzkich *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. rosnących na stanowiskach miejskich

Influence of climate conditions on tree-ring width of the Swedish whitebeam *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. growing at the urban sites

ABSTRACT

Cedro A., Nowakowska M., Nowak G. 2020. Wpływ warunków klimatycznych na przyrosty roczne jarzębów szwedzkich *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. rosnących na stanowiskach miejskich. Sylwan 164 (2): 102-109. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2019013>.

The aim of the research was to determine the impact of climatic conditions on the tree-ring width of Swedish whitebeam *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. growing in the urban conditions in Szczecin (NW Poland). The samples were taken from 26 trees growing along Rodziewiczówny, Ejsmonda and Santocka streets (left bank of the Odra river). On the basis of the tree-ring width measurements and cross-dating, two local chronologies (JS1 – Rodziewiczówny and Ejsmonda streets, and JS2 – Santocka street) were developed. Later on we indexed them (double detrending, least squares method and spline function) and subjected to the analysis of correlation and response functions. Growth-climate dependencies in both Swedish whitebeam communities are different. For the JS1 chronology the highest value of the multiple regression coefficient was obtained for air temperature, while for JS2 chronology for insolation and precipitation. For both sequences dependency on climate is similar in August and December of the previous year of vegetation and in January, February, April, June and July of the current year. The observed differences are the result of the impact of various factors related to human activity: traffic volume, soil pollution (mainly heavy metals and salt), damage to roots, trunks and crowns.

KEY WORDS

dendroclimatology, urban conditions, Szczecin

ADDRESSES

Anna Cedro ⁽¹⁾ – e-mail: anna.cedro@usz.edu.pl
 Małgorzata Nowakowska ⁽²⁾ – e-mail: green.mn@wp.pl
 Grzegorz Nowak ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instytut Nauk o Morzu i Środowisku, Uniwersytet Szczeciński; ul. Mickiewicza 16, 70-383 Szczecin

⁽²⁾ Katedra Architektury Krajobrazu, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie; ul. Papieża Pawła VI 3a, 71-434 Szczecin

Wstęp

Szczecin należy do miast o korzystnym i stosunkowo trwałym układzie przestrzennym. Wprawdzie jego historia sięga średniowiecza, jednak przez wieki zajmował niewielki obszar. Zasadnicze zmiany nastąpiły od końca XIX wieku, po zburzeniu murów i fortyfikacji, gdy miasto uzyskało możliwość rozbudowy. Łagodne warunki klimatyczne umożliwiły wprowadzenie nasadzeń szeregu

obcych gatunków, w tym nieznoszących ostrzejszych warunków panujących w innych regionach Polski [Stachak i in. 2000].

Naturalny zasięg występowania jarzębu szwedzkiego *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. ograniczony jest do basenu Morza Bałtyckiego [Clapham i in. 1962; Browicz, Gostyńska 1963; Meusel i in. 1965; Krüssmann 1978; Brodowicz, Brodowicz 1979; Mitchell 1979]. W Polsce gatunek ten występuje wzdłuż wybrzeża Bałtyku, gdzie przebiega południowa i południowo-zachodnia granica jego zasięgu [Szafer, Zarzycki 1977]. Stanowiska rozlokowane są pomiędzy Kołobrzegiem a Gdańskiem. Według Gostyńskiej-Jakuszczyńskiej [1993] obecnie w Polsce jest 9 stanowisk naturalnego występowania jarzębu szwedzkiego. Jest to drzewo osiągające wysokość do 20 m. Tworzy nisko osadzoną, szeroką i regularną koronę z wyprostowanymi gałęziami. Liście osiągają 11 cm długości, są szerokoeliptyczne, podłużnie jajowate, z krótkimi, zaostrzonymi, nierównomiernie ząbkowanymi kłapkami. Kwitnienie jarzębu szwedzkiego przypada na maj [Rehder 1927; Bean 1951; Chittenden 1956; Hegi 1956; Krüssmann 1978; Brodowicz, Brodowicz 1979]. Jabłkowate, owalne owoce osiągają średnicę 1,2-1,5 cm i mają barwę pomarańczowoczerwoną [Rehder 1927; Brodowicz, Brodowicz 1979].

Małe wymagania glebowe i duża tolerancja w stosunku do warunków środowiska sprawiają, że jarząb szwedzki jest często sadzony w miastach. Jest to doskonale drzewo przyuliczne i do uprawy w pojemnikach, ponadto nadaje się do sadzenia wzdłuż ulic o największym nasileniu ruchu samochodowego oraz na parkingach [Czekalski 1995, 1997].

Zdaniem Browicza [1958] najwyższym i zarazem najgrubszym w Polsce okazem występującym na naturalnym stanowisku jest drzewo rosnące w okolicach wsi Salino – o wysokości 18-19 m i obwodzie pnia 405 cm. Pacyniak [1992b] podaje, że okaz ten w 1984 roku osiągnął wiek 203 lat. Do starszych jarzębów szwedzkich należą między innymi rosnące w parku im. Fryderyka Chopina w Gliwicach dwa drzewa o obwodach 234 i 231 cm i wysokości 20 m, które osiągnęły wiek 117 lat, z kolei 105-letnie drzewa o obwodach 254 cm i wysokości 18,5 m rosną w parku Skaryszewskim w Warszawie [Pacyniak 1992a, b]. Stare okazy jarzębu szwedzkiego o obwodach pni 286 cm i 255 cm rosną w Szczecinie przy ul. Ejsmonda i ul. Rodziewiczówny [Stachak 1988; Nowakowska 2000].

Badania drzew rosnących w warunkach miejskich dotyczą przede wszystkim czynników ograniczających ich prawidłowy wzrost, a niewystępujących w warunkach leśnych, m.in.: presji urbanizacyjnej, izolacji drzew, fragmentacji siedlisk, obniżenia poziomu wód gruntowych, uszkodzeń mechanicznych oraz wpływu zanieczyszczeń powietrza, wód gruntowych i gleby [Wycichowska 2007; Gołąbek, Sławiński 2010]. Coraz częściej analizy dotyczą wpływu gatunków inwazyjnych na osłabione urbanizacją drzewa [Gilbert i in. 2005; Takos i in. 2008; Cedro, Nowak 2018]. Niektóre prace wykorzystują szerokość przyrostów rocznych drzew jako miarę kondycji i stanu zdrowotnego drzewa oraz określania czynników wpływających na nie w poszczególnych latach życia [Cedro, Nowak 2013; Duszyński 2014; Rutkiewicz i in. 2016; Moser i in. 2017; Cedro, Cedro 2018a, b]. Metoda dendrochronologiczna w zestawieniu z danymi meteorologicznymi oraz dotyczącymi zanieczyszczenia powietrza, remontów dróg i innymi danymi pozwala na określenie czynników wpływających na stan drzew w okresie złożonej chronologii.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu warunków klimatycznych (temperatury powietrza, opadów atmosferycznych i usłonecznienia) na szerokość przyrostów rocznych jarzębów szwedzkich rosnących w warunkach miejskich Szczecina. Do badań wybrano drzewa rosnące w dwóch alejach przyulicznych, charakteryzujących się odmiennymi warunkami.

Materiał i metody

Wywierty wykonano świdrami Presslera na wysokości pierśnicy w trakcie sezonu wegetacyjnego 2013 roku (dłatego ostatni w pełni wykształcony przyrost wchodzący w skład chronologii lokal-

nych datowany jest na rok 2012). Miejsca poboru prób zabezpieczono Lac-Balsamem – środkiem grzybo- i bakteriobójczym. Na ulicy Ejsmonda pobrano wywierty z 3 drzew, na ulicy Rodziewiczówny z 11 drzew, a na ulicy Santockiej z 12 drzew (w sumie z 26 drzew). Próby po przewiezieniu do laboratorium zostały wklejone w drewniane podstawki, a po wyschnięciu ścięto ich powierzchnię w celu uzyskania czytelnego obrazu granic przyrostów. Pomiar szerokości przyrostów rocznych wykonywany był pod filtrem wodnym na binokularze z płynnym zoomem połączonym z przyrostomierzem o dokładności pomiarowej 0,01 mm w programie DendroMeter [Mindur 2000]. W trakcie pomiaru napotymano na trudności w identyfikacji granic przyrostów rocznych (drewno o budowie rozpięchłonaczyniowej i jasnej barwie). W celu podkreślenia granic przyrostów rocznych stosowano oprócz filtra wodnego wcieraną w powierzchnię próby kredę lub barwnik (floroglucynę). Sprawdzenia poprawności pomiarów i złożenia chronologii dokonano, wykorzystując programy Tree Rings [Krawczyk 1995], DendroGraph [Walanus 2001] i Cofecha [Holmes 1983; Grissino-Mayer 2001]. W programie Arstan [Holmes 1994] chronologie rzeczywiste poddano indeksacji (metodą regresji liniowej), eliminując trendy długookresowe i autokorelację, a podkreślając zmiany roczne. Obliczono także wskaźnik EPS [Wigley i in. 1984]. Do analizy korelacji i funkcji odpowiedzi wykorzystano chronologię rezydualną oraz dane klimatyczne ze stacji IMGW zlokalizowanej w Szczecinie: temperaturę powietrza i opady atmosferyczne dla okresu 54 lat (1954-2012) oraz usłonecznienie dla 48 lat (1965-2012). Analizy prowadzono w programie Respo z pakietu DPL [Holmes 1994], oddzielnie dla każdego elementu meteorologicznego, uzyskując każdorazowo współczynnik determinacji regresji wielokrotnej (r^2) określający siłę wpływu danego elementu na zmienność szerokości słoju. Stacja IMGW w Szczecinie zlokalizowana jest w niewielkiej odległości od badanych drzew (około 8 km na SSE od ulic Ejsmonda i Rodziewiczówny i niecałe 9 km na SE od ulicy Santockiej).

Obszar badań

Ulice, na których rosną badane drzewa, zlokalizowane są w lewobrzeżnej części Szczecina. Ulice Marii Rodziewiczówny oraz Juliana Ejsmonda charakteryzują się ścisłą zabudową mieszkaniową i służą głównie komunikacji wewnątrzsiedlowej. Jezdnia zbudowana jest z kostki granitowej, a chodnik z płyt betonowych. Zabudowa kamienic odsunięta jest od krawędzi chodnika kilka do kilkunastu metrów, a przestrzeń ta zagospodarowana jest głównie jako trawnik. Rośnie tu 14 drzew jarzębu szwedzkiego osiagających wysokość od 8 do 15 m, przy średnicy koron od 7 do 13 m, z pniami o obwodach od 184 do 317 cm. Drzewa tu rosnące wytworzyły rozłożyste, regularne, nisko osadzone korony, typowe dla gatunku. W koronach widoczne są ślady wykonywanych zabiegów pielęgnacyjnych. Drzewa są w dobrej kondycji zdrowotnej, corocznie obficie kwitną i zawiązują owoce.

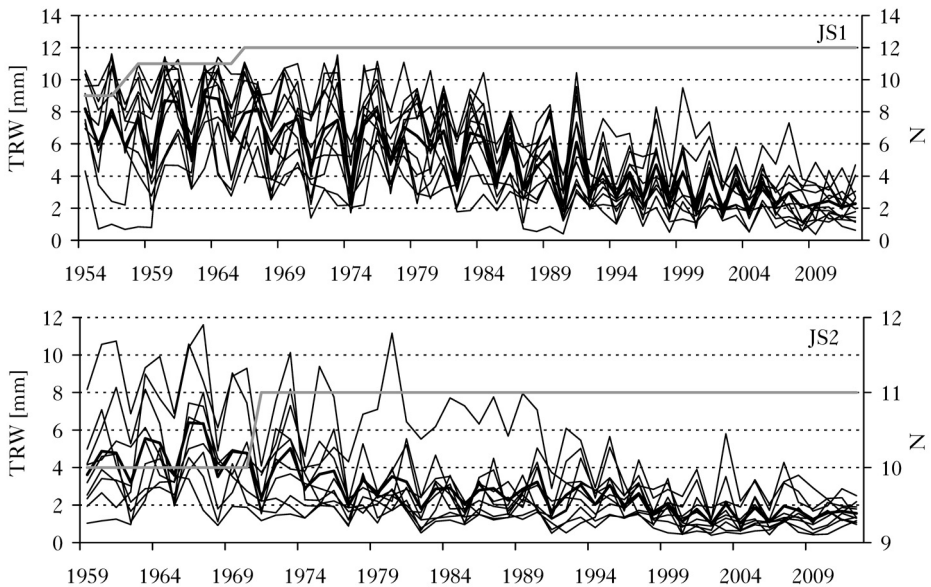
Ulica Santocka jest ważną arterią komunikacyjną miasta o bardzo dużym nasileniu ruchu samochodowego, w tym autobusów komunikacji miejskiej. Należy do ulic o pierwszej kolejności likwidacji gołoledzi. W najbliższym sąsiedztwie znajdują się Cmentarz Centralny i ogródki działkowe oraz liczne sklepy i hurtownie, w tym materiałów budowlanych i wyposażenia, co wpływa na zwiększenie ruchu pojazdów ciężarowych. Jezdnia jest asfaltowa, a chodnik z płyt betonowych. Drzewa rosną w pasie, który w założeniu początkowym miał być trawnikiem, jednak obecnie jest to miejsce zdewastowane, na którym parkują samochody oraz ustawione są kubły na śmieci. Rośnie tu 12 drzew jarzębu szwedzkiego osiagających wysokość od 9 do 12 m, przy średnicy koron od 4 do 9 m, z pniami o obwodach od 115 do 240 cm. Korony drzew są zniekształcone, asymetryczne, co spowodowane jest układem komunikacyjnym i intensywnością jego użytkowania. U niektórych drzew korony są zachowane w stanie szczytkowym. Widoczne

są ślady po licznych cięciach, także grubych konarów. Na pniach wielu drzew zauważyć można ubytki wgłębne, owocniki grzybów, a także odpadające płyty korowiny i uszkodzenia mechaniczne. Drzewa są w słabej kondycji zdrowotnej, kilka z nich jest w fazie zamierania.

Wyniki

Drzewa tworzące aleje na ulicach Rodziewiczówny i Santockiej oraz rosnące przy ulicy Ejsmonda posadzone zostały najprawdopodobniej w trzeciej dekadzie XX wieku. Największą liczbę słoików otrzymano dla prób z ulicy Santockiej (86, 84 i 82 przyrosty) oraz dla jarzębu z ulicy Rodziewiczówny (82 przyrosty). Zidentyfikowana liczba słoików w poszczególnych drzewach wskazuje na nieco starszy wiek drzew na ulicy Santockiej w porównaniu do pozostałych drzew, pomimo ich znacząco mniejszych rozmiarów (średnica pni i wysokość). W pozostałych próbach pomierzono średnio po 60-70 przyrostów, czego powodem były duże rozmiary drzew (szczególnie na ulicy Rodziewiczówny) i próchnica centralnej części pnia (szczególnie na ulicy Santockiej).

Chronologia JS1 (ulice Ejsmonda i Rodziewiczówny) powstała na podstawie 12 indywidualnych krzywych przyrostowych liczy 59 lat, reprezentując okres 1954-2012 (ryc. 1). Średni roczny przyrost tych drzew jest bardzo duży i wynosi 5,7 mm (tab.). Chronologia JS2 (ulica Santocka), złożona z 11 indywidualnych krzywych przyrostowych, reprezentuje okres 1959-2012, licząc 54 lata. Średnia szerokość przyrostu rocznego badanej populacji drzew wynosi 3,9 mm (tab.). Chronologie JS1 i JS2 cechują się dużym wzajemnym podobieństwem: zarówno graficznym (ryc. 1), jak i statystycznym (test t Studenta=5,7). Jednak w latach 1980-81, 1987-88 i 1991-92 oraz od roku 2009 zauważyć można odmienne reakcje przyrostowe u obu populacji. Wskaźnik EPS dla chronologii JS1 osiągnął wartość 0,94, a dla JS2 0,89 (tab.).



Ryc. 1.

Indywidualne sekwencje szerokości słoików (TRW [mm]; linie cienkie) wchodzące w skład chronologii lokalnej (linia pogrubiona) jarzębu szwedzkiego z ulic Ejsmonda i Rodziewiczówny (JS1) oraz z ulicy Santockiej (JS2) wraz z liczbą prób wchodzącą w skład chronologii (N; linia szara)

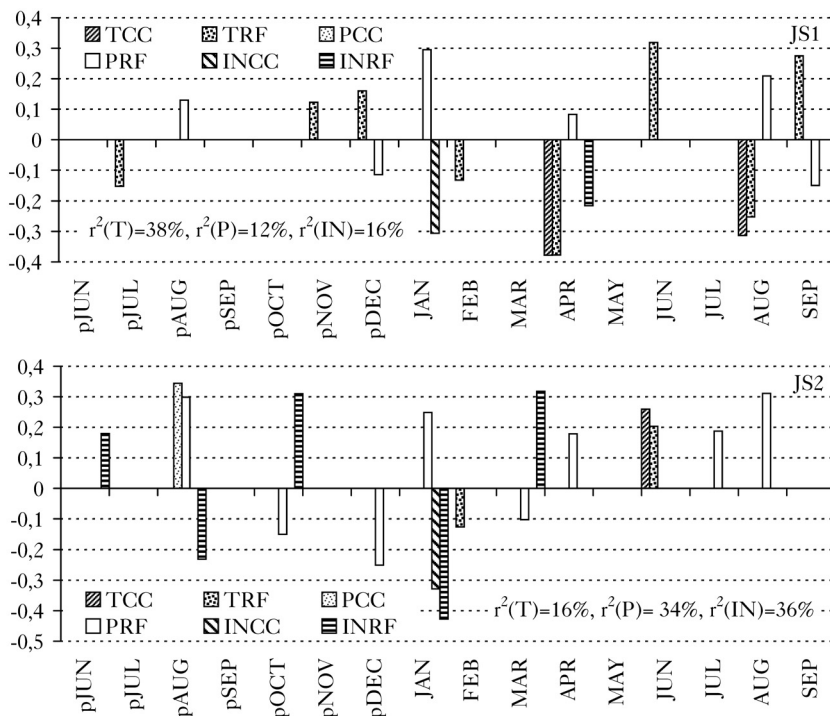
Individual sequences of tree-ring width (TRW [mm]; thin lines) making up the local (thick line) Swedish whitebeam chronology from Ejsmonda and Rodziewiczówny streets (JS1) and from Santocka street (JS2) as well as samples depth (N; grey line)

Tabela.

Długość (Dłg [lata]), zakres, liczba prób (N), średnia szerokość słoja (mTRW [mm]), autokorelacja 1 rzędu (1AC), średnia wrażliwość (MS) i sygnał populacyjny (EPS) rzeczywistej (rz) i indeksowanej (rs) chronologii jarzębu szwedzkiego ze Szczecina

Length (Dłg [years]), time span (zakres), number of samples (N), mean tree-ring width (mTRW [mm]), 1st order autocorrelation (1AC), mean sensitivity (MS) and expressed population signal (EPS) for raw (rz) and residual (rs) chronologies of Swedish whitebeam from Szczecin

	Dłg	Zakres	N	mTRW	1AC-rz	MS-rz	1AC-rs	MS-rs	EPS
JS1	59	1954-2012	12	5,71	0,50	0,47	-0,02	0,22	0,94
JS2	54	1959-2012	11	3,90	0,63	0,41	0,01	0,34	0,89



Ryc. 2.

Wyniki analizy korelacji (CC) i funkcji odpowiedzi (RF) dla chronologii jarzębu szwedzkiego JS1 i JS2 oraz temperatury powietrza (T), opadów atmosferycznych (P) i usłonecznienia (IN)

Results of correlation (CC) and response function (RF) analyses for Swedish whitebeam chronologies and temperature (T), precipitation (P) and insolation (IN)

pokazano tylko wartości istotne statystycznie ($p=0,05$), p – rok poprzedni
bars denote only significant values ($p=0.05$), p – previous year

Zależności przyrost-klimat u obu populacji jarzębów szwedzkich układają się odmiennie. Dla drzew z ulic Ejsmonda i Rodziewiczówny (JS1) najwyższą wartość współczynnika determinacji regresji wielokrotnej (r^2) otrzymano dla temperatury powietrza (38%), a dla ulicy Santockiej (JS2) dla usłonecznienia (36%) i opadów atmosferycznych (34%) (ryc. 2). Szerokość przyrostów rocznych u drzew tworzących chronologię JS1 kształtują: temperatura powietrza w kwietniu i sierpniu (ujemne wartości korelacji i regresji) oraz w czerwcu i wrześniu (dodatnie wartości), ilość opadów i liczba godzin ze słońcem w styczniu oraz wielkość opadów w sierpniu (w obu miesiącach dodatnie wartości analizowanych współczynników). Dla chronologii JS2 wartości istotne statystycz-

nie dla temperatury pojawiają się tylko w czerwcu (wyższe niż normalnie wartości tego elementu meteorologicznego wpływają na wzrost szerokości słoju). Dla opadów i usłonecznienia charakterystyczne jest występowanie w tych samych miesiącach przeciwnych wartości współczynników korelacji i regresji: sierpień i październik roku poprzedniego oraz styczeń i marzec roku wegetacji. Dodatkowo pozytywne wartości dla opadów zanotowano w kwietniu, lipcu i sierpniu. Dla obu chronologii zależności przyrost-klimat są podobne w sierpniu i grudniu poprzedniego roku wegetacji oraz w styczniu, lutym, kwietniu, czerwcu i lipcu roku bieżącego.

Dyskusja

Brak jest opracowań dendrochronologicznych dotyczących jarzębu szwedzkiego zarówno w Polsce, jak i w granicach jego naturalnego występowania, co nie pozwala na porównanie i dyskusję uzyskanych zależności przyrost-klimat. Niniejsze badania, jako pionierska praca dotycząca dendrochronologii tego gatunku, poszerzają wiedzę na temat wymagań ekologicznych oraz adaptacji do warunków miejskich. Uzyskanie w tak wielu miesiącach wartości istotnych statystycznie dla analizy korelacji i funkcji odpowiedzi, duże różnice tych analiz pomiędzy chronologiami oraz rozbieżności w poszczególnych latach we wzorze przyrostowym tłumaczyć można zaburzeniem rocznego rytmu przyrostowego drzew przez warunki miejskie. Mała powierzchnia odkrytej gleby pod koronami drzew, silne ubicie gleby, odprowadzanie wody opadowej ze strefy korzeniowej poprzez kanalizację burzową, zanieczyszczenie powietrza i gleby oraz uszkodzenia mechaniczne korzeni, pni i koron powodują ograniczenie aktywności kambium, gorszą kondycję zdrowotną drzew lub wypadanie osobników [Gołąbek, Sławiński 2010; Cedro, Nowak 2013; Rutkiewicz i in. 2016]. Drzewa osłabione lub chore stają się podatne na ataki patogenów i szkodników, co dodatkowo pogarsza ich stan zdrowotny [Gilbert i in. 2004; Takos i in. 2008; Cedro, Nowak 2018]. Czynniki te odgrywają znacznie większą rolę przy ulicy Santockiej, która charakteryzuje się znacznym natężeniem ruchu (w tym ciężkich samochodów) oraz silniejszym zanieczyszczeniem gleby (posypywanie solą drogi i pobocza w przypadku możliwości wystąpienia gołodzi, opadów śniegu itp.). Drzewa tu rosnące (tuż przy krawędzi ulicy) narażone są ponadto na uszkodzenia korzeni w trakcie remontów nawierzchni drogi i chodnika, pni – podczas wypadków i nieuważnego parkowania, a korony są cięte ze względu na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Znacznie lepsze warunki panują przy ulicach Rodziewiczówny i Ejsmonda: mały ruch samochodowy, większa odległość drzew od budynków i jezdni oraz osłonięcie drzew od wiatru. Jednak i tu czynniki związane z działalnością człowieka zaburzają rytm przyrostowy, czego przykładem może być wymiana instalacji ciepłowniczej biegnącej przez strefę korzeniową drzew i stwierdzone rozbieżności w szerokościach przyrostów rocznych pomiędzy chronologiami JS1 i JS2 (lata 2009-2012; ryc. 1).

Ze względu na częste wykorzystanie jarzębów szwedzkich jako nasadzeń w miastach (ich ozdobny charakter w trakcie całego sezonu wegetacji: kwitnienie, owocowanie, przebarwienie liści) warto rozwijać badania wpływu warunków miejskich na stan zdrowotny i przyrosty roczne drzew tego gatunku. Istnieje jednak potrzeba poznania zależności przyrost-klimat dla jarzębów szwedzkich rosnących w Polsce w warunkach naturalnych. Dopiero tak uzyskane wyniki pozwolą na poprawne zidentyfikowanie czynników występujących w miastach, warunkujących dynamikę przyrostową drzew tu rosnących.

Literatura

- Bean W. J. 1951. Trees and shrubs hardy in British Isles. Vol. 3. John Murray, London. 324-330.
 Brodowicz T. M., Brodowicz M. M. 1979. Dieriewja i kustarniki zapada ŪSSR. Wiszcza Szkoła, Lwów.
 Browicz K. 1958. Najgrubsze egzemplarze *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. na Pomorzu. Przyr. Pol. Zach. 3-4: 285-288.

- Browicz K., Gostyńska M. 1963.** Atlas rozmieszczenia drzew i krzewów w Polsce. W: Białobok S., Czubiński Z. [red.]. Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie PAN, Poznań.
- Cedro A., Cedro B. 2018a.** Wpływ warunków klimatycznych na szerokość przyrostu rocznego platana klonolistnego (*Platanus hispanica* Mill. ex Münchh. 'Acerifolia'). *Studia i Materiały CEPL* 57 (3): 26-35.
- Cedro A., Cedro B. 2018b.** Influence of climatic conditions and air pollution on radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Szczecin's city forests. *Forest Research Papers* 79 (2): 105-112. DOI: <https://doi.org/10.2478/frp-2018-0011>.
- Cedro A., Nowak G. 2013.** Tree ring width and health status of the red oak (*Quercus rubra* L.) under urban conditions in Szczecin (NW Poland). *Plant Div. Evol.* 130 (3-4): 183-194. DOI: <https://doi.org/10.1127/1869-6155/2013/0130-0064>.
- Cedro A., Nowak G. 2018.** The effect of the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) gradation on the tree-ring width of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). W: Harvey J., Lange J., Scharnweber T., Wilking M. [red.]. *Book of Abstracts. TRACE 2018 – Conference, 24-27 April 2018, Greifswald, Germany.*
- Chittenden F. J. 1956.** Dictionary of Gardening. Vol. 4. Clarendon Press, Oxford.
- Clapham A. R., Tutin T. G., Warburg E. F. 1962.** Flora of the British Isles. Cambridge at the University Press.
- Czekalski M. 1995.** Jarzęby dla miejskich terenów zieleni. *Ogrodnictwo* 32 (5): 27-29.
- Czekalski M. 1997.** Drzewa i krzewy ozdobne wytrzymałe na suszę. W: *Poprawa zdrowotności i jakości drzew i krzewów ozdobnych. III Szkółkarska Konferencja Naukowa, Skierniewice, 22-23 stycznia 1997 roku.* 15-29.
- Duszyński F. 2014.** Zapis zanieczyszczenia powietrza w przyrostach rocznych drzew. *Przegląd Geograficzny* 86 (3): 317-338.
- Gilbert M., Grégoire J.-C., Freise J. F., Heitland W. 2004.** Long-distance dispersal and human population density allow the prediction of invasive patterns in the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*. *Journal of Animal Ecology* 73: 459-468.
- Gilbert M., Guichard S., Freise J., Grégoire J. C., Heitland W., Straw N., Tilbury C., Ugustin S. A. 2005.** Forecasting *Cameraria ohridella* invasion dynamics in recently invaded countries: from validation to prediction. *Journal of Applied Ecology* 42: 805-813. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01074.x>.
- Gołabek E., Sławiński J. 2010.** Zdrowotność oraz zagrożenia drzew przyulicznych w centrum Opola. *Inżynieria Ekologiczna* 23: 7-13.
- Gostyńska-Jakuszewska M. 1993.** *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. – jarzab szwedzki. W: Zarzycki K., Kaźmierczakowa R. [red.]. *Polska czerwona księga roślin.* Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków. 98-100.
- Grissino-Mayer H. D. 2001.** Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research* 57: 205-221.
- Hegi G. 1956.** *Illustrierte Flora von Mitteleuropa.* 4. Lehmanns Verlag, München.
- Holmes R. J. 1983.** Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43: 69-78.
- Holmes R. J. 1994.** *Dendrochronology Program Library. Users Manual.* University of Arizona, Tucson.
- Krawczyk A. 1995.** Program komputerowy TREE RINGS. Kraków.
- Krüssmann G. 1978.** *Handbuch der Laubgehölze.* 2. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Meusel H., Jäger E., Weinert E. 1965.** *Vergleichende Chronologie der zentraleuropäischen Flora.* Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- Mindur B. 2000.** *Dendrometer 1,0 (Dendrometer 1.0 Software).* Kraków.
- Mitchell A. 1979.** *Die Wald – und Parkbaume Europas.* Verlag von Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Moser A., Uhl E., Rotzer T., Biber P., Dahlhausen J., Lefter B., Pretzsch H. 2017.** Effects of Climate and the Urban Heat Island Effect on Urban Tree Growth in Houston. *Open Journal of Forestry* 7: 428-445. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojfor.2017.74026>.
- Nowakowska M. 2000.** Fenologia wybranych gatunków jarzębu *Sorbus* na terenie Szczecina. *Flia Univ. Agric. Stetin.* 215. *Agricultura* (86): 17-73.
- Pacyniak C. 1992a.** Najstarsze drzewa w Polsce. Wyd. PTTK „Kraj”, Warszawa.
- Pacyniak C. 1992b.** Najstarsze i najokazalsze jarzęby w Polsce. *Wszechświat* 6: 155-158.
- Rehder A. 1927.** *Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America.* The Macmillan Company, New York.
- Rutkiewicz P., Malik I., Wistuba M. 2016.** Redukcje przyrostów rocznych świerka pospolitego na tle zmian zanieczyszczenia powietrza w relacji do liczby zachorowań ludzi – przykład Zakopanego. *Studia i Materiały CEPL* 48 (3): 194-200.
- Stachak A. 1988.** Stan zieleni miejskiej Szczecina. W: *Roślinność w aglomeracji Szczecina i jej zagrożenia.* Pol. Tow. Fitopatol., PTP im. Kopernika, oddziały w Szczecinie, ZUP AR w Szczecinie, Zakłady Chemiczne „Police”, Szczecin.
- Stachak A., Grinn U., Haas-Nogal M., Kubus M., Nowak G., Nowakowska M. 2000.** *Zieleni Szczecina – ilustrowany przewodnik dendrologiczny.* Oficyna In Plus, Szczecin.
- Szafer W., Zarzycki K. 1977.** *Szata roślinna Polski.* PWN, Warszawa.

- Takos I., Varsamis G., Avtzis D., Galatsidas S., Merou T., Avtzis N. 2008. The effect of defoliation by *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae) on seed germination and seedling vitality in *Aesculus hippocastanum* L. Forest Ecology and Management 255: 830-835. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.075>.
- Walanus A. 2001. DendroGraph – program druku krzywych grubości stojów przyrostów rocznych. Instrukcja obsługi programu DendroGraph. Kraków.
- Wigley T. M. L., Briffa K. R., Jones P. D. 1984. On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. Journal of Climate and Applied Meteorology 23: 201-213.
- Wycichowska B. 2007. Cywilizacyjne zagrożenia lasów miejskich na przykładzie największego lasu miejskiego w Europie – Lasu Łągiewnickiego w Łodzi. W: Oleksiejuk E., Jankowska A. [red.]. Zieleń miejska – naturalne bogactwo miasta. Lasy w miastach Uni Europejskiej – zasady gospodarowania i ochrona. 159-167.