

Wpływ warunków pogodowych na szerokość przyrostu rocznego jednego z najrzadszych drzew na Pomorzu Zachodnim – jarzęba brekinii

Anna Cedro

Abstrakt. Celem badań było ustalenie wieku drzew z gatunku *Sorbus torminalis* L. oraz określenie czynników klimatycznych mających wpływ na szerokość przyrostów rocznych drzew rosnących w północno-zachodniej Polsce. Materiał badawczy pochodził z 34 drzew (67 prób). Po pomiarze szerokości przyrostów rocznych, korzystając z klasycznych metod datowania złożono chronologię regionalną o sygnaturze NWB. Następnie chronologię poddano indeksacji i wykorzystano jako podstawę do analiz dendroklimatologicznych: analizy lat wskaźnikowych oraz analizy korelacji i funkcji odpowiedzi. Chronologia NWB została złożona na podstawie 25 indywidualnych ciągów dendrochronologicznych liczy 136 lat, reprezentując okres 1878-2013. Średnia szerokość przyrostu rocznego wynosi 1,23 mm. Na najliczniejszym stanowisku tego gatunku w Rezerwacie Bielinek wiek drzew wahał się od 45 do 70 lat, w Nadleśnictwie Trzebież rosną trzy drzewa w wieku od 98 do 137 lat, a w Puszczy Bukowej oprócz bardzo młodych drzew występują osobniki w wieku od 48 do 89 lat (dla dwóch okazów nie udało się określić dokładnego wieku). Na podstawie analizy lat wskaźnikowych, analizy korelacji i funkcji odpowiedzi ustalono, że dominujący wpływ na szerokość przyrostu rocznego u jarzęba brekinii mają warunki poprzedniego sezonu wzrostu: chłodne, wilgotne i cechujące się małym nasłonecznieniem lata poprzedniego sezonu wzrostu sprzyjają powstawaniu szerokich słoików.

Słowa kluczowe: dendroklimatologia, *Sorbus torminalis* L., Polska

Abstract. Impact of climate conditions on radial increment of one of the rarest tree species in West Pomerania - wild service tree. The aim of the study was to determine the age of trees and growth/climate relationships for wild service tree (*Sorbus torminalis* L.) from north-western part of Poland. The research materials consisted of cores from 34 trees (67 samples). The tree-ring widths were measured, then, regional chronology (NWB) were constructed using cross-dating methods. The chronology was subjected to the indexation and used for dendroclimatological analyses: pointer years, correlation and response function. The NWB chronology, representing the period 1878-2013 (136 years), was produced from 25 dendrochronological curves, the average tree-ring width amounted to 1.23 mm. For the most numerous plots of this species in the Bielinek Reserve age of the trees ranged from 45 to 70 years, in the Trzebież Forest District grow three trees ranging age from 98 to 137 years, and in Bukowa Forest in addition to very young trees are individuals aged 48 to 89 years (for two trees age was not determined). Based on analysis of pointer

years, analysis of correlation and response functions we found that a dominant influence on the tree-ring width of wild service tree have conditions of previous growing season: cool, humid and small insolation in previous summer months favour the formation of wide tree-rings.

Key words: dendroclimatology, *Sorbus torminalis* L., Poland

Wstęp

Jarząb brekinia (*Sorbus torminalis* L.), znany także pod nazwami brzęk czy jarzębina klonowa, należy do jednych z najrzadszych i najmniej znanych drzew w naszym kraju. Najczęściej stwierdza się występowanie pojedynczych osobników lub bardzo małych skupień tego gatunku (po kilka-kilkanaście osobników), w najliczniejszych stanowiskach rośnie po kilkaset drzew (łącznie z podrostem i nalotem) (Szeszycki 2008). Występowanie brekinii w Polsce związane jest z zachodnią częścią kraju. Linie Wisły zasięg gatunku przekracza jedynie na terenie nadleśnictw Kwidzyn i Jamy oraz Stary Sącz. Najwięcej stanowisk zlokalizowanych jest na Pojezierzach: Wielkopolskim i Południowopomorskim oraz Nizinie Południowowielkopolskiej (Zając i Zając 1997, 2001, Bednorz 2004). W północno-zachodniej części Polski gatunek ten występuje jedynie w nadleśnictwach: Trzebież, Gryfino i Chojna, w liczbie około 40 osobników.

Jarząb brekinia jest gatunkiem światło- i ciepłolubnym (zasiedla głównie stoki o wystawie południowej i południowo-zachodniej), preferującym gleby brunatne i stabilny (nie za wysoki) poziom wód gruntowych (Bednorz 2007, 2010). Drzewa tego gatunku są objęte ścisłą ochroną, chronione są w rezerwach lub jako pomniki przyrody, co jednak nie zawsze prowadzi do polepszenia stanu zdrowotnego poszczególnych drzew lub populacji. Brak cięć pielęgnacyjnych prowadzi często do zmniejszania konkurencyjności gatunku, wypadania starszych egzemplarzy, braku występowania lat nasiennych i odnawiania się populacji.

Celem badań było ustalenie wieku drzew z gatunku *Sorbus torminalis* L. oraz określenie czynników (głównie klimatycznych) mających wpływ na szerokość przyrostów rocznych drzew rosnących w północno-zachodniej Polsce.

Material i metody

Prace terenowe przeprowadzono w 2013 roku (Ryc. 1). Próby pobierano na wysokości pierśnicy (1,3 m od poziomu gruntu) przy wykorzystaniu świdrów Presslera, nawiercając drzewo tylko raz (w miarę możliwości „na wylot” uzyskując tym samym dwa promienie).

Najliczniej na Pomorzu Zachodnim jarząb brekinia występuje w rezerwacie Bielinek (Tab. 1) stanowiąc obok dębu omszonego, szyplinu zielonego, czy nawrotu czerwonooblękitnego jedną z osobliwości florystycznych rezerwatu (Celiński i Filipek 1958, Ciaciura 1997a, b, Cedro 2006, 2007, Antkowiak i in. 2012). Skupienie tego gatunku występuje w Wąwozie Brekiniowym (oddział 60, wydzielenia: t, o, f) na silnie nachylonych zboczach w zespole ciepłej dąbrowy oraz łęgu wiązowo-jesionowego, stanowiąc drugie piętro drzewostanu złożonego głównie z dębów szypułkowych i bezszypułkowych, wiązów pospolitych, jesionów, palkonów i buków. Jarzęby rzadko osiągają wysokość kilkunastu metrów, zanotowano ich kwitnienie i wydawanie owoców, natomiast rozmnażanie występuje głównie przez odrośla korzeniowe

(Celiński i Filipek 1958). Na opisywanym stanowisku znaleziono jedynie 24 drzewa nadające się do pobrania próby przy wykorzystaniu świdra, przede wszystkim były to drzewa młode mające nie więcej niż 45-70 lat, tylko 8 drzew przekroczyło wiek 70 lat, maksymalnie osiągając 105 lat. Średnica drzew na wysokości pierśnicy cechowała się także niewielkimi rozmiarami: 5-8 cm, jedynie trzy najstarsze drzewa osiągnęły średnicę na poziomie 9, 10 i 20 cm (Tab. 2).



Ryc. 1. Lokalizacja powierzchni badawczych (trójkąty)
 Fig. 1. Location of study areas (triangles)

Jedynie trzy drzewa z gatunku *Sorbus torminalis* L. występują w lasach w Nadleśnictwie Trzebież (oddziały 455h, f i 444b) (Tab. 1). W bukowym drzewostanie z domieszką wiekowych dębów, sosen, świerków, daglezji, modrzewi i brzoź rosną pojedyncze brekinie w wieku: 98, 116 i 137 lat, cechujące się odpowiednio pierśnicami: 16, 23 i 18 cm (Tab. 2).

Tab. 1. Wykaz i podstawowe informacje o powierzchniach badawczych
Table 1. List of and basic information on study areas surveyed

Kod / Code	Nadleśnictwo	Rezerwat / Leśnictwo	Współrzędne geograficzne		Siedlisko	Wysokość m n.p.m.	Liczba nawierconych drzew	Liczba prób	Liczba zmierzonych słoików
	Forest District	Reserve/ Forestry	Geographic coordinates		Habitat	Altitude	No. of trees	No. of samples	No. of tree-rings
			φ (N)	λ (E)					
TRZ	Trzebież	Poddymin	53°35'	14°25'	Lśw	25	3	5	548
GR	Gryfino	Kłęskowo	53°22'	14°38'	Lśw	70	7	14	1 053
BJ	Chojna	Bielinek	52°53'	14°30'	Lśw	60	24	48	2 616
						Σ	34	67	4 217

Trzecia lokalizacja badanego gatunku znajduje się na terenie Szczecińskiego Parku Krajobrazowego „Puszcza Bukowa” zarządzanym przez Nadleśnictwo Gryfino (Tab. 1). W lesie bukowo-sosnowym z domieszką świerka i dębu szypułkowego w oddziale 238d rośnie kilkanaście brekinii w różnym wieku. Wielkość pni pozwoliła na opróbowanie 7 drzew (o pierśnicy od 8 do 22 cm). Wiek najmłodszych okazów szacuje się na kilka-kilkanaście lat, natomiast zbadane drzewa miały: 48, 56, 57, 67 i 89 lat. U dwóch drzew za względu na próchnicę przyrdzeniowej części pnia nie określono wieku, podając jedynie ilość zmierzonych słoików (131 i 142) (Tab. 2).

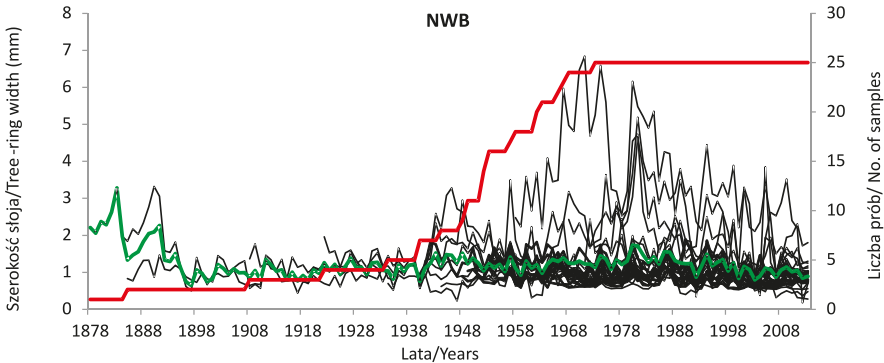
Ze względu na bardzo słabą widoczność granic przyrostu rocznego u jarzęba brekinii, pomiar szerokości przyrostu rocznego prowadzono pod filtrem wodnym. Pomiar wykonywano z dokładnością do 0,01 mm przy wykorzystaniu binokularu, ruchomego stolika pomiarowego połączonego z licznikiem i oprogramowaniem Dendrometer (Mindur 2000). W sumie zmierzono 4217 słoików przyrostu rocznego (Tab. 1). Następnie stosując klasyczne metody datowania, wysokie podobieństwo statystyczne i graficzne pomiędzy indywidualnymi krzywymi dendrochronologicznymi złożono chronologię regionalną. Jej jakość przetestowano w programie Cofecha (Holmes 1983, 1994). Chronologię poddano standaryzacji w programie Arstan, podkreślając krótkookresową zmienność w przebiegu chronologii oraz eliminując długookresowe zmiany i trendy (przede wszystkim trend wiekowy) (Cook i Holmes 1986, Cook i Kairiukstis 1992). Zestawione chronologie (rzeczywista i rezydualna) były podstawą analiz dendroklimatologicznych: analizy korelacji i funkcji odpowiedzi oraz analizy lat wskaźnikowych, do których wykorzystano dane z najbliższej stacji meteorologicznej w Szczecinie (dla temperatury powietrza i opadów atmosferycznych z okresu 66 lat: 1948-2013, a dla usłonecznienia z okresu 49 lat: 1965-2013). Za lata wskaźnikowe przyjęto lata z taką samą tendencją wzrostową w stosunku do roku poprzedzającego przyrost obliczone w programie TCS (Walanus 2002) z minimum 10 drzew z minimalnym progmem zgodności reakcji przyrostowych wynoszącym 90%. Rok charakteryzujący się zwiększeniem szerokości przyrostu rocznego jest rokiem pozytywnym, a rok negatywny cechuje się redukcją szerokości słoja (Meyer 1997-1998).

Tab. 2. Wiek i pierśnica badanych drzew ze stanowisk na Pomorzu Zachodnim
Table 2. Age and diameter of the investigated trees from the Western Pomerania

Stanowisko/Plot	Kod drzewa/ Code of tree	Wiek (lata)/ Age of tree	Pierśnica/ DBH (cm)
TRZ	T1	116	23
	T2	98	16
	T3	137	18
GR	GR1	>142	18
	GR2	67	11
	GR3	>131	22
	GR4	57	8
	GR5	56	8
	GR6	48	9
	GR7	89	19
BJ	BJ1	82	10
	BJ2	80	9
	BJ3	70	7
	BJ4	72	7
	BJ5	105	20
	BJ6	63	6
	BJ7	69	8
	BJ8	63	6
	BJ9	76	6
	BJ10	56	8
	BJ11	71	6
	BJ12	75	7
	BJ13	60	6
	BJ14	68	7
	BJ15	68	5
	BJ16	67	5
	BJ17	59	5
	BJ18	56	8
	BJ19	46	7
	BJ20	56	8
	BJ21	60	6
	BJ22	72	7
	BJ23	45	6
	BJ24	51	6

Wyniki

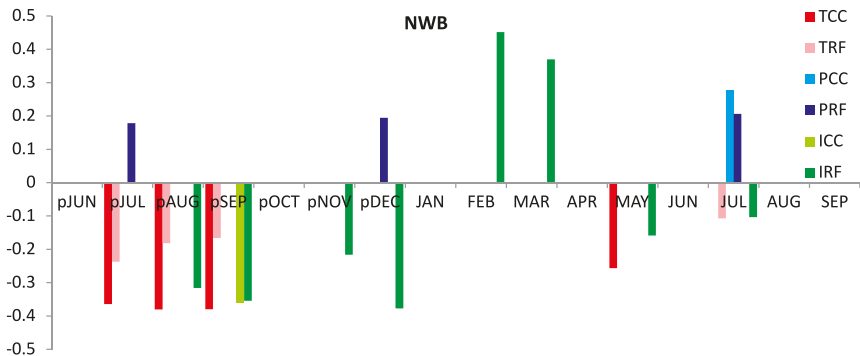
Chronologia regionalna o sygnaturze NWB (północno-zachodnia Polska, brekinia) złożona została na podstawie 25 indywidualnych krzywych przyrostowych, liczy 136 lat, reprezentując okres 1878-2013 (Ryc. 2). Średnia szerokość przyrostu rocznego badanych jarzębów wynosi 1,23 mm, najmniejsza jest na stanowisku w rezerwacie Bielinek (1,00 mm), dla drzew z Nadleśnictwa Trzebież wynosi 1,20 mm, największa jest w Nadleśnictwie Gryfino (1,63 mm). Odchylenie standardowe (STW), dla chronologii rzeczywistej i indeksowanej wynosi odpowiednio 0,46 i 0,25, autokorelacja I rzędu (A1) – 0,59 i 0,23, a średnia wrażliwość (MS) – 0,25 i 0,26.



Ryc. 2. Zestawienie krzywych dendrochronologicznych (cienkie linie czarne) wchodzących w skład chronologii regionalnej dla Pomorza Zachodniego - NWB (linia zielona), liczba próbek wchodząca w skład chronologii (linia czerwona)

Fig. 2. Dendrochronological curves (thin black lines) making up Western Pomerania regional chronology – NWB (green line), number of samples in regional chronology (red line)

Niska temperatura lipca, sierpnia i września, wysoka suma opadów w lipcu oraz niewielka liczba godzin ze słońcem we wrześniu i w październiku roku poprzedzającego przyrost pozytywnie wpływają na szerokość słoja. Dodatkowo dla roku ubiegłego notuje się negatywne wartości funkcji odpowiedzi dla usłonecznienia w listopadzie i grudniu oraz pozytywną dla opadów w grudniu. W roku przyrostu istotne wartości funkcji odpowiedzi występują dla usłonecznienia w lutym i marcu, a od maja do sierpnia powstaniu szerokiego przyrostu sprzyjają niska temperatura i mała liczba godzin ze słońcem oraz wysokie opady w lipcu (Ryc. 3). Najwyższy współczynnik determinacji uzyskano dla usłonecznienia ($r=52\%$), dla temperatury powietrza 28% , najniższy dla opadów atmosferycznych (19%).



Ryc. 3. Wyniki analizy korelacji (CC) i funkcji odpowiedzi (RF) dla chronologii regionalnej NWB i temperatury powietrza (T), opadów atmosferycznych (P) oraz usłonecznienia (I). Wszystkie wartości istotne statystycznie na poziomie $p \leq 0,05$; p – poprzedni rok

Fig. 3. Results of correlation (CC) and response function (RF) for regional chronology NWB and temperature (T), precipitation (P) and insolation (I); bars denote significant values ($p \leq 0.05$) correlation coefficients and response function; p – previous year

Analiza lat wskaźnikowych wykazała istnienie 15 lat charakteryzujących się taką samą tendencją wzrostową u większości drzew. Stwierdzono 5 lat pozytywnych (1960, 1974, 1977, 2001 i 2008) oraz 10 lat negatywnych (1952, 1963, 1968, 1983, 1992, 1995, 1998, 2000, 2007 i 2012). Zauważa się wpływ na wystąpienie lat pozytywnych przebiegu warunków pogodowych w okresie letnio-jesiennym roku poprzedzającego przyrost (niska temperatura miesięcy letnich oraz niewielkie wartości usłonecznienia wpływają pozytywnie na szerokość przyrostu rocznego) oraz ilości opadów (okres letnio-jesienny poprzedniego i letni aktualnego sezonu wzrostu). Na przykład wpływ na szerokość przyrostów powstałych w roku 2001 (pozytywny rok wskaźnikowy) miały chłodne lato niewielka ilość godzin ze słońcem jesienią) oraz brak suszy w miesiącach letnich 2000 roku. Także warunki pogodowe w 2001 roku sprzyjały powstaniu szerokiego słoja: po cieplej zimie nastąpiło ciepłe i wilgotne lato, a wysoka temperatura w październiku (maksimum w okresie obserwacji) wydłużyła okres wegetacyjny. Lata negatywne związane są z gorącym i słonecznym latem zarówno w poprzednim, jak i bieżącym roku wegetacji (często w połączeniu z niedoborem opadów w tych miesiącach). Przykładem takiego roku jest rok 1992, cechujący się gorącym okresem letnim w 1991 i 1992, sumą opadów rocznych w obu latach poniżej normy dla wielolecia (w tym z suchymi miesiącami letnimi) oraz wysokim usłonecznieniem jesienią roku poprzedzającego przyrost.

Dyskusja

Do chwili obecnej jarzab brekinia był w Polsce przedmiotem kilku analiz dendrochronologicznych i dendroklimatologicznych (Cedro 2014, 2015, 2016a, b, Cedro i Cedro 2015). Na wschodniej granicy zasięgu występowania szerokość przyrostu rocznego zależna jest przede wszystkim od warunków poprzedniego sezonu wzrostu (sumy opadów i godzin ze słońcem) (Cedro 2016a). W Wielkopolsce oprócz poprzedniego sezonu wzrostu istotne są również

warunki danego roku wegetacji (Cedro 2016b). Natomiast w południowo-zachodniej części Polski największy wpływ mają warunki termiczno-opadowe poprzedniego i obecnego sezonu letniego (Cedro i Cedro 2015). Wyniki te potwierdzają, że to warunki pogodowe w sezonie poprzedzającym rok tworzenia się przyrostu mają dominujący wpływ na jego szerokość. Kształtują one kondycję zdrowotną drzew oraz warunkują ilość substancji zapasowych zebranych przez roślinę wykorzystywanych w następnym sezonie wegetacji do procesów życiowych, w tym angażowanych w powstawanie przyrostu rocznego.

Z terenu zasięgu występowania w Europie znane są tylko nieliczne prace o tematyce dendrochronologicznej dotyczące tego gatunku (Rasmussen 2007, Pyttel i in. 2011, 2013). Średnia szerokość przyrostu rocznego wynosi od 0,66 mm na Rugii do 16,1 mm w środkowych Niemczech (Rasmussen 2007), a w ich południowo-zachodniej części od 0,2 do 4,5 mm (Pyttel i in. 2011, 2013). Populacje jarzębu z terenu Nieniec i Danii wrażliwe są także na temperaturę i ilość opadów głównie sezonie poprzedzającym wegetację. Rasmussen (2007) wskazuje także na sposób użytkowania lasu jako ważny czynnik kształtujący dynamikę przyrostową.

Ze względu na niewielką liczbę prac naukowych o jarzębie brekinii (związanych głównie z obszarem występowania, zmiennością morfologiczną liści, owoców i nasion oraz badaniami genetycznymi) i niepełny zasób wiedzy każda nowa informacja stanowi istotny wkład w zasób wiedzy o tym rzadkim i ginącym gatunku.

Podziękowania

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/B/ST10/06157.

Literatura

- Antkowiak W., Cedro A., Prajs B., Wolko Ł., Michalak M. 2012. Success of wild pear *Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd. in colonization of steep sunny slopes: an interdisciplinary study in the Bielinek Reserve (NW Poland). Polish Journal of Ecology 60/1: 57-77.
- Bednorz L. 2004. Rozmieszczenie i zasoby *Sorbus torminalis* (Rosaceae: Maloideae) w Polsce. Fragm. Flor. Geobot. Polonica 11: 105-121.
- Bednorz L. 2007. The wild service tree *Sorbus torminalis* (L.) Crantz in plant communities of Poland. Dendrobiology 57: 49-54.
- Bednorz L. 2010. Jarząb brekinia *Sorbus torminalis* (L.) Crantz w Polsce. Bogucki Wydawnictwo Nakowe, Poznań.
- Cedro A. 2006. Dendrochronologiczna analiza sekwencji przyrostów rocznych dębu omszonego i rodzimych gatunków rezerwatu „Bielinek”. W: Człowiek i środowisko przyrodnicze Pomorza Zachodniego, t. III; (red.) Cz. Koźmiński, M. Dutkowski, T. Radziejewska. Print Group: 45-51.
- Cedro A. 2007. Tree-ring chronologies of downy oak (*Quercus pubescens*), pedunculate oak (*Q. robur*) and sessile oak (*Q. petraea*) in the Bielinek Nature Reserve: comparison of climatic determinants of tree ring width. Geochronometria 26: 39-45.
- Cedro A. 2014. Comparison of growth – climate relationship in two the rarest trees in Poland: yew (*Taxus baccata* L.) and wild service tree (*Sorbus torminalis* L.). IV International Yew Workshop, Monestir de Poblet, 23-25.10.2014 r., Hiszpania: 26.
- Cedro A. 2015. Growth-climate relationships of wild service trees (*Sorbus torminalis* L.) in Poland – preliminary results. TRACE 2015, Sevilla, Spain, 20-23.05.2015 r.
- Cedro A. 2016a. Growth-climate relationships of wild service trees on the easternmost range boundary in Poland. Trace - Tree Rings in Archeology, Climatology and Ecology.
- Cedro A. 2016b. Wpływ warunków klimatycznych na szerokość przyrostu rocznego jarzębu brekinii

- w Wielkopolsce. Leśne Prace Badawcze 77 (2): 117-123.
- Cedro A., Cedro B. 2015. Growth-climate relationships at yew and wild service trees on the eastern edge of their range in Europe. *Forest Systems* 24(3), e044, <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015243-07480>.
- Celiński F., Filipek M. 1958. Flora i zespoły roślinne leśno-stepowego rezerwatu w Bieliniku nad Odrą. *Badania fizjograficzne nad Polską Zachodnią IV*: 5-198.
- Ciaciura M. 1997a. Przewodnik po rezerwacie przyrody „Bielinek”. *Wojewódzki Konserwator Przyrody w Szczecinie*: 2-23.
- Ciaciura M. 1997b. Historia badań florystycznych w rezerwacie leśno-stepowym „Bielinek” nad Odrą w okresie od 1945 r. Do 1997 r. Materiały z sesji okolicznościowej poświęconej obchodom 70-lecia powołania rezerwatu przyrody „Bielinek”: 11-26.
- Cook ER., Holmes RL. 1986. *Arstan. Guide for computer program Arstan. The University of Arizona*: 50-65.
- Cook ER., Kairiukstis A. 1992. *Methods of dendrochronology. Kluwer Academic Publishers*.
- Demesure-Musch B., Oddou-Muratorio S. 2004. EUFROGEN Technical guidelines for genetic conservation and use for wild service tree (*Sorbus torminalis*). *International Plant Genetic Resources Institute, Rome*, 1-6.
- Holmes RJ. 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bull.* 43: 69-78.
- Holmes RJ. 1994. *Dendrochronology Program Library. Users Manual. University of Arizona, Tucson*.
- Meyer FD. 1997-1998. Pointer years analysis in dendrochronology: a comparison of methods. *Dendrochronologia* 16-17: 193-204.
- Mindur B. 2000. *Dendrometer 1.0. Kraków*.
- Paganova V. 2007. Ecology and distribution of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. In Slovakia. *HORT. SCI. (PRAGUE)*, 34 (4): 138-151.
- Pyttel P., Kunz J., Bauhus J. 2011. Age and growth of wild service tree (*Sorbus torminalis* (L.) Cranz) in former oak coppice forests in southwest Germany. In: Maaten-Theunissen M., Spiecker H., Gartner H., Helle G., Heinrich I. (Eds.) *TRACE – Tree Rings in Archeology, Climatology and Ecology, Vol. 9. GFZ Potsdam, Scientific Technical Report STR 11/07, Potsdam*. 64-70.
- Pyttel P., Kunz J., Bauhus J. 2013. Growth, regeneration and shade tolerance of the Wild Service Tree (*Sorbus torminalis* (L.) Cranz) in aged oak coppice forests. *Trees* 27: 1609-1619.
- Rasmussen KK. 2007. Dendroecological analysis of a rare sub-canopy tree: Effects of climate, latitude, habitat conditions and forest history. *Dendrochronologia* 25: 3-17.
- Rasmussen KK., Kollmann J. 2004. Poor sexual reproduction on the distribution limit of the rare tree *Sorbus torminalis*. *Acta Oecologica* 25: 211-218.
- Roper P. 1993. The distribution of the Wild Service Tree, *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, in the British Isles. *Watsonia* 19: 209-229.
- Szeszycki T. 2008. Jarzab brekinia – *Sorbus torminalis*, historia, hodowla, ochrona, przyszłość. *Soft Vision*: 1-138.
- Walanus A. 2002. *Instrukcja obsługi programu TCS. Program TCS do obliczania lat wskaźnikowych. Kraków*.
- Zajac M., Zajac A. (red.) 1997. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych chronionych w Polsce. Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków (Mapa rozmieszczenia Sorbus torminalis w Polsce)*.
- Zajac M., Zajac A. (red.) 2001. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków (Mapa rozmieszczenia Sorbus torminalis w Polsce)*.

Anna Cedro

Uniwersytet Szczeciński, Zakład Klimatologii i Meteorologii Morskiej, Pracownia
Dendrochronologiczna
anna.cedro@univ.szczecin.pl