


Zmiana z wiekiem grubości, pola przekroju i wysokości robinii akacjowej z zachodniej Polski

Karol Bronisz

Abstrakt. Celem badań była ocena zmiany z wiekiem wybranych cech drzewostanów robiniovych oraz odniesienie ich do dostępnych niezależnych źródeł informacji, jakimi są tablice zasobności. Materiał empiryczny zebrany został podczas pomiarów terenowych 36 powierzchni próbnych znajdujących się na obszarze nadleśnictw Sława Śląska, Sulechów (RDLP Zielona Góra) oraz Głogów (RDLP Wrocław). Wybrane nadleśnictwa charakteryzują się największym udziałem drzewostanów z robinią akacjową jako gatunkiem głównym. Powierzchnie badawcze zakładano w układzie chronosekwencji, tzn. że przez założenie ich w drzewostanach o różnym wieku, ale w lokalizacji cechującej się podobnymi warunkami siedliskowymi oraz domniemanym podobnym sposobem prowadzenia (zabiegi hodowlane, ich czas i natężenie) zasymulowano szereg rozwojowy robinii akacjowej. Ocenie poddano przeciętną pierśnicę przekrojową, pierśnicowe pole przekroju oraz przeciętną wysokość drzewostanu, a przebieg tych parametrów z wiekiem oceniono na podstawie modelu regresyjnego, po czym odniesiono się do danych zawartych w tablicach zasobności. Ze względu na brak polskich opracowań oraz bliską lokalizację powierzchni próbnych, stanowiących podstawę tablic zasobności, zdecydowano się na wykorzystanie tablic dla brandenburskich drzewostanów robiniovych. Podczas analiz zdefiniowano m.in. zależność przeciętnej wysokości od wieku dla analizowanych powierzchni próbnych, która odzwierciedla przebieg szeregów bonitacyjnych zdefiniowanych w tablicach zasobności.

Słowa kluczowe: *Robinia pseudoacacia*, grubość, pole przekroju, wysokość, tablice zasobności

Abstract. **Age-related changes of diameter, basal area and height of black locust from western Poland.** The aim of the research was to assess the age-related changes of selected features of black locust stands and to refer them to the available independent sources of information such as yield tables. The empirical material was collected during field measurements of 36 sample plots located in the area of three forest districts: Sława Śląska, Sulechów and Głogów (western Poland). Selected forest districts are characterized by the largest share of forest stands with black locust as the main species. Sample plots were established in the chronosequence system, i.e. that by establishing them in stands of various age, but in a location characterized by similar habitat conditions and silviculture treatments. Based on those data growth of black locust was simulated.



The average diameter at breast height, mean basal area and mean height were evaluated. The analysis was carried out by comparing the above stand growth parameters obtained on sample plots and data contained in the yield tables. Due to the lack of Polish studies and the close location of the sample plots, it was decided to use the yield tables for the Brandenburg stands of black locust. During the analyzes, among others the dependence of the average height on the age of the sample plots was defined, which reflects the correlations included in the yield tables.

Key words: *Robinia pseudoacacia*, diameter at breast height, basal area, height, yield tables

Wstęp

Naturalnym obszarem wzrostu robinii akacjowej jest południowo-wschodnia część Stanów Zjednoczonych, a centrum zasięgu tego gatunku drzewa stanowią Appalache, gdzie rośnie ona na wysokości od 150 do 1500 metrów n.p.m. (Fowells 1965). Do Europy została introdukowana przez Jeana Robina (Nowiński 1977). W początkowej fazie uprawiana była głównie jako drzewo parkowe. Dopiero od drugiej połowy XVIII wieku zaczęto ją rozpowszechniać na obszarach leśnych. W chwili obecnej występuje w całej Europie z wyłączeniem północnej części wysp morza śródziemnego (Weber 2003). Przyjmuje się, że gatunek ten poza obszarem naturalnego występowania zajmuje 30 tys. km² powierzchni, która ciągle wzrasta (Li i in. 2014). Robinia jest jednym z najbardziej inwazyjnych gatunków drzew obcego pochodzenia (Vítková i in. 2017). Do Polski gatunek ten sprowadzony został w 1806 r. (Tokarska-Guzik 2005). Występuje w prawie całym kraju, z największą koncentracją na zachodzie. Najczęściej rośnie na siedliskach LMśw (43%) i BMśw (32%). W drzewostanach w zarządzie PGL LP pojawia się na powierzchni ponad 273 tys. ha, a pozyskanie tego gatunku w Lasach Państwowych w 2012 r. wyniosło 83 tys. m³, najczęściej w RDLP w Zielonej Górze (Klisz i Wojda 2013).

Tablice zasobności są empirycznym modelem wzrostu danego drzewostanu. Przedstawiają zmiany z wiekiem różnych cech drzewostanu m. in. wysokości, pierśnicy, pola przekroju itd. Drzewostany w tym samym wieku mogą mieć różną wysokość, co sugeruje ich różną bonitację. W obrębie danego gatunku tablice zasobności podzielone są na klasy (szeregi) bonitacji siedliska w zależności od wieku i wysokości (Szymkiewicz 2001). Ocena możliwości zastosowania tablic zasobności dla gatunków obcych w Polsce pozwala odnieść uzyskane wyniki badań do niezależnego zbioru danych oraz umożliwia uzyskanie narzędzia pozwalającego na szacowanie produktywności drzewostanów (Zasada i in. 2015) i przeprowadzanie wariantowych prognoz ich rozwoju (Zasada i in. 2009). W przypadku robinii akacjowej warto zwrócić uwagę na tablice zasobności opracowane przez Ertelda (1952). Ich podstawą były dane pomiarowe z 82 powierzchni próbnych założonych w latach 1948-1950 w drzewostanach robiniowych Brandenburgii. Najnowszym dostępnym rozwiązaniem dla tego gatunku drzewa są tablice zasobności Lockowa i Lockow (2016), opracowane na podstawie danych z 180 powierzchni próbnych mierzonych w latach 2006-2009.

Celem pracy jest ocena zmiany z wiekiem przeciętnej pierśnicy przekrojowej, pierśnicowego pola przekroju drzewostanu oraz przeciętnej wysokości drzewostanów robiniowych oraz

odniesienie ich do informacji zawartych w tablicach zasobności opracowanych przez Lockowa i Lockow (2016).

Material i metody

W celu wyboru lokalizacji powierzchni próbnych przeanalizowano występowanie robinii na terenie Lasów Państwowych. Wykorzystano do tego zasoby bazy Systemu Informatycznego Lasów Państwowych SILP. Analizie podlegały wydzielienia gdzie udział gatunku był ≥ 7 , a powierzchnia wydzielienia wynosiła co najmniej 0,5 ha. W efekcie wstępnych analiz materiał empiryczny zebrany został podczas pomiarów terenowych 36 powierzchni próbnych (tab.). znajdujących się na obszarze trzech nadleśnictw zachodniej Polski: Sława Śląska, Sulechów (RDLP Zielona Góra) oraz Głogów (RDLP Wrocław). Tymczasowe powierzchnie próbne zakładano w układzie chronosekwencji, dzięki czemu zasymulowano szereg rozwoju robinii akacjowej. Zakładane powierzchnie miały kształt koła lub wieloboku zakładanego w taki sposób, aby na powierzchni znalazło się minimum 100 drzew. Na każdej z założonych powierzchni przeprowadzono pomiar pierśnic drzew (w dwóch prostopadłych kierunkach). Do rejestracji wartości pierśnic wykorzystywano system Field-Map. Zmierzono również wysokość co trzeciego drzewa. Uzyskane dane pomiarowe stanowiły podstawę do obliczenia: przeciętnej pierśnicy przekrojowej, pierśnicowego pola przekroju drzewostanu oraz przeciętnej wysokości (tab.). Ostatni analizowany parametr określony został poprzez definiowanie zależności między pierśnicą i wysokością pomierzonych drzew za pomocą lokalnych krzywych wysokości opracowanych za pomocą funkcji Näslunda (1929).

W dalszej kolejności opracowano modele regresyjne definiujące przebieg badanych parametrów w zależności od wieku drzewostanu. Stopień dopasowania uzyskanych modeli oceniono z wykorzystaniem współczynnika determinacji (R^2) oraz przeprowadzono analizę reszt. Po czym przeprowadzono porównanie przebiegu powyższych modeli z danymi zawartymi w tablicach zasobności (Lockow i Lockow 2016) jako tabelarycznej prezentacji modelu wzrostu dla brandenburskich drzewostanów robiniovych (Lockow i Lockow 2013) dla różnych szeregów bonitacyjnych.

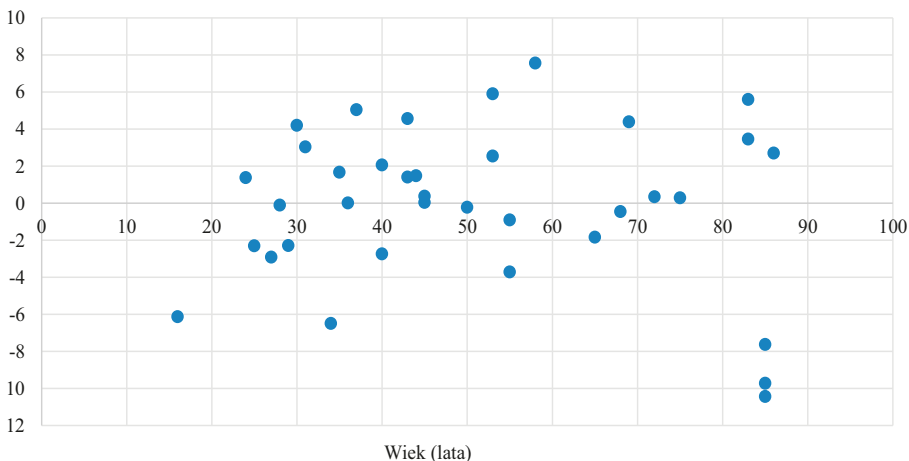
Tab. 1. Miary statystyczne analizowanych parametrów drzewostanów robiniovych
Table 1. Statistical measures of analyzed parameters of black locust stands

	Wiek	Pierśnica przekrojowa	Pole przekroju	Przeciętna wysokość
Minimum	16	11	10	10
Maximum	86	45	43	29
średnia	51	24	24	21
Mediana	45	23	24	20
Odchylenie standardowe	21	8	8	4

Wyniki

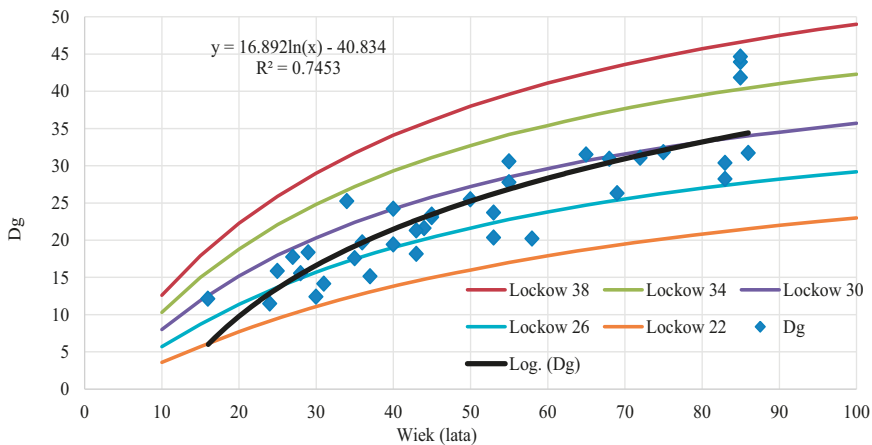
Logarytmiczny model regresyjny opracowany dla przeciętnej pierśnicy cechuje się wysokim poziomem dopasowania ($R^2 = 0,7453$). Model ten właściwie opisuje zmianę analizowanego parametru z wiekiem (ryc. 2). Potwierdzeniem takiego stanu rzeczy są wartości reszt uzyskanego modelu. Cechują się one równomiernym przebiegiem w odniesieniu do wieku ocenianych drzewostanów (ryc. 1). Odniesie przebiegu uzyskanego modelu do szeregów bonitacyjnych zaczerpniętych z tablic Lockowa i Lockow (2016) wskazuje na różnice w przebiegu przeciętnej pierśnicy (ryc. 2). Dla młodych drzewostanów robiniovych przeciętna pierśnica uzyskana na podstawie powierzchni próbnych znajduje się na poziomie wskaźnika bonitacji 22 m, natomiast w wieku 80 lat wskaźnik ten wynosi 30 m, zatem przebieg przeciętnej pierśnicy na podstawie danych z powierzchni jest zdecydowanie intensywniejszy niż wskazują na to tablice zasobności.

Uzyskany dla pierśnicowego pola przekroju drzewostanu model regresyjny charakteryzuje się mniejszą wartością współczynnika determinacji w porównaniu z przeciętną pierśnicą ($R^2 = 0,3957$). Natomiast podobnie jak w poprzednim przypadku wygląda przebieg reszt w odniesieniu do wieku drzewostanów (ryc. 3). Pierśnicowe pole przekroju drzewostanu jest pochodną pierśnic drzewostanu, w tym pierśnicy przeciętnej. Fakt ten uwidacznia się w przypadku odniesienia się do tablic zasobności. Również w tym wypadku zmiana pierśnicowego pola przekroju drzewostanu jest wyraźnie intensywniejsza niż to ma miejsce w tablicach zasobności (ryc. 4.)



Ryc. 1. Zależność od wieku reszt modelu regresyjnego dla przeciętnej pierśnicy opracowanego na podstawie danych z powierzchni próbnych

Fig. 1. Age-dependence of the residuals of the regression model for the average diameter at breast height based on data from the sample plots

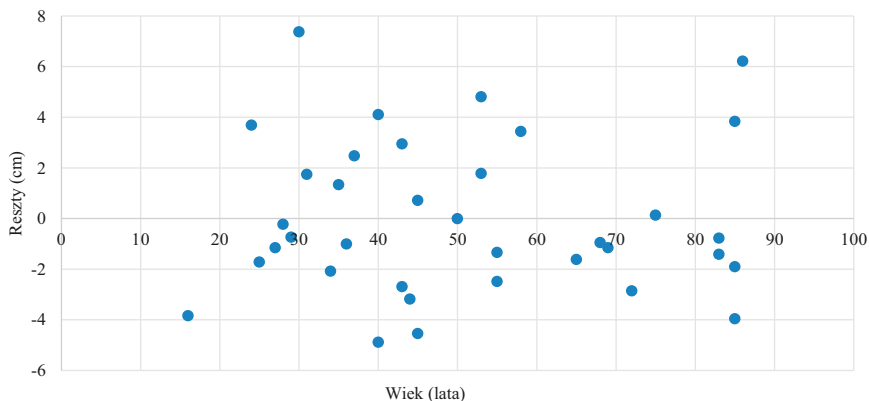
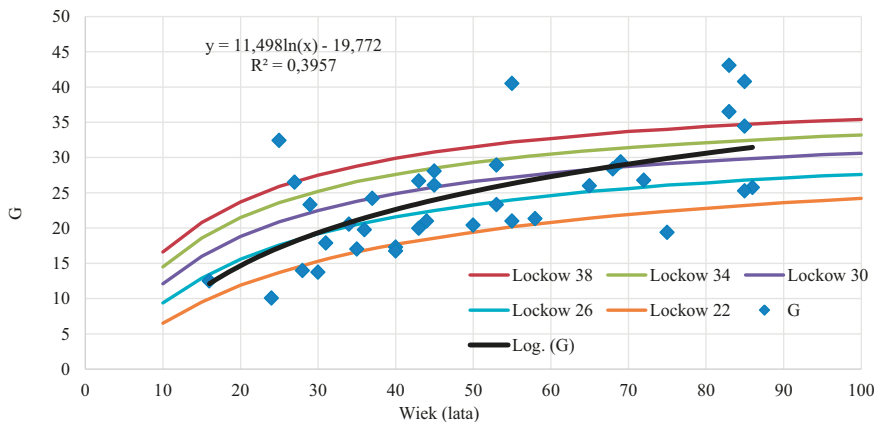


Ryc. 2. Porównanie zależności przeciętnej pierśnicy (Dg [cm]) od wieku dla różnych szeregów bonitacyjnych z tablic zasobności Lockowa i Lockow (2016)

Fig. 2. Comparison of the dependence of the average diameter at breast height on age for different site index from Lockow and Lockow (2016) yield tables

Ryc. 3. Zależność od wieku reszt modelu regresyjnego dla pierśnicowego pola przekroju drzewostanu opracowanego na podstawie danych z powierzchni próbnych

Fig. 3. Age-dependence of the residuals of the regression model for the mean stand basal area based on data from the sample plots

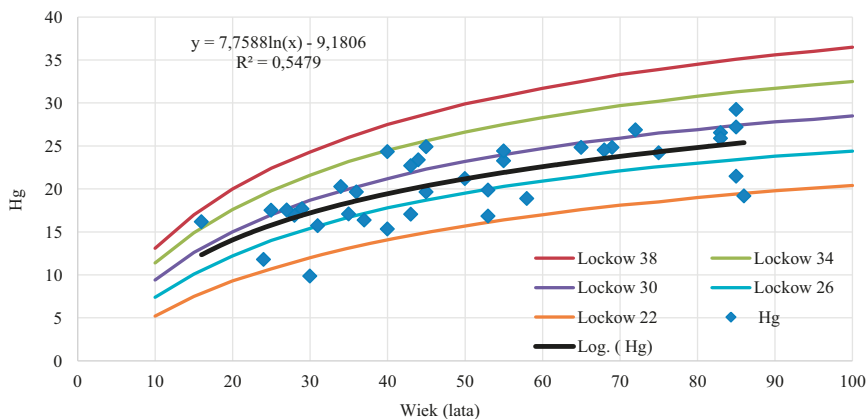


Ryc. 4. Porównanie zależności pierścnicowego pola przekroju drzewostanu (G [m²]) do wieku dla różnych wskaźników bonitacji z tablic zasobności Lockowa i Lockow (2016)

Fig. 4. Comparison of the dependence of the mean stand basal area from the age for different site index from Lockow and Lockow (2016) yield tables

Ryc. 5. Zależność od wieku reszt modelu regresyjnego dla przeciętnej wysokości opracowanego na podstawie danych z powierzchni próbnych

Fig. 5. Age-dependence of the residuals of the regression model for the mean height based on data from the sample plots



Ryc. 6. Porównanie zależności przeciętnej wysokości do wieku dla różnych wskaźników bonitacji z tablic zasobności Lockowa i Lockow (2016)

Fig. 6. Comparison of the dependence of the mean height from the age for different site index from Lockow and Lockow (2016) yield tables

Porównanie wysokości przeciętnej robiniovych powierzchni próbnych (Ryc. 6) z danymi zawartymi w tablicach zasobności wskazuje, że przeciętna wysokość robinii w zachodniej Polsce znajduje się w przedziale wskaźnika bonitacji od 22 do 38. Ponadto zależność przeciętnej wysokości od wieku dla powierzchni próbnych odzwierciedla korelacje ujęte w tablicach. Dowodem tego może być przebieg logarytmicznego modelu regresyjnego opracowanego na podstawie danych z powierzchni próbnych. Model ten przebiega w bardzo zbliżony sposób do przebiegu tablicowej przeciętnej wysokości dla wskaźnika bonitacji 26 m. Dalsza analiza opracowanego modelu regresyjnego wskazuje na przewagę dodatnich wartości reszt modelu. Może to świadczyć o przeszacowaniu opracowanego modelu, (Ryc. 5).

Dyskusja

Zastosowane w pracy tablice zasobności (Lockow i Lockow 2016) są tak naprawdę tabelarycznym przedstawieniem modelu wzrostu danego gatunku drzewa opracowanego na podstawie danych pochodzących z brandenburskich drzewostanów robiniovych (Lockow i Lockow 2013). Model ten został opracowany dla bonitacji zdefiniowanej wysokością górną jaką osiąga dany drzewostan w wieku 100 lat. Zastosowane w tablicach rozwiązanie charakteryzuje możliwości produkcyjne danego drzewostanu (Panka 2014).

Sięgając do początków badań nad tablicami zasobności za podwalinę pierwszych modeli wzrostu można uznać tablice zasobności utworzone na początku XX wieku (Schwappach 1908, 1912). Zostały one opracowane na podstawie danych ze stałych powierzchni próbnych. W wyniku terytorialnych zawirowań po zakończeniu II wojny światowej, duży procent tych powierzchni znalazł się na obszarze Polski. Pozwoliło to na wykorzystanie danych zawartych w tablicach Schwappacha w zestawieniu tablic zasobności dla różnych gatunków drzew

(Szymkiewicz 1952, 1971, 1986, 2001). Tablice Schwappacha, choć powstały ponad 100 lat temu, nadal są szeroko stosowane w polskim leśnictwie zarówno w praktyce (Instrukcja... 2011), jak też w badaniach naukowych (Cieszewski i Zasada 2003).

Porównanie wyników z powierzchni próbnych z danymi zawartymi w tablicach zasobności umożliwia odniesienie się do niezależnego źródła danych, a co za tym z jednej strony ocenę produktywności analizowanych drzewostanów, a z drugiej analizę możliwości stosowania danych tablic w odniesieniu do drzewostanów robiniowych rosnących w Polsce (Zasada i in. 2015).

Wyniki uzyskane dla przeciętnej pierśnicy oraz pierśnicowego pola przekroju drzewostanu wskazują na różnice w przebiegu szeregów bonitacyjnych zawartych w tablicach zasobności i analizowanych drzewostanów robiniowych. Fakt ten uwidacznia się zwłaszcza w przypadku przeciętnej pierśnicy. Dla młodych drzewostanów (do 20 lat) uzyskany model regresyjny równa się z szeregiem bonitacyjnym dla 22 metrów, natomiast dla starszych drzewostanów (ponad 80 lat) zrównuje się w szeregiem bonitacyjnym dla 30 metrów. Natomiast z drugiej strony przebieg modelu dla przeciętnej wysokości lepiej odzwierciedla szeregi bonitacyjne tablic zasobności. Uzyskana rozbieżność wyników wskazuje na potrzebę kontynuacji badań i uwzględnienia innych cech drzewostanów takich jak zasobność czy wysokość górna.

Dalsze badania ponadto mogą być również pomocne w porównaniu parametrów wzrostu drzewostanów robiniowych z innymi głównymi gatunkami drzew rosnącymi w Polsce. Przykładem może być sosna czyli gatunek drzewa o największym udziale w polskich lasach. W lasach Brandenburgii wątek ten został poruszony przez Pankę (2014). Autor w badaniach wykazał zdecydowaną przewagę robinii utrzymującą się przez cały okres produkcyjny. Wskazał, że drzewostany robinie dla I klasy bonitacji, w wieku do 50 lat, są ponad 10 metrów wyższe niż analogiczne drzewostany sosnowe.

Wnioski

- Tymczasowe powierzchnie badawcze zakładane w układzie chronosekwencji mogą stanowić alternatywę dla stałych powierzchni (mierzonych okresowo), ponieważ pozwalają na śledzenie zmian cech drzewostanów w czasie.
- Zastosowanie metod regresyjnych (np. modele logarytmiczne) umożliwiają matematyczne odzwierciedlenie zmiany z wiekiem analizowanych cech drzewostanów robiniowych.
- W odniesieniu do tablic zasobności przeciętna pierśnica przekrojowa oraz pierśnicowe pole przekroju drzewostanu uzyskane na podstawie powierzchni próbnych cechują się intensywniejszym wzrostem w czasie.
- Zależność przeciętnej wysokości od wieku dla powierzchni próbnych odzwierciedla korelacje ujęte w tablicach zasobności.
- Istnieje potrzeba kontynuacji badań z uwzględnieniem innych parametrów drzewostanów (np. zasobność) celem rozwiania uzyskanych w wynikach rozbieżności.

Podziękowania

Praca powstała w ramach projektu pt. „Ekologiczne i ekonomiczne konsekwencje występowania wybranych obcych drzew leśnych w Polsce”, finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

Literatura

- Cieszewski C.J., Zasada M. 2003. Model bonitacyjny dla sosny na podstawie tablic zasobności Szymkiewicza. Sylwan 147 (1): 51-62.
- Erteld W. 1952. Wachstum und Ertrag der Robinie im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Rozprawa doktorska Humboldt-Universität Berlin: 144.
- Fowells H.A. 1965. Silvics Of Forest Trees Of The United States: Agriculture Handbook No. 271, First edition. ed. U.S. Department of Agriculture.
- Instrukcja zarządzania lasu, 2011. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, Warszawa.
- Klisz M., Wojda T. 2013. Czy bronić robinii? Las Pol.
- Li G., Xu G., Guo K., Du S. 2014. Mapping the Global Potential Geographical Distribution of Black Locust (*Robinia Pseudoacacia* L.) Using Herbarium Data and a Maximum Entropy Model. Forests 5: 2773-2792.
- Lockow K.W., Lockow J. 2013. Die Robinie – eine schnellwachsende Baumart mit wertvollen Holzeigenschaften. Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland, Mitteilungen 1: 8.
- Lockow K.W., Lockow J. 2016. Ertragstafel für die Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.). Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland, Mitteilungen. NWM-Verlag.
- Näslund M. 1929. Antalet provträäd och höjddkvtvans noggrannhet.
- Nowiński M. 1977. Dzieje roślin i upraw ogrodniczych. PWRiL, Warszawa.
- Panka S. 2014. Wzrost i rozwój robinii akacyjowej na obszarze półn.-wsch. Niziny Niemieckiej na przykładzie powierzchni badawczych. Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde
- Schwappach A. 1908. Die Kiefer. Wirtschaftliche und statische Untersuchungen der Forstlichen Abteilung der Hauptstation des forstlichen Versuchswechens in Eberswalde.
- Schwappach A. 1912. Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten in tabellarischer und graphischer Form.
- Szymkiewicz B. 1952. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów ważniejszych gatunków drzew leśnych, zestawione na podstawie tablic Schwappacha i tablic radzieckich. PWRiL, Warszawa.
- Szymkiewicz B. 1971. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów ważniejszych gatunków drzew leśnych, zestawione na podstawie tablic niemieckich, radzieckich i polskich. PWRiL, Warszawa.
- Szymkiewicz B. 1986. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Szymkiewicz B. 2001. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów ważniejszych gatunków drzew leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Tokarska-Guzik B. 2005. The Establishment and Spread of Alien Plant Species (*Kenophytes*) in the Flora of Poland. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
- Vítková M., Müllerová J., Sádlo J., Pergl J., Pyšek P. 2017. Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. For. Ecol. Manag. 384: 287-302.
- Weber E. 2003. Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds. CABI Publishing, Wallingford, U.K.
- Zasada M., Bronisz K., Bijak S., Dudek A., Bruchwald A., Wojtan R., Tomusiak R., Bronisz A., Wróblewski L., Michalak K. 2009. Effect of the cutting age and thinning intensity on biomass and carbon sequestration – the Gubin Forest District case study. Folia For. Pol. Ser. For. 51: 138-144.
- Zasada M., Panka S., Sagan J. 2015. Ocena możliwości zastosowania tablic Bergela dla daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Polsce. Sylwan 159 (5): 619-631.

Karol Bronisz

SGGW w Warszawie,

Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu

karol.bronisz@wl.sggw.pl