

PIOTR DASZKIEWICZ¹, JACEK OLEKSYN²

**Odkrycie „prawa wzrostu sosny”
– mało znana praca Augusta Bravais**

**„Law of Scots pine growth”
– little known publication of August Bravais**

¹Muséum National d’Histoire Naturelle,
Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité,
61, rue Buffon, 75005 Paris, France, e-mail: piotrdas@mnhn.fr

²Instytut Dendrologii PAN, ul. Parkowa 5, 62-035 Kórnik
²Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology,
Parkowa 5, 62-035 Kórnik, Poland

ABSTRACT. In 19th century France there was consensus among scientists that for adequate wood supply for mast construction it would be necessary to introduce high quality Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances from other countries. Along with selection of adequate seed sources, the most crucial issue was understanding the relationship between wood quality and environmental conditions of tree growth. Already in the 18th century scientists had noticed similarities between environmental conditions, flora, and fauna of mountain and Nordic biomes. However, very little was known if „harsh” mountain climate is necessary for growth of Scots pine suitable for ship masts. Most of the initial Scots pine introductions for that purpose were located in the Bretagne. The first results of this effort raised interest in exploring the links between wood quality and environmental conditions and searching for suitable Scots pine ecotypes.

The turn of 18th and 19th centuries was also characterized by rapid development of applied mathematics in France. In that period the first attempts were made to define plant growth and morphology using mathematical tools. In the mid 19th century an effort was made by August Bravais (1811-1863), an outstanding French crystallographer, mathematician and Navy officer to uncover biogeographical factors affecting growth of Scots pine. That study was conducted by the Bravais expedition during a yearlong stay in Hammerfest, northern Norway (70°39’N, 23°41’E) related to the technical problems of their ship.

Bravais observed that Scots pine logs used by a copper smelter differed in ring widths depending on latitude of tree origin. Based on measurements of ring-widths of trees from different latitudes he formulated the unified law of Scots pine growth. Based on relationships between stand latitude, climatic factors and tree growth he was able to define regions in French mountains appropriate for introduction of Scots pine suitable for growing mast-quality trees. However, despite the high priority devoted by French authorities to the development of tree plantations necessary for mast and ship building and high position of August Bravais in science, his ideas were never implemented. Despite that, Bravais’ work was an important step in the history of forest science, biometry and ecological biogeography of trees.

Key words: *Pinus sylvestris*, history of forest science, ship timber, ship masts, biogeography, navy

Wstęp

W dziewiętnastowiecznej Francji powszechnie zdawano sobie sprawę z konieczności introdukcji sosny pospolitej (*Pinus sylvestris* L.) przydatnej do produkcji masztów (Thouin 1820, Delamarre 1826, Vilmorin 1864, Daszkiewicz, Oleksyn 2005). Obok problemu proveniencji sprowadzanych nasion, najważniejszym zagadnieniem dla powodzenia introdukcji było ustalenie warunków środowiskowych, niezbędnych dla otrzymania drzew, które odpowiadałyby kryteriom technicznym stawianym sośnie masztowej przez marynarkę wojenną i handlową.

Należy przypomnieć, że jeszcze w drugiej połowie dziewiętnastego wieku o wzroście sosny wiedziano bardzo niewiele. Pierwsze obserwacje z doświadczeń Vilmorina (1864) i Delamarre'a (1820 i 1826) potwierdzały istnienie różnic między różnymi proveniencjami sosny pospolitej. Już w osiemnastym wieku (Duhamel du Monceau 1760, Pallas 1779-1787) obserwowano, że warunki środowiskowe mają znaczny wpływ na jakość drzew masztowych. Wiedziano także, że najlepsze sosny dla potrzeb marynarki pochodziły albo z gór, albo z północy Europy. Podkreślano więc znaczenie surowych i długich zim dla wzrostu sosny (Thouin 1820).

Warto także zauważyć, że już w osiemnastym wieku zwrócono uwagę na podobieństwo warunków środowiskowych wysokich gór i dalekiej północy, i wynikającą z tego analogię składu flory i fauny górskiej i borealnej (Linné 1758, Gilibert 1798).

Jest więc oczywiste, że opierając się na powyższych przesłankach, przy wyborze lokalizacji introdukcji sosny masztowej często wskazywano na góry, zwłaszcza Alpy, jako najbardziej odpowiednie miejsce dla zakładania upraw sosny pospolitej przeznaczonej do produkcji masztów. Oczywiście, brano także pod uwagę taki czynnik jak bliskość rzek niezbędnych dla transportu drewna na wybrzeże. Rezultat, jakże kosztownego, introdukowania sosny do Francji, z racji nieznajomości reguł rządzących wzrostem sosny, pozostawał jednak wielką niewiadomą. Nie wiedziano zresztą, czy faktycznie ów surowy, górski klimat jest niezbędny dla otrzymania „sosny masztowej”. Większość pierwszych francuskich introdukcji zlokalizowana była w nadmorskiej Bretanii, gdzie za pośrednictwem mistrzów masztowych dotarły pierwsze nasiona sosny z Rygi (Daszkiewicz, Oleksyn 2005), i skąd blisko było do arsenałów i stoczni francuskiej marynarki. Dla powodzenia przedsięwzięć introdukcyjnych niezbędne więc było poznanie wpływu czynników środowiskowych na wzrost sosny na tych terenach, gdzie występowały ekotypy przydatne dla potrzeb skutniczych.

Przełom osiemnastego i dziewiętnastego wieku to okres bardzo gwałtownego rozwoju francuskiej matematyki. Bardzo dynamicznie rozwijała się także matematyka stosowana. Próbowano m.in. znaleźć matematyczne wzory opisujące zjawiska przyrodnicze. Już na przełomie osiemnastego i dziewiętnastego wieku stosowano metody matematyczne w botanice, starając się na przykład przy

pomocy równań opisać zależność między cechami morfologicznymi jak również wzrost roślin. Nic więc dziwnego, że w celu opisanego wzrostu sosny i określenia czynników nim rządzących należało, w opinii dziewiętnastowiecznych francuskich przyrodników, odwołać się do języka matematyki. Wobec tego, że czas niezbędny dla uzyskania ostatecznych rezultatów doświadczeń proweniencyjnych należało szacować w dziesięcioleciach, jak i wobec braku danych pochodzących z północnej Europy, ustalenie praw rządzących wzrostem sosny stanowiło dla francuskich badaczy połowy dziewiętnastego wieku poważne wyzwanie. Uczonym, który podjął się tego zadania, był August Bravais (1811-1863). Część badań dotyczących sosny August Bravais wykonał przy współpracy z botanikiem Charlesem Martinsem (1806-1889).

August Bravais, naukowiec i podróżnik

August Bravais ukończył w 1831 roku jedną z najbardziej prestiżowych francuskich wojskowych szkół technicznych, École Polytechnique. Po jej ukończeniu został oficerem marynarki i następnie profesorem fizyki w tejże szkole. Choć Bravais znany jest dzisiaj głównie krystalografom z racji zdefiniowania 32 klas kryształów i wykazania istnienia w strukturze kryształów podstawowych sieci przestrzennych, po dzień dzisiejszy zwanych sieciami Bravais, to jego zainteresowania były znacznie szersze. Przez szereg lat zajmował się zagadnieniami szczególnie istotnymi dla francuskiej marynarki wojennej, stąd prace „Sur l'équilibre des corps flottants” [O równowadze ciał pływających, Bravais 1840] oraz badania w dziedzinie kartografii, w których wykrył błędy metod pomiarowych, stosowanych dla wyznaczania pozycji okrętów, co z kolei było przyczyną niedokładności map nawigacyjnych (Reynaud 1991).

Bravais interesował się także naukami przyrodniczymi. Z kolejnych wypraw wojskowych przesyłał do Paryża okazy przyrodnicze, między innymi nowy gatunek gada *Amphisbaena elegans* (= *Trogonophis wiegmanii*) i skorupiaka *Estheria bravaisi*. Zajmował się też amatorsko paleontologią. Zawdzięczamy mu odkrycie nowego gatunku amonita *Ammonites bravaisianus* (= *Prionocyclus bravaisianus*), opisanego później przez d'Orbigniego (Reynaud 1991).

Z uwagi na przyrodnicze zainteresowania i na jego własną prośbę, marynarka urlopowwała Augusta Bravais, aby mógł studiować nauki przyrodnicze w Muséum National d'Histoire Naturelle (Narodowe Muzeum Historii Naturalnej) w Paryżu. Bravais, znany już wówczas ze swoich prac matematycznych, z dużym powodzeniem przedstawił równania, które opisywały cechy morfologiczne oraz rozkład liści i kwiatostanów roślin (Bravais 1838, Bravais, Martins 1838). Do najważniejszych prac Augusta Bravais należy cykl publikacji z ekspedycji zorganizowanej przez Comission Scientifique du Nord (Komisję Naukową Północy), interdyscyplinarną francuską instytucję powołaną dla badań geografii i zasobów naturalnych północnej Europy.

Wybór zagadnienia wzrostu sosny jako tematu pracy w trakcie wyprawy na północ Europy

August Bravais, wspólnie z botanikiem i geografem Charlesem Martinsem, kierował wyprawą na Spitsbergen i do Laponii. Statek wyprawy – La Recherche – został ze względu na uszkodzenie kadłuba zmuszony do przeszło rocznego postoju w niewielkim porcie Hammerfest w północnej Norwegii (70°39'N, 23°41'E).

W okresie tego przymusowego postoju uczestnicy wyprawy opisali pobliską kopalnię miedzi w Kaafiord oraz przeprowadzili badania zorzy polarnej, badania geologiczne i pomiary antropometryczne Lapończyków (Reynaud 1991). Wtedy także, trochę przez przypadek, Bravais postanowił zająć się problemem wzrostu sosny. Tak pisał o swoich spostrzeżeniach:

„W trakcie pobytu w hucie [miedzi] w Kaafiord (69°57'N 20°40'E) uderzyła mnie niewielka grubość rocznych przyrostów kilku sosen pospolitych, ściętych dla potrzeb fabryki. Były one tak wąskie, że mogłem je rozróżnić jedynie pod lupą. Postanowiłem policzyć je i zmierzyć na pewnej liczbie pni, i powtórzyć te pomiary na różnych szerokościach geograficznych w trakcie naszej podróży powrotnej do Francji. Celem badań było odkrycie praw rządzących wzrostem sosny pospolitej pod różnymi szerokościami geograficznymi, od 50 do 70 równoleżnika. Badania te wydały mi się tym bardziej interesujące, że w żadnym innym kraju zasięg sosny pospolitej nie osiąga 70 równoleżnika¹ i mogliśmy nasze badania przeprowadzić na osobnikach będących pionierami roślinności leśnej, albowiem sosna pospolita nie przekracza tej szerokości w Szwecji, podobnie zresztą jak olsza szara *Alnus incana* Wahlb., osika *Populus tremula* L., jarzębina *Sorbus aucuparia* L. Białe brzozy i kilka [gatunków] wierzb to jedyne rośliny drzewiaste w okolicach Hammerfest, 40' dalej na północ [od tego miejsca].”

Autorzy sprawozdania, choć nie byli leśnikami, wiedzieli przecież, że „sosna skandynawska w wysokim stopniu posiada rzadkie cechy, jakich wymaga się w szkutnictwie od drewna konstrukcyjnego” (Bravais, Martins 1841). Byli także świadomi ekonomicznego i militarne znaczenia lasów sosnowych oraz wynikającej z tego konieczności przeprowadzenia badań geograficznej zmienności wzrostu sosny: „...gdyby podjęte zostały próby zasiania lasów sosnowych, po kilku wiekach marynarka nasza zostałaby uwolniona od kontrybucji, jaką płacimy Szwecji i Rosji, być może praca ta dostarczy kilku użytecznych wskazówek na ten temat” (Bravais, Martins 1841).

Znaczenie sosny pospolitej dla floty sprawiło, że autorzy raportu zainteresowali się właśnie tym gatunkiem: „Pomiędzy wszystkimi tymi gatunkami drzew [to znaczy występującymi na terenach badanych przez wyprawę], sosna pospolita wyróżnia się swoją nadzwyczajną użytecznością. Jest to jedyne drzewo, które może być w tych arktycznych regionach używane w budownictwie. Sosna skandynawska jest pod tym względem bardzo dobrej jakości, a dla budowniczych okrętów jest jeszcze cenniejsza. Dlatego marynarze przedkładają ją nad świerk,

Abies excelsa Poir. [= *Picea abies* (L.) H. Karst.], który dominuje wraz z sosną na tym ogromnym półwyspie. W przemyśle tartaczym sosnę rozpoznaje się po różowawym drewnie dobrej jakości, po korze tego samego koloru, splekanej w grube, romboidalne łuski i po białawym kolorze bieli. W stocznicach używa się jej głównie do konstrukcji burt statków, obramowań i, zwłaszcza, do masztów. O pniu równie prostym jak świerk i podobnych rozmiarów, sosna jest mniej narażona na psucie się. Świerk ma drewno białawe o delikatnym ziarnie, szczególnie przydatne stolarce domowej i wykończeniach meblarskich, albowiem po heblowaniu jest gładziej od sosnowego. Gdy brakuje drewna sosnowego, zastępuje się je w marynarce świerkowym, zwłaszcza do omasztowań i drobnej stolarki” (Bravais, Martins 1841).

Niewątpliwie nie bez znaczenia dla powstania pracy było to, że materiał badawczy, czyli ścięte sosny pochodzące z odległych od siebie miejsc o zróżnicowanym położeniu geograficznym, stanowiły materiał niewątpliwie unikalny i, co ważne, niedostępny we Francji.

Metody pracy Augusta Bravais

Opis przemysłu północnej Europy był jednym z celów wyprawy zorganizowanej przez Komisję Naukową Północy. W cytowanym powyżej fragmencie pracy Bravais i Martins pisali, że uderzyła ich niewielka szerokość rocznych przyrostów sosny w jednej z odwiedzanych fabryk. Wspomniana przez nich huta miedzi, jak i inne nieduże przedsiębiorstwa, wykorzystywały sosnę sprowadzoną nie tylko z najbliższej okolicy, ale i z innych części Szwecji. Drewno składowano niekiedy stosunkowo długo, nawet ponad rok. Bravais zauważył, że pnie drzew w różnych odwiedzanych przez niego zakładach przemysłowych, jak i pnie z tej samej fabryki, ale przywiezione z różnych części kraju, różniły się szerokością słoje przyrostów rocznych. Wpadł więc na prosty pomysł zmierzenia szerokości przyrostów radialnych drzew składowanych w różnych odwiedzanych zakładach przemysłowych. Znajdąc miejsce, z którego drzewa te sprowadzono, mógł dokonać analizy związku między szerokością słoje a szerokością geograficzną, na której rósł eksploatowany las. Bravais i Martins pisali: „Sosny, które zmierzaliśmy w Kaafiord [w sumie zmierzono 80 drzew], pochodziły z okolicy fabryki, te, które znaleźliśmy na budowach w Haparanda, były ścięte poprzedniego roku nad brzegiem rzeki Torneo, niedaleko miasteczka Pello (66°48'N, 21°40'E). Sosny z Geffle (60°40'N, 14°50' E) pochodziły z wnętrza lasów [...]. Były one zmagazynowane w stocznicy. W Halle (51°30' N i 9°40' E) zmierzaliśmy pnie, które pozostały po ścięciu w lesie Giebichstein, w pobliżu tego miasteczka. [...] Wśród ściętych pni wybraliśmy te, których słoje były najwyraźniejsze, i zarazem takie, których środek nie był zniszczony przez wilgoć. Aby policzyć i zmierzyć słoje stosowaliśmy metodę proponowaną przez de Candolle'a [w artykule „Notice sur la longévité des Arbres” czyli w „Notatce o długowieczności drzew”, opublikowanym w Bibliothéque Universelle, w maju 1831]”.

Przygotowanie materiału nie wymagało żadnych specjalnych przyrządów: „Po wyrównaniu siekierą [przekroju] pnia, szlifowałem go papierem ściernym, od środka ku obwodowi pnia. Następnie połączyłem cienką linią najpierw środek, a następnie słoje, których położenie pragnąłem oznaczyć. Zaznaczałem także ostatni przyrost odnotowując, który to był stój roczny, czyli jaki był wiek drzewa. Powierzchnia cięcia pnia była prawie zawsze skośna [pnie ścinano pod kątem różnym od kąta prostego], co wynikało ze sposobu spuszczenia drzew praktykowanych przez szwedzkich drwali. To odchylenie od poziomu powodowało konieczność zaokrąglenia [w oryginale „zmniejszenia”] wartości otrzymanych w wyniku pomiaru tak, aby były one takie, jaką otrzymalibyśmy w przypadku, gdyby powierzchnia cięcia była płaska. Było to konieczne, by w ten sposób rezultaty pomiarów poszczególnych drzew można było porównać. W tym celu mierzyliśmy zawsze promień lub obwód okorowanego pnia i redukowaliśmy wartości mierzone na powierzchni pochyłej do wartości „cięcia normalnego”. Inny problem związany był z tym, że środek pnia, określony przez położenie rdzenia, nie zawsze pokrywa się z jego środkiem geometrycznym. W takim przypadku dokonywaliśmy pomiarów na promieniu idącym od centrum do obwodu, wybierając taki promień, na którym słoje były najwyraźniejsze. Następnie redukowaliśmy otrzymane wartości do wielkości, jaką otrzymałoby się, gdyby środek pnia znajdował się idealnie w centrum okręgu”.

Otrzymane wyniki i opracowanie „prawa wzrostu sosny”

Otrzymane rezultaty miały oczywiście posłużyć do wyprowadzenia ogólniejszych reguł i opracowania możliwości przewidywania wzrostu sosny w lasach pochodzących z różnych szerokości geograficznych. Najważniejszy rozdział pracy jest zatytułowany: „Prawo wzrostu sosny”. Pierwszą regułą, jaką Bravais usiłował wyrazić ilościowo² i odkryć rządzące nią zależności, było zmniejszania się szerokości przyrostów rocznych wraz z wiekiem drzewa: „Wielkości rozmiarów przyrostów rocznych zmniejszają się w sposób dość regularny. Zdarza się jednakże niekiedy, że wielkość przyrostu rocznego jest większa od wielkości przyrostu poprzedniego roku. Zdarza się to zwłaszcza dla średnich otrzymanych z małej liczby obserwacji. Tylko w jednym przypadku obserwowaliśmy to dla wyników otrzymanych ze znaczącej ilości obserwacji, ale i wówczas, trzeba to podkreślić, wszystkie kolejne słoje roczne potwierdzały już regułę zmniejszania się wielkości kolejnych przyrostów i zasada ogólna szybko wracała do normy. [...] Prawo zmniejszania się przyrostów rocznych funkcjonuje pomimo lokalnych odchyień, które z pewnością zniknęłyby, gdyby zmierzyć większą ilość niż 20 lub 30 drzew, jak to uczyniłem.

Jak określić związek pomiędzy wiekiem drzewa a jego średnim przyrostem rocznym w różnych okresach jego życia, lub, inaczej formułując pytanie, pomiędzy kolejnymi średnicami pnia w jej „stanie średnim” [dosłownie „dans

son état moyen”] lub, prościej, pomiędzy średnicą a wiekiem u sosny idealnej? Oczywiście wiadomo, że – ogólnie rzecz biorąc – szerokość przyrostów drewna zmniejsza się z wiekiem. Ale te bardzo ogólne stwierdzenia i wyniki pobieżnych obserwacji wystarczają jedynie do równie ogólnikowych stwierdzeń, nie mają jednak tej wartości, jaką dają wyniki badań naukowych. Wszędzie, gdzie w grę wchodzi liczba, wymagać należy bardzo dokładnych pomiarów. Uśrednione wyniki tych pomiarów są wyrazem ogólnych praw. Wielki botanik de Candolle tak pisał o pracach tego rodzaju, jaką dzisiaj prezentuję: „Tablice wzrostu radialnego, dla wielkiej liczby gatunków i osobników każdego gatunku, pozwoliłyby na otrzymanie rezultatów szczególnie interesujących dla poznania roślinności: uzyskując dla każdego gatunku średnią jego przyrostu rocznego możliwym byłoby znając obwód drzewa, określić z dużym prawdopodobieństwem jego wieku” „.

Maksymalny wiek, jaki osiągają rośliny i zwierzęta, bardzo interesował przyrodników francuskich początku dziewiętnastego wieku. To, że nie mogli sięgnąć w przeszłość dalej niż dwa stulecia wstecz, by porównać dane historyczne pozostawione w opisach dawnych przyrodników z nadal żyjącymi okazami (jak baobab opisywany w Afryce przez Adansona czy drzewa z okolic Montpellier znane z opisów Bellona), wywoływało dyskusję na temat: jak można określić wiek drzewa? Dyskusję, w jaką angażowali się często najwybitniejsi przyrodnicy. W przypadku sosny pospolitej pytanie o to, czy okres życia drzewa może przekroczyć sto lat, było dyskutowane we Francji przez cały dziewiętnasty wiek. Zarówno dla de Candolle’a na początku dziewiętnastego wieku, jak i dla Bravais kilkadziesiąt lat później, zagadnienie to posiadało zresztą także pierwszorzędne znaczenie praktyczne, albowiem „...znając średni przyrost charakterystyczny dla poszczególnych gatunków można by ocenić – znając szerokość poszczególnych warstw każdego pnia – to, czy dany osobnik odchyła się mniej lub bardziej od wartości charakterystycznych dla danego gatunku, można by także wyprowadzić regułę dokładnie określającą wiek, w jakim należy ścinać niektóre drzewa” (Bravais, Martins 1841).

W rozwoju nauk przyrodniczych w dziewiętnastowiecznej Francji dużą rolę odgrywały instrukcje dla podróżników wydawane przez administrację morską i kolonialną – w jaki sposób zbierać okazy; w jaki sposób je przechowywać i transportować, a także, jakiego typu okazy i informacje z różnych części świata są szczególnie ważne dla francuskiej nauki i gospodarki (Daszkiewicz 1997, Kury 1998). Instrukcje te adresowano zresztą nie tylko do podróżników, ale także kapitanów statków, dyplomatów, wojskowych i urzędników pracujących w koloniach lub poza granicami Francji. Bravais pragnął, aby zalecenia prowadzenia pomiarów przekrojów drzew i odnotowywania ich wieku zostały także włączone do owych instrukcji: „Pozwalam więc sobie twierdzić, że tablice przekrojów poprzecznych są szczególnie użyteczne i zalecam dalsze prace nad nimi zarówno podróżnikom jak i tym, którzy znajdują się w pobliżu wielkich zrębów leśnych” (Bravais, Martins 1841).

Po przedstawieniu w tabelach wyników i wykreśleniu krzywych reprezentujących średnie wzrostu poszczególnych populacji sosen, Bravais zaproponował wzór wyrażający zależność pomiędzy promieniem pnia, wiekiem drzewa i stałą, która była związana z przynależnością drzewa do danej populacji. Wyrażając matematycznie zależność pomiędzy przyrostami rocznymi a wiekiem drzewa i szerokością geograficzną, pod którą sosna rosła, Bravais ubolewał, że nie mógł sprawdzić warunków glebowych, w jakich mierzone przez nich sosny rosły przed ścięciem. Pisał jednak, iż „jest prawdopodobne, że przyrost byłby zróżnicowany w zależności od różnych warunków glebowych, dla różnych stanowisk z tej samej szerokości geograficznej. Brak jednak badań, aby móc wypowiedzieć się na ten temat” (Bravais, Martins 1841).

W trakcie swych prac Bravais nie zapominał oczywiście, że jego celem było zbadanie, w jakich warunkach otrzymywać można sosny dla potrzeb marynarki. Zanalizował więc także ewentualną przydatność badanych sosen szwedzkich dla marynarki: „Zanim zakończę ten rozdział chciałbym przypomnieć, że sosny z Geffle [Gävle, 60°40'N, 17°10'E] i okolic są najpiękniejsze w całej Szwecji, a ich drewno jest zarazem najodpowiedniejsze dla potrzeb floty. W klimacie bardziej południowym wzrost roślinności jest dużo szybszy. Wynika z tego, że słoje są szersze, a drewno mniej gęste; w dodatku ten szybki wzrost szybko też ustaje i drzewo przestaje się rozwijać. Sosny z Kaafiord mają drewno twardsze i bardziej zwarte niż te z Geffle, lecz nie jest ono aż tak elastyczne. Tym właśnie tak cennym zaletom sosen ze środkowej Szwecji marynarka handlowa tego kraju zawdzięcza wysoką jakość jej statków. Ponieważ roczne przyrosty zmniejszają się powoli, drzewa z Geffle mogą osiągnąć znaczące rozmiary. Te z okolic Kaafiord przeciwnie – mają wczesne przyrosty zbyt małe, aby osiągnąć podobną grubość” (Bravais, Martins 1841).

W swojej analizie brał także pod uwagę możliwość działania innych czynników. W rozdziale zatytułowanym „O zmienności wzrostu” pisał, że „możemy przyjąć za pewne, że [wielkość] przyrostu radialnego jednego roku ma niewielki wpływ na wielkość przyrostu roku następnego”. Zauważył także, że „granica pomiędzy bielą a twardziłą zaznacza się dość wyraźnie w pniach sosen północnych, a jest dużo mniej widoczna w naszym, umiarkowanym klimacie”.

Oczywiście, zainteresowany „prawami wzrostu sosny” jak i lepszym poznaniem sosny masztowej dla potrzeb francuskiej marynarki, Bravais interesował się także wzrostem sosny na wysokość i związkiem tego wzrostu z szerokością geograficzną.

Bravais otrzymał także wyniki z Haguenau (Alzacja) i zastosował do ich analizy swoje prawo wzrostu (opublikowane później w *Memoires de Société des Sciences et Arts de Strasbourg*, vol. II). Odrębny rozdział poświęcił warunkom rozmieszczenia geograficznego sosny w Europie. Jest to zresztą jeden z dwóch rozdziałów, które są podsumowaniem, dyskusją i próbą wyciągnięcia praktycznych wniosków z obserwacji i pomiarów wykonanych przez Bravais na sosnie: „Całość niniejszej pracy udowadnia, że klimat i gleba działają na sosnę

w bardzo różny sposób. W efekcie szerokość przyrostów rocznych maleje w miarę zbliżania się do bieguna, to znaczy tam, gdzie klimat staje się coraz bardziej surowy. Ale temperatura nie ma wpływu na żywotność i to podczas całego życia drzewa. W ten sposób sosny z Pello, choć początkowo rosną szybciej niż sosny z Kaafiord, to ich wzrost także szybciej ulega spowolnieniu” (Bravais, Martins 1841).

Praktyczne konsekwencje „prawa wzrostu sosny” dla uprawy sosny masztowej

W swoich pracach Bravais i współpracownicy analizowali wpływ klimatu na wzrost sosny. Wspominał także kilkakrotnie o ewentualnym wpływie czynników glebowych. Problem wewnątrzgatunkowej zmienności sosny i ewentualnego wpływu proveniencji – choć tak szeroko dyskutowany we Francji – w ogóle nie pojawia się w jego pracy. Analizował on jednak sosny na różnych stanowiskach, czyli badał wpływ proveniencji. Fakt, że pomimo tego proponował jako sosnę masztową sosnę z Geffle, a nie ograniczał się wyłącznie do dyskusji warunków klimatycznych, świadczy jednak o tym, że bez szczegółowej dyskusji i analizy, przywiązywał jednak wagę także do czynnika genetycznego.

Opracowanie zaleceń, jak wybrać odpowiednie miejsca dla uprawy sosny masztowej we Francji, to dla autora najważniejsze osiągnięcie badań. Bravais pisał: „Uzyska się dobry przyrost wybierając miejsca o dobrym klimacie i odpowiednim położeniu. Jeśli zatem sosny wysiejemy lub wysadzimy tam, gdzie gleba jest piaszczysta i sucha, próchnicza lub choćby pokryta cienką warstwą ściółki, przyrost sosny będzie szybki, ale drzewa nie urosną, jeśli nie osłonimy ich od silnych górskich wiatrów, przed zejściem lawin i przed powodzią. Aby spełnić drugi niezbędny warunek, to znaczy aby roczne przyrosty miały około jednego milimetra szerokości, trzeba uprawę sosny prowadzić na takiej wysokości, gdzie klimat jest jak najbardziej zbliżony do klimatu regionu pomiędzy Hernoesand i Uppsalą, regionu, który dostarcza sosnę konstruktorom z Geffle” (Bravais, Martins 1841).

Analizując średnie roczne temperatury tych miast Bravais pisze: „w tej okolicy podczas zimy wzrost sosny jest całkowicie zahamowany. Na równinach Francji wręcz przeciwnie, drzewo to rośnie w ciągu całego roku [twierdzenie to jest nieprawdziwe i świadczy o nieznamości przez Bravais fizjologii sosny – P.D. i J.O.] i słoje osiągają niekiedy grubość kilku centymetrów. Nawet w Haguenau, gdzie zimy są surowsze niż na większości terytorium Francji, średni przyrost roczny wynosi 2,8 mm, to znaczy prawie trzykrotnie więcej niż w Geffle. Wynika z tego, że wysoko w górach trzeba szukać takich warunków klimatu, gdzie lato jest wystarczająco krótkie, aby grubość rocznego przyrostu nie przekraczała 1 mm, a zima wystarczająco surowa, aby całkowicie zatrzymać wzrost” (Bravais, Martins 1841).

Po analizie średnich rocznych temperatur Alp i Alzacji Bravais doszedł

do wniosku, że: „Strasburg jest położony 144 m nad poziomem morza. Wysokości pomiędzy 800 a 1200 metrów, przy odpowiedniej glebie i stanowiskach, mogą dać nam sosny o właściwościach odpowiednich dla konstruktorów statków. Na granicy 1200 metrów lato jest wystarczająco ciepłe, ponieważ średnia temperatura różni się zaledwie o 1,7° od temperatury z Hernoesand, a – jak widzieliśmy – spotyka się jeszcze wspaniałe sosny na północ od tego miasta. Jeśli uprawy sosny leżałyby wyżej, to gwałtowne wiatry będą przeszkodą dla wzrostu drzew, jeśli z kolei umiejscowić je niżej, to łagodna zima nie zahamowałaby wystarczająco ich wzrostu i przyrosty roczne byłyby zbyt grube. Tak więc uprawy sosny na potrzeby floty należy lokalizować w podanych przez nas granicach wysokości” (Bravais, Martins 1841).

Powracając do omówienia warunków panujących w Alzacji w okolicach Strasburga Bravais i Martins (1841) pisali: „Nie należy jednak zapominać o tym, że klimat europejskich równin jest lepszy od klimatu górskiego. W rzeczywistości sosnie potrzeba dla odpowiedniego rozwoju ciepłego lata o średniej temperaturze 13-14°C i surowej zimy, której średnia temperatura jest bez znaczenia, byle była niższa od minus 4°C. Pomimo jednak owych przeszkód natury klimatycznej nie należy się zniechęcać do uprawy sosny na równinach. Po drugiej stronie Renu lasy Schwarzwaldy dostarczają drewna holenderskim konstruktorom statków”.

Próbując geograficznie zlokalizować we Francji tereny odpowiednie dla uprawy sosny masztowej Bravais pisze, że „... sosnę należy uprawiać zwłaszcza w departamentach Wysokich Alp, w regionie Isère. Doliny, którymi płyną rzeki Durance, Ubaye, Drac, Romanche, Arc i Isère, pełne są odpowiednich miejsc, często w formie górskich tarasów, z dogodnymi możliwościami transportu. Jednakże brak danych meteorologicznych dla miast Grenoble, Briançon, Gap, Embrun czy Barcelonette uniemożliwia mi podanie precyzyjniejszych danych dotyczących wysokości, na których trzeba zakładać uprawy. Wiadomo jednak, że Briançon znajduje się na wysokości 1306 metrów nad poziomem morza, biorąc więc jako punkt wyjścia średnie temperatury Genewy i Awinionu, i różnice w szerokości geograficznej tych trzech miast, średnia temperatura Briançon powinna wynosić trochę mniej niż 6 °C. W okolicach tego miasta, w tym na terenach położonych do 500 m wyżej, powinniśmy więc próbować uprawiać sosnę. Nie muszę dodawać, że te informacje są jedynie wskazówkami dla doświadczonych leśników, którzy dokonają odpowiedniego wyboru kierując się swoim doświadczeniem. Szczęśliwym, jeśli rozprawa ta zawiera kilka informacji użytecznych, a zwłaszcza, jeśli wpłynie mobilizująco na rząd uświadamiając mu konieczność zalesienia naszych gór w interesie naszej marynarki, rolnictwa i handlu” (Bravais, Martins 1841).

Ostatnia część pracy nosi tytuł „Kilka warunków niezbędnych, aby otrzymać we Francji sosnę odpowiednią dla marynarki”. Odpowiadając na pytanie, jakie cechy musi posiadać sosna, aby była zdatna dla potrzeb floty, Bravais zwraca uwagę na dwie cechy – pień musi być prosty na długości od 20 do 30 metrów i musi mieć odpowiednią średnicę u podstawy, a średnia szerokość słoju

nie może przekraczać 1 mm, co daje wymaganą przez marynarkę elastyczność masztów. Zauważmy, że po raz pierwszy, mimo kilkudziesięciu już lat intensywnie prowadzonych we Francji badań leśnych i botanicznych, zauważona tu została zależność „elastyczności” sosny masztowej od szerokości słoju.

Interesujące jest to, że Bravais w ogóle pominął w swojej analizie inną cechę, do której w stocznjach ciągle przywiązywano bardzo duże znaczenie, a mianowicie żywiczność (Daszkiewicz, Oleksyn 2005). Analiza opublikowanych przez Bravais prac oraz jego korespondencji nie pozwala na stwierdzenie, czy po prostu uznawał żywiczność badanych przez siebie sosen za wystarczającą i uważał, że cecha ta nie zmieni się w uprawie we Francji, czy też po prostu pominął tę cechę, nie zdając sobie sprawy z wagi, jaką przywiązywali do niej dziewiętnastowieczni konstruktorzy statków.

Analizując otrzymane rezultaty i warunki geograficzne i meteorologiczne poszczególnych regionów Francji, Bravais ustalił, że dla uprawy sosny masztowej szczególnie nadają się departamenty alpejskie, a w szczególności doliny, którymi płyną rzeki Durance, Ubaye, Drac, Romanche, Arc i Isère.

Podsumowanie

Publikacja Bravais i Martinsa (1841) z kilku względów zasługuje na przypomnienie i omówienie w kontekście historii badania sosny pospolitej i jej introdukcji we Francji. Po pierwsze, jest to jedna z pierwszych prac, w których zastosowano metody biometryczne dla potrzeb prac introdukcyjnych. Jest to także jedna z najstarszych francuskich prac z dziedziny dendrologii, w której znajdują się wyniki badań biometrycznych. Warto przypomnieć, że nawet tak inspirująca i kilkakrotnie cytowana przez Bravais praca, jak artykuł de Candolle’a z 1831 roku, postulowała jedynie prowadzenie pomiarów przekrojów drzew; w samej pracy nie zastosowano jednak żadnej z metod biometrycznych.

Po drugie, większość dziewiętnastowiecznych francuskich autorów, z wykształcenia leśników lub przyrodników, interesowała się głównie „sosną masztową” i ewentualnie pytaniem, w jakim stopniu cechy sosny północnej utrzymują się w uprawie we Francji, oraz – w jaki sposób będą się one dziedziczyć. Oczywiście wielokrotnie, i to już nawet od końca osiemnastego wieku, zadawano pytanie o wpływ warunków środowiskowych na tak poszukiwane cechy sosny masztowej, jak elastyczność i prostość jej pnia, twardość drewna czy też żywiczność. Praktycznie jednak nikt przed Augustem Bravais nie zadał pytania o miejsca upraw, ani tym bardziej nie przeprowadził analizy porównawczej czynników klimatycznych w celu określenia, gdzie we Francji należy zlokalizować uprawy sosny masztowej. Zazwyczaj ograniczano się do nieprecyzyjnego określenia, że „czas pokaże, czy sosna ryska zachowuje swoje właściwości w klimacie Francji” (Thouin 1820, Vilmorin 1864), i dodawano, że skromne wymagania glebowe sosny pospolitej sprawiają, że można ją uprawiać na nieużytkach rolnych.

August Bravais był uczonym bardzo cenionym zarówno przez świat nauki, jak i administrację, później profesorem prestiżowej Ecole Polytechnique, która kształciła techniczną elitę Francji. Upřednio już odznaczony krzyżem Legii Honorowej, w uznaniu prac przeprowadzonych w Skandynawii został także odznaczony przez króla Szwecji. Był on wreszcie od lat specjalistą pracującym dla francuskiej marynarki. Wszystkie te okoliczności pozwalają przypuszczać, że jego praca o sosnie powinna się była spotkać ze sporym zainteresowaniem. Tym bardziej, że dotyczyła problemu tak ważnego ze strategicznego i ekonomicznego punktu widzenia. W dodatku ukazała się ona w okresie, gdy we Francji zalesianie gór uznawano za szczególnie ważne. Stało się jednak inaczej. Publikacja o prawach wzrostu sosny pozostała praktycznie niezauważona. Archiwa i publikacje z tamtej epoki nie zawierają żadnej informacji na temat prób ewentualnej weryfikacji twierdzeń Bravais czy też prób wykorzystania ich badań dla potrzeb introdukcyjnych. Nikt z ważnych autorów piszących na temat introdukcji sosny, sosny ryskiej czy też lasów „dla floty” nie cytuje wspomnianej pracy. Jedynym wyjątkiem jest wspomniany już upřednio artykuł „Quelques considérations sur les pins et sur les arbres forèstieres en général” [Kilka uwag o sosnach i w ogóle drzewach leśnych] (Loiseleur-Deslongchamps 1843). Trudno dziś wytłumaczyć, dlaczego tak się stało i z jakich powodów praca ta pozostała nieznaną. Nie jest wykluczone, że wynikało to ze zmniejszającego się w drugiej połowie dziewiętnastego wieku zainteresowaniem żaglowcami oraz nowoczesnym, wyprzedzającym epokę biometrycznym ujęciem tematu biogeograficznej zmienności przyrostów drzew.

Literatura

- BRAVAIS A., 1838. Essai sur la disposition générale des feuilles. Perol, Clermont-Ferrand.
- BRAVAIS A., MARTINS C., 1838. Mémoires sur la disposition géométrique des feuilles et des inflorescences. Paul Renouard, Paris.
- BRAVAIS A., 1840. Sur l'équilibre des corps flottants. Paris.
- BRAVAIS A., MARTINS C., 1841. Recherches sur la croissance du pin sylvestre dans le nord de l'Europe. Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles, 15, 1841-1842.
- DASZKIEWICZ P., 1997. W cieniu Maison Verreaux: Paryż polskich przyrodników kolekcjonerów. Neriton, Warszawa.
- DASZKIEWICZ P., OLEKSYN J., 2003. W poszukiwaniu sosny masztowej: „Misja Chersońska”, szpiegowska operacja wywiadu króla Francji w lasach Rzeczypospolitej w świetle dokumentów z paryskiego archiwum marynarki. Sylwan 147(3): 71-83.
- DASZKIEWICZ P., OLEKSYN J., 2005. Introdukcja „sosny ryskiej” w osiemnasto- i dziewiętnastowiecznej Francji. Rocznik Dendrologiczny 53: 7-40.
- DELAMARRE L.-G., 1820. Mémoire sur la culture des pins et sur leur

- aménagement, leur exploitation et les divers emplois de leur bois. Mme Huzard, Paris.
- DELAMARRE L.-G., 1826. *Traité pratique de la culture des pins à grandes dimensions, de leur aménagement, de leur exploitation et des divers emplois de leur bois.* Mme Huzard, Paris.
- DUHAMEL DU MONCEAU H. L., 1760. *Des semis et plantations des arbres, et de leur culture; ou, Méthodes pour multiplier et élever les arbres, les planter en massifs & en avenues; former les forêts & les bois; les entretenir, & rétablir ceux qui sont dégradés: faisant partie du traité complet des bois & des forêts.* H. L. Guerin & L. F. Delatour, Paris.
- GILIBERT J.-E., 1798. *Sur les forêts de Lithuanie. W: Histoire des plantes d'Europe, ou, Éléments de botanique pratique: ouvrage dans lequel on donne le signalement précis, suivant la méthode et les principes de Linné, des plantes indigènes, des étrangères les plus utiles, et une suite d'observations modernes.* A. Leroy, Lyon.
- KURY L., 2001. *Histoire naturelle et voyages scientifiques: (1780-1830).* L'Harmattan, Paris.
- LINNE C., 1758. *Caroli Linnaei Opera varia in quibus continentur Fundamenta botanica, Sponsalia plantarum, et Systema naturae : in quo proponuntur naturae regna tria secundum classes, ordines, genera & species. Lucae – Ex Typographia Juntiniana.*
- LOISELEUR-DESLONGCHAMPS J., 1843. *Quelques considérations sur les pins et sur les arbres forestiers en général. Extrait du „Moniteur des eaux et forêts”.* E. Proux, Paris.
- PALLAS P., 1779-1787. *Histoire des découvertes faites par divers savans voyageurs P. S. Pallas, S. G. Gmelin, I. I. Lepekhin. Abrégé par J.-R. Frey Des Landres. Dans plusieurs contrées de la Russie et de la Perse, Vol. 1. Société typographique, Berne.*
- REYNAUD M.-H., 1991. *Auguste Bravais de la Laponie au Mont-Blanc.* Editions du Vivarais, [Annonay].
- THOUIN A., 1820. *Sur le semis du pin de Riga.* [Huzard], Paris.
- VILMORIN P.-A., 1864. *Exposé historique et descriptif de l'École forestière des Barres (Loiret) [Extrait des „Mémoires de la Société impériale et centrale d'agriculture de France”, 1862].* Bouchard-Huzard, Paris.

Przypisy

¹ Było to przekonanie powszechnie wówczas podzielane przez francuskich autorów. Należy także pamiętać, że Auguste Bravais był matematykiem, fizykiem i geologiem, a nie botanikiem czy leśnikiem. Zdawał zresztą doskonale sobie z tego sprawę, pisząc wielokrotnie, że jego badania powinny zostać ocenione przez leśników.

² Przedstawienie aparatu matematycznego zastosowanego przez Bravais

znacznie przekracza zakres niniejszego artykułu. Szczegółowo został on przedstawiony w pracy: Daszkiewicz P., 2002 – Introdukcja „sosny ryskiej” we Francji osiemnastego i dziewiętnastego wieku. Analiza czynników biologicznych, historycznych i polityczno-ekonomicznych (praca doktorska wykonana w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku).