

## BIOLOGIA JODŁY OLBRZYMIEJ (*ABIES GRANDIS* LINDL.)

**Biology of grand fir (*Abies grandis* Lindl.)**

Adam DOLNICKI, Katarzyna NAWROT-CHORABIK

**Summary.** On the basis of the world literature present knowledge on biology of *Abies grandis* with detailed description of resistance to abiotic conditions of environment is described.

**Key words.** *Abies grandis*, growth, frost resistance, drought resistance.

*Prof. dr hab. Adam Dolnicki, mgr inż. Katarzyna Nawrot-Chorabik, Zespół Fizjologii Drzew Leśnych, Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu, Akademia Rolnicza, ul. 29-Listopada 46, 31–425 Kraków.*

### WPROWADZENIE

Amerykańską jodłę olbrzymią (*Abies grandis* Lindl.) sprowadził do Anglii David Douglas w 1830 r. [17]. Do Polski dotarła w 1856 r., w rok później na teren Czech [9, 39]. W połowie XIX w. została w Niemczech włączona do programu badań nad introdukowanymi gatunkami [88], zaś pod koniec wieku, w ramach prac prowadzonych przez Pruskie Stacje Doświadczalne założono powierzchnie badawcze, w tym pierwszą na terenie obecnego nadleśnictwa Zaporowo koło Braniewa [100]. Na tej powierzchni do naszych czasów przetrwało zaledwie kilka drzew [109]. W Europie jodłę olbrzymią sadzono początkowo jako roślinę ozdobną w parkach i arboretach, dopiero na przełomie XIX i XX w. zaczęto wprowadzać ją do upraw leśnych [17, 38, 49]. W Polsce badania nad tym introdukowanym gatunkiem rozpoczął w latach trzydziestych Chodzicki [116].

Müller [76, 77] w oparciu o analizę czynników topograficznych i siedliskowych wyodrębnił pięć rejonów naturalnego występowania jodły olbrzymiej w Ameryce Północnej. Rejon I

obejmuje wyspę Vancouver i tereny wybrzeża Pacyfiku w stanie Waszyngton oraz zachodnie partie Gór Kaskadowych. Charakteryzuje się on stosunkowo łagodnym klimatem oceanicznym (brak upałów w lecie, mrozy w zimie do  $-25^{\circ}\text{C}$ , obfite opady do 3000 mm rocznie, średnia temperatura roczna wyższa niż w Polsce) [7, 8, 43], co stwarza optymalne warunki dla wzrostu i rozwoju *A. grandis*. Rejon II jest 30 kilometrowym pasem ciągnącym się wzdłuż wschodnich zboczy Gór Kaskadowych w stanie Waszyngton i Oregon, o mniej korzystnym klimacie (opady 500–700 mm, głównie w zimie, mrozy do  $-34^{\circ}\text{C}$ ). Rejon III tworzą wyspowe stanowiska w Górach Błękitnych w stanie Oregon, o klimacie coraz bardziej kontynentalnym w miarę posuwania się w głąb lądu. Rejon IV stanowią obszary terenów górskich w stanie Idaho i Kolumbia Brytyjska, o chłodnym klimacie z dużą ilością opadów. Rejon V to wyspowe stanowiska na zboczach Gór Skalistych stanu Montana, gdzie panuje klimat wybitnie kontynentalny o ostrych zimach i krótkim okresie wegetacyjnym [1, 23, 25, 28, 36, 47, 62, 76, 77]. Fletcher i Samuel [29] zaproponowali podział naturalnego arealu *A. grandis* na

dziewięć stref ekologicznych m.in. wyodrębniając z rejonu I Müllera wyspę Vancouver, zaś z rejonu II grań Gór Kaskadowych w Oregonie.

Duże zróżnicowanie warunków siedliskowych na terenie naturalnego występowania *A. grandis* w Kanadzie i Stanach Zjednoczonych spowodowało wytworzenie się licznych ekotypów [64, 76, 77].

### WZROST

Jodła olbrzymia jest gatunkiem szybko rosnącym. Wprawdzie siewki rosną stosunkowo powoli [52] i w wieku 3 lat osiągają wysokość około 30 cm [11, 19, 46, 88, 111 i in.], jednakże z wiekiem przyrosty roczne na wysokość zwiększają się tak, że u 20 letnich i starszych drzew mogą dochodzić do 70–140 cm na rok [25]. Dzięki temu drzewa w wieku 50 lat np. w Szlezewiu-Holsztynie, na ubogiej piaszczystej glebie miały 33 m wysokości, a na żyznych stanowiskach 42 m [9, 37]. *A. grandis* w Europie osiąga około 50 m wysokości i 100 cm pierśnicy [25, 45, 98], zaś w Ameryce Północnej 72 m wysokości i 155 cm pierśnicy [25, 30]. W Europie Zachodniej i Środkowej *A. grandis* szybkością wzrostu przewyższa wszystkie rodzime gatunki drzew leśnych, w tym *A. alba* [32, 35, 39, 41, 45, 46], a w południowych Niemczech i Czechach może mieć większą dynamikę wzrostu od introdukowanej jedlicy (*Pseudotsuga menziesii*) [23]. Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych w kilku miejscowościach w Austrii, według których wysokość pięciu proveniencji wynosiła średnio 124–158% wysokości drzew *A. alba*, podobnie *A. grandis* przewyższała *A. alba* pod względem pierśnicy [34]. Na Słowacji (rejon Bańskiej Bystrzycy) roczny przyrost na wysokość jodły olbrzymiej w wieku ponad 10 lat był znacznie większy niż u *A. alba* (60 cm wobec 30 cm) [40]. Również badania Magnusena [71] prowadzone w Getyndze wykazały, że 3-letnie sadzonki *A. grandis* z wybrzeża Pacyfiku (stan Waszyngton) rosły szybciej niż *A. alba*, miały większą masę części nadziemnych i wyższy jej stosunek do masy korzeni. W doświadczeniach IUFRO z różnymi proveniencjami *A. grandis* w 11 miejscowościach w Polsce, pięcio-

letnie sadzonki tego gatunku były wyższe niż *A. alba*. Natomiast w Krynicy wysokość siewek obu gatunków była zbliżona [7], lecz w wieku 10 lat, również w Krynicy, wysokość drzew *A. grandis* była większa (o 26 do 67%) od *A. alba* [54].

Z intensywnym wzrostem drzew jodły olbrzymiej łączy się ich wysoka produktywność. W korzystnych warunkach w Wielkiej Brytanii roczny przyrost grubizny dochodzi do 30 m<sup>3</sup> z hektara [56]. Dobre rezultaty osiąga się również w innych krajach Europy Zachodniej i Środkowej [52, 75]. Na przykład Rau i Weisgerger [88] uzyskali w Niemczech roczny przyrost 18–22 m<sup>3</sup>/ha, zaś Eriksson i Johansson [27] stwierdzili, że w Szwecji *A. grandis* daje najwyższe roczne przyrosty grubizny spośród dziewięciu badanych gatunków iglastych (w wieku do 25 lat 12 m<sup>3</sup>, podczas gdy *A. alba* 10 m<sup>3</sup>, zaś w starszym wieku 26 m<sup>3</sup> wobec 21 m<sup>3</sup>). *A. grandis* jest najbardziej produktywnym gatunkiem iglastym również m.in. we Francji [11, 56, 80], Szwajcarii (gdzie w wieku 50 lat może dawać dwukrotnie wyższy zapas drewna niż *A. alba*) [62], Czechach (przewyższając produkcją drewna nawet *Pseudotsuga menziesii*) [39, 111].

Wieloletnie badania wykazały znaczne różnice w tempie wzrostu różnych proveniencji *A. grandis*. Na ogół formy pochodzące z rejonu I wg Müllera szybciej rosną aniżeli z rejonu II. Stwierdzono to zarówno na młodych sadzonkach rosnących w USA [102, 103], Polsce [7, 8, 17, 32, 43], Niemczech [5, 31, 45, 88, 91], Holandii [52], Francji [11, 56], Wielkiej Brytanii [66, 67], Belgii [78, 79], Irlandii [81], Norwegii [72], Czechach i Słowacji [111], jak i na dojrzałych drzewach m.in. w Austrii [34] i Niemczech [49, 89, 90]. Ponadto proveniencje z I rejonu przewyższają proveniencje z II rejonu pod względem produkcji drewna [5, 31].

Na wzrost sadzonek jodły olbrzymiej silny wpływ ma wysokość nad poziom morza terenu, z którego je sprowadzono [11, 19, 56, 80]. W doświadczeniach Kleinschmita [46], wszystkie 5 (spośród 61 badanych) najslabiej rosnących proveniencji pochodziło z dużych wysokości. Na ogół współczynnik korelacji „r” między tymi cechami jest wysoce istotny i wynosi ponad 0,70

[46, 79, 81, 111]. Według badań Steinhoffa [103], przeprowadzonych w Północnym Idaho u sześćioletnich sadzonek kilkunastu proveniencji *A. grandis*, wysokość drzewek malała o 1,3 cm na każde 100 m zwiększania wysokości nad poziom morza naturalnego stanowiska proveniencji.

Ponadto u większości badanych kolekcji proveniencji *A. grandis* wzrost sadzonek malał wraz z przesuwaniami się położenia ich naturalnego stanowiska z północy na południe [19, 46, 49, 81] (współczynnik korelacji  $r = 0,50$  [79, 111]), najniższe były drzewa z nasion zebranych na południe od  $47^\circ \text{N}$  [46]. Steinhoff [103] we wspomnianych powyżej doświadczeniach u sześćioletnich osobników uzyskał obniżenie wysokości o 3,6 cm na  $1^\circ$  szerokości geograficznej. Intensywność wzrostu sadzonek *A. grandis* malała również wraz ze zwiększeniem odległości danego pochodzenia od wybrzeża Pacyfiku [11, 19, 28, 29, 45, 46, 49, 81, 88, 99].

U jodły olbrzymiej stwierdzono również zależności między szybkością wzrostu (wysokością sadzonek) danej proveniencji, a innymi cechami, np. długością okresu wegetacyjnego ( $r = 0,86$ ) [46, 79], pierśnicą w wieku 15 lat ( $r = 0,90$ ) [49], długością korzeni ( $r = 0,80$ ), średnicą szyi korzeniowej ( $r = 0,57$ ), długością gałęzi ( $r = 0,94$ ) [81]. Szybkość wzrostu może mieć nawet związek z zabarwieniem igieł, ponieważ według Nansona i wsp. [79] pochodzenia o bardziej zielonych igłach rosną szybciej.

Jednym z zagadnień szeroko omawianych w literaturze przedmiotu jest zależność między wysokością sadzonek proveniencji *A. grandis* w różnym wieku, a wysokością dojrzałych drzew. Według badań Kleinschmita [46] przeprowadzonych na 61 proveniencjach w dziewięciu miejscowościach w Niemczech, pochodzenia z północnych obszarów stanu Waszyngton z wiekiem przyrastają coraz lepiej, natomiast z południa tego stanu i z Oregonu rosną coraz słabiej. Lines [66, 67] w Wielkiej Brytanii stwierdził istotne korelacje między wysokością jednorocznych siewek a 3- i 6-letnich nalotów rosnących w drzewostanie. Podobne zjawisko obserwowali Vančura [111] w Czechach ( $r = 0,878$ ), O'Driscoll [81] w Irlandii ( $r = 0,80$ ), Na-

nson i wsp. [79] w Belgii ( $r = 0,65$  do  $0,83$ ). Według Königa [49] prowadzącego badania na 52 proveniencjach w trzech miejscowościach w północnych Niemczech wzrost sadzonek stabilizuje się w wieku 7–9 lat, na co wskazują silne zależności między wysokością 15 letnich drzew a wysokością w wieku 9 ( $r = 0,85$ ) i 11 lat ( $r = 0,90$ ), podczas gdy w stosunku do wysokości 4-letnich sadzonek współczynnik korelacji był niski ( $r = 0,40$ ). Potwierdzają to obserwacje Górczyńskiego i wsp. [32] dokonane w Janowie Lubelskim.

Birot i Le Couviour [11] oraz Noel [80] uważają, że dzięki silnej zależności wysokości młodych i dojrzałych osobników, można uzyskać zwiększenie przyrostu upraw selekcionując proveniencje i klony *A. grandis* według wysokości sadzonek.

Na temat fizjologicznych mechanizmów powodujących szybki wzrost sadzonek i dojrzałych drzew *A. grandis* oraz ich wysokiej produktywności jest niewiele danych w literaturze przedmiotu. Lust [68] badał zawartość chlorofilu i karotenoidów u sadzonek *A. grandis*, a Marek i wsp. [74] produktywność różnych stref korony. Autorzy ci stwierdzili stwierdzając jedynie, że igły w górnej części korony mają o 85% wyższą intensywność fotosyntezy niż igły z dolnej części i o 33% wyższą niż części środkowej korony. Dane z tych prac nie są przydatne do wyjaśnienia powyższego problemu.

Dużą wartość mają badania Magnussena i Peschla [73], którzy porównując intensywność procesów fizjologicznych u 3-letnich sadzonek *A. grandis* i *A. alba* w zależności od warunków oświetlenia w roku poprzedzającym pomiary i od aktualnej intensywności radiacji stwierdzili, że sadzonki *A. grandis* (w porównaniu do sadzonek *A. alba*) miały dwukrotnie większą ogólną powierzchnię igieł, o kilkadziesiąt procent intensywniejsze oddychanie ciemniowe oraz fotosyntezę netto, jak również wyższą zawartość chlorofilu w przeliczeniu na jednostkę powierzchni igieł. Największe różnice w intensywności fotosyntezy netto (o plus 60 do 90% w stosunku do *A. alba*) obserwowano u *A. grandis* przy słabym natężeniu światła ( $1,25 \text{ klm} \cdot \text{m}^{-2}$ ) podczas pomiaru, natomiast przy wyższym natężeniu ra-

diacji ( $2,5-9,0 \text{ klm} \cdot \text{m}^{-2}$ ) różnice te mały, chociaż nadal były wyraźne. Ponadto sadzonki *A. grandis* o wiele silniej, reagowały na długotrwałe zacienienie zwiększeniem ilości chlorofilu w igłach niż *A. alba* (np. przy zmniejszeniu radiacji przez rok do 21% pełnego oświetlenia zawartość chlorofilu u *A. grandis* zwiększała się trzykrotnie – z 7,7 do 21,9  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2}$ , podczas gdy u *A. alba* dwukrotnie – z 5,5 do 11,6  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2}$ ).

Lepsze zaopatrzenie sadzonek *A. grandis* (niż *A. alba*) w energię (wyższe oddychanie ciemniowe) i związki organiczne (bardziej intensywna fotosynteza netto) mogą być podstawą do szybkiego ich wzrostu i gromadzenia masy.

#### DLUGOŚĆ OKRESU WEGETACYJNEGO

Proweniencje *A. grandis* mogą różnić się między sobą terminem rozpoczęcia wegetacji wiosennej, przy czym następuje ona na ogół później (nawet do 2 tygodni) niż u *A. alba* [7, 21, 109]. O wiele mniejsze różnice (do dwóch dni) w stosunku do *A. alba*, stwierdzili Krusiec i wsp. [53] w Janowie Lubelskim w 1985 r. u 7-letnich sadzonek dziesięciu proveniencji *A. grandis*, oraz Tułłowicz i Wodzicki [109] w Rogowie u kilkadziesiątletnich drzew czterech proveniencji.

Kranenborg [52] zaobserwował, że w Holandii rozpoczęcie okresu wegetacyjnego następuje najwcześniej u proveniencji jodły olbrzymiej z wyspy Vancouver, nieco później z niżej położonych terenów stanu Waszyngton, najpóźniej z rejonów górskich stanu Oregon. Wyniki te zostały potwierdzone w Niemczech przez Albrechta i Höhera [2], w Czechach przez Vančurę [111]. Podobnie Scholz i Stephan [99] najwcześniejszy rozwój pąków obserwowali u proveniencji z rejonu I według Müllera, późniejszy z rejonu II, zaś najpóźniejszy ze stanu Idaho (rejon IV). Na opóźnienie rozwoju wpływało również zwiększenie odległości od Pacyfiku miejsca pochodzenia [61]. Termin pędzenia wiosennego może być skorelowany z szybkością wzrostu [79].

Proweniencje z północy USA i interioru wcześniej kończą wzrost niż pochodzące z południa i wybrzeża [39, 46].

Częstość tworzenia pędów letnich jest większa u proveniencji z nizin znad Pacyfiku niż ze stanowisk wyżej położonych [8, 46, 52]. U *A. grandis*, podobnie jak u niektórych innych gatunków drzew leśnych, występuje ujemna korelacja między zdolnością do letniego wzrostu na wysokość, a wysokością nad poziom morza terenu pochodzenia proveniencji [11] i wysokością kilkuletnich sadzonek [11, 46].

#### WYMAGANIA ŚWIETLNE

*A. grandis* jest bardziej światłoządna od *A. alba*, można ją więc wysadzać bez szczególnych następstw na otwartej przestrzeni [5, 62] w grupach lub kępach [16]. Równocześnie, dzięki stosunkowo wysokiej wytrzymałości siewek na niską intensywność światła, *A. grandis* może się odnawiać rosnąc w grupach wewnątrz drzewostanów liściastych, głównie jesionu oraz z jodłą pospolitą i jedlicą [40]. Na ogół *A. grandis* dobrze rośnie pod osłoną. Według badań Magnusena [71, 72] sztuczne zacienianie sadzonek przez 3 lata (zmniejszające natężenie światła do 36% pełnej radiacji) u *A. grandis* i *A. alba* przyspieszało wzrost, słabo zwiększało masę pędów, podnosiło stosunek masy pędów do masy korzeni (w porównaniu do sadzonek rosnących przy pełnym świetle). W późniejszym okresie życia odporność na zacienienie *A. grandis* obniża się, ustępuje odporności *A. alba* [16, 75], chociaż nadal przewyższa pod tym względem świerk i jedlicę [5, 62, 70], dlatego na odsłonięcie reaguje wzmożonym wzrostem [2, 40]. Według badań Richtara [92] w Zbrasławiu 7-letnie sadzonki z upraw jednorodnych ocienionych bocznie przez drzewostan miały przyrosty niższe niż w pełni oświetlone [7].

#### WYMAGANIA WILGOTNOŚCIOWE I ODPORNOŚĆ NA SUSZĘ

*A. grandis* preferuje gleby przewiewne, głębokie, umiarkowanie wilgotne, ale rośnie również na płytkich, kamienistych glebach górskich oraz glebach piaszczystych, nawet zbyt suchych dla *A. alba* [36, 49, 116], natomiast unika gleb inicjalnych, chłodnych, nadmiernie wilgotnych,

nieprzewiewnych [62]. Optimum opadów rocznych wynosi około 1000 mm, ale wartości skrajne wahają się od 300 do 3000 mm [9]. W Ameryce Płn. rośnie na terenach, na których susze letnie są zjawiskiem powszednim [9, 15]. Na ogół *A. grandis* wykazuje wyższą odporność na suszę niż *A. alba* [13, 15, 35, 77, 98], przy czym obserwuje się duże zróżnicowanie proveniencji pod względem wymagań wodnych i odporności na niedobór wody [2, 35]. I tak, proveniencje z wybrzeża Pacyfiku są na ogół mniej odporne na suszę aniżeli proveniencje z Gór Kaskadowych [60], a zwłaszcza z interioru i wyższych położeń [5]. Jedną z przyczyn tego zjawiska mogą być różnice w budowie igieł. U proveniencji nizinnych igły są ułożone płasko (u górskich szczytkowato [25]), mają większą powierzchnię, cieńszą kutikulę (o 25 %), niż proveniencje z Gór Kaskadowych [60].

Magnussen [69] przeprowadził badania nad wpływem sztucznego zacieniania (do 21% i 31% pełnego oświetlenia) na odporność na suszę 3-letnich sadzonek *A. grandis*. Igły sadzonek zacienianych przez rok były cieńsze, miały zredukowaną grubość kutikuli (o 30%) w stosunku do igieł sadzonek w pełni oświetlonych, lecz wykazywały słabszą transpirację niż igły niezacienione. Ponadto Magnussen i Peschel [73] stwierdzili, że u sadzonek zarówno *A. grandis*, jak i *A. alba*, zacienianych przez rok, produktywność transpiracji (stosunek fotosyntezy netto do ilości wytranspirowanej wody) była wyższa niż u sadzonek z pełnego oświetlenia. U sadzonek *A. grandis* rosnących bez ocienienia intensywność transpiracji (w przeliczeniu na jednostkę powierzchni igieł) była wyższa niż u *A. alba*, zaś u zacienionych zbliżona u obu gatunków. Autorzy dochodzą do wniosku, że uzyskane wyniki nie wyjaśniają przyczyn wyższej odporności na suszę *A. grandis* w stosunku do *A. alba*.

### MROZOODPORNOŚĆ

Najbardziej wrażliwe na mróz są młode sadzonki *A. grandis* [11, 26, 52, 80], dlatego zaleca się prowadzenie ich hodowli w namiotach foliowych [43] oraz zakładanie szkółek pod okapem lub przy bocznej osłonie drzewostanów,

np. sosnowych lub modrzewiowych [7, 8, 25, 43]. Jedyne w rejonach o stosunkowo łagodnym klimacie oceanicznym *A. grandis* można wysadzać na odsłoniętych powierzchniach, byle nie na zmrozowiskach [62, 75].

Starsze drzewa jodły olbrzymiej w Europie Zachodniej i Środkowej zazwyczaj dobrze zimują [6]. Wieloletnie obserwacje przeprowadzone w Polsce centralnej (Rogów) wykazały na ogół brak uszkodzeń jednorocznych pędów u *Abies grandis*, podobnie jak u *Abies alba* [109], względnie (zwłaszcza na otwartych przestrzeniach) tylko niewielkie uszkodzenia [108]. Jak podaje Eder [25], w Rogowie po wyjątkowo ostrej zimie 1962/63 r. z 98 badanych okazów (drzewa 14-letnie) 43 straciło część igliwia bez uszkodzeń pędów, zaś u 55 uszkodzone zostały również pędy wierzchołkowe. W Beskidzie Sądeckim (Krynica) u kilkudziesięcioletnich osobników *A. grandis* nie stwierdzono uszkodzeń przez mrozy, co wskazuje na możliwość uprawy tego gatunku w górach [41]. W Niemczech przeważnie nie obserwuje się występowania uszkodzeń *A. grandis* przez wczesne i późne przymrozki, również mrozy zimowe dochodzące do  $-30^{\circ}\text{C}$  nie wyrządzają większych szkód [116], jednakże po wyjątkowo ostrej zimie 1972/73 we wschodnich rejonach Niemiec zginęło wiele wspaniałych okazów *A. grandis* [26]. Podobnie w Czechach (Strandy) sadzonki *A. grandis* przeżyły ostrą zimę 1978/79 o dobowych wahaniami temperatury dochodzących do  $30^{\circ}\text{C}$ , tylko niektóre proveniencje z wybrzeża miały nieznacznie zbrązowiałe końce igieł i pędów [111]. Šika i Vančura [105, 113], na podstawie 8-letnich badań przeprowadzonych w siedmiu miejscowościach na kolekcji 32 proveniencji uważają, że wypadanie sadzonek *A. grandis* w szkółkach w Czechach spowodowane jest nie tyle przez mrozy, ile nieodpowiednie warunki glebowe, chwasty, szkodniki i mechaniczne uszkodzenia. W Szwecji i Norwegii ocenia się, że jodła olbrzymia wykazuje zbyt małą odporność na niskie temperatury [25], jednak według badań Magnussena [72] w zachodniej Norwegii (rejon Bergen, 500 m n.p.m.) w ciągu 5 lat w szkółkach wypadło tylko – w zależności od proveniencji – od 0 do 17% sadzonek, przy czym nie obserwo-

wano objawów wymarzenia. W rejonie Petersburga *A. grandis* masowo ginie od mrozu [25].

Proweniencie jodły olbrzymiej są zazwyczaj mniej wrażliwe na spóźnione przymrozki aniżeli *A. alba*, ponieważ później rusza ich wiosenna wegetacja [21, 62] zwłaszcza u form z II rejonu Müllera. Zagadnienie to szczegółowo badał Magnussen [71], który w różnych okresach wiosny u sadzonek 3-letnich oceniał stopień rozwoju pąka szczytowego oraz, po sztucznym przemrażaniu, oznaczał  $LT_{50}$  (tj. temperaturę powodującą 50% uszkodzenie pąków szczytowych). *A. grandis* (proweniencja z wybrzeża w stanie Waszyngton) rozwijała pąki o 6–7 dni później niż miejscowa *A. alba*, a mrozoodporność pąków była wyższa o 3–4°C, przy czym współczynnik korelacji między wartością  $LT_{50}$  a indeksem aktualnego rozwoju pąków  $r = -0,927$  [71]. Natomiast w jesieni *A. grandis* wolniej hartuje się niż *A. alba*, tak że przy końcu listopada mrozoodporność pąków szczytowych jest u niej o 1–3°C niższa niż u *A. alba* [71]. Zostało to potwierdzone w warunkach Beskidu Sądeckiego na igłach i pędach kilkunastoletnich drzew [21]. Według wieloletnich obserwacji przeprowadzonych w Rogowie u jodły olbrzymiej, częściej niż u jodły pospolitej, po ostrych zimach na wiosnę występują zaburzenia w rozwoju pędów, np. wytwarzanie kilku skróconych pędów lub pojedynczego pędu szczytowego bez okółka pędów bocznych [109]. Natomiast Ranft i Lieb-schner [86] podają, że w okolicach Drezna 7-letnie drzewka *A. grandis* były bardziej odporne od *A. alba* zarówno na wczesne (I XI 1984  $LT_{50}$  *A. grandis* –9,7°C, *A. alba* –7,5°C), zimowe (30 I odpowiednio: –22,5 i –18,5°C), jak i późno-wiosenne (16 IV: –8,5 wobec –5,3°C) mrozy, zaś 20 i 30-letnie drzewa *A. grandis* były w podobnym stopniu uszkadzane przez mróz jak *A. alba* lub słabiej.

*A. grandis* w zależności od warunków klimatycznych panujących w rejonach pochodzenia wytworzyła formy o różnym stopniu odporności na zimowe mrozy oraz wczesne jesienne i późnowiosenne przymrozki. Jak wykazały wieloletnie badania, najniższą mrozoodpornością odznaczają się proveniencje z południowego wybrzeża stanu Oregon (np. 12056, 12057),

które nawet w stosunkowo łagodnym klimacie wyspy Vancouver wymarzają w kilkunastu procentach [19] i nie nadają się do uprawy w Europie [34, 87]. Proweniencje z rejonu I Müllera, zwłaszcza z wyspy Vancouver i wybrzeża Pacyfiku, są na ogół mniej mrozoodporne aniżeli z rejonu II (wschodnie zbocza Gór Kaskadowych) [2, 4, 7, 8, 25, 34, 46, 52, 56, 57, 59, 64, 87, 105, 107, 111, 113]. W Hesji po ostrej zimie 1980/81 u 4-letnich sadzonek proveniencji z rejonu II brak było uszkodzeń mrozowych, podczas gdy z rejonu I zostały poważnie uszkodzone [88]. Badania przeprowadzone przez Steinhoffa [103] w Płn. Idaho na 3- i 6-letnich sadzonkach 39 proveniencji *A. grandis* z zastosowaniem przemrażania w komorach wykazały, że temperatury różnicujące proveniencje z rejonu II, pod względem stopnia uszkodzeń igieł i pąków, były zabójcze dla populacji znad oceanu (rejon I), przy czym różnica w mrozoodporności między obu grupami pochodzeń wynosiła 4°C.

Najbardziej mrozoodporne formy *A. grandis* pochodzą z Północnego Idaho (rejon IV Müllera) [2, 103, 113]; starsze drzewa tych proveniencji w Ameryce Płn. znoszą nawet mrozy do –55°C [5].

Mrozoodporność różnych proveniencji *A. grandis* może być zależna od położenia rejonów, w których rozwijały się przez wieki. Steinhoff [103] stwierdził np. zwiększanie się uszkodzeń mrozowych igieł przy przesuwaniu się miejsca pochodzenia ekotypów z północy na południe USA (o 6% na 1 stopień szerokości geograficznej), zaś Larsen i Ruetz [61] – dodatnią korelację między mrozoodpornością proveniencji, a odległością jej naturalnego stanowiska od wybrzeża Pacyfiku (wartości  $r$  od 0,61 przy przemrażaniu w styczniu, do 0,90 w listopadzie i kwietniu). Ponadto proveniencje górskie są na ogół bardziej wytrzymałe na mrozy niż proveniencje z nizin. W badaniach Kleinschmita [46] współczynnik korelacji między mrozoodpornością, a wysokością pochodzenia n.p.m. wyniósł 0,85, zaś według Larsena i Ruetza [61] od 0.63 (w odniesieniu do odporności zimowej) do 0.96 (w odniesieniu do odporności na spóźnione przymrozki wiosenne). Według Larsena [58] na łączny wpływ szerokości geograficznej i wyso-

kości n.p.m. na odporność proweniencji *A. grandis* zwłaszcza na spóźnione przymrozki przypada 83% całkowitej zmienności, podczas gdy u jedlicy (*Pseudotsuga menziesii*) jedynie 18%. Wskazuje to na zależność mrozoodporności proweniencji *A. grandis* (jako gatunku przez wieki odnawiającego się pod osłoną starych drzew) od ogólnych warunków klimatycznych, a nie jak u jedlicy od lokalnego mezoklimatu (np. mrozów na skutek wypromieniowania, spływu zimnego powietrza itp.).

Ponadto stwierdzono zależność mrozoodporności proweniencji *A. grandis* od szybkości wzrostu sadzonek ( $r = -0,88$  do  $-0,92$  [46, 103]), długości okresu wegetacyjnego ( $r = -0,79$  [46, 105]) – co wpływa na stopień zdrewnienia tegorocznych przyrostów [88], – występowania letniego przyrostu na wysokość [8, 52], terminów (średnich wieloletnich) rozwoju pąków na wiosnę ( $r = -0,829$  [59]), terminów występowania pierwszych i ostatnich przymrozków na obszarach naturalnego pochodzenia proweniencji [61].

Badania laboratoryjne Larsena [59] wykazały, że proweniencje z rejonu I Müllera hartują się wolniej, niż z rejonu II oraz szybciej się rozhartowują. Mianowicie jednoroczne sadzonki proweniencji z rejonu I wyrosłe przy 20°C osiągały mrozoodporność -10°C (LT<sub>50</sub> = -10°C) po 45 do 51 dniach hartowania w 5°C na krótkim dniu, podczas gdy proweniencje z II rejonu wykazały taką odporność już po 40 dniach hartowania, przy czym igły wymagały dłuższego hartowania niż pąki [59]. Podobnie obniżenie mrozoodporności do -6°C pod wpływem podwyższonej temperatury następowało u pierwszej grupy proweniencji po 32–38 dniach, zaś u drugiej po 39–45 dniach. Badania te wykazały silną zależność między szybkością hartowania się igieł i pąków ( $r = 0,908$ ), szybkością hartowania i rozhartowania igieł ( $r = -0,822$ ). Formy wcześniej osiągające odporność na jesienne przymrozki były więc bardziej odporne również na spóźnione przymrozki wiosenne. Stwierdzono też zależność między tempem rozhartowania igieł i pąków ( $r = 0,825$ ). Wyniki te zostały potwierdzone w warunkach naturalnych na kilkunastoletnich drzewach siedmiu proweniencji

*A. grandis* z kolekcji IUFRO przez Dolnickiego i Kraja [21].

#### PRZYDATNOŚĆ JODŁY OLBRZYMIEJ DO UPRAWY W EUROPIE

Wieloletnie badania wykazały przydatność *A. grandis* do uprawy w Niemczech [12, 14, 18, 24, 31, 35, 36, 37, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 75, 88, 89, 90, 93, 94, 96, 97, 115], w Wielkiej Brytanii [3, 17, 64, 65, 67], Francji [11, 55, 56, 80, 95], Austrii [33, 34], Belgii [78, 79], Danii [16, 25, 44], Szwecji [27], Holandii [52], Szwajcarii [62], Czechach i Słowacji [17, 38, 39, 42, 84, 85, 92, 104, 111, 112, 113, 114].

Gatunek ten wykazuje dobre właściwości lasotwórcze i dzięki dużemu przyrostowi zwiększa zasobność drzewostanów [9, 16, 75, 78, 79]. Lekkie i miękkie drewno *Abies grandis* [30] jest lżejsze niż *Abies alba* i *Picea abies*, ma grube cewki [62], jasną barwę, jest łatwe w obróbkę, stosunkowo odporne na działanie grzybów [23], nadaje się na surowiec dla przemysłu papierniczego dając celulozę o wyjątkowo jasnym zabarwieniu [75]. Jakością drewno *A. grandis* dorównuje drewnu *A. alba*, jednak u niektórych proweniencji jest ona gorsza [11, 56, 109]. Korzystną cechą jodły olbrzymiej jest wysoka odporność na śniego- i wiatrołomy [88, 109]. Dzięki zdolności do utrzymywania pełnego ugałęzienia do późnego wieku nadaje się do nasadzeń w parkach oraz na choinki i stroisz [15, 24, 103, 109]. W uprawach leśnych zaleca się ją jako domieszczę do buka i jedlicy [82] lub modrzewia, świerka i brzozy [16]. Wykorzystywać ją można się również do wypełniania luk powodowanych przez śniegołomy w uprawach świerka oraz na stanowiskach zbyt suchych dla jedlicy [113]. Uważa się, że *A. grandis* może w przyszłości zastąpić *A. alba* na niektórych stanowiskach w Europie Zachodniej i Środkowej [17, 89, 90, 92].

W Niemczech najstarsze nasadzenia produkcyjne *A. grandis* pochodzą z lat dwudziestych [75], przy czym ze względu na małą ilość materiału nasadzeniowego były to niewielkie grupy drzew [26], zaś obecnie dominują powierzchnie 50-letnie i młodsze [88]. Od 1979 r. *A. grandis* uzględniona jest w doborze form przyjętych do

nasadzeń w Niemczech, na skutek czego zbiór nasion dozwolony jest tylko z kwalifikowanych plantacji nasiennych. Powierzchnia ich w 1993 r. wynosiła niecałe 11 ha, zaś zbiór nasion za lata 1984–1994 około 100 kg, przy imporcie z USA 10 t [49].

Po wojnie w wielu krajach europejskich obserwuje się zwiększenie uprawy *A. grandis*, m. in. w Szwecji o 20000 ha, w Danii o 4000 ha. W byłej Czechosłowacji w 1961 r. gatunek ten został włączony do programu badań drzew iglastych [110] i prowadzona jest na szeroką skalę jego introdukcja przy wykorzystaniu nasion importowanych z USA (stan Waszyngton i Oregon) oraz Kanady (Vancouver) [38, 39], w ciągu kilku lat, obok siedmiu już istniejących drzewostanów zwartych założono 240 ha nowych powierzchni z jodłą olbrzymią [17].

Jednym z warunków powodzenia uprawy *A. grandis* jest odpowiedni dobór proveniencji [25]. Badania wykazały, że najlepsze dla nadmorskich rejonów Niemiec są proveniencje z wybrzeża Pacyfiku i zachodnich stoków Gór Kaskadowych, a dla rejonów wyżej położonych – z Gór Błękitnych i zboczy Gór Kaskadowych [75], natomiast żadna z proveniencji z Kalifornii ani stanu Idaho nie spełnia stawianych wymagań. Dlatego coraz częściej w Niemczech używa się do nasadzeń proveniencje z wybrzeża USA (stan Waszyngton) i Kanady (Kolumbia Brytyjska) o ustalonym wzroście i odpowiedniej mrozoodporności [30, 47, 88]. Proveniencje z północy są lepiej przystosowane do warunków Niemiec niż z południa, z niższych położeń niż wyższych [46]. Według Rau i wsp. [87] największą nadzieję budzą m.in. proveniencje z wyspy Vancouver i z Półwyspu Olimpijskiego.

Pomimo że w Europie Zachodniej oraz w Czechach i na Słowacji *A. grandis* wprowadza się do drzewostanów na szeroką skalę, w Polsce jest ona prawie nieznaną. Występuje w postaci pojedynczych osobników lub grup drzew w ogrodach botanicznych, parkach (np. w Krynicy) [7, 9, 41, 101, 107] oraz w 12 nadleśnictwach, głównie w rejonach zachodnich i północnych [16, 109]. W Zakładzie Doświadczalnym SGGW w Rogowie od 1948 r. istnieje kępa drzew *A. grandis* [22], zaś w 1951 r. wysadzono

100 sadzonek proveniencji ze stanu Waszyngton, która na glebie bielicznej rosła tak dobrze, jak w swojej ojczyźnie [25]. W Rogowie w latach 60. założono następne powierzchnie doświadczalne z *A. grandis* [108, 109]. W 1974 r. ówczesne Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego sprowadziło nasiona *A. grandis* do prób [107]. Od lat 70. Polska w ramach współpracy międzynarodowej bierze udział w doświadczeniu IUFRO z proveniencjami *A. grandis* prowadzonym przez 27 instytucji z 17 krajów. W ramach tych badań w 11 miejscowościach w Polsce założono w latach 1980–1981 powierzchnie doświadczalne, wysadzając 5-letnie sadzonki [7, 10, 17, 54].

Biorąc pod uwagę pozytywne wyniki uzyskane w Europie Zachodniej i w Polsce [7, 8, 9, 10, 16, 17, 21, 32, 41, 43, 54, 107, 109] oraz cenne właściwości *A. grandis* (powyżej omówione), należałoby wzmocnić prace nad wprowadzeniem tego gatunku do naszych drzewostanów. Mogłoby to rozszerzyć ubogi skład gatunkowy lasów i zwiększyć produkcję drewna. Naturalnie, wymaga to dalszych badań w różnych warunkach klimatycznych i glebowych. Tymczasem, poza istniejącymi od kilkunastu lat powierzchniami doświadczalnymi *A. grandis* nie zakłada się nowych i nie sprowadza się nasion tego gatunku nawet do badań.

#### LITERATURA

- [1] AKERMANN R. 1981. *Abies grandis* in ihren Heimatland. *Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Goettingen* **71**: 6–30.
- [2] ALBRECHT J., HÖHER G. 1978. *Abies grandis*. *Forstu. Holzw.* **33**(18): 403–405.
- [3] ALDHOUS J. R., LOW A. J. 1974. The potential of Western Hemlock, Western Red Cedar, Grand fir and Noble fir in Britain. HMSO London, *Forestry Commission Bulletin* **49**, ss. 105.
- [4] ANONIM 1979. Ist die *Abies grandis* eine aussichtsreiche Baumart für Mitteleuropa? *Allg. Forstzeitchr.* **34**(9/10): 222–224.
- [5] ANONIM 1981. *Abies grandis*: Künsten – oder Kaskadenherkunft? *Allg. Forstzeitchr.* **36**(50): 1346.
- [6] BELLON S. 1977. Protokół z zebrania Zespołu jodły olbrzymiej, 12.XII.1977.
- [7] BELLON S. 1990. Dotychczasowe wyniki badań proveniencyjnych z jodłą olbrzymią (*Abies grandis* Lindl.) w Polsce. *Sylvan* **134**(1): 27–35.
- [8] BELLON S., KAMIŃSKI J., TUMIŁOWICZ J. 1986. A preli-



- minary IUFRO provenance trial with grand fir (*Abies grandis* Lindl.) in central Poland. *Forestry Commission Research* **139**: 129–144.
- [9] BELLON S., TUMŁOWICZ J., KRÓL S. 1977. Obce gatunki w gospodarstwie leśnym. PWRiL, Warszawa, ss. 267.
- [10] BELLON S., ŻYBURA B. 1994. Badania proveniencyjne z jodłą olbrzymią (*Abies grandis* Lindl.) w Rogowie. IBL, Sesja Naukowa, Rogów.
- [11] BIROT Y., LE COUVIOUR J. 1986. *Abies grandis* IUFRO provenance experiment in France. *Forestry Commission Research* **139**: 34–38.
- [12] BREUSCHL G. 1968. 33 – bis 54 jährige Anbauversuche mit *Abies grandis* in Bayern. *Forstw. Centbl.* **87**: 176–182.
- [13] BUGAŁA W. 1987. Wpływ suszy w latach 1982–1985 na drzewa i krzewy w Arboretum Kórnickim. *Sylwan* **131** (4): 15–22.
- [14] BURCHARDT H. 1960. Westfälische Erfahrungen mit der Grossen Küstentanne. *Allg. Forstzeitschr.* **15**(7): 82–84.
- [15] BURZYŃSKI G. 1977. Wytyczne produkcji materiału sadzeniowego jodły olbrzymiej *Abies grandis* Lindl. (maszynopis IBL Warszawa).
- [16] BURZYŃSKI G., GUTOWSKI J. 1977. Jodła olbrzymia – gatunek szybko rosnący. *Las Polski* **51**(2): 10–11.
- [17] BURZYŃSKI G., VANČURA K. 1985. Comparative analysis of a provenance experiment with the grand fir (*Abies grandis* Lindl.) IUFRO 1976, in Poland and Czechoslovakia. *Commun. Inst. For. Czech.* **14**: 25–40.
- [18] CAESAR G. 1988. Erfahrungen bei der Begründung von *Abies-grandis*-Kulturen. *Allg. Forstzeitschr.* **43**(25): 701–702.
- [19] CHANG YI XIE, CHENG C. YING. 1993. Geographic variation of grand fir (*Abies grandis*) in the Pacific coast region: 10-year results from a provenance trial. *Can. J. Forest Res.* **23**: 1065–1072.
- [20] DANIELS J. D. 1969. Variation and intergradation in the grand-fir-white fir complex. PhD thesis, University of Idaho, Moscow, Idaho. ss. 235.
- [21] DOLNICKI A., KRAJ W. 1997. Dynamics of frost resistance in various provenances of *Abies grandis* Lindl. growing in the Beskidy mountains *Acta Soc. Bot. Polon.* **68**(1) (w druku).
- [22] DOMINIK J. 1977. Szkodliwe owady występujące w uprawach i młodnikach niektórych północnoamerykańskich gatunków modrzewi, świerków i jodeł rosnących w lasach doświadczalnych SGGW-AR w Rogowie. *Sylwan* **121**(12): 57–61.
- [23] DONG P., ROEDER A., ADAM H. 1993. Zum Wachstum der grossen Küstentanne in Rheinland-Pfalz. *Forst – u. Holzw.* **48**(4): 86–90.
- [24] DOUGLASS B. S. 1974. Grand fir (*Abies grandis*) provenance study. *Mineographed Final Raport*, Div. State and Priv. For., USDA For. Serv. Portland, Oregon, USA, ss. 12.
- [25] EDER H. 1964. Przegląd drzew i krzewów iglastych uprawianych w leśnym arboretum w Rogowie. *Rocznik Dendrologiczny* **18**: 175–190.
- [26] EISENREICH H. 1984. Zum Anbau und zur Unterscheidung von Grosser Küstentanne (*Abies grandis*) und Koloradotanne (*Abies concolor*). *Soz. Forstwirtschaft.* **34**(4): 181–183.
- [27] ERIKSSON H., JOHANSSON U. 1989. Ettintressant trädslagsförsök i Halland. *Sveriges Skogsvforb. Tidskr.* **6**: 27–35.
- [28] FLETCHER A. 1986. IUFRO *Abies grandis* provenances experiments. Nursery stage results. Introduction. *Forestry Commission Research* **139**: 1–10.
- [29] FLETCHER A., SAMUEL C. 1990. Height growth of the IUFRO grand fir seed origins in Britain. *Proc. Joint Meeting of the Western Forest Genetics Association and IUFRO Working Parties*. Olympia, Wash. USA.
- [30] FOWELLS H. 1965. Silvics of forest trees of the United States. *Forest Service USDA, Washington, Agr. Handbook* **271**: 19–24.
- [31] FRIEDRICH E. 1981. Wachstum, Aufbau und Substanzproduktion von dreijährigen *Abies grandis* Lindley aus 21 Herkünften. *Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Goettingen* **71**: 31–50.
- [32] GÓRCZYŃSKI J., ZIELIŃSKI A., BURZYŃSKI G. 1993. Comparative analysis of the growth patterns of ten provenances of Grand Fir using principal components analysis. *Ann. Warsaw. Agric. Univ. -SGGW, For. Wood Technol.* **44**: 51–56.
- [33] GÜNZL L. 1982. Pflanzverbandsversuche mit Douglasie und *Abies grandis* in der Forstlichen Versuchsanstalt Champenoux bei Nancy. *Internat. Holzmarkt.* **73**(4): 5–7.
- [34] GÜNZL L. 1992. *Abies grandis* – eine Bereicherung für den Wald. *Österreichische Forstzeitung* **10**: 59–61.
- [35] HERMANN R. 1978. *Abies grandis* in ihrem Heimatland. W: Grundlagen für den Anbau von *Abies grandis*. *Schrift. Forstl. Fak. Univ. Goettingen* **54**: 7–24.
- [36] HERMANN R. 1981. *Abies grandis* in ihrem Heimatland. W: Neuer Grundlagen für der Anbau von *Abies grandis*. *Schrift. Forstl. Fak. Univ. Goettingen* **71**: 6–30.
- [37] HEWICKER H. A. 1988. Die Küstentanne im Forstant Rantzau. *Allg. Forstzeitschr.* **43**(25): 698–700.
- [38] HOFMAN J. 1963. Pěstovani jedle obrovské. S.Z.N., Praha, ss. 116.
- [39] HOFMAN J. 1967. K historii s rozšíreni jedle obrovské v Československu. *Rocznik Dendrologiczny* **21**: 115–127.
- [40] HOLUBČIK M. 1965. Prirodzená obnova jedle obrovskéj (*Abies grandis* Lindl.) a borovice balkánskej (*Pinus peuce* Griseb) v Kysihyblí. *Les. Cs.* **4**: 379–389.
- [41] JAWORSKI A., MAJERCZYK K. 1975. Ocena przydatności gospodarczej ważniejszych gatunków drzew leśnych obcego pochodzenia w lasach krynickich. *Sylwan* **119**(11): 41–56.
- [42] KADLEC R., KOTEK K. 1989. Rustový rytmus jedle obrovské na Školním polesi Hurka. *Lesn. Pr.* **68**(5): 216–220.
- [43] KAMIŃSKI J. 1982. Wzrost i wydajność siewek jodły olbrzymiej (*Abies grandis* Lindl.) różnych pochodzeń w namiotach foliowych. *Sylwan* **126**(8): 11–20.
- [44] KIERSGARD O., GOHRN V. 1978. *Abies grandis* provenienser in Danmark. *Forst. Forsoksvaes. Dan.* **36**(2): 267–287.

- [45] KLEINSCHMIT J. 1978. Grand fir (*Abies grandis* Lindl.) in Germany. *IUFRO Joint Meeting of Working Parties*, Vancouver, Canada, 2: 391–404.
- [46] KLEINSCHMIT J. 1986. Nursery results of the *Abies grandis* Lindl. provenance experiment in northern Germany. *Forestry Commission Research* **139**: 39–58.
- [47] KLEINSCHMIT J., SVOLBA J. 1979. Die grosse Küstentanne (*Abies grandis* Lindl.) in Deutschland. *Allg. Forstzeitschr.* **34**(9/10): 218–222.
- [48] KLEINSCHMIT J., SVOLBA J., RAU H. M., WEISGERBER H. 1995. The IUFRO *Abies grandis* provenance experiment in Germany. Results at age 18/19. *Joint Meeting of the IUFRO Working Parties*, Limoges (France).
- [49] KÖNIG A. 1995. Geographic variation of *Abies grandis* provenances grown in Northwestern Germany. *Silvae Genet.* **44**(5/6): 248–255.
- [50] KRAMER W. 1976. *Abies grandis* Lindley. Grosse Küstentanne. *Forst – u. Holzw.* **31**: 365–373.
- [51] KRAMER W. 1978. Zur Entwicklung verschiedener Herkünfte von *Abies grandis*. *Forst – u. Holzwirt.* **33**(4): 100–110.
- [52] KRANENBORG K. G. 1986. *Abies grandis* INFRO provenances in the Netherlands 1976–77 Series – nursery results. *Forestry Commission Research* **139**: 99–125.
- [53] KRUSIEC J., BURZYŃSKI G., GÓRCZYŃSKI J. 1993. Statistical modelling of the Grand Fir apical bud development. *Ann. Warsaw Agric. Univ. – SGGW, For. Wood Technol.* **44**: 57–62.
- [54] KULEJ M., ŻUCHOWSKA J. 1994. Zmienność cech wzrostu oraz przeżywalności wybranych pochodzeń jodły olbrzymiej (*Abies grandis* Lindl.) w terenach górskich na przykładzie powierzchni doświadczalnej w LZD Krynica. *Biul. Reg. Zakładu Doświadczalnego Rolnictwa w Krakowie* **308**: 53–71.
- [55] LACAZE J. F. 1967. Le choix des provenances d'*Abies grandis* – Premières conclusions sur le stade pépinière. *Rev. For. Fr.* **19**(10): 613–624.
- [56] LACAZE J. F., TOMASSONE R. 1967. Contribution a l'étude de la variabilité infraspecificque d'*Abies grandis* Lindl. Caractéristiques juvéniles. *Ann. Sci. For.* **24**(4): 277–325.
- [57] LARSEN J. 1978. Ergebnisse von Frost – und Trockenresistenz-Untersuchungen an *Abies grandis*. *Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Goettingen* **54**: 25–30.
- [58] LARSEN J. B. 1978. Die Frostresistenz der Douglasie *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco verschiedener Herkünfte mit unterschiedlichen Höhenlagen. *Silvae Genet.* **27**(3–4): 150–156.
- [59] LARSEN J. B. 1978. Die Klimaresistenz der *Abies grandis* (Dougl.) Lindl. 1. Die Frostresistenz von 23 Herkünften aus dem IUFRO – Provenienzversuch von 1974. *Silvae Genet.* **27**(3–4): 156–162.
- [60] LARSEN J., MAGNUSSEN S., ROSSA M. 1981. Untersuchungen über die Trockenresistenz und den Wasserhaushalt verschiedener Herkünfte von *Abies grandis* (Dougl.) Lindley. *Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Goettingen* **71**: 122–155.
- [61] LARSEN J. B., RUETZ W. 1980. Frostresistenz verschiedener Herkünfte der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und der Küstentanne (*Abies grandis*) entlang des 44. Breitengrades in Mittel Oregon. *Forstw. Centbl.* **99**(4): 222–233.
- [62] LEIBUNDGUT H. 1983. Zum Anbau der grossen Küstentanne. *Schweiz. Z. Forstwes.* **134**(6): 459–460.
- [63] LINES R. 1960. Common Silver fir in Britain. *Scott. For.* **14**(1): 20–30.
- [64] LINES R. 1974. A preliminary provenance trial with Grand fir *Abies grandis* Lindl. *Scott. For.* **28**(1): 85–98.
- [65] LINES R. 1979. Natural variation within and between the Silver firs. *Scott. For.* **33**(2): 89–101.
- [66] LINES R. 1980. IUFRO experiments with *Abies grandis* in Britain – Nursery stage. *Proc. IUFRO Joint Meeting of Working Parties*, Vancouver, Canada 1978, **2**: 339–345.
- [67] LINES R. 1986. Recent results from *Abies* provenance experiments in Britain. *Forestry Commission Research* **139**: 76–85.
- [68] LUST N. 1986. Chlorophyll and carotenoid content in nursery plants of *Abies grandis* Lindley. *Silvae Gandav.* **51**(5): 95–121.
- [69] MAGNUSSEN S. 1980. Wasserhaushaltsuntersuchungen bei unterschiedlich beschatteten Küstentannen (*Abies grandis* Lindl.). *Allg. Forst-u. Jagdztg.* **151** (12): 227–236.
- [70] MAGNUSSEN S. 1981. Vergleichende Untersuchungen über das Schattenertragnis junger Weiss – und Küstentannen. *Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Goettingen* **71**: 51–121.
- [71] MAGNUSSEN S. 1982. Vergleichende Untersuchungen über den Eifluss von Übershirmungen auf die Frostgefährdung von Weisstannen und Küstentannen. *Allg. Forst – u. Jagdztg.* **153** (7): 12 8–135.
- [72] MAGNUSSEN S. 1986. IUFRO *Abies grandis* provenance experiment in west Norway. Nursery results. *Forestry Commission Research* **139**: 126–128.
- [73] MAGNUSSEN S., PESCHEL A. 1981. Die Ehwirnung verschiedener Beschaffungsgrade auf die Photosynthese und die Transpiration junger weiss – und Küstentanne. *Allg. Forst – u. Jagdztg.* **152**(5): 82–93.
- [74] MAREK M., JANOUS D., KRATOCHVILOVA I. 1989. Topografie fotosintetické aktivity v korunach mladých jedinců jedle obrovské *Abies grandis* (Dougl.) Lindl. *Lesnictví* **35**(5): 395–403.
- [75] MEYER H. 1963. Eine Bereicherung unser Baumflora durch die Gattung *Abies*. *Soz. Forstwirtschaft.* **11**: 335–337.
- [76] MÜLLER K. 1935. *Abies grandis* und ihre Klimarassen. *Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges.* **47**: 54–123.
- [77] MÜLLER K. 1936. *Abies grandis* und ihre Klimarassen. *Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges.* **48**: 82–132.
- [78] NANSON A. 1978. Belgian provenance experiments with Douglas fir, Grand fir and Sitka spruce. *Proc. IUFRO Joint Meeting of Working Parties*, Vancouver, Canada 1: 335–346.
- [79] NANSON A., DE JAMBLINNE DE MEUX A., GATHY P. 1986. Provenance experiments on *Abies grandis* in Belgium. *Forestry Commission Research* **139**: 11–21.
- [80] NOEL J. 1979. Croissance et qualité du bois d'*Abies*

- grandis*; Etude de la variabilité génétique inter et intrapopulation. INRA Document Number 79/2.
- [81] O'DRISCOLL J. 1986. IUFRO grand fir (*Abies grandis*) provenance experiment in Ireland. Nursery stage results. *Forestry Commission Research* **139**: 86–98.
- [82] OTTO H. J. 1989. Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die Niedersächsischen Landesforsten. BAND I. *Mitteil. Niedersächs. Landesforstverwaltung*, ss. 442.
- [83] OWENS J. 1984. Bud development in grand fir (*Abies grandis*). *Can. J. Forest Res.* **14**(4): 575–588.
- [84] POKORNY J. 1959. Zkušnosti s pěstováním jedle obrovské (*Abies grandis* Lindl.) v Evropě a u nás. *Sborník Čsl. Akad. Zemed. Ved. (Lesn.)* **5**(12): 1071–1096.
- [85] POKORNY J. 1985. Jedle obrovská (*Abies grandis* Lindl.) – cenna rychle rostoucí dřevina. *Lesn. Pr.* **37**: 435–441.
- [86] RANFT H., LIEBSCHNER I. 1986. Beitrag zur Winterrosthärte und SO<sub>2</sub> – Resistenz der Tannenarten. *Soz. Forstwirtschaft.* **36**(10): 313–316.
- [87] RAU M. H., WEISGERBER H. 1982. Der internationale Herkunftsversuch mit *Abies grandis* in Hessen. *D. H.* **36**(3/4): 22–27.
- [88] RAU M. H., WEISGERBER H. 1986. Provenance trials with *Abies grandis* in Hesse during the nursery stage. *Forestry Commission Research* **139**: 65–75.
- [89] RAU M. H., WEISGERBER H., KLEINSCHMIT J., SVOLBA J., DIMPFMEIER J., RUETZ W. 1990. Preliminary Experiences with Grand fir provenances in Western Germany. *Joint Meeting of Western Forest Genetics Association and IUFRO Working Parties*, Olympia, Wash. USA.
- [90] RAU M. H., WEISGERBER H., KLEINSCHMIT J., SVOLBA J., DIMPFMEIER J., RUETZ W. 1991. Vorläufige Erfahrungen mit Küstentannen-Provenienzen in West-Deutschland. *Forst – u. Holzw.* **46**(9): 245–249.
- [91] RECK S. 1986. *Abies grandis* provenance experiment in northern Germany – nursery stage. *Forestry Commission Research* **139**: 59–64.
- [92] RICHTAR V. 1969. Rust jedle obrovské v kulture. *Lesn. Pr.* **48**: 456–461.
- [93] ROERING H. W. 1988. Waldbauliche Erfahrungen mit der Grossen Küstentanne in Schleswig-Holstein. *Allg. Forstzeitschr.* **43**(25): 697–698.
- [94] ROHMEDER E., DIMPFMEIER R. 1960. Entwicklung der *Abies grandis* Probenbauten in Bayern im dritten Lebensjahrzehnt. *Allg. Forstzeitschr.* **15**: 84–86.
- [95] ROLAND F., ROMAN-AMAT B. 1985. Le choix des provenances d'*Abies grandis* (Dougl.) Lindl. Premiers résultats obtenus en plantations comparatives. *Rev. For. Fr.* **37**: 114–124.
- [96] ROTH G. 1986. Erfahrungen mit dem Anbau ausländischer Nadelbaumarten im FA Quint. *Allg. Forstzeitschr.* **41**: 848–850.
- [97] RÖHLE H., HEISS A. 1988. Die Wuchsleistung von *Abies grandis* im Stadtwald Ausburg im Vergleich zu Douglasie und Fichte. *Allg. Forstzeitschr.* **43**(25): 711–712.
- [98] RÖHRIG E. 1978. Grundlagen für den Anbau von *Abies grandis*. *Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen* **54**: 1–95.
- [99] SCHOLZ F., STEPHAN B. 1982. Growth and reaction to drought of 43 *Abies grandis* provenances in a greenhouse study. *Silvae Genet.* **31**: 27–35.
- [100] SCHWAPPACH A. 1911. Die weiters Entwicklung der Versuche mit fremdländische Holzarten in Preussen. *Mitt. Deutsch. Gessellschaft* **9**: 3–37.
- [101] SENETA W. 1987. Drzewa i krzewy iglaste. PWN, Warszawa, Cz. I, ss. 270.
- [102] STEINHOFF R. J. 1980. Early growth of Grand fir seedlings in North Idaho. *Proc. IUFRO Joint Meeting of Working Parties*, Vancouver, Canada, 1978, **2**: 359–365.
- [103] STEINHOFF R. 1986. Nursery performance of grand fir provenance collections in North Idaho. *Forestry Commission Research* **139**: 145–151.
- [104] ŠIKA A. 1983. Introdukce jedle obrovské v ČSR. *Zpravy Lesnického Vyzkumu* **28**: 1–3.
- [105] ŠIKA A., VANČURA K. 1987. První výsledky provenienčního výzkumu jedle obrovské *Abies grandis* (Dougl.) Lindl. v ČSR. *Lesnictví* **33**(5): 399–412.
- [106] ŠUCEK B. 1993. Zastoupení a vzrůst jedle obrovské na ŠLP Masarykův Les. *Lesn. Pr.* **72**(1): 24–25.
- [107] TUMIŁOWICZ J. 1977. Jodła olbrzymia (*Abies grandis* Lindl.) gatunek perspektywiczny w gospodarstwie leśnym. PTL (Kom. Przyr. Podstaw. Lesn. i Zagosp. Lasu, Zespół d/s Uprawy Jodły Olbrzymiej w Polsce), Warszawa, ss. 32.
- [108] TUMIŁOWICZ J. 1979. Uprawa, wzrost i zdrowotność niektórych rzadkich gatunków iglastych w arboretum w Rogowie. *Rocznik Dendrologiczny* **32**: 109–123.
- [109] TUMIŁOWICZ J., WODZICKI T. 1990/91. Obce gatunki jodły (*Abies* Mill.) w lasach Polski ze szczególnym uwzględnieniem Arboretum w Rogowie. *Rocznik Dendrologiczny* **39**: 3–34.
- [110] VANČURA K. 1978. Jedle obrovská – významná introdukovaná dřevina. *Lesn. Pr.* **57**(7): 315–317.
- [111] VANČURA K. 1986. IUFRO provenances of *Abies grandis* in Czechoslovakia – nursery stage. *Forestry Commission Research* **139**: 22–33.
- [112] VANČURA K. 1990. Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. *Prace Vyzkum Ust. Lesn. Hosp. Mysl.* **75**: 47–66.
- [113] VANČURA K., ŠIKA A. 1987. Provenance research of the Grand fir (*Abies grandis*) in the Czech Socialist Republic. *Commun. Inst. For. Czech.* **15**: 43–54.
- [114] WEIDENBACH P., SCHMIDT J. 1988. Erfahrungen und Folgerungen aus dem bisherigen Anbau der Grossen Küstentanne in Baden–Württemberg. *Allg. Forst. Zeitschr.* **43**(25): 715–717.
- [115] WOLF H., RUETZ W. F. 1988. Ergebnisse älterer und jüngerer *Abies grandis* – Versuchsanbauten in Bayern. *Allg. Forstzeitschr.* **43**(25): 707–710.
- [116] ZAJĄCZKOWSKI J. 1975. Wprowadzanie jodły olbrzymiej (*Abies grandis* Lindl.) do lasów europejskich. *Sylvan* **119**(9): 68–72.