

AGNIESZKA JANKOWSKA, BOGUSŁAW ANDERS, ALEKSANDRA WÓJCIK

Charakterystyka techniczna drewna modrzewia dahurskiego (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.)

Characteristics of technical properties of Dahurian larch (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) wood

ABSTRACT

Jankowska A., Anders B., Wójcik A. 2019. Charakterystyka techniczna drewna modrzewia dahurskiego (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.). Sylwan 163 (1): 47-54.

The wood present in trade in Poland named as ‘Siberian larch’, in fact belongs to two tree species: *Larix sibirica* Ledeb. and *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. The term itself is rather associated with the origin of wood. While *Larix sibirica* wood is the subject of many research, characteristics of *Larix gmelinii* still require additions. The main aim of this paper was to describe the technical properties of Dahurian larch wood. We characterised also the microstructure of the wood. Moreover, durability against fungi-caused brown rot was tested. The wood from the Chabarowsk area (Russia) was tested. The properties of wood were determined in accordance with the recommendations of the Polish standards. The obtained results allow to conclude that Dahurian larch wood is characterized by medium shrinkage and typical shrinkage anisotropy (total radial shrinkage was 5.0% and in the tangential direction 7.6%). With the average density of this wood in an air-dry state equal to 620 kg/m³, average mechanical properties are associated – modulus of elasticity 12.5 GPa and Janka hardness on the cross-section of 57 MPa. These values are similar to those of Siberian larch. Dahurian larch heartwoods is characterized by low durability (4th class of natural durability to fungi in a 5-degree scale). It causes that wood used in external environment require special attention and use of wood preservatives.

KEY WORDS

larch, mechanical properties, physical properties, brown rot fungus, wood anatomy

ADDRESSES

Agnieszka Jankowska – e-mail: agnieszka_jankowska@sggw.pl
Bogusław Anders, Aleksandra Wójcik

Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa

Wstęp

Dystrybuowane w Polsce drewno nazywane modrzewiem syberyjskim pochodzi z drzew dwóch gatunków: *Larix sibirica* Ledeb. oraz *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. Określenie „syberyjski” wiąże się z pochodzeniem drewna. Rejon naturalnego występowania drzew z gatunku *Larix sibirica* Ledeb. obejmuje obszary leśne borealnych lasów Rosji: od 58° długości wschodniej na zachodzie do jeziora Bajkał na wschodzie (119° długości wschodniej), od tundry na północy (70° szerokości północnej) do Ajtału i Gór Sajańskich na południu (40° szerokości północnej) [Cunningham 1972]. Natomiast rejon naturalnego występowania drzew gatunku *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.

obejmuje centralną i wschodnią Syberię, a także północno-zachodnie Chiny i Mongolię. W latach 70. ubiegłego wieku gatunek ten został introdukowany do północnej części prowincji Ontario w Kanadzie [Chauret i in. 2002]. Pierwotnym miejscem występowania lokalnego gatunku modrzewia europejskiego *Larix decidua* Mill. były góry środkowej Europy (Alpy, Karpaty, wschodnie Sudety), ale został on rozpowszechniony na innych terenach w wyniku nasadzeń. W Polsce na naturalnych siedliskach rośnie tylko w Tatrach. Poza tym jest sadzony powszechnie na terenie całego kraju [Kozakiewicz, Krzosek 2013].

Kwestia nazewnictwa drewna modrzewi nie została do końca uporządkowana. W normie PN-EN 13556:2005, dotyczącej nazewnictwa drewna obecnego w handlu w Europie, pojęcie modrzewia syberyjskiego nie występuje, natomiast drewno *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. to drewno o polskiej nazwie modrzew dahurski. Na stosowanie określenia modrzew syberyjski wpływ ma prawdopodobnie bezpośrednie tłumaczenie na język polski angielskiej nazwy drewna: Siberian larch. Drewno *Larix sibirica* Ledeb. nie zostało uwzględnione w zapisach normy PN-EN 13556:2005.

Modrzew dahurski to drewno pozyskiwane z gatunku drzew iglastych *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. z rodziny sosnowatych (*Pinaceae*). Modrzew dahurski jest rośliną zmienną, mającą wiele odmian, np.: typową (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzenova var. *gmelinii* (Rupr.) Kuzenova), japońską (*L. gmelinii* (Rupr.) Kuzenova var. *japonica* (Maximowicz ex Regel) Pilg. 1926), ussuryjską (*L. gmelinii* (Rupr.) Kuzenova var. *olgensis* (Henry) Ostenf. & Syrach, 1930), Ruprechta (*L. gmelinii* (Rupr.) Kuzenova var. *principis-rupprechtii* (Mayr.) Pilg. 1926), koreańską (*L. gmelinii* (Rupr.) Kuzenova var. *koreana* Nakai et Tozawa & Nakai, 1929) i rozestaną (*L. gmelinii* (Rupr.) Kuzenova var. *prostrata* Regel, 1871) [Farjon 2010]. Gatunek ten jest wymieniony w normie PN-EN 13556:2005 dotyczącej terminologii stosowanej w handlu drewnem w Europie. Normatywne nazwy tego gatunku drewna są następujące: modrzew dahurski (pol.), Siberian larch (ang.), mélèze de Sibérie (fr.) i Sibirische Lärche (niem.).

W literaturze można odnaleźć różne informacje na temat właściwości drewna modrzewia dahurskiego. Bokschanin [1973 za Gupta, Ethington 1996] podaje, że gęstość tego drewna w stanie powietrzno-suchym wynosi od 640 do 700 kg/m³, a Chauret i in. [2002] – około 470 kg/m³. Przeprowadzone przez Gupta i Ethingtona [1996] badania wskazują, że gęstość drewna modrzewia dahurskiego o wilgotności 15% wynosi średnio 530 kg/m³. Zhang [1997] podaje, że gęstość drewna *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. zawiera się w przedziale od 538 do 771 kg/m³ (średnio 661 kg/m³). Podobnie szeroki zakres wykazują wartości opisujące właściwości mechaniczne drewna. Ponadto w literaturze odnaleźć można informacje dotyczące zmienności barwy drewna modrzewia dahurskiego [Lihuan, Weizhong 1994].

Ze względu na to, że procedury badawcze przyjęte w różnych krajach były odmienne, uzyskane wartości nie mogą być ze sobą porównywane. Podczas gdy informacje na temat właściwości drewna innych gatunków modrzewi są szeroko opisane, brakuje naukowo potwierdzonych danych dających informacje o charakterystyce technicznej i właściwościach technologicznych drewna modrzewia dahurskiego. Istnieje zatem pilna potrzeba uzupełnienia wiedzy w celu wskazania właściwego sposobu jego wykorzystania, z uwagi na dystrybucję na krajowym rynku gotowych wyrobów z drewna modrzewia dahurskiego opisanych jako drewno modrzewia syberyjskiego.

Celem niniejszej pracy jest charakterystyka techniczna drewna modrzewia dahurskiego (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) oraz analiza jego mikrostruktury. Badaniami objęto także określenie odporności drewna wobec działania grzyba powodującego brunatny rozkład drewna. Uzyskane wyniki pozwolą na uzupełnienie wiadomości o drewnie tego gatunku, a zdobyta wiedza pozwoli na przeprowadzenie oceny jego potencjalnych zastosowań.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiło drewno modrzewia dahurskiego (*Larix gmelini* (Rupr.) Kuzen.) pochodzące z pięciu drzew z okolic Chabarowska (Kraj Chabarowski, Rosja). W Kraju Chabarowskim panuje klimat umiarkowany zimny. W ziemi występuje znacznie mniej opadów niż w lecie, a średnia roczna temperatura wynosi 1,7°C. Średnia roczna suma opadów to 678 mm [Novorotskii 2007].

Badany materiał miał wyjściowo postać rozpiłowanych wyrzynków o długości nie większej niż 50 cm, pozyskanych z dolnej części pni drzew na wysokości pierśnicy. Wiek drzew wynosił od 80 do 83 lat, a średnica 71-75 cm.

Przeznaczone do badań drewno było pozbawione takich wad jak pęknięcia czy sęki. Drewno było suszone do stanu powietrzno-suchego, a następnie dzielone na deski. W tej postaci sezonowano je w warunkach klimatu normalnego (temperatura powietrza bliska 20°C i wilgotność względna 50-55%) przez okres sześciu miesięcy. Z tak przygotowanego drewna wykonywano standardowe próbki do prowadzonych oznaczeń.

Ponadto z drewna wykonano preparaty mikroskopowe prezentujące trzy podstawowe przekroje anatomiczne. Preparaty miały grubość 15-20 µm i były skrawane z drewna macerowanego w mieszaninie wody, alkoholu etylowego i gliceryny, a następnie barwione safraniną. Obserwacji i pomiarów mikroskopowych dokonano przy użyciu mikroskopu Olympus BX41 sprzężonego z kamerą cyfrową oraz oprogramowania CellB. Do analizy słoistości drewna wykorzystano oprogramowanie WINCELL TM, umożliwiające określenie szerokości przyrostów rocznych oraz szerokości strefy drewna wczesnego i późnego z dokładnością do 0,01 mm. Właściwości drewna oznaczane były zgodnie z zaleceniami norm PN-D-04100:1977, PN-D-04101:1977, PN-D-04111:1982, PN-D-04102:1977, PN-D-04107:1981, PN-D-04108:1981, PN-D-04103:1968, PN-D-04117:1963, PN-D-04104:1968, PN-D-04109:1954 oraz PN-D-04105:1979. Wyniki badań porównano z danymi literaturowymi dotyczącymi drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) oraz modrzewia syberyjskiego (*Larix sibirica* Ledeb.). Porównanie z drewnem sosny zwyczajnej oraz drewnem innych gatunków modrzewi wynika z powszechności materiału i ma wymiar praktyczny. Jednak z uwagi na brak innych doniesień literaturowych informacje na temat modrzewia syberyjskiego dotyczą drewna charakteryzowanego w oparciu o procedury badawcze obowiązujące w byłym ZSRR i Chinach.

Podstawą metodyki badań naturalnej trwałości drewna (odporności wobec działania grzybów) były wytyczne zawarte w normie PN-EN 113:2000. Badania przeprowadzono na próbkach twardełowych drewna modrzewia dahurskiego oraz porównawczo modrzewia syberyjskiego (*Larix sibirica* Ledeb.) i modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.), a także na próbkach wzorcowych z drewna sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L. (biel i twardeł). W badaniu został użyty grzyb *Coniophora puteana* (Schum., Fr.) Karst. zgodnie z zapisami norm PN-EN 350-1:2000 i PN-EN 113:2000, pochodzący z kolekcji czystych kultur grzybów Zakładu Ochrony Drewna Wydziału Technologii Drewna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Czas działania grzyba na drewno wynosił 16 tygodni. Klasę trwałości wyznaczono na podstawie wartości stosunku masy drewna poddanego działaniu grzyba i masy drewna kontrolnego.

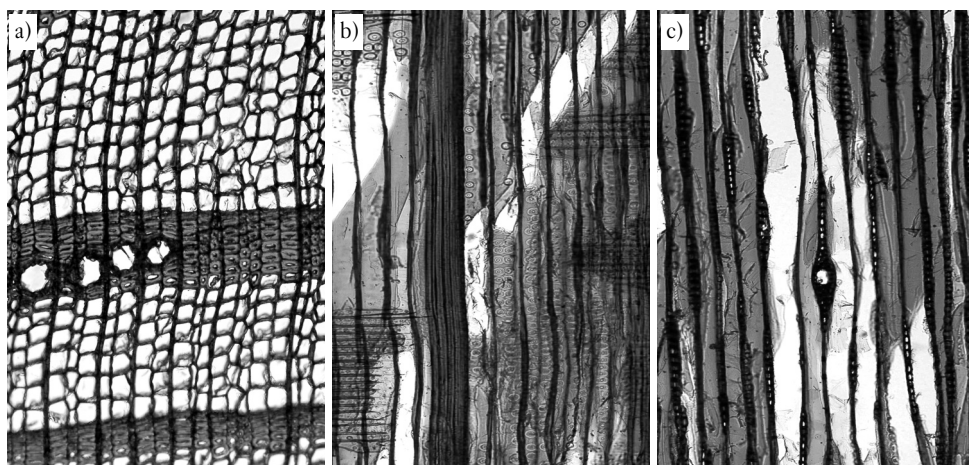
Wyniki i dyskusja

Drewno modrzewia dahurskiego to typowe drewno iglaste charakteryzujące się brakiem naczyń i wyraźnymi przyrostami rocznymi. Twardziel jest żółto-czerwona. Wyraźnie oddzielony od twardełi biel drewna jest jasnokremowo-różowy, o szerokości 4-5 cm. Intensywność zabarwienia twardełi jest zbliżona do modrzewia syberyjskiego *Larix sibirica* Ledeb. i jednocześnie mniejsza

w porównaniu do rodzimego (występującego w Polsce) modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.). Twardziel zajmuje około 70-75% objętości pnia [Gupta, Ethington 1996]. Drewno zawiera żywicę. Na przekroju poprzecznym przewody żywiczne są widoczne w postaci jaśniejszych punktów w strefie drewna późnego. Przyrosty roczne mają prosty przebieg, a przejście strefy drewna wczesnego w strefę drewna późnego jest stosunkowo ostre (w odróżnieniu od drewna sosny zwyczajnej [Kokociński 2002]). W drewnie przeznaczonym do badań średnia szerokość przyrostów rocznych wynosiła około 1,0 mm (0,3-0,6 mm w strefie drewna dojrzałego, 1,2-4,0 mm w strefie drewna młodocianego). Jest to więc drewno wąskostoiste. Taką samą szerokością przyrostów rocznych charakteryzowało się drewno modrzewia dahurskiego badane przez Gupta i Ethingtona [1996]. Typowa szerokość przyrostów rocznych drewna modrzewia syberyjskiego wynosi 1-2 mm, średnio około 1,7 mm [Kozakiewicz, Szczęśna 2012].

Budowa mikroskopowa wykazuje cechy typowe dla drewna iglastego. Cewki podłużne rozmieszczone są w promieniowych szeregach (fot. 1a). Cewki drewna wczesnego są cienkościenne i mają średnio 4,54 μm grubości. Cewki drewna późnego są grubościenne i dwukrotnie grubsze – 7,98 μm . Wielkość światła cewek w strefie drewna wczesnego wynosi średnio 48,61 μm , a późnych 7,43 μm i są to wartości nieco odmienne niż opisywane dla modrzewia syberyjskiego *Larix sibirica* Ledeb. – 20-40 μm dla cewek wczesnych i 13-25 μm dla cewek późnych [Koizumi i in. 2003]. Średnica cewek drewna wczesnego w kierunku promieniowym nie różni się istotnie od średnicy w kierunku stycznym. Natomiast średnia średnica cewek drewna wczesnego w kierunku promieniowym jest dwukrotnie mniejsza od średniej średnicy cewek drewna późnego (cewki są wyraźnie spłaszczone w kierunku promieniowym – fot. 1a). Pionowe przewody żywiczne są zlokalizowane w strefie drewna późnego.

W strefie drewna wczesnego na promieniowych ścianach cewek występują jamki lejko-wate – głównie w parach, rzadziej w pojedynczych rzędach (fot. 1b). Poziome przewody żywiczne ułożone są w promieniach drzewnych (fot. 1c). Heterogeniczne promienie drzewne zbudowane są z cewek oraz z cienkościennych komórek miękiszowych. Cewki stanowią górne i dolne warstwy promienia i charakteryzują się drobno ząbkowanymi ściankami. Są to promienie jedno-



Fot. 1.

Obrazy mikroskopowe drewna modrzewia dahurskiego (*Larix gmelini* (Rupr.) Kuzen.): a) przekrój poprzeczny, b) przekrój promieniowy, c) przekrój styczny

Microscopic images of Siberian larch (*Larix gmelini* (Rupr.) Kuzen.) wood: a) transverse section, b) radial section and c) tangential section

i wielozeregowo o zróżnicowanej liczbie warstw komórek. Wysokość jednorzędowych promieni wynosi do 20 warstw, podczas gdy promienie wrzecionowate (zawierające poprzeczny przewód żywiczny) mogą być nieco wyższe – do około 30 warstw. Podobnie jak w przypadku drewna pozostałych gatunków modrzewi [Wagenführ 2007], na polach krzyżowych obecne są jamki piecoidalne w liczbie od 2 do 4 na pojedynczym polu krzyżowym.

Biorąc pod uwagę wartości charakteryzujące właściwości fizyczne i mechaniczne (tab. 1), drewno modrzewia dahurskiego według sześciostopniowej skali gęstości drewna podanej przez Krzysika [1978] zalicza się do umiarkowanie ciężkiego lub umiarkowanie lekkiego (III-IV klasa). Badane drewno charakteryzowało się gęstością na poziomie 620 kg/m^3 (od 570 do 710 kg/m^3 przy wilgotności drewna na poziomie 11,5%). Typowa gęstość drewna modrzewia syberyjskiego w stanie powietrzno-suchym wynosi $560\text{-}590 \text{ kg/m}^3$ [Dzbeński, Luwsandorż 1996], przy czym wąskostoiste drewno może osiągnąć wartość nawet ponad 700 kg/m^3 . Omawiane drewno charakteryzują średnie wielkości skurczów. Według podanej przez Krzysika [1978] klasyfikacji Monnina drewno modrzewia dahurskiego jest średnio kurczliwe – średni skurcz objętościowy wynosi

Tabela 1.

Średnia (M), odchylenie standardowe (SD) oraz najwyższa (Min) i najniższa (Max) wartość właściwości drewna modrzewia dahurskiego

Mean (M), standard deviation (SD) as well as the lowest (Min) and the highest (Max) value of physical and mechanical properties of *Larix gmelinii* wood

	Min	M (SD)	Max
Gęstość [kg/m^3] Density	570	620 (25)	710
Skurcz w kierunku wzdłużnym [%] Longitudinal shrinkage	0,4	0,45 (0,05)	0,50
Skurcz w kierunku promieniowym [%] Radial shrinkage	4,4	5,0 (0,4)	5,6
Skurcz w kierunku stycznym [%] Tangential shrinkage	5,7	7,6 (0,5)	8,1
Skurcz objętościowy [%] Volume shrinkage	10,4	12,7 (0,7)	13,5
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż włókien [MPa] Stretch strength along the fibres	105	120 (15)	134
Wytrzymałość na rozciąganie w poprzek włókien [MPa] Stretch strength along the fibres	2,9	3,6 (0,4)	3,9
Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien [MPa] Compressive strength along the fibres	50	56 (6)	66
Wytrzymałość na zginanie statyczne [MPa] Static bending strength	88	104 (18)	120
Udarność [kJ/m^2] Resilience	0,42	0,88 (0,27)	0,96
Moduł sprężystości wzdłuż włókien [GPa] Modulus of elasticity along the fibres	9,3	12,5 (1,1)	14,7
Wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien [MPa] Tensile strength parallel to fibres in radial plane	9,1	9,5 (0,9)	10,2
Twardość Janki na przekroju poprzecznym [MPa] Janka hardness on transverse cross section	51	57 (6)	61
Twardość Janki na przekrojach wzdłużnych [MPa] Janka hardness on longitudinal cross section	42	46 (3)	48

12,7%. Podobna wartość została wskazana przez Chaureta i in. [2002]. Stabilność wymiarowa drewna modrzewia dahurskiego została również opisana przez Pierełygina [1957], który podaje, że wartość skurczy w kierunku promieniowym i stycznym wynosi odpowiednio 4-5 oraz 8%. Ze średnią gęstością drewna związane są przeciętne właściwości wytrzymałościowe. Przykładowo wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien wynosi od 50 do 66 MPa, a wytrzymałość na zginanie statyczne od 105 do 134 MPa. Podobnie moduł sprężystości kształtuje się na średnim poziomie – od 9,3 do 14,7 GPa. Porównywalne wartości charakteryzujące wytrzymałość drewna modrzewia dahurskiego (drewno o gęstości 661 kg/m³) przedstawił Zhang [1997], przy czym oznaczenia właściwości dokonywane były w oparciu o zalecenia chińskiej normy NSP 1980. Natomiast charakterystyka drewna modrzewia dahurskiego przedstawiona przez Chaureta i in. [2002] dotyczyła materiału pochodzącego z Kanady, o gęstości 461 kg/m³. Niższa gęstość przełożyła się na otrzymanie przez badaczy parametrów mechanicznych o niższej wartości. Według wyników badań prowadzonych w oparciu o normy amerykańskie wytrzymałość na zginanie drewna modrzewia dahurskiego wynosi około 56 MPa, a moduł sprężystości wyznaczony przy zginaniu statycznym zawiera się w przedziale 9,9-10,0 GPa. Na podstawie analizy danych przedstawionych w tabeli 1 i danych literaturowych [Krzysik 1978; Wagenführ 2007] można stwierdzić, że wytrzymałość na zginanie statyczne drewna modrzewia dahurskiego jest wyraźnie wyższa od wytrzymałości drewna sosny pospolitej *Pinus sylvestris* L. (35-206 MPa, średnio 87 MPa) i modrzewia europejskiego *Larix decidua* Mill. (64-132 MPa, średnio 84 MPa) oraz drewna świerka *Picea abies* Karst. (24-116 MPa, średnio 66 MPa). Należy przy tym zaznaczyć, że przedstawione dane dotyczą materiału o wilgotności 15%.

Według klasyfikacji Janki przedstawionej przez Krzysika [1978] drewno modrzewia dahurskiego jest drewnem średnio twardym, ponieważ charakteryzuje się twardością w przedziale 50-65 MPa. Dla porównania – twardość drewna modrzewia europejskiego na przekroju poprzecznym wynosi około 39 MPa. Różnice wynikają z faktu, że krajowe drewno modrzewia jest drewnem o niższej gęstości.

Aktywność degradacji drewna przez *Coniophora puteana* (Schum., Fr.) Karst. określona na podstawie ubytku masy drewna bielastego *Pinus sylvestris* L. była prawidłowa. W ciągu 16 tygodni działanie grzyba spowodowało dwukrotnie większy ubytek masy drewna twardego modrzewia dahurskiego niż modrzewia syberyjskiego i modrzewia europejskiego (tab. 2).

Tabela 2.

Średnia początkowa i końcowa masa drewna przy wilgotności 0% (odpowiednio MDp i MDk [g]), średni, minimalny i maksymalny ubytek masy (odpowiednio mUM, minUM, maxUM [g]) i średni skorygowany ubytek masy (UMkor [%]) po 16 tygodniach działania grzyba *Coniophora puteana* (Schum., Fr.) Karst.

Average initial and final wood mass at moisture content 0% (MDp i MDk [g] respectively), mean, minimum and maximum mass loss (mUM, minUM, maxUM [g] respectively) as well as average adjusted mass loss (UMkor [%]) after 16 weeks of action of *Coniophora puteana* (Schum., Fr.) Karst.

	MDp	MDk	minUM	mUM	maxUM	UMkor*
<i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Kuzen. Twardziel; hardwood	10,70	6,78	1,55	3,92	6,48	36,75 (1,20)
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	13,67	11,45	1,01	2,23	4,34	16,51 (0,87)
<i>Larix decidua</i> Mill.	11,42	9,59	0,51	1,82	3,82	17,89 (1,10)
<i>Pinus sylvestris</i> L. Biel; sapwood	8,71	4,99	1,29	3,72	5,13	42,61 (0,63)
<i>Pinus sylvestris</i> L. Twardziel; hardwood	9,37	7,35	0,24	2,02	4,16	22,41 (1,37)

* odchylenie standardowe w nawiasie; standard deviation in the parentheses

Naturalną trwałość drewna modrzewia dahurskiego *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. określono według zaleceń normy PN-EN 350-1:2000. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że drewno twarde modrzewia dahurskiego cechuje niska trwałość (4 klasa naturalnej trwałości na działanie grzybów w pięciostopniowej skali). Według wyników przeprowadzonych badań drewno modrzewia syberyjskiego oraz modrzewia europejskiego charakteryzowało się 3 klasą naturalnej trwałości (średnio trwałe). W normie PN-EN 350-1:2000 drewno modrzewia europejskiego przyporządkowana jest 3-4 klasa naturalnej trwałości (średnio i mało trwałe).

Podsumowanie

Drewno modrzewia dahurskiego (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) charakteryzuje się średnią kurczliwością i typową anizotropią skurczu (całkowity skurcz w kierunku promieniowym wynosi 5,0%, a w kierunku stycznym 7,6%). Ze stosunkowo niską średnią gęstością tego drewna w stanie powietrzno-suchym, równą 620 kg/m^3 , związane są przeciętne właściwości mechaniczne (wytrzymałość na zginanie statyczne około 104 MPa, moduł sprężystości 12,5 GPa, twardość Janki na przekroju poprzecznym 57 MPa). Są to wartości zbliżone do podawanych dla drewna modrzewia syberyjskiego i nieco wyższe niż dla krajowego modrzewia europejskiego.

Z uwagi na korzystną dla wielu zastosowań charakterystykę techniczną drewno modrzewia dahurskiego jest odpowiednie np. na elementy konstrukcyjne do użytkowania w warunkach wewnętrznych, a po zabezpieczeniu środkami ochrony (ze względu na stosunkowo niską naturalną trwałość) także w warunkach zewnętrznych, m.in. w postaci: podkładów kolejowych, pali, legarów, desek tarasowych czy okładzin ściennych.

Literatura

- Chauret G., Zhang T., Manager Y. L. 2002. Wood Characteristics and End-Use Potential of Two Fast-Growing Exotic Larch Species (*Larix gmelinii* and *Larix sibirica*) Grown in Ontario.
- Cunningham R. A. 1972. Development of Siberian and Dahurian larches after 10 years in North Dakota. Fort Collins, USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Dzbeński W., Luwsandorż C. 1996. Podstawowe właściwości fizyko-mechaniczne drewna modrzewia syberyjskiego (*Larix sibirica* Ledeb.) proveniencji mongolskiej. Materiały z X Konferencji Naukowej WTD SGGW „Drewno – tworzywo inżynierskie”. 16 lutego, Warszawa. 55-64.
- Farjon A. 2010. A Handbook of the World's Conifers. Koninklijke Brill, Leiden.
- Gupta R., Ethington R. L. 1996. General physical characteristics of dahurian larch (*Larix dahurica*) from the Russian far east. Forest Product Journal 46 (4): 90-93.
- Koizumi A., Takata K., Yamashita K., Nakada R. 2003. Anatomical characteristics and mechanical properties of *Larix sibirica* grown in South-Central Siberia. IAWA Journal 24 (4): 355-370
- Kokociński W. 2002. Anatomia drewna. Prodruck, Poznań.
- Kozakiewicz P., Krzosek S. 2013. Inżynieria materiałów drzewnych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Kozakiewicz P., Szcześna M. 2012. Modrzew syberyjski (*Larix sibirica* Leleb.) – drewno z północnej Azji. Przemysł Drzewny 7-8: 53-56.
- Krzysik F. 1978. Nauka o drewnie. PWN, Warszawa.
- Lihuan Z., Weizhong W. 1994. Studies on physical and mechanical properties of dahurian larch-wood of two wood colours. Journal of Northeast Forestry University 5 (4): 68-72.
- Novorotskii P. V. 2007. Climate changes in the Amur River basin in the last 115 years. Russian Meteorology and Hydrology 32 (2): 102-109.
- Pierelugin L. M. 1957. Driewiesinowiedienije. Sowietskaja nauka, Moskwa.
- PN-D-04100:1977. Drewno. Oznaczenie wilgotności.
- PN-D-04101:1977. Drewno. Oznaczenie gęstości.
- PN-D-04102:1977. Drewno. Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien.
- PN-D-04103:1968. Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Oznaczenie wytrzymałości na zginanie statyczne.
- PN-D-04104:1968. Drewno. Oznaczenie udarności i wytrzymałości na zginanie dynamiczne.
- PN-D-04105:1979. Drewno. Oznaczenie wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien.
- PN-D-04107:1981. Drewno. Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie wzdłuż włókien.
- PN-D-04108:1981. Drewno. Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie w poprzek włókien.

- PN-D-04109:1954. Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Badanie twardości metodą Janki.
- PN-D-04109:1954. Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Badanie łupliwości.
- PN-D-04109:1990. Drewno. Oznaczenie twardości statycznej.
- PN-D-04111:1982. Drewno. Oznaczenia skurczu i spęcznienia.
- PN-D-04117:1963. Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Oznaczenie współczynnika sprężystości przy zginaniu statycznym.
- PN-EN 113:2000. Środki ochrony drewna. Metoda badania do oznaczania skuteczności zabezpieczania przeciwko podstawczakom rozkładającym drewno. Oznaczanie wartości grzybobójczych.
- PN-EN 13556:2005. Drewno okrągłe i tarcica. Terminologia stosowana w handlu drewnem w Europie.
- PN-EN 350-1:2000. Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych. Naturalna trwałość drewna litego. Wytyczne dotyczące zasad badania i klasyfikacji naturalnej trwałości drewna.
- PN-EN 350-2:2000. Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych. Naturalna trwałość drewna litego. Wytyczne dotyczące naturalnej trwałości i podatności na nasycanie wybranych gatunków drewna mającego znaczenie w Europie.
- Wagenführ R.** 2007. Holzatlas. T. 6. Neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- Zhang S. Y.** 1997. Wood specific gravity-mechanical property relationship at species level. Wood Science and Technology 31: 181-191.