

ROZMIESZCZENIE SUBSTANCJI MINERALNYCH W DREWIE DĘBOWYM (*QUERCUS PETREA LIEBL.*)

Donata Krutul

Katedra Fizyko-Chemicznych Podstaw Technologii Drewna SGGW w Warszawie

Przeprowadzono oznaczenia zawartości substancji mineralnych w twardzieli i w bielu drewna dębowego w części odziomkowej pnia, w połowie długości i w części wierzchołkowej. W badanym drewnie oznaczono również zawartość wapnia, potasu, magnezu, sodu, miedzi, żelaza, cynku, manganu, ołowiu i rtęci.

WPROWADZENIE I CEL PRACY

Podczas procesu wzrostu drzewa w sposób naturalny gromadzą się w nim sole mineralne. W drewnie gatunków iglastych rozpuszczone w wodzie sole osadzają się w kanałach żywicznych, promieniach rdzeniowych oraz w ściankach cewek [4].

W drewnie gatunków liściastych substancje mineralne odkładane są w spiralnych zgrubieniach ścianek komórkowych a także w porach i w przestrzeniach komórek parenchymatycznych.

Zawartość soli mineralnych w drewnie oznacza się na podstawie ilości popiołu, uzyskanego po spaleniu i wyprażeniu próbki. Średnia zawartość popiołu w przeliczeniu na masę suchego drewna pozyskanego z klimatu umiarkowanego waha się w granicach 0,3 - 1,2%. Stosunkowo niewielka zawartość substancji mineralnych odgrywa poważną rolę w fizjologicznym procesie tworzenia tkanki drzewnej [7].

Z całkowitej zawartości popiołu w drewnie tylko około 10 do 25% związków rozpuszcza się w wodzie. Substancjami rozpuszczalnymi są głównie węglan potasu i węglan sodu. nierozpuszczalne części popiołu stanowią 75 - 90% ogólnej zawartości i są to węglany, krzemiany, fosforany magnezu i żelaza oraz stanowiący główny składnik popiołu węglan wapnia.

Podstawowymi pierwiastkami wchodzącymi w skład popiołu są: wapń (Ca^{2+}), potas (K^+), magnez (Mg^{2+}). W mniejszych ilościach znajdują się następujące pierwiastki: mangan (Mn^{2+}), sód (Na^+), fosfor (P^{3+}), żelazo (Fe^{2+}), cynk (Zn^{2+}).

W drzewie zawartość substancji mineralnych zależy od lokalizacji pobranej próbki. Szczególnie dużą zawartością tych substancji charakteryzują się liście i igły oraz dolne i końcowe części korzeni.

Według Fengla [4] zawartość substancji mineralnych w poszczególnych częściach drzewa zmniejsza się w następującej kolejności: kora, cienkie korzenie, gałęzie, grube korzenie, seki, pień. Zawartość substancji mineralnych w drewnie wczesnym jest większa w porównaniu z drewnem późnym. Dla tych samych gatunków drzew zawartość tych substancji oraz ich skład elementarny waha się w szerokich przedziałach i jest to spowodowane wpływem środowiska na wzrost drzewa, a także lokalizacją badanych próbek w drzewie.

Pereira [8] stwierdził, że w korku dębowym zawartość substancji mineralnych waha się od 0,53% do 0,91% w zależności od warunków wzrostu drzewa.

Rademacher, Bauch i Puls [9] przeprowadzili badania rozmieszczenia pierwiastków na przekroju poprzecznym pni świerkowych, przy czym badali drzewa zdrowe i chore. Wzdłuż promienia pnia, z oznaczonych pierwiastków, tylko zawartość potasu i wapnia jest większa w części bielastej drewna niż w drewnie twardej. Natomiast zawartość cynku wyraźnie większa jest w kierunku od obwodu do rdzenia, a zmiany w zawartości innych pierwiastków są nieregularne. Nie stwierdzono różnic w zawartości badanych pierwiastków w drewnie z drzew zdrowych i chorych.

Loto i Fakankun [6] przeprowadzili badania zawartości substancji mineralnych w nigeryjskim drewnie mangrowym białym i czerwonym. W drewnie mangrowym w największej ilości występuje sód, chlor i potas. W białym drewnie mangrowym zawartość pierwiastków jest kilkakrotnie większa niż w czerwonym drewnie mangrowym.

Fakankun i Loto [3] przeprowadzili również badania zawartości substancji mineralnych w tropikalnych gatunkach drzew stosowanych w medycynie. Badane gatunki drzew charakteryzowały się dużymi wahaniami w zawartości substancji mineralnych i tak np. w drewnie *Antiaris africana* zawartość tych substancji wynosi 11,9%, a w drewnie *Tearminalia ivorensis* -1,5%. W badanych gatunkach w największych ilościach występuje potas, sód i siarka (oznaczona w postaci jonów siarczanowych).

Ahonkhai i Nwokoro [2] oraz Ahonkhai [1] również przeprowadzili badania zawartości substancji mineralnych w drewnie gatunków afrykańskich. Zawartość popiołu w drewnie badanych gatunków waha się od 0,51 % do 0,95%, a z oznaczonych pierwiastków w największych ilościach występuje wapń, a następnie potas i magnez.

Wydaje się celowym podjęcie prac nad określeniem rozmieszczenia substancji mineralnych na przekroju podłużnym i poprzecznym w poszczególnych gatunkach drzew.

MATERIAŁ I METODYKA PRACY

Rozmieszczenie substancji mineralnych badano w pniach dębowych w wieku rębny 100 i 120 - letnim oraz z najmłodszych klas wieku - 20 i 40 - letnim. Pnie dębowe pozyskano z dwu województw należących do różnych stref zagrożenia lasów:

1. strefy słabego zagrożenia - woj. olsztyńskie - pnie w wieku 120 - letnim i 20 letnim;
2. strefy średniego zagrożenia - woj. jeleniogórskie - pnie w wieku 100 - letnim i 40 letnim.

Województwo olsztyńskie typ siedliska: las mieszany świeży, zwarcie umiarkowane, pokrycie ściółkowe, bonitacja II, jakość 2, gleba brunatna bielcowana z piasków średnio gliniastych.

Województwo jeleniogórskie typ siedliska: las mieszany świeży, zwarcie umiarkowane, nachylenie pagórkowate, pokrycie silnie zadarnione, bonitacja I, 5, gleba z piasków słabo gliniastych i gliniastych.

Z poszczególnych pni pozyskano krążki o wysokości ok. 200 mm z części odziomkowej, środkowej i wierzchołkowej. Z każdego krążka pozyskano próbki oddzielnie z drewna bielu i drewna twardzieli. Charakterystykę badanych przekrojów poprzecznych z poszczególnych wysokości pni podano w tab. 1.

Oznaczenie zawartości popiołu w poszczególnych próbkach drewna dębowego przeprowadzono w piecu mufowym. Rozdrobnione drewno w postaci trocin w ilości 2,5g (9 z dokładnością do 0,001 g) spalono w tyglach porcelanowych w temperaturze 873⁰ K do momentu uzyskania stałej masy. Zawartość pierwiastków oznaczono w ten sposób, że znaną masę absolutnie suchego popiołu uzyskanego ze spalania 2,5g trocin, przenoszono do kolbki miarowej o pojemności 50 cm³ i dodawano 5 cm³ 10% roztworu kwasu solnego, a następnie uzupełniano do kreski wodą redestylowaną. W przypadku oznaczania Ca²⁺ i Mg²⁺ z uwagi na wysokie stężenie tych pierwiastków, dodatkowo rozcieńczano wodą redestylowaną 10-ciokrotnie i dodawano azotanu lantanu jako czynnika tłumiącego interferencję chemiczną. Oznaczanie zawartości pierwiastków przeprowadzono na komputerowym spektrofotometrze absorpcji atomowej PERKIN-ELMER 300.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Na podstawie przedstawionych wyników w tab.1 można stwierdzić, że w drewnie dębu 120-letniego (woj. olsztyńskie) szerokość słoju rocznych jest prawie jednakowa w części odziomkowej i środkowej a jest nieco większa w części wierzchołkowej. Udział drewna późnego również jest największy w części wierzchołkowej zarówno w drewnie twardzieli jak i bielu.

W drewnie twardzieli 100-letnim z województwa jeleniogórskiego szerokość słoju rocznych jest większa w części odziomkowej niż w części wierzchołkowej.

Natomiast udział drewna późnego jest większy w części wierzchołkowej zarówno w twardzieli jak i bielu.

W drewnie 20-letnim z województwa olsztyńskiego szerokość słoju rocznych jest zbliżona w trzech badanych przekrojach poprzecznych, a udział drewna późnego jest największy w części wierzchołkowej. Również w drewnie 40-letnim z woj. jeleniogórskiego szerokość słoju rocznych jest zbliżona w trzech przekrojach, a udział drewna późnego jest największy w części wierzchołkowej.

Na rys. 1 przedstawiono wyniki procentowej zawartości popiołu w drewnie badanych pni dębowych.

Z przedstawionych danych wynika, że zawartość popiołu w drewnie 20-letnim twardzieli jest większa w porównaniu z drewnem 120-letnim, pobranym z tego samego siedliska. Natomiast drewno bielu zarówno dębu 20 jak i 120-letniego charakteryzuje się większą zawartością popiołu w porównaniu z drewnem twardzieli, osiągając najwyższe - wynoszące odpowiednio: 0,86% i 0,83% - wartości w części wierzchołkowej. Również drewno bielu dębu 100-letniego i 40-letniego charakteryzuje się większą zawartością popiołu w porównaniu z drewnem twardzieli.

Z oznaczonych pierwiastków (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+}) niezależnie od wieku i siedliska wzrostu drzewa, w drewnie bielu najwięcej znajduje się potasu (K^+). W badanych pniach, zawartość potasu zarówno w drewnie twardzieli jak i bielu jest największa w części wierzchołkowej (rys. 2). Charakter zmian zawartości wapnia (Ca^{2+}) w badanych pniach dębowych jest zbliżony do zmian zawartości potasu. Drewno twardzieli charakteryzuje się mniejszą zawartością wapnia niż drewno bielu, a w części wierzchołkowej jest go najwięcej (rys. 3).

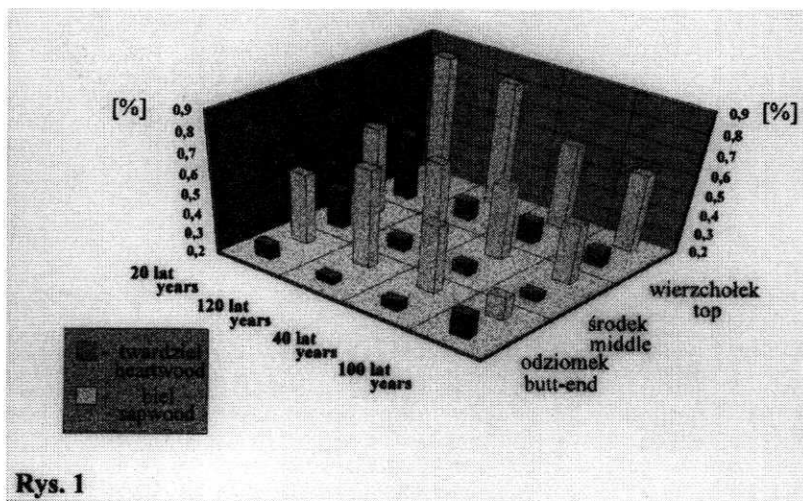
Zawartość magnezu jest o wiele mniejsza niż potasu i wapnia i wynosi od 34 ppm do 265 ppm. W drewnie bielu magnezu jest więcej niż w twardzieli, a największą jego zawartością charakteryzuje się drewno wierzchołkowe. Drewno dębowe pozyskane z woj. olsztyńskiego charakteryzuje się większą zawartością magnezu w porównaniu z drewnem dębowym z woj. jeleniogórskiego (rys. 4).

Badane drewno dębowe charakteryzuje się znacznie mniejszą zawartością sodu (Na^{2+}), manganu (Mn^{2+}), żelaza (Fe^{3+}), cynku (Zn^{2+}) i miedzi (Cu^{2+}), z tego względu dane liczbowe zawartości tych pierwiastków zestawiono w tab. 2. Ołów (Pb^{2+}) i rtęć (Hg^{2+}) jeżeli występowały w drewnie to w śladowych ilościach, stąd danych liczbowych nie uwzględniano.

Zawartość sodu w badanym drewnie dębowym waha się w granicach od ok. 15 ppm do ok. 79 ppm. Największą jego zawartością charakteryzuje się 20-letnie drewno dębowe (z woj. olsztyńskiego), a najmniejszą 40-letnie drewno (z woj. jeleniogórskiego). Natomiast drewno dębowe 120-letnie i 100-letnie charakteryzuje się zbliżoną jego zawartością (tab. 2).

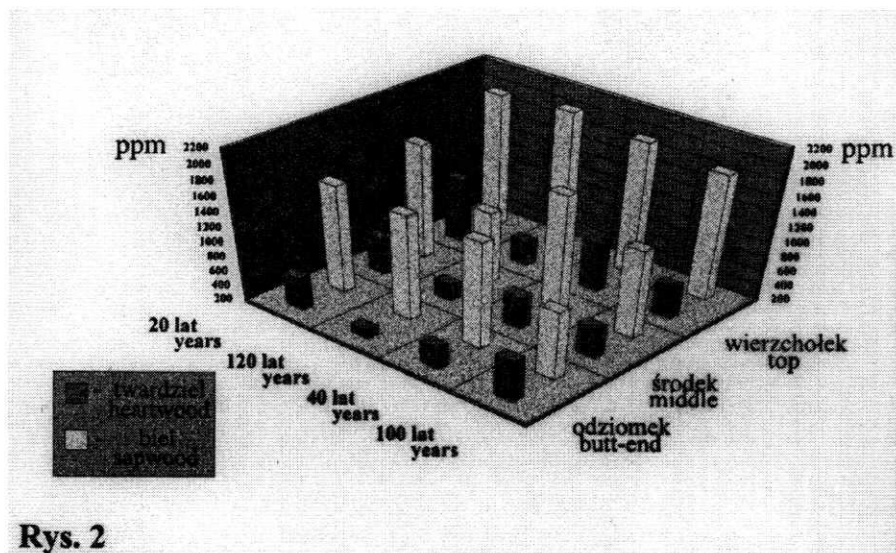
W drewnie bielu zawartość sodu jest największa w części wierzchołkowej, a w drewnie twardzieli tylko w dębie 100-letnim jest większa w części odziomkowej.

Zawartość manganu w badanym drewnie waha się w granicach od ok. 20 ppm do ok. 60 ppm. W drewnie 20-letnim i 40-letnim zawartość manganu jest



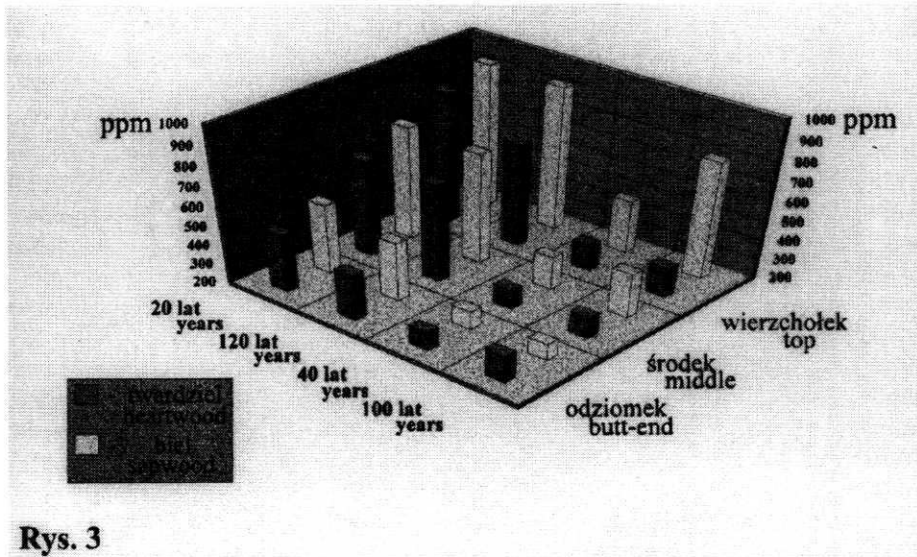
Rys. 1. Zawartość substancji mineralnych w drewnie dębowym: 20 i 120 letnim - woj. olsztyńskie oraz 40 i 100 letnim - woj. jeleniogórskie.

Fig. 1. Content of mineral substances in oak wood: 20 years and 120 years - province Olsztyn, 40 years and 100 years - province Jeleniagóra



Rys. 2. Zawartość potasu w badanym drewnie dębowym: 20 i 120 letnim - woj. olsztyńskie oraz 40 i 100 letnim - woj. jeleniogórskie.

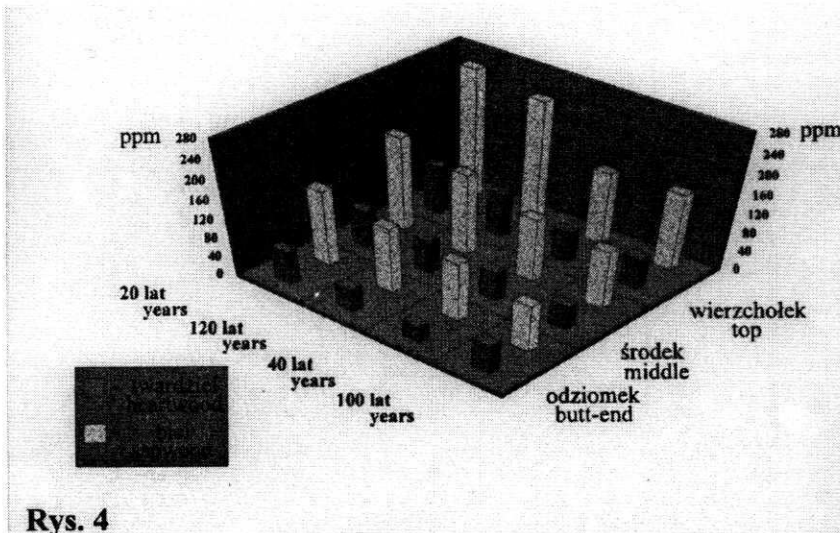
Fig. 2. Content of potassium substances in oak wood: 20 years and 120 years - province Olsztyn, 40 years and 100 years - province Jeleniagóra



Rys. 3

Rys. 3. Zawartość wapnia w badanym drewnie dębowym: 20 i 120 letnim - woj. olsztyńskie oraz 40 i 100 letnim - woj. jeleniogórskie.

Fig. 3. Content of calcium substances in oak wood: 20 years and 120 years - province Olsztyn, 40 years and 100 years - province Jeleniagóra



Rys. 4

Rys. 4. Zawartość manganu w badanym drewnie dębowym: 20 i 120 letnim - woj. olsztyńskie oraz 40 i 100 letnim - woj. jeleniogórskie.

Fig. 4. Content of manganese substances in oak wood: 20 years and 120 years - province Olsztyn, 40 years and 100 years - province Jeleniagóra

większa niż w drewnie 120-letnim i 100-letnim; przy czym największą jego zawartością charakteryzuje się drewno bielu z części wierzchołkowej.

Tabela 1.
Table 1.
Charakterystyka przekroju poprzecznego krażków dębowych użytych do badań
Characteristics of the cross section of oak disc used in investigations

Województwo Province	Wiek (lata) Age (years)	Wysokość pozyskania krajeków Disc obtaining height	Liczba stojów rocznych increments		Szerokość stojów rocznych [mm] Width of annual increments [mm]		Udział drewna późnego [%] Content of late wood [%]	
			twardziel heart- wood	biel sapwood	twardziel heart- wood	biel sapwood	twardziel heart- wood	biel sapwood
Olsztyńskie (Olsztyn province)	120	odziomek butt-end	98	19	1,6	1,5	55,8	63,0
		środek middle	74	12	1,6-1,2	1,3	66,6-59,8	62,5
		wierzchołek top	9	13	2,5	2,1	78,6	69,5
	20	odziomek butt-end	8	11	3,6	2,8	79,0	79,6
		środek middle	6	7	2,9	3,1	86,1	84,6
		wierzchołek top	3	5	2,9	3,2	88,0	86,2
Jelenio- górskie (Jeleniagóra province)	100	odziomek butt-end	86	15	3,6-2,3	0,7	55,0-53,2	36,3
		środek middle	62	13	2,3	0,8	56,5	38,0
		wierzchołek top	54	12	1,8	0,8	62,0	41,3
	40	odziomek butt-end	24	13	3,0	2,0	77,0	69,7
		środek middle	17	11	3,6-2,3	1,8	84,7-69,8	71,0
		wierzchołek top	7	8	2,5	2,6	81,5	76,9

W badanych pniach dębowych, drewno bielu z części wierzchołkowej zawiera najwięcej żelaza w stosunku do części środkowej i odziomkowej tab. 2. Drewno dębowe 40-letnie charakteryzuje się mniejszą zawartością żelaza w stosunku do pozostałych pni.

Zawartość cynku w drewnie badanym jest niewielka, a większą jego zawartością charakteryzuje się drewno bielu dębu 20- i 40-letniego.

Zawartość miedzi w drewnie dębowym jest zbliżona niezależnie od jego wieku i siedliska. Nieco większą zawartością miedzi charakteryzuje się drewno bielu z części wierzchołkowej.

W podsumowaniu można stwierdzić, że charakter zmian zawartości badanych pierwiastków w drewnie dębowym jest zgodny z charakterem zmian w zawartości popiołu.

Drewno dębowe charakteryzuje się największą zawartością potasu, następnie wapnia dużo mniejszą zawartością magnezu i niewielką zawartością sodu, manganu, żelaza, cynku i miedzi.

W badanych pniach - z wyjątkiem części odziomkowej pnia 100-letniego - w drewnie bielu zawartość sodu, manganu, żelaza, cynku i miedzi jest większa niż w drewnie twardej, a największą ich zawartością charakteryzuje się drewno bielu w części wierzchołkowej. Należy przy tym uwzględnić, że w pniu dębowym 100-letnim, drewno twardej w części odziomkowej charakteryzuje się większą szerokością słoików rocznych niż w części wierzchołkowej. Z tego wynika, że szerokość słoików rocznych mogła wpłynąć na zwiększoną zawartość wapnia, sodu, manganu, żelaza, cynku i miedzi. Natomiast zawartość potasu nie jest zależna od szerokości słoików rocznych i w drewnie bielu jest go więcej niż w drewnie twardej.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Największą zawartością substancji mineralnych charakteryzuje się drewno dębowe w części wierzchołkowej ze strefy bielu.

2. Niezależnie od środowiska wzrostu drzewa i jego wieku w drewnie bielu w części wierzchołkowej najwięcej znajduje się potasu a w następnej kolejności wapnia. Również, niezależnie od wysokości dokonanego przekroju poprzecznego w drewnie bielu zawartość potasu jest kilkakrotnie większa niż w drewnie twardej.

3. W drewnie dębowym zawartość magnezu jest większa w strefie bielu niż w twardej, a największą jego zawartością charakteryzuje się drewno wierzchołkowe.

4. W drewnie dębowym zawartość sodu, manganu, żelaza, cynku i miedzi jest o wiele mniejsza w porównaniu z zawartością potasu wapnia i magnezu. W drewnie w części wierzchołkowej znajduje się więcej tych pierwiastków niż w drewnie w części odziomkowej.

LITERATURA

1. A h o n k h a i S . J . : Chemical characterization of the ashes of some African hardwoods. Wood Sci. Technol.1988, 22 (3) 227-229.
2. A h o n k h a i S . J . , N w o k o r o W . J . : Chemical characterization of ashes of some African hardwoods. Wood Sci. Technol.1987, 21 (3) 258-260.
3. F a k a n k u n O . A . , L o t o C . A . : Determination of cations and anions in the ashes of some medicinally used tropical woods. Wood Sci. Technol.1990, 24 (4) 305-310.
4. F e n g e l D . , W e g e n e r G . : Wood (chemistry, ultrastructure, reactions). Walter de Gruyter Berlin,1984.
5. K r z y s i k F . : Nauka o drewnie.1978 PWRiL.
6. L o t o C . A . , F a k a n k u n O . A . : Characterization of the ashes of Nigerian red and white mangrove woods. Wood Sci. Technol.1989, 23 (4) 357-360.
7. P r o s i ń s k i S t . : Chemia drewna.1984 Warszawa, PWRiL.
8. P e r e i r a H . : Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. Wood Sci. Technol.1988, 22 (3) 211-218.
9. R a d e m a c h e r P . , B a u c h J . , P u l s J . : Biological and chemical investigations of the wood from pollution - affected spruce (*Picea abies* l. Karst). *Holzforschung* 1986, v. 40 (6) 331-338.

DISTRIBUTION OF MINERAL SUBSTANCES IN OAK WOOD
(*QUERCUS PETREA LIEBL.*)

Summary

An investigation of the samples of oak wood, obtained from the disks cut out from the butt end in the half of the length and from the top, was carried out.

The age of examined oak wood is 20 years and 120 years (province of Olsztyn) and 40 years and 100 years (province Jelenia Góra). The samples were obtained separately from sapwood and heartwood. The amount of mineral substances was measured in the process of combustion of 2,5 g of crumbled wood in the temperature 873° K. The contents of Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} were determined by the use of the computer spectrometer of atomic absorption PERKIN - ELMER 300. The examination showed that the highest amount of mineral substances is positioned in the sapwood taken from the top of the stem. Independently from the environment in which the tree was grown and its age, in the oak sapwood from the top, there is the highest amount of potassium, and further, calcium. Also independently the from the place where the cross-section was made, the amount of potassium in the sapwood is several times higher than much lower then the amounts of potassium and calcium (from 34 ppm to 265 ppm) but in the sapwood is more magnesium than in the heartwood. The investigated oak wood is characterized by far lower amount of sodium (Na^+), manganese (Mn^{2+}), iron (Fe^{3+}), zinc (Zn^{2+}), copper (Cu^{2+}), lead (Pb^{2+}) and mercury (Hg^{2+}). If these elements appeared at all, only the trace amounts could have been found. Therefore these elements were not taken into account in the investigation. In the oak wood the amount of sodium, manganese, iron and zinc is higher in the top than in the butt end of the stem, however, the amount of copper is almost the same independently from the age of the tree and the place where it was grown.

Adres autora:
Prof. dr hab. Donata Krutul
Katedra Fizyko-Chemicznych Podstaw
Technologii Drewna SGGW
02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30