

INSTYTUT BOTANIKI <i>im. W. Szafera</i> POLSKIEJ AKADEMII NAUK W KRAKOWIE
PRACA DOKTORSKA 61a

Grzegorz Worobiec

**NEOGEŃSKA FLORA LIŚCIOWA Z ZAGŁĘBIA WĘGLA
BRUNATNEGO W BEŁCHATOWIE**

*Rozprawa doktorska wykonana
pod kierunkiem
prof. dr hab. Ewy Zastawniak*

Instytut Botaniki im. Władysława Szafera
Polskiej Akademii Nauk
w Krakowie
2000

SPIS TREŚCI

	str.
Wstęp	4
Podziękowania	6
Geologia	7
Charakterystyka geologiczna odsłonięcia z florą liściową KRAM-P 211 i 214	10
Charakterystyka geologiczna odsłonięcia z florą liściową KRAM-P 217	11
Materiał	13
Metodyka	14
Metoda izolowania kopalnych liści oraz sporządzania z nich preparatów	14
Metoda preparowania kopalnych epiderm liści	15
Metoda przygotowania preparatów porównawczych epiderm współczesnych liści	16
Metoda pozyskiwania owoców i nasion	16
Rysunki, aparatura, materiały pomocnicze	16
Terminologia	18
Słownik niektórych terminów morfologicznych i anatomicznych	18
Systematyczny opis szczątków roślin	20
Podgromada: Ascomycotina	
Klasa: Ascomycetes	
Rodzina: Microthyriaceae	20
Podgromada: Pterophytina	
Podklasa: Osmundidae	
Rodzina: Osmundaceae	21
Podgromada: Pinophytina (= Coniferophytina)	
Klasa: Pinopsida (= Coniferopsida)	
Rodziny: Pinaceae	23
Taxodiaceae	26
Cupressaceae	33
Podgromada: Magnoliophytina (= Angiospermae)	
Klasa: Magnoliopsida (= Dicotyledones)	
Rodziny: Lauraceae	35
Altingiaceae	41
Salicaceae	41
Myricaceae	42
Betulaceae	45

Fagaceae	56
Juglandaceae	69
Ulmaceae	72
Nyssaceae	73
Malvaceae sensu lato	74
Ericaceae	77
Cyrillaceae	79
Loranthaceae	82
Ebenaceae	84
Aceraceae	87
Hippocastanaceae	91
Dicotyledonae incertae sedis	93
Klasa: Liliopsida (= Monocotyledones)	
Rodziny: Hydrocharitaceae	103
Smilacaceae	104
Poaceae	108
Ogólna charakterystyka materiału	112
Uwagi o problemach rekonstrukcji kopalnych zbiorowisk roślinnych	114
Charakterystyka zbiorowisk roślinnych w oriktocenozach KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217	117
Wyróżnione zbiorowiska roślinne w klasyfikacji Mai'a (1995)	120
Analiza fitogeograficzna kopalnych flor KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217 z Bełchatowa	121
Współczesne zbiorowiska roślinne odpowiadające zbiorowiskom kopalnym stanowisk KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217 z Bełchatowa	122
Paleoklimat	126
Wiek flor kopalnych KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217 z Bełchatowa	128
Porównanie z florami liściowymi neogenu Polski oraz środkowej Europy	131
KRAM-P 211 i 214	131
KRAM-P 217	132
Wnioski	135
Literatura	138

WSTĘP

Na obszarze środkowej Polski wśród aluwialnych osadów trzeciorzędowych występuje wiele złóż węgla brunatnego. Najważniejsze z nich są eksploatowane na potrzeby energetyki. Złoże węgla, będące podstawą wydobycia w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”, jest jednym z największych tego typu w Europie. Odkryto je w wyniku badań geologicznych na początku lat sześćdziesiątych (Stuchlik et al. 1990). Obok prac geologiczno-złożowych w Bełchatowie prowadzono badania paleobotaniczne materiałów otrzymywanych z rdzeni wiertniczych. Pierwsze analizy palinologiczne wykonała Raniecka-Bobrowska (1962a), później badania te były kontynuowane przez innych paleobotaników (Grabowska et al. 1963). W podsumowaniu dotychczasowych wyników analiz palinologicznych Ziemińska-Tworzydło (1966) orientacyjnie przypisała pokładowi głównemu wiek środkowego miocenu.

W latach 1960-1977 badania paleobotaniczne złoża w Bełchatowie ograniczały się do opracowań palinologicznych. W miarę udostępniania złoża do eksploatacji przez zdejmowanie nadkładu, co rozpoczęto w roku 1977, zapoczątkowano w Instytucie Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie kompleksowe badania paleobotaniczne mikro i makroflorystyczne osadów trzeciorzędowych w odkrywce. Równoległe były prowadzone badania geologiczne i paleozoologiczne (głównie malakofauny oraz kostnych szczątków kręgowców, m.in. Jerzmańska & Hałaszczyk 1986, Stworzewicz & Szykiewicz 1988).

Praca, będąca podsumowaniem wyników kompleksowych badań paleobotanicznych osadów trzeciorzędu odsłoniętych w odkrywce KWB „Bełchatów” prowadzonych w okresie 1977-1990, została opublikowana w 1990 roku (Stuchlik et al. 1990). Zgromadzone dane pozwoliły ustalić wiek osadów wypełniających rów tektoniczny Bełchatowa na neogen, wiek głównego pokładu węgla na dolny miocen a osadową serię nadkładu wydatować na górny miocen-pliocen (Stuchlik et al. op. cit.). Po roku 1990 badania paleobotaniczne w odkrywce KWB „Bełchatów” były kontynuowane (Worobiec 1995, Worobiec & Florjan 1997, Stuchlik & Szykiewicz 1998, Worobiec & Lesiak 1998, Wójcicki & Zastawniak 1998).

Celem badań przedstawionych w niniejszej rozprawie jest analiza florystyczna dwóch flor kopalnych, zebranych w latach 1993-1995 w odkrywce KWB „Bełchatów”, odtworzenie na tej podstawie lokalnych zbiorowisk roślinnych i scharakteryzowanie

paleoklimatu oraz ocena wieku flor kopalnych. Badania te są oparte na znalezionych makroszczałkach liści, w niewielkim zakresie uwzględniają towarzyszące im kopalne owoce i nasiona. Kopalne liście z odkrywki KWB „Bełchatów” okazały się doskonałym obiektem badawczym. Są one na ogół słabo uwęglone i mają dobrze zachowane elementy budowy anatomicznej.

PODZIĘKOWANIA

W tym miejscu pragnę wyrazić szczególną wdzięczność Pani Profesor Ewie Zastawniak, Promotorowi mojej pracy doktorskiej, za opiekę naukową, kierowanie pracą oraz bardzo liczne, cenne rady. Panu Profesorowi Leonowi Stuchlikowi dziękuję za życzliwość oraz rady. Panu Profesorowi Zlatko Kvačkovi (Uniwersytet Karola, Praga) dziękuję za konsultacje niektórych oznaczeń kopalnych liści.

W swojej pracy wykorzystałem ekspertyzy geologiczne wykonane przez dr Adama Szykiewicza (Uniwersytet Wrocławski), oznaczenia szczątków karpologicznych mgr Marii Lesiak (Instytut Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie) oraz analizę palinologiczną osadu (1 próba) wykonaną przez moją Żonę, mgr Elżbietę Worobiec (Instytut Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie). Wszystkim tym osobom serdecznie dziękuję.

Paniom dr Annie Hummel i dr Krystynie Juchniewicz mam do zawdzięczenia przekazanie mi ich cennych doświadczeń w dziedzinie analizy kutykularnej, a Paniom z Działu Paleobotaniki Muzeum Ziemi PAN: mgr Zofii Baranowskiej-Zarzyckiej, dr Aleksandrze Kohlman-Adamskiej i dr Katarzynie Krajewskiej - dyskusje, wiele cennych uwag, udostępnianie literatury oraz kopalnych i współczesnych zbiorów porównawczych.

Cennych dla mnie konsultacji udzielili mi: doc. dr hab. Marta Mizianty (Instytut Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie) w zakresie morfologii rodziny Poaceae oraz dr Sławomir Florjan (Uniwersytet Jagielloński) w zakresie terminologii anatomicznej liści. W pracach terenowych przy zbieraniu materiałów korzystałem z pomocy dr Adama Szykiewicza i dr Sławomira Florjana (Uniwersytet Jagielloński). Makrofotografie wykonał Pan Antoni Pachoński w Pracowni Fotograficznej Instytutu Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie, a rysunki niektórych owoców i nasion - mgr Jacek Wieser (Instytut Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie). Za to wszystko jestem tym osobom bardzo wdzięczny.

Ostateczne opracowanie zebranego materiału i przygotowanie rękopisu niniejszej rozprawy doktorskiej zostało sfinansowane przez Komitet Badań Naukowych w ramach projektu badawczego nr 6 P04D 055 18 pt. „Charakterystyka środowiska przyrodniczego neogenu środkowej Polski na podstawie flory liściowej z Kopalni Węgla Brunatnego w Bełchatowie” (grant promotorski, kierownik: prof. dr hab. Ewa Zastawniak).

GEOLOGIA

Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów” znajduje się w południowej części Nizy Środkowoeuropejskiego, w środkowej Polsce, w międzyrzeczu Warty i Pilicy, ok. 15 km na południe od miasta Bełchatów (ryc. 1 i 2). Na tym obszarze węgiel brunatny występuje w systemie tektonicznych zapadlisk nazywanych w literaturze rowem Kleszczowa (Stuchlik et al. 1990). Ten system zapadlisk tektonicznych ciągnie się na przestrzeni ponad 40 km, od miejscowości Rzaśnia na zachodzie do Kamieńska i Ręczna na wschodzie. Gotowała i Hałuszczak (1999) określają rozciągłość rowu Kleszczowa w kierunku wschód-zachód na 78 km. Rów jest uformowany głównie w mezozoicznych osadach podłoża (jura i kreda), wypełniają go osady kenozoiczne, o miąższości 200-250 m a lokalnie ponad 600 m (Gotowała & Hałuszczak op. cit.). Osady te są miejscami poprzecinane uskokami, niekiedy sfałdowane. Niewielkie wystąpienie skał permskich w formie wysadu soli kamiennych (wysad „Dębina”) rozdziela złożę węgla brunatnego na umowne (dla celów przemysłowych) „Pole Bełchatów” i „Pole Szczerców”. Na wschód od „Pola Bełchatów” leży pozabilansowe „Pole Kamieńsk” (Matl 2000). Dotychczas eksploatowane jest tylko „Pole Bełchatów”.

Trzeciorzędowe skały osadowe rowu Kleszczowa formowały się w czasie subsydencji dna rowu. Tempo subsydencji, według Krzyszkowskiego (1993), było zmienne, co miało wpływ na litologiczne wykształcenie osadów. Rów Kleszczowa powstawał w kilku etapach rozwoju strukturalnego (Hałuszczak 1995, Gotowała & Hałuszczak 1999). Wyniki badań tektonicznych wskazują na młodooalpejską genezę rowu Kleszczowa. Pierwszym etapem jego rozwoju było formowanie się struktur podłoża we wczesnym trzeciorzędzie (Gotowała & Hałuszczak 1999). Wymienieni autorzy uważają, że początek powstawania rowu (początek drugiego etapu rozwoju rowu) w postaci inicjalnych zagłębień typu pull-apart i jego zasadnicze rozwieranie się przypada na fazę wtlaczania Karpat Zachodnich w kierunku wschodnim, co większość badaczy koreluje z najniższym mioceniem (eggenburgiem według schematu dla Paratetydy) (Fodor 1995). Powyższy wniosek - co do wieku powstania rowu - wynikający z przesłanek tektonicznych potwierdzają wyniki wcześniejszych badań palinologicznych najstarszych osadów wypełniających dno rowu, które datowano na eggenburg (dolny miocen) (Stuchlik et. al 1990).

Wynikiem kompleksowych - geologicznych i paleontologicznych - badań prowadzonych w odkrywcę KWB „Bełchatów” było sporządzenie syntetycznego profilu litostratygraficznego osadów trzeciorzędowych wypełniających Rów Kleszczowa (Stuchlik et al. 1990, Czarnecki et al. 1992, Stuchlik & Szyrkiewicz 1998, Szyrkiewicz 1999, Matl 2000). Podstawą podziału tego profilu są wybitne różnicowania w jego wykształceniu litologicznym, a także obecność charakterystycznych poziomów przewodnich o znaczeniu korelacyjnym, przede wszystkim licznych horyzontów tufogenicznych - paratonsteinów (Matl 2000). Praktyczny podział litostratygraficzny na tzw. kompleksy zaproponował Kasza (1985). Podział ten był następnie poprawiany i uzupełniany. Obecnie w profilu litostratygraficznym utworów trzeciorzędu Bełchatowa są wyróżniane cztery główne jednostki litologiczne (kompleksy) (ryc. 3): kompleks podwęglowy (PW), kompleks węglowy (W) obejmujący pokład główny (PG = D) oraz pokłady B(II) i C(III), kompleks ilasto-węglowy (I-W) z pokładem A(I) oraz najmłodszy kompleks ilasto-piaszczysty (I-P) (Czarnecki et al. 1992, Stuchlik & Szyrkiewicz 1998, Matl 2000).

W obrębie osadów kompleksu podwęglowego, przeważnie piaszczystego, a tylko podrzędnie, zwłaszcza w stropowej części, zawierającego przewarstwienia ilasto-mułkowate lokalnie leżą 2-3 metrowe warstwy węgla brunatnych datowane na eggenburg (Stuchlik et al. 1990). Kontakt z utworami podłoża mezozoicznego wyznacza spąg kompleksu podwęglowego (Matl 2000). W spągowej części tego kompleksu, pomiędzy mezozoicznymi skałami podłoża a osadami neogenu, miejscami są obecne regolitytowe utwory zaliczane przez niektórych autorów (Matl op. cit.) do paleogenu. Górną granicę kompleksu podwęglowego wyznacza najniższy paratonstein, o istotnym znaczeniu korelacyjnym (TS-7 wg Czarneckiego et al. (1992), TS-5 wg Szyrkiewicza (1999), TS-10 wg Matla (2000) oraz Wagnera (2000)). Ponad tym paratonsteinem zalegają osady kompleksu węglowego, w skład którego wchodzi 3 przemysłowe pokłady węgla (PG=D, C(III), B(II)). W obrębie pokładu głównego (PG) są wyróżniane dwa (TS-5 i TS-6, Czarnecki et al. (1992) do pięciu (od TS-5 do TS-9, Wagner 2000) horyzontów paratonsteinów.

Kolejny paratonstein zalega ponad pokładem głównym, na warstwie tzw. „iłów kostkowych”, które zdaniem Wagnera i Drobniak (2000) są rzadko występującą odmianą całkowicie zżelifikowanego węgla humusowego. W pracy Stuchlika et al. (1990) paratonstein ten określono jako TS-3, natomiast według Czarneckiego et al. (1992) oraz

Wagnera (2000) jako TS-4. Omawiany paratonstein jest ważnym horyzontem korelacyjnym, oddziela bowiem pokład główny od wyżej leżących osadów z pokładami C(III) i B(II). Był on datowany metodą trakową (FT) najpierw na $18,1 \pm 1,7$ Ma BP (Burchart 1985), potem na $17,25 \pm 0,4$ Ma BP (Burchart et al. 1988). Bezpośrednio ponad paratonsteinem leży szarozielony ił (przez Wagnera i Drobnia (2000) określany jako „ił liściowy”) zawierający szczątki flory kopalnej KRAM-P 211 i 214. Powyżej znajdują się kilkumetrowej miąższości pokłady węgla C(III) i B(II) oraz wapienie jeziorne. W obrębie kompleksu węglowego (W) zostały także opisane osady stożków napływowych (Słomka et al. 2000). Strop kompleksu węglowego wyznacza dwudzielny poziom paratonsteinowy (TS-3 wg Czarneckiego et al. 1992 oraz Wagnera 2000, patrz Wagner et al. 2000, ryc. 1).

Nadległy kompleks ilasto-węglowy (I-W) budują warstwy żwirów, piasków, mułków, iłów, wapieni jeziornych oraz pokład węgla brunatnego „A”(I). W obrębie kompleksu ilasto-węglowego leżą dwa paratonsteiny, TS-1 i TS-2 (Wagner 2000); ten ostatni (TS-2) datowany trakowo początkowo na $16,5 \pm 1,3$ Ma BP (Burchart 1985), następnie na $17,05 \pm 0,69$ Ma BP (Burchart et al. 1988) leży w stropowej lub przystropowej części pokładu A(I). Powyżej wyróżniany jest ostatni kompleks, ilasto-piaszczysty (I-P) oddzielony wyraźną nieciągłością erozyjną wyznaczoną rozległą warstwą bruku krzemienego (w kopalni warstwa ta określana jest jako tzw. powierzchnia mycia). Powierzchnia ta leży często dyskordantnie w stosunku do różnych ogniwi litologicznych kompleksu ilasto-węglowego (Matl 2000). Hałaszcak (1995) określa tę granicę jako główną trzeciorzędową powierzchnię niezgodności (GTPN). Zdaniem tego autora ma ona charakter regionalny i wykracza daleko poza rów Kleszczowa. GTPN jest cezurą dla drugiego etapu rozwoju strukturalnego rowu Kleszczowa (Gotowała i Hałaszcak 1999). W obrębie kompleksu ilasto-piaszczystego, zaraz ponad nieciągłością erozyjną, znalezione zostały osady z florą kopalną KRAM-P 217. Kompleks ilasto-piaszczysty ma charakterystyczną litologię, składa się ze źle wysortowanych piasków kwarcowych, a w wyższej części z pstrych osadów ilasto-mułkowych z przewarstwieniami piasków (Matl 2000). Lokalnie spotyka się bardzo cienkie wkładki węgla lub torfów. Strop kompleksu ilasto-piaszczystego wyznacza erozyjna granica z utworami czwartorzędowymi (Q).

Według Krzyszkowskiego (1993) kompleks podwęglowy, znaczna część ilasto-węglowego (poza jego częścią spagową, pod paratonsteinem TS-2) oraz cały kompleks

ilasto-piaszczysty mają genezę aluwialną. Natomiast kompleks węglowy wraz z dolną częścią kompleksu ilasto-węglowego mają mieć pochodzenie jeziorno-bagienne.

W obrębie kompleksu węglowego Wagner et al. (2000) wyróżniają osady o genezie jeziornej (kreda jeziorna), bagienne osady fitogeniczne (węgle) utworzone przez roślinność torfowiskową oraz fluwialne osady stożka napływowego. Szykiewicz (1999) przyjmuje dla okresu formowania się górnej części pokładu głównego obecność środowiska sedimentacyjnego meandrującej rzeki (w tym starorzeczy) w aktywnej strefie tektonicznej.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA ODSŁONIĘCIA Z FLORĄ LIŚCIOWĄ KRAM-P 211 I 214

Pozycję stratygraficzną iłów z florą liściową KRAM-P 211 i 214 w profilu litostratygraficznym utworów trzeciorzędu KWB „Bełchatów” ustalono na podstawie odsłonięcia z lipca 1994 roku.¹

Odsłonięcie z florą znajdowało się na skarpie węglowej 1 (szósta skarpa od powierzchni) zachodniego zbocza odkrywki KWB „Bełchatów”, na wysokości od 61,3 m n.p.m. do 75,0 m n.p.m., między otworami wiertniczymi 74,5/14,5 a 74/15 NS (90 - 110 przeszło przenośnika taśmowego B-602). Profil litostratygraficzny odsłonięcia (ryc. 4) przedstawiał się następująco. W dolnej części skarpy odsłaniały się wapienie jeziorne (tzw. kreda jeziorna) przeławicone cienkimi wkładkami węgla brunatnego, które w kierunku północnym i ku dołowi przechodziły w pokład główny (PG). Wymienione warstwy pod niewielkim kątem zapadały ku N i NE. Ku północy wkładki wapieni jeziornych stawały się coraz cieńsze i węgle łączyły się w jeden pokład. Ponad opisanymi utworami, prawie na całej długości badanej skarpy, występowała warstwa czarnego, całkowicie zżelifikowanego węgla humusowego, tzw. „iłu kostkowego”, o miąższości do 2,0 m, malejącej ku północy do 0,5 m. W jego stropie występowała warstewka laminowanych osadów tufogenicznych (paratonsteinów), o miąższości 2-3 cm. W starszych opracowaniach, ten paratonstein był określany jako TS-3 (Stuchlik et al. 1990), natomiast obecnie - jako TS-4 (Czarnecki et al. 1992; Wagner 2000). Ponad paratonsteinem leżały laminowane szare iły z florą liściową. Miąższość warstwy tych iłów była zmienna, od 0,5 m do 1,5 m. Oprócz szczątków kopalnych liści znaleziono w nich fragmenty szkieletów ryb oraz kostne szczątki *Megachiroptera* (Kowalski 1995). Wyżej występowały węgle brunatne ksyliowo-ilaste

¹ Opis profilu geologicznego skarpy kopalnianej sporządził Dr Adam Szykiewicz z Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego

pokładu C (III), mającego miąższość 3-9 m. Nad pokładem C leżała warstwa wapieni jeziornych (ok. 2-2,5 m miąższości), które w kierunku północnym przechodziły w wapienie jeziorne z przewarstwieniami mułku, następnie w mułki, a nieco dalej i ku stropowi nawet w warstwy piaszczyste. Na utworach tych leżał pokład ksylytowo-ilastych węgli brunatnych B(II) z wkładkami wapieni jeziornych oraz stojącymi pniami.

Ił z florą KRAM-P 211 i 214 osadził się w rozległym zbiorniku jeziornym, o którego obecności świadczą leżące poniżej paratonsteinu TS-3 (TS-4) pokłady wapienia jeziornego. Duże nagromadzenie wapieni jeziornych wskazuje na to, że w kierunku południowym wzrastała głębokość jeziora.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA ODSŁONIĘCIA Z FLORĄ LIŚCIOWĄ KRAM-P 217

Pozycję stratygraficzną iłów z florą liściową KRAM-P 217 w profilu litostratygraficznym utworów trzeciorzędu KWB „Bełchatów” ustalono na podstawie odsłonięcia z lipca 1995 roku²

Odkrywka z tą florą kopalną znajdowała się na skarpie nadkładowej 3, zachodniego zbocza odkrywki KWB „Bełchatów”, w rejonie przesęł 90-120 przenośnika taśmowego B-302. Profil litostratygraficzny odsłonięcia przedstawiony jest na ryc. 5. W dolnej części skarpy pojawiały się utwory zaliczane do kompleksu ilasto-węglowego (I-W). Były to pylaste piaski kwarcowe, miejscami białe, na nich zalegał węgiel brunatny pokładu A (I) o miąższości 2-3 m. Miejscami, nad tym pokładem pojawiał się paratonstein TS-2. Wyżej występowały drobnoziarniste piaski pylaste i dwa cienkie (do 1 m) warstwy ilasto-ksylytowych węgli brunatnych oraz kilka poziomów gleb kopalnych. W tej części odsłonięcia stwierdzono granicę między kompleksem ilasto-węglowym (I-W) i ilasto-piaszczystym (I-P), która miała charakter erozyjny (GTPN). W dolnej części ilasto-piaszczystego kompleksu osadowego utworów trzeciorzędowych (I-P) znajdowało się erozyjne zagłębienie wypełnione szarymi piaskami z otoczkami krzemieni pasiastych. Na piaskach tych występowały szaro-brązowe mułki ilaste a na nich warstwa szaro-białej skały ilastej, zapewne paratonsteinu (TS-1?), o miąższości ok. 10 cm. Wyżej występowała warstewka iłów szarych o miąższości ok. 12 cm z licznymi szczątkami liści (flora KRAM-P 217). Ku górze utwory te przechodziły w dość miąższą (ok. 25 cm) warstwę uwęglonej

² Opis profilu geologicznego skarpy kopalnianej sporządził Dr Adam Szykiewicz z Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego

ściółki liściowej, w stanie wilgotnym do złudzenia przypominającej ksylicowo-ilaste węgle brunatne. Utwory te przykrywał ilt szaro-brązowy o miąższości 25 cm, przechodzący ku górze w piaski ilaste i mułki szare, a następnie w warstwę drobnoziarnistych piasków kwarcowych. Na piaskach tych występowała warstewka piasków pylastych ze żwirem kwarcowym w spągu. Wyżej znajdowały się szare piaski kwarcowe, z dużą ilością otoczków krzemieni pasiastych oraz z detrytusem roślinnym.

Osady z florą KRAM-P 217 zostały zdeponowane w wyerodowanym zagłębieniu na granicy kompleksu ilasto-węglowego (I-W) i ilasto-piaszczystego (I-P). Zdaniem Wilczyńskiego (1992) osady spągowej części kompleksu ilasto-piaszczystego powstały w środowisku rzeczonym i wykazują przejście ku górze od sedymentacji rzek roztokowych do meandrujących. W stropowej części wydzielonej przez tego autora jednostki A (najniższej jednostki kompleksu ilasto-piaszczystego) występują laminowane osady z makroszczałkami liści. Wilczyński (op. cit.) jest zdania, że powstały one jako wypełnienia zastoisk (starorzeczy?) w schyłkowej fazie rozwoju środowiska rzek meandrujących. Na tej podstawie można przypuszczać, że zbiornik, w którym zostały zdeponowane osady z florą KRAM-P 217 miał zapewne charakter starorzecza.

MATERIAŁ

Materiał do badań zbierano w latach 1993-1995 w odkrywce KWB „Bełchatów” z odsłoneń na skarpach kopalnianych. W 1993 roku zebrano pierwszą kolekcję (48 okazów) kopalnej flory liściowej z ilów nad paratonsteinem TS-3 (KRAM-P 211). W 1994 roku zebrano 193 okazy flory liściowej z ilów nad paratonsteinem TS-3, oznaczonej tym razem jako KRAM-P 214 a w lipcu 1995 - 262 okazy flory kopalnej KRAM-P 217. Łącznie zebrano 503 okazy kopalne.

Fragmety skały z fosyliami roślinnymi były wstępnie preparowane w terenie, a następnie zawijane w papier gazetowy i pakowane do worków foliowych. Po przewiezieniu do laboratorium materiał był ostatecznie preparowany przy pomocy skalpela, noży i igieł preparacyjnych. Dalsze postępowanie zależało od formy i stanu zachowania szczątka roślinnego. Najlepiej zachowane uwęglone liście były oddzielane chemicznie od skały w celu sporządzenia trwałych preparatów liściowych. Gorzej zachowane okazy liści oraz ich odciski suszono powoli (ok. 2 miesiące) w półzamkniętych workach foliowych, stale kontrolując wysychanie okazów. Z uwęglonych liści pobierano próbki tkanek do analizy kutykularnej.

Czytelność nerwacji kopalnych liści zależy od formy ich zachowania, najlepiej jest ona widoczna w preparatach izolowanych liści oraz na odciskach. U wysuszonych, uwęglonych liści wzór nerwacji uległ niekiedy znacznemu zatarciu.

Uwęgliny liści w badanym materiale mają zmienne zabarwienie, od czarnego do ciemnobrązowego, kolor ten jest często charakterystyczny dla danego taksonu liściowego (np. *Alnus menzelii* - czarny, *Alnus gaudinii* - ciemnobrązowy).

Wszystkie badane okazy oznaczone symbolami KRAM-P 211 (nr 1-48), KRAM-P 214 (nr 1-193), KRAM-P 217 (nr 1-262) są przechowywane w Instytucie Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie. Na niektórych okazach (fragmentach skały) zachowało się do kilku różnych taksonów, w związku z czym ogólna liczba okazów wszystkich taksonów jest większa od ogólnej liczby fragmentów skał ze szczątkami roślin. W takim przypadku do numeru okazu dodawano rzymską cyfrę.

METODYKA

METODA IZOLOWANIA KOPALNYCH LIŚCI ORAZ SPORZĄDZANIA Z NICH PREPARATÓW

Stan zachowania kopalnych liści w badanym materiale był na ogół bardzo dobry (kategoria A lub B według klasyfikacji zaproponowanej przez Mädlera (1952), co umożliwiło izolowanie uwęglonych liści ze skały. W przypadku flory KRAM-P 211 i 214, ze względu na bitumiczność iłu zastosowano metodę opisaną przez Knoblocha i Kvačka (1976) polegającą na oddzielaniu liści przy użyciu kwasu fluorowodorowego (HF). Fragment iłu z uwęglonym liściem zanurzano na plastikowej szalce Petriego w niewielkiej ilości stężonego HF na kilka godzin. Następnie ił z liściem przenoszono ostrożnie do dużego naczynia plastikowego z wodą, gdzie przy pomocy igieł preparacyjnych oddzielano liść od iłu. Tak wypreparowane okazy były gotowe do rozjaśnienia.

Do wyizolowania liści z ilastych skał stanowiska KRAM-P 217 oraz rozdzielania warstw węgla liściowego zastosowano 30% roztwór H_2O_2 (perhydrol). Metodę tę opracowano na bazie procedury opisanej przez Huarda (1966) do izolowania uwęglonych liści oraz metody izolowania ze skał makrospor *Azolla* opisanej przez Schwarzenholza (1961). Nadtlenek wodoru, działając na skały ilaste i mułowcowe powoduje ich rozpad w wyniku wydzielania się pęcherzyków tlenu w ich wnętrzu. Wykorzystując tę właściwość H_2O_2 , polewano odsłonięte na powierzchni iłowca lub mułowca uwęglone liście niewielką ilością (ok. 1 ml) 30% H_2O_2 , który rozprowadzano dokładnie po całej powierzchni okazu przy pomocy pędzelka o włosiu z tworzywa sztucznego. Po krótkim czasie (zazwyczaj 1-2 minut), gdy skała pod liściem wyraźnie spęczniała, okaz przenoszono ostrożnie do dużego naczynia napełnionego wodą wodociągową. W tej kąpieli liść zwykle odklejał się zupełnie od skały; często wypływał na powierzchnię. Niekiedy konieczne było odseparowanie liścia przy pomocy igły preparacyjnej. Oddzielone liście były następnie wyławiane przy pomocy plastikowej łopatką i przenoszone do naczynia, gdzie były przechowywane zanurzone w wodzie. Przed rozjaśnieniem były poddawane działaniu HF przez kilka godzin, na koniec dokładnie płukane w wodzie wodociągowej. Z liści były pobierane fragmenty do analizy kutikularnej.

Izolowane liście z obu stanowisk były rozjaśniane w celu uwidocznienia nerwacji. W tym celu zastosowano własną, dwuetapową metodę. Najpierw okazy umieszczano w

mieszaniu rozcieńzonego (ok. 1%) roztworu nadtlenu wodoru (H_2O_2) z dodatkiem 10% roztworu KOH. Do rozjaśniania skórzastych liści stosowano tę mieszaninę w proporcji 15 ml roztworu H_2O_2 z 1 ml 10% roztworu KOH, natomiast do liści delikatnych w proporcji 25-30 ml roztworu H_2O_2 z 1 ml 10% roztworu KOH. W tej mieszaninie liście ulegały rozjaśnieniu w wyniku wymywania z ich tkanek substancji humusowych a ciecz przybierała brązowy kolor. Ten etap, w zależności od rodzaju liścia, trwał do kilku godzin.

Wstępnie rozjaśnione liście, po wypłukaniu w wodzie wodociągowej, były przenoszone do bardzo rozcieńzonego roztworu NaClO (rozcieńczony handlowy wybielacz „Bielnar” w proporcji 1 ml wybielacza na 10 ml wody wodociągowej). W tym roztworze liście trzymano od kilku do kilkunastu minut, do momentu wyraźnego zabarwienia się nerwacji na ciemnobrązowy kolor i wyodrębnienia jej na rozjaśnionym tle blaszki liścia. Zauważono, że u liści ząbkowanych (głównie z rodziny Betulaceae) roztwór ten powodował uszkodzenie brzegu, dlatego czasem rezygnowano z tego etapu. Rozjaśnione liście były płukane w wodzie przez 12-24 godzin w celu ustabilizowania zabarwienia okazu i wypłukania resztek odczynników a następnie zamykane w glicerożelatynie pomiędzy płytkami szklanymi według metody opisanej przez Hummel (1983). Łącznie sporządzono 100 preparatów izolowanych kopalnych liści.

METODA PREPAROWANIA KOPALNYCH EPIDERM LIŚCI

Do przygotowania preparatów epiderm kopalnych liści stosowano różne metody. Fragmenty liści umieszczano na szkiełkach zegarkowych, rzadziej macerację prowadzono bezpośrednio na mikroskopowym szkiełku podstawowym. Do liści z flor KRAM-P 211 i 214 zastosowano mieszaninę 2 ml 30% roztworu H_2O_2 z 2 ml 10% roztworu KOH, którą następnie rozcieńczano 40 ml wody wodociągowej (modyfikacja metody opisanej przez Kvačka 1966). W mieszaninie tej fragmenty liści macerowano przez kilka godzin. W większości przypadków metoda ta dawała dobre rezultaty. Aby uzyskać czytelne preparaty epiderm skórzastych liści *Daphnogene polymorpha* (Al.Braun) Ettingshausen do ich maceracji stosowano mieszaninę Schulzego (nasycony roztwór $KClO_3$ w stężonym HNO_3).

Do maceracji epiderm z liści flory KRAM-P 217 zastosowano metodę opisaną przez Dilchera (1974) z użyciem bardzo rozcieńzonego roztworu NaClO (handlowy wybielacz „Bielnar” rozcieńczony w proporcji 1 ml wybielacza na 10-20 ml wody

wodociągowej). Zwykle stosowano proporcję 1:10, w przypadku liści *Fagus* proporcję 1:20. Czas trwania maceracji, zależny od rodzaju liścia, wynosił od pół godziny do kilku godzin. Wymacerowane fragmenty epiderm przenoszono do maleńkiej kropli gliceryny na szkiełku podstawowym, następnie zalewano jedną kroplą stopionej glicerożelatyny i bardzo ostrożnie (w celu uniknięcia powstania pęcherzyków powietrza) zamykano szkiełkiem nakrywkowym. Po ok. tygodniu brzegi szkiełka nakrywkowego otaczano lakierem bezbarwnym. Ponieważ kopalne epidermy miały żółtawy kolor, bardzo rzadko były dodatkowo barwione safraniną (np. liście *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper). Łącznie wykonano 189 preparatów epiderm liści.

METODA PRZYGOTOWANIA PREPARATÓW PORÓWNAWCZYCH EPIDERM WSPÓŁCZESNYCH LIŚCI

Do celów porównawczych współczesne liście macerowano mieszaniną Schulzego (Hummel 1983) oraz roztworem NaClO (Dilcher 1974). Łącznie sporządzono ok. 200 preparatów.

METODA POZYSKIWANIA KOPALNYCH OWOCÓW I NASION

Próby osadów z obu stanowisk z florami liściowymi przeszlamowano celem wydzielenia szczątków owoców i nasion. W tym celu materiał gotowano w wodzie z dodatkiem 10% roztworu KOH aż do rozpadnięcia się osadu, następnie przepłukiwano bieżącą wodą na sicie. W ile ze stanowiska KRAM-P 211 i 214, który rozpadał się bardzo opornie, znaleziono tylko pojedyncze, nieoznaczalne szczątki roślin. Z ilastych skał stanowiska KRAM-P 217 udało się uzyskać niewielką liczbę szczątków karpologicznych (Tabela 4) oraz fragment pędu *Viscophyllum pliogenicum* (Engelhardt) Mädler.

RYSUNKI, APARATURA, MATERIAŁY POMOCNICZE

Wszystkie rysunki liści wykonano aparatem rysunkowym spod mikroskopu stereoskopowego Carl Zeiss Jena. Narysy liści, sporządzone na papierze, zmniejszono a następnie wyciągnięto w tuszu na kalce technicznej. Mikrofotografie epiderm kopalnych i

współczesnych liści wykonano przy pomocy mikroskopu Optiphot firmy Nikon wraz z nasadką do mikrofotografii Nikon H-III i aparatem fotograficznym FDX-35 w jasnym polu, ciemnym polu oraz z zastosowaniem kontrastu fazowego. Do pomiarów epiderm kopalnych liści stosowano mikroskop Amplival firmy Carl Zeiss Jena z okulem $\times 12,5$ wyposażonym w podziałkę mikrometryczną 5:100. Pomiarów drobnych elementów morfologii liści kopalnych dokonano przy użyciu mikroskopu stereoskopowego Carl Zeiss Jena z okulem mikrometrycznym o powiększeniu $\times 16$.

Wielkość struktur anatomicznych mierzono w zależności od ich kształtu. W przypadku obiektów okrągłych, względnie szerokoeliptycznych, mierzono ich średnicę, natomiast u wydłużonych, czworobocznych obiektów mierzono ich długość i szerokość. U obiektów o nieregularnym lub zmiennym kształcie (głównie komórki epidermy) mierzono ich najdłuższy wymiar (określany jako wielkość).

W badaniach korzystano z zielników Instytutu Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie w tym głównie z zielnika podręcznego Zakładu Paleobotaniki oraz zielnika Muzeum Ziemi PAN w Warszawie. Do celów porównawczych korzystano ze zbiorów preparatów epiderm kopalnych oraz współczesnych liści Instytutu Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie, Muzeum Ziemi PAN w Warszawie oraz Uniwersytetu Karola w Pradze (Republika Czeska).

TERMINOLOGIA

W opracowaniu przyjęto układ systematyczny taksonów według opracowań Hutchinsona (1973), Takhtajana (1987), oraz Wielkiej Encyklopedii Przyrody, Rośliny Kwiatowe (1998). Przy opisie morfologicznym liści kopalnych posługiwano się terminologią zaproponowaną przez Hickeya (1973, 1979) oraz polską terminologią z opracowań Pawłowskiego (1957), Szafera et al. (1969), Pałczyńskiego et al. (1995) oraz szóstego tomu Encyklopedii Biologicznej (1998). Cechy budowy anatomicznej interpretowano w oparciu o prace Dilchera (1974), Wilkinsona (1979) oraz Theobalda et al. (1979), a polskiego przekładu terminologii anatomicznej dokonano w oparciu o opracowanie Wóycickiego (1934), podręczniki Braune et al. (1975), Essau (1979), Hejnowicza (1980) oraz Szweykowskiego i Szweykowskiej (1993). Ze względu na istotne niekiedy różnice w określaniu cech morfologicznych i anatomicznych przez różnych autorów oraz brak polskiego odpowiednika niektórych terminów z literatury obcojęzycznej, poniżej zamieszczono słowniczek wybranych terminów morfologicznych i anatomicznych.

Przy opisywaniu anatomii liści kopalnych stosowano określenie „kopalna epiderma” zamiast powszechnie stosowanego przez różnych badaczy terminu „kopalna kutykula”. Często w badanym materiale zachowały się bowiem całe epidermy a nie tylko kutykule. W niektórych przypadkach obserwowano epidermę zachowaną wraz z przylegającą do niej hypodermą, nieraz widoczne były także resztki mezofilu. W wielu przypadkach dokonanie rozróżnienia czy mamy do czynienia z epidermą czy tylko z samą kutykulą nie jest możliwe. Z tej przyczyny termin „kopalna epiderma” jest, zdaniem autora rozprawy, bardziej adekwatny.

Stosowane przy opisach anatomicznych określenie „ściany komórek epidermy” (dolnej lub górnej) odnosi się zawsze do ścian antyklinalnych chyba, że w tekście zaznaczono inaczej.

SŁOWNIK NIEKTÓRYCH TERMINÓW MORFOLOGICZNYCH I ANATOMICZNYCH

anastomozy - drobne i krótkie nerwy, łączące ze sobą równoległe biegnące nerwy, zwykle prostopadłe do nich. Anastomozy występują u liści z równoległą nerwacją

areole - najmniejsze obszary blaszki liścia całkowicie otoczone przez nerwy (najmniejsze oczka sieci nerwacji, Hejnowicz 1980)

aparat szparkowy - struktura epidermy składająca się z dwóch komórek szparkowych wraz z porami szparki (ryc. 6). Komórki dodatkowe nie wchodzi w skład aparatu szparkowego

komórki dodatkowe - komórki epidermy otaczające aparat szparkowy, różniące się wyraźnie od pozostałych komórek epidermy (ryc. 6). Jeżeli komórki epidermy otaczające aparat szparkowy nie różnią się od pozostałych komórek epidermy, to nie wyróżnia się komórek dodatkowych

bruzdowanie kutykuli - ornamentacja kutykuli w postaci mniej lub bardziej prostoliniowych zgrubień lub wgłębień o różnej długości (por. tab. 11, fig. 5).

nasada włoska - przekształcone komórki epidermy, na których osadzony jest włoszek. Za nasadę nie uważano komórek, z których zbudowany jest sam włoszek, np. trzonka tarczowego włoska (por. ryc. 7)

wolne zakończenia nerwów - najdrobniejsze odgałęzienia nerwów kończące się ślepo w mezofilu liścia

zewnętrzne listwy wokółszparkowe - listwy kutykularne otaczające od zewnątrz por szparki, zwykle tworzące pierścień o charakterystycznym, przeważnie wrzecionowatym lub eliptycznym, kształcie (ryc. 6)

SYSTEMATYCZNY OPIS SZCZĄTKÓW ROŚLIN

Ascomycotina**Ascomycetes****Microthyriaceae****Microthyriaceae gen. et sp. indet.**

Tab. 4, fig. 4

Materiał. KRAM-P 214: 5/II; KRAM-P 217:8/II, 9/II, 33/II, 38/II

Opis. Tarczowate perytecja 50-80 μm średnicy, zbudowane z \pm promienisto ułożonych komórek o dość grubych ścianach. Komórki tworzące perytecja są przeważnie czworoboczne, wydłużone, do 15 μm długości. Komórki leżące w środku tarczki oraz na obrzeżach największych perytecjów mają ściany nieco grubsze od pozostałych. Takie perytecja znaleziono na liściach *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen. Perytecja o podobnej morfologii stwierdzono także na kilku liściach *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska oraz na igłach *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch. Perytecja na jednym z liści *Alnus menzelii* są różnej wielkości. Większe mają średnicę 150-300 μm , mniejsze ok. 80 μm . Perytecja na igłach *Sequoia abietina* mają ok. 80 μm średnicy.

Uwagi. Budowa perytecjów tych grzybów pozwala zaliczyć je do workowców z rodziny Microthyriaceae (por. Elsik 1978). Podobne perytecja zostały opisane jako Microthyriaceae (?) przez Kräusel'a (1920) z Weigersdorf razem z pędami *Sequoia langsdorfii* (Brongniart) Heer. Znacznie większe perytecja (250-300 μm średnicy) podał Szafer (1961) pod nazwą *Microthyrium microscopicum* Desm. foss na liściach *Buxus* ze Starych Gliwic. Givulescu (1971) z trzeciorzędu Rumunii opisał *Microthyriacites glyptostrobi* Givulescu i *M. cunninghamiae* Givulescu, których perytecja mają średnicę 50-135 μm .

Podobne perytecja były opisywane także jako glony pod nazwą *Phycopeltis microthyrioides* Kirchheimer (por. Kirchheimer 1942). Inni badacze zaliczyli te formy do współczesnych grzybów nalistnych z rodziny Microthyriaceae (por. Elsik 1978). Dziś są to ektopasożyty lub saprofity na liściach przeważnie tropikalnych lub subtropikalnych roślin, choć znajduje się je także u roślin rosnących na obszarach podbiegunowych.

Występowanie Microthyriaceae jest dość ściśle skorelowane ze stopniem wilgotności klimatu. Są one znajdowane głównie tam, gdzie roczne opady przekaczają 1000 mm (Elsik 1978).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen środkowy - Stare Gliwice (Szafer 1961, jako *Phycopeltis microthyrioides* Kirchheimer oraz *Microthyrium microscopicum* Desm. foss.), Zatoka Gdowska (Łańcucka-Środoniowa 1966), Chyżne, Nowy Sącz, Rypin (Łańcucka-Środoniowa 1980); miocen górny - Bełchatów (Stuchlik et al. 1990), Gozdnicza (Dybor et al. 1992).

Pterophytina

Osmundidae

Osmundaceae

***Osmunda* L.**

Osmunda parschlugiana (Unger) Andreánszky

Ryc. 8: 1-2; Tab. 1, fig. 4, 4a

1847. *Pteris parschlugiana* Unger; Unger, s. 122, Tab. 36, fig. 6

1959. *Osmunda parschlugiana* (Unger) Andreánszky; Andreánszky, s. 45, Ryc. 2., Tab. 7, fig. 4

Materiał. KRAM-P 214: 36, 64, 95, 180

Opis morfologiczny. Zachowane wyłącznie we fragmentach listki liścia złożonego paproci, mają maksymalnie do 2,0 cm długości i 1,3-1,5 cm szerokości. Brzeg listków ząbkowany. Ząbki są bardzo małe, wierzchołki ząbków ostre albo zaokrąglone. Górny brzeg ząbków jest zwykle krótki. Listki mają nerwację dichotomiczną, bardzo regularną. Nerwy boczne odchodzą zwykle naprzemianlegle od nerwu głównego pod kątem 50-70° (przeciętnie 60°). Każdy z nerwów bocznych rozgałęzia się zaraz po odejściu od nerwu głównego na dwie gałęzie, z których każda rozgałęzia się na kolejne dwie; ostatecznie końce tych rozgałęzień (4 rozgałęzienia) dochodzą do brzegu blaszki liścia (Ryc. 8: 1, 2).

Ze względu na stan zachowania, nie można stwierdzić czy nerwy kończą się w ząbkach czy we wcięciach pomiędzy nimi.

Opis anatomiczny. Epiderma dolna jest zbudowana z komórek przeważnie izodiametrycznych, niekiedy wydłużonych 80-100 μm . Ściany komórek są pofalowane i dość grube. Aparaty szparkowe (Tab. 1, fig. 4a) typu anomocytowego, otoczone przez ok. 5 komórek, nie różniących się od reszty epidermy, szerokoeliptyczne lub zaokrąglone, o wielkości 40-60 μm . Zewnętrzne listwy wokółszparkowe wrzecionowate, 20-28 μm długie i 4-8 μm szerokie. Pora szparki słabo widoczna, cienka. Na biegunach komórek szparkowych są słabo zaznaczone zgrubienia w kształcie litery T.

Uwagi. Budowa anatomiczna listków paproci z Bełchatowa odpowiada rodzajowi *Osmunda* L. Typowe są duże (40-60 μm) anomocytowe aparaty szparkowe oraz pofalowane ściany komórek epidermy. Opisane okazy zaliczono do gatunku *Osmunda pardschlugiana* (Unger) Andreánszky (Worobiec 1995). Dla tego gatunku charakterystyczne są duże listki o drobnoząbkowanych brzegach. Inny kopalny gatunek, *O. lignitum* (Giebel) Stur, różni się wyraźnie morfologią listków. Andreánszky (1959) zaliczył do rodzaju *Osmunda* liście *Pteris pardschlugiana* Unger opisane przez Ungera (1847). Zdaniem Bůžka (1971), do *Osmunda pardschlugiana* (Unger) Andreánszky należą nie tylko szczątki znane jako *Pteris pardschlugiana* Unger ale także *Osmunda heeri* Gaudin, *Osmunda strozzi* Gaudin, *Asplenium neogenicum* Ettingshausen oraz *Osmunda schemniciensis* (Pettko) Stur (pro parte) i *Pteris bilinica* Ettingshausen (pro parte), ponieważ nie ma pomiędzy nimi żadnych istotnych różnic morfologicznych.

Bardzo podobny do kopalnego *Osmunda pardschlugiana* (Unger) Andreánszky jest współczesny gatunek *Osmunda regalis* L. Gatunek ten jest naturalnym składnikiem współczesnej flory Polski, reprezentując w niej element atlantycki (Czeczott 1926). Paproć ta występuje prawie wyłącznie na obszarach o łagodnym klimacie, z wyraźnymi wpływami morskimi. *Osmunda regalis* L. w Polsce jest spotykana głównie na północnym-zachodzie, bardzo rzadko w pozostałych częściach kraju (np. w Puszczy Niepołomickiej koło Krakowa), przeważnie w lasach bagiennych (zespół *Carici elongate* - *Alnetum*, Szafer et al. 1972). Na terenie Ameryki Północnej paproć ta rośnie w lasach bagiennych razem z *Osmunda cinnamomea* L. (Kearney 1901).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Dolny miocen - Bełchatów (Worobiec 1995); miocen - Chroślice (= Hengersdorf), (Kräusel 1920, jako *Pteris parschlugiana* Unger).

Pinophytina (= Coniferophytina)

Pinopsida (= Coniferopsida)

Pinaceae

***Pinus* L.**

Pinus cf. *spinosa* Herbst

Tab. 1, fig. 2, 8-8a

? 1844. *Pinus spinosa* Herbst; Herbst, s. 567-568

? 1965 *Pinus spinosa* Herbst; Mai, s. 40-43, Tab. 3, fig. 2-6

Materiał. KRAM-P 217: 15, 20, 75/II, 93/II, 118/I, 144/III, 206/III

Opis morfologiczny. Zachowane krótkopędy składają się z 3 igieł, oprócz tego znaleziono liczne ułamki igieł. Fragmenty te mają do 5,0 cm długości, i 0,6-1,0 mm (przeciętnie 1,0 mm) szerokości. Na brzegach niektórych igieł stwierdzono bardzo drobne ząbki lub karby.

Opis anatomiczny. Komórki epidermy mają kształt bardzo wydłużonych równoległoboków, do 250 μm długości i 22-24 μm szerokości. Krótsze ściany komórek są albo prostopadłe albo skośne do dłuższej osi komórki, a zarazem dłuższej osi igły. Na epidermie stwierdzono obecność kilku pasm aparatów szparkowych, każde z nich składa się zawsze z tylko jednego rzędu aparatów szparkowych. Dłuższa oś aparatów szparkowych jest równoległa do osi igły. Aparaty szparkowe są eliptyczno-wydłużone, 56-60 μm długości i 32-36 μm szerokości, cyklocytowe, otacza je przeciętnie 6 komórek dodatkowych. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe (względnie pora szparki) mają długość 22-26 μm i szerokość około 6 μm . Na biegunach aparatów szparkowych jest zawsze widoczne wyraźne zgrubienie w kształcie litery T.

Uwagi. Fragmenty igieł oraz krótkopędy, opisane wyżej, są najbardziej zbliżone do gatunku *Pinus spinosa* Herbst z Kranichfeld (Mai 1965) oraz Gozdniczy (Dyjur et al. 1992).

Za takim zaklasyfikowaniem przemawiają następujące cechy: obecność trzech igieł w krótkopędzie, aparaty szparkowe otoczone wieńcem 6 komórek, z których 2 znajdują się na biegunach a 4 po obu bokach aparatu szparkowego i wreszcie wielkość otworu utworzonego przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe (22-26 μm). Nie udało się uzyskać przekrojów poprzecznych igieł tej sosny, którego wykonanie jest niezbędne do pewnego oznaczenia kopalnych gatunków sosen. Nie udało się również stwierdzić jaka jest liczba pasm aparatów szparkowych ponieważ żadna igła nie zachowała się w całości. Z tego powodu oznaczenie jest tylko prawdopodobne.

Igły, krótkopędy i szyszki *Pinus spinosa* Herbst są spotykane we florach kopalnych trzeciorzędu od dolnego miocenu do pliocenu, najczęściej w złożach węgla brunatnych na obszarze prawie całej Europy oraz wschodniej Syberii (Mai 1986). *Pinus spinosa* Herbst jest bliska współczesnym sosnom z sekcji *Pinaster* Loudon (Mai 1986).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen środkowy - Węgliniec (= Kohlfurt), (Kräusel 1920, jako *Pinus spinosa* Herbst), Stare Gliwice (Szafer 1961, jako *Pinus spinosa* Herbst), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990), Wieliczka (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997), Rzędów koło Staszowa (Zastawniak, mat. arch.); miocen górny - Gozdnica (Dyjur et al. 1992).

Pinus hampeana (Unger) Heer

Tab. 1, fig. 1

1847. *Pitya hampeana* Unger; Unger, s. 76-78, Tab. 20, fig. 1-3

1855. *Pinus hampeana* (Unger) Heer; Heer, s. 56-57, Tab. 20, fig. 4

1995. *Pinus* cf. *hampeana* (Unger) Heer; Worobiec, s. 245

Materiał. KRAM-P 214: 158, 163

Opis. Zachowane w całości, silnie sprasowane szyszki, miały ok. 5,4 cm długości sądząc z zachowanych śladów na odcisku (szyszki skurczyły się po wysuszeniu) oraz 2,0-2,6 cm szerokości. Łuski są rozmieszczone spiralnie, apofyzy łusek mają wieloboczny kształt. Na

szczyt apofyzy widoczny jest wyraźne umbo. Apofyzy mają wysokość do 0,7 cm i szerokość do 1,0 cm.

Uwagi. Morfologia kopalnych szyszek z Bełchatowa odpowiada gatunkowi *Pinus hampeana* (Unger) Heer. W Europie gatunek ten występował od górnego oligocenu po górny miocen, pospolicie w miocenie środkowym (Mai 1986). Współczesnym odpowiednikiem kopalnego gatunku jest *Pinus massoniana* Sieb. et Zucc. z Japonii (Mai op. cit.).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Rozewie (= Rixhoeft), (Heer 1869), Bełchatów (Worobiec 1995, jako *Pinus cf. hampeana* (Unger) Heer); miocen środkowy - Wieliczka (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997); miocen górny - Bełchatów (Stuchlik et al. 1990).

Pinus sp. div.

Ryc. 8: 4; Tab. 1, fig. 3, 5, 6, 7, Tab. 2, fig. 1, 1a

Materiał. KRAM-P 214: 16, 89, 90, 91 (igły), 161 (skrzydełko nasienia); KRAM-P 217: 49, 103/III, 112/II (skrzydełka nasion).

Opis morfologiczny. Fragmenty igieł do 6,0 cm długości, i 0,10-0,12 cm szerokości. Igły są proste, równowąskie, o ostrym wierzchołku. Brzegi niektórych igieł są bardzo drobno piłkowane, ząbki są w odstępach 0,5 mm, mają zaokrąglone wierzchołki, ich dolne brzegi są zawsze dużo dłuższe od górnych.

Skrzydełka nasion mają wydłużony kształt, do 1,50 cm długości i 0,35-0,55 cm szerokości. Same nasiona nie zachowały się.

Opis anatomiczny igieł. Igły amfistomatyczne. Komórki epidermy leżące pomiędzy pasami szparkowymi (Tab. 2, fig. 1) są bardzo wydłużone, mają 300-500 μm długości i 15-22 μm szerokości. Dłuższe ściany komórek są przeważnie proste, a ich grubość wynosi od 1 do 2 μm . Krótsze ściany komórek są przeważnie skośnie ustawione w stosunku do dłuższej osi komórek. Komórki z pasm aparatów szparkowych mają podobną szerokość co komórki z pozostałej części epidermy, są natomiast znacznie krótsze (30-40 μm .). Pasma aparatów szparkowych składają się zawsze z jednego rzędu aparatów szparkowych.

Aparaty szparkowe (Tab. 2, fig. 1a) są cyklocytowe, otoczone przez kilka komórek, mają kształt eliptyczny a ich wymiary wahają się w granicach 50-60 μm długości i ok. 40 μm szerokości. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe mają 22-28 μm długości i 4-12 μm szerokości, wokół utworzonego przez nie otworu dają się zaobserwować dwa wyraźne grzebienie. Na biegunach aparatów szparkowych widoczne są silnie wykształcone zgrubienia w kształcie litery T, przy czym górna część tych zgrubień jest często wygięta na zewnątrz aparatu szparkowego, co nadaje tym zgrubieniom wygląd litery Y. Komórki otaczające aparat szparkowy mają kształt czworoboczny, od kwadratowego do prostokątnego oraz wielkość 16-30 μm . Ściany tych komórek są często łukowate. Zarówno komórki epidermy jak i aparaty szparkowe są silnie skutynizowane. Kutykula zewnętrznych (peryklinalnych) ścian komórek epidermy ma wyraźną, ziarnistą ornamentację.

Uwagi. Ze względu na fragmentaryczność okazów (żadna z igieł nie zachowała się w całości, brakuje krótkopędów, brak całych nasion) oznaczenie gatunkowe opisanych szczątków nie jest możliwe.

Taxodiaceae

***Taxodium* Rich.**

Taxodium dubium (Sternberg) Heer

Ryc. 8: 3; Tab. 3, fig. 3

1823. *Phyllites dubius* Sternberg; Sternberg, s. 37, Tab. 36, fig. 3

1853. *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer; Heer, s. 136

1855. *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer; Heer, s. 49, Tab. 17, fig. 5-15

Materiał. KRAM-P 211: 27

Opis morfologiczny. Fragment gałązki z kilkoma igłami (fig. 8: 3). Igły mają 1,0-1,2 cm długości i 0,15 cm szerokości, są całobrzegie. Wierzchołki igieł są ostre, nasady klinowate lub zaokrąglone, zbiegające po łodydze. Nerw środkowy wyraźnie widoczny. Igły odchodzą od osi pędu pod kątem ok. 40° w odstępach 0,2-0,4 cm.

Opis anatomiczny. Komórki epidermy są zwykle prostokątne lub kwadratowe, niekiedy nieco zdeformowane, 30-60 μm . Ściany komórek są grube (1-2 μm), zwykle łukowate, niekiedy faliście wygięte. Pod epidermą leży hypoderma, której komórki mają podobną wielkość jak komórki epidermy. Ściany komórek hypodermy są wyraźnie cieńsze a oprócz tego mają nierówną grubość tj. widoczne są cieńsze miejsca. Powierzchnia zewnętrznych (peryklinalnych) ścian komórek epidermy jest jakby ziarnista, przy czym wygląd tej ziarnistości wskazuje, że są to raczej resztki substancji woskowych a nie ornamentacja kutykuli. Aparaty szparkowe o wymiarach 35-40 x 24-30 μm i eliptyczno-nieregularnym kształcie. Otwór utworzony przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe ma kształt eliptyczny wydłużony oraz długość 12-14 μm . Na biegunach aparatu szparkowego widoczne są zgrubienia w kształcie litery T. W trakcie preparacji tkanki igły uległy znacznemu przemacerowaniu, co wskazuje na niski stopień skutynizowania epidermy igieł *Taxodium*. Podobne zachowanie się igieł tego taksonu w trakcie preparowania zaobserwował Z. Kvaček (inf. ustna). Stosunkowo niski stopień skutynizowania epidermy może sugerować, że kopalny cypryśnik, podobnie jak jego współczesny odpowiednik, *T. distichum* (L.) Rich., zrzucał krótkopędy na zimę.

Uwagi. Pędy *Taxodium* Rich. są morfologicznie podobne do pędów *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch, od których różnią się tylko nieznacznie węższymi i nieco krótszymi igłami. Ponieważ zarówno sekwoia jak i cypryśnik charakteryzuje się dużą zmiennością morfologii igieł, o oznaczeniu decyduje budowa epidermy igieł. Aparaty szparkowe igieł *Taxodium* mają dłuższą oś skośną w stosunku do osi igieł, natomiast gałązki *Sequoia* Endl. (forma taxodiodowa) mają osie aparatów szparkowych zawsze równoległe do osi igły. Oprócz tego, epiderma igieł *Taxodium* jest delikatna i łatwo ulega przemacerowaniu, podczas gdy epiderma igieł *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch jest silnie skutynizowana i odporna na przemacerowanie.

Taxodium dubium (Sternberg) Heer był pospolitym składnikiem neogeńskich lasów bagiennych na obszarze Europy i wraz z *Glyptostrobus* Endl. był jedną z głównych roślin węglotwórczych. Gatunek kopalny jest porównywany z dwoma współczesnymi gatunkami z terenu Ameryki Północnej: *Taxodium distichum* (L.) Rich. oraz *T. mucronatum* Tenore. Według Hummel (1983) oba taksony są podobne do siebie pod względem budowy morfologicznej i anatomicznej. *Taxodium mucronatum* Tenore różni się od *T. distichum* (L.) Rich. nieco większymi aparatami szparkowymi. Natomiast wielkość aparatów

szparkowych u *T. dubium* i *T. distichum* jest zbliżona (por. Walther 1964, Christensen 1975). *Taxodium distichum* (L.) Rich. rośnie obecnie na bagnach i nad brzegami rzek w południowo zachodniej części USA. *Taxodium mucronatum* Tenore jest związany z wilgotnymi siedliskami brzegów górskich rzek i strumieni w Meksyku, gdzie występuje do wysokości 2300 m n.p.m (por. Krüssmann 1972).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Rozewie (= Rixhoeft), (Heer 1869, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Turów (Zalewska 1959), Bełchatów (Worobiec 1995); miocen środkowy - Koronowo (= Crone a. Br.), (Menzel 1910, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Nowogród Bobrzański (= Naumberg a. Bober), Popowice (= Pöpelvitz), Zielona Góra (= Grünberg), (Reichenbach 1919, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Dobrzyń (Kownas 1956, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Swoszowice (Ilinskaya 1962, 1964), Zatoka Gdowska (Łańcucka-Środoniowa 1966, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Trzcianka koło Piły (Raniecka-Bobrowska 1970), Mirostowice Dolne (Zastawniak 1980), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990), Wieliczka (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997), Mrozów, Karnków (Zastawniak, mat. arch.); miocen górny - Brzeg Dolny (= Dyhernfurt), Sośnica (= Schosnitz), (Reichenbach 1919, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Malczyce (= Maltsh), (Kräusel 1921, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Wołów (= Wohlau), (Kräusel 1920, Juhnke 1931, jako *Taxodium distichum miocenicum* Heer), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990, Worobiec & Lesiak 1998), Gozdnicza (Dygor et al. 1992), Gnojna (Krajewska 1998); pliocen dolny - Ruszów (Hummel 1983); pliocen - Bełchatów (Wójcicki & Zastawniak 1998).

***Sequoia* Endl.**

Sequoia abietina (Brongniart) Knobloch

Tab. 2, fig. 2-8, Tab. 3, fig. 1-2, Tab. 18, fig. 2(B)

1822. *Phyllites abietina* Brongniart; Cuvier 1822, s. 360, Tab. 11, Ryc. 14

1964. *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch, Knobloch, s. 601

Materiał. KRAM-P 217: 7, 21, 22, 31, 32, 33/I, 34, 46/III, 64, 73, 77, 80, 81, 98/III, 99/II, 106/II, 119/II, 120/II, 123/III, 126/II, 129/II, 132/II, 137/II, 144/I, 159/II, 162/II, 163, 165, 170/II, 171/II, 172, 173, 181/II, 184/II, 186, 187, 197, 199/I, 201/III, 212, 213, 215/III, 218, 219, 220/II, 222/II, 223, 225/I, 231/II, 236/III, 237/I, 244/I, 245/II, 259, 261, 262

Opis morfologiczny. Znaleziono pędy o różnej morfologii: typu taxodiodowego (Tab. 2, fig. 3, 4, 6, 8), kryptomeriodowego (Tab. 2, fig. 5) i glyptostroboidowego (Tab. 2, fig. 2, 7). Pędy typu taxodiodowego mają duże, całobrzegie igły, do 3,0 cm długości (przeciętnie 2,0 cm) i 1,4-2,7 mm (przeciętnie 2,0 mm) szerokości. Igły są proste, ich wierzchołki przeważnie ostre, niekiedy długo zaostrome lub zaokrąglone; nasady są ostre, zbiegające. Na pędach typu kryptomeriodowego są osadzone mniejsze, całobrzegie igły (0,4 - 0,9 cm długości i 0,1 - 0,4 cm szerokości), szablasto wygięte ku górze, o ostrych wierzchołkach. Pędy typu glyptostroboidowego są pokryte małymi (0,1-0,4 cm długości), całobrzegimi igłami. Igły te są często równoległe do pędu, ich wierzchołki są ostre, z haczykowatym końcem, nasady zbiegające.

Opis anatomiczny. Komórki epidermy wszystkich trzech typów morfologicznych są do siebie podobne. Są przeważnie czworoboczne, zwykle bardzo wydłużone, 70-200 μm długości (u typu kryptomeriodowego do 150 μm) i 14-30 μm szerokości. Pod epidermą znajduje się warstwa czworobocznych, przeważnie kwadratowych lub prostokątnych komórek hypodermalnych, 30-40 μm wielkości. Kutykula ma wyraźną, ziarnistą ornamentację. U wszystkich typów morfologicznych aparaty szparkowe są eliptyczne, cyklocytowe, otoczone przez 4-5 komórek otaczających (u typu taxodiodowego przeważnie 4). Duże różnice pomiędzy wymienionymi typami morfologicznymi widać natomiast w układzie aparatów szparkowych. U typu taxodiodowego (Tab. 3, fig. 2) na dolnej stronie igły występują dwa bardzo szerokie pasma aparatów szparkowych, składające się z kilkanastu rzędów aparatów szparkowych. W ich obrębie aparaty szparkowe są ułożone dłuższymi osiami równoległe do dłuższej osi igły. Długość aparatów szparkowych wynosi 45-60 μm (przeciętnie 52-53 μm), a szerokość 26-40 μm (przeciętnie 33 μm). U typu kryptomeriodowego (Tab. 3, fig. 1) aparaty szparkowe są zgrupowane w wąskie (2-3 rzędy) pasma aparatów szparkowych, w których dłuższe osie aparatów szparkowych są ustawione skośnie względem siebie i osi igły. Wymiary aparatów wynoszą odpowiednio 50-56 μm długości i 30-36 μm szerokości. Pasma aparatów szparkowych

igieł pędów typu glyptostroboidowego są mniej regularne niż u typu kryptomerioidowego, aparaty szparkowe są nieco mniejsze (40-50 μm x 24-32 μm). U wszystkich typów morfologicznych otwór utworzony przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe ma kształt wąskoeliptyczny oraz 15-28 μm (przeciętnie 20 μm) długości. Na biegunach aparatów szparkowych są zawsze obecne dobrze widoczne zgrubienia w kształcie litery T.

Uwagi. Opisane fragmenty gałązek drzewa iglastego reprezentują gatunek *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch. Szczegółowy opis morfologiczny pędów *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch został zamieszczony w opracowaniu flory kopalnej z Gozdnicy (Kvaček w: Dyjor et al. 1992), w której również znaleziono trzy typy morfologiczne, podobnie jak w Bełchatowie. W badanym materiale przeważa ilościowo typ taxodioidowy oraz glyptostroboidowy.

Odróżnienie w stanie kopalnym taxodioidowych pędów *Sequoia* Endl. od podobnych morfologicznie krótkopędów *Taxodium* Rich., jeżeli są zachowane epidermy, nie następuje większych trudności. U *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer aparaty szparkowe są ułożone swoimi dłuższymi osiami prostopadle względnie nieco skośnie w stosunku do dłuższej osi igły, podczas gdy pędy taxodioidowe *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch mają aparaty szparkowe ułożone swoimi dłuższymi osiami równoległe do osi igły. Pewne różnice, choć mało wyraźne i o niewielkiej wartości taksonomicznej, można zaobserwować także w morfologii igieł tych taksonów. U *Sequoia* stosunek długości do szerokości igieł przeciętnie jest mniejszy niż u *Taxodium* (por. Ferguson 1971, Hummel 1983).

Problemem jest natomiast odróżnienie glyptostroboidowych pędów *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch od gałązek *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger (por. Meller et al. 1999). Podane przez Zalewską (1959) cechy morfologiczne i anatomiczne, przydatne jej zdaniem, do rozróżnienia *Sequoia* i *Glyptostrobus* we florze Turowa, są, zdaniem autora rozprawy, mało wyraźne i nie zawsze zauważalne. Sveshnikova (1963) uważa za cechę odróżniającą pędy *Sequoia* od *Glyptostrobus* stosunek długości do szerokości komórek epidermy. U *Sequoia* długość przewyższa szerokość aż 7-12 razy podczas gdy u *Glyptostrobus* długość komórek epidermy jest tylko 3-4 razy większa niż szerokość. Różnica ta jest dostrzegalna także u *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch i *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger z Bełchatowa. U *Sequoia* długość komórek epidermy jest 6-8 razy większa od ich szerokości, natomiast u *Glyptostrobus*

długość komórek epidermy tylko do 4 razy przewyższa ich szerokość. Meller et al. (1999) zwraca jednak uwagę na istnienie form przejściowych pod względem wartości stosunku długości do szerokości komórek epidermy u *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch oraz *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger z neogenu Austrii i Czech.

Sequoia abietina (Brongniart) Knobloch występuje w osadach trzeciorzędu środkowej Europy, szczególnie obficie w środkowej części neogenu (Dyjor et al. 1992). Uważa się, że drzewo to rosło głównie w ostatniej fazie sukcesji torfowiska węglotwórczego (torfowisko wysokie, facja M, Schneider 1992) preferując podsuszone miejsca. Szczątki sekwoi są spotykane także w kopalnych osadach napływowych (Dyjor et al. 1992).

Kopalna *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch jest uważana za zbliżoną do współczesnej, północnoamerykańskiej *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. Gatunek ten rośnie na zboczach gór Sierra Nevada w Kalifornii, na obszarze o ciepłym i wilgotnym klimacie, z suszą letnią łagodzoną przez obfite mgły (Podbielkowski 1991). Współczesny gatunek także odznacza się polimorfizmem pędów, które na jednej gałęzi mogą mieć zarówno długie igły (typu *Taxodium*) jak i krótkie, łuskowate.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Turów (Zalewska 1959, jako *Sequoia langsdorfii* (Brongniart) Heer), Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b, jako *Sequoia langsdorfii* (Brongniart) Heer); miocen środkowy - Rypin (Łańcucka-Środoniowa 1957, jako *Sequoia langsdorfii* (Brongniart) Heer), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990, jako cf. *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch), Wieliczka (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997); miocen górny - Gozdnicza (Dyjor et al. 1992).

***Glyptostrobus* Endl.**

Glyptostrobus europaeus (Brongniart) Unger

Ryc. 8: 5-6; Tab. 3, fig. 5

1833. *Taxodium europaeum* Brongniart; Brongniart, s. 168-176, Tab. 3, Tab. 12

1850. *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger; Unger, s. 434-435

Materiał. KRAM-P 214: 104, 105, 136, 181

Opis morfologiczny. Zachowane fragmenty gałązek mają do 1,5 cm długości. Gałązki pokryte są gęsto łuskowatymi igłami, szerokość gałązek wynosi 0,15-0,20 cm. Igły mają zbiegającą po pędzie nasadę i ostre, często zakrzywione wierzchołki. Długość igieł wynosi 0,1-0,2 cm a szerokość 0,05-0,10 cm. Zaznacza się wyraźna zmienność kształtu igieł. W górnej części gałązek są one szerokie i krótkie, natomiast w dolnej długie i wąskie.

Opis anatomiczny. Komórki epidermy są czworoboczne, zwykle wydłużone, 20-50 μm długości i 15-18 μm szerokości, rzadko występują komórki o kształcie kwadratowym. Ściany komórek są zwykle proste, rzadko nieco łukowate, grubości 1-2 μm ; często widoczne są nierównomierne zgrubienia ścian. Pod epidermą leży hypoderma, której komórki mają podobne kształty jak komórki epidermy, 25-50 μm długości i 20-25 μm szerokości. Ściany komórek hypodermy są cieńsze niż ściany komórek epidermy (mają ok. 1 μm grubości), są zwykle proste, niekiedy łukowate, krótsze ściany są albo prostopadłe albo skośne do dłuższej osi komórki. Nieregularności w kształtach ścian występują przede wszystkim u komórek z pasm aparatów szparkowych, i to zarówno u komórek epidermalnych jak i hypodermalnych. Kutykula jest wyraźnie ziarnista.

Aparaty szparkowe cyklocytowe, otoczone pierścieniem 4-6 komórek dodatkowych, mają 44-55 μm długości i 24-30 μm szerokości. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe, silnie skutynizowane, tworzą szczelinę 22-24 μm długości i 5-6 μm szerokości. Na biegunach aparatu szparkowego widoczne są silnie skutynizowane zgrubienia w kształcie litery T. Aparaty szparkowe mają kształt wąskoeliptyczny, występują w postaci pasm aparatów szparkowych o zmiennej długości. Dłuższe osie aparatów szparkowych są przeważnie skośne względem siebie oraz względem dłuższej osi igły.

Uwagi. Zarówno morfologia pędów jak i budowa aparatów szparkowych odpowiada kopalnemu gatunkowi *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger. Charakterystyczne jest wykształcenie łuskowatych igieł oraz budowa aparatów szparkowych, które zwykle są otoczone 4-6 komórkami dodatkowymi (wg Zalewskiej (1959) - od 4 do 7 komórek). Podobny morfologicznie do omawianego taksonu jest jeden z typów pędów *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch, różniący się dużo większą wartością stosunku długości do szerokości komórek epidermy (por. str. 30 i 31).

Glyptostrobus europaeus (Brongniart) Unger był bardzo pospolitym składnikiem paleoflory trzeciorzędu w Europie od eocenu po pliocen; najpospolitszy był w miocenie (Zastawniak et al. 1996). We florach kopalnych trzeciorzędu reprezentował element arktycznotrzeciorzędowy. Gatunek ten, obok *Taxodium* Rich., był dominującym składnikiem lasów bagiennych, w których znaczący udział miały także rodzaje *Alnus* B.Ehrh. oraz *Nyssa* L. (por. Mai 1995). Lasy bagienne z *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger miały istotny udział w formowaniu się pokładów węgla brunatnego (tzw. facja K, por. Schneider 1992).

Współczesnym odpowiednikiem kopalnego *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger jest *Glyptostrobus pensilis* (Staunton) K. Koch, rosnący na niewielkim obszarze południowych Chin oraz w Wietnamie nad brzegami rzek, często w miejscach bagnistych (Henry & McIntyre 1926, Hiêp & Vidal 1996). Według Zalewskiej (1953, 1955, 1959) i cytowanych przez nią autorów takson ten jest reliktem trzeciorzędowym, który od tamtego czasu nie uległ istotnym zmianom.

Występowanie we florach kopalnych Polski. *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger jest pospolitym składnikiem flor neogeńskich z terenu Polski, dotychczas został podany z wielu stanowisk flor epoki miocenijskiej (por. Zalewska 1959, Zastawniak et al. 1996) oraz jak dotychczas tylko z jednego stanowiska dolnopliocenijskiego (Ruszów, Baranowska-Zarzycka 1988).

Cupressaceae

Tetraclinis Mast.

Tetraclinis salicornioides (Unger) Kvaček

Tab. 3, fig. 4-4, 4a, 4b

- 1838. *Hellia salicornioides* Unger; Unger, s. 101, nomen illegit.
- 1841. *Thuytes salicornioides* Unger; Unger, s. 11, Tab. 4, fig. 1-4
- 1847. *Libocedrites salicornioides* (Unger) Endlicher; Endlicher, s. 275
- 1855. *Libocedrus salicornioides* (Unger) Heer; Heer, s. 47, Tab. 21, fig. 2
- 1989. *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček; Kvaček, s. 48, Ryc. 1, Tab. 1, fig. 11, Tab. 2, fig. 2-14, Tab. 3, fig. 3-4

Materiał. KRAM-P 214: 20

Opis morfologiczny. Zachowany fragment pędu składa się z dwóch spłaszczonych okółków liściowych o kształcie zbliżonym do beczułkowatego. W szczytowej części okółka widoczne są zarysy trzech wierzchołków liści. Okółki mają ok. 0,5 cm długości.

Opis anatomiczny. Epiderma jest zbudowana z wydłużonych, prostokątnych komórek (Tab. 3, fig. 4a), 36-82 μm długości, i 18-30 μm szerokości. Grubość ścian komórek wynosi 1-2 μm , są one zwykle łukowate oraz nierównomiernie zgrubiałe tzn. widoczne są wyraźne przewężenia. Cyklocytowe aparaty szparkowe (Tab. 3, fig. 4b) mają kształt eliptyczny, długość 42-50 μm i szerokość 26-36 μm , są otoczone pojedynczym wieńcem 4-6 komórek dodatkowych. Otwór utworzony przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe ma kształt eliptyczno-wydłużony do prostokątnego i długość ok. 20 μm . Na biegunach aparatu szparkowego są widoczne dobrze wykształcone zgrubienia w kształcie litery T. Kutykula ma wyraźną, ziarnistą ornamentację. Miejscami na powierzchni komórek epidermy można zaobserwować drobne papille, w liczbie od kilku do kilkunastu na jedną komórkę.

Uwagi. Opisany fragment pędu reprezentuje gatunek *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček. Ma on spłaszczone człony pędu o charakterystycznym kształcie. Przynależność taksonomiczną potwierdza również budowa epidermy.

Gałązki tej rośliny kopalnej, po raz pierwszy opisane przez Ungera (1838) jako *Hellia salicornioides* Unger, były następnie podawane pod różnymi nazwami rodzajów z rodziny Cupressaceae (m.in. *Callitris* Vent., *Callitrites* Endl., *Calocedrus* Kurz, *Libocedrites* Endl., *Libocedrus* Endl.). Mai i Walther (1978, 1985) wśród badanych przez siebie makroszczałków z rodziny Cupressaceae wyróżnili rodzaj *Tetraclinis* Mast. i gatunek *T. brachyodon* (Brongniart) Mai et Walther. Później Kvaček (1989) uznał, że część fosyliów reprezentuje inny gatunek, *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček, który różni się od *T. brachyodon* (Brongniart) Mai et Walther morfologią gałązek oraz położeniem aparatów szparkowych (Kvaček op. cit.). U *T. salicornioides* (Unger) Kvaček obserwuje się wyraźny polimorfizm gałązek, którego przyczyną był - jak się uważa - wpływ warunków środowiskowych, głównie natężenia światła (Kvaček op. cit.).

Tetraclinis salicornioides (Unger) Kvaček był często spotykanym akcesorycznym drzewem iglastym subtropikalnej lub umiarkowanie ciepłej wilgotnej roślinności leśnej. Z

większą częstotliwością był spotykany w tzw. młodszych florach mastixiowych. Natomiast w młodszej części neogenu stał się stosunkowo rzadki, na co zapewne miało wpływ pogorszenie się warunków klimatycznych (Kvaček 1989).

Współczesnym odpowiednikiem *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček jest *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast., występujący na obszarach zachodniej części basenu Morza Śródziemnego (m.in. w Maroku, na Malcie i w południowo-wschodniej Hiszpanii), których klimat charakteryzuje się letnim okresem suchym, rocznymi opadami 250-700 mm, średnimi rocznymi temperaturami w granicach 15-18°C i bezmroźną zimą. Tworzy tam mniej lub bardziej jednogatunkowe drzewostany albo wchodzi w skład zbiorowisk z *Ceratonia*, *Juniperus*, *Olea*, *Pistacia*, *Rhamnus*, *Chamaerops* i *Smilax*, rośnie przeważnie do wysokości 1300 m n.p.m., preferując ciepłe i suche siedliska, np. na skałach wapiennych (Kvaček 1989).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Dolny miocen - Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b, jako *Libocedrus salicornioides* (Unger) Heer), Bełchatów (Worobiec 1995); miocen środkowy - Kokoszyce (= Kokoschütz), (Kräusel 1920, 1921, jako *Libocedrus salicornioides* (Unger) Heer), Stare Gliwice (Szafer 1961, jako *Libocedrus salicornioides* (Unger) Heer), Zatoka Gdowska (Łańcucka-Środoniowa 1966, jako *Hellia salicornioides* Unger) Młyny (Zastawniak 1980, jako *Libocedrites salicornioides* (Unger) Endlicher), Wieliczka (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997); miocen górny - Sośnica (= Schossnitz), (Goepfert 1855, jako *Libocedrites salicornioides* (Unger) Endlicher), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990, jako *Libocedrites salicornioides* (Unger) Endlicher), Gozdnicza (Dyjur et al. 1992).

Magnoliophytina (= Angiospermae)

Magnoliopsida (= Dicotyledones)

Lauraceae

***Daphnogene* Unger**

***Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen**

Ryc. 8: 7-8; Tab. 4, fig. 2-7, Tab. 5, fig. 1-1a, 1b, Tab. 6, fig. 1

1845. *Ceanothus polymorphus* Al. Braun; Al. Braun, s. 171

1851. *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen; Ettingshausen, s. 16, Tab. 2, fig. 23-25

Materiał. KRAM-P 211: 2, (8, 9 - okazy bliźniacze), 24, (40, 41 - okazy bliźniacze) oraz KRAM-P 214: 5/I, 9, 13, 21, 25, 35, 39, 59, 69, 75, 78, 93, 174, 175

Opis morfologiczny. Kilkanaście mniejszych lub większych fragmentów całobrzegich, skórzastych liści, z których największy ma 5,2 cm długości. Ich szerokość waha się w granicach od 1,0 do 2,7 cm. Liście mają eliptyczny lub lancetowaty kształt i są symetryczne. Wierzchołki są długo zaostrzone a nasady klinowate lub nieco zaokrąglone. Jeden z ogonków, zachowany w całości, ma 0,7 cm długości i jest charakterystycznie wygięty. Liście mają nerwację akrodromową, od nerwu głównego odchodzą ponad nasadą dwa główne odgałęzienia nerwów bocznych pod kątem 25-30° w stosunku do nerwu głównego a następnie biegną ku wierzchołkowi wygięte łukowato na całej długości. Od głównych odgałęzień nerwów bocznych odchodzą na zewnątrz wygięte ku górze rozgałęzienia. Pomiedzy nerwem głównym a nerwami bocznymi biegną nerwy trzeciego rzędu, które są nieco powyginane, rozgałęziają się i tworzą między sobą sieć zespożeń. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych. Areole, dobrze wykształcone, mają 0,2-0,3 mm wielkości. Wolne zakończenia nerwów są rzadko obecne. Sieć unerwienia przy brzegu blaszki liścia łączy nerw brzeżny.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 4, fig. 4; Tab. 5, fig. 1) składa się z wielobocznych, izodiametrycznych lub nieco wydłużonych komórek, 15-35 µm wielkości. Ściany komórek są grube i pofalowane. Powierzchnia kutykuli jest prawdopodobnie pokryta resztką substancji woskowych. Pod górną epidermą leży hypoderma, zbudowana z komórek o zmiennych kształtach, mających wielkość 16-18 µm. Ich ściany są cienkie, łukowate lub proste. Epidermę dolną (Tab. 5, fig. 1a) tworzą komórki o zmiennych kształtach, pofalowanych ścianach i wielkości 16-35 µm (przeciętnie 22 µm). Nad nerwami komórki epidermy dolnej mają bardziej regularny kształt (czworoboczny lub prostokątny) i są wydłużone, do 35 µm. Pod epidermą dolną znajduje się hypoderma, której komórki mają wielkość ok. 15-30 µm, cienkie i łukowate ściany. Aparaty szparkowe paracytowe (Tab. 5, fig. 1b), niekiedy tetracytowe, szerokoeliptyczno-rombowe (kształt charakterystyczny dla *Daphnogene*), o wielkości 17-20 µm. Otwór zewnętrznych listew

wokółszparkowych jest zwykle słabo widoczny, podługowaty, niekiedy bardzo wąski, ma długość 7-10 μm . Aparaty szparkowe występują tylko na obszarach pomiędzy nerwami i są mniej lub bardziej regularnie rozproszone. Na górnej epidermie stwierdzono obecność pojedynczych, jednokomórkowych nasad włosków, same włoski nie zachowały się. Na dolnej epidermie są obecne zwykle bardzo liczne, jednokomórkowe nasady włosków (Tab. 5, fig. 1a, 1b). Nasady mają średnicę 7-12 μm , otacza je 5-6 ułożonych promieniście komórek.

Uwagi. Charakterystyczne unerwienie opisanych szczątków liści pozwoliło zaliczyć je do gatunku *Daphnogene* (syn. *Cinnamomophyllum* oraz *Cinnamomum*) *polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen. Nazwa rodzajowa *Daphnogene* Unger jest sztuczna nazwą, nadaną kopalnym liściom o akrodromowej nerwacji z rodziny Lauraceae, podobnym do współczesnego rodzaju *Cinnamomum* Schaeffer (Cinnamomoid type, Kvaček 1971). Według Kvačka (op. cit.) nie jest możliwe pewne określenie przynależności rodzajowej kopalnych taksonów liściowych z rodziny Lauraceae, i to zarówno na podstawie morfologii jak i anatomii. Z tego powodu nazwa *Daphnogene* jest bardziej poprawna niż *Cinnamomophyllum* Kräusel et Weyland czy nazwa współczesnego cynamonowca *Cinnamomum*, tym bardziej, że epiderma kopalnych liści *Daphnogene* i współczesnych liści z rodzaju *Cinnamomum* wyraźnie się różni (Kvaček 1971). *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen jest gatunkiem liści o dużej skali zmienności morfologicznej i anatomicznej, co zresztą znajduje odzwierciedlenie w nazwie gatunkowej. Przyczynę tej zmienności Kvaček i Walther (1978) upatrują w oddziaływaniu środowiska na rośliny, czego wynikiem jest występowanie odmiennych form ekologicznych o nieco innej morfologii w miejscach nasłonecznionych, zacienionych bądź pośrednich. Zdaniem tych autorów, na dużą zmienność tego taksonu, mogły mieć także wpływ i inne czynniki ekologiczne takie jak warunki wilgotnościowe czy też warunki mikroklimatyczne wewnątrz drzewostanów, w których rósł *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen. Według Kvačka i Walthera (op. cit.) oraz Knoblocha i Kvačka (1976) można wyróżnić 3 podstawowe grupy form w obrębie taksonu *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen o podobnej morfologii i anatomii:

- forma *scheuchzeri* (od *Cinnamomum scheuchzeri* (Heer) Kräusel et Weyland)
- forma *polymorphum* (od *Cinnamomum polymorphum* (Al. Braun) Ettingshausen)
- forma *spectabile* (od *Cinnamomum spectabile* Heer)

Pod względem cech anatomicznych różnice w obrębie tych form dotyczą zagęszczenia włosków pokrywających epidermę, stopnia pofalowania ścian komórek epidermy oraz stopnia kutynizacji, np. u formy *C. polymorphum* (Al. Braun) Ettingshausen epiderma górna ma pofalowane ściany, natomiast epiderma dolna jest prawie pozbawiona włosków.

Liście *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen z Bełchatowa również mają zmienną morfologię liści. Okaz nr 214/39 (Tab. 4, fig. 2) jest zbliżony do formy *C. scheuchzeri* (Heer) Kräusel et Weyland, natomiast okaz 214/9 (Tab. 4, fig. 3) do formy *C. polymorphum* (Al. Braun) Ettingshausen. Problem zmienności morfologicznej kopalnych liści *Daphnogene* omawia także m in. Givulescu et al. (1996).

Według Kolakovskiego (1958) oraz Kvačka (1971) liście kopalne *Daphnogene* mogły należeć do kilku różnych rodzajów rodziny Lauraceae, m.in. *Cryptocarya* R.Br., *Litsea* Lam., *Lindera* Thunb., *Neolitsea* (Benth.) Merrill, których liście mają najbardziej zbliżoną morfologię.

Liście *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen są opisywane z licznych stanowisk flor kopalnych, głównie miocenijskich. W środkowej Europie takson ten jest względnie częsty we florach dolnego miocenu, szczególnie w jego najstarszej części np. w Osieczowie (por. Raniecka-Bobrowska 1962b). W środkowym miocenie jest już rzadszy, w Polsce został znaleziony dotychczas w Swoszowicach (Ilinskaya 1962) i w Wieliczce (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997); są to najmłodsze stanowiska tego taksonu w neogenie Polski (por. Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak op cit.). Natomiast w górnym miocenie *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen w Polsce już nie występuje. We florach kopalnych pliocenu spotykany jest tylko na południu Europy (np. południe Francji, Roiron 1979). Jego zaniknięcie pod koniec miocenu w środkowej Europie jest niewątpliwie związane z ochładzaniem się klimatu.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Rozewie (= Rixhoeft), (Heer 1869, jako *Cinnamomum scheuchzeri* (Heer) Kräusel et Weyland), Bluszczów (= Bluschau), Dzierżysław (= Dirschel), (Kräusel 1920, jako *C. polymorphum* (A. Br.) Kräusel et Weyland), Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b, jako *Cinnamomum scheuchzeri* (Heer) Kräusel et Weyland, *C. polymorphum* (A. Br.) Kräusel et Weyland oraz *C. spectabile* (Heer) Kräusel et Weyland), Turów (Czeczott & Skirgiełło 1975, jako *C. lanceolatum* (Unger) Kolakovskii), Bełchatów (Worobiec 1995); miocen środkowy -

Swoszowice (Unger 1849, Ilinskaya 1962, jako *Cinnamomum polymorphum* (A. Br.) Heer), Wieliczka (Łańcucka -Środoniowa & Zastawniak 1997, jako *Daphnogene* sp.).

***Laurophyllum* Goepp.**

Laurophyllum pseudoprinceps Weyland et Kilpper

Ryc. 8: 9; Tab. 4, fig. 1, Tab. 5, fig. 2-2b

1950. *Laurophyllum princeps* (Heer) Kräusel et Weyland sensu Kräusel & Weyland, s. 58, Ryc. 20-21, Tab. 13, fig. 1-9, Tab. 14, fig. 1-4
1963. *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper; Weyland & Kilpper, s. 100, Ryc. 6, Tab. 23, fig. 14-19

Materiał. KRAM-P 214: (40, 162 - okazy bliźniacze)

Opis morfologiczny. Fragment eliptyczno-jajowatego, całobrzegiego i skórzastego liścia, 5,0 cm długości i 1,6 cm szerokości. Liść ma klinowatą nasadę i zachowany fragment ogonka o długości 1,2 cm. Nerwacja brochidodromowa. Nerw główny gruby, lekko wygięty. Zachowało się ok. 5 par nerwów bocznych odchodzących od nerwu głównego w odstępach ok. 0,8 cm pod kątem o przeciętnej wielkości 40°. Nerwy boczne są wygięte ku wierzchołkowi, szczególnie na końcach. Końce nerwów łączą się ze sobą tworząc pętle. Nerwy pośrednie dochodzą przynajmniej do połowy szerokości blaszki liścia. Nerwy trzeciego rzędu przebiegają pomiędzy nerwami bocznymi, sieć tych nerwów jest mało regularna. Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowego, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Epiderma górna (Tab. 5, fig. 2) składa się z komórek o kształtach zbliżonych do czworobocznych, często wydłużonych, 16-30 μm . Komórki epidermy górnej ponad nerwami są bardziej wydłużone, prostokątne, ułożone w szeregi. Ściany komórek są często bardzo grube, łukowate lub pofalowane (powyginane), widoczne są zgrubienia ścian (ang. knobs, Tab. 5, fig. 2). Epidermę dolną budują komórki o zmiennych kształtach, na obszarach pomiędzy nerwami izodiametryczne do czworobocznych, 20-40 μm (przeciętnie 25 μm) a nad nerwami prostokątne, wyraźnie

wydłużone, ułożone w szeregi po kilka komórek (Tab. 5, fig. 2a). Ściany komórek są grube, proste lub łukowate. Pod dolną epidermą zaobserwowano resztki komórek będących prawdopodobnie pozostałością hypodermy. Aparaty szparkowe (Tab. 5, fig. 2b) paracytowe, szerokoeliptyczne, niekiedy zaokrąglone, 16-24 μm . Zewnętrzne listwy wokółszparkowe są silnie zaznaczone, mają 12-14 μm długości. Aparaty szparkowe leżą wyłącznie na obszarach pomiędzy nerwami, gdzie są regularnie rozmieszczone.

Uwagi. Charakter unerwienia liścia (nerwacja brochidodromowa oraz charakterystyczny wzór sieci nerwów wyższych rzędów) wskazują, że należy on do rodziny Lauraceae. Dzięki analizie budowy epidermy tego liścia możliwe było potwierdzenie wniosków wynikających z analizy jego morfologii oraz, co najistotniejsze, określenie przynależności gatunkowej. Jest to fragment liścia *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper (Worobiec 1995). Morfologicznie i anatomicznie odpowiada on okazom opisanym pod tą nazwą przez Weylanda i Kilpera (1963), Kvačka (1971) oraz Knoblocha i Kvačka (1976). Zdaniem Kvačka (op. cit.), nie jest możliwe jednoznaczne określenie przynależności rodzajowej kopalnych przedstawicieli Lauraceae. Z tego powodu dla kopalnych liści z tej rodziny, mających nerwację brochidodromową przyjmuje się sztuczną nazwę rodzajową *Laurophyllum* Goepfert. Jak dotychczas nie znaleziono współczesnego odpowiednika kopalnego gatunku *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper. Zbliżoną budowę epidermy mają *Litsea varians* Hemsl. oraz *Beilschmiedia zenkeri* Engl. (por. Kräusel & Weyland 1950). Zdaniem Kvačka (1971) prawie identyczną budowę epidermy jak *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper ma gatunek *Cryptocarya acuminata* Schinz, autor ten uważa, że nie jest to jednak wystarczający dowód dla jednoznacznego określenia pozycji systematycznej *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper wśród współczesnych Lauraceae.

Laurophyllum pseudoprinceps Weyland et Kilpper jest najpospolitszym przedstawicielem rodziny Lauraceae w trzeciorzędzie północno-zachodnich Czech, a jego występowanie wskazuje na stosunkowo ciepły klimat tego okresu (Kvaček 1971). Poza Czechami takson ten w Europie był podawany z licznych stanowisk flor kopalnych paleogenu oraz starszej części neogenu (dolny miocen). W środkowym miocenie gatunek ten był już rzadki a w górnym miocenie bardzo rzadki. W pliocenie *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper występował wyłącznie w południowej Europie. Kolakovskii (1964) stwierdził jego występowanie w plioceńskiej florz Kodor w Abchazji.

Z Polski był podawany z Osieczowa (Raniecka-Bobrowska 1962b) i Sobniowa koło Jasła (Zastawniak & Worobiec 1997). W obu przypadkach były to tylko odciski liści w związku z czym oba oznaczenia nie są bezsporne.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Oligocen - Sobniów koło Jasła (Zastawniak & Worobiec 1997); dolny miocen - Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b, jako cf. *Laurophyllum princeps* Weyland et Kilpper), Bełchatów (Worobiec 1995).

Altingiaceae

***Liquidambar* L.**

Liquidambar sp.

Ryc. 13: 1; Tab. 6, fig. 4

Materiał. KRAM-P 214: 60

Opis. Sprasowany, kulisty owocostan, wielkości 2 cm, składający się z licznych, wielobocznych gniazd o średnicy 0,3-0,4 cm.

Uwagi. Opisany uwęglony owocostan zaliczono do rodzaju *Liquidambar* L. Ze względu na stan zachowania (okaz jest silnie sprasowany) dokładniejsze oznaczenie nie jest możliwe.

Salicaceae

***Populus* L.**

Populus sp.

Ryc. 9: 9; Tab. 6, fig. 2

Materiał. KRAM-P 214: 130

Opis morfologiczny. Zachowany mały fragment blaszki liścia, na brzegu pojedynczo piłkowany. Ząbki haczykowato wygięte, górny brzeg ząbka bardzo krótki, wklęsły, dolny brzeg wypukły albo wklęsło-wypukły. Koniec ząbka tępy, zaokrąglony. Na zachowanym fragmencie sieci unerwienia widoczne są nerwy boczne, które rozgałęziają się przed

brzegiem blaszki liścia, jedno z odgałęzień dochodzi do wcięcia w kącie pomiędzy ząbkami i brzegiem liścia. Nie udało się ustalić, czy omawiane odgałęzienie nerwu dochodzi do szczytu ząbka. Unerwienie wyższych rzędów tworzy sieć o charakterystycznych, wielokątnych oczkach.

Uwagi. Charakterystyczna budowa brzegu blaszki liścia, kształt i sposób unerwienia ząbków oraz wzór nerwacji trzeciego i czwartego rzędu wskazują jednoznacznie, że opisany szczątek jest liściem reprezentującym rodzaj *Populus* L. Małe wymiary okazu uniemożliwiają określenia jego przynależności gatunkowej.

Myricaceae

Myrica L.

Myrica lignitum (Unger) Saporta sensu lato

Ryc. 8: 10-11a, 13-18; Tab. 6, fig. 3, 5-7, Tab. 7, fig. 1-3a

1847. *Quercus lignitum* Unger; Unger, s. 113, Tab. 31, fig. 5-7

1865. *Myrica lignitum* (Unger) Saporta; Saporta, s. 102

Materiał. KRAM-P 211: 48; KRAM-P 214: 19, 26, 31, 44, 62, 131; KRAM-P 217: 46/IV, 50/II, 65/II, 104, 109, 137/III, 144/II, 147, 164, 180, 181/III, 183, 188, 190/I, 203, 210/I, 215/IV, 217, 237/II, 246

Opis morfologiczny. Fragmenty wydłużonych, lancetowatych lub wąskoeliptycznych, symetrycznych, niekiedy nieco skórzastych liści, do 6,5 cm długości i 1,0-2,7 cm (przeciętnie 1,7 cm) szerokości. Wierzchołki są ostre lub długo zastrzone, nasady klinowate lub zbiegające po ogonku. Na powierzchni niektórych odcisków liści widoczne są liczne, drobne tarcze włosków gruczołowych. Znaleziono zarówno liście całobrzegie jak i pojedynczo piłkowane. Ząbki mają zmienną wielkość, górny brzeg ząbków jest bardzo krótki i wypukły lub wklęsło-wypukły, dolny wypukły względnie wklęsło-wypukły, szczyty ząbków są ostre lub zaokrąglone. Nerwacja liści jest albo typu brochidodromowego u okazów całobrzegich albo semikraspedodromowa w przypadku liści piłkowanych. Nerw główny średniej grubości lub gruby, niekiedy lekko wygięty. Liczne

nerwy boczne, wyraźnie cieńsze od nerwu głównego, odchodzą od niego w odstępach 0,2-0,6 cm. Kąt nerwów bocznych i nerwu głównego waha się w granicach 60-80° (przeciętnie 70°) w środkowej części blaszki liścia, przy nasadzie wynosi około 50°. Nerwy boczne są wygięte ku wierzchołkowi, a przy brzegu łączą się ze sobą zespoleniami w formie pętli. U liści piłkowanych od pętli odchodzą odgałęzienia do ząbków. Nerwy pośrednie, zawsze obecne, sięgają do połowy szerokości blaszki liścia. Nerwy trzeciego rzędu tworzą sieć zespolień wraz z nerwami pośrednimi. Nerwacja wyższych rzędów w formie sieci o dużych oczkach i zmiennych kątach. Areole niezupełnie wykształcone, o zmiennej wielkości 0,4-0,8 mm. Wolne zakończenia nerwów są zawsze obecne i rozgałęzione. Unerwienie brzeżne pętlikowate.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 6, fig. 6, Tab. 7, fig. 2, 2a) jest zbudowana z komórek o zmiennym kształcie, od 14 do 30 μm wielkości. Ściany komórek są cienkie, proste lub łukowate. Pod epidermą górną znajduje się jednowarstwowa hypoderma (Tab. 6, fig. 6), zbudowana z izodiametrycznych, okrągłych i cienkościennych komórek o średnicy 8-16 μm . Epidermę dolną (Tab. 6, fig. 7, Tab. 7, fig. 3, 3a) budują komórki o zmiennym kształcie i układzie, mające wielkość 14-30 μm (przeciętnie 20-24 μm). Ściany komórek są łukowate, niekiedy powyginane, średniej grubości. Aparaty szparkowe (Tab. 6, fig. 7, Tab. 7, fig. 3a) są typu anomocytowego, okrągłe lub szerokoeliptyczne, 18-26 μm (przeciętnie 22 μm) średnicy. Otwór utworzony przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe jest szerokoeliptyczny lub okrągły, słabo skutynizowany, ma średnicę 6-12 (przeciętnie 8) μm . Na dolnej epidermie stwierdzono obecność tarczowatych włosków gruczołowych (Tab. 7, fig. 2b). Włoski te mają dwukomórkową, owalno-prostokątną nasadę o wielkości 17-29 (przeciętnie 21-24) μm . Tarcza włoska jest zbudowana z wielu promieniście leżących komórek. Średnica tarcz włosków waha się od 80 do 125 μm . Wewnątrz tarcz niektórych włosków można dostrzec resztki wydzielonej substancji żywicznej (Tab. 6, fig. 5).

Uwagi. Opisane wyżej fragmenty liści są pod względem cech morfologicznych i anatomicznych najbardziej zbliżone do taksonu *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato. Mają one charakterystyczny kształt, budowę brzegu liścia oraz wzór nerwacji. Na epidermie tych liści stwierdzono ponadto obecność tarczowatych włosków gruczołowych o dwukomórkowej nasadzie, które wraz z okrągłymi aparatami szparkowymi potwierdzają oznaczenie taksonu. Ze względu na różnice w budowie anatomicznej liści *Myrica* L. z

Bełchatowa (głównie obecność hypodermy) oraz liści *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu stricto, u których nie stwierdzono obecności hypodermy (por. Knobloch & Kvaček 1976, Hummel 1983), okazy z Bełchatowa zaliczono do zbiorowego gatunku *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato. Jeden z okazów (KRAM-P 211/48) wykazuje pewne podobieństwo morfologiczne do gatunku *Myrica joannis* Ettingshausen emend. Kovar-Eder, podanego m.in. przez Kovar-Eder (1996) z dolnego miocenu Köflach-Voitsberg (Styria, Austria). Liście *Myrica* z Bełchatowa różnią się jednak wyraźnie od liści *Myrica joannis* Ettingshausen emend. Kovar-Eder kształtem ścian komórek epidermy. U *Myrica joannis* Ettingshausen emend. Kovar-Eder ściany komórek górnej epidermy są zwykle nieznacznie pofalowane podczas gdy u *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato z Bełchatowa są one co najwyżej łukowate. Podobnie jest ze ścianami komórek dolnej epidermy, choć w tym przypadku cecha ta nie jest tak wyraźnie widoczna. Brzeg blaszki liścia u *Myrica joannis* Ettingshausen emend. Kovar-Eder jest według diagnozy Ettingshausena (w: Kovar-Eder 1996) zawsze piłkowany, podczas gdy część okazów *Myrica* z Bełchatowa ma całobrzegie liście.

Osobnym problemem jest odróżnienie kopalnych liści *Myrica* od bardzo do nich morfologicznie podobnych kopalnych listków rodzaju *Engelhardtia* Lesch. ex Bl. (Juglandaceae), z którymi bywają one mylone. Jedynym pewnym sposobem jest porównanie budowy nasad tarczowatych włosków gruczołowych. U *Myrica* nasady te są zawsze dwukomórkowe podczas gdy u *Engelhardtia* jednokomórkowe (podobnie jak u listków innych rodzajów rodziny Juglandaceae).

Liście *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato występują we florach liściowych obu zbadanych stanowisk. Mimo różnicy wieku są one bardzo podobne do siebie.

Myrica lignitum (Unger) Saporta sensu lato jest w neogenie pospolitym składnikiem flor kopalnych, wskaźnikiem obecności roślinności bagiennej. Pod względem morfologii gatunek ten jest zbliżony do przynajmniej kilku przedstawicieli rodzaju *Myrica* L. z Ameryki Północnej, Azji Wschodniej, a nawet z tropikalnych górskich lasów Afryki (Ilinskaya 1964, Knobloch 1969). Na podstawie własnych obserwacji ustalono, że najbardziej zbliżoną budowę epidermy liści do kopalnej *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato spośród kilku analizowanych współczesnych gatunków (*Myrica carolinensis* Mill., *M. gale* L., *M. javanica* Blume, *M. rubra* Sieb. et Zucc.) ma *Myrica rubra* Sieb. et Zucc. Gatunek ten ma bardzo zbliżoną budowę epidermy górnej i dolnej oraz jako jedyny z

wymienionych posiada hypoderme. *Myrica rubra* Sieb. et Zucc. ma swoje naturalne stanowiska w południowych Chinach i Japonii (por. Krüsmann 1972).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Bełchatów (Worobiec 1995); miocen środkowy - Swoszowice (Ilinskaya 1962, 1964); miocen górny - Bełchatów (Stuchlik et al. 1990); pliocen dolny - Ruszów (Hummel 1983); pliocen - Bełchatów (Wójcicki & Zastawniak 1998). Kopalne liście podane jako *Myrica pseudolignitum* Kräusel et Weyland ze Starych Gliwic przez Szafera (1961) są, według Knoblocha i Kvačka (1976), liśćmi *Buxus pliocenica* Saporta. Kopalne liście *Myrica* podane z Dobrzynia nad Wisłą (Kownas 1956) jako *Myrica amissa* Heer albo *Myrica studeri* Heer, prawdopodobnie należą do *Myrica lignitum* (Unger) Saporta).

cf. *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato

Ryc. 8: 12

Materiał. KRAM-P 217: 110, 151

Uwagi. Fragmenty liści podobne do *Myrica lignitum* (Unger) Saporta, ale ze względu na zły stan zachowania nie można ich w sposób pewny zaliczyć do wymienionego gatunku.

Betulaceae

Alnus Miller

Alnus gaudinii (Heer) Knobloch et Kvaček

Ryc. 9: 10-12; Tab. 8, fig. 1-7, Tab. 9, fig. 1-2, Tab. 24, fig. 4(A)

1856. *Rhamnus gaudinii* Heer; Heer, s. 79-80, Tab. 124, fig. 4-15, Tab. 125, fig. 1, 7, 13

1976. *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček; Knobloch & Kvaček, s. 33-35, Ryc. 11, 12, Tab. 6, fig. 1, 3, Tab. 7, fig. 1, 5, Tab. 13, fig. 4, Tab. 15, fig. 1-4, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 17, Tab. 16, fig. 1-5, Tab. 19, fig. 15, Tab. 20, fig. 10

Materiał. KRAM-P 217: 5, 6, 26, 44/II, 46/II, 50/I, 52, 53/II, 60/II, 63, 89/II, 97, 98/II, 101/II, 108/II, 121, 124/I, 130, 138/II, 140, 143, 149/II, 176, 185/II, 195, 201/II, 206/II, 215/II, 227, 235, 236/II, 243/II, 251, 256

Opis morfologiczny. Liście eliptyczne lub jajowate, do 7,5 cm długości i 2,1-4,3 cm szerokości. Wierzchołki długo zastrzone, nasady przeważnie sercowate, rzadko zaokrąglone. Brzeg liści pojedynczo piłkowany, ząbki bardzo małe, górny brzeg ząbka bardzo krótki, wklęsły lub zaokrąglony, dolny prosty, wklęsło-wypukły lub wypukły. Szczyty ząbków ostre, często długo zastrzone. Zachowany fragment ogonka ma 1,6 cm długości. Nerwacja jest semikraspedodromowa. Nerw główny prosty, średniej grubości. Nerwy boczne, w liczbie do 10 par, odchodzą od nerwu głównego co 0,2-1,2 cm, przy nasadzie liścia co 0,2-0,4 cm. Kąt nerwu głównego i nerwów bocznych waha się w granicach 40-60° (przeciętnie 50-55°), przy nasadzie jego wielkość wynosi 60-90°, natomiast w środkowej części liścia 40-60°. Nerwy boczne są wygięte ku wierzchołkowi, przy brzegu tworzą między sobą połączenia w formie pętli; pętle te nie zawsze są wyraźne. Od pętli odchodzą odgałęzienia tej samej grubości co nerw, i wchodzi do najbliższego ząbka, gdzie kończą się przy górnym brzegu ząbka. Od miejsca tego miejsca biegnie odgałęzienie do szczytu ząbka. Nerwy trzeciego rzędu pomiędzy nerwami bocznymi biegną prostopadle lub nieco skośnie, nieraz są rozwidlone. Na 1 cm długości nerwów bocznych przypada 4-8 nerwów trzeciego rzędu (przeciętnie 5-6). Nerwy te tworzą z nerwem głównym kąt rozwarty 120-140° (przeciętnie 130°). Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego, kąty oczek sieci zbliżone do prostych. Areole są zwykle niezupełnie wykształcone, mają 0,5-0,9 mm wielkości. Wolne zakończenia nerwów są rozgałęzione i nierozgałęzione. Sieć unerwienia brzeżnego pętlikowata.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 8, fig. 6) składa się z izodiametrycznych lub czworobocznych komórek 12-40 μm (przeciętnie 20-30 μm) wielkości. Nad nerwami komórki są bardziej wydłużone. Ściany komórek są powyginane lub pofalowane. Kutykula jest bruzdowana. Epidermę dolną (Tab. 9, fig. 1.) budują komórki o pofalowanych ścianach i wielkości 12-40 μm (przeciętnie 24-25 μm), izodiametryczne, nad nerwami wydłużone, do 44 μm długości i 6-10 μm szerokości. Aparaty szparkowe (Tab. 9, fig. 2) są typu anomocytowego lub cyklocytowego, szerokoeliptyczne do prawie okrągłych. Widoczne jest zróżnicowanie wielkości aparatów

szparkowych (anizostomia). Duże aparaty mają 24-30 μm średnicy, małe 16-20 μm . Zewnętrzne listwy wokółszparkowe mają 12-18 μm długości i 5-8 μm szerokości. Wokół aparatów szparkowych widać promieniście odchodzące brzdowanie kutykuli. Na dolnej epidermie stwierdzono obecność czterokomórkowych nasad tarczowatych włosków (Tab. 9, fig. 1a). Średnica ich nasad wynosi od 24 do 30 μm , średnica tarczy jedynego zachowanego włoska - 60 μm .

Uwagi. Opisane wyżej okazy liści kopalnych mają cechy nerwacji, piłkowania brzegu oraz budowę epidermy charakterystyczne dla gatunku *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček. Liście tego taksonu charakteryzują się semikraspedodromową nerwacją, często nieco asymetryczną nasadą, pojedynczo piłkowanym brzegiem blaszki liścia oraz drobnymi i ostrymi ząbkami (Zastawniak & Walther 1998). Liście tego gatunku różnią się od *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý (por. str. 50). Inne gatunki kopalnych liści z rodzaju *Alnus* B.Ehrh. z neogenu środkowej Europy, takie jak *A. adscendens* (Goeppert) Zastawniak et Walther, *A. cecropiaefolia* (Ettingshausen) Berger, *A. ducaulis* (Gaudin) Knobloch, *A. suborientalis* Czeczott et Skirgiełło oraz *A. menzelii* Raniecka-Bobrowska różnią się od *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček przede wszystkim prostokraspedodromową nerwacją oraz kształtem liści i charakterem ich piłkowania.

Alnus gaudinii (Heer) Knobloch et Kvaček została opisana po raz pierwszy przez Heera (1856) z trzeciorzędu Szwajcarii jako *Rhamnus gaudinii* Heer. Knobloch i Kvaček (1976) zaliczyli ten takson do rodzaju *Alnus*.

Alnus gaudinii (Heer) Knobloch et Kvaček jest często spotykana w trzeciorzędowych florach środkowej Europy poczynając od górnego oligocenu (por. Mai & Walther 1988, 1991). Zdaniem Mai'a i Walthera (1988) liście kopalne tego taksonu są najbardziej podobne do liści współczesnej, wschodnioazjatyckiej *Alnus nitida* (Spach) Endlicher z podrodzaju *Clethropsis* (Spach) Endlicher. Olsze z tego podrodzaju charakteryzują się semikraspedodromową lub wręcz brochidodromową nerwacją liści, u wszystkich innych gatunków z pozostałych podrodzajów rodzaju *Alnus* zawsze występuje nerwacja kraspedodromowa prosta (Furlow 1979).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Rozewie (= Rixhoeft), (Heer 1869, jako *Rhamnus gaudinii* Heer); miocen środkowy - Kokoszyce (= Kokoschütz), (Steger 1883, jako *Rhamnus gaudinii* Heer), Zielona Góra (= Grünberg), (Engelhardt 1892,

jako *Rhamnus gaudinii* Heer), Konin (Raniecka-Bobrowska 1954, jako *Rhamnus gaudinii* Heer); miocen górny - Sośnica (= Schossnitz), (Zastawniak & Walther 1998).

cf. *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček

Ryc. 10: 2

Materiał. KRAM-P 217: 122, 123/II, 135/I, 245/I

Uwagi. Fragmenty liści podobnych do *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček, ale ze względu na ich zły stan zachowania oznaczenie nie jest pewne.

Alnus julianiformis (Sternberg) Kvaček et Holý

Tab. 9, fig. 3-4

1823. *Phyllites julianaeformis* Sternberg; Sternberg, s. 37, 39, Tab. 36, fig. 2

1974. *Alnus julianaeformis* (Sternberg) Kvaček et Holý; Kvaček & Holý, s. 367, Ryc. 1, Tab. 1-3, Tab. 4, fig. 1

1998. *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý; Zastawniak & Walther, s. 100, Ryc. 5: 1-17, Ryc. 6: 1-4, Tab. 7, fig. 2-5, 7, 9-10, Tab. 8, fig. 1-4, 8, 10

Materiał. KRAM-P 211: 13; KRAM-P 214: 28, 52, 77, 94, 123, 148, 149, 189, 190, 191

Opis morfologiczny. Liście eliptyczno-jajowate, do 7,5 cm długości i 2,6-3,7 cm szerokości. Wierzchołek ostry, nasada zaokrąglona. Brzeg liścia pojedynczo piłkowany, ząbki bardzo drobne, wygięte ku górze. Górny brzeg ząbków jest bardzo krótki, dolny, dłuższy oraz zwykle wklęsło-wypukły. Odgażnienia nerwów dochodzą do szczytów ząbków. Nerwacja liści jest kraspedodromowa prosta. Nerw główny średnio gruby, prosty. Nerwy boczne, zachowane w liczbie 8-9 par, odchodzą od nerwu głównego pod kątem 30-50° (przeciętnie 40°). Kąt nerwów bocznych i nerwu głównego maleje nieco od nasady w kierunku wierzchołka liścia. Przy nasadzie nerwy boczne przebiegają w odstępach 0,3-0,5

cm, w środkowej części liścia co 0,9-1,3 cm. Nerwy te biegną prosto lub są nieco wygięte ku wierzchołkowi, przy brzegu blaszki liścia dają odgałęzienia, które z siecią nerwów trzeciego rzędu tworzą charakterystyczne, trójramienne zespolenia. Jedno z odgałęzień takiego zespolenia wchodzi do ząbka. Nerwy trzeciego rzędu pomiędzy nerwami bocznymi biegną przeważnie prostopadle, w górnej części liścia nieco skośnie, z nerwem głównym tworzą kąt 100-120°. Na 1 cm nerwu bocznego przypada 6-7 nerwów trzeciego rzędu. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata, kąty oczek sieci są zwykle proste, wzór nerwacji jest dość regularny. Areole są dobrze wykształcone, wieloboczne, wielkości 0,3-0,5 mm. Wolne zakończenia nerwów są zawsze obecne i rozgałęzione. Sieć unerwienia brzeżnego pętlikowata.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna jest zbudowana ze zwykle izodiametrycznych komórek, o średnicy 20-24 μm . Ściany komórek są zawsze pofalowane, średniej grubości. Epiderma dolna (Tab. 9, fig. 3a) składa się z różnokształtnych komórek, 24-40 μm wielkości. Nad nerwami jej komórki są wydłużone, 40-65 μm długości i 8-16 μm szerokości. Ściany komórek są proste lub łukowate, ewentualnie nieco powyginane, o średniej grubości; są wyraźnie skutynizowane. Aparaty szparkowe typu anomocytowego, eliptyczne lub szerokoeliptyczne, widoczne jest zróżnicowanie ich wielkości (anizostomia). Duże aparaty mają średnicę 28-34 μm , małe 20-27 μm . Szczelina utworzona przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe ma kształt eliptyczny. Na dolnej epidermie stwierdzono obecność przeważnie czterekomórkowych nasad włosków gruczołowych (Tab. 9, fig. 3b, 3c). Nasady te są nieregularne w kształcie, od prawie okrągłych do nieco wydłużonych, 22 do 24 μm . Poza tymi nasadami znaleziono także pojedynczą jednokomórkową nasadę włoska ok. 15 μm średnicy. U jednego z liści (KRAM-P 214: 28) stwierdzono bardzo duże, w stosunku do innych okazów, zagęszczenie nasad włosków gruczołowych. Może to wskazywać, że liść ten pochodził z rośliny rosnącej na nasłonecznionym stanowisku, np. na brzegu lasu (por. Kürschner 1996).

Uwagi. Opisane okazy mające charakterystyczny typ piłkowania, wzór unerwienia oraz budowę epidermy zostały zaliczone do gatunku *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý. Liście tego gatunku, opisane po raz pierwszy jako *Phyllites julianaeformis* przez Sternberga (1823), zostały zaliczone do rodzaju *Fagus* L. przez Ungera (1845), który z Biliny opisał je jako *Fagus feroniae* Unger. Zaklasyfikowanie to budziło przez wiele lat wątpliwości (np. Heer 1868, Lesquereux 1878), co ostatecznie potwierdziła Czeczott

(1934), która na podstawie charakteru piłkowania brzegu i unerwienia uznała je za liście olszy tworząc nową kombinację *Alnus feroniae* (Unger) Czeczott. Czeczott (op. cit.) podała także dokładny opis morfologiczny tego taksonu. Kvaček i Holý (1974) opierając się na priorytetowym opisie Sternberga (1823) utworzyli dla liści *Phyllites julianaeformis* Sternberg nową kombinację *Alnus julianaeformis* (Sternberg) Kvaček et Holý, uzupełniając opis morfologiczny charakterystyką budowy epidermy. Zgodnie z zasadami Kodeksu Nomenklatury Botanicznej, ostatnio poprawiono epitet gatunkowy na „*julianiformis*” (por. Zastawniak & Walther 1998). Liście *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý są morfologicznie podobne do *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček. Według Zastawniak i Walthera (1998) pomiędzy nimi są następujące różnice:

- *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček ma nerwację semikraspedodromową, podczas gdy *A. julianiformis* (Sternberg) Kvaček kraspedodromową prostą (Ryc. 9: 10-12)
- liście *A. gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček mają wyraźnie asymetryczną nasadę
- ząbki obu gatunków są do siebie morfologicznie zbliżone, ale u *A. julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý są one rzadziej rozmieszczone niż u *A. gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček
- u *A. gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček występuje promienista ornamentacja kutykuli komórek epidermy wokół aparatów szparkowych (Tab. 9, fig. 1, 2)

Zdaniem Knoblocha i Kvačka (1976) epiderma *A. gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček jest silniej skutynizowana, co potwierdzają obserwacje autora rozprawy.

Alnus julianiformis (Sternberg) Kvaček et Holý jest pospolitym gatunkiem we florach neogenu Europy (por. Hummel 1991).

Najbardziej zbliżonym pod względem morfologii do *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý współczesnym gatunkiem olszy jest *Alnus japonica* Sieb. et Zucc., rosnąca w Japonii, Chinach i na wschodzie Rosji (por. Czeczott 1934). Różni się jednak od *A. julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý budową epidermy (Kvaček & Holý 1974, Hummel 1991). Według Kvačka i Holý'ego (1974) pod względem budowy epidermy najbardziej zbliżone do omawianego taksonu są gatunki *Alnus* z podrodzaju *Alnaster* (Spach) Endlicher. Dość podobną budowę epidermy ma także *A. trabeculosa* Hand.-Mazz. Hummel (1991) dostrzegła tylko niewielkie różnice w budowie epidermy pomiędzy tymi dwoma gatunkami (dotyczą one wielkości tarczek włosków gruczołowych). *A. trabeculosa*

Hand.-Mazz różni się jednak nieco morfologią liści, które mają okrągłe lub sercowate, asymetryczne nasady oraz liczniejsze nerwy boczne. Gatunek ten rośnie w mieszanych lasach mezofitycznych (Mixed Mesophytic Forests), które porastają dolinę rzeki Jangcy w Chinach (Wang 1961).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Bełchatów (Worobiec 1995); miocen środkowy - Młyny (Zastawniak 1980); miocen górny - Sośnica (= Schossnitz) (Knobloch 1971, Zastawniak & Walther 1998); pliocen dolny - Ruszów (Hummel 1991). Liście z Domańskiego Wierchu podane jako *Alnus feroniae* (Unger) Czeczott (Zastawniak 1972) nie należą do taksonu *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý (Zastawniak 1980).

Alnus menzelii Raniecka-Bobrowska

Ryc. 9: 1-7; Tab. 10, fig. 1-10, Tab. 11, fig. 1-6, Tab. 12, fig. 2-3, Tab. 24, fig. 4(B)

1954. *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska; Raniecka-Bobrowska s. 11, Ryc. 4, fot. 11-13

Materiał. KRAM-P 217: 1, 2, 3, 8/I, 9/I, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 25, 29, 30, 35, 36, 37, 38/I, 41, 42, 43, 44/I, 45, 46/I, 48/I, 51, 53/I, 54/I, 55, 56, 60/I, 65/I, 66/I, 68/I, 70/I, 71, 74, 75/I, 85, 86, 88, 89/I, 91, 92, 93/I, 95, 96, 98/I, 99/I, 100, 101/I, 102, 103/I, 105/I, 106/I, 108/I, 112/I, 115, 119/I, 120/I, 123/I, 125/I, 126/I, 127/I, 128, 129/I, 132/I, 133, 134/I, 136, 137/I, 138/I, 139, 141, 145/I, 149/I, 150, 152/I, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159/I, 160, 161, 162/I, 167, 168, 170/I, 171/I, 175, 178, 179/I, 181/I, 184/I, 185/I, 189, 196/I, 200, 202, 204, 205, 206/I, 207, 209, 211, 215/I, 216, 220/I, 221, 222/I, 226, 228, 230, 231/I, 233, 234/I, 236/I, 242, 243/I, 247, 249/I, 252/I

Opis morfologiczny. Liście eliptyczne lub jajowate, o maksymalnej długości 9,0 cm i 3,2-7,0 cm szerokości. Wierzchołki liści ostre lub długo zaokrąglone, nasady zawsze sercowate. Brzegi liści podwójnie piłkowane. Ząbki pierwszego stopnia ze względu na swoją wielkość przypominają nieco klapy, ząbki drugiego stopnia są dużo mniejsze. Górne brzegi ząbków są wypukłe lub wklęsło-wypukłe, dolne brzegi wklęsło-wypukłe lub wypukłe, szczyty ząbków pierwszego stopnia są ostre, szczyty ząbków drugiego stopnia zwykle zaokrąglone.

Zachowane ogonki mają do 3 (4) cm długości. Nerwacja kraspedodromowa prosta, tylko przy nasadzie często semikraspedodromowa. Nerw główny prosty, średniej grubości. Od nerwu głównego odchodzi do 13 par nerwów bocznych. Pierwsza para nerwów bocznych przy nasadzie odchodzi pod kątem 90-120°, następna para pod kątem 70-90°. W środkowej części liścia wielkość kąta nerwu głównego i nerwów bocznych waha się od 40 do 60° (przeciętnie 50°). Nerwy boczne odchodzą od nerwu głównego w odstępach 0,1-1,1 cm, przy nasadzie 0,1-0,4 cm. W środkowej części liścia nerwy boczne leżą w większej odległości od siebie, zwykle 0,2-1,1 cm. Nerwy boczne biegną prosto lub są wygięte ku wierzchołkowi. Rozgałęzienia nerwów bocznych przy brzegu tworzą zespolenia z siecią nerwów trzeciego rzędu. Do ząbków pierwszego stopnia wchodzi nerwy boczne, do ząbków drugiego stopnia - odgałęzienia nerwów bocznych lub jedna z gałęzi od zespolenia nerwów. Nerwy trzeciego rzędu biegną prostopadle lub skośnie pomiędzy nerwami bocznymi. Na 1 cm długości nerwów bocznych przypada od 4 do 8 nerwów trzeciego rzędu (przeciętnie 6). Nerwy te z nerwem głównym tworzą kąt 120-140° (przeciętnie 130°). Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego. Kąty oczek sieci są zbliżone do prostych. Areole są dobrze wykształcone, często czworoboczne o wielkości 0,3-0,6 mm (przeciętnie 0,4 mm). Wolne zakończenia nerwów są zarówno rozgałęzione jak i nierozgałęzione. Sieć unerwienia brzeżnego pętlikowata.

W kątach nerwu głównego i nerwów bocznych u okazów KRAM-P 217/4 oraz 217/12 stwierdzono obecność domacjów, zbudowanych z pęczków dużych włosków. Domacja tego typu opisano m.in. u *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (por. Wilkinson 1979).

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 11, fig. 4, 5) jest zbudowana z komórek o zróżnicowanych kształtach, od izodiametrycznych do nieco wydłużonych, 12-42 μm (przeciętnie 24-26 μm) wielkości. Nad nerwami komórki górnej epidermy są wydłużone (do 44 μm długości). Ściany komórek są zwykle proste, rzadziej łukowate. Kutykula górnej epidermy jest zwykle bardzo wyraźnie bruzdowana (Tab. 11, fig. 5). Komórki epidermy dolnej (Tab. 11, fig. 4a, 6) mają podobne wymiary jak komórki epidermy górnej, 12-40 μm (przeciętnie 26 μm). Zwykle są izodiametryczne, nad nerwami są dość wydłużone, do 60 μm długości i 10-12 μm szerokości. Ściany komórek są proste lub łukowate, niekiedy powyginane lub pofalowane. Aparaty szparkowe (Tab. 11, fig. 4a, 6) anomocytowe, szerokoeliptyczne do eliptycznych; obserwuje się wyraźne zróżnicowanie wielkości aparatów szparkowych (anizostomia). Duże aparaty szparkowe mają wielkość

24-30 μm , małe 16-20 μm . Zewnętrzne listwy wokółszparkowe tworzą szczelinę o szerokowrzecionowatym, rzadziej eliptycznym kształcie, 11-20 μm długości i 5-10 μm szerokości. Na dolnej epidermie stwierdzono obecność tarczowatych włosków gruczołowych o 4-5 komórkowej nasadzie włoska (Tab 12, fig. 2, 3). Tarcza włoska ma średnicę ok. 70 μm (ze względu na fosylizację jest nieco zdeformowana), a nasady mają 20-32 μm średnicy.

Uwagi. *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska charakteryzuje się liśćmi o eliptycznym lub jajowatym kształcie, zawsze sercowatej, niekiedy nieco asymetrycznej nasadzie, podwójnie piłkowanym brzegiem blaszki liścia oraz wyraźnymi rozgałęzieniami nerwów bocznych przy nasadzie liścia. Liście tego taksonu wykazują dużą zmienność wielkości. Pod względem morfologii opisane wyżej szczątki liści odpowiadają dokładnie opisowi kopalnych liści *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska z miocenu Konina (Raniecka-Bobrowska 1954), dla których jednak brak danych dotyczących budowy epidermy. Za pierwszą ilustrację epidermy tego gatunku może służyć fragment liścia opisany jako *Alnus* sp. (cf. *kefersteini* Unger) przez Kräusela i Weylanda (1954). Cechy górnej epidermy tego liścia są typowe dla *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska z Bełchatowa, występuje podobne bruzdowanie kutykuli. Hummel (1983), Belz i Mosbrugger (1994) oraz Worobiec i Lesiak (1998) podali dane dotyczące cech epidermy tego taksonu. Porównując wymiary komórek epidermy górnej z opisu Hummel (1983) oraz Belza i Mosbruggera (1994) z okazami z Bełchatowa można stwierdzić, że są one zbieżne. Belz i Mosbrugger (op. cit.) podają także występowanie ornamentacji kutykuli górnej epidermy w postaci bruzdowania, która to cecha jest charakterystyczna dla okazów *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska z Bełchatowa. Także typ i przedziały wielkości aparatów szparkowych są podobne. Okazy *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska opisane przez Worobca i Lesiak (1998) ze stanowiska Stawek-1A z KWB „Bełchatów” pod względem morfologii oraz anatomii dolnej epidermy odpowiadają *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska ze stanowiska KRAM-P 217.

Alnus menzelii Raniecka-Bobrowska była podawana z niewielu kopalnych flor trzeciorzędu spoza terenu Polski, chociaż zdaniem Zastawniak i Walthera (1998) takson ten zapewne był dość pospolity. Liście tego gatunku mogły być mylone z innymi kopalnymi taksonami z rodziny Betulaceae o zbliżonej morfologii, np. *Alnus kefersteinii* (Goepfert) Unger, *Betula brongniartii* Ettingshausen, *Betula prisca* Ettingshausen (Zastawniak & Walther 1998) czy *Betula macrophylla* Heer (por. Kownas 1956, Ilinskaya

1968). W ostatnich latach *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska jest częściej oznaczana. Knobloch (1986) podał ją z miocenu Achldorf, Bůžek et al. (1992) z miocenu Bíliny, Belz i Mosbrugger (1994) z neogenu dolnorońskiego zagłębia węgla brunatnego, Kovar-Eder et al. (1995) z pannonu Burgeland w południowo-wschodniej Austrii, Krenn (1998) z pannonu Paldau w Austrii a ostatnio Kvaček i Hurník (2000) z dolnego miocenu północnych Czech (Lajsník, Želénky).

Alnus menzelii Raniecka-Bobrowska była typowym składnikiem lasów łągowych oraz lasów bagiennych, szczególnie w środkowym miocenie (por. Zastawniak & Walther 1998).

Raniecka-Bobrowska (1954) porównuje *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska do dwóch współczesnych gatunków olszy: *Alnus serrulata* (Ait.) Willd z lasów wschodniej części Ameryki Północnej oraz *Alnus subcordata* C.A. Mey z Azji Mniejszej (Zakaukazie, Iran). Pierwszy z nich rośnie w wilgotnych, okresowo zalewanych lasach łągowych oraz nad brzegami zbiorników wodnych. Drugi występuje w lasach rosnących nad brzegami rzek, wchodzi też w skład lasów rosnących na wzniesieniach. Raniecka -Bobrowska (op. cit.) uważa, że oba gatunki różnią się jednak nieco pod względem morfologicznym od *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska. Na podstawie porównania epidermy *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska z Bełchatowa z epidermą współczesnych liści *Alnus serrulata* (Ait.) Willd i *Alnus subcordata* C.A. Mey stwierdzono, że stosunkowo najbardziej zbliżona do *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska jest północnoamerykańska *Alnus serrulata* (Ait.) Willd. Ma ona podobnie bruzdowaną kutykulę górnej epidermy jak *A. menzelii* Raniecka-Bobrowska, podczas gdy u *A. subcordata* C.A. Mey cechy tej nie zaobserwowano. Również pozostałe cechy epidermy kopalnego gatunku są bardziej podobne do *Alnus serrulata* (Ait.) Willd. Callier (1918) podaje, że u *A. serrulata* (Ait.) Willd brzeg liścia jest podwójnie piłkowany podobnie jak u *A. menzelii* Raniecka-Bobrowska, przeciwnie niż u *A. subcordata* C.A. Mey, który ma liście pojedynczo piłkowane. Wydaje się zatem, że *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska jest bliższa *Alnus serrulata* (Ait.) Willd, mimo pewnych różnic, przede wszystkim w morfologii liści (np. kształt blaszki oraz nasady liścia).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen środkowy - Koronowo (= Crone a Br.), (Menzel 1910, jako *Corylus mac quarri* (Forbes) Heer), Konin (Raniecka-Bobrowska 1954); miocen górny - Bełchatów (Stuchlik et al. 1990), Gnojna (Krajewska 1998), Sońnica

(= Schossnitz), Zastawniak & Walther (1998); miocen górny/pliocen dolny - Bełchatów (Worobiec & Lesiak 1998), pliocen dolny - Ruszów (Hummel 1983).

cf. *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska

Ryc. 10: 1

Materiał. KRAM-P 217: 113/I, 135/II, 194, 201/I, 229, 240, 241

Uwagi. Fragmenty liści podobne do *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska, ale ze względu na zły stan zachowania ich oznaczenie może być tylko prawdopodobne.

Alnus sp.

Ryc. 9: 8

Materiał. KRAM-P 217: 4, 39, 166

Uwagi. Fragmenty liści *Alnus* B.Ehrh., nieoznaczalne do gatunku.

***Betula* L.**

cf. *Betula* sp.

Ryc. 10: 3-3a; Tab. 12, fig. 1-1a

Materiał. KRAM-P 217: (68/II, 94 - okazy bliźniacze)

Opis morfologiczny. Fragment liścia 5,0 cm długości i 4,6 cm szerokości i ostrym wierzchołku. Brzeg liścia podwójnie piłkowany. Dolne i górne brzegi ząbków wklęsło-wypukłe, górne niekiedy wklęsłe, szczyty ząbków ostre. Nerwacja liścia kraspedodromowa prosta. Zachowało się 9 par nerwów bocznych, które odchodzą od nerwu głównego pod kątem 35-40°, w odległości 0,4-0,7 cm od siebie. Nerwy boczne są naprzeciwległe w

dolnej, a naprzemianległe w górnej części liścia, ich końce są rozgałęzione. Końce nerwów bocznych i ich rozgałęzienia wchodzi do ząbków i dochodzą do ich szczytów. Nerwy trzeciego rzędu biegną w dużym zagęszczeniu (10 na 1 cm nerwu bocznego), poprzecznie pomiędzy nerwami bocznymi i tworzą z nerwem głównym kąt ok. 120° . Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowego, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych. Areole są dobrze wykształcone, wieloboczne, o wielkości ok. 0,3-0,5 mm.

Opis anatomiczny. Epiderma górna (Tab. 12, fig. 1) jest zbudowana z wielobocznych, niekiedy czworobocznych komórek, nad nerwami wydłużonych. Komórki mają proste ściany a ich wielkość dochodzi do 40 μm . Dolna epiderma (Tab. 12, fig. 1a) składa się z komórek mających wielkość do 40 μm (przeciętnie 30 μm), o przeważnie łukowatych, niekiedy lekko pofalowanych ścianach. Nad nerwami komórki dolnej epidermy są wydłużone. Aparaty szparkowe mają kształt szerokoeliptyczny lub okrągły oraz wyraźnie różnią się wielkością (anizostomia). Duże aparaty szparkowe mają średnicę 25-30 μm , małe ok. 20 μm . Zewnętrzne listwy wokółszparkowe mają kształt szerokowrzecionowaty do eliptycznego, u dużych aparatów szparkowych ich długość dochodzi do 17-20 μm , u małych do 12 μm . Wokół wielu aparatów szparkowych zaobserwowano promieniste bruzdowanie kutykuli. Na górnej epidermie znaleziono pojedynczą, jednokomórkową nasadę włoska mającą średnicę ok. 15 μm , a na dolnej epidermie resztkę najprawdopodobniej kilkukomórkowej nasady gruczołowego włoska.

Uwagi. Opisany fragment liścia najprawdopodobniej należy do rodzaju *Betula* L. na co wskazuje wzór unerwienia oraz kształt ząbków. Ze względu na zły stan zachowania bliższe oznaczenie okazu okazu nie jest możliwe.

Fagaceae

Fagus L.

Fagus silesiaca Walther et Zastawniak

Ryc. 10: 6-6a, 9; Tab. 12, fig. 4-4b

1991. *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak; Walther & Zastawniak, s. 156-160, Ryc. 1, Tab. 1, fig. 1-6, Tab. 2, fig. 1

1991. *Fagus menzelii* Kvaček et Walther; Kvaček & Walther, s. 485-487, Ryc. 9-10, Tab. 17, fig. 1-5, Tab. 18, fig. 1-5

Materiał. KRAM-P 217: 103/IV, 107, 249/II

Opis morfologiczny. Liście eliptyczne o maksymalnej długości 7,0 cm i 3,0-3,5 cm szerokości. Nasada liści klinowata. Brzeg pojedynczo piłkowany, ząbki wygięte ku górze (haczykowate), górne brzegi ząbków wklęsłe, dolne wypukłe lub proste, szczyty ząbków ostre lub zaokrąglone. Nerwacja kraspedodromowa prosta. Nerw główny stosunkowo cienki. Nerwy boczne, zachowane w maksymalnej liczbie 9 par, odchodzą przeważnie naprzeciwlegle od nerwu głównego pod kątem 40-45° (przeciętnie 40°) w odstępach 0,5-0,8 cm. Nerwy boczne są proste lub wygięte ku wierzchołkowi, przed samym brzegiem blaszki liścia rozgałęziają się na dwie gałązki, z których jedna odchodzi ku górze i łączy się z siecią nerwów wyższych rzędów, a główne odgałęzienie wchodzi do ząbka i dochodzi do jego szczytu. Nerwy trzeciego rzędu pomiędzy nerwami bocznymi biegną przeważnie prostopadłe, niekiedy nieco skośnie. Na 1 cm nerwów bocznych przypada od 8 do 10 nerwów trzeciego rzędu. Nerwy te tworzą z nerwem głównym kąt 125-150°.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 12, fig. 4) na obszarach pomiędzy nerwami składa się z izodiametrycznych lub nieco wydłużonych komórek o wielkości 20-40 μm , mających pofalowane ściany. Nad nerwami komórki są wydłużone, mają długość ok. 30-40 μm . Epiderma dolna (Tab. 12, fig. 4a) jest zbudowana z komórek o zmiennych kształtach, wielkości 16-24 μm , i łukowatych ścianach. Aparaty szparkowe (Tab. 12, fig. 4b) cyklocytowe, okrągłe, o średnicy 16-24 μm (przeciętnie 20 μm), otoczone przez 5-7 (przeciętnie 5) komórek dodatkowych. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe eliptyczno-podługowate, mają długość 8-10 μm . Na dolnej epidermie stwierdzono obecność okrągłych, jednokomórkowych nasad włosków o średnicy 8-12 μm . Zachowane fragmenty włosków wskazują, że były one pałeczkowate, nierozgałęzione.

Uwagi. Opisane wyżej fragmenty kopalnych liści buka należą do gatunku *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak. Jego cechy morfologiczne i anatomiczne są zgodne z opisem podanym przez Walthera i Zastawniak (1991). Od podobnego kopalnego gatunku, *Fagus kräuselii* Kvaček et Walther, różni się większą liczbą nerwów bocznych (zachowane jest 9 par, na pewno było ich więcej) oraz wydłużonym, eliptyczno-jajowatym kształtem (por.

Kvaček & Walther 1991). Stosunek długości do szerokości liści *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak z Bełchatowa wynosi ok. 2,0 podczas gdy dla *Fagus kräuselii* Kvaček et Walther - 1,8-1,9. Różnica ta jest bardzo mała. Stwierdzenie ewidentnych różnic pomiędzy nimi wymagałoby zastosowania metody analizy statystycznej, na co nie pozwala ograniczony materiał *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak z Bełchatowa (tylko trzy fragmenty liści).

Fagus silesiaca Walther et Zastawniak z Bełchatowa różni się od *Fagus saxonica* Kvaček et Walther, występującego od środkowego oligocenu do dolnego miocenu (Walther 1994) wyraźnie mniejszą liczbą nerwów bocznych (*F. saxonica* ma ich 12-16). Do *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak jest natomiast bardzo zbliżony, zarówno pod względem morfologii jak i budowy epidermy, *Fagus menzelii* Kvaček et Walther, opisany przez Kvačka i Walthera (1991). Autorzy ci, w swoim opracowaniu dotyczącym kopalnych przedstawicieli rodzaju *Fagus* L. z trzeciorzędu środkowej Europy, porównują cechy liści *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak, *Fagus menzelii* Kvaček et Walther oraz *Fagus kräuselii* Kvaček et Walther. Ich zdaniem różnice w budowie epidermy takie jak rozrzut wielkości aparatów szparkowych u *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak i *Fagus menzelii* Kvaček et Walther dają się zaobserwować tylko przy dużym materiale porównawczym. Inne różnice w budowie epidermy pomiędzy tymi dwoma taksonami, takie jak stopień pofalowania ścian komórek, na które zwrócili uwagę Kvaček i Walther (1991), nie muszą mieć rangi taksonomicznej. Stopień pofalowania ścian komórek epidermy często zależy od czynników środowiskowych (Stace 1965). Jednym z takich czynników może być np. stopień wilgotności podłoża, na którym wyrosło dane drzewo (rośliny siedlisk wilgotnych mają przeciętnie częściej pofalowane ściany komórek epidermy). Zadaniem autora niniejszej rozprawy nie można stwierdzić istotnych, taksonomicznych różnic, w każdym razie o randze gatunkowej pomiędzy *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak i *F. menzelii* Kvaček et Walther. Na to, że *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak i *F. menzelii* Kvaček et Walther są odrębnymi gatunkami, może wskazywać tylko porównanie ze sobą kupul buka znalezionych razem z liśćmi tych dwóch gatunków (Kvaček & Walther 1991). Kupule te różnią się wyraźnie długością szypułki, na której były osadzone. Nie można jednak z całą pewnością powiedzieć, że omawiane kupule i liście są organami tego samego gatunku buka, ponieważ zostały znalezione osobno, a nie razem, na jednym pędzie. Autor niniejszej rozprawy jest zdania, że liście *Fagus menzelii* Kvaček et Walther i *F. silesiaca*

Walther et Zastawniak należą do tego samego taksonu, a ponieważ opis *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak jest wcześniejszy, zgodnie z zasadami Kodeksu Nomenklatury Botanicznej, przyjęto priorytet nazwy *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak.

Fagus silesiaca Walther et Zastawniak jest dość częstym gatunkiem we florach kopalnych środkowej Europy od górnego miocenu do dolnego pliocenu (Walther 1994), podawanym najczęściej pod obecnie nieuprawnioną nazą *Fagus attenuata* Goepfert oraz *Fagus haidingeri* Kováts sensu Knobloch. Według Kvačka i Walthera (1991) takson ten wchodził w skład mezofilnych lasów liściastych lub mieszanych.

Fagus silesiaca Walther et Zastawniak jest porównywany ze współczesnym *Fagus hayatae* Palibin ex Hayata rosnącym w mezofilnych lasach środkowych Chin (Dyjor et al. 1992). Przemawia za tym, oprócz podobieństwa morfologicznego, przede wszystkim charakter budowy epidermy tego gatunku (por. Kvaček & Walther 1991, 1992). *Fagus grandiflora* Ehrh. (= *Fagus ferruginea* Ait.) z lasów wschodniej części USA, bardzo podobny morfologicznie do *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak, różni się od niego anomocytowymi aparatami szparkowymi (Kvaček & Walther 1992).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen środkowy - Kokoszyce (= Kokoschütz), (Reichenbach 1919, jako *Fagus attenuata* Goepfert); miocen górny - Sośnica (= Schossnitz), (Goepfert 1855, Reichenbach 1919, Walther & Zastawniak 1991), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990, jako *Fagus attenuata* Goepfert), Worobiec & Lesiak (1998), Gozdnicza (Dyjor et al. 1992, jako *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak var. *gozdnicensis* Walther et Zastawniak), Stare Bystre (Worobiec 1994, jako *Fagus haidingeri* Kováts sensu Knobloch); miocen - Trzebnica (= Trebnitz), (Pax 1907, jako *Fagus attenuata* Goepfert), Smogorzówek (= Klein Schmograu), (Juhnke 1931, jako *Fagus attenuata* Goepfert); pliocen dolny - Ruszów (Hummel 1983, jako *Fagus attenuata* Goepfert); pliocen - Domański Wierch (Zastawniak 1972, jako *Fagus haidingeri* Kováts sensu Knobloch), Bełchatów (Wójcicki & Zastawniak 1998).

(?) *Castanea* Miller

„*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček

Ryc. 10: 4-5, Tab. 13, fig. 1-11, Tab. 14, fig. 1-4

1851. *Castanea kubinyi* Kováts; Kováts, s. 178, nomen nudum.
1852. *Castanea kubinyi* Kováts; Ettingshausen, s. 6, Tab. 1, fig. 12
1976. *Castanea kubinyi* Kováts ex Ettingshausen; Knobloch & Kvaček, s. 35-38, Ryc. 13, 14, Tab. 16, fig. 7-9, Tab. 18, fig. 1, 4-10, Tab. 23, fig. 4, 6, 8-11, Tab. 31, fig. 7
1995. *Castanea* sp.; Worobiec, s. 245, Tab. 1, fig. 5, Tab. 2, fig. 3
1996. *Quercus kubinyii* (Kováts ex Ettingshausen) Czeczott; Knobloch & Kvaček, s. 51-52, Ryc. 1, 2, Tab. 7, fig. 3, 6, Tab. 8, fig. 1, 2.

Materiał. Takson ten występuje w postaci dwóch form: A i B.

Forma A: KRAM-P 211: 5, 7, 10, 14, 19, 34, 35, 38, 42, 46; KRAM-P 214: 1, 2, 6, 11, 12, 17, 22, 24, 37, 38, 45, 48, 54, 55, 68/I, 81, 83, 85, 86, 87/I, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 108, 110, 111, 113, 115, 116, 118, 120/I, 126, 135, 141, 146, 147, 154, 166, 167, 169, 170, 176, 177

Forma B: KRAM-P 211: 20, 22, 25, 30, 47; KRAM-P 214: 4, 7, 8, 23, 27, 29, 32, 33, 41, 46, 47, 49, 50, 51, 56, 57, 58, 66, 71, 72, 109, 114, 121, 137, 138, 140, 152, 157, 168, 178, 186

Okazy o charakterze pośrednim pomiędzy formami A i B: KRAM-P 211: 4, 11, 12, 31; KRAM-P 214: 3, 10, 14, 34, 76, 79, 82, 88, 92, 119, 124, 125, 151, 153, 155, 156, 160, 164, 165, 183, 184, 185

Opis formy A (Tab. 13, fig. 2, 6, 9, 10, 11, Tab. 14, fig. 3, 4)

Opis morfologiczny. Liście formy A mają kształt wąskoeliptyczny do lancetowatego, do 7,3 cm długości oraz od 0,8 do 3,0 cm (przeciętnie 2,0 cm) szerokości. Wierzchołek jest przeważnie zaostrowany, nasada klinowata, zaokrąglona lub zbiegająca. Brzeg liścia pojedynczo piłkowany. Ząbki średniej wielkości, haczykowate, o przeważnie tępych wierzchołkach. Brzeg górny ząbka wklęsły, zwykle bardzo krótki, brzeg dolny wypukły lub wklęsło-wypukły, rzadko prosty, nigdy nie jest wklęsły. Największy zachowany fragment ogonka ma 0,4 cm długości. Nerwacja liścia kraspedodromowa mieszana: przy nasadzie brochidodromowa (nerwy boczne nie dochodzą do brzegu blaszki liścia), powyżej nasady kraspedodromowa prosta, nerwy boczne osiagają brzeg liścia i kończą się u szczytu ząbka. Nerw główny jest zwykle prosty albo lekko wygięty, średniej grubości. Liście tej formy mają maksymalnie 11 par nerwów bocznych, które odchodzą od nerwu głównego pod

kątem 45-60° (przeciętnie 50°) w odstępach 0,3-0,4 cm przy nasadzie oraz do 1,2 cm w środkowej części liścia (przeciętnie 0,5-0,8 cm). Przy brzegu liścia nerwy często są nieco wygięte ku wierzchołkowi, obecne są też rozgałęzienia nerwów bocznych. Najniżej leżące nerwy boczne, które nie dochodzą do brzegu blaszki liścia, tworzą pomiędzy sobą zespolenia w formie pętli. Rzadko obecne nerwy pośrednie dochodzą najwyżej do połowy szerokości blaszki liścia. Nerwy trzeciego rzędu biegną pomiędzy nerwami bocznymi, sieć nerwów trzeciego rzędu jest mniej regularna niż u formy B. Nerwy te tworzą z nerwem głównym kąt rozwarty 135-140°. Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowego, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych. Areole są dobrze wykształcone, 0,3-0,5 mm, wielkość pól jest dość zmienna. Wolne zakończenia nerwów są przeważnie nierozgałęzione, albo pojedynczo rozgałęzione. Sieć nerwacji przy brzegu blaszki liścia łączy nerw brzeżny.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna jest zbudowana z przeważnie czworobocznych komórek, niekiedy nieco wydłużonych, ułożonych pentahexagonalnie, albo układ ten jest zmienny. Komórki mają od 22 do 38 μm (przeciętnie 30 μm). Ściany komórek są zwykle proste, rzadko łukowate, dość grube, z wyraźnymi miejscami cieńszymi (przypominającymi jamki). Pod epidermą leży jednowarstwowa hypoderma, zbudowana z okrągłych, cienkościennych komórek, o średnicy 7-20 μm (przeciętnie 12-14 μm). Epiderma dolna (Tab. 14, fig. 3) składa się z komórek o zmiennym kształcie i układzie, 15-45 μm (przeciętnie 23 μm) wielkości. Ściany komórek są zwykle łukowate, rzadko proste, średniej grubości, niekiedy dość silnie skutynizowane. Pod epidermą dolną leży hypoderma. Tworzące ją komórki mają zmienne kształty, ściany zaokrąglone lub nieco faliste, wyraźnie cieńsze niż ściany komórek dolnej epidermy. Wielkość komórek hypodermy wynosi 20-36 μm . Aparaty szparkowe anomocytowe, szerokoeliptyczne, rzadziej zaokrąglone, o wielkości 15-25 μm (przeciętnie 20 μm). Pierścień utworzony przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe jest zwykle słabo widoczny, eliptyczno-wydłużony (podługowaty), długości 6-8 μm . Na biegunach aparatów szparkowych jest widoczne wyraźne zgrubienie w kształcie litery T.

Opis formy B (por. Tab. 13, fig. 1, 3, 4, 5, 8, Tab. 14, fig. 1, 1a, 2, 2a),

Opis morfologiczny. Zachowane fragmenty liści mają maksymalnie 8,5 cm długości i 1,6-4,5 cm szerokości (przeciętnie 3,0-3,5 cm). Liście są wydłużone, zwykle wąskoeliptyczne do lancetowatych, symetryczne. Nasady liści mają zmienny kształt, zwykle są klinowate,

rzadziej zaokrąglone. Brzeg liści pojedynczo piłkowany. Ząbki średniej wielkości lub duże. Górne brzegi ząbków są zawsze wklęsłe, dolne proste albo wklęsło-wypukłe, niekiedy wklęsłe. Szczyty ząbków zawsze ostre, często ich wierzchołki są wyciągnięte w szczecinkę. Ogonki mają do 1,8 cm długości. Nerwacja liści kraspedodromowa mieszana, przy nasadzie liści brochidodromowa (najniższe nerwy boczne nie dochodzą do brzegu blaszki liścia), wyżej kraspedodromowa prosta. Nerw główny przeważnie średniej grubości (niekiedy gruby), prosty lub wygięty. Nerwy boczne, zachowane w maksymalnej liczbie 11 par, odchodzą od nerwu głównego pod kątem $40-60^\circ$ (przeciętnie 50°), przy nasadzie liści do 70° . Kąt nerwu głównego i nerwów bocznych maleje w kierunku wierzchołka liścia. Nerwy boczne leżą w odległości 0,3-1,1 cm od siebie (przy nasadzie 0,3-0,4 cm, w środkowej części liści 0,6-1,1 cm), biegną prosto lub przy samym brzegu są wygięte ku wierzchołkowi, wchodzą do ząbków i dochodzą do ich szczytu. Nerwy boczne przed wejściem do ząbka rozgałęziają się, główne odgałęzienie wchodzi do ząbka, a drugie, słabo widoczne, wygięte ku górze łączy się z siecią nerwów wyższych rzędów. Najniżej leżące nerwy boczne łączą się ze sobą zespoleniami w formie pętli. Nie stwierdzono obecności nerwów pośrednich. Nerwy trzeciego rzędu biegną pomiędzy nerwami bocznymi, na 1 cm tych ostatnich przypada 6 do 12 nerwów trzeciego rzędu (przeciętnie 8). Z nerwem głównym nerwy trzeciego rzędu tworzą kąt rozwarty $120-140^\circ$ (przeciętnie 130°). Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych. Areole są dobrze wykształcone, wielkości 0,3-0,5 mm. Wolne zakończenia nerwów są przeważnie wielokrotnie rozgałęziane, rzadziej obserwuje się pojedyncze rozgałęzienia. Sieć unerwienia przy brzegu blaszki liścia łączy nerw brzeżny, który jest mniej wyraźny niż u formy A.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 14, fig. 1, 1a) zbudowana jest z czworobocznych komórek o zmiennym układzie i wielkości 17-40 μm . Ściany komórek mają średnią grubość, są proste, rzadko nieco łukowate. Pod epidermą znajduje się hypoderma, zbudowana z okrągłych, cienkościennych komórek 7-14 μm (przeciętnie 11 μm) średnicy. Epidermę dolną (Tab. 14, fig. 2, 2a) budują komórki o zmiennym kształcie i układzie, zwykle nieco wydłużone, o wielkości 15-36 μm (przeciętnie 25 μm). Ściany komórek są przeważnie łukowate, rzadko pofalowane (raczej powyginane). Leżąca poniżej hypoderma składa się z komórek o zmiennym kształcie i układzie, o łukowatych lub szerokopofalowanych ścianach i wielkości 20-30 μm . Aparaty

szparkowe (Tab. 14, fig. 2a) typu anomocytowego, przeważnie szerokoeliptyczne lub zaokrąglone, mają wielkość 17-24 μm (przeciętnie 20 μm). Szczelina utworzona przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe jest słabo widoczna, eliptyczno-wydłużona (podługowata), 4-7 μm długości. Na biegunach komórek szparkowych przeważnie występuje wyraźne zgrubienie w kształcie litery T, niekiedy jednak nie jest ono widoczne. Na dolnej epidermie stwierdzono bardzo rzadko obecność pojedynczych, jednokomórkowych nasad włosków o średnicy 10-12 μm . W jednym z preparatów stwierdzono obecność dwóch nasad obok siebie (por. Knobloch & Kvaček 1976).

Różnice w morfologii i anatomi pomiędzy obiema formami zestawiono w Tabeli 1.

Uwagi. Szczątki liści mają nerwację oraz wykształcenie brzegu charakterystyczne dla liści z rodzajów *Castanea* Mill. oraz *Quercus* L. Przy porównywaniu opisanych szczątków liści do kopalnych gatunków można brać pod uwagę kilkanaście bardzo do siebie podobnych pod względem morfologicznym taksonów, z których najważniejsze to: *Castanea atavia* Unger, *Castanea gigas* (Goeppert) Ilinskaya, *Castanea kubinyii* Kováts ex Ettingshausen, *Quercus kubinyi* (Kováts ex Ettingshausen) Czechtz, *Quercus gigas* Goeppert emend. Walther et Zastawniak. Liście z Bełchatowa, bardzo podobne pod względem morfologicznym do *Quercus gigas* Goeppert emend. Walther et Zastawniak (Walther & Zastawniak 1991), różnią się jednak od tego ostatniego budową epidermy. U *Quercus gigas* Goeppert emend. Walther et Zastawniak na dolnej epidermie liści są obecne, oprócz włosków pojedynczych, liczne włoski gwiazdkowate. U „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček liście mają wyłącznie włoski pojedyncze lub w ogóle jest ich brak. Na podstawie tej cechy zaliczono opisane szczątki liści do gatunku „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček, opisanego przez Knoblocha i Kvačka (1976) z miocénskiej flory Wackersdorf. Należy dodać, że „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček pod względem budowy epidermy, a szczególnie obecności hypodermy, wykazuje pewne podobieństwo do *Quercus mediterranea* Unger podanego z dolnego miocenu Aliveri (Grecja) (por. Velitzelos et al. 1992). Ten ostatni takson różni się jednak obecnością gwiazdkowatych, wielokomórkowych włosków.

Szcątki liści „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček z Bełchatowa odznaczają się zmiennością, przede wszystkim morfologii, ale także budowy epidermy. Zdaniem autora zakres tej zmienności jest zbyt mały aby można było

przyjąć, że mamy tu do czynienia z dwoma odrębnymi gatunkami. Charakter tej zmienności pozwala natomiast przypuszczać, że mamy do czynienia z dwoma formami ekologicznymi jednego taksonu (formy A i B, tabela 1). Liście jednej z form najpewniej opadły z drzew rosnących w miejscu nasłonecznionym, a drugiej w miejscu zacienionym (np. w gęstym drzewostanie). Różnice w cechach liści, wymienione w tabeli 1, odpowiadają obserwowanej zmienności u różnych rodzajów roślin w zależności od warunków oświetlenia, w jakich ona rosła (por. Kürschner 1996, Ashton & Berlyn 1994).

Na zmienność liści kopalnych, obserwowaną u „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček mogły także mieć wpływ takie czynniki jak np. wiek rośliny, położenie liści w obrębie pędu, korony drzewa względnie pochodzenie liści z odrośli (por. Jentys-Szaferowa 1955, Kvaček & Walther 1978). Występowanie różnorodności u kopalnych taksonów liściowych opisali w swoich pracach także Kvaček i Walther (1978) dla *Acer tricuspidatum* Bronn, *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen i *Castanopsis toscana* (Bandulska) Kräusel et Weyland oraz Givulescu et al. (1996) dla *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen.

Jeżeli chodzi o przynależność rodzajową „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček to autor niniejszej rozprawy podziela zdanie wcześniejszych badaczy, którzy twierdzą, że rozróżnienie od siebie liści kopalnych rodzajów *Quercus* i *Castanea* jest raczej niemożliwe, i to zarówno na podstawie morfologii jak i anatomii (por. Ferguson 1971, Knobloch & Kvaček 1976). Podane przez Hummel (1983) cechy różniące liście *Castanea* od liści *Quercus czeczottiae* Hummel oraz *Quercus pontica miocenica* Kubát z plioceńskiej flory z Ruszowa dotyczą gatunku *Castanea sativa* Mill., podczas gdy rodzaj *Castanea* współcześnie liczy około 14 gatunków, których liście są podobne morfologicznie i anatomicznie do liści dębów. Z tego powodu nie można z całą pewnością rozstrzygnąć czy liście „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček są liśćmi dębu czy kasztana.

Zgodnie z zasadami Kodeksu Nomenklatury Botanicznej, ostatnio poprawiono epitet gatunkowy na „*kubinyii*” (Knobloch & Kvaček 1996).

Występowanie „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček zostało dotychczas udowodnione badaniami anatomicznymi liści dla następujących stanowisk trzeciorzędu Europy: dla dolnego miocenu Wackersdorf (Knobloch & Kvaček 1976) i zachodnich Czech (Bůžek et al. 1996), miocenu południowych Czech (Knobloch &

Kvaček 1996) oraz pliocenu Węgier (Hably & Kvaček 1997). Kopalne liście, opisane przez Fergusoną (1971) z Kreuzau (jako forma XIV, typ *Castanea atavia* Unger), zaliczone później przez Knoblocha i Kvačka (1976) do gatunku „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček, reprezentują *Quercus gigas* Goepfert emend. Walther et Zastawniak, o czym świadczy obecność na ich epidermie nasad gwiazdkowatych włosków.

Zasięg występowania „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček w neogenie Europy mógł być znacznie większy ponieważ gatunek ten mógł być mylony z innymi kopalnymi gatunkami z rodziny Fagaceae a mianowicie *Castanea atavia* Unger, *Castanea gigas* (Goepfert), *Quercus kubinyi* (Kováts ex Ettingshausen) Czeczott, *Quercus gigas* Goepfert emend. Walther et Zastawniak. W prawie wszystkich starszych opracowaniach flor kopalnych z XIX i pierwszej połowy XX wieku (por. np. Kováts 1851, Czeczottowa 1951, Berger 1952) liście tego typu nie miały badanych epiderm, a bez badań anatomicznych odróżnienie „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček od *Quercus gigas* Goepfert emend. Walther et Zastawniak nie jest możliwe.

Do „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček najbardziej zbliżone są liście dębów (przeważnie z sekcji *Cerris* Oersted) oraz liście kasztanów (por. Knobloch & Kvaček 1976, oraz obserwacje własne). Według Czeczottowej (1951) i Bergera (1952) liście tego typu są morfologicznie najbardziej podobne do liści *Quercus libani* Oliv., rosnącego na terenach południowo-wschodniej i wschodniej części Azji Mniejszej oraz na otaczających obszarach Iraku i Syrii, na ciepłych, wapiennych glebach górskich terenów na wysokości 900-1500 m n.p.m.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Takson wymieniany wcześniej dla dolnego miocenu Bełchatowa (Worobiec 1995), nie podawany z innych stanowisk w Polsce.

Quercus L.

Quercus rhenana (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček

Tab. 15, fig. 1-3

1950. *Illicium rhenanum* Kräusel et Weyland; Kräusel & Weyland s. 50, Ryc. 14, Tab. 9, fig. 5-7, Tab. 10, fig. 1-2, Tab. 11, fig. 6
1976. *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček; Knobloch & Kvaček, s. 41, Tab. 17, fig. 6, 8, 14, Tab. 21, fig. 5-6, Tab. 24, fig. 10

Materiał. KRAM-P 214: 18, 42, 171, 188

Opis morfologiczny. Kilka fragmentów całobrzegich, bardzo skórzastych liści o maksymalnej długości 6,9 cm i 2,5-4,1 cm szerokości, symetrycznych, najprawdopodobniej kształtu wąskoeliptycznego względnie lancetowatego (Tab. 15, fig. 1). Nerwacja brochidodromowa. Nerw główny gruby, prosty. Nerwy boczne zachowane w maksymalnej liczbie 7 par odchodzą od nerwu głównego pod kątem 60-70° w odległości 0,6-1,2 cm. Kąt nerwów bocznych i nerwu głównego jest w przybliżeniu stały na całej zachowanej długości blaszki liścia. Nerwy boczne są wygięte w kierunku wierzchołka liścia, przy brzegu tworzą zespolenia w formie pętli. Na jednym z okazów stwierdzono obecność nerwów pośrednich albo silnie wykształconych nerwów trzeciego rzędu, podobnych do nerwów pośrednich. Dochodzą one najwyżej do połowy szerokości blaszki liścia. Nerwy trzeciego rzędu biegną poprzecznie lub nieco skośnie pomiędzy nerwami bocznymi a skośnie do nerwu głównego, z którym tworzą kąt o zmiennej wielkości 120-150°. Część nerwów trzeciego rzędu łączy się z nerwem głównym, wyginając się łukowato ku niemu. Na 1 cm nerwu bocznego przypada 5-6 nerwów trzeciego rzędu. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata, kąty oczek sieci są zwykle proste lub zbliżone. Areole dobrze wykształcone, czworo- lub wielokątne, dość regularne, o wielkości 0,5-0,6 mm. Wolne zakończenia nerwów, nierozgałęzione, bardzo rzadko obserwowane. Sieć nerwów wyższych rzędów przy brzegu liścia łączy się tworząc słabo wyodrębniony nerw brzeżny.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 15, fig. 3) jest zbudowana z komórek o zmiennych kształtach, z przewagą czworobocznych i o zmiennym układzie. Wielkość komórek jest często trudna do ustalenia, mają one ok. 40-50 μm. Ściany komórek są średniej grubości, pofalowane. Epiderma jest pokryta bardzo grubą kutykulą, która w trakcie maceracji często odkleja się od epidermy. Pod górną epidermą stwierdzono obecność hypodermy, której komórki są wyraźnie mniejsze od komórek epidermy, mają 16-30 μm. Są one przeważnie izodiametryczne i mają bardzo regularne

kształty. Ściany komórek hypodermy są cienkie, łukowate lub proste. Epidermę dolną (Tab. 15, fig. 2a, 2b) budują komórki o grubych i silnie pofalowanych ścianach, zmiennym kształcie, wielkości 60-70 μm . Ich kutykula jest nieco ziarnista (forma ornamentacji względnie resztki substancji woskowych). Leżąca pod dolną epidermą hypoderma składa się z komórek mających zmienne kształty, 40-50 μm średnicy. Ich ściany są cienkie, przeważnie łukowate, rzadziej pofalowane. Aparaty szparkowe (Tab. 15, fig. 2b) typu cyklocytowego, otoczone przez 5-6 komórek, są szerokoeliptyczne lub zaokrąglone, mają 28-36 μm średnicy. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe są bardzo wyraźnie widoczne, mają 15-16 μm długości i ok. 8 μm szerokości. Na biegunach aparatów szparkowych są obecne zgrubienia w kształcie litery T. Wokół aparatów szparkowych widoczne jest charakterystyczne, wyraźne zgrubienie kutykuli w postaci pierścienia (ang. peristomatal rim, Wilkinson 1979); aparaty szparkowe jako całość są również bardzo skutynizowane. Na dolnej epidermie znaleziono pojedynczą nasadę włoska, zbudowaną z jednej komórki, 24 μm średnicy.

Uwagi. Opisane wyżej kopalne liście z Bełchatowa są identyczne z opisanymi przez Knoblocha i Kvačka (1976) liśćmi *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček z miocenu Wackersdorf. Autorzy ci dokonali rewizji liści kopalnych opisanych przez Kräusela i Weylanda (1950) jako *Illicium rhenanum* Kräusel et Weyland zaliczając je do rodzaju *Quercus* L. Zdaniem Knoblocha i Kvačka (1976) ten sam gatunek reprezentują także liście opisane przez Jähnichena (1966) jako *Quercus lusatica*. Palamarev i Mai (1998) zaliczają *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček sensu lato do grupy *Quercus lyellii* Heer spokrewnionej ze współczesnymi dębami z podrodzaju *Erythrobalanus* Loud.

Według Rufflego i Palamareva (1979) *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček był najczęstszy w oligocenie i miocenie, w pliocenie wyginał w Europie, a najbliższe znane stanowisko z tego okresu znajduje się w Abchazji (Kolakovskii 1959) i zdaniem Rufflego i Palamareva (op. cit.) było to ostatnie refugium tego kopalnego dębu. Jego występowanie w dolnym miocenie było związane najczęściej z bagiennymi lasami.

Współczesnymi odpowiednikami *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček są, według Jähnichena (1966), dęby o całobrzegich liściach jak *Q. laurifolia* Michx. oraz *Quercus virginiana* Mill. z terenu Ameryki Północnej, a według Rufflego i

Palamareva (1979) *Q. flagelifera* Trel., *Quercus imbricaria* Michx. i *Q. laurifolia* Michx. z Ameryki Północnej i Środkowej, które często rosną w górskich lasach. Powyższe wnioski autorzy ci poparli analizą porównawczą morfologii i anatomii liści *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček i wymienionych współczesnych gatunków z rodzaju *Quercus*.

Quercus imbricaria Michx. występuje jako składnik roślinności bagiennej na terenie południowo-wschodnich stanów Ameryki Północnej (por. Kearney 1901).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Dolny miocen - Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b, jako *Quercus apocynophyllum* Ettingshausen), Bełchatów (Worobiec 1995). Także liście podane z dolnego miocenu Turowa jako *Quercus lusatica* Jähn., *Quercus* sp. i *Castanopsis* sp. (Juchniewicz 1975) reprezentują *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček (por. Rüffle & Palamarev 1979).

Quercus sp. sect. *Cerris* Oersted vel sect. *Dentata* C.K. Schneid.

Ryc. 13: 2, 3, 5; Tab. 15, fig. 4-6

1995. *Quercus* cf. *cerrisaecarpa* Kolakovskii; Worobiec, s. 245

Materiał. KRAM-P 214: 127, 128, 129.

Opis. Sprasowane miseczki, o średnicy około 2,2 cm, na brzegach mają promieniście rozmieszczone łuski. Łuski te mają lancetowaty kształt, ostre zakończenie i długość do 2,5 mm przy szerokości około 1,0 mm.

Uwagi. Miseczki znalezione w badanym materiale reprezentują *Quercus* L. z sekcji *Cerris* Oersted względnie z sekcji *Dentata* C.K. Schneid. o czym świadczą ostre, wąskie łuski widoczne na brzegu. Porównując okazy z Bełchatowa z innymi kopalnymi gatunkami o podobnej morfologii stwierdzono, że zarówno *Quercus cerrisaecarpa* Kolakovskii, *Q. microcerrisaecarpa* Kolakovskii oraz *Q. sapperi* (Menzel) Mai ex Hummel i *Q. variabiliformis* Hummel mają dłuższe i szersze łuski na brzegach miseczek. Okazy z Bełchatowa reprezentują zatem być może nowy takson.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Kopalne miseczki dębów zaliczone do sekcji *Cerris* występują w pliocenie Domańskiego Wierchu (Zastawniak 1972) oraz Ruszowa (Hummel 1983).

Juglandaceae

***Pterocarya* Knuth**

Pterocarya paradisiaca (Unger) Ilinskaya

Ryc. 10: 8; Tab. 16, fig. 1, 1a, 1b

1849. *Prunus paradisiaca* Unger; Unger, s. 7, Tab. 14, fig. 22

1962. *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya; Ilinskaya, s. 104

Materiał. KRAM-P 217: 125/II

Opis morfologiczny. Fragment jednego listka (części liścia złożonego), ok. 3 cm długości i szacowanej na 2,0-2,5 cm szerokości. Brzeg listka pojedynczo piłkowany. Górne brzegi ząbków bardzo krótkie, wklęsłe, dolne brzegi wypukłe lub wklęsło-wypukłe. Nerwacja semikraspedodromowa. Zachowało się 7 par nerwów bocznych, odchodzących od nerwu głównego pod kątem 70-90° w odległości 0,3-0,5 cm od siebie. Nerwy boczne są przy brzegu blaszki listka silnie wygięte ku górze, łączą się pomiędzy sobą pętlami. Od pętli odchodzą odgałęzienia wchodzące do ząbków. Nerwy trzeciego rzędu, dość liczne, biegną pomiędzy nerwami bocznymi i tworzą z nerwem głównym kąt 150-170°. Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowego, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych.

Opis anatomiczny. Listek hypostomatyczny. Epiderma górna (Tab. 16, fig. 1) składa się z komórek mających 30-40 µm wielkości, o nieco pofalowanych ścianach. Nad nerwami komórki są wydłużone, czworoboczne, ok. 50 µm długości i ok. 12 µm szerokości. Nie udało się dokładnie ustalić budowy dolnej epidermy (na uzyskanym preparacie granice komórek były nieczytelne) oraz typu aparatu szparkowego. Widoczne są tylko zarysy aparatów szparkowych (Tab. 16, fig. 1a) o eliptycznym kształcie i wielkości 18-20 µm. Szczelina utworzona przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe jest eliptyczno-

podługowata. Na zachowanych fragmentach dolnej epidermy występują jednokomórkowe, silnie skutynizowane nasady włosków (Tab. 16, fig. 1a), 16-20 μm średnicy.

Uwagi. Opisany fragment zaliczono do gatunku *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya ze względu na semikraspedodromową nerwację, duży kąt pomiędzy nerwem głównym i nerwami bocznymi, wzór nerwacji wyższych rzędów oraz kształt ząbków. Porównując budowę górnej epidermy *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya z Bełchatowa i Wackersdorf (Knobloch & Kvaček 1976) stwierdzono pomiędzy nimi różnicę w wielkości komórek. U *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya z Bełchatowa komórki te są prawie 2-krotnie większe (Wackersdorf: 15-25 μm , Bełchatów: 30-40 μm). Poza tą cechą, pomiędzy listkami *Pterocarya* z obu wymienionych stanowisk nie zaobserwowano żadnych istotnych różnic, kształt komórek epidermy górnej oraz aparatów szparkowych jest identyczny, występują takie same nasady włosków.

Pterocarya paradisiaca (Unger) Ilinskaya z Bełchatowa od dość podobnego morfologicznie taksonu *Carya serrifolia* (Goeppert) Kräusel różni się semikraspedodromową nerwacją listków (u *Carya* jest ona kraspedodromowa prosta) oraz zwykle większym kątem nerwu głównego i nerwów bocznych (*Carya serrifolia* (Goeppert) Kräusel: przeciętnie 45-70°, *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya: 70-90°, por. Palamarev i Petkova (1987), Knobloch (1969), Hummel (1983)). *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya różni się od listków innego kopalnego gatunku z rodziny Juglandaceae, *Cyclocarya cyclocarpa* (Schlecht.) Knobloch cechami nerwacji przy brzegu blaszki liścia.

Pterocarya paradisiaca (Unger) Ilinskaya jest częstym elementem kopalnej roślinności trzeciorzędowej Eurazji, spotykanym od górnego oligocenu po górny pliocen (Zastawniak et al. 1996).

Kopalny gatunek *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya jest bliski współczesnej *Pterocarya pterocarpa* (Michaux) Kunth (= *P. fraxinifolia* Spach), występującej w lasach Zakaukazia oraz na przylegających wybrzeżach Morza Kaspijskiego (Ilinskaya 1968, Knobloch 1969). Drzewo to rośnie na wilgotnych, aluwialnych lub bagiennych glebach, przeważnie na nizinach i w niższych położeniach górskich, dochodząc do wysokości 600-700 m.n.p.m. Wchodzi w skład mieszanych lasów łągowych Alnetum, rosnących w dolinach rzek i potoków (Boratyński & Boratyńska 1975).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Turów (Czeczott & Skirgiełło 1961, jako *Pterocarya castaneifolia* (Goeppert) Schlecht.); miocen środkowy -

Swoszowice (Ilinskaya 1962), Trzcianka (Raniecka-Bobrowska 1970, jako *Pterocarya* sp.), Młyny, Stawiany, Stare Gliwice (Zastawniak 1980); miocen górny - Sośnica (= Schossnitz), (Meyer 1917, jako *Pterocarya castaneifolia* (Goeppert) Schlecht.), Wołów (= Wohlau), (Kräusel 1920, jako *Pterocarya castaneifolia* (Goeppert) Schlecht.), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990), Stare Bystre (Worobiec 1994); pliocen - Domański Wierch (Zastawniak 1972), Bełchatów (Wójcicki & Zastawniak 1998).

Carya Nuttal

cf. *Carya serrifolia* (Goeppert) Kräusel

Ryc. 10: 7-7a, Tab. 16, fig. 3

? 1855. *Quercus serraefolia* Goeppert; Goeppert, s. 17, Tab. 5, fig. 14

? 1920. *Carya serraefolia* (Goeppert) Kräusel; Kräusel, s. 389, Tab. 5, fig. 2

Materiał. KRAM-P 214: (133, 134 - okazy bliźniacze), 143

Opis. Zachowane są dwa oddzielne listki liścia złożonego. Większy ma 3,5 cm długości, szerokość obu okazów wynosi 1,7-2,0 cm. Ich ogonki mają do 1 cm długości, a brzeg jest pojedynczo piłkowany. Ząbki są małe, górny brzeg ząbka jest zwykle wklęsło-wypukły, rzadziej prosty, dolny wklęsło-wypukły. Szczyt ząbka ostry. Wcięcia pomiędzy ząbkami ostre. Nerwacja kraspedodromowa prosta, miejscami semikraspedodromowa. Nerw główny średniej grubości, prosty lub wygięty. Nerwy boczne zachowały się w liczbie 9 par. Odchodzą przeważnie naprzemianlegle od nerwu głównego w odstępach 0,3-0,6 cm, pod kątem od 55-60° i są łukowato wygięte ku wierzchołkowi. Przy brzegu nerwy boczne rozgałęziają się; odgałęzienia wchodzą do ząbków, a najwyższe odgałęzienie danego nerwu biegnie ku górze, ku następnemu nerwowi bocznemu, ostatecznie tworząc z nim zespolenie. Zespolenia te mają częściowo charakter pętli. Nerwy pośrednie są słabo wykształcone i nie zawsze obecne. Nerwy trzeciego rzędu biegną poprzecznie pomiędzy nerwami bocznymi a skośnie do nerwu głównego, są proste lub nieco powyginane. Nerwacja wyższych rzędów jest siateczkowata, bardzo regularna, kąty w oczkach sieci są zwykle proste lub zbliżone. Areole są dobrze wykształcone, przeważnie czworoboczne, o

wielkości 0,1-0,2 mm, Wolne zakończenia nerwów są rzadko obecne, jeżeli występują, to są głównie nierozgałęzione.

Uwagi. Charakter piłkowania, wzór nerwacji (nerwacja kraspedodromowa prosta z domieszką semikraspedodromowej) oraz charakter rozgałęzień nerwów bocznych przy brzegu wskazują na przynależność okazów do rodzaju *Carya* Nutt i najprawdopodobniej do gatunku *Carya serraefolia* (Goepfert) Kräusel. Od *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya opisane okazy z Bełchatowa różnią się przewagą kraspedodromowych zakończeń nerwów bocznych (u *Pterocarya* występuje wyłącznie nerwacja semikraspedodromowa), brakiem charakterystycznych pętli łączących między sobą nerwy boczne oraz mniejszym kątem pomiędzy nerwem głównym i nerwami bocznymi. Oba listki najprawdopodobniej były szczytowymi listkami liścia złożonego o czym świadczą ich długie ogonki.

Carya serrifolia (Goepfert) Kräusel jest pospolita we florach neogeńskich Europy (Knobloch 1969, Palamarev & Petkova 1987). Takson ten jest przedstawicielem elementu arktycznotrzeciorzędowego, ciepłumiarkowanego. *Carya serrifolia* (Goepfert) Kräusel jest porównywana z kilkoma współczesnymi gatunkami z rodzaju *Carya* z terenu Ameryki Północnej: *Carya cordiformis* (Wangh.) K. Koch, *C. pecan* (Marsh.) Engl. et Graebn., *C. tomentosa* Nutt. (m.in. Knobloch 1961).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen środkowy - Dobrzyń nad Wisłą (Kownas 1956), Młyny (Zastawniak 1980); miocen górny - Sośnica (= Schossnitz), Kräusel (1920), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990, Worobiec 1995); miocen - Wyszonowice (= Ruppertsdorf), Kräusel (1920); pliocen dolny - Ruszów (Hummel 1983).

Ulmaceae

Ulmus L.

Ulmus sp.

Ryc. 10: 10-10a

Materiał. KRAM-P 214: 173 a i b

Opis morfologiczny. Fragment liścia, 4,0 cm długości i 3,0 cm szerokości. Brzeg liścia podwójnie piłkowany. Ząbki dość duże 0,10-0,15 cm wysokości, przy nasadzie szerokość

ząbka wynosi 0,2-0,3 cm. Zarówno górne brzegi ząbków jak i dolne są przeważnie wklęsło-wypukłe lub wypukłe. Ząbki są wygięte ku wierzchołkowi liścia, ich szczyty są ostre. Wcięcia pomiędzy ząbkami są ostre. Nerwacja kraspedodromowa prosta. Nerw główny średniej grubości, prosty. Nerwy boczne, zachowane w liczbie ok. 8 par, odchodzą od nerwu głównego pod kątem 45-50° w odstępach 0,3-0,7 cm. Nerwy boczne wyginają się ku wierzchołkowi, na końcach są rozgałęzione. Nerw boczny albo jego odgałęzienie wchodzi do ząbka i dochodzi do jego szczytu. Część odgałęzień dochodzi do wcięć pomiędzy ząbkami. Nerwy trzeciego rzędu przebiegają pomiędzy nerwami bocznymi, z nerwem głównym tworzą kąt ok. 130°. Na 1 cm nerwów bocznych przypada 7-8 nerwów trzeciego rzędu. Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego, oczka sieci są czworo lub wieloboczne. Areole są wieloboczne, dobrze wykształcone, 0,3-0,5 mm wielkości. Wolne zakończenia nerwów przeważnie rozgałęzione.

Uwagi. Charakterystyczne piłkowanie zachowanego fragmentu liścia pozwala zaliczyć go do rodzaju *Ulmus* L.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Liście kopalnych gatunków rodzaju *Ulmus* (*U. carpinoides* Goëppert, *U. pyramidalis* Goëppert, *U. ruszovensisi* Hummel) są znane z licznych stanowisk flor neogeńskich Polski (Zastawniak et al. 1996), m.in. z dolnego i górnego miocenu Bełchatowa (Stuchlik et al. 1990, Worobiec 1995).

Nyssaceae

Nyssa L.

Nyssa ornithobroma Unger

Ryc. 13: 4

1861. *Nyssa ornithobroma* Unger; Unger, s. 16, Tab. 8, fig. 15-18

Materiał. KRAM-P 214: 65

Opis. Odcisk endokarpu, o jajowato-eliptycznym kształcie. Przylega do niego resztkę sprasowanego nasienia. Powierzchnia endokarpu jest pokryta kilkoma równoległymi bruzdami. Odcisk ma 1,1 cm długości i 0,7 cm szerokości.

Uwagi. Charakterystyczny pokrój nasienia pozwala go zaliczyć do gatunku *Nyssa ornithobroma* Unger. Takson ten jest pospolity w neogenie środkowej Europy. Występowanie nasion *Nyssa* L. wskazuje na obecność roślinności bagiennej. *Nyssa ornithobroma* Unger nie ma współczesnego odpowiednika, wykazuje tylko ogólne podobieństwo do *Nyssa sinensis* Oliv. oraz *N. ogeche* Marsch. (Mai & Gregor 1982).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Bełchatów (Stuchlik et. al. 1990, Worobiec 1995); miocen - Zielona Góra (= Grünberg), Engelhardt (1892); pliocen - Bełchatów (Wójcicki & Zastawniak 1998).

Malvaceae sensu lato³

Byttneriophyllum Givulescu ex Knobloch et Kvaček

Byttneriophyllum tiliaefolium (Al. Braun) Knobloch et Kvaček

Tab. 16, fig. 4, Tab. 17, fig. 1-2a, 2b, 2c, 2d

1845. *Cordia tiliaefolia* Al. Braun; Al. Braun, s. 170

1965. *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček; Knobloch & Kvaček, s. 128, Tab. 1, fig. 1-3, Tab. 2, fig. 1-2, Tab. 3, fig. 2, Tab. 4, fig. 1-2, Tab. 5, fig. 1-6, Tab. 6, fig. 1-3

Materiał. KRAM-P 217: 17, 18, 19, 23, 40, 260

Opis morfologiczny. Kilkucentymetrowe fragmenty całobrzegich liści. Fragmenty ogonków mają do kilku milimetrów długości. Nerwacja liści aktynodromowa, z nerwem głównym rozgałęzionym u nasady liścia na 5 do 7 gałęzi. Nerwy boczne, odchodzące od gałęzi nerwu głównego, leżą w dużych odstępach od siebie (ok. 2,5 cm), kąt gałęzi nerwu głównego i nerwów bocznych wynosi około 60-70°. Nerwy boczne są wygięte ku górze. Pomiedzy gałęziami nerwu głównego oraz nerwami bocznymi występują połączenia w formie pętli. Nerwy trzeciego rzędu pomiedzy nerwami bocznymi biegną prostopadle lub skośnie, przeważnie są rozwidlone, na 1 cm długości nerwu bocznego przypada od 3 do 6 nerwów trzeciego rzędu (przeciętnie 5). Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego,

³ Judd & Manchester 1997

kąty oczek sieci są zbliżone do prostych, szczególnie regularne są oczka sieci nerwacji czwartego rzędu. Areole dobrze wykształcone, 0,15-0,20 mm wielkości. Wolne zakończenia nerwów, prawie wyłącznie nierozgałęzione, rzadko obecne. Sieć unerwienia brzeżnego pętlikowata.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 17, fig. 2, 2d) składa się z izodiametrycznych, wielokątnych komórek, o dość regularnym kształcie, 12-26 μm (przeciętnie 16-20 μm) średnicy. Ściany tych komórek są proste. Nad nerwami komórki epidermy górnej są wydłużone w kształcie prostokątów. Epidermę dolną (Tab. 17, fig. 2a) budują komórki mające ok. 14-18 μm wielkości, o powyginanych i pofalowanych ścianach. Aparaty szparkowe (Tab. 17, fig. 2a) okrągłe, rzadziej eliptyczne, 14-20 μm (przeciętnie 17-18 μm) średnicy. Nie dało się bezspornie określić typu aparatu szparkowego. Szczelina zewnętrznych listew wokółszparkowych cienka, wrzecionowata lub eliptyczna, ok. 10 μm długości. Na dolnej epidermie stwierdzono obecność trzech typów włosków: pojedynczych, nierozgałęzionych, mających do 200 μm długości; gwiazdkowatych (Tab. 17, fig. 2b), różnej wielkości, o kilku ramionach (każde ramię ma swoją nasadę) oraz buławkowatych włosków gruczołowych (Tab. 17, fig. 2c), składających się z kilku (przeciętnie 6) komórek; włoski te mają 32-36 μm długości i 12-21 μm szerokości.

Uwagi. Kształt i nerwacja wyżej opisanych kopalnych liści jest charakterystyczna dla wymarłego taksonu *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček. Szczegółowy opis cech morfologicznych oraz anatomicznych tego taksonu podali Knobloch i Kvaček (1965). Gatunek charakteryzują całobrzegie, okrągłe liście, często o sercowatej, asymetrycznej nasadzie, aktynodromowej nerwacji oraz regularnej sieci nerwów trzeciego rzędu. Na dolnej epidermie występują gwiazdkowate, kilkuramienne włoski oraz kilkukomórkowe, buławkowate włoski gruczołowe. Dość podobny do *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček jest inny kopalny gatunek, *Dombeyopsis lobata* Unger, który jednak ma liście klapowane, mniej gęstą i nie tak regularną sieć nerwów trzeciego rzędu oraz około dwukrotnie większe areole. Różnice pomiędzy tymi taksonami zaznaczają się także na poziomie budowy anatomicznej. Zestawienie różnic w budowie epidermy tych taksonów podają Knobloch i Kvaček (1976).

Według Knoblocha i Kvačka (1965) *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček może należeć zarówno do rodziny Sterculiaceae jak i Tiliaceae, ponieważ w obu tych rodzinach występują liście o podobnej morfologii oraz budowie

epidermy, szczególnie pod względem typu włosków. Inni autorzy zaliczyli *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček do rodziny Sterculiaceae (Givulescu 1979, Sitár & Takač 1993). Wyniki współczesnych badań taksonomicznych nad przedstawicielami rzędu Malvales wskazują, że rodziny Tiliaceae, Sterculiaceae (w tym Byttneriaceae) i Bombacaceae mają pochodzenie parafiletyczne, granice pomiędzy nimi są słabo zaznaczone (Judd & Manchester 1997). Judd i Manchester (op. cit.) połączyli wymienione rodziny oraz rodzinę Malvaceae sensu stricto w zbiorową rodzinę Malvaceae sensu lato.

Kopalne liście *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček mają podobną morfologię, szczególnie wzór nerwacji, jak liście współczesnych rodzajów *Byttneria* Loefling, *Dombeya* Cavanilles, *Pterospermum* Schreber, z rodziny Sterculiaceae, *Burretiodendron* Rheder, *Grewia* L., z rodziny Tiliaceae, *Alangium* Lam. z Alangiaceae a nawet *Artocarpus* J.R. et Foster z rodziny Moraceae (por. Knobloch i Kvaček 1965, Czeczott 1967, Givulescu & Rufflé 1971 oraz własne obserwacje).

Byttneriophyllum tiliaefolium (Al. Braun) Knobloch et Kvaček reprezentuje we florze neogenu środkowej Europy element paleotropikalny (Van der Burgh 1994). Uważa się, że takson ten był składnikiem roślinności bagiennej (Knobloch & Kvaček 1965). Wchodził w skład zbiorowisk węglotwórczych i tworzył asocjację z *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger oraz gatunkami z rodzajów *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Cercidiphyllum*, *Osmunda*, *Populus*, *Salix*, (Mai 1995). *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček występował pospolicie w środkowej Europie w środkowym i górnym miocenie (Zastawniak et al. 1996).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Turów (Czeczott 1967, jako „*Ficus*” *tiliaefolia* Heer), Krępicze (Zastawniak - mat. archiw.); miocen środkowy - Koronowo (= Crone a. Br.), (Menzel 1910, jako *Ficus tiliaefolia* A. Br. sp.), Pierusza (= Peruschen), (Kräusel 1921, jako *Büttneria aequalifolia* (Goepfert) Fr. Meyer), Wichów (= Niederweichau), (Kräusel 1921, jako *Büttneria aequalifolia* (Goepfert) Fr. Meyer), Zielona Góra (= Grünberg), (Kräusel 1920, jako *Büttneria aequalifolia* (Goepfert) Fr. Meyer), Smogorzówek (= Klein Schmograu), Trzcianka (Raniecka-Bobrowska 1970), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990); miocen górny - Rataje (= Rataj bei Posen), (Menzel 1910, jako *Ficus tiliaefolia* A. Br. sp.), Wołów (= Wolhau), (Kräusel 1919, jako *Büttneria aequalifolia* (Goepfert) Fr. Meyer), Stróża (= Striese (W.)), (Kräusel 1920, jako *Büttneria aequalifolia*

(Goeppert) Fr. Meyer); miocen - Kunice Żarskie (= Kunzendorf), (Engelhardt 1877, jako *Ficus tiliaefolia* A. Br.), Mrozów (Zastawniak - mat. archiw.), Przedmoście (Zastawniak - mat. archiw.), Szczedrzykowice (Zastawniak - mat. archiw.).

Ericaceae

***Kalmia* L.**

Kalmia cf. *saxonica* Litke

Ryc. 10: 12; Tab. 16, fig. 2-2a

? 1968. *Kalmia saxonica* Litke; Litke, s. 181, Ryc. 32-36, Tab. 37, fig. 5-9

Materiał. KRAM-P 217: 28

Opis morfologiczny. Fragment wąskoeliptycznego liścia, 4,0 cm długości i 1,2 cm szerokości, dość skórzastego. Nasada zaokrąglona, nierówny brzeg liścia sprawia wrażenie karbowanego, prawdopodobnie był podwinięty. Nerwacja liścia brochidodromowa. Nerw główny wyraźny. Nerwy boczne odchodzą od nerwu głównego w nieregularnych odstępach, pod kątem około 50-60°, są wygięte ku wierzchołkowi, na końcach łączą się ze sobą tworząc pętle. Nerwy pośrednie obecne.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Epiderma górna składa się z czworobocznych lub nieregularnych, silnie skutynizowanych komórek o silnie pofalowanych ścianach w kształcie litery Ω (ang. Ω - undulation). Komórki górnej epidermy mają 40-48 μm wielkości. Powierzchnia epidermy wydaje się być nieco ziarnista, być może są to resztki substancji woskowych. Nad nerwami komórki są silnie wydłużone. Komórki dolnej epidermy (Tab. 16, fig. 2, 2a) mają również wyraźnie pofalowane ściany i wielkość zbliżoną do komórek górnej epidermy. Aparaty szparkowe (Tab. 16, fig. 2a) typu anomocytowego, okrągłe, 21-23 μm średnicy. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe tworzą szczelinę o kształcie szerokoeliptycznym lub okrągłym, 8-10 μm średnicy. Pora szparki jest bardzo wąska i ma długość 8-10 μm . Na epidermie stwierdzono obecność przeważnie dwukomórkowych nasad włosków (Tab. 16, fig. 2), otoczonych przez kilkanaście

komórek, które od pozostałych komórek epidermy różnią się \pm łukowatymi ścianami. Komórki te mają zmienną wielkość 16-30 μm .

Uwagi. Cechy budowy epidermy zachowanego okazu wskazują na jego przynależność do rodzaju *Kalmia* L. z rodziny Ericaceae. Rodzaj ten charakteryzuje się skórzastymi liśćmi, aparatami szparkowymi typu anomocytowego oraz włoskami na powierzchni epidermy. Kopalne liście *Kalmia* opisali po raz pierwszy Kräusel i Weyland (1959) z dolnomiocięńskich węgli brunatnych pod nazwą *Kalmiophyllum marcodurensis* Kräusel et Weyland i podali dla nowego taksonu dokładną charakterystykę cech anatomicznych. Autorzy ci porównują ten takson z liśćmi dwóch współczesnych gatunków z rodzaju *Kalmia*: *K. latifolia* L. i *K. angustifolia* L. Litke (1966) utworzył nową kombinację, *Kalmia marcodurensis* (Kräusel et Weyland) Litke dla liści o typie budowy epidermy odpowiadającym *Kalmiophyllum marcodurensis* Kräusel et Weyland. Zarówno Kräusel i Weyland (1959) jak i Litke (op. cit.) nie podali prawie żadnych informacji o morfologii liści tego taksonu, Kräusel i Weyland (op. cit.) stwierdzili tylko, że są one całobrzegie. Weyland et al. (1967, fig. 19, 20) zamieścili dwa rysunki liści *Kalmiophyllum marcodurensis* Kräusel et Weyland. Ich nerwacja, szczególnie okazu z fig. 20 jest dość podobna do nerwacji liścia *Kalmia* z Bełchatowa.

Porównanie epidermy liścia *Kalmia* cf. *saxonica* Litke z Bełchatowa z epidermą liści *Kalmiophyllum marcodurensis* Kräusel et Weyland (= *Kalmia marcodurensis* (Kräusel et Weyland) Litke) ujawnia wyraźne różnice pomiędzy nimi. U *Kalmiophyllum marcodurensis* Kräusel et Weyland pierścień utworzony przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe jest stosunkowo duży i bardzo wyraźnie widoczny, podczas gdy u *Kalmia* z Bełchatowa pierścień ten jest proporcjonalnie dwukrotnie mniejszy. U liścia *Kalmia* z Bełchatowa nie zaobserwowano charakterystycznego brzdowania kutykuli doleż epidermy, jaką zawsze obserwuje się u *Kalmiophyllum marcodurensis* Kräusel et Weyland. Epiderma kolejnego gatunku z tego rodzaju, opisana jako *Kalmiophyllum tectirima* Schneider, różni się zasadniczo od *Kalmia* z Bełchatowa obecnością bardzo licznych włosków gruczołowych. Pod względem wielkości pierścienia zewnętrznych listew wokółszparkowych oraz innych cech epidermy okaz z Bełchatowa najbardziej odpowiada gatunkowi *Kalmia saxonica* Litke, opisanemu przez Litke (1968). Jednak i pomiędzy tymi dwoma gatunkami można zaobserwować pewne różnice, np. wielkość aparatów szparkowych u *K. saxonica* Litke wynosi ok. 18 μm , podczas gdy u *Kalmia* z Bełchatowa

21-23 μm . Nie dostrzeżono także opisanego przez Litke (op. cit.) u *Kalmia saxonica* Litke promienistego bruzdowania kutykuli wokół niektórych aparatów szparkowych oraz występujących tylko u części aparatów szparkowych podwójnych zewnętrznych ścian komórek szparkowych. Ta ostatnia cecha podana w charakterystyce *Kalmia saxonica* Litke może jednak być, zdaniem autora rozprawy, artefaktem. Ilustracje z pracy Litke (1968) są mało czytelne i na ich podstawie nie można rozwiązać tego problemu. Litke (op. cit.) nie podaje innych (poza wielkością aparatów szparkowych) danych liczbowych charakteryzujących epidermę *Kalmia saxonica* Litke. Aby dokładnie oznaczyć gatunek liścia z Bełchatowa należy go porównać z holotypem *Kalmia saxonica* Litke z dolnego miocenu Brandis (Niemcy).

Liście rodzaju *Kalmia* w trzeciorzędzie środkowej Europy były rzadko znajdowane. Oprócz wymienionych wcześniej autorów, *Kalmiophyllum marcodurensis* Kräusel et Weyland podają Mai i Walther (1991) z dolnego miocenu Bitterfeld. Częściej szczątki liści *Kalmia* są znajdowane w postaci cuticulae disperse w neogeńskich węglach brunatnych (Schneider 1969, 1992). Kopalne szczątki rodzaju *Kalmia* są podawane od górnego oligocenu do miocenu, przeważnie z miocenu (por. Kräusel & Weyland 1959, Schneider 1969).

Według Schneidera (1992) rodzaj *Kalmia* był w młodszym trzeciorzędzie związany z roślinnością węglotwórczą. Występował jako składnik roślinności torfowisk krzewiastych (facja A, Schneider op. cit) razem z *Cyrilla* Gard. i innymi krzewami, przeważnie o kseromorficznej budowie blaszek liści. Współcześnie przedstawiciele rodzaju *Kalmia* są przeważnie zimozielonymi krzewami, rosnącymi w Ameryce Północnej oraz na Kubie. Z żyjących gatunków najbardziej zbliżony do *Kalmia saxonica* Litke pod względem morfologii jest *Kalmia angustifolia* L., natomiast *K. latifolia* L. ma bardzo podobną budowę epidermy. Ten ostatni gatunek rośnie we wschodniej części USA (od Quebec do Florydy), na kwaśnych glebach bagiennych (por. Knapp 1965) oraz w lasach południowych stoków Apallachów (por. Barnes 1991 w: Röhrig & Ulrich 1991). Jednak żaden ze współczesnych gatunków nie odpowiada w pełni kopalnej *Kalmia saxonica* Litke.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Rodzaj i gatunek nie podawany.

Cyrillaceae

Cyrilla Gardner

Cyrilla thomsonii Kräusel et Weyland

Ryc. 11: 1-4; Tab. 18, fig. 1-2(A)

1954. *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland; Kräusel & Weyland, s. 151, Ryc. 20, Tab. 32, fig. 6, Tab. 33, fig. 1

Materiał. KRAM-P 217: 116, 117, 118/II, 119/III, 138/IV, 182, 192, 193

Opis morfologiczny. Całobrzegie, wąsko lub bardzo wąskoeliptyczne liście, z których najdłuższy ma 6,5 cm długości, szerokość liści wynosi 1,0-1,8 cm. Wierzchołek ostry, nasada zaokrąglona, niekiedy ostra. Nerwacja liści kamptodromowa, przeważnie w odmianie retikulodromowej. Nerw główny prosty, średniej grubości lub gruby. Nerwy boczne odchodzą bardzo gęsto (co 0,1-0,3 cm) od nerwu głównego pod kątem 60-70° (przeciętnie 60°), wyginają się nieco ku wierzchołkowi, rozgałęziają się i łączą ze sobą tworząc gęstą sieć wzajemnych zespożeń. Przy brzegu blaszki liścia widoczne są drobne pętle, które tworzą łączące się ze sobą rozgałęzienia nerwów bocznych. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 18, fig. 1a) jest zbudowana z izodiametrycznych lub trochę wydłużonych komórek o nieco pofalowanych ścianach, 22-40 μm (przeciętnie 31-32 μm) wielkości. Komórki epidermy dolnej (Tab. 18, fig. 1b, 1c) mają zmienny kształt, pofalowane lub łukowate ściany i wielkość 16-36 μm (przeciętnie 27 μm). Aparaty szparkowe (Tab. 18, fig. 1c) typu anomocytowego, przeważnie okrągłe, niekiedy szersze niż dłuższe, 25-36 μm (przeciętnie 29 μm) średnicy. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe tworzą podwójny pierścień (por. Jähnichen 1969), co jest cechą charakterystyczną dla *Cyrilla* (Tab. 18, fig. 1c). Zewnętrzny pierścień ma wygląd szerokiej, silnie skutykowanej obręczy o średnicy 20-28 μm . Wewnętrzny pierścień ma kształt wrzecionowaty, 14-19 μm długości oraz ok. 7 μm szerokości.

Uwagi. Dla liści z rodzaju *Cyrilla* Gard. charakterystyczna jest kamptodromowa nerwacja z bardzo gęstą siecią nerwów bocznych i ich zespożeń (por. Valentín Arbona et al. 1992) oraz aparaty szparkowe mające podwójny pierścień zewnętrznych listew wokółszparkowych (Jähnichen 1969). Liście z Bełchatowa różnią się od opisanego przez

Jähnichena (op. cit.) gatunku *Cyrilla weylandi* Jähnichen budową epidermy. Różnice te dotyczą kształtu pierścieniowatego zgrubienia zewnętrznych listew wokółszparkowych oraz kształtu ścian komórek epidermy, szczególnie epidermy górnej. U *Cyrilla weylandi* Jähnichen ściany górnej epidermy są zaokrąglone lub proste, podczas gdy u *Cyrilla* z Bełchatowa ściany są nieco pofalowane. Różnice dotyczą także wykształcenia zewnętrznych (peryklinalnych) ścian komórek epidermy dolnej. Pálfalvy (1957-58) opisał z miocenu Magyaregregy (Węgry) gatunek *Cyrilla hungarica* Pálfalvy. Brak danych o budowie epidermy liścia *Cyrilla hungarica* Pálfalvy uniemożliwia porównanie z okazami *Cyrilla* z Bełchatowa.

Wśród kopalnych gatunków z rodzaju *Cyrilla* z trzeciorzędu Europy, najbardziej zbliżony do liści z Bełchatowa jest gatunek *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland, opisany z miocenu Librar (Niemcy) przez Kräusel'a i Weylanda (1954). *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland charakteryzuje się całobrzegimi liśćmi o długości do 10 cm i szerokości do 2 cm, retikulodromową nerwacją oraz anomocytowymi aparatami szparkowymi o średnicy 30-35 μm (por. Kräusel & Weyland 1954). *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland z Bełchatowa jest praktycznie identyczna z liśćmi *Cyrilla* z Librar; jedyną różnicą jest brak bruzdowania kutykuli dolnej epidermy u liści *Cyrilla* z Bełchatowa.

Van der Burgh (1998) podaje występowanie kopalnych liści Cyrillaceae (*Cyrilla*, *Cliftona*), drewna (*Cyrilloxylon*) oraz pyłku przedstawicieli rodziny Cyrillaceae w neogenie dolnorenńskiego Zagłębia Węgla Brunatnego.

Liście z rodzaju *Cyrilla* były stosunkowo rzadko podawane z neogenu środkowej Europy. Częściej opisywano szczątki *Cyrilla* zachowane jako cuticulae dispersae, przeważnie z węgla brunatnych. Według Schneidera (1992) Cyrillaceae były składnikiem flory trzeciorzędowych torfowisk w fazie tzw. torfowiska z *Pinus*, gdzie stanowiły istotny składnik roślinności krzewiastej. Teichmüller (1958) umieszcza *Cyrilla* w zbiorowisku „Myricaceen-Cyrillaceen-Moores” wraz z „Sequoia-Waldes”; ten etap rozwoju trzeciorzędowej roślinności torfotwórczej odpowiada torfowisku krzewiastemu (wg Schneider (1992): faza A - „Angiospermen Buschmoor”). Obecność Cyrillaceae potwierdzają dane z badań palinologicznych. W profilach palinologicznych z węgla brunatnych z różnych stanowisk środkowej Europy koncentracja pyłku Cyrillaceae/Clethraceae dochodzi często do 10 i więcej procent (Ziemińska-Tworzydło 1974, Sadowska 1977, Dyjor et al. 1992, Worobiec 1999).

Według Thomasa (1960) rodzaj *Cyrilla* jest współcześnie monotypowy z gatunkiem *Cyrilla racemiflora* L. Według innych autorów liczy 10 gatunków (Mai & Walther 1985). *Cyrilla racemiflora* L. występuje m.in. na terenie południowo-wschodnich stanów Ameryki Północnej, gdzie wchodzi w skład bagiennej roślinności z zimozielonymi, kseromorficznymi krzewami (zbiorowisko *Persea-Magnolia*, Knapp 1965). Zbiorowiska te występują na kwaśnym podłożu torfowym, sporadycznie zalewanym w ciągu sezonu wegetacyjnego. W ich skład wchodzi drzewa i krzewy z rodzajów *Chamaecyparis*, *Cyrilla*, *Ilex*, *Magnolia*, *Pinus*, *Zenobia*, krzewy z rodziny Ericaceae oraz liczne rośliny zielne (Kac 1975). Bagna te pod względem składu taksonomicznego bardzo przypominają wymienione wcześniej zbiorowiska mioceńskich, węglotwórczych torfowisk krzewiastych (por. Teichmüller 1958, Schneider 1992, Mai 1995).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Gatunek dotychczas nie podawany. Juchniewicz (1975) opisała fragment epidermy cf. *Cyrilla* sp. z dolnego miocenu Turowa.

Loranthaceae

Viscophyllum Knoll

Viscophyllum pliocenicum (Engelhardt) Mädler

Ryc. 10: 11; Tab. 17, fig. 3

1908. *Potamogeton pliocenicum* Engelhardt; Engelhardt & Kinkel, s. 225, Tab. 27, fig. 25a-n, 26

1939. *Viscophyllum pliocenicum* (Engelhardt) Mädler; Mädler, s. 20, Tab. 8, fig. 8-9, Tab. 11, fig. 5

Materiał. KRAM-P 217: 258

Opis morfologiczny. Fragment pędu lub całobrzegiego liścia, 0,9 cm długości i 0,2 cm szerokości, bez śladów unerwienia.

Opis anatomiczny. Budowa epidermy (Tab. 17, fig. 3) jest na całej powierzchni okazu jednakowa. Komórki są zwykle izodiametryczne, duże (80-160 µm wielkości), mają przeważnie proste ściany, rzadziej nieco łukowate. Kutykula jest pokryta

najprawdopodobniej resztką substancji woskowej, o czym świadczą drobne ziarnistości na jej powierzchni. Aparaty szparkowe typu paracytowego są mniej więcej równomiernie rozmieszczone na całej powierzchni epidermy. Mają one kształt zbliżony do czworobocznego i 80-120 μm wielkości. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe mają kształt wrzecionowaty, 40-50 μm długości i 25-30 μm szerokości.

Uwagi. Kräusel i Weyland (1954) zestawili cechy morfologiczne i anatomiczne sześciu gatunków z rodzaju *Viscophyllum* Knoll: *V. bipenniferum* Kräusel et Weyland, *V. kirsti* Kräusel et Weyland, *V. miguelli* (Geyler et Kinkelin) Engelhardt et Kinkelin (= *Viscum miguelii* (Geyler et Kinkelin) Czeczott), *V. morloti* (Unger) Knoll (= *Viscum morlotii* (Unger) Knobloch et Kvaček), *V. pliogenicum* (Engelhardt) Mädler oraz *V. rottense* Weyland. Z wymienionych taksonów okazowi z Bełchatowa odpowiada tylko *Viscophyllum pliogenicum* (Engelhardt) Mädler. Zgodnie z opisem Kräusel'a i Weylanda (op. cit.) szczątki tego gatunku charakteryzują się równowąskim, wydłużonym kształtem, mają do 50 mm długości i od 1,5 do 4,0 mm szerokości. Bardzo zbliżoną do okazu z Bełchatowa budowę epidermy oraz wymiary ma *Viscophyllum pliogenicum* (Engelhardt) Mädler podany przez Wąsa (1956) ze Starych Gliwic. Według tego autora znaleziony przez niego szczątek kopalny jest fragmentem gałązki. Jego wielkość (11 x 4 mm) i wygląd, który jak pisze autor „przypomina na pierwszy rzut oka kopalną, na obu końcach ułamaną, szeroką szpilkę jakiegoś drzewa szpilkowego” dokładnie odpowiada okazowi *Viscophyllum pliogenicum* (Engelhardt) Mädler z Bełchatowa.

Zdaniem Jähnichena (1991) szczątki opisywane pod nazwą *Viscophyllum pliogenicum* (Engelhardt) Mädler są fragmentami silnie skutynizowanych epiderm pędów *Viscophyllum miguelli* (Geyler et Kinkelin) Engelhardt et Kinkelin (= *Viscum miguelii* (Geyler et Kinkelin) Czeczott). Jähnichen (op. cit.) rozważa ten problem porównując m.in. epidermy obu wymienionych kopalnych gatunków z epidermą liści i gałązek współczesnej *Viscum album* L. Zwraca również uwagę, że żaden ze współczesnych Loranthaceae nie ma tak wąskich liści w stosunku do ich długości (za: Mädler 1939).

Litke (1966) zalicza *Viscophyllum pliogenicum* (Engelhardt) Mädler oraz *Viscophyllum miguelli* (Geyler et Kinkelin) Engelhardt et Kinkelin do jednego gatunku *Viscum miguelii* (Geyler et Kinkelin) Czeczott.

Viscophyllum pliogenicum (Engelhardt) Mädler jest bardzo rzadko wymieniany z flor neogenu Europy. Oprócz Mädlera (1939) podawał go Wąs (1956) i Szafer (1961) ze

środkowomiocęńskich osadów w Starych Gliwicach na Śląsku oraz Givulescu (1981) z pliocenu Chiuzbaia w Rumunii.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen środkowy - Stare Gliwice (Wąs 1956, Szafer 1961).

Ebenaceae

***Diospyros* L.**

Diospyros anceps Heer

Ryc. 11: 6; Tab. 18, fig. 3-4, Tab. 19, fig. 1-2, 5, 5a, 5b

1859. *Diospyros anceps* Heer; Heer, s. 12, Tab. 102, fig. 15-18

Materiał. KRAM-P 217: 24, 27, 46/V, 47, 54/II, 57, 59, 61, 62, 67, 69, 70/II, 72, 78, 82, 87, 90, 103/II, 111, 113/II, 114, 124/II, 132/III, 138/III, 146, 148, 152/II, 179/II, 184/III, 185/III, 199/II, 208, 210/II, 214, 231/III, 232, 234/II, 238, 244/II, 245/III, 250, 252/II, 255

Opis morfologiczny. Całobrzegie liście, do 7,0 cm długości i 2,6-5,0 cm szerokości, eliptyczne lub jajowate. Nasady liści przeważnie zaokrąglone, sporadycznie klinowate. Nerwacja brochidodromowa. Nerw główny prosty, średniej grubości. Od nerwu głównego odchodzi do 7 par nerwów bocznych w odległości co 0,2-0,5 cm od siebie przy nasadzie i do 1,8 cm w środkowej części liścia (przeciętnie 1,1 cm). Nerwy boczne są wygięte ku wierzchołkowi, z nerwem głównym tworzą kąt 40-60° (przeciętnie 55°), przy nasadzie 45°, a w górnej części liścia do 60°. Na końcach nerwy boczne łączą się ze sobą zespoleniami w formie pętli, oprócz tego nerwy boczne dają rozgałęzienia, które także tworzą pętle. Nerwy pośrednie obecne. Nerwy trzeciego rzędu tworzą sieć zespożeń wraz z nerwami pośrednimi. Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego, oczka sieci mają nieregularne kąty. Areole dobrze wykształcone, 0,2-0,4 mm wielkości. Wolne zakończenia nerwów przeważnie rozgałęzione. Sieć unerwienia brzeżnego pętlikowata.

Opis anatomiczny. Liście hypostomatyczne. Epiderma górna (Tab. 19, fig. 5) na obszarach pomiędzy nerwami składa się z izodiametrycznych, rzadko lekko wydłużonych komórek, 21-55 μm (przeciętnie 30-35 μm) wielkości. Ściany komórek są zwykle proste,

rzadko łukowate. Nad nerwami komórki są wydłużone, do 50 μm długości. Górna epiderma jest bardzo wyraźnie i równomiernie skutynizowana, ma charakterystyczny, żółtawy kolor. Epidermę dolną (Tab. 19, fig. 5a, 5b) budują izodiametryczne lub nieco wydłużone komórki o prostych lub łukowatych ścianach, 20-40 μm (przeciętnie 28-30 μm) wielkości. Nad nerwami komórki dolnej epidermy są wydłużone, do 40 μm długości i 10-15 μm szerokości. Aparaty szparkowe (Tab. 19, fig. 5b) anomocytowe, częściowo paracytowe, przeważnie eliptyczne, 18-28 μm (przeciętnie 20-24 μm) wielkości. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe tworzą szczelinę o wrzecionowatym kształcie, 9-18 μm (przeciętnie 12-16 μm) długości i 5-8 μm szerokości. Część komórek dolnej epidermy, szczególnie te, które otaczają aparaty szparkowe, ma na powierzchni papille. Na górnej epidermie stwierdzono rozproszone, jednokomórkowe, okrągławe nasady włosków o średnicy ok. 20 μm . Na dolnej epidermie stwierdzono obecność takich samych, ale bardzo licznych nasad włosków, 18-24 μm (przeciętnie 20 μm) średnicy.

Uwagi. Charakterystyczne cechy morfologii i anatomii opisanych szczątków liści pozwoliły zaliczyć je do rodzaju *Diospyros* L. Hantke (1954) zaobserwował na odciskach liści *Diospyros brachysepala* Al. Braun sensu Hantke z Oehningen liczne odłamane i przyklejone do powierzchni skały włoski, które określił mianem gruczołów. Hantke (op. cit.) uważa, że cecha ta jest charakterystyczna dla kopalnych liści *Diospyros*. Podobne, odłamane włoski zaobserwowano na powierzchni odcisków liści *Diospyros* z Bełchatowa. Porównując je z dotychczas opisanymi kopalnymi gatunkami z tego rodzaju wchodzi w grę trzy taksony: *Diospyros lotoides* Unger, *Diospyros anceps* Heer i *Diospyros brachysepala* Al. Braun sensu Hantke.

Opisany przez Ungera (1860) kopalny gatunek *Diospyros lotoides* Unger różni się wyraźnie pod względem morfologicznym i anatomicznym od liści *Diospyros* z Bełchatowa. Raniecka-Bobrowska (1957), która znalazła liść *Diospyros lotoides* Unger w Krywałdzie, podała dla niego dość dokładną charakterystykę morfologii i anatomii. Epiderma tego liścia wykazuje różnice w stosunku do epidermy *Diospyros* z Bełchatowa (brak włosków oraz nieco inny kształt komórek górnej epidermy).

Diospyros anceps Heer i *Diospyros brachysepala* Al. Braun sensu Hantke różnią się nieznacznie swoją morfologią. Zdaniem Heer'a (1859) *Diospyros anceps* Heer w porównaniu do *Diospyros brachysepala* Al. Braun ma bardziej zaokrągloną nasadę, liście najszersze w dolnej części oraz liczniejsze rozgałęzienia nerwów bocznych. Kräusel (1938)

zwrócił uwagę na istnienie wielu form pośrednich pomiędzy *Diospyros anceps* Heer i *Diospyros brachysepala* Al. Braun i uważał, że obie formy kopalnych liści *Diospyros* reprezentują jeden gatunek. Raniecka-Bobrowska (1962b) twierdzi, że rozróżnienie tych dwóch gatunków na podstawie morfologicznej jest bardzo trudne.

Autor niniejszej rozprawy, analizując zmienność liści *Diospyros* z opisanych dotychczas flor kopalnych oraz z Bełchatowa, podziela zdanie Kräusel'a (1938) oraz Ranieckiej-Bobrowskiej (1962), że pod nazwami *Diospyros anceps* Heer i *Diospyros brachysepala* Al. Braun kryje się jeden gatunek.

Palamarev i Petkova (1987) zwrócili uwagę na fakt, że kopalny gatunek *Diospyros brachysepala* Al. Braun został utworzony przez Brauna (1836) dla opisanego kopalnych kielichów kwiatowych. Fakt ten, zgodnie z zasadami nazewnictwa szczątków kopalnych roślin, eliminuje zastosowanie nazwy *Diospyros brachysepala* Al. Braun do szczątków liści.

Budowę epidermy kopalnych liści *Diospyros anceps* Heer z Bełchatowa porównywano z epidermami trzech współczesnych przedstawicieli rodzaju *Diospyros*, które zrzucają liście na zimę: *D. kaki* L., *D. lotus* L. oraz *D. virginiana* L. Liście wszystkich wymienionych taksonów charakteryzują się obecnością pojedynczych, często dość długich włosków o jednokomórkowej nasadzie, anomocytowymi aparatami szparkowymi i obecnością bruzdowania kutykul. Kopalne liście *Diospyros anceps* Heer z Bełchatowa mają podobny typ aparatów szparkowych oraz włosków, natomiast nie zaobserwowano u nich bruzdowania kutykuli. Z wymienionych trzech współczesnych gatunków, największe podobieństwo anatomiczne do *Diospyros anceps* Heer z Bełchatowa wykazują liście *Diospyros kaki* L. rosnącego we wschodniej Azji (Japonia). Zdaniem Bůžka (1971), który opisał z północnych Czech obfity materiał liści kopalnych oznaczonych przez niego jako *Diospyros brachysepala* Al. Braun, liście tego gatunku są pod względem morfologicznym najbardziej zbliżone do *Diospyros kaki* L.

Kopalne liście opisywane jako *Diospyros anceps* Heer i *Diospyros brachysepala* Al. Braun są dość często spotykane w wielu florach trzeciorzędu środkowej Europy od dolnego oligocenu do dolnego pliocenu (Palamarev & Petkova 1987). Mai (1995) umieszcza drzewa z rodzaju *Diospyros* w trzeciorzędowych zbiorowiskach mezofilnych lasów mieszanych (ang. Mixed Mesophytic Forests), w których dzisiaj rośnie np. *Diospyros kaki* L. Jednak kopalny *Diospyros anceps* Heer mógł także wchodzić w skład

drzewostanu lasów łągowych, a nawet bagiennych. Współczesny *Diospyros virginiana* L. rośnie na wilgotnych siedliskach, m.in. w lasach łągowych, niekiedy bagiennych, na terenie południowo-wschodnich stanów USA (por. Barnes 1991 w: Röhrig & Ulrich 1991). Także *Diospyros lotus* L. preferuje wilgotne siedliska w pobliżu rzek i strunieni.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Rozewie (= Rixhoeft), Heer (1869), Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b, jako *Diospyros* sp. cf. *D. anceps* Heer); miocen środkowy - Swoszowice (Ilinskaya 1962, jako *Diospyros brachysepala* Al. Braun).

cf. *Diospyros anceps* Heer

Ryc. 11: 13; Tab. 18, fig. 5

Materiał. KRAM-P 217: 105/II, 177, 224

Uwagi. Fragmenty kopalnych liści, zbliżone do *Diospyros anceps* Heer, ale ze względu na zły stan zachowania nie można ich w sposób pewny zaliczyć do tego kopalnego gatunku.

Aceraceae

Acer L.

Acer integrilobum O. Weber

Tab. 20, fig. 1-5

1852. *Acer integrilobum* O. Weber; O. Weber, s. 196, Tab. 22, fig. 5a

Materiał. KRAM-P 211: 36 i 37; KRAM-P 214: 15, 30, 43, 53, 61, 63, 68/II, 74, 84, 87/II, 101, 112, 139, 142, 144, 150, 159, 179.

Opis morfologiczny. Liście trójklapowe, wierzchołki klap są zwykle zastrzone, rzadziej ostre, nasady liści zaokrąglone, niekiedy sercowate. Liście są całobrzegie albo z nielicznymi ząbkami. Górny brzeg ząbków jest zaokrąglony, dolny zwykle wypukły. Zachowany u jednego z okazów ogonek ma 1,5 cm długości. Nerwacja liści

aktynodromowa. Nerw główny rozgałęziony przy samej nasadzie liścia na 3, rzadziej na 5 nerwów. Kąt pomiędzy rozgałęzieniami nerwu głównego waha się od 50 do 65°. Liczne nerwy boczne odchodzą od każdej z gałęzi nerwu głównego, są wygięte ku wierzchołkowi kłap oraz dają liczne rozgałęzienia, które przy brzegu blaszki liścia łączą się ze sobą tworząc wielostopniowe pętle. U liści z ząbkami jedno z odgałęzień wchodzi do ząbka i kończy się u jego szczytu. Nerwacja trzeciego rzędu siateczkowata, o zmiennych kątach oczek sieci. Nerwacja wyższych rzędów również siateczkowata. Areole dobrze wykształcone, wielokątne, 0,2-0,5 mm wielkości. Wolnych zakończeń nerwów zwykle brak; jeżeli są obecne, to zawsze są nierozgałęzione. Nerwacja brzegu liścia pętlikowata.

Opis anatomiczny. Na drobnym fragmencie epidermy (Tab. 20, fig. 1a) stwierdzono komórki o wielkości 25-35 μm i nieregularnych kształtach. Komórki te mają łukowate lub powyginane ściany. Nie znaleziono aparatów szparkowych.

Uwagi. Opisane wyżej szczątki liści są najbardziej podobne do kopalnego gatunku *Acer integrilobum* O.Weber, szczegółowo scharakteryzowanego przez Walthera (1972) oraz Procházkę i Bůžka (1975). Od dość podobnych liści *Acer integerrimum* (Viviani) Massalongo różnią się przede wszystkim ząbkami na brzegu kłap oraz trójklapowym pokrojem. Od innego, zbliżonego kopalnego gatunku klonu, *Acer pseudomonspessulanum* Unger, *Acer integrilobum* O.Weber różni się zaostrozonymi wierzchołkami kłap. *Acer pseudomonspessulanum* Unger ma wierzchołki kłap przeważnie tępe lub ostre, rzadko zaostrome.

Acer integrilobum O.Weber jest taksonem o problematycznej pozycji w obrębie rodzaju *Acer* L. Procházka i Bůžek (1975) uważają, że współczesnych odpowiedników tego kopalnego gatunku należy szukać przede wszystkim wśród klonów z sekcji *Platanoidea* Pax, *Goniocarpa* Pojark., *Saccharina* Pax a nawet *Rubra* Pax. Zdaniem Walthera (1972) do *Acer integrilobum* O.Weber najbardziej zbliżone są wschodnioazjatyckie klony *A. cappadocicum* Gleditsch oraz *Acer longiceps* Rheder.

Acer integrilobum O.Weber jest spotykany we florach kopalnych trzeciorzędu środkowej Europy od górnego oligocenu do najwyższego miocenu (Walther 1972).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Gatunek podany dotychczas tylko z dolnego miocenu Bełchatowa (Worobiec 1995).

cf. *Acer integrilobum* O.Weber

Ryc. 11: 10

Materiał. KRAM-P 211: 28; KRAM-P 214: 70, 102, 117, 122, 145.

Uwagi. Okazy podobne do *Acer integrilobum* O.Weber, ale ze względu na zły stan zachowania nie można ich jednoznacznie zaliczyć do tego kopalnego gatunku.

Acer tricuspdatum Bronn sensu Procházka et Bůžek

Ryc. 11: 5-5a; Tab. 19, fig. 4, Tab. 20, fig. 6

1838. *Acer tricuspdatum* Bronn; Bronn, s. 865, Tab. 35, fig. 10a, b

1975. *Acer tricuspdatum* Bronn sensu novo; Procházka & Bůžek, s. 24, Ryc. 2, 3, 4d, 5-13, Tab. 22, fig. 1-7, Tab. 23, fig. 1-6, Tab. 24, fig. 1-4

1995. *Acer* sp. 1; Worobiec, s. 245

Materiał. KRAM-P 214: 172a i b (dwa fragmenty tego samego liścia)

Opis morfologiczny. Zachowała się środkowa kłapa liścia, mająca 8,0 cm długości i 4,5 cm szerokości. Wierzchołek kłapy był prawdopodobnie zaokrąglony. Brzeg liścia nieregularnie, podwójnie piłkowany. Ząbki pierwszego stopnia duże, 0,45 cm szerokości u podstawy i 0,20 cm wysokości, ząbki drugiego stopnia węższe i nieco niższe. Górny brzeg ząbków jest zwykle wklęsło-wypukły albo wypukły, dolny wklęsło-wypukły, dłuższy od górnego. Szczyt ząbków lekko zaokrąglony. Kąt wierzchołkowy ząbków jest zbliżony do prostego, wcięcia w kątach pomiędzy ząbkami i brzegiem liścia są ostre. Nerwacja liścia aktynodromowa. Nerw główny prosty. Nerwy boczne odchodzą od nerwu głównego pod kątem 55-70°, kąt ten rośnie ku wierzchołkowi liścia. Nerwy te są wygięte ku górze i kończą się w ząbkach pierwszego stopnia. Odgałęzienia nerwów bocznych wchodzą do ząbków drugiego stopnia. Te odgałęzienia, które nie osiągają brzegu, łączą się ze sobą połączeniami w formie pętli (można to zaobserwować głównie przy samym szczycie kłapy). Nerwy trzeciego rzędu biegną prostopadle, niekiedy nieco skośnie pomiędzy

nerwami bocznymi. W połowie odległości pomiędzy nerwami bocznymi, nerwy trzeciego rzędu łączą się ze sobą siecią charakterystycznych połączeń. Niektóre z nerwów trzeciego rzędu łączą się z nerwem głównym kłapy sprawiając wrażenie nerwów pośrednich. Na 1 cm nerwu bocznego przypada od 3 do 5 nerwów trzeciego rzędu. Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych. Areole dobrze wykształcone.

Opis anatomiczny. Epiderma dolna (Tab. 20, fig. 6) jest zbudowana z wielokątnych komórek o prostych ścianach i średnicy 24-38 μm . Aparaty szparkowe anomocytowe albo pozornie paracytowe (por. Hummel 1983). Wielkość zwykle eliptycznych aparatów szparkowych waha się w granicach 16-18 μm . Zewnętrzne listwy wokółszparkowe są bardzo wyraźne, mają charakterystyczny eliptyczno-prostokątny kształt, przeciętnie 16 μm długości. Na dolnej epidermie stwierdzono obecność bardzo licznych, jednokomórkowych, pojedynczych włosków, 50-80 μm długości i 8 μm szerokości. Ich jednokomórkowe nasady mają 6-7 μm średnicy. Włoski rozmieszczone są przeważnie ponad nerwami.

Uwagi. Fragment liścia opisany wyżej należy do gatunku *Acer tricuspidatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek. Zachowała się z niego wprawdzie tylko środkowa kłapa, ale oznaczenie potwierdza budowa epidermy. Charakterystyczny jest zarówno kształt aparatów szparkowych jak i obecność jednokomórkowych włosków na dolnej epidermie.

Acer tricuspidatum Bronn sensu Procházka et Bůžek jest zaliczany do sekcji *Rubra* Pax (Walther 1972, Procházka & Bůžek 1975). Hantke (1954) oraz Kräusel i Weyland (1959) łączą go ze współczesnym *Acer rubrum* L. oraz *Acer saccharinum* L. Walther (1972) na podstawie morfologii oraz budowy epidermy uważa współczesne gatunki *Acer rubrum* L., *Acer saccharinum* L. oraz *A. hyrcanum* Frisch. & Mey za zbliżone do kopalnego *Acer tricuspidatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek. Zdaniem autora rozprawy, *Acer tricuspidatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek z trzech wymienionych przez Walthera gatunków klonu najbardziej odpowiada pod względem morfologicznym *Acer rubrum* L. Zdaniem Kräusel'a i Weylanda (1959) epiderma *Acer tricuspidatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek jest nie do odróżnienia od epidermy *Acer rubrum* L.

Acer tricuspidatum Bronn sensu Procházka et Bůžek jest znany z obszaru środkowej Europy od środkowego oligocenu po pliocen. Najczęstszy był w miocenie, pod koniec tej epoki zaczął zanikać w środkowej Europie, w pilocenie występował w południowej Europie, np. w Bułgarii i we Włoszech (Procházka & Bůžek 1975).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b, jako *Acer trilobatum* (Sternberg) Heer), Bełchatów (Worobiec 1995, jako *Acer* sp. 1); miocen środkowy - Kokoszyce (= Kokoschütz), (Meyer 1919, jako *Acer trilobatum* Al. Braun), Pietrusza (= Peruschen), (Kräusel 1921, jako *Acer trilobatum* Al. Braun), Dobrzyń nad Wisłą (Kownas 1956, jako *Acer* sp. (*Acer trilobatum* Al. Braun), Stare Gliwice (Szafer 1961, jako *Acer trilobatum* Al. Braun), Młyny (Zastawniak 1980); miocen górny - Sośnica (= Schossnitz), (Kräusel 1921, jako *Acer trilobatum* Al. Braun); pliocen dolny - Ruszów (Hummel 1983).

Acer sp. div.

Ryc. 11: 7-8; Tab. 19, fig. 3

Materiał. KRAM-P 214: 132; KRAM-P 217: 66/II

Opis. Fragment skrzydłaka klonu (ryc. 11: 8), 2,2 cm długości i 0,9 cm szerokości w najszerszym miejscu. Skrzydełko wyraźnie zwęża się w kierunku nasienia, ma wyraźną i gęstą nerwację, nerwy są wygięte w kierunku nasienia, tak, że dochodzą do niego prostopadle. Nerwy są rozgałęzione oraz tworzą między sobą zespolenia. Odcisk miejsca, gdzie było nasienie ma kształt okrągło-zdeformowany i wymiary 0,5 x 0,4 cm.

Drugi fragment skrzydełka owocu klonu (ryc. 11: 7), ma 1,7 cm długości i 0,9 cm szerokości w najszerszym miejscu. Skrzydełko wyraźnie zwęża się w kierunku nasienia (nasienie nie zachowało się) i ma 0,4 cm szerokości w najwęższym zachowanym miejscu. Skrzydełko ma wyraźną i gęstą nerwację. W najszerszym miejscu nerwy są lekko wygięte od nerwu głównego do przeciwległego brzegu skrzydełka, natomiast w najwęższym miejscu, już w pobliżu nasienia, nerwy są silnie wygięte, pod prawie prostym kątem (od nasienia do brzegu skrzydełka). Nerwy tworzą pomiędzy sobą sieć zespożeń.

Uwagi. Opisane szczątki owoców są fragmentami skrzydłaków klonu, prawdopodobnie różnych gatunków. Określenie gatunkowe nie jest możliwe ze względu na fragmentaryczność zachowanych okazów.

Hippocastanaceae

*Aesculus L.**Aesculus cf. hippocastanoides Ilinskaya*

Ryc. 11: 9-9a; Tab. 21, fig. 1, 1a, 1b

? 1968. *Aesculus hippocastanoides* Ilinskaya; Ilinskaya, s. 79-80, Tab. 24, fig. 8, Tab. 27, fig. 1-3, Tab. 28, fig. 4-6, Tab. 29, fig. 8, Tab. 36, fig. 2, 3.

Material. KRAM-P 217: 257

Opis morfologiczny. Fragment listka o wymiarach 6,0 x 4,5 cm ze zwężającą się, na samym końcu nieco zaokrągloną nasadą. Brzeg listka pojedynczo piłkowany. Górny brzeg ząbków prosty, rzadko wypukły, dolny brzeg wypukły, rzadko wklęsło-wypukły. Szczyty ząbków ostre. Nerwacja listka typu semikraspedodromowego. Nerw główny prosty, stosunkowo gruby. Nerwy boczne, zachowane w liczbie 9 par odchodzą od nerwu głównego pod kątem 35-45° w odstępach 0,3-0,8 cm. Nerwy te biegną prosto, na końcach są nieco wygięte ku wierzchołkowi. Końce nerwów bocznych przy samym brzegu blaszki listka są rozgałęzione, jedno odgałęzienie dochodzi do najbliższego ząbka, drugie tworzy połączenie z kolejnym nerwem bocznym. Od nerwów bocznych odchodzą też inne odgałęzienia, które łączą się ze sobą połączeniami w formie pętli. Od tych pętli odchodzą nerwy dochodzące do ząbków. Nerwy trzeciego rzędu łączą sąsiednie nerwy boczne, biegnąc przeważnie prostopadle, w dużym zagęszczeniu (ok. 10 nerwów trzeciego rzędu na 1 cm nerwu bocznego). Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego, kąty oczek sieci zbliżone do prostych.

Opis anatomiczny. Listek hypostomatyczny. Epiderma górna (Tab. 21, fig. 1, 1b) składa się z izodiametrycznych, wielobocznych komórek o charakterystycznie powyginanych ścianach, 22-34 μm wielkości. Na uzyskanych preparatach struktura komórkowa epidermy dolnej nie jest widoczna, stwierdzono jedynie zarysy szczelin utworzonych przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe kilku aparatów szparkowych (Tab. 21, fig. 1a). Szczeliny te mają kształt wąskoeliptyczny lub wrzecionowaty i 10-13 μm długości. Oprócz tego znaleziono jednokomórkowe nasady włosków o średnicy ok. 16 μm.

Uwagi. Cechy morfologiczne znalezionej okazy, takie jak semikraspedodromowa nerwacja, duża gęstość nerwów bocznych oraz nerwów trzeciego rzędu i charakter ząbkowania wskazują na przynależność do rodzaju *Aesculus* L. Bardzo podobne listki znalazł Straus (1930) we florze z Willershausen i opisał jako *Aesculus hippocastanum* L. i *A. cf. pavia* L. Straus (op. cit.) zbadał epidermy obu gatunków. Okaz z Belchatowa ma bardzo podobne, powyginane ściany komórkowe górnej epidermy jak u *A. hippocastanum* L. z Willershausen, ale różni się charakterem ząbkowania brzegów listka.

Gatunkiem najbardziej zbliżonym pod względem cech morfologicznych jest *Aesculus hippocastanoides* Ilinskaya, opisany z pliocenu Ilnicy na Zakarpaciu (Ilinskaya 1968), podawany później także przez Shvareva (1983) z miocenu Przedkarpacia. Kopalne liście, względnie pojedyncze listki *Aesculus* znane są ponadto z kilku stanowisk neogenu Europy, jako *Aesculus cf. hippocastanum* L. z pliocenu Turyngii (Mai & Walther 1988), *Aesculus* sp. z najwyższego miocenu Dolnoreńskiego Zagłębia Węgla Brunatnego (Belz & Mosbrugger 1994) czy *Aesculus hippocastanum* L. z pliocenu Hambach (Van der Burgh & Zetter 1998). Velitzelos et al. (1983) znaleźli liście i owoce *Aesculus* w dolnomiocenijskich wapieniach północnej części wyspy Evia (Grecja). Wszystkie te oznaczenia oparte są wyłącznie na cechach morfologicznych listków, nie badano ich cech anatomicznych. Kopalne listki *Aesculus* są znane ponadto z trzeciorzędu Japonii (Tanai & Suzuki 1963), Chin (Hu & Chaney 1940) i Ameryki Północnej (Axelrod 1966). Oznaczenie listka *Aesculus aff. hippocastanum* L. z miocenu Zalesiec (Czeczottowa 1951) zakwestionowała Ilinskaya (1968) ze względu na słaby stan zachowania tego okazu.

Aesculus hippocastanoides Ilinskaya jest porównywany z północnoamerykańskimi *Aesculus octandra* Marsch. i *A. glabra* Willd. (Ilinskaya 1968). Pierwszy z nich jest składnikiem lasów mezofitycznych i unika siedlisk podmokłych, natomiast drugi rośnie również w lasach łągowych (Barnes 1991 w: Röhrig i Ulrich 1991).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Gatunek dotychczas nie podawany.

Dicotyledonae incertae sedis

Symplociphyllum Kvaček et Bůžek

Symplociphyllum breddini (Weyland) Juchniewicz

Ryc. 11: 12; Tab. 21, fig. 4-4a

1934. *Kadsura breddini* Weyland; Weyland, s. 68, Tab. 11, fig. 2
1959. *Kadsura breddini* (Weyland) emend. Kräusel et Weyland; Kräusel & Weyland, s. 108-110, Ryc. 8, Tab. 20, fig. 16-17, Tab. 21, fig. 18-24
1975. *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz; Juchniewicz, s. 89-90, Tab. 16, fig. 1-3
1995. *Dicotylophyllum* sp. 1 Worobiec; Worobiec, s. 245

Materiał. KRAM-P 214: 182

Opis morfologiczny. Mały fragment liścia o wymiarach 2 x 1 cm, całobrzegi, o brochidodromowej nerwacji. Zachowały się 3 pary nerwów bocznych, odchodzących od nerwu głównego pod kątem ok. 90°, a następnie łączących się ze sobą zespoleniami w formie pętli. Pozostałe cechy morfologii liścia nie są widoczne.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Epiderma górna jest zbudowana ze zwykle wydłużonych komórek, 40-60 µm wielkości, o wyraźnie skutynizowanych ścianach. Ściany są popalowane a szczyty fal są ostre, rzadziej zaokrąglone. Powierzchnia kutykuli jest ziarnista. Na górnej epidermie stwierdzono występowanie papilli. Papille mają ok. 15 µm średnicy, ku górze zwężają się, a ich wierzchołek jest łagodnie zaokrąglony. Komórki epidermy dolnej (Tab. 21, fig. 4) na obszarach pomiędzy nerwami mają wielkość 40-60 µm i zwykle nieregularny kształt. Ściany komórek są wyraźnie popalowane, szczyty fal są przeważnie ostre, rzadziej zaokrąglone, niekiedy dają się zaobserwować na wierzchołkach fal ziarenkowane zgrubienia (ang. knobs). Powierzchnia kutykuli jest wyraźnie bruzdowana. Ponad nerwami komórki mają kształt prostokątny, są bardzo wydłużone, mają proste ściany, a krótsze ściany komórek są ustawione skośnie względem dłuższej osi komórki. Komórki te mają 70-150 µm długości. Kutykula epidermy dolnej jest gładka. Aparaty szparkowe (Tab. 21, fig. 4a) typu paracytowego, szerokoeliptyczne do okrągłych, dość zmienne, często nieregularne, 30-40 µm średnicy. Pierścień zewnętrznych listew wokółszparkowych szerokoeliptyczny lub okrągły, o średnicy 18-20 µm. Na biegunach komórek szparkowych występują okrągławe uwypuklenia ścian, mające charakter papilli. Na dolnej epidermie stwierdzono obecność 1-komórkowych nasad włosków o średnicy 20 µm, otoczonych przez 6 komórek.

Uwagi. Gatunek opisany jako *Kadsura breddini* przez Weylanda (1934) z poszerzoną diagnozą (Kräusel & Weyland 1959). Juchniewicz (1975) porównała budowę kopalnej epidermy typu *Kadsura breddini* (Weyland) emend Kräusel et Weyland z Turowa ze współczesnymi przedstawicielami rodzaju *Kadsura* Kaempf. ex Juss i stwierdziła zasadnicze różnice pomiędzy nimi. Jej zdaniem kopalna epiderma jest bardzo podobna do epidermy współczesnego *Symplocos brandii* Elm. z Filipin i z tego powodu zaliczyła ją do rodzaju *Symplociphyllum*, tworząc nową kombinację *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz. Do tego organowego rodzaju należy także gatunek *Symplociphyllum hradkaense* Kvaček et Bůžek, opisany przez Kvačka i Bůžka (1966) z dolnego miocenu kopalni Kristina w Czechach. Oba gatunki różnią się jednak zasadniczo swoją morfologią. Fragment liścia *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz z Bełchatowa jest całobrzegi a nerwy boczne odchodzą od nerwu głównego pod kątem ok. 90°. Natomiast liście *S. hradkaense* Kvaček et Bůžek mają piłkowany brzeg, nerwy boczne nie tworzą wyraźnych pętli pomiędzy sobą, a kąt nerwów bocznych i nerwu głównego zawiera się w granicach 25-55°. W budowie epidermy też zaznaczają się różnice. *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz ma paracytowe aparaty szparkowe i brak u niego wyraźnych zgrubień na biegunach aparatów szparkowych. U *Symplociphyllum hradkaense* Kvaček et Bůžek na biegunach aparatów szparkowych zaznaczają się wyraźne zgrubienia w kształcie litery T.

Knobloch i Kvaček (1976), którzy znaleźli *Symplociphyllum hradkaense* Kvaček et Bůžek z Wackersdorf, wskazują na możliwość pokrewieństwa liści *Symplociphyllum* raczej z rodziną Theaceae niż Symplocaceae. Poza rodziną Theaceae epiderma liści *Symplociphyllum* z Bełchatowa wykazuje także pewne podobieństwo do z rodziny Hamamelidaceae (Z. Kvaček, inf. ustna).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Dolny miocen - Turów (Juchniewicz 1975), Bełchatów (Worobiec 1995, jako *Dicotylophyllum* sp. 1).

„*Ficus*” *truncata* Heer sensu Bůžek

Ryc. 12: 6; Tab. 21, fig. 2-2a

1859. *Ficus truncata* Heer; Heer, s. 183, Tab. 152, fig. 15

? 1910. *Phyllites anamirtaceus* Menzel; Menzel, s. 184-187, Tab. 15, fig. 1, 6 (non vidi)
 1971. „*Ficus*” *truncata* Heer; Bůžek, s. 92-94, Ryc. 15, Tab. 46, fig. 1-9, Tab. 47, fig. 1-8,
 Tab. 48, figs. 1-4

Material. KRAM-P 217: 131

Opis morfologiczny. Fragment całobrzegiego, prawdopodobnie zaokrąglonego liścia o wymiarach 7 x 5 cm. Nerwacja liścia aktynodromowa, nerw główny jest rozgałęziony na 5-7 gałęzi, biegnących względem siebie pod kątem ok. 30°. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Epiderma górna (Tab. 21, fig. 2) jest zbudowana z izodiametrycznych lub prostokątnych komórek o prostych lub łukowatych ścianach, 18-32 μm (przeciętnie 24 μm) wielkości. Nad nerwami komórki są wydłużone, do 45 μm długości. Stwierdzono tu obecność struktur przypominających nasady włosków. Są zbudowane z 6-8 promieniście ułożonych komórek, które obramowują silnie skutykizowany otwór o średnicy ok. 14 μm . Cała struktura ma ok. 40 μm średnicy. Epidermę dolną (Tab. 21, fig. 2a) budują komórki o nieregularnym kształcie i słabo pofalowanych ścianach, 36-40 μm wielkości. Nad nerwami komórki dolnej epidermy są silnie wydłużone, osiągają długość do 70 μm , przy szerokości w granicach 7-14 μm . Aparaty szparkowe (Tab. 21, fig. 2a), najprawdopodobniej anomocytowe, eliptyczne, 20-23 μm wielkości. Pierścień zewnętrznych listew wokółszparkowych eliptyczny, 9-12 μm długości i 5-6 μm szerokości. Wokół niektórych aparatów szparkowych zaobserwowano promieniście odchodzące bruzdowanie kutykuli. Nad nerwami znaleziono kilkukomórkowe (ok. 4 komórek) włoski, prawdopodobnie o charakterze gruczołowym. Mają one ok. 18 μm szerokości, a ich długość osiąga 45 μm .

Uwagi. Kopalny liść, opisany powyżej, jest pod względem morfologicznym najbardziej podobny do liści opisanych przez Heera (1859) z Oehningen jako *Ficus truncata* Heer. Dokładną charakterystykę tego taksonu oraz porównanie z innymi gatunkami, opisanymi jako „*Ficus*” podaje Bůžek (1971), który znalazł liście „*Ficus*” *truncata* Heer w miocenie Czech. Bůžek (op. cit.) włącza do tego gatunku także innych przedstawicieli rodzaju „*Ficus*”: *Ficus rüminiana* Heer, *F. titanum* Ettingshausen a także liście *Populus mutabilis* Ettingshausen not Heer.

Duże podobieństwo morfologiczne do „*Ficus*” *truncata* Heer wykazuje także liść opisany jako *Phyllites anamirtaceus* Menzel z łąk poznańskich z Koronowa koło Bydgoszczy (Menzel 1910). Stopień podobieństwa *Phyllites anamirtaceus* Menzel i „*Ficus*” *truncata* Heer jest na tyle duży, że można przypuszczać, że są to liście tego samego kopalnego taksonu. Hummel (1983) uważa, że opisany przez nią z dolnego pliocenu Ruszowa *Phyllites* sp. 1 jest bardzo zbliżony do liści *Phyllites anamirtaceus* Menzel. Zdaniem autora rozprawy *Phyllites* sp. 1 z Ruszowa jest zbyt słabo zachowany aby możliwe było jego pewne porównanie zarówno z liśćmi *Phyllites anamirtaceus* Menzel jak i liśćmi z Bełchatowa, a ponadto nie jest znana budowa epidermy *Phyllites* sp. 1 z Ruszowa.

Bůžek (1971) zwraca uwagę na znaczne podobieństwo morfologiczne „*Ficus*” *truncata* Heer do kopalnych liści *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček. Ten ostatni takson różni się od „*Ficus*” *truncata* Heer wzorem nerwacji, szczególnie nerwacją trzeciego rzędu (por. Bůžek 1971). Na podstawie obserwacji autora rozprawy, taksony te różnią się również budową epidermy, choć „*Ficus*” *truncata* Heer z Bełchatowa ma dość podobne do *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček włoski gruczołowe. Ponieważ przy wcześniejszych opisach „*Ficus*” *truncata* Heer nie podawano danych o budowie epidermy tych liści, niemożliwe jest porównanie pod tym względem liścia z Bełchatowa z „*Ficus*” *truncata* Heer z innych stanowisk.

Liść „*Ficus*” *truncata* Heer z Bełchatowa przypomina pod względem morfologii liście współczesnych rodzajów *Tilia* L., *Populus* L. i *Cercis* L. oraz niektórych przedstawicieli rodzaju *Cocculus* DC. (rodzina Menispermaceae) (Z. Kvaček, inf. ustna oraz własne obserwacje). Na podstawie obserwacji autora rozprawy stwierdzono, że pod względem budowy epidermy liść „*Ficus*” *truncata* Heer z Bełchatowa jest dość podobny do liści rodzaju *Tilia*, ponieważ mają one podobne, charakterystyczne włoski gruczołowe. Jednak włoski takie występują też w rodzinie Sterculiaceae (Knobloch & Kvaček 1965). Bruzdowanie kutykuli wokół aparatów szparkowych, jakie niekiedy daje się dostrzec u liścia kopalnego z Bełchatowa, obserwuje się zarówno u liści *Populus* jak i *Tilia*. Od *Populus* różni się zdecydowanie budową aparatów szparkowych (u *Populus* są one paracytowe). „*Ficus*” *truncata* Heer różni się nieznacznie wzorem nerwacji oraz wyraźnie budową epidermy także od liści rodzaju *Cercis* L. oraz *Cocculus* DC. Współcześni

przedstawiciele rodzaju *Ficus* L. z rodziny Moraceae również charakteryzują się inną anatomią i zwykle także inną morfologią liści.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen środkowy - Bełchatów (Stuchlik et al. 1990).

Dicotylophyllum sp. 1

Ryc. 12: 5; Tab. 22, fig. 2

1995. *Dicotylophyllum* sp. 1; Worobiec, s. 245

Materiał. KRAM-P 214: 80

Opis morfologiczny. Zachowany fragment całobrzegiego liścia, 5,0 cm długości i 2,0 cm szerokości. Nasada liścia klinowata, przy samym ogonku zaokrąglona, fragment ogonka ma 0,6 cm długość i 0,2 cm szerokość. Nerwacja liścia brochidodromowa. Nerw główny dość gruby, prosty. Nerwy boczne, zachowane w liczbie 3-4 par, odchodzą przy nasadzie liścia co 0,7 cm pod kątem 40-45°. Nerwacja wyższych rzędów niewidoczna.

Opis anatomiczny. Epiderma dolna (Tab. 22, fig. 2) na obszarach pomiędzy nerwami jest zbudowana z komórek o zmiennym kształcie, niekiedy wydłużonych, mających 36-50 μm . Ściany komórek są pofalowane, szczyty fal są zwykle ostre, często z ziarenkowatymi zgrubieniami ściany na ich szczycie (ang. knobs). Komórki z obszarów leżących nad nerwami różnią się wyraźnie od pozostałych, są zwykle czworoboczne, bardzo wydłużone, 70-120 μm długości i 10-25 μm szerokości. Ściany tych komórek są proste, krótsze ściany są skośne względem dłuższych osi komórek. Aparaty szparkowe typu paracytowego, rzadko anomocytowe, szerokoeliptyczne do okrągłych, 28-36 μm średnicy. Kształt aparatów szparkowych jest mało regularny. W obrębie dolnej epidermy stwierdzono obecność licznych, bezładnie rozrzuconych, silnie skutynizowanych struktur (Tab. 22, fig. 2). Można je interpretować jako ślady uszkodzeń epidermy spowodowane działaniem bezkręgowców (np. owadów). Znaleziono także jednokomórkową nasadę włoska o średnicy ok. 24 μm .

Uwagi. Epiderma kopalnego liścia wykazuje znaczne podobieństwo do *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz, różni się jednak od tego taksonu mieszanym typem aparatów szparkowych (zarówno anomocytowe jak i paracytowe) oraz innymi, drobnymi szczegółami (m.in. sposobem pofalowania ścian epidermy). Pod względem morfologii liści *Dicotylophyllum* sp. 1 oraz *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz z Bełchatowa różnią się zasadniczo. U *Dicotylophyllum* sp. 1 kąt pomiędzy nerwem głównym i nerwami bocznymi zawiera się w granicach 45-60° podczas gdy u *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz wynosi on ok. 90°. *Dicotylophyllum* sp. 1 wykazuje duże podobieństwo do liścia opisanego jako *Dicotylophyllum* sp. 1 z Wackersdorf przez Knoblocha i Kvačka (1976) i łączonego z rodziną Theaceae (szczególnie z rodzajem *Schima* Reinw. ex Blume). *Dicotylophyllum* sp. 1 z Bełchatowa różni się jednak brakiem bruzdowania kutykuli wokół aparatów szparkowych.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Dolny miocen - Bełchatów (Worobiec 1995).

Dicotylophyllum sp. 2

Ryc. 11: 11; Tab. 21, fig. 3

1995. *Dicotylophyllum* sp. 2; Worobiec, s. 245

Materiał. KRAM-P 214: 120/II

Opis morfologiczny. Mały fragment całobrzegiego liścia, o wymiarach 3,2 x 2,1 cm i brochidodromowej nerwacji. Nerw główny średniej grubości, lekko wygięty. Zachowały się cztery pary nerwów bocznych. Odchodzą one od nerwu głównego przeciętnie co 0,9 cm, pod kątem 50-55° w środkowej części liścia i 40° w dolnej części liścia. Nerwy te są wygięte ku wierzchołkowi liścia, tworzą pomiędzy sobą oraz z nerwami pośrednimi zespolenia w postaci pętli. Nerwy trzeciego rzędu tworzą sieć zespożeń wraz z nerwami pośrednimi. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata, o nieregularnych oczkach sieci. Areole niezupełnie wykształcone, wolne zakończenia nerwów rozgałęzione.

Opis anatomiczny. Z opisanego okazu kopalnego liścia nie udało się uzyskać zadowalającego preparatu anatomicznego. Na mało czytelnych fragmentach epidermy (Tab. 21, fig. 3) z nierozpoznanej strony liścia dostrzeżono zarysy kilku aparatów szparkowych o średnicy kilkunastu mikrometrów. Stwierdzono też kilka, prawdopodobnie jednokomórkowych, silnie skutynizowanych, okrągławo-kanciastych nasad włosków. Ich średnica waha się od 12 do 20 μm .

Uwagi. Opisany fragment liścia jest zbyt słabo zachowany, aby możliwe było jego oznaczenie, tym bardziej, że nie udało się uzyskać dobrego preparatu anatomicznego. Wzór unerwienia przypomina nieco nerwację kopalnego liścia opisanego przez Hably i Kvačka (1997) z Gércy jako *Dicotylophyllum* sp. 2 oraz liści rodzaju *Hedera* L.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Dolny miocen - Bełchatów (Worobiec 1995).

Dicotylophyllum sp. 3

Ryc. 12: 1; Tab. 22, fig. 3

Materiał. KRAM-P 217: 248

Opis morfologiczny. Fragment całobrzęgiego liścia o wymiarach 5,2 x 5,0 cm. Nerwacja liścia brochidodromowa. Nerw główny prosty, średniej grubości. Nerwy boczne odchodzą naprzemianlegle od nerwu głównego pod kątem 55-65°, są wygięte ku wierzchołkowi. Przy brzegu liścia łączą się ze sobą zespoleniami w formie pętli. Nerwy trzeciego rzędu pomiędzy nerwami bocznymi biegną przeważnie prostopadle lub skośnie, tworzą z nerwem głównym kąt ok. 135°. Na 1 cm długości nerwu bocznego przypada od 3 do 6 nerwów trzeciego rzędu. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata.

Opis anatomiczny. Komórki epidermy górnej (Tab. 22, fig. 3) są przeważnie czworoboczne, mają przeważnie proste ściany i wielkość do 40 μm . Szczegółów budowy komórkowej dolnej epidermy nie udało się zaobserwować, dostrzeżono tylko jak gdyby ornamentację kutykuli dolnej epidermy w formie bardzo wydłużonych bruzd. Jedyne aparaty szparkowe widoczne w całości ma eliptyczny kształt i wielkość ok. 24 μm . Zewnętrzne listwy wokółszparkowe, silnie dwudzielne i dość grube, tworzą otwór o

szerokowrzecionowatym kształcie, do 28 μm długości i 8-12 μm szerokości. Na dolnej epidermie stwierdzono również silnie skutynizowane, gwiazdkowate nasady włosków. Nasady te mają ok. 10-13 μm średnicy.

Uwagi. Pozycja systematyczna nieznana.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Szczątki liści tego typu nie są znane z trzeciorzędu Polski.

Dicotylophyllum sp. 4

Ryc. 12: 2; Tab. 22, fig. 1, 1a, 1b

Materiał. KRAM-P 217: (190/II, 191 - okazy bliźniacze)

Opis morfologiczny. Fragment całobrzęgiego liścia o długości 6 cm; jego szerokość oceniono na 4 cm. Liść ten miał prawdopodobnie jajowaty kształt, jego nasada jest lekko sercowata. Nerwacja liścia aktynodromowa niepełna, nerw główny jest rozgałęziony u samej nasady na 5 gałęzi, z których dobrze widoczne są trzy, kąt pomiędzy poszczególnymi rozgałęzieniami wynosi 35-40°. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata. Sieć unerwienia brzeżnego najprawdopodobniej pętlikowata.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Komórki epidermy górnej (Tab. 22, fig. 1) są zwykle czworoboczne 20-42 μm wielkości, ściany komórek są przeważnie łukowate lub nieco wygięte, rzadziej proste. Epiderma dolna (Tab. 22, fig. 1a) składa się z komórek o zmiennym kształcie, powyginanych, pofalowanych lub łukowatych ścianach i wielkości 20-30 μm . Aparaty szparkowe (Tab. 22, fig. 1a) anomocytowe, szerokoeliptyczne do okrągłych, od 18 do 22 μm średnicy. Pierścień zewnętrznych listew wokółszparkowych szerokowrzecionowaty lub eliptyczny, 9-13 μm długości i ok. 6-7 μm szerokości. Znalezione także jednokomórkowe nasady włosków (Tab. 22, fig. 1b).

Uwagi. Pozycja systematyczna nieznana.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Szczątki liści tego typu nie są znane z trzeciorzędu Polski.

Dicotylophyllum sp. 5

Ryc. 12: 3; Tab. 22, fig. 5

Materiał. KRAM-P 217: 196/II

Opis morfologiczny. Fragment liścia o wymiarach 6,0 x 4,0 cm. Nasada liścia szeroko klinowata. Na zachowanym małym fragmencie brzegu liścia są widoczne drobne ząbki. Brzegi ząbków są proste, wierzchołki ostre. Nerwacja liścia semikraspedodromowa. Nerw główny prosty, średniej grubości. Zachowane pięć par nerwów bocznych odchodzi mniej więcej naprzeciwległe od nerwu głównego pod kątem ok. 45° w odstępach 0,3-2,0 cm. Nerwy boczne wyginają się ku wierzchołkowi, rozgałęziają i na końcach tworzą między sobą zespolenia w formie pętli. Od pętli odchodzą odgałęzienia do ząbków. Nerwy trzeciego rzędu pomiędzy nerwami bocznymi biegną przeważnie prostopadle lub nieco skośnie, nieraz są rozwidlone, na 1 cm długości nerwu bocznego przypada ok. 4 nerwów trzeciego rzędu. Nerwacja wyższych rzędów typu siateczkowatego, kąty oczek sieci są zbliżone do prostych. Areole mają wielkość 0,10-0,25 mm. Wolne zakończenia nerwów nierozgałęzione, rzadko obecne. Sieć unerwienia brzeżnego pętlikowata.

Opis anatomiczny. Liść prawdopodobnie hypostomatyczny. Aparaty szparkowe szerokoeliptyczne 13-24 μm (przeciętnie 20 μm) średnicy. Otwór zewnętrznych listew wokółszparkowych szerokoeliptyczny, ma 9-18 μm długości i 5-11 μm szerokości. Zaobserwowano bruzdowanie kutykuł obu warstw epidermy.

Uwagi. Nieco podobny wzór nerwacji mają liście współczesnych przedstawicieli rodzajów *Euonymus* L., *Actinidia* Lindley oraz *Clethra* L. Porównanie budowy epidermy okazu kopalnego ze współczesnym materiałem zielnikowym nie rozwiązało problemu przynależności systematycznej *Dicotylophyllum* sp. 5.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Szczątki liści tego typu nie są znane z trzeciorzędu Polski..

Dicotylophyllum sp. 6

Ryc. 11: 14

Materiał. KRAM-P 211: 1

Opis. Fragment prawdopodobnie całobrzegiego liścia o wymiarach 3,8 × 2,8 cm. Nerwacja brochidodromowa. Nerw główny lekko wygięty, średniej grubości. Nerwy boczne odchodzą mniej więcej naprzeciwległe od nerwu głównego pod kątem ok. 60° w odstępach do 0,7 cm. Nerwy boczne wyginają się ku wierzchołkowi, rozgałęziają i na końcach tworzą między sobą zespolenia w formie pętli. Nerwy pośrednie są obecne. Nerwacja trzeciego rzędu mało regularna.

Uwagi. Pozycja systematyczna nieznana.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Szczątki liści tego typu nie są znane z trzeciorzędu Polski.

Liliopsida (= Monocotyledones)

Hydrocharitaceae

Stratiotes L.

Stratiotes kaltennordheimensis (Zenker) Keilhack

Tab. 24, fig. 3

1833. *Folliculites kaltennordheimensis* Zenker; Zenker, s. 177, Tab. 4, fig. A: 3-7

1896. *Stratiotes kaltennordheimensis* (Zenker) Keilhack; Keilhack, s. 987

Materiał. KRAM-P 211: 44, 45 (15 nasion na powierzchni dwóch fragmentów skały)

Opis. Wydłużone i charakterystycznie wygięte nasiona, z jednej strony butelkowato zgrubiałe, w liczbie 15 egzemplarzy na dwóch fragmentach osadu. Długość nasion wynosi 0,8-0,9 cm, a szerokość 0,3-0,4 cm. Testa jest dość gruba i zdrewniała, ma przeciętnie 0,5 mm grubości, na zewnątrz jest pokryta równoległymi bruzdami, składającymi się z wydłużonych, nieregularnych brodawek. Wnętrze testy jest błyszczące i prawie gładkie.

Uwagi. Charakterystyczny pokrój nasion pozwala zaliczyć je do gatunku *Stratiotes kaltennordheimensis* (Zenker) Keilhack, rośliny wodnej spotykanej w trzeciorzędzie Europy od oligocenu do miocenu górnego (por. Zastawniak et al. 1996).

Współcześnie rodzaj *Stratiotes* L. jest monotypowy (por. Holý & Bůžek 1966). *Stratiotes aloides* L. jest rośliną wodną, często rosnącą w starorzeczach. Występuje na obszarze Europy (także w Polsce) i Zachodniej Syberii (Mai & Walther 1978).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Bełchatów (Worobiec 1995); miocen środkowy - Dobrzyń (Kownas 1956), Konin (Raniecka-Bobrowska 1959), Nowy Sącz (Łańcucka-Środoniowa 1980), Rypin (Łańcucka-Środoniowa 1980), Bełchatów (Stuchlik et al. 1990).

Smilacaceae

Smilax L.

Smilax sagittifera Heer sensu Hantke

Ryc. 12: 8; Tab. 22, fig. 4, Tab. 23, fig. 1, 1a

1855. *Smilax sagittifera* Heer; Heer, s. 82, Tab. 30, fig. 7a-b

1954. *Smilax sagittifera* Heer; Hantke, s. 82-84, Tab. 14, fig. 13, Tab. 15, fig. 1-2

1995. *Smilax hastata* (Brongn.) Saporta; Worobiec s. 245

Materiał. KRAM-P 214: 192a i b (2 fragmenty tego samego liścia)

Opis morfologiczny. Fragment całobrzęgiego liścia, 5,0 cm długości i strzałkowatym kształcie. Nasada strzałkowata. Nerwacja liścia kampylodromowa. Nerw główny jest rozgałęziony u nasady liścia na 7 wygiętych łukowato gałęzi. Gałęzie nerwu głównego łączą sieć nerwów wyższego rzędu.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Epiderma górna (Tab. 22, fig. 4) jest zbudowana z komórek o zmiennych wymiarach, przeważnie izodiametrycznych, niekiedy wydłużonych, 36-60 μm . Ściany komórek są pofalowane, silnie skutynizowane i dość grube (2-3 μm). Kutykula górnej epidermy ma drobnoziarnistą ornamentację. Epiderma dolna (Tab. 23, fig. 1) składa się z komórek o zmiennych kształtach, częściowo wydłużonych, 30-60 μm wielkości. Komórki te mają silnie skutynizowane, pofalowane lub powyginane i bardzo grube ściany (2-4 μm). Aparaty szparkowe (Tab. 22, fig. 1a) typu paracytowego, eliptyczno-wrzecionowate, 18-22 μm średnicy. Szczelina utworzona przez

zewewnętrzne listwy wokółszparkowe jest wrzecionowata, ma 13-15 μm długości. Zewnętrzne ściany komórek dolnej epidermy mają wyraźne, niezbyt regularne w kształcie papille (Tab. 23, fig. 1).

Uwagi. Znaleziony jeden okaz liścia tego typu zaliczono do rodzaju *Smilax* L. ze względu na charakterystyczną, kampylodromową nerwację. Nie należy on jednak do gatunku *Smilax hastata* (Brongn.) Saporta, jak podano we wcześniejszej publikacji (Worobiec 1995). Liść ten jest najbardziej zbliżony do gatunku *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke, charakteryzującego się liśćmi o strzałkowatym kształcie. Podobna jest również budowa epidermy (obecność papilli). Według Hantke (1954) *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke ma ziarnistą powierzchnię kutykuli górnej epidermy. Bůžek et al. (1996) znaleźli liście *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke w dolnym miocenie zachodnich Czech. Epiderma dolna tych liści charakteryzuje się występowaniem papilli. Papille nie są obserwowane na powierzchni dolnej epidermy u innego kopalnego gatunku z rodzaju *Smilax* - *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber.

Za współczesnego odpowiednika kopalnego *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke jest uważany *Smilax aspera* L., wieczniezielona liana rosnąca na obszarze od Wysp Kanaryjskich do Indii, w ciepłym, śródziemnomorskim klimacie. Wchodzi ona m.in. w skład śródziemnomorskiej roślinności rosnącej w warunkach stosunkowo wilgotnego klimatu (Podbielkowski 1991).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Bełchatów (Worobiec 1995, jako *Smilax hastata* (Brongn.) Saporta).

Smilax cf. *weberi* Wessel in Wessel et Weber

Ryc. 12: 7, Tab. 23, fig. 2-2a

? 1856. *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber; Wessel & Weber, s. 127, Tab. 21, fig. 1

Materiał. KRAM-P 217: 142

Opis morfologiczny. Fragment jednego, całobrzęgiego liścia o wymiarach 3,0 x 2,5 cm. Nerwacja liścia prawdopodobnie kampylodromowa. Widoczne są fragmenty 3 gałęzi nerwu głównego, łukowato wygięte ku górze. Gałęzie nerwu głównego łączy sieć nerwów drugiego rzędu, biegnących skośnie do nich. Nerwacja wyższych rzędów rozgałęziona, siateczkowata.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Epiderma górna (Tab. 23, fig. 2) składa się z wydłużonych komórek o pofalowanych ścianach, 60-120 μm wielkości. Epidermę dolną (Tab. 23, fig. 2a) tworzą komórki o zmiennych kształtach, pofalowanych ścianach i wielkości 30-60 μm . Ponad nerwami komórki epidermy dolnej są bardzo wydłużone, prostokątne, a ich kutykula jest wyraźnie bruzdowana. Aparaty szparkowe (Tab. 23, fig. 2a) typu paracytowego, o dość regularnym, eliptycznym kształcie. Ich długość wynosi 28-30 μm , a szerokość 16-20 μm . Otwór utworzony przez zewnętrzne listwy wokółszparkowe jest wrzecionowaty, wąski, 20-22 μm długości i ok. 5 μm szerokości.

Uwagi. Opisany fragment liścia zaliczono do rodzaju *Smilax* L. na podstawie wzoru nerwacji oraz cech budowy epidermy i porównano z dwoma kopalnymi gatunkami: *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke i *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber. Pierwszy z nich posiada charakterystyczne papille na powierzchni komórek dolnej epidermy, a komórki leżące nad nerwami nie mają równoległego bruzdowania. Natomiast kutykula komórek leżących nad nerwami u liścia *Smilax* z Bełchatowa posiada równoległe bruzdowanie, podobnie jak to jest u okazów *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber, opisanych z miocenu FASTERHOLT w Danii (Christensen 1975).

Epiderma liścia, opisana z Turowa z materiału cuticulae disperse przez Juchniewicz (1975) jako *Smilax tertiaria* Juchniewicz różni się od epidermy dolnej liści *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber m.in. silniej pofalowanymi ścianami komórek (ang. Ω - undulation). Epiderma dolna *Smilax* sp., podana z Gozdnicy przez Kvačka (w: Dyjor et al. (1992), jest jego zdaniem dość podobna do dolnej epidermy *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber. Zdaniem autora rozprawy, różni się ona jednak zasadniczo obecnością bruzdowania kutykuli na całej powierzchni epidermy (u *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber kutykula jest bruzdowana tylko nad nerwami). Cecha ta zbliża *Smilax* sp. z Gozdnicy do współczesnego gatunku *S. hispida* Muhl. (por. Christensen 1975).

Bůžek (1971) zwraca uwagę na dużą zmienność kształtów liści *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber; w dawniejszych opracowaniach formy morfologiczne tego

taksonu były przeważnie opisywane jako różne gatunki (np. *Smilax grandifolia* (Unger) Heer).

Smilax hispida Muhl. rosnący na terenie południowo-wschodnich stanów USA oraz *Smilax excelsa* L. z obszarów południowo-wschodniej Europy i Azji Mniejszej są, zdaniem Christensena (1975), najbliższe kopalnemu *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber, chociaż żaden z nich nie jest całkiem identyczny. Zdaniem Bůžka (1971) podobny do *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber jest także *S. rotundifolia* L., gatunek o dużej zmienności morfologii liści, rosnący w Ameryce Północnej, zwykle na wilgotnych stanowiskach (Kearney 1901).

Liście kopalne *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber są dość często znajdowane we florach neogenu środkowej i zachodniej Europy (por. Bůžek 1971, Christensen 1975, Knobloch & Kvaček 1976). Takson ten był zapewne lianą, podobnie jak większość współczesnych gatunków z tego rodzaju i rósł w podszyciu wilgotnych lasów.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Miocen dolny - Rozewie (= Rixhoeft), Heer 1869 (jako *Smilax grandifolia* (Unger) Heer); miocen środkowy - Swoszowice (Ilinskaya 1962, jako *Smilax grandifolia* (Unger) Heer).

Smilax cf. *protolancaefolia* Kolakovskii

Ryc. 12: 4; Tab. 23, fig. 3-3a

? 1976. *Smilax protolancaefolia* Kolakovskii; Kolakovskii & Shakryl, s. 105, Tab. 1, fig.

8

Materiał. KRAM-P 217: 254

Opis morfologiczny. Fragment wydłużonego, całobrzegiego liścia, z ostrym wierzchołkiem, 6,0 cm długości i ok. 2,3 cm szerokości. Nerwacja liścia prawdopodobnie kamyliodromowa. Nerw główny jest rozgałęziony na 5 gałęzi (na ryc. 12: 4 widoczne 4) biegnących mniej więcej równolegle. Pomiedzy gałęziami nerwu głównego biegną nieco skośnie, pod kątem ok. 50° gałązki nerwów, są one powyginane i porozgałęziane. Nerwacja wyższych rzędów siateczkowata, oczka sieci są dość duże.

Opis anatomiczny. Liść hypostomatyczny. Epiderma górna (Tab. 23, fig. 3) składa się z dużych komórek (60-80 μm) o pofalowanych ścianach. Kutykula pokrywająca epidermę jest jakby nieco ziarnista. Na górnej epidermie stwierdzono struktur mających ok. 400 μm z otworem o średnicy ok. 160 μm , które można interpretować jako resztki nasad kolców względnie brodawki korkowe (ang. leaf cork-warts, Stace 1965). Epiderma dolna (Tab. 23, fig. 3a) jest zbudowana z wydłużonych komórek, 50-60 μm wielkości o silnie pofalowanych ścianach w kształcie greckiej litery omega (ang. Ω - undulation). Kutykula dolnej epidermy wokół aparatów szparkowych jest wyraźnie bruzdowana. Aparaty szparkowe (Tab. 23, fig. 3a) mają kształt szerokoeliptyczny i 22-28 μm średnicy. Zewnętrzne listwy wokółszparkowe mają kształt wrzecionowaty, 22-26 μm długości i 10-12 μm szerokości.

Uwagi. Opisany szczątek porównywano z liśćmi kopalnego rodzaju *Majantemophyllum* Heer i *Smilax* L. Od liści *Majantemophyllum*, opisany okaz różni się nerwacją. U *Majantemophyllum* gałęzie nerwu głównego biegną w mniej więcej równych odstępach, podczas gdy u omawianego liścia kopalnego gałęzie nerwu głównego zagęszczają się przy brzegu blaszki liścia.

Liść *Smilax* z Bełchatowa wykazuje ogólne podobieństwo do liści kilku kopalnych gatunków z rodzaju *Smilax*: *S. protolancaefolia* Kolakovskii, *S. lingulata* Heer, *S. abscondita* Saporta, *S. philliberti* Saporta oraz *S. linearis* Saporta. Wśród nich stosunkowo najbardziej podobny jest *Smilax protolancaefolia* Kolakovskii, ale gatunek ten nie miał dotychczas badanej epidermy. W dostępnej literaturze nie znaleziono kopalnego gatunku *Smilax* o podobnej epidermie do *Smilax protolancaefolia* Kolakovskii z Bełchatowa.

Z dolnego miocenu Rozewia (= Rixhoeft), Heer (1869) opisał *Smilax lingulata* Heer, o liściach nieco zbliżonych do *Smilax protolancaefolia* Kolakovskii znalezionej w Bełchatowie.

Według Kolakovskiego i Shakryl (1976) najbardziej zbliżone morfologicznie liście do kopalnego gatunku ma współczesny *Smilax lancaefolia* Roxb. rosnący w Chinach i Himalajach.

Występowanie we florach kopalnych Polski. Gatunek dotychczas nie podawany.

Poaceae

Bambusa Schreber

Bambusa lugdunensis Saporta

Ryc. 12: 9-11; Tab. 24, fig. 1-2, 4(C)

1869. *Bambusa lugdunensis* Saporta; Saporta, s. 760

Materiał. KRAM-P 217: 48/II, 53/III, 58, 66/III, 76, 79, 83, 84, 123/IV, 127/II, 134/II, 145/II, 198, 225/II, 239.

Opis. Równowąskie liście zachowane wyłącznie w postaci fragmentów, do 6,0 cm długości i 0,8-2 cm (przeciętnie 1,1 cm) szerokości. Nasada liści jest zaokrąglona, zwięzająca się stopniowo w ogonek. Brzeg liści jest zaopatrzony w bardzo drobne, ostre i wygięte równoległe do brzegu ząbki. Nerwacja liści typu równoległego (paralelodromowego). Środkiem blaszki liści biegnie zwykle dość wyraźny nerw główny. Po każdej ze stron nerwu głównego biegnie w odległości 1,0-1,5 mm od siebie od 4 do 6 (przeciętnie 4) nerwów bocznych. Pomiędzy nerwami bocznymi, co 0,15-0,20 mm biegnie od 5 do 9 (przeciętnie 6-7) nerwów pośrednich. Wszystkie nerwy są połączone anastomozami.

Uwagi. Opisane szczątki liści rośliny jednoliściennej, mają charakterystyczne cechy, które pozwalają je zaliczyć do podrodziny Bambusoidae w rodzinie Poaceae. Liście te przede wszystkim mają zaokrąglone nasady, które przechodzą w ogonek (ryc. 12: 11, tab. 24, fig. 2, 4). Ogonek ten reprezentuje tzw. typ *Bambusa* i występuje w rodzinie Poaceae przede wszystkim w podrodzynie Bambusoidae, u innych traw jest rzadko spotykany (Dahlgren & Clifford 1982). W rodzaju *Phragmites* Adanson, którego liście morfologicznie są dość podobne, liście są siedzące na łodydze i przechodzące od razu w pochwę liściową. Pozostałe cechy takie jak nerwacja liści oraz brzeg uzbrojony w drobne ząbki są typowe dla traw.

Liście bambusa z Bełchatowa są najbardziej zbliżone do opisanego z pliocenu Meximieux przez Saportę (1869) gatunku *Bambusa lugdunensis* Saporta, zilustrowanego przez Saportę i Marion (1876). Mają one podobną wielkość oraz liczbę nerwów bocznych. *Bambusa lugdunensis* Saporta znalazła także Ilinskaya (1968) w osadach pliocenu Zakarpacia. Okazy z Bełchatowa są również podobne do liści opisanych pod tą samą

nazwą przez Grangeon (1958) z miocenu Massif du Coiron we Francji. Liście bambusa z Bełchatowa różnią się natomiast wyraźnie od opisanego przez Shvarevą (1970) z mioceńskiej flory Przedkarpacia innego gatunku, *Bambusa ilinskaye* Shvareva, który ma liczniejsze nerwy boczne (8-10 par z każdej strony nerwu głównego, a pomiędzy każdym z nich biegnie 6-10 nerwów pośrednich) oraz szersze liście (do 5,5 cm). Inny rodzaj kopalnego bambusa, *Sasa kodorica* Kolakovskii, został opisany z plioceńskiej flory Kodor w Abchazji przez Kolakovskiego (1964). Różni się on wyraźnie od *Bambusa lugdunensis* Saporta dwukrotnie szerszymi liśćmi (do 3,5 cm), którą to cechę Kolakovskii (op. cit.) uważa za charakterystyczną dla przedstawicieli rodzajów *Sasa* Mak. et Shibata i *Pseudosasa* Mak. Z tego powodu nowa kombinacja *Sasa lugduensis* (Saporta) Givulescu, utworzona przez Givulescu (1984) dla liści gatunku *Bambusa lugdunensis* Saporta, które są stosunkowo wąskie, wydaje się niesłuszna. Liście bambusa z Bełchatowa są natomiast bardzo podobne liści do opisanych przez Ozaki (1980) z górnomioceńskiej flory Tatsumigote (Honsiu, Japonia) określonych jako *Bambusium* sp. B. Liście te mają podobną wielkość oraz wzór nerwacji jak *Bambusa lugdunensis* Saporta.

Liście *Bambusa lugdunensis* Saporta są znane głównie z pliocenu południowej Francji (Saporta 1869, Saporta & Marion 1876, Laurent 1904-1905, Grangeon 1958, Boulay 1892), środkowego miocenu Austrii (Berger & Zaubusch 1953) oraz z neogenu Zakarpacia (Ilinskaya 1968).

Heer (1969) z miocenu dolnego Rozewia (= Rixhoeft) opisał kopalne liście *Poacites mengeanus* Heer, morfologicznie nieco przypominające *Bambusa lugdunensis* Saporta, które porównuje do współczesnych rodzajów *Uniola* L., *Panicum* L., *Bambusa* Schreber i *Arundinaria* Michx.

Zdaniem Laurenta (1904-05) *Bambusa lugdunensis* Saporta jest bliski współczesnym gatunkom bambusów z rodzajów *Phyllostachys* Sieb. et Zucc. i *Arundinaria* Michx. szczególnie gatunkowi *Arundinaria japonica* Sieb. Grangeon (1958) łączy *Bambusa lugdunensis* Saporta z liśćmi rodzajów *Bambusa* i *Arundinaria*. Także zdaniem autora niniejszej rozprawy, rodzaj *Arundinaria* jest bliski kopalnemu *Bambusa lugdunensis* Saporta. Należy zauważyć, że dwa północnoamerykańskie gatunki z rodzaju *Arundinaria* - *A. gigantea* (Walter) Muhlenberg (= *A. macrosperma* Michx.) oraz *A. tecta* (Walter) Muhlenberg występują na siedliskach wilgotnych. *Arundinaria gigantea* (Walter) Muhlenberg jest składnikiem roślinności bagiennej z południowo-wschodnich obszarów

USA, natomiast *A. tecta* (Walter) Muhlenberg wchodzi w skład zbiorowisk wilgotnych lasów, często nad brzegami rzek na tym samym obszarze (Kearney 1901). Na terenach bagiennych *A. gigantea* (Walter) Muhlenberg jest niekiedy dominującym gatunkiem wśród roślinności przypominającej trzcinowiska (Kearney op. cit.).

Występowanie we florach kopalnych Polski. Gatunek dotychczas nie podawany.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁU

Wszystkie zbadane i opisane flory kopalne KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217 składają się przede wszystkim ze szczątków liści. Zbadano 503 okazy (fragmenty skał z 1 lub kilkoma szczątkami kopalnych roślin oraz preparaty izolowanych liści).

Flora KRAM-P 211 i 214 liczy 241 okazów z 253 szczątkami taksonów (Tabela 2). Wyróżniono w niej szczątki grzybów z rodziny Microthyriaceae, 4 okazy z rodziny Osmundaceae (podgromada Pterophytina), 13 okazów z rodzin Pinaceae, Taxodiaceae i Cupressaceae (podgromada Pinophytina), 236 okazów zaliczono do podgromady Magnoliophytina (= Angiospermae = okrytozalążkowe), z tego większość okazów do klasy Magnoliopsida (= Dicotyledones = dwuliścienne). Jednoliścienne (Monocotyledones, klasa Liliopsida) reprezentuje 16 okazów z rodzin Liliaceae i Hydrocharitaceae.

We florze KRAM-P 214 stwierdzono przedstawicieli roślin dwuliściennych z rodzin Aceraceae, Betulaceae, Fagaceae, Juglandaceae, Lauraceae, Myricaceae, Nyssaceae, Smilacaceae i Ulmaceae. Część słabo lub niekompletnie zachowanych szczątków zaliczono tylko do rodzaju (*Acer*, *Liquidambar*, *Populus*, *Quercus* i *Ulmus*), kilka okazów liści roślin dwuliściennych o niejasnej przynależności systematycznej zaliczono do grupy Dicotyledonae incertae sedis (rodzaje *Symplociphyllum* i *Dicotylophyllum*). Rośliny jednoliścienne są reprezentowane przez liście *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke oraz owoce *Stratiotes kaltennordheimensis* (Zenker) Keilhack. We florze KRAM-P 211 i 214, która jest stosunkowo mało taksonomicznie zróżnicowana, dominują szczątki liści z rodziny Fagaceae (ponad 49 % wszystkich okazów). Wśród nich najliczniejsze są liście „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček, licznie towarzyszą im przedstawiciele rodziny Aceraceae, Lauraceae oraz rośliny iglaste.

Flora KRAM-P 217 liczy 262 okazy z 357 szczątkami taksonów (Tabela 3). Grzyby reprezentują workowce z rodziny Microthyriaceae, 66 okazów zaliczono do rodziny Pinaceae oraz Taxodiaceae (podgromada Pinophytina). 285 okazów reprezentuje podgromadę Magnoliophytina (= Angiospermae = okrytozalążkowe). Większość szczątków okrytozalążkowych należy do roślin dwuliściennych (Dicotyledones, klasa Magnoliopsida, 268 okazów) a tylko 17 okazów do roślin jednoliściennych (Monocotyledones, klasa Liliopsida). Flora KRAM-P 217, podobnie jak wyżej opisana jest słabo zróżnicowana taksonomicznie, liczy 20 gatunków i 18 rodzajów. Wśród roślin

iglastych (Coniferopsida) wyróżniono dwa rodzaje (*Pinus* i *Sequoia*). Do roślin dwuliściennych należą przedstawiciele rodzin Aceraceae, Betulaceae, Cyrillaceae, Ebenaceae, Ericaceae, Fagaceae, Hippocastanaceae, Juglandaceae, Loranthaceae, Myricaceae i Malvaceae sensu lato. Rośliny jednoliścienne są reprezentowane przez rodziny Smilacaceae (*Smilax*) i Poaceae (*Bambusa*). Bliżej nie oznaczone liście roślin dwuliściennych opisano jako *Dicotylophyllum*.

Z próby iltu ze stanowiska KRAM-P 217 wyszlamowano nieliczne makroszczałki karpologiczne. Wśród nich wyróżniono 4 rodzaje roślin iglastych oraz 9 okrytozalążkowych (Tabela 4).

We florze KRAM-P 217 dominują szczątki rodziny Betulaceae (174 okazy), wśród których najpospolitsze są liście *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska. Drugie miejsce pod względem liczebności okazów ma *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch, następnie *Diospyros anceps* Heer, *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček, *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato oraz *Bambusa lugdunensis* Saporta. Wszystkie pozostałe szczątki są spotykane w liczbie mniejszej niż 10 okazów, wiele z nich pojedynczo (*Aesculus*, *Pterocarya*, *Smilax*).

Wyróżniono 8 taksonów nowych dla trzeciorzędowych flor kopalnych Polski. Są to *Acer integrilobum* O.Weber, *Aesculus* cf. *hippocastanoides* Ilinskaya, *Bambusa lugdunensis* Saporta, „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček, *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland, *Kalmia* cf. *saxonica* Litke, *Smilax* cf. *protolancaefolia* Kolakovskii, *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke. Po raz pierwszy z utworów trzeciorzędu Polski opisano i zilustrowano epidermę listków paproci *Osmunda pardschlugiana* (Unger) Andreánszky.

Dla trzeciorzędowej flory z Bełchatowa nowymi są taksony *Acer integrilobum* O.Weber, *Acer tricuspdatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek, *Aesculus* cf. *hippocastanoides* Ilinskaya, *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček, *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý, *Bambusa lugdunensis* Saporta, „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček, *Daphnogene polymorpha* (Al. Braun) Ettingshausen, *Diospyros anceps* Heer, *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper, *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček, *Smilax* cf. *protolancaefolia* Kolakovskii, *Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke, *Symplociphyllum*

breddini (Weyland) Juchniewicz, *Smilax* cf. *weberi* Wessel in Wessel et Weber oraz *Viscophyllum pliocenicum* (Engelhardt) Mädler.

UWAGI O PROBLEMACH REKONSTRUKCJI KOPALNYCH ZBIOROWISK ROŚLINNYCH

Formowanie się zespołu kopalnych szczątków roślin przebiega w kilku etapach (Jain 1983). Fragmenty roślin (liście, owoce, nasiona, łodygi, drewno, ziarna pyłku), które dostają się do zbiornika wodnego, w którym odbywa się sedymentacja osadów klastycznych, opadają na dno tworząc tanatocenozę czyli zespół obumarłych szczątków. Po przykryciu ich przez osad z tego nagromadzenia roślin powstaje zespół pogrzebienia czyli tafocenoza. W końcu, w wyniku procesów geologicznych (głównie diagenety), z tafocenozy formuje się oriktocenoza czyli zespół kopalnych szczątków roślin. Na każdym z wymienionych etapów część szczątków ulega zniszczeniu np. tanatocenoza powstaje wybiórczo, tworzą ją najodporniejsze na zniszczenie szczątki roślin. Ostatecznie oriktocenoza jest zwykle bardzo ubożona w stosunku do flory wyjściowej. Co więcej, wzajemne proporcje liczby okazów wśród zachowanych szczątków na ogół nie odzwierciedlają rzeczywistej proporcji poszczególnych taksonów w ówczesnych zbiorowiskach roślinnych. Na formowanie oriktocenozy ma wpływ także odległość roślin macierzystych od miejsca sedymentacji, paleogeografia terenu, sposób transportu materiału roślinnego do miejsca sedymentacji, charakter środowiska sedymentacji, wreszcie charakter osadu oraz właściwości fizyczne i chemiczne wód zbiornika.

Problemem formowania się oriktocenoz roślinnych oraz wnioskowania na ich podstawie zajmowało się wielu badaczy flor kopalnych (m.in. Roth & Dilcher 1978, Ferguson 1985, Gastaldo et al. 1989, Gastaldo 1992, Van der Burgh 1994). Ostatnio zagadnienie to omówiła obszernie Krajewska (1998). Burnham (za: Gastaldo 1992) wykazał na podstawie badań szczątków roślin z osadów Rio San Pedro w Meksyku, że subfosylne szczątki liści reprezentowały tam od 13 do 51% lokalnych gatunków roślin. Podobne wyniki uzyskali Roth i Dilcher (1978) dla subfosylnych liści z osadów jeziora koło Bloomington w Indianie (mniej niż 50% lokalnej flory). Gastaldo (1992) ocenia, że prawdopodobieństwo zachowania się rośliny w stanie kopalnym zawiera się w granicach od 1:2 do 1:10.

Największe prawdopodobieństwo znalezienia się w zbiorniku, w którym gromadzą się osady z florą, mają liście drzew o szerokich koronach, rosnące najbliżej brzegu. Liście tych gatunków są w oriktocenozach najliczniejsze (Hummel 1983, Roth & Dilcher 1978, Ferguson 1985, Van der Burgh 1994). Liście niskich drzew, a szczególnie liście krzewów (piętro podszycia) mają o wiele mniejszą szansę na dostanie się do zbiornika wodnego, dlatego procentowy udział tych taksonów w oriktocenozie może być znacznie zaniżony w stosunku do ich rzeczywistego udziału w pierwotnej roślinności (Ferguson 1985, Van der Burgh 1994). Pojedyncze okazy taksonów liściowych mogą pochodzić z większych odległości i nie mogą świadczyć o ilościowej reprezentacji takiego gatunku w pierwotnej roślinności (por. Hummel 1983).

Istotnym czynnikiem dostarczającym liście do zbiornika sedymentacyjnego są ruchy powietrza. Odległość, na jaką wiatr przenosi liście, zwykle nie jest większa niż wysokość drzewa (Ferguson 1985), rzadko tylko, np. podczas silnych wiatrów liście mogą być przenoszone dalej.

Innym czynnikiem, który może wpływać na transport liści są wody rzeki i strumieni (Ferguson 1985). Także wody opadowe mogą sfluviować szczątki roślin do zbiornika wodnego, szczególnie jeżeli ma on mocno nachylone brzegi (por. Wilde & Frankenhauser 1998). W przypadku starorzecza położonego na równi zalewowej rzeki, jak to miało miejsce na stanowisku z florą KRAM-P 217 (por. str. 12) liście mogły być także nanoszone przez powodziowe wody wezbranej rzeki. W czasie transportu liście są niszczone, szybkość destrukcji zależy jednak od charakteru liścia. Delikatne liście, np. *Alnus* ulegają dość szybkiemu zniszczeniu (Ferguson 1985), podczas gdy skórzaste liście, np. przedstawiciele rodziny Lauraceae, znoszą transport z bardziej oddalonych miejsc (por. Berger 1998).

Szczałki liści znajdujące w oriktocenozach mogą być pochodzenia miejscowego (autochtonicznego) lub allochtonicznego czyli naniesione z innych, bardziej odległych miejsc. Według Van der Burgha i Zettera (1998) jeżeli szczątki kopalne w jakimś stanowisku reprezentują kilka różnych zbiorowisk roślinnych - wskazuje to na bardziej allochtoniczny charakter flory kopalnej. Natomiast obecność różnych fragmentów tej samej rośliny (liście, owoce i nasiona, drewno) o różnej zdolności pływania wskazuje raczej na ich lokalne (autochtoniczne) pochodzenie (por. Ferguson 1985, Ferguson et al. 1998). O pochodzeniu flory kopalnej można także wnioskować na podstawie stanu zachowania liści.

Przewaga liści silnie zniszczonych i niekompletnych wskazuje na dalszy transport ale także może być rezultatem wolnego tempa sedymentacji osadu i powolnego przykrywania liści. O auto lub allochtonicznej genezie flory kopalnej świadczy także uziarnienie skał, w których je znaleziono. Flora z osadów drobnoziarnistych (iły), których sedymentacja zachodzi w warunkach stagnacji wody lub przy bardzo wolnym jej przepływie, ma bardziej autochtoniczny charakter niż flora z osadów o grubszym ziarnie (mułowców i piaszczystych mułowców, względnie piasków), które osadzają się przy silniejszym prądzie wody (por. Van der Burgh & Zetter 1998).

Wreszcie na charakter oriktocenozy liściowej ma wpływ otoczenie środowiska sedymentacji osadów floronośnych. Flory liściowe powstające w osadach jezior kraterowych (por. tzw. volcanic floras) mają przeważnie charakter mezofilny i autochtoniczny (por. Kvaček & Walther 1998, Hably & Kvaček 1998). Niski poziom wody gruntowej w wyniesionym wale krateru sprzyja rozwojowi mezofilnej roślinności leśnej. Taksony roślin bagienych w takich florach są rzadkie. Flory gromadzące się w starorzeczach mają charakter przeważnie bagienno-łęgowy i są pochodzenia parautochtonicznego tzn. oprócz roślinności wodnej starorzecza w ich skład wchodzi szczątki z jego najbliższego otoczenia (Gastaldo et al. 1996). Flory te charakteryzują się dość ubogim składem florystycznym. Zdaniem Gastaldo et al. (1996) w osadach kopalnych starorzeczy spotyka się głównie szczątki roślin wodnych, pasa szuwarów, przybrzeżnej roślinności tolerującej zalewanie (bagiennej i łęgowej) oraz, znacznie rzadziej, także bardziej mezofilnej (np. liście *Fagus*). Liście takich mezofilnych taksonów mogą pochodzić z dalekiego transportu, bądź ich obecność może być uwarunkowana paleogeografią terenu tj. obecnością lokalnie wyniesionych i przez to suchszych skrawków terenu (np. resztek wałów przykorytowych rzeki, teras rzecznych) w pobliżu zbiornika sedymentacji (por. Gastaldo et al. 1989). Na charakter flory liściowej ma wpływ także położenie miejsca depozycji osadu z florą w obrębie równi zalewowej rzeki, co wykazał Berger (1990) dla flor kopalnych z molasowych osadów oligomiocenu zachodniej Szwajcarii.

Bardziej szczegółowy obraz odtwarzanej szaty roślinnej można uzyskać z analizy kopalnej flory owocowo-nasiennej, a jeszcze dokładniejszy obraz na podstawie badań palinologicznych kopalnego pyłku roślin, który do miejsca sedymentacji może być przenoszony z dużych odległości (Van der Burgh 1994, Ferguson et al. 1998).

CHARAKTERYSTYKA ZBIOROWISK ROŚLINNYCH W ORIKTOCENOZACH KRAM-P 211 I 214
ORAZ KRAM-P 217

We florze kopalnej KRAM-P 211 i 214 stwierdzono obecność dwóch typów roślinności. Pierwszą grupę stanowiła roślinność azonalna, reprezentowana przez las bagienny oraz las łągowy, które bezpośrednio otaczały zbiornik wodny, prawdopodobnie rozległe jezioro o zabagnionych brzegach (por. str. 11). Roślinność zonalną reprezentują taksony mezofilnego lasu, który zapewne porastał pobliskie wzniesienia terenu.

Drzewostan lasu bagiennego tworzyły drzewa iglaste *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger, *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer, oraz liściaste *Acer tricuspidatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek, *Nyssa ornithobroma* Unger, *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček. W podszyciu rosły krzewy o zimotrwałych liściach (*Daphnogene polymorpha* (Al.Braun) Ettingshausen i *Myrica lignitum* (Unger) Saporta) oraz paprocie (*Osmunda pardschlugiana* (Unger) Andreánszky), obecne były także liany (*Smilax sagittifera* Heer sensu Hantke). Las ten rósł w miejscach zabagnionych, zalanych wodą przez większą część roku. Obecność liści *Myrica lignitum* (Unger) Saporta wskazuje, że miejscami mógł on mieć charakter torfowiskowy. Mogła tam odbywać się akumulacja torfu drzewnego, który później utworzył pokłady węgla. Zapewne w lesie bagiennym rosła również sosna (*Pinus*), na co wskazuje obecność jej igieł i szyszek.

Nieco suchsze miejsca, zalewane tylko okresowo, na glebach mineralnych, porastały lasy o charakterze łągowym z *Acer integrilobum* O.Weber, *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý, *Carya serrifolia* (Goeppert) Kräusel, *Liquidambar* sp., *Populus* sp., oraz *Ulmus* sp.

Na powierzchni jeziora unosiły się kępy osoki (*Stratiotes kaltennordheimensis* (Zenker) Keilhack).

„*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček, gatunek dominujący pod względem liczby okazów w omawianej florze kopalnej, mógł rosnąć w lesie łągowym, bądź być składnikiem mezofilnej roślinności leśnej. O typie lasów, w których rósł ten kopalny gatunek można wnosić na podstawie badań kopalnych flor pliocenu Węgier (Pula i Gerce), gdzie rósł on wśród roślinności leśnej otaczającej jezioro w kraterze wygasłego wulkanu (Hably & Kvaček 1997). Roślinność ta miała przede wszystkim charakter mezofilny, w mniejszym stopniu występowały gatunki łągowe. W

lasach mezofilnych mógł też rosnąć *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper oraz *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček.

Powyższy obraz lokalnej roślinności, odtworzony z analizy flory liściowej można uzupełnić i poszerzyć o dane uzyskane na podstawie badań palinologicznych osadów z florą KRAM-P 211 i 214. Warstwa iłu z florą odpowiada stropowej części profilu palinologicznego IXc (próby 135-140), opracowanego przez Stuchlika (Stuchlik et al. 1990). Jest to tzw. poziom *Pinus-Quercetum mixtum*. W spektrum pyłkowym maksimum osiągają *Pinus t. sylvestris* (54%), *Pinus t. haploxylon* (24%) oraz pozostałe drzewa szpilkowe z grupy *bisaccata* (*Picea*, *Abies*, razem 13%). Również niektóre drzewa okrytozalążkowe jak *Betula*, *Ulmus*, *Carya*, *Pasania* i *Quercus* osiągają tu swe maksimum. Zdaniem Stuchlika (op. cit.) panowały wtedy lasy szpilkowe z domieszką liściastych oraz mieszane lasy dębowo-sosnowe, w których dużą rolę odgrywały *Betula*, *Carya* i *Ulmus* a w podszyciu - głównie *Caprifoliaceae* i *Ilex*. Niewielkie, zabagnione tereny zajmowały ubogie lasy bagienne z *Taxodium* oraz małym udziałem *Nyssa* i *Alnus*. Zdaniem autora niniejszej rozprawy, w profilu palinologicznym zaznacza się także występowanie niewielkich powierzchni lasów łęgowych, na co wskazuje obecność pyłku *Liquidambar* i *Pterocarya* (por. Stuchlik et al. 1990).

Nieco inny charakter ma flora ze stanowiska KRAM-P 217. W tej florzę wyróżniono następujące zbiorowiska roślinne: las bagienny, miejscami przechodzący w torfowisko krzewiaste oraz las łęgowy. Liście taksonów mezofilnych reprezentujących roślinność zonalną, znaleziono w bardzo małej liczbie (Tabela 3). Są to gatunki *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak oraz *Aesculus cf. hippocastanoides* Ilinskaya. Ich liście mogą pochodzić z dalekiego transportu.

W drzewostanie lasu bagiennego dominowały gatunki: *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček, *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska, *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček oraz *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch. W jego podszyciu, na brzegu zbiornika wodnego rosły krzewy *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland, *Kalmia cf. saxonica* Litke i *Myrica lignitum* (Unger) Saporta sensu lato. W drzewostanie występowała też sosna (*Pinus*). Wśród drzew i krzewów rosły pnącza np. z rodzaju *Smilax*. Na gałęziach drzew pasożytowała jemiola (*Viscophyllum*). Obecność rodzajów *Cyrilla* i *Kalmia*, jest charakterystyczna dla torfowisk krzewiastych (Teichmüller 1958) i wskazuje, że miejscami gleby były dość kwaśne, a las bagienny zastępowało

torfowisko. Dominacja trzech rodzajów drzew (*Alnus*, *Byttneriophyllum*, *Sequoia*) w drzewostanie otaczającym miejsce sedymentacji jest szczególnie dobrze udokumentowana analizą warstwy uwęglonej ściółki liściowej, która przykrywa ił z florą. Warstwa ta składa się z liści *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček, *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska, *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček oraz gałązek *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch. Obfite nagromadzenie tych szczątków (warstwa ściółki o grubości ok. 30 cm składa się z tysięcy liści) wskazuje na ich autochtoniczne pochodzenie.

W miejscach okresowo zalewanych o obojętnym odczynie gleby rósł las łągowy, na co wskazuje obecność takich gatunków jak *Diospyros anceps* Heer oraz *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya.

Brzeg zbiornika wodnego porastały szuwary, w których istotną rolę odgrywał bambus (*Bambusa lugdunensis* Saporta).

We florze KRAM-P 217 oznaczono ponadto niezbyt liczne szczątki karpologiczne⁴ (Tabela 4). Występowanie rodzajów *Alnus*, *Cephalantus*, *Menyanthes*, *Myrica*, *Sequoia* potwierdza obecność roślinności bagiennej, *Actinidia*, *Betula*, *Rubus* - zbiorowisk łągowych. Szczątki kopalne z rodzajów *Abies* vel *Keteleeria* oraz *Thuja* mogą pochodzić z mezofilnych lasów jak również nasienie, które prawdopodobie należy do rodzaju *Fagus*.

Wyniki badań makroszczątków zostały potwierdzone oraz znacznie poszerzone, zwłaszcza o dane dotyczące składu lasów mezofilnych, rezultatami analizy palinologicznej⁵ (Tabela 5). W spektrum pyłkowym dominują ziarna pyłku i zarodniki taksonów roślin bagiennych (*Alnus*, Polypodiaceae sensu lato, *Sequoia*, Taxodiaceae/Cupressaceae, razem ok. 40%). Znaczący jest udział roślinności mezofilnej (*Abies*, *Carpinus*, Cornaceae/Araliaceae, *Fagus*, Oleaceae, *Picea*, *Quercus*, *Tsuga*, *Ulmus/Zelkova*). Stosunkowo nielicznie są reprezentowane taksony charakterystyczne dla lasów łągowych (*Carya*, *Juglans*, *Liquidambar* i *Pterocarya*). Najpospolitsza wśród nich jest *Carya* (1,5%).

W obrębie zbiorowisk leśnych analiza palinologiczna potwierdziła obecność dobrze rozwiniętej warstwy krzewów. W jej skład wchodziłi przedstawiciele rodzin Aquifoliaceae, Araliaceae, Caprifoliaceae, Cyrillaceae/Clethraceae, Ericaceae, Leguminosae, Rosaceae. Analiza pyłkowa wykazała także obecność roślin wodnych o

⁴ det. mgr Maria Lesiak

⁵ det. mgr Elżbieta Worobiec

pływających liściach (Nymphaeaceae) oraz wzbogaciła obraz roślinności szuwarowej na brzegach zbiornika wodnego o nowe taksony (?*Butomus*, Cyperaceae).

WYRÓŻNIONE ZBIOROWISKA ROŚLINNE W KLASYFIKACJI MAI'A (1995)

Azonalną roślinność terenów wilgotnych, której szczątki opisano ze stanowisk KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217, można zaliczyć do trzech typów zbiorowisk roślinnych scharakteryzowanych przez Mai'a (1995) w trzeciorzędzie Europy: lasu bagiennego, lasu łęgowego oraz zbiorowiska z krzewiastą roślinnością torfowiskową.

Według Mai'a (op. cit.) Lasy bagienne charakteryzowały się dominacją drzew *Taxodium* oraz *Glyptostrobus* wraz z *Alnus* i/lub *Nyssa* (ponad 40% udziału). Towarzyszyły im gatunki z rodzajów *Acer*, *Betula*, *Byttneriophyllum*, *Cephalanthus*, *Cornus*, *Cyrilla*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Myrica*, *Quercus*, *Populus*, *Magnolia*, *Salix* oraz *Sassafras*. W lasach tych rosły liczne liany (np. *Smilax*), wśród roślinności zielnej masowo paprotniki (*Osmunda*, *Pronephrium*, *Pteridium*, *Woodwardia*) ziemnowodne gatunki z rodzin Lythraceae, Onagraceae, Urticaceae oraz rośliny jednoliścienne (Alismataceae, Cyperaceae, Poaceae, Zingiberaceae). W lesie tym zaznaczał się także, szczególnie w cieplejszych okresach, udział roślinności laurolistnej (np. *Daphnogene*). Lasy tego typu rosły na obszarze Europy od paleocenu po pliocen.

Drugi typ zbiorowisk, lasy łęgowe, charakteryzował mało urozmaicony drzewostan z rodzajami *Acer*, *Alnus*, *Celtis*, *Cyclocarya*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Platanus*, *Populus*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Salix*, *Sassafras*, *Ulmus*, oraz *Glyptostrobus* i *Taxodium*. W warstwie krzewów rosły *Caephalantus*, *Forestiera*, *Itea*, *Nerium*, *Paliurus*, *Rubus*, *Sambucus*, *Staphylea*, *Swida*. Dużo było lian (*Actinidia*, *Berchemia*, *Menispermum*, *Parthenocissus*, *Smilax*, *Toddalia*, *Vitis*). Wśród roślin zielnych występowały przedstawiciele rodzin Cyperaceae, Zingiberaceae, rodzaje *Cleome*, *Decodon*, skrzypy i paprocie (*Osmunda*). Skład lasów łęgowych zmieniał się w zależności od ich położenia na równi zalewowej rzeki. Lasy te między sobą różniły się także udziałem roślin wiecznie zielonych, bardziej ciepłolubnych, które rosły głównie w podsyciu. W Europie występowały od środkowego paleocenu do najstarszego pleistocenu.

Trzecim typem roślinności było zbiorowisko krzewiastej roślinności torfowiskowej, które występowało głównie na węglotwórczych torfowiskach ale także na piaszczystych

brzegach rzek. Mało urozmaiconą roślinność tych zbiorowisk tworzyły krzewy z rodzajów *Clethra*, *Cyrilla*, *Ilex*, *Ilicium*, *Eurya*, *Leitneria*, *Magnolia*, *Myrica*, *Quercus*, *Symplocos*, liany *Calamus*, *Dioscorea*, *Smilax* oraz paprocie *Abacopteris*, *Lygodium* i *Osmunda*. Ten typ roślinności jest znany w Europie od eocenu po pliocen.

Szczałki roślinności zonalnej należą do zbiorowisk mezofilnych lasów mieszanych (ang. Mixed Mesophytic Forest). Mezofilne lasy Bełchatowa odpowiadają dwóm typom lasów w klasyfikacji Mai'a (1995).

Mezofilne lasy mieszane dolnego miocenu (flora KRAM-P 211 i 214) typu „Warmgemäßigte Regenwälder” charakteryzowały się bardzo urozmaiconym drzewostanem, w skład którego wchodziły bardzo liczne rodzaje drzew liściastych (np. *Engelhardtia*, *Ficus*, *Magnolia*, *Meliosma*, *Quercus*, *Symplocos*) oraz iglastych (np. *Cathaya*, *Keteleeria*, *Tetraclinis*). Duży udział w nich miały gatunki wiecznie zielone (np. Lauraceae). Lasy tego typu występowały w Europie od paleocenu aż po górny miocen.

Mezofilne lasy mieszane górnego miocenu (KRAM-P 217) reprezentują typ *Fagus-Quercus-Carpinus* („Eichen-Hainbuchen-Kastanien Mischwälder”). Był on mało urozmaiconym zbiorowiskiem złożonym głównie z drzew liściastych *Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Carya*, *Fagus*, *Parrotia*, *Quercus*, *Ulmus* oraz iglastych *Abies*, *Keteleeria*, *Picea*, *Tsuga*. W podszyciu lasu rosło wiele wiecznie zielonych krzewów (np. *Daphne*, *Buxus*, *Eurya*, *Ilex*, *Laurocerasus*, *Rhododendron*), były też liany z rodzin Actinidiaceae, Rhamnaceae oraz Vitaceae. Lasy te rosły na obszarze Europy od górnego oligocenu po najstarszy pleistocen, szczególnie częste były w pliocenie.

ANALIZA FITOGEOGRAFICZNA KOPALNYCH FLOR KRAM-P 211 I 214 ORAZ KRAM-P 217

W obu opisanych florach kopalnych występują rodzaje roślin charakterystyczne dla współczesnej roślinności północnej półkuli z obszarów o klimacie umiarkowanie ciepłym względnie podzwrotnikowym (por. Tabela 6). Przeważają rodzaje reprezentujące element umiarkowanie ciepły, należący do geoflory arktyczno-trzeciorzędowej. We florze KRAM-P 211 i 214 są to rodzaje *Acer*, *Alnus*, *Carya*, *Castanea*, *Glyptostrobus*, *Liquidambar*, *Myrica*, *Nyssa*, *Osmunda*, *Pinus*, *Populus*, *Quercus*, *Stratiotes*, *Taxodium*, *Ulmus*, natomiast we florze KRAM-P 217 *Acer*, *Aesculus*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Kalmia*, *Myrica*, *Pinus*, *Pterocarya*, *Sequoia*, *Viscophyllum*. W obu florach występują także bardziej

ciepłolubne rodzaje, składniki geoflory paleotropikalnej. Współczesne odpowiedniki kopalnych taksonów z tej grupy są związane z obszarami o ciepłym i wilgotnym klimacie; często są to rośliny wiecznie zielone. We florze KRAM-P 211 i 214 element paleotropikalny reprezentują przedstawiciele rodziny Lauraceae (*Daphnogene*, *Laurophyllum*) oraz *Smilax*, *Symplociphyllum* i *Tetraclinis*. We florze KRAM-P 217 są to rodzaje *Bambusa*, *Byttneriophyllum*, *Cyrilla*, *Diospyros* i *Smilax*.

Analizując współczesne zasięgi rodzajów reprezentowanych we florze kopalnej Bełchatowa, można stwierdzić, że zasięg panholarktyczny mają rodzaje *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Pinus*, *Populus*, *Quercus*, *Ulmus*.

Rodzaje *Cyrilla*, *Diospyros*, *Smilax* oraz *Viscum* mają szeroki zasięg obejmujący obszary o cieplejszym klimacie. Szerokim zasięgiem charakteryzuje się także rodzaj *Myrica*, którego przedstawiciele występują na wszystkich kontynentach poza Australią.

Zasięg dysjunktywny wykazują rodzaje *Carya*, *Nyssa* (Azja Wschodnia, Ameryka Północna), *Liquidambar* (Azja Wschodnia, Azja Mniejsza, Ameryka Północna), *Aesculus*, *Castanea*, *Fagus* (Azja Wschodnia i Mniejsza, Europa, Ameryka Północna), *Pterocarya* (Azja Wschodnia, Azja Mniejsza).

Na terenie Ameryki Północnej i Środkowej współcześnie występują rodzaje *Kalmia*, *Taxodium* i *Sequoia*. *Tetraclinis* spotykany jest tylko w zachodniej części basenu Morza Śródziemnego. Współczesny *Glyptostrobus* ma reliktowy zasięg ograniczony do niewielkiego obszaru południowo-wschodnich Chin oraz Wietnamu.

WSPÓŁCZESNE ZBIOROWISKA ROŚLINNE ODPOWIADAJĄCE ZBIOROWISKOM KOPALNYM STANOWISK KRAM-P 211 I 214 ORAZ KRAM-P 217 Z BEŁCHATOWA

Zbiorowiska roślinne, odpowiadające zespołom florystycznym obu zbadanych stanowisk z Bełchatowa są dziś znane z Azji Wschodniej, Zakaukazia, wschodniej i południowo-wschodniej części Ameryki Północnej oraz z południowej Europy (por. Tabela 6).

Zbiorowiska o charakterze bagiennym i łągowym, zbliżone do opisanych z neogenu Bełchatowa, występują współcześnie w południowo-wschodniej części Ameryki Północnej, w delcie Missisipi, nad południowo-wschodnim wybrzeżem Atlantyku oraz nad Zatoką Meksykańską. Lasy łągowe występujące tam w dolinach rzek, w zasięgu zalewów

rzecznych, charakteryzują się dużym bogactwem florystycznym. Występują w nich drzewa i krzewy z rodzajów *Acer*, *Aesculus*, *Carya*, *Celtis*, *Cephalanthus*, *Diospyros*, *Fraxinus*, *Gleditsia*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Platanus*, *Populus*, *Quercus*, *Rhus*, *Salix*, oraz *Ulmus*. Liczne są pnącza (*Cocculus*, *Parthenocissus*, *Passiflora*, *Schizandra*, *Vitis*). Z gałęzi drzew zwisają pędy *Tillandsia usneoides* L. z rodziny Bromeliaceae (Knapp 1965). W lasach tych rośnie m.in. *Diospyros virginiana* L., bliski kopalnemu *Diospyros anceps* Heer. Klimat tego obszaru charakteryzuje się dość wysokimi opadami (1200-1500 mm) przypadającymi głównie na sezon letni. Średnia roczna temperatura waha się w granicach od +16 do +19,8°C, średnia najchłodniejszego miesiąca od +5 do +15°C, a średnia temperatura najcieplejszego miesiąca osiąga +26°C. Absolutne temperatury minimalne wynoszą od -12 do -17°C (Knapp 1965, Barnes 1991 w: Röhrig & Ulrich 1991).

W miejscach przez większą część roku lub stale zalanych wodą rosną lasy bagienne. Poziom stagnującej wody dochodzi tam nawet do jednego metra (Knapp 1965). Typowy cyprysnikowy las bagienny, występujący na miejscach stale zalanych wodą ma drzewostan składający się z niewielu gatunków, wśród których dominuje *Taxodium distichum* (L.) Rich. oraz *Nyssa aquatica* L. W domieszce rośnie *Planera*, z gałęzi drzew obficie zwisa *Tillandsia usneoides* L. (Knapp 1965, Kac 1975). Krzewów w tym lesie jest stosunkowo niewiele. W miejscach o niższym poziomie wody lasy te są dużo bogatsze i oprócz wymienionych taksonów rosną w nich drzewa z rodzajów *Acer*, *Carya*, *Fraxinus*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Persea*, *Pinus*, *Quercus* i *Ulmus*, liczne są krzewy (*Cephalanthus*, *Cyrilla*, *Gordonia*, *Ilex*, *Swida*) oraz pnącza (np. *Vitis*, *Smilax*). Występuje tu *Acer rubrum* var. *drummondii* (Hook et Arnott) Sarg. porównywany z kopalnym *Acer tricuspdatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek. W wielu miejscach bambus *Arundinaria gigantea* (Walter) Muhlenberg (= *A. macrosperma* Michx., bliski kopalnemu *Bambusa lugdunensis* Saporta) tworzy zbiorowisko będące odpowiednikiem trzcinowiska (Kearney 1901). Obok lasów bagiennych, w południowo wschodniej części Ameryki Północnej występują także torfowiska krzewiaste tzw. „Pocosin”, sporadycznie zalewane w ciągu roku, porośnięte acidofilnymi krzewami o kseromorficznej budowie liści, wśród których spotyka się wielu przedstawicieli rodziny Ericaceae. Rosną na nich drzewa, krzewy oraz krzewinki z rodzajów *Andromeda*, *Chamaecyparis*, *Clethra*, *Cliftonia*, *Cyrilla*, *Ilex*, *Magnolia*, *Myrica*, *Pieris*, *Pinus*, *Rhamnus*, *Vaccinium* oraz pnącza (*Smilax*, *Dioscorea*).

We wschodniej części Ameryki Północnej spotyka się łągowe lasy brzoźowo-olszowe oraz zarośla łągowe nad brzegami rzek i jezior, w których występuje m.in. *Alnus serrulata* (Ait.) Willd (porównywana z kopalną *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska). Oprócz olszy, w skład tych zbiorowisk wchodzi gatunki z rodzajów *Betula*, *Carpinus*, *Cephalantus*, *Cornus*, *Salix* (Knapp 1965). W górskich lasach łągowych, na obszarze Meksyku rośnie *Taxodium mucronatum* Tenore (bliski kopalnemu *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer) wraz z *Alnus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Platanus*, *Populus*, *Salix* i *Ulmus* (Knapp 1965, Röhrig 1991).

W literaturze dostępnej autorowi rozprawy nie znaleziono dokładniejszych opisów lasów łągowych z obszarów Azji wschodniej. Zapewne w tego typu zbiorowiskach, nad brzegami rzek, w południowo-wschodnich Chinach oraz Wietnamie rośnie reliktowy *Glyptostrobus pensilis* Koch, potomek szeroko rozpowszechnionego w trzeciorzędzie *Glyptostrobus europeus* (Brongniart) Unger (Krüssmann 1972, Hiệp & Vidal 1996).

Lasy łągowe, nawiązujące do zbiorowisk roślinnych neogenu Bełchatowa, są spotykane także nad brzegami rzek na Nizinie Tałyskiej (Lenkorańskiej) oraz Nizinie Kolchidzkiej na Zakaukaziu. Na Nizinie Tałyskiej rosną lasy łągowe z *Acer velutinum* Boiss., *Alnus subcordata* C. A. Mey (zbliżona do kopalnej *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska), *Gleditsia caspia* Desf., *Pterocarya pterocarpa* (Michaux) Knuth (porównywana z *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya) oraz *Zelkova carpinifolia* (Pall.) Dipp. (Tutayuk 1975).

Lasom mezofilnym neogenu Bełchatowa odpowiadają bogate florystycznie, dzisiejsze mezofilne lasy zrzucające liście na zimę wschodniej części Ameryki Północnej. Ich skład gatunkowy i rodzajowy zmienia się w zależności od położenia geograficznego, wysokości nad poziomem morza oraz warunków siedliskowych (wilgotności podłoża, rodzaju gleby). Wśród wielu rodzajów drzew okrytozalążkowych występujących w tych lasach rosną m.in. *Acer*, *Aesculus*, *Betula*, *Castanea*, *Carya*, *Celtis*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Liriodendron*, *Magnolia*, *Nyssa*, *Platanus*, *Quercus*, *Sassafras*, *Tilia* i *Ulmus*. Drzewa iglaste reprezentują rodzaje *Pinus* i *Tsuga* (Braun 1964, Barnes 1991, Knapp 1965). Obszary występowania tych lasów charakteryzują się średnią roczną temperaturą od +6,3 do +11,9°C oraz opadami w granicach 700-1000 mm rocznie.

Drugim obszarem występowania mezofilnych lasów, w których liczne rodzaje roślin przetrwały od trzeciorzędu jest Azja Wschodnia. Najwięcej rodzajów wspólnych z

trzeciorzędowymi mezofilnymi lasami spotyka się w mieszanych lasach mezofitycznych (ang. Mixed Mesophytic Forests), występujących na obszarze środkowych Chin, głównie w dorzeczu Jangcy (Wang 1961). Rosną w nich drzewa, krzewy i pnącza z rodzajów *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Carya*, *Celtis*, *Cercidiphyllum*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Kalopanax*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Nyssa*, *Ostrya*, *Phellodendron*, *Populus*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Tilia* i *Ulmus*. Liczne są także zimozielone drzewa i krzewy z rodzajów *Castanopsis*, *Michelia*, *Pasania*, przedstawiciele rodziny Lauraceae oraz pnącza (np. *Smilax*). Występuje tam także wiele rodzajów drzew iglastych, często o charakterze reliktowym (*Cephalotaxus*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia*). W lasach mezofitycznych występuje *Alnus japonica* Sieb. et Zucc. (bliska *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý), oraz *Alnus nitida* (Spach) Endlicher (spokrewniona z trzeciorzędową *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček). Bliski kopalnemu *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak jest wschodnioazjatycki gatunek buka *Fagus hayatae* Palibin. Wśród licznych przedstawicieli rodziny Lauraceae występujących w mieszanych lasach mezofitycznych Chin są rodzaje (np. *Litsea*, *Lindera*, *Neolitsea*, *Cryptocarya*) bliskie kopalnym *Daphnogene polymorpha* (Al.Braun) Ettingshausen oraz *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper. Obszary zajmowane przez te lasy odznaczają się dość łagodnym, monsunowym klimatem ze średnią roczną temperaturą w granicach od +11 do +16°C i dość obfitymi opadami rocznymi (1000-1500 mm) przypadającymi na letnie miesiące (Wang 1961).

Ostatnim obszarem, na którym współcześnie występują mezofilne lasy z reliktowymi rodzajami wspólnymi z trzeciorzędową roślinnością leśną Bełchatowa jest Zakaukazie (Nizina Tałyska oraz Kolchidzka) wraz z przyległymi obszarami Iranu i Turcji. W mezofilnych lasach nizinnych oraz niższych położeniach górskich tego obszaru występują drzewa z rodzajów *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Quercus*, *Ulmus* oraz rodzaje o charakterze reliktyw trzeciorzędowych: *Diospyros*, *Gleditsia*, *Parrotia* i *Zelkova* (Walther 1974, Tutayuk 1975, Röhring 1991). Klimat Niziny Tałyskiej jest łagodny, średnia roczna temperatura oscyluje w pobliżu +14°C, średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca wynosi +3°C. Znaczne opady roczne (1250 mm) przypadają głównie na jesień (w lecie panuje susza). Rzadko pojawiające się mrozy (góry Kaukazu blokują spływ zimnego powietrza) są krótkotrwałe.

Sequoia abietina (Brongniart) Knobloch oraz *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček mają swoje współczesne odpowiedniki wśród roślinności innego typu. *Sequoia*

sempervirens Endl., uważana za odpowiednik kopalnej *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch, rośnie współcześnie na zachodnich stokach gór Sierra Nevada w Kalifornii. Razem z *Sequoia sempervirens* Endl. rosną tam drzewa i krzewy z rodzajów *Acer*, *Cornus*, *Corylus*, *Lithocarpus*, *Rhododendron* i *Rhus* w warunkach łagodnego i wilgotnego klimatu, przy średniej temperaturze najchłodniejszego miesiąca wynoszącej +8,1°C oraz rocznych opadach w granicach 800-2500 mm (Knapp 1965, Podbielkowski 1987). Drugi z wymienionych gatunków, *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček jest spokrewniony ze współczesnym *Tetraclinis articulata* (Vachl.) Mast., który występuje w zachodniej części basenu Morza Śródziemnego. Typową roślinnością tych terenów jest makikia (Podbielkowski 1987). Obszar ten charakteryzuje się klimatem śródziemnomorskim, z suchym okresem letnim, deszczową i praktycznie bezmroźną zimą (Podbielkowski op. cit.)

PALEOKLIMAT

Oceny warunków klimatycznych, jakie panowały w okresach, z których pochodzą flory KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217 dokonano przez porównanie z klimatem obszarów występowania współczesnych odpowiedników kopalnych taksonów. Przy odtwarzaniu paleoklimatu zastosowano zasadę leżącą u podstaw metody tzw. „coexistence approach”, którą do rekonstrukcji paleoklimatycznych zastosowali Mosbrugger i Utescher (1997). Parametry paleoklimatu oszacowano na podstawie wymagań współczesnych rodzajów roślin ściśle spokrewnionych z kopalnymi, charakteryzujących się niezbyt szerokim zasięgiem. Takie podejście, zdaniem autora rozprawy, daje możliwość stosunkowo precyzyjnego określenia parametrów meteorologicznych, np. średniej rocznej temperatury. Zastosowanie metody „coexistence approach” w przypadku flor z Bełchatowa ma jednak pewne ograniczenia. Przede wszystkim, dla wielu kopalnych gatunków można znaleźć nawet kilka odpowiadających im żyjących taksonów, występujących na różnych obszarach. Dla innych natomiast nie są znane ich współczesne odpowiedniki, względnie nie jesteśmy ich pewni. Innym ograniczeniem jest brak możliwości generalizacji parametrów klimatycznych dużych obszarów, na jakich dziś występują niektóre rodzaje pokrewne kopalnym. Z wymienionych powodów, ocenę paleoklimatu opartą o metodę „coexistence approach” dla badanych flor kopalnych z Bełchatowa, przeprowadzono w oparciu o tylko dwa do trzech współczesnych gatunków.

Dla oceny klimatu, w warunkach którego egzystowała flora KRAM-P 211 i 214 wybrano *Taxodium distichum* (L.) Rich. (odpowiednik kopalnego *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer) oraz *Glyptostrobus pensilis* Koch (potomek *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger). Średnia roczna temperatura obszaru na którym występuje *Taxodium distichum* (L.) Rich. wynosi zwykle +15 do +18°C (najniższa +13,3°C), średnia najchłodniejszego miesiąca +4,9 do +9,9°C (Mai 1995). Długość okresu bezmroźnego wynosi minimum 240 dni a średnie roczne opady przewyższają 1000 mm (por. Barnes 1991). Na obszarze występowania *Glyptostrobus pensilis* Koch. średnia roczna temperatura wynosi +17,7°C, średnia roczna suma opadów przekracza 1400 mm, średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca wynosi ok. +6°C a średnia najcieplejszego miesiąca osiąga +30°C (Mai 1995).

Na podstawie porównania wymagań klimatycznych obu wyżej wymienionych taksonów, następująco oceniono podstawowe parametry paleoklimatu flory KRAM-P 211 i 214: średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca mogła wynosić +5 do +9°C, średnia roczna temperatura +15 do +18°C a roczna suma opadów osiągała 1000-1500 mm.

W przypadku flory KRAM-P 217 dla celów odtworzenia klimatu wybrano współczesne odpowiedniki kopalnej *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch (*Sequoia sempervirens* Endl.), *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland (*Cyrilla racemiflora* L.) oraz *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya (*Pterocarya pterocarpa* (Michaux) Knuth).

Współczesne lasy z *Sequoia sempervirens* Endl. występują na obszarze ze średnią roczną temperaturą od +11 do +15°C, średnią temperaturą najchłodniejszego miesiąca +8 do +11°C, średnią temperaturą najcieplejszego miesiąca od +13,5 do +19,5 °C oraz sumą rocznych opadów pomiędzy 800 a 2500 mm (Knapp 1965, Podbielkowski 1987, Mai 1995). Obszary występowania *Pterocarya pterocarpa* (Michaux) Knuth charakteryzują się średnią roczną temperaturą ok. +14°C, średnią temperaturą najchłodniejszego miesiąca +3°C, średnią temperaturą najcieplejszego miesiąca +26°C, sumą rocznych opadów w garnicach 1200 mm. *Cyrilla racemiflora* L., na terenie Ameryki Północnej występuje na obszarze zbliżonym do zasięgu *Taxodium distichum* (L.) Rich.

Cechy paleoklimatu flory KRAM-P 217 byłyby zatem następujące: średnia roczna temperatura ok. +14°C, średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca +4 do +8°C, średnia temperatura najcieplejszego miesiąca +19,5 do +26°C. Roczne opady były większe

lub równe 1000 mm, na co wskazuje także obecność nalistnych grzybów z rodziny Microthyriaceae (Elsik 1978).

Porównując uzyskane w ten sposób dane klimatyczne dla obu flor kopalnych z Bełchatowa, okazuje się, że flora KRAM-P 217 pochodzi z nieco chłodniejszego okresu niż flora KRAM-P 211 i 214, natomiast sumy rocznych opadów były w obu przypadkach zbliżone.

Paleoklimaty obydwu flor kopalnych, według klasyfikacji Köppena (Köppen 1918, 1931) odpowiadają współczesnemu typowi Cfa. Jest to klimat umiarkowanie ciepły i wilgotny, bez okresu suchego, z gorącym latem.

Dla porównania, podaję dane meteorologiczne z Piotrkowa Trybunalskiego, charakteryzujące współczesne warunki klimatyczne obszaru, na którym znajduje się Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Miasto to leżące na wysokości 207 m n.p.m. ma średnią roczną temperaturą wynoszącą $+7,6^{\circ}\text{C}$, średnią temperaturę najcieplejszego miesiąca $+17,9^{\circ}\text{C}$, średnią temperaturę najchłodniejszego miesiąca $-2,5^{\circ}\text{C}$, średnią roczną sumę opadów 576 mm (Kondracki 1988).

WIEK FLOR KOPALNYCH KRAM-P 211 I 214 ORAZ KRAM-P 217 Z BĘŁCHATOWA

Określenie wieku obu opisanych flor kopalnych z Bełchatowa na podstawie przesłanek geologicznych takich jak pozycja w profilu czy datowanie osadów jest w przypadku każdej z flor odrębnym zagadnieniem. Datowanie oparte wyłącznie na bazie danych radiometrycznych jest możliwe tylko w przypadku flory KRAM-P 211 i 214, która została znaleziona w iłach leżących ponad horyzontem paratonsteinowym TS-3 (vel TS-4). Na podstawie datowania trakowego (FT) cyrkonów z tego paratonsteinu, ustalono, że powstał on $18,1 \pm 1,7$ Ma BP (Burchart 1985) względnie $17,25 \pm 0,4$ Ma BP (Burhart et al. 1988). Otrzymany wiek bezwzględny odpowiada górnej części dolnego miocenu (ottnang lub karpat w schemacie Paratetydy, Steininger et al. 1988). Ponieważ ił z florą leży bezpośrednio na paratonsteinie i nie zaobserwowano żadnych śladów ewentualnej luki sedymentacyjnej, dlatego można przyjąć, że warstwa z florą jest praktycznie równowiekowa z paratonsteinem. Stuchlik (w: Stuchlik et al. 1990), na podstawie badań palinologicznych ustalił, że strop profilu IXc (z którego pochodzi ił z florą KRAM-P 211 i 214) jest wieku odpowiadającego schyłkowi ottangu. Należy dodać, że w wapieniach

jeziornych leżących poniżej paratonsteinu TS-3 (vel TS-4), na ich kontakcie z wkładkami węgla, znaleziono liczne szczątki kręgowców lądowych datowane na górny ottnang - karpat (zona MN4, Kowalski 1993, 1994).

Dla drugiej ze zbadanych flor (KRAM-P 217), która leży w spągu kompleksu ilasto-piaszczystego w erozyjnym zagłębieniu na granicy z kompleksem ilasto-węglowym, nie ma datowań radiometrycznych. Wiek osadów tej części profilu skał osadowych KWB Bełchatów był oceniany przez różnych badaczy na młodszy neogen. Stuchlik et al. (1990), Stuchlik & Szyrkiewicz (1998) oraz Szyrkiewicz (1999), na podstawie badań makroszczątków roślin, przyjęli dla dolnej części kompleksu ilasto-piaszczystego wiek górnego miocenu (pannonu). Wilczyński (1992) na podstawie litologii koreluje dolne ogniwa kompleksu ilasto-piaszczystego (ogniwa A i B) z utworami serii poznańskiej zbiornika poznańsko-wrocławskiego. Baraniecka et al. (1997), w oparciu o wyniki badań palinologicznych profilu gleby kopalnej, stwierdzonej w obrębie omawianego kompleksu, ustalili jej wiek na górny miocen/dolny pliocen. Gotowała i Hałuszczak (1999) uważają, że początek trzeciego etapu rozwoju strukturalnego rowu Kleszczowa, z którym związana jest akumulacja młodotrzeciorzędowych osadów ponad granicą (GTPN), pomiędzy kompleksami ilasto-węglowym (I-W) i ilasto-piaszczystym (I-P), miał miejsce w środkowym pannonie (10 Ma BP).

Krzyszowski i Szuchnik (1995) datują stropową część kompleksu ilasto-piaszczystego na późny pliocen (Reuver C).

Jest zatem raczej pewne, że osady kompleksu ilasto-piaszczystego, niejednorodne wiekowo (por. Baraniecka et al. 1997), były deponowane w okresie od górnego miocenu po pliocen, zatem taki przedział wieku można przyjąć dla flory KRAM-P 217 na podstawie wymienionych przesłanek.

Dla bardziej precyzyjnego określenia pozycji stratygraficznej flory KRAM-P 217 zastosowano metodę Gregora (1982), opartą o fizjonomiczno-taksonomiczną analizę kopalnych szczątków liści. Dla celów tej metody Gregor (op. cit.) podzielił formy kopalnych liści na 23 morfotypy, w oparciu o cechy morfologiczne liści, takie jak wzór nerwacji, wykształcenie brzegu liści, wielkość (powierzchnia) liści oraz przypuszczalna grubość. Typom tym przypisał odpowiednie oznaczenia literowe, które stosuje do schematycznego zapisu flory kopalnej, przy czym formy najliczniejsze uważane są za charakterystyczne. Do oceny częstości występowania Gregor zastosował czterostopniową

skalę. Najpospolitsze składniki danej flory kopalnej (powyżej 100 okazów) mają przydzieloną wartość 1, wartości 2 odpowiadają elementy częste (11-100 okazów), formom niezbyt licznym (1-11 okazów) odpowiada wartość 3 natomiast sporadyczne składniki mają wartość 4.

We florze ze stanowiska KRAM-P 217 stwierdzono 12 morfotypów liściowych: b - lauroid (*Cyrilla*, *Kalmia*), c - diospyroid (*Diospyros*, *Dicotylophyllum* sp. 3), d - coniferoid (*Sequoia*), e - myricoid (*Myrica*), f - juglandoid (*Aesculus*, *Dicotylophyllum* sp. 5, *Pterocarya*), i - quercoid (*Fagus*), k - tilioid (*Byttneriophyllum*, „*Ficus*”), m - carpinoid (*Alnus*, *Betula*), r - typhoid (*Bambusa*), s - smilacoid (*Smilax*), v - viscoïd (*Viscophyllum*), w - pinoid (*Pinus*). Najliczniejsze są morfotypy m (174 okazy), d (56 okazów), c (48 okazów), e (22 okazy) oraz r (15 okazów). W skali częstości występowania odpowiadają im odpowiednio wartości 1 (m) oraz 2 (d, c, e, r). Typy (w, b, k, i, f, s) mają częstość 3 a typ v - 4.

Na podstawie analizy częstości poszczególnych morfotypów florę KRAM-P 217 można zapisać w postaci formuły „m d c e f”. Flora ta jest najbliższa florom typu „d e f g m” w obrębie większej grupy flor „d e f g i k m” (Gregor 1982), które charakteryzują się znacznym bogactwem florystycznym zbiorowisk roślinnych złożonych głównie z drzew i krzewów zrzucających liście na zimę, dużym udziałem roślin szpilkowych oraz obecnością elementów ciepłolubnych.

Gregor (op. cit) wprowadził dla charakterystyki flor kopalnych współczynnik E_g , który wyraża stosunek liczby wszystkich morfotypów reprezentujących taksony zimozielone do całkowitej liczby typów reprezentowanych w danej florze. Dla flor typu „d e f g m” wartość E_g dochodzi do 26, dla flory ze stanowiska KRAM-P 217 wartość E_g wynosi 33. Wskazuje to na duży udział elementów zimozielonych we florze KRAM-P 217. Nie musi to być jednak w tym przypadku wyrazem szczególnie korzystnych warunków klimatycznych. Taksony reprezentujące ten element to przeważnie rośliny szpilkowe (typ d, w - *Sequoia*, *Pinus*) oraz krzewiasta roślinność kwaśnych i ubogich siedlisk bagiennych (torfowiskowych) o kseromorficznych i zimozielonych liściach (*Cyrilla*, *Kalmia*) typowa dla siedlisk oligotroficznych. Obecność tej grupy roślin była zatem uwarunkowana przede wszystkim edaficznie.

Flory typu „d e f g m” występowały w górnym miocenie. Odpowiada im klimat o typie Cfa według klasyfikacji Köppena, w chłodniejszej formie (Gregor 1982). Tego typu

są, według Gregora (op. cit.), flory kopalne z Achldorf (d e f g i k m), Massenhausen (d e f g m), Moravská Nová Ves (d e f g m), Burghausen (d e f g m) oraz Chiuzbaia (d e f g m). Flora z Achldorf, która ma wspólne z florą KRAM-P 217 tak charakterystyczne taksony liści jak *Diospyros* czy „*Ficus*” *truncata* Heer sensu Bůžek, jest uważana za środkowomiocenską (sarmat) lub górnomiocenską (pannon, Knobloch 1986).

Wyniki analizy flory KRAM-P 217 metodą Gregora (1982) pozwalają, zdaniem autora rozprawy, dokładniej określić jej wiek na górny miocen (pannon/pont).

Należy dodać, że wyniki analizy flory KRAM-P 211 i 214 metodą Gregora (op. cit.) potwierdzają jej dolnomiocenski wiek (flora typu „a b d e i m”).

PORÓWNANIE Z FLORAMI LIŚCIOWYMI NEOGENU POLSKI ORAZ ŚRODKOWEJ EUROPY

KRAM-P 211 i 214

Porównując skład taksonomiczny flory KRAM-P 211 i 214 z Bełchatowa z innymi florami liściowymi neogenu Polski (Tabela 7) należy stwierdzić, że takie taksony, jak *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper, *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček oraz *Symplociphyllum breddini* (Weyland) Juchniewicz są wspólne z florami Osieczowa (Raniecka-Bobrowska 1962b) i Turowa (Juchniewicz 1975, Czeczott & Skirgiełło 1980). *Daphnogene polymorpha* (Al.Braun) Ettingshausen, powszechny w dolnym miocenie, w środkowym miocenie na terenie Polski został znaleziony tylko w Swoszowicach (Unger 1849, Ilinskaya 1962) i Wieliczce (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997). Flora KRAM-P 211 i 214 ma z florą z Osieczowa i Turowa pięć a z Rozewiem cztery wspólne taksony.

Taksony kopalne *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper i *Daphnogene polymorpha* (Al.Braun) Ettingshausen we florach kopalnych środkowej Europy (Tabela 8) są obecne nieco dłużej niż na terenie Polski i dochodzą aż do górnego miocenu (Kovar-Eder et al. 1995, Belz & Mosbrugger 1994). Węższym zasięgiem stratygraficznym charakteryzuje się *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček, który w środkowej Europie jest podawany przeważnie z dolnego miocenu a zanika w środkowym miocenie (Walther 1994). Spoza terenu Polski przykładem flor kopalnych zbliżonych do flory KRAM-P 211 i 214 są dolnomiocenske flory z Bíliny (Bůžek et al. 1992),

Zachodnich Czech (Cheb i Sokolov Basin, Bůžek et al. 1996), Wackersdorf (Knobloch & Kvaček 1976), Południowych Czech (Mydlovary Formation, Knobloch & Kvaček 1996) oraz Północnych Czech (Čermníky, Bůžek 1971) (Tabela 8). Flora dolnomiocenska z Bełchatowa ma 12 gatunków wspólnych z florami Cheb Basin i Mydlovar, a 9-10 gatunków z florami z Wackersdorf i Bíliny. We wszystkich porównywanych florach występuje *Daphnogene polymorpha* (Al.Braun) Ettingshausen a *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper brak tylko w jednej z nich (Kvaček & Hurník 2000). W większości wymienionych stanowisk występują *Acer integrilobum* O.Weber, *Acer tricuspdatum* Bronn sensu Procházka et Bůžek, *Alnus julianiformis* (Sternberg) Kvaček et Holý, *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger, *Nyssa ornithobroma* Unger, *Quercus rhenana* (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček oraz *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček. Charakterystyczna jest obecność gatunku „*Castanea*” *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček tak licznie występującego w Bełchatowie oraz podawanego dla flor z Cheb Basin, Wackersdorf i Mydlovar (Tabela 8). Takson ten na obszarze środkowej Europy pojawia się w w górnej części dolnego miocenu, ale największy jego rozwój jest obserwowany w młodszym neogenie (Knobloch & Kvaček 1996).

Flora KRAM-P 211 i 214 z florami kopalnymi ze środkowego i górnego miocenu środkowej Europy ma mniej wspólnych taksonów (do 6). Najmniej wspólnych gatunków omawiana flora ma z pliocenскими florami z klasycznych stanowisk Berga (Mai & Walther 1988) i Willershausen (Wilde et al. 1992), natomiast nieco więcej (5) z pliocenскими florami Zakarpacia (Ilinskaya 1968).

KRAM-P 217

Flora kopalna z górnego miocenu Bełchatowa znacznie odbiega swoim składem od znanych dotychczas flor neogenu Polski (Tabela 9). Najwięcej, bo 4 wspólne gatunki flora KRAM-P 217 ma z górnomicenską florą z Sośnicy: *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček, *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska, *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak i *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya. Flora z Sośnicy różni się jednak od flory z Bełchatowa większym udziałem taksonów o charakterze mezofilnym np. *Carpinus grandis* Unger, *Parrotia pristina* (Ettingshausen) Stur, *Quercus gigas* Goeppert emend. Walther et

Zastawniak, *Q. pseudocastanea* Goepfert emend. Walther et Zastawniak (Goepfert 1855, Meyer 1919, Kräusel 1921, Łańcucka-Środoniowa et al. 1981, Walther & Zastawniak 1991, Zastawniak & Walther 1998).

Interesujące jest porównanie flory KRAM-P 217 i górnomiocenijskiej flory Gozdnicy (Dyjor et al. 1992). Posiadają one nie tylko wspólne gatunki jak *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak, *Pinus* cf. *spinosa* Herbst oraz *Sequoia abietina* (Brongniart) Knobloch, ale także przedstawiciele takich rodzin jak Cyrillaceae, Ericaceae, Myricaceae oraz Smilacaceae.

Flora KRAM-P 217 z Bełchatowa nawiązuje także do flor kopalnych środkowego i górnego miocenu środkowej Europy spoza Polski (Tabela 10). Ze środkowomiocenijskich flor, największe podobieństwo wykazuje flora Przedkarpacia (Shvareva 1983), z którą ma 8 wspólnych gatunków oraz flora z Achldorf (Knobloch 1986) - 5 wspólnych gatunków. Wspólny dla wymienionych flor jest gatunek *Myrica lignitum* (Unger) Saporta oraz liście rodzajów *Diospyros* i *Smilax*. W Achldorf znaleziono ponadto wspólne z florą KRAM-P 217 liście *Alnus menzelii* Raniecka-Bobrowska oraz „*Ficus*” *truncata* Heer sensu Bůžek. Flora z Achldorf różni się większym udziałem elementu mezofilnego (np. *Carpinus* cf. *grandis* Unger, *Parrotia pristina* (Ettingshausen) Stur, *Quercus pseudocastanea* Goepfert).

Z pliocenijską florą Zakarpacia (Ilinskaya 1968) flora KRAM-P 217 ma 7 wspólnych gatunków (m.in. *Bambusa lugdunensis* Saporta, *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček, *Pterocarya paradisiaca* (Unger) Ilinskaya, *Smilax weberi* Wessel in Wessel et Weber).

Najmniej wspólnych gatunków (1-2) flora KRAM-P 217 z Bełchatowa ma z pliocenijskimi florami z Berga (Mai & Walther 1988) i Willershausen (Wilde et al. 1992).

Porównanie flory KRAM-P 217 z Bełchatowa z kopalnymi florami neogenu Polski i innych krajów środkowej Europy stanowi ostatni element w dyskusji nad oceną wieku spągowej części kompleksu ilasto-piaszczystego, z którego pochodzi omawiana flora. Potwierdza ono datowanie flory KRAM-P 217 w oparciu o metodę Gregora, oceniającą jej wiek na górny miocen (annon/pont). Wskazuje na to zarówno obecność gatunków charakterystycznych dla młodszych pięter neogenu (*Aesculus* cf. *hippocastanoides* Ilinskaya, *Bambusa lugdunensis* Saporta, *Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak) jak i taksonów raczej nie spotykanych w osadach młodszych od górnego miocenu, np. *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch et Kvaček, *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland, *Diospyros*

anceps Heer, *Smilax* cf. *weberi* Wessel in Wessel et Weber (por. Tabela 11). W Bełchatowie nie znaleziono charakterystycznych dla pliocenских flor kopalnych taksonów bardzo blisko spokrewnionych lub identycznych ze współczesnymi gatunkami jak np. *Quercus castaneifolia* C.A. Mey. foss. i *Ulmus carpinifolia* Gled. foss. w Willershausen, Wilde et al. 1992). Z kolei znaczący udział roślin wiecznie zielonych we florze KRAM-P 217 (por. str 130) jest charakterystyczny dla flor miocenских środkowej Europy. Pod względem obecności tego elementu flora z Bełchatowa odpowiada górnomiocenским florom z Neuhaus/Klausenbach (Kovar-Eder et al. 1995) oraz Moravská Nová Ves, (Knobloch 1969), z których opisano liście roślin wiecznie zielonych. We florach dolnego pliocenu udział taksonów wiecznie zielonych jest już bardzo mały lub nie ma ich w ogóle. Skład flory KRAM-P 217 nie daje podstaw do przyjęcia dla niej wieku pliocenского.

WNIOSKI

1. Obie zbadane flory kopalne z Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów” (KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217) charakteryzują się stosunkowo niewielką różnorodnością florystyczną (Tabela 2 i 3). Flora KRAM-P 211 i 214 cechuje się wyraźnym udziałem taksonów ciepłolubnych, wiecznie zielonych, w tym przedstawicieli rodziny Lauraceae (*Daphnogene polymorpha* (Al.Braun) Ettingshausen, *Laurophyllum pseudoprinceps* Weyland et Kilpper). Również we florze KRAM-P 217 procent taksonów wiecznie zielonych jest znaczący, jednakże ich obecność w tym przypadku zapewne jest uwarunkowana edaficznie a nie klimatycznie.
2. Zarówno we florze KRAM-P 211 i 214 jak i w KRAM-P 217 dominuje element charakterystyczny dla geoflory arktycznotrzeciorzędowej. Element paleotropikalny ma niewielki udział, a jego typowi przedstawiciele są obecni przede wszystkim we florze KRAM-P 211 i 214.
3. W badanych florach kopalnych przeważają szczątki roślinności azonalnej. Zgodnie z klasyfikacją Mai'a (1995) zbiorowiska kopalnych roślin z Bełchatowa można zaliczyć głównie do lasów bagiennych oraz lasów łągowych, we florze KRAM-P 217 stwierdzono ponadto obecność krzewiastej roślinności torfowiskowej. Lasy bagienne rosły na kwaśnych, torfiastych glebach, w miejscach zalanych wodą przez większą część roku. Siedliskiem lasów łągowych były mineralne gleby terenów znajdujących się w zasięgu corocznych wylewów rzecznych. Wymienione zbiorowiska roślinne znajdowały się w pobliżu zbiorników wodnych typu jezior (KRAM-P 211 i 214) lub starorzeczy (KRAM-P 217). W opisanych florach kopalnych stwierdzono także szczątki roślin wodnych oraz szuwarowych. Część taksonów znalezionych w obu florach kopalnych wskazuje na obecność zbiorowisk roślinności zonalnej: mieszanych lasów mezofitycznych („Warmgemäßigte Regenwälder” we florze KRAM-P 211 i 214) oraz mieszanego lasu *Fagus-Quercus-Carpinus* („Eichen-Hainbuchen-Kastanien Mischwälder” we florze KRAM-P 217). Wymienione typy zbiorowisk roślinnych były powszechne w trzeciorzędzie Europy, a niektóre z nich spotykane były jeszcze w najstarszym pleistocenie.
4. Współczesne odpowiedniki taksonów roślin kopalnych występują dzisiaj przede wszystkim na obszarach południowo-wschodniej Ameryki Północnej, Azji Wschodniej,

Zakaukazia oraz południowej Europy (Tabela 6). Roślinność bagienna odpowiadająca kopalnym zbiorowiskom z Bełchatowa rośnie na nizinach południowo-wschodniej części Ameryki Północnej. Lasy łęgowe tych obszarów oraz nadrzeczne łęgi niziny Kolchidzkiej i Tałyskiej na Zakaukaziu są dość zbliżone do neogeńskich zbiorowisk łęgowych Bełchatowa. Współczesne odpowiedniki taksonów mezofilnej roślinności leśnej, znalezionych we florach KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217, są spotykane zarówno w mezofilnych lasach Ameryki Północnej, jak i w mieszanych lasach mezofitycznych (ang. Mixed Mesophytic Forests) Chin.

5. Warunki paleoklimatyczne odtworzono przy zastosowaniu zasady leżącej u podstaw metody „coexistence approach” (Mosbrugger & Utescher 1997). Okres, z którego pochodzi flora KRAM-P 211 i 214, charakteryzował się umiarkowanie ciepłym oraz wilgotnym klimatem (średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca +5 do +9°C, średnia roczna temperatura +15 do +18°C, roczna suma opadów osiągała 1000-1500 mm). Paleoklimat odpowiadający florze KRAM-P 217 był, jak się wydaje, równie wilgotny (roczne opady były większe lub równe 1000 mm) ale warunki termiczne były mniej korzystne (średnia roczna temperatura ok. +14°C, średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca +4 do +8°C). Paleoklimaty odpowiadające obu florom kopalnym zaliczono do typu Cfa w klasyfikacji Köppena (1918, 1931).
6. Wiek tej części profilu neogenu Bełchatowa, w której znaleziono florę kopalną KRAM-P 211 i 214, ustalony wcześniej na podstawie radiometrycznego datowania bezwzględnego wieku paratonsteinu TS-3 (vel TS-4) metodą trakową (Burchart 1985, Burchart et al. 1988) oraz wyników analizy palinologicznej (Stuchlik et al. 1990) na dolny miocen (ottnang/karpat), pozostaje w zgodzie z wnioskami wynikającymi z analizy stratygraficznego zasięgu taksonów oraz zastosowania metody zaproponowanej przez Gregora (1982).
7. Precyzyjna ocena wieku flory kopalnej KRAM-P 217 ze spągowej części kompleksu ilasto-piaszczystego na podstawie makroszczałków roślin nie jest możliwa. Wyniki uzyskane przez zastosowanie metody Gregora (1982) wskazują tylko, że flora ta określona formułą „m d c e f”, odpowiada florom kopalnym typu „d e f g m”, które są typowe dla młodszego neogenu (górny miocen). Porównanie z innymi florami kopalnymi z terenu Polski oraz środkowej Europy, wyklucza plioceński wiek flory KRAM-P 217. Analizując zasięgi stratygraficzne niektórych taksonów liściowych

stwierdzono, że część z nich jest charakterystyczna dla flor z okresu od górnego miocenu po pliocen (*Fagus silesiaca* Walther et Zastawniak, *Aesculus hippocastanoides* Ilinskaya) podczas gdy inne (np. *Cyrilla thomsonii* Kräusel et Weyland) nie są podawane z okresów młodszych niż późny miocen. Na tej podstawie uznano, że wiek flory KRAM-P 217 jest górnomioceni i odpowiada pannonowi lub pontowi w schemacie Paratetydy. Powyższy wniosek jest zgodny z ocenami wieku spągowej części kompleksu ilasto-piaszczystego, wynikającymi z dotychczasowych badań paleobotanicznych (Stuchlik et al. 1990, Baraniecka et al. 1997, Stuchlik & Szyrkiewicz 1998, Szyrkiewicz 1999) oraz geologicznych (Wilczyński 1992, Gotowała & Hałuszczak 1999).

LITERATURA

- ANDREÁNSZKY G. 1959. Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- ASHTON P. M. S. & BERLYN G. P. 1994. A comparison of leaf physiology and anatomy of *Quercus* (section *Erythrobalanus-Fagaceae*) species in different light environments. *Am. J. Bot.*, 81: 589-597.
- AXELROD D. I. 1966. The Eocene Copper Basin flora of north eastern Nevada. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, 59: 1-83.
- BARANIECKA M. D., KONECKA-BETLEY K., HAŁUSZCZAK A. & GRABOWSKA I. 1997. Trzeciorzędowa gleba kopalna ze stanowiska Modrzewiec w kopalni Bełchatów. *Prz. Geol.*, 45(3): 395-402.
- BARANOWSKA-ZARZYCKA Z. 1988. Main features of the Pliocene fruit-seed flora from Ruszów near Żary (West Poland). *Acta Palaeobot.*, 28: 23-27.
- BARNES B. V. 1991. Deciduous forests of North America. In: RÖHRIG E. & ULRICH B. (eds.) *Ecosystems of the World 7: Temperate deciduous forests*. Elsevier Science Pub., Amsterdam, London, New York, Tokyo.
- BELZ G. & MOSBRUGGER V. 1994. Systematisch-paläoökologische und paläoklimatische Analyse von Blattfloren im Mio-/Pliozän der Niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland). *Palaeontographica B*, 233(1-6): 19-156.
- BERGER J.-P. 1990. Floral changes in the Molasse of Western Switzerland (Oligo-Miocene). Paleoclimatic implications. In: KNOBLOCH E. & KVAČEK Z. (eds.) *Proceedings of the Symposium "Paleofloristic and Paleoclimatic changes in the Cretaceous and Tertiary" 1989, Prague*: 189-194.
- BERGER J.-P. 1998. 'Rochette' (Upper Oligocene, Swiss Molasse): a strange example of a fossil assemblage. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 101: 95-110.
- BERGER W. 1952. Die altpliozäne Flora der Congerienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. *Palaeontographica B*, 92(3/6): 79-121.
- BERGER W. & ZABUSCH F. 1953. Die obermiozäne (sarmatische) Flora der Türkenschanze in Wien. *N. Jb. Geol. Paläont.*, 98(2): 226-276.
- BORATYŃSKI A. & BORATYŃSKA K. 1975. Geograficzne rozmieszczenie *Pterocarya fraxinifolia* Spach (Geographical distribution of *Pterocarya fraxinifolia* Spach). *Arbor. Kórnickie*, 20: 131-138.
- BOULAY N. 1892. *Flore pliocène du Mont-Dore (Puy-de-Dôme)*. Paris, Savy.
- BRAUN A. 1836. In: BUCKLAND W. *Geology and mineralogy considered with reference to natural theology*, 1: 510-514.
- BRAUN A. 1845. Die Tertiär-Flora von Öningen. *Neu. Jahrb. Mineral. Geol. Petrefaktenk.*: 164-173.
- BRAUN E. L. 1964. *Deciduous forests of Eastern North America*. Hafner Publishing Company, New York, London.

- BRAUNE W., LEMAN A. & TAUBERT H. 1975. *Praktikum z anatomii roślin*. PWN, Warszawa.
- BRONGNIART A. 1833. Notice sur une Conifère fossile du terrain d'eau douce de l'île d'Iliodroma. *Ann. Sci. Nat. (Paris)*, 30: 168-176.
- BRONN H. G. 1838. *Lethaea geognostica 2*. Schweizerbartscher Verlag, Stuttgart.
- BURCHART J. 1985 (niepubl.) Datowanie cyrkonów z wkładek tufitowych kopalni węgla brunatnego Bełchatów metodą trakową. *Archiw. Inst. Nauk Geol. PAN, Warszawa*.
- BURCHART J., KASZA L. & LORENC S. 1988. Fissiontrack zircon dating of tuffitic intercalations (Tonstein) in the Brown-Coal Mine „Bełchatów”. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 36: 281-286.
- BŮŽEK Č. 1971. Tertiary flora from the northern part of the Pětipsy Area (North-Bohemian Basin). *Rozpr. Ústř. Úst. Geol.*, 36: 1-118.
- BŮŽEK Č., DVOŘÁK Z., KVAČEK Z. & PROKŠ M. 1992. Tertiary vegetation and depositional environments of the "Bílina delta" in the North-Bohemian brown-coal basin. *Čas. Mineral. Geol.*, 37(2): 117-134.
- BŮŽEK Č., HOLÝ F. & KVAČEK Z. 1996. Early Miocene flora of the Cypris Shale (Western Bohemia). *Acta Mus. Nation. Prague, ser. B, Hist. Nat.*, 52: 1-72.
- CALLIER A. 1918. *Alnus* formen der europäischen Herbarien und Gärten. *Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges.*: 39-185.
- CHRISTENSEN E. F. 1975. The Søby Flora: Fossil plants from the Middle Miocene delta deposits of the Søby-Fasterholt area, Central Jutland, Denmark, part 1. *Geol. Surv. of Denmark*, 2(103): 1-41.
- CUVIER P. 1822. Recherches sur les ossemens fossilis, eu l'ou rétablit les caractères de plusieurs animaux dont les révolutions du globe ou détruit les especes. G. Dufour- E' d'Ocagne, Paris.
- CZARNECKI L., FRANKOWSKI R. & KUSZNERUK J. 1992. Syntetyczny profil litostratygraficzny utworów trzeciorzędu złoża "Bełchatów". In: LIPIARSKI I. (ed.) *Proc. XV Symp. "Geol. of Coal-bearing Strata of Poland"*, Univ. of Mining and Metall., Cracow: 19-23.
- CZECZOTT H. 1926. The atlantic element in the flora of Poland. *Bull. Acad. Pol. Sci. Letters, Cl. Sci. Math. Nat.*, ser. B: 361-407.
- CZECZOTT H. 1934. Co to jest *Fagus feroniae* Ung. (What is *Fagus feroniae* Ung.). *Acta Soc. Bot. Pol., Suppl.*, 11: 109-116.
- CZECZOTTOWA H. 1951. Środkowo-miocenńska flora Zalesiec koło Wiśniowca - I. *Acta Geol. Pol.*, 2: 349-445.
- CZECZOTT H. 1967. Dicotyledones: Sterculiaceae. In: *Flora kopalna Turowa koło Bogatyni 2* (summary: The fossil flora of Turów near Bogatynia 2). *Systematyczny opis szczątków roślinnych 3* (Systematic description of plant remains 3). *Pr. Muz. Ziemi*, 10: 115-122, 152-156.
- CZECZOTT H. & SKIRGIEŁŁO A. 1959. Dicotyledones: Hamamelidaceae, Nymphaeaceae, Sabiaceae, Vitaceae, Nysaceae. In: *Flora kopalna Turowa koło Bogatyni 2* (summary: The fossil flora of Turów near Bogatynia 2). *Systematyczny opis*

- szczątków roślinnych 1 (Systematic description of plant remains 1). Pr. Muz. Ziemi, 3: 65-67, 93-112, 113, 121-128.
- CZECZOTT H. & SKIRGIEŁŁO A. 1961. Dicotyledones: Juglandaceae. In: Flora kopalna Turowa koło Bogatyni 2 (summary: The fossil flora of Turów near Bogatynia 2). Systematyczny opis szczątków roślinnych 2 (Systematic description of plant remains 2). Pr. Muz. Ziemi, 4: 51-113.
- CZECZOTT H. & SKIRGIEŁŁO A. 1975. Dicotyledonae: Magnoliaceae, Celastraceae, Cornaceae, Sapotaceae. In: Flora kopalna Turowa koło Bogatyni, 2 (The fossil flora of Turów near Bogatynia, 2). Systematyczny opis szczątków roślinnych, 4 (Systematic description of plant remains, 4). Pr. Muz. Ziemi, 24: 25-46, 47-56.
- CZECZOTT H. & SKIRGIEŁŁO A. 1980. Dicotyledoneae: Illiciaceae, Lauraceae, Rosaceae, Rutaceae, Staphylleaceae, Buxaceae. Monocotyledoneae: Sparganiaceae, Zingiberaceae. In: Flora kopalna Turowa koło Bogatyni 2 (summary: The fossil flora of Turów near Bogatynia 2). Systematyczny opis szczątków roślinnych 5 (Systematic description of plant remains 5). Pr. Muz. Ziemi, 33: 5-21.
- DAHLGREEN R. M. T. & CLIFFORD H. T. 1982. The Monocotyledones. A Comparative Study. In: HEYWOOD V. H. (ed.) Botanical Systematics. An Occasional Series of Monographs. Academic Press, London, New York.
- DILCHER D. L. 1974. Approaches to the identification of Angiosperm leaf remains. Bot. Rev., 40(1): 1-157.
- DYJOR S., KVAČEK Z., ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M., PYSZYŃSKI W., SADOWSKA A. & ZASTAWNIAK E. 1992. The Younger Tertiary deposits in the Gozdnica region (SW Poland) in the light of recent palaeobotanical research. Pol. Bot. Stud., 3: 3-129.
- ELSIK C. W. 1978. Classification and geologic history of the microthyriaceous fungi. IV Int. Palynol. Conf., Lucknow (1976-77) 1: 331-342.
- ENDLICHER S. 1847. Synopsis Coniferarum. Scheitlin-Zollikofer, St. Gallen.
- ENGELHARDT H. 1877. Tertiärpflanzen von Kunzendorf bei Sagan in Schlesien. Sitz.-Ber. Naturwiss. Ges. Dresden, 1: 1-3.
- ENGELHARDT H. 1892. Ueber neue Tertiärpflanzen von Grünberg in Schlesien. Abh. Naturwiss. Ges. Dresden, 5: 1-4.
- ENGELHARDT H. & KINKELIN F. 1908. Oberpliocäne Flora und Fauna des Untermaintales insbesondere des Frankfurter Klärbeckens. Abh. Senckenb. Naturforsch. Gesell., 29: 149-306.
- ESSAU K. 1973. Anatomia Roślin. PWRiL, Warszawa.
- ETTINGSHAUSEN C. 1851. Die Tertiärfloren der Österreichischen Monarchie. I. Die tertiäre Flora der Umgebung von Wien. Abh. Kaiserl. König. Geol. Reichsanst., 1(1): 1-36.
- ETTINGSHAUSEN C. 1852. Fossile Pflanzenreste aus dem trachytischen Sandstein von Heiligenkreuz bei Kremnitz. Abh. Kaiserl. König. Geol. Reichsanst., 3(5): 1-14.
- FERGUSON D. K. 1971. The Miocene flora of Kreuzau, Western Germany, 1. The leaf-remains. Verh. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., Afc. Naturk., Tweede Reeks, 60: 1-297.

- FERGUSON D. K. 1985. The origin of leaf-assemblages - new light on an old problem. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 46: 117-188.
- FERGUSON D. K., PINGEN M., ZETTER R. & HOFMANN C.-C. 1998. Advances in our knowledge of the Miocene plant assemblage from Kreuzau, Germany. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 101: 147-177.
- FODOR 1995. From transpression to transtension: Oligocene-Miocene structural evolution of the Vienna Basin and the East Alpine - Western Carpathian junction. *Tectonophysics*, 242(1-2): 151-182.
- FURLOW J. J. 1979. The systematics of the American species of *Alnus* (Betulaceae) II. *Rhodora*, 81(826): 151-248.
- GASTALDO R. A. 1992. Taphonomic considerations for plant evolutionary investigations. *Palaeobotanist.*, 41: 211-223.
- GASTALDO R. A., BEARCE S. C., DEGGES C. W., HUNT R. J., PEEBLES M. W. & VIOLETTE D. L. 1989. Biostratigraphy of a Holocene oxbow lake: a backswamp to mid-channel transect. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 58: 47-59.
- GASTALDO R. A., FERGUSON D. K., WALTHER H. & RABOLD J. M. 1996. Criteria to distinguish parautochthonous leaves in tertiary alluvial channel-fills. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 91: 1-21.
- GIVULESCU R. 1971. Zwei Microthyriaceen aus dem Neogen Rumäniens. *Zeitschr. f. Pilzkunde*, 37: 199-202.
- GIVULESCU R. 1979. Paläobotanische Untersuchungen im Pflanzenfundort Chiuzbaia (Kreis Maramures - Rumänien). *Mém. Inst. Géol. et Géophys.*, Bucuresti, 28: 65-146.
- GIVULESCU R. 1981. *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädlér, ein seltenes Pflanzenfossil aus dem pliozän von Chiuzbaia, Rumänien. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, 50: 55-57.
- GIVULESCU R. 1984. Die fossile flora des fundortes Chiuzbaia "H" (Kreis Maramures, Rumänien). *D.S. Inst. Geol. Geofiz., Paleontologie*, 69(1982): 69-93.
- GIVULESCU R. & RÜFFLE L. 1971. Die altpliozäne (pannonische) Flora des Maramures (SR Rumänien) und ihre Beziehungen zur Flora an der Wende Miozän/Pliozän des nördlichen Tethys-Raumes (Teil II). *Geologie*, 20(3): 263-291.
- GIVULESCU R., PETRESCU I. & BARBU O. 1996. Observations concernant les feuilles de *Daphnogene* Unger, 1845 (Lauraceae, Magnoliophyta) de l'Oligocène de Cornesti/Aghires (Département de Cluj, Roumanie). *Tertiary Research*, 17 (1-2): 1-4.
- GOEPPERT H. R. 1855. Die tertiäre Flora von Schosnitz in Schlesien. *Heynsche Buchh., Görlitz*.
- GOTOWAŁA R. & HAŁUSZCZAK A. 1999. Pozycja i główne etapy młodoalpejskiego rozwoju Rowu Kleszczowa w świetle badań mezostrukturalnych w odkrywcę KWB „Bełchatów” i numerycznej analizy wyników wierceń. XX Konferencja Terenowa Sekcji Tektonicznej PTG „Młodoalpejski Rów Kleszczowa: rozwój i uwarunkowania w tektonice regionu. Słok k. Bełchatowa, 15-16 października 1999: 23-31.
- GRABOWSKA I., JAKUBOWSKA L. & MAMCZAR J. 1963. (niepubl.) Ekspertyza palynologiczna próbek węgla brunatnego ze złoża Bełchatów. *Central Geological Archive, Inst. Geol. Warszawa*.

- GRANGEON P. 1958. Contribution à l'étude de la paléontologie végétale du Massif du Coiron (Ardèche). Mém. Soc. Hist. Nat., 6: 1-299.
- GREGOR H.-J. 1982. Eine Methode der ökologisch-stratigraphischen Darstellung und Einordnung von Blattfloren unter spezieller Berücksichtigung der Tertiär-Ablagerungen Bayerns. Verh. Geol. B.-A., 2: 5-19.
- HABLY L. & KVAČEK Z. 1997. Early Pliocene plant megafossils from the volcanic area in West Hungary. *Studia Naturalia*, 10: 5-151.
- HABLY L. & KVAČEK Z. 1998. Pliocene mesophytic forests surrounding crater lakes in western Hungary. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 101: 257-269.
- HAŁUSZCZAK A. 1995. Struktury tektoniczne w osadach nadwęglowych zachodniej części odkrywki KWB „Bełchatów”. Rozprawa doktorska, ING Wrocław.
- HANTKE R. 1954. Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg (Schienberg, Süd-Baden). *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.*, 80(2): 31-118.
- HEER O. 1853. Übersicht der Tertiärflora der Schweiz. *Mitt. Naturf. Ges. Zürich.*, 3(7): 88-153.
- HEER O. 1855. Die tertiäre Flora der Schweiz (Flora tertiaria Helvetiae), T. I. J. Wurster-Comp., Winterthur.
- HEER O. 1856. Die tertiäre Flora der Schweiz (Flora tertiaria Helvetiae), T. II. J. Wurster-Comp., Winterthur.
- HEER O. 1859. Die tertiäre Flora der Schweiz (Flora tertiaria Helvetiae), T. III. J. Wurster-Comp., Winterthur.
- HEER O. 1868. Die fossile Flora der Polarländer. In: *Flora Fossilis Arctica*, 1: 1-192.
- HEER O. 1869. Miocene baltische Flora. *Beitr. Naturk. Preussens.*, 2: 1-104.
- HEJNOWICZ Z. 1980. Anatomia i histogeneza roślin naczyniowych. PWN, Warszawa.
- HENRY A. & McINTYRE M. 1926. The Swamp Cypresses, *Glyptostrobus* of China and *Taxodium* of America, with notes on allied genera. *Proc. of the Royal Irish Acad.*, 37, B 13: 90-113.
- HERBST G. 1844. Die Kiefern-Reste der Braunkohle von Kranichfeld bei Weimar. *Neues Jahrb. Miner., Geognosie, Geol. und Petrefaktenkunde*: 171-179, 567-568.
- HICKEY L. J. 1973. Classification of the architecture of Dicotyledonous leaves. *Amer. J. Bot.*, 60: 17-33.
- HICKEY L. J. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: METCALFE C. R. & CHALK L. (eds.) *Anatomy of the Dicotyledons*. Second Edition, vol. I. Clarendon Press, Oxford: 25-39.
- HIÊP N. T. & VIDAL J. E. 1996. Gymnospermae. In: MORAT P. (ed.) *Flore du Cambodge du Laos et du Viêt Nam*. Mus. National d'Hist. Naturelle, Paris, 28.
- HOLÝ F. & BŮŽEK Č. 1966. Seeds *Stratiotes* L. (Hydrocharitaceae) in the Tertiary of Czechoslovakia. *Sbor. Geol. Věd, P.*, 8: 105-135.
- HU H. H. & CHANEY R. W. 1940. A Miocene flora from Shantung Province, China, I, II. *Palaeontologia Sinica, New Ser.*, A (1) (112): 1-147.

- HUARD J. 1966. Mise au point d'une méthode permettant l'étude de feuilles fossiles du Néogène. Bull. Mus. Nat. Hist. Natur., 2 sér. 37(6)(1965): 1051-1057.
- HUMMEL A. 1983. The Pliocene leaf flora from Ruszów near Żary in Lower Silesia, SW Poland. Pr. Muz. Ziemi, 36: 9-104.
- HUMMEL A. 1991. The Pliocene leaf flora from Ruszów near Żary in Lower Silesia, South-West Poland. Part II. (Betulaceae). Acta Palaeobot., 31 (1-2): 73-151.
- HUTCHINSON J. 1973. The Families of Flowering Plants. Clarendon Press, Oxford.
- ILINSKAYA I. A. 1962. Tortonskaya flora Svoshovitse i pliotenovye flory Zakarpat'ya. Paleontol. Zhurn., 3: 102-110.
- ILINSKAYA I. A. 1964. Tortonskaya flora Swoshovitse (summary: The Tortonian flora of Swoszowice). Tr. Bot. Inst. AN SSSR, Ser. 8, Paleobot., 5: 115-144.
- ILINSKAYA I. A. 1968. Neogenovye flory Zakarpatskoi oblasti USSR (summary: Neogene floras of the Transcarpathian Region of the U.S.S.R.). Izdatel'stvo Nauka. Leningrad.
- JÄHNICHEN H. 1966. Morphologisch-anatomische Studien über strukturbietende, ganzrandige Eichenblätter des Subgenus *Euquercus* - *Quercus lusatica* n. sp. im Tertiär Mitteleuropas. Monatsber. Dtsch. Akad. Wiss., Berlin, 8(6-7): 477-512.
- JÄHNICHEN H. 1969. Revision zu Originalen strukturbietender Blätter aus der Lausitzer und Niederrheinischen Braunkohle. Geologie, 18(1): 77-111.
- JÄHNICHEN H. 1991. A revision of some palaeobotanical taxa from the Pannonian (Miocene) of Romania. Tertiary Research, 12(3-4): 165-172.
- JANIN B. T. 1983. Osnovy Paleontologii. Nedra, Moskva.
- JENTYS-SZAFEROWA J. 1955. Wielopostaciowość liści drzew i jej przyczyny (summary: Polymorphism of Tree Leaves and its Causes). Acta Soc. Bot. Pol., 24(1): 207-236.
- JERZMAŃSKA A. & HAŁUSZCZAK A. 1986. Nowe stanowisko ryb słodkowodnych (*Teleostei*) z trzeciorzędu Polski (summary: A new locality of Tertiary fresh-water fish fauna (*Teleostei*) in Poland). Przegl. Geol., 34(1): 25-27.
- JUCHNIEWICZ K. 1975. Flora kopalna Turowa koło Bogatyni w świetle analizy nabłonkowej (summary: The fossil flora from Turów near Bogatynia studied by cuticular analysis). Pr. Muz. Ziemi, 24: 65-132.
- JUDD W. S. & MANCHESTER S. R. 1997. Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. Brittonia, 49(3): 384-405.
- JUHNKE R. 1931. Neue tertiäre Pflanzenfunde im Kreise Wohlau. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst., 52: 112-118.
- KAC N. J. 1975. Bagna Kuli Ziemskiej. PWN, Warszawa.
- KASZA 1985. (niepubl.) Zestawienie profili litostratygraficznych dla obszaru odkrywki KWB Bełchatów (wg stanu obserwacji terenowych). Mat. Arch. KWB Bełchatów.
- KEARNEY T. H. 1901. Report on a botanical survey of the dismal swamp region. Contributions from the U.S. National Herbarium, 5(6): 321-585.

- KEILHACK K. 1896. Über die zugehörigkeit der Gattung *Folliculites* zu der lebenden Hydrocharidee *Stratiotes*. Z. Geol. Gesellsch., 48: 987-989.
- KIRCHHEIMER F. 1942. *Phycopeltis microthyrioides* n. sp. Eine blattbewohnende Alge aus dem Tertiär. Bot. Archiv. 44.
- KNAPP R. 1965. Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika und der Hawaii-Inseln. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- KNOBLOCH E. 1961. Die oberoligozäne Flora des Pirskenberges bei Šluknov in Nord-Böhmen. Sbor. Ústř. Úst. Geol. Paleont., 26: 214-315.
- KNOBLOCH E. 1964. Haben *Cinnamomum scheuchzeri* Heer und *Cinnamomum polymorphum* (Al. Braun) Heer nomenklatorisch richtige Namen? Neues. Jahrb. Geol. Paläont., Monatshefte., 10: 597- 603.
- KNOBLOCH E. 1969. Tertiäre Floren von Mähren. Moravské Museum-Musejní Spolek. Brno.
- KNOBLOCH E. 1971. Nomenklatorische-taxonomische Bemerkungen zu *Platanus aceroides* Goepfert und *Quercus attenuata* Goepfert. Mitt. Bayer. Staatssaml. Paläont. u. Hist. Geol., 11: 263-265.
- KNOBLOCH E. 1986. Die Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Achldorf bei Vilsbiburg (Niederbayern). Documenta Naturae, 30: 14-48.
- KNOBLOCH E. & KVAČEK Z. 1965. *Byttneriophyllum tiliaefolium* (Al. Braun) Knobloch et Kvaček in den tertiären Floren der Nordhalbkugel. Sbor. Geol. Věd., Paleont., 5: 123-166.
- KNOBLOCH E. & KVAČEK Z. 1976. Miozäne Blätterfloren vom Westrand der Böhmisches Masse. Rozpr. Ústř. Úst. Geol., 42: 1-131.
- KNOBLOCH E. & KVAČEK Z. 1996. Miozäne Floren der südböhmischen Becken. Sbor. Geol. Věd, Paleont., 33: 39-77.
- KOLAKOVSKII A. A. 1958. Piervoe dopolnienie k duabskoi pliotenovoi flore. Tr. Sukhum. Bot. Sada, 11: 311-397.
- KOLAKOVSKII A. A. 1959. Vtoroe dopolnienie k kodorskoj pliotenovoi flore. Tr. Sukhum. Bot. Sada, 12: 235-318.
- KOLAKOVSKII A. A. 1964. Pliotsenovaya flora Kodora (summary: A Pliocene flora of the Kodor River). Sukh. Bot. Sad. Monogr., 1: 1-209.
- KOLAKOVSKII A. A. & SHAKRYL A. K. 1976. Sarmatskie flory Abkhazii. Tr. Sukhum. Bot. Sada, 22: 98-148.
- KONDRACKI J. 1988. Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- KÖPPEN W. 1918. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresverlauf. Peterm. Geogr. Mitt., 64: 193-203, 243-248.
- KÖPPEN W. 1931. Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde. De Gruyter, Berlin.
- KOVAR-EDER J. 1988. Obermiozäne (Pannone) Floren aus der Molassezone Österreichs. Beitr. Paläont. Österr., 14: 19-121.

- KOVAR-EDER J. 1996. Eine bemerkenswerte Blätter-Vergesellschaftung aus dem Tagebau Oberdorf bei Köflach, Steiermark (Unter-Miozän). Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmuseum Joanneum, 54: 147-171.
- KOVAR-EDER J., HABLY L. & DEREK T. 1995. Neuhaus/Klausenbach-eine miozäne (pannone) Pflanzenfundstelle aus dem südlichen Burgenland. Jb. Geol. B.-A., 138(2): 321-347.
- KOVATS J. 1851. Fossile Flora von Erdöbénye. Jahrb. Kaiserl. Königl. Geol. Reichsanst., 2(2): 178.
- KOWALSKI K. 1993. *Neocometes* SCHAUB and ZAPFE, 1953 (*Rodentia, Mammalia*) from the Miocene of Bełchatów (Poland). Acta Zool. Cracov., 36(2): 259-265.
- KOWALSKI K. 1994. Evolution of *Anomalomys* GAILLARD 1900 (*Rodentia, Mammalia*) in the Miocene of Poland. Acta Zool. Cracov., 37(1): 163-176.
- KOWALSKI K. 1995. Kopalne Megachiroptera w miocenie Polski. Wszechświat, 96(3): 81.
- KOWNAS S. 1956. Trzeciorzędowa flora z Dobrzyń nad Wisłą (summary: Tertiary flora from Dobrzyń on the Vistula). Acta Geol. Pol., 5(4): 439-516.
- KRAJEWSKA K. 1998. Neogene leaf flora from Gnojna (Opole Prov., SW Poland). Acta Palaeobot., 38(1): 25-85.
- KRÄUSEL R. 1919. Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst., 38(1917), 1/2.
- KRÄUSEL R. 1920. Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens. I. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst., 39(1918), 1/3.
- KRÄUSEL R. 1921. Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens. III. Über einige Originale Goepperts und neuere Funde. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst., 40(1919), 1/3.
- KRÄUSEL R. 1938. Die tertiäre Flora der Hydrobienkalke von Mainz-Kastel. Palaeontolog. Zeitschr., 20(1): 9-103.
- KRÄUSEL R. & WEYLAND H. 1950. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter I. Palaeontographica B, 91: 7-92.
- KRÄUSEL R. & WEYLAND H. 1954. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter II. Palaeontographica B, 96: 106-163.
- KRÄUSEL R. & WEYLAND H. 1959. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter IV. Palaeontographica B, 105: 101-124.
- KRENN H. 1998. Die obermiozäne (pannone) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich. Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmuseum Joanneum, 56: 165-271.
- KRÜSSMANN G. 1972. Handbuch der Nadelgehölze. P. Parey., Berlin-Hamburg.
- KRZYSZKOWSKI D. 1993. Neogene fluvial sedimentation in the Kleszczów Graben, Central Poland. J. Sedim. Petrol. 63(2): 204-217.
- KRZYSZKOWSKI D. & SZUCHNIK A. 1995. Pliocene-Pleistocene boundary in the Kleszczów Graben at Bełchatów, central Poland. J. Quart. Sc., 10(1): 45-58.
- KÜRSCHNER W. M. 1996. Leaf stomata as biosensors of palaeoatmospheric CO₂ levels. LPP Contrib. Ser., 5: 1-153.

- KVAČEK Z. 1966. Kombinovaná metoda preparace listových pokožek. *Preslia*, 38: 205-207.
- KVAČEK Z. 1971. Fossil Lauraceae in the stratigraphy of the North-Bohemian Tertiary. *Sborn. Geol. Véd, Paleont.*, 13: 47-86.
- KVAČEK Z. 1989. Fosilní *Tetraclinis* Mast. (Cupressaceae). *Čas. Nár. Muz., Ř. Přírodověd.*, 155(1986): 45-53.
- KVAČEK Z. & BŮŽEK Č. 1966. Einige interessante Lauraceen und Symplocaceen des nordböhmisches Tertiärs. *Věst. Ústr. Úst. Geol.*, 41(4): 291-294.
- KVAČEK Z. & HOLÝ F. 1974. *Alnus julianaeformis* (Sternberg 1823) comb. n., a noteworthy Neogene alder. *Čas. Mineral. Geol.*, 19 (4): 367-372.
- KVAČEK Z. & HURNÍK S. 2000. Revision of Early Miocene plants preserved in baked rocks in the North Bohemian Tertiary. *Sbor. Nár. Muz., Ř. Přírodověd.*, 56(1-2): 1-48.
- KVAČEK Z. & WALTHER H. 1978. Anisophylly and leaf homeomorphy in some Tertiary plants. *Cour. Forschungsinst. Senckenberg*, 30: 84-94.
- KVAČEK Z. & WALTHER H. 1991. Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken IV. Teil - *Fagus* L. *Feddes Repert.*, 102: 471-534.
- KVAČEK Z. & WALTHER H. 1992. History of *Fagus* in Central Europe - an attempt of new interpretation of *Fagus* evolution. In: KOVAR-EDER J. (ed.) *Palaeovegetational development in Europe and regions relevant to its palaeofloristic evolution. Proceedings of the Pan-European Palaeobotanical Conference, 19-23 september 1991*: 169-172.
- KVAČEK Z. & WALTHER H. 1998. The Oligocene volcanic flora of Kundratice near Litoměřice, České středohoří Volcanic Complex (Czech Republic) - a review. *Sbor. Nár. Muz., Ř. Přírodověd.*, 54(1-2): 1-42.
- LAURENT L. 1904-1905. Flore Pliocène des cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-La Sabie (Cantal). *Ann. Mus. D'Histoire Nat. de Marseille, Geol.*, 9: 1-313.
- LESQUEREUX L. 1878. Contribution to the fossil flora of the Western Territories, II. The Tertiary flora. *Rep U.S. Geol. Surv. Territ.*, 7: 1-366.
- LITKE R. 1966. Kutikularanalytische Untersuchungen im Niederlausitzer Unterflöz. *Paläont. Abh. B, Paläobot.*, 2(2): 327-426.
- LITKE R. 1968. Pflanzenreste aus dem Untermiozän in Nordwestsachsen, *Palaeontographica B*, 123(1-6): 173-183.
- ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. 1957. Miocénska flora z Rypina na Pojezierzu Dobrzyńskim (summary: Miocene flora at Rypin in Dobrzyń Lake District). *Pr. Inst. Geol.*, 15: 5-76.
- ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. 1966. Tortonian flora from the "Gdów Bay" in the South of Poland. *Acta Palaeobot.*, 7(1): 1-135.
- ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. 1980. Macroscopic plant remains from the freshwater Miocene of the Nowy Sącz Basin (West Carpathians, Poland). *Acta Palaeobot.*, 20(1): 1-117.

- ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M., WALTHER H. & ZASTAWNIAK E. 1981. A preliminary report on a new study of the Neogene flora from Sośnica near Wrocław in Lower Silesia, West Poland (leaf and fruit-seed floras). *Acta Palaeobot.*, 21(2): 101-114
- ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. & ZASTAWNIAK E. 1997. The Middle Miocene flora of Wieliczka revision of Jan Zabłocki's collection. *Acta Palaeobot.*, 37(1): 17-49.
- MÄDLER K. 1939. Die pliozäne Flora von Frankfurt am Main. *Abh. Senckenb. Naturforsch. Gesell.*, 446: 1-202.
- MÄDLER K. 1952. Die Erhaltungszustände der tertiären Laubblätter und die Möglichkeiten ihrer Auswertung. *Geol. Jahrb.*, 66: 577-583.
- MAI D. H. 1965. Eine pliozäne Flora von Kranichfeld in Thüringen. *Mitt. Zentr. Geol. Inst.*, 1: 37-64.
- MAI D. H. 1986. Über Typen und Originale tertiärer Arten von *Pinus* L. (Pinaceae) in mitteleuropäischen Sammlungen. - Ein Beitrag zur Geschichte der Gattung in Europa. *Feddes Repert.*, 97(9-10): 571-605.
- MAI D. H. 1995. Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Gustav Fischer Verlag. Jena, Stuttgart, New York.
- MAI D. H. & GREGOR H.-J. 1982. Neue und interessante Arten aus dem Miozän von Salzhausen im Vogelsberg. *Feddes Repert.*, 93 (6): 405-435.
- MAI D. H. & WALTHER H. 1978. Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden*, 28: 1-200.
- MAI D. H. & WALTHER H. 1985. Die obereozänen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden*, 33: 1-260.
- MAI D. H. & WALTHER H. 1988. Die pliozänen Floren von Thüringen, Deutsche Demokratische Republik. *Quartärpaläontol.*, 7: 55-297.
- MAI D. H. & WALTHER H. 1991. Die oligozänen und untermiozänen Floren Nordwest-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden*, 38: 1-230.
- MATL K. 2000. Wybrane elementy budowy geologicznej złoży Bełchatów (summary: Selected elements of geological structure of the Bełchatów deposit). In: SŁOMKA T. & WAGNER M. (eds.) Charakter petrograficzny i warunki sedymentacji wybranych kompleksów litologicznych z profilu miocenu w złoży węgla brunatnego Bełchatów (Petrological studies and sedimentological conditions of select lithologic series in Miocene from Bełchatów Lignite deposit, Poland). Komisja Nauk Geologicznych PAN, oddział w Krakowie, *Prace Geologiczne* 147: 11-19.
- MELLER B., KOVAR-EDER J. & ZETTER R. 1999. Lower Miocene leaf, palynomorph, and diaspore assemblages from the base of the lignite-bearing sequence in the opencast mine Oberdorf, N Voitsberg (Styria, Austria) as an indication of "Younger Mastixioid" vegetation. *Palaeontographica B*, 252(5-6): 123-179.
- MENZEL P. 1910. Pflanzenreste aus dem Posener Ton. *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 31 (1-1): 173-191.
- MEYER F. 1919. Salicaceen, Aceraceen und die übrigen nachgewiesenen Pflanzenreste. In: KRÄUSEL R. Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 38 (1917), 1/2: 145-184.

- MOSBRUGGER V. & UTESCHER T. 1997. The coexistence approach - a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 134: 61-86.
- OZAKI K. 1980. Late Miocene Tatsumitoge Flora of Tottori Prefecture, Southwest Honshu, Japan (III). *Sci. Repts. Yokohama Natl. Univ. Sec. 2*, 27: 19-45.
- OŻÓG J., RIABCEW M. & ŻUCHOWSKI A. *Polski Węgiel Brunatny*. Wyd. KWB „Bełchatów”
- PALAMAREV E. H. & PETKOVA A. S. 1987. Les fossiles de Bulgarie, VIII/1. La macroflore du Sarmatien. L'Academie Bulgare des Sciences, Sophia.
- PALAMAREV E. & MAI D. H. 1998. Die Paläogenen Fagaceae in Europa: Artenvielfalt und Leitlinien ihrer Entwicklungsgeschichte. *Acta Palaeobot.*, 38(2): 227-299.
- PÁLFALVY I. 1957-1958. Új növényfajok a mecseki középső-miocén rétegekből. *M. Áll. Földtani Int. Évi Jelentése Az 1957-58. Évről*: 401-415.
- PAŁCZYŃSKI A., PODBIELKOWSKI Z. & POLAKOWSKI B. 1995. *Botanika*. PWN, Warszawa.
- PAWŁOWSKI B. 1957. *Słowniczek Botaniczny*. PWN, Warszawa.
- PAX F. 1907. Fossile Pflanzen von Trebnitz. *Jahresber. Schles. Ges. Vaterl. Cult.*, 84: 53-56.
- PODBIELKOWSKI Z. 1987. *Fitogeografia części świata. T. I i II*. PWN, Warszawa.
- PODBIELKOWSKI Z. 1991. *Geografia Roślin*. WSiP, Warszawa.
- PRACA ZBIOROWA 1998. *Encyklopedia Biologiczna, T. 6 (Ks-Mn)*. Agencja Publicystyczno-Wydawnicza Opres, Kraków.
- PROCHÁZKA M. & BŮŽEK Č. 1975. Maple leaves from the Tertiary of North Bohemia. *Rozpr. Ústř. Úst. Geol.*, 41: 1-86.
- RANIECKA-BOBROWSKA J. 1954. Trzeciorzędowa flora liściowa z Konina (summary: Tertiary foliaceous flora from Konin). *Biul. Inst. Geol.*, 71: 5-36.
- RANIECKA-BOBROWSKA J. 1957. Kilka szczątków roślinnych z tortonu Górnego Śląska (summary: A few plant remnants from the Tortonian of Upper Silesia). *Kwart. Geol.*, 1(2): 275-297.
- RANIECKA-BOBROWSKA J. 1959. Trzeciorzędowa flora nasienna z Konina. *Biul. Inst. Geol.*, 130: 159-252.
- RANIECKA-BOBROWSKA J. 1962a. (niepubl.) Ekspertyza próbek węgla brunatnego z wierceń Bełchatów Geo-2a oraz Piaski I. *Archiw. ZGZ Węgla Brunatnego Inst. Geol.*, Warszawa.
- RANIECKA-BOBROWSKA J. 1962b. Trzeciorzędowa flora z Osieczowa nad Kwisą (Dolny Śląsk) (summary: Tertiary flora from Osieczów on the Kwisa river (Lower Silesia). *Pr. Inst. Geol.*, 30(3): 81-223.
- RANIECKA-BOBROWSKA J. 1970. Stratygrafia młodszego trzeciorzędu Polski na podstawie badań paleobotanicznych (summary: Stratigraphy of Late Tertiary in Poland on the basis of palaeobotanical research). *Kwart. Geol.*, 14(4): 728-753.

- REICHENBACH E. 1919. Coniferen und Fagaceen. In: KRÄUSEL R. Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst., 38 (1917), 1/2: 97-144.
- RÖHRIG E. 1991. Temperate deciduous forests of in Mexico and Central America. In: RÖHRIG E. & ULRICH B. (eds.) Ecosystems of the World 7: Temperate deciduous forests. Elsevier Science Pub., Amsterdam, London, New York, Tokyo.
- ROIRON P. 1979. Recherches sur les Flores Plio-Quaternaires Méditerranéennes: La Macroflore Pliocene de Pichegu Pres de Saint-Gilles (Gard). These, Acad. de Montpellier, Univ. des Sci. et Tech. du Languedoc: 1-221.
- ROTH J. L. & DILCHER D. L. 1978. Some considerations in leaf size and leaf margin analysis of fossil leaves. In: KVAČEK Z. & SCHAARSCHMIDT F. (eds.) International Symposium Advances in Angiosperm Palaeobotany. Liblice (ČSSR), June 13-17. 1977. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 30: 165-171.
- RÜFFLE L. & PALAMAREV E. CH. 1979. Verwandtschaftskreis und die Zönogenese von *Quercus apocynophyllum* Ett. in der Tertiärflora Mittel- und Südeuropas. - Bulg. Acad. Sci. Phytol., 13: 31-58.
- SADOWSKA H. 1977. Roślinność i stratygrafia górnioiocenkich pokładów węgla Polski południowo-zachodniej (summary: Vegetation and stratigraphy of Upper Miocene coal seams of the south-western Poland). Acta Palaeobot., 18(1): 87-122.
- SAPORTA G. 1865. Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque Tertiaire. Ann. Sci. Nat. Bot. Ser., 5(4): 5-264.
- SAPORTA G. 1869. Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore Pliocène de Meximieux. Bull. Soc. Géol. France, 2(26): 752-773.
- SAPORTA G. & MARION A. F. 1876. Recherches sur les végétaux fossiles Meximieux. Archiv. Mus. d'Hist. Nat. Lyon, 1: 131-335.
- SCHNEIDER W. 1969. Cuticulae dispersae aus dem 2. lausitzer Flöz (Miozän) und ihre fazielle Aussage. Freib. Forschh. C 222, Paläont: 1-75.
- SCHNEIDER W. 1992. Floral Successions in Miocene Swamps and Bogs of Central Europe. Z. Geol. Wiss., 20(5-6): 555-570.
- SCHWARZENHOLZ W. 1961. Isolierung von *Azolla*-Sporen aus erdigen und sandigen Sedimenten. Geologie, 10: 32.
- SHVAREVA N. Y. 1970. Miotsenovaya flora Pistynki v Predkarpat'e. Bot. Zhur., 55(3): 443-456.
- SHVAREVA N. Y. 1983. Miotsenovaya flora Predkarpat'ya. Naukova Dumka. Kiev.
- SITÁR V. & TAKAČ M. 1993. Neogene flora of Nováky Coal Basin, locality Lehota pod Vtáčnikom. Acta Geol. Univ. Comeniana, 49: 63-96.
- STACE C. A. 1965. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. Bot., 4(1): 3-78.
- STEGER V. 1883. Die schwefelführenden Schichten von Kokoschütz in Oberschlesien und die in ihnen auftretende Tertiärflora. Druck F Schmeer & Söhne, Ratibor.
- STEININGER F. F., MULLER C. & ROGL F. 1988. Correlation of Central Parathetys, Eastern Parathetys and Mediterranean Neogene Stages. In: The Pannonian Basin, A study in basin evolution, 7. Amer. Assoc. of Petrol. Geol. MEMOIR 45, Tulsa.

- STERNBERG K. M. 1823. Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. III. Fr. Fleischer Verl., Leipzig, Praha.
- STRAUS A. 1930. Dikolyte Pflanzenreste aus dem Oberpliozän von Willershausen (Kreis Osterode, Harz). Jb. Kön. Preuss. Geol. Landesanst., 51: 302-336.
- STRIEGLER U. 1985. Die fossile Flora des Blättertens von Wischgrund, Teil I. Natur und Landschaft. Bez. Cottbus, 7: 3-35.
- STRIEGLER U. 1990. Paleobotanical studies in Lower Lusatia. In: KNOBLOCH E. & KVAČEK Z. (eds.) Proceedings of the Symposium „Paleofloristic and Paleoclimatic changes in the Cretaceous and Tertiary” 1989]. Prague 1990: 233-237.
- STUHLIK L., SZYNKIEWICZ A., ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M. & ZASTAWNIAK E. 1990. Wyniki dotychczasowych badań paleobotanicznych trzeciorzędowych węgla brunatnych złoża "Bełchatów" (summary: Results of the hitherto palaeobotanical investigations of the Tertiary brown coal bed "Bełchatów" (Central Poland). Acta Palaeobot., 30 (1-2): 259-305.
- STUHLIK L. & SZYNKIEWICZ A. 1998. General geological situation and palynological investigations of the brown coal deposits. In: SADOWSKA A. & SZYNKIEWICZ A. (eds.) Guide to Excursion No 2: Tertiary-Quaternary (Pleistocene) floras of Bełchatów (Middle Poland) and several localities in south-western Poland. The Fifth European Palaeobotanical-Palynological Conference in Cracow, 26-30.06.1998. IB PAN, Kraków: 6-11.
- STWORZEWICZ E. & SZYNKIEWICZ A. 1988. Mioceńskie ślimaki lądowe ze wschodniej części KWB Bełchatów. Kwart. Geol., 32(3-4): 655-661.
- SVESHNIKOVA I. N. 1963. Opredelitel' sovremennykh i iskopaemykh predstavitelej Sciadopityaceae i Taxodiaceae po epiderme list'ev. Trudy Bot. Inst. Komarov Akad. Nauk SSSR, Ser. Paleobotanika, 4: 205-229.
- SZAFER W. 1961. Mioceńska flora ze Starych Gliwic na Śląsku (summary: Miocene flora from Stare Gliwice in Silesia). Pr. Inst. Geol., 33: 5-143.
- SZAFER W., KULCZYŃSKI S. & PAWŁOWSKI B. 1969. Rośliny Polskie. PWN, Warszawa.
- SZAFER W. & ZARZYCKI K. 1972. Szata Roślinna Polski, T. I i II. PWN, Warszawa.
- SZEWYKOWSKA A. & SZWEYKOWSKI J. (red.) 1993. Słownik Botaniczny. Wiedza Powszechna, Warszawa.
- SZYNKIEWICZ A. 1999. Wiek utworów trzeciorzędowych odkrywki „Bełchatów”. XX Konferencja Terenowa Sekcji Tektonicznej PTG „Młodoalpejski Rów Kleszczowa: rozwój i uwarunkowania w tektonice regionu. Słok k. Bełchatowa, 15-16 października 1999: 143-147.
- TAKHTADZHIAN A. L. 1987. Sistema Magnoliofitov. Izd. Nauka, Leningrad.
- TANAI T. & SUZUKI N. 1963. Miocene floras of southwestern Hokkaido, Japan. - Tertiary floras of Japan, I. Miocene floras. Assoc. Commem. 80th Anniv. Geol. Surv. Japan, 1963.
- TEICHMÜLLER M. 1958. Rekonstruktion verschiedener Moortypen des Hauptflözes der niederrheinischen Braunkohle. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 2: 599-612.

- THEOBALD W. L., KRAHULIK J. L. & ROLLINS R. C. 1979. Trichome description and classification. In: METCALFE C. R. & CHALK L. (eds.) *Anatomy of the Dicotyledons*. Second Edition, vol. I. Clarendon Press, Oxford: 40-53.
- THOMAS J. 1960. A monographic study of the Cyrillaceae. *Cont. Gray Herb.*, 186: 1-114.
- TUTAYUK V. Kh. 1975. Drevesnye relikty Talysha. *Anatomo-morfologicheskoe issledovanie*. Akad. Nauk ASSR, Inst. Bot. im. Komarova. Izd. ELM, Baku.
- UNGER F. 1838. Über die Pflanzen und Insekten-Reste von Radoboj in Kroatien. *Reisenotizen*. *N. Jb. Miner. Geol.*, (1840): 374-377.
- UNGER F. 1841. *Chloris protogaea*. Beiträge zur Flora der Vorwelt, H. I. Wilhelm Engelmann., Leipzig.
- UNGER F. 1845. *Chloris protogaea*. Beiträge zur Flora der Vorwelt, H. III. Wilhelm Engelmann., Leipzig.
- UNGER F. 1847. *Chloris protogaea*. Beiträge zur Flora der Vorwelt. H. IV. Wilhelm Engelmann., Leipzig.
- UNGER F. 1849. Blätterabdrücke aus dem Schwefelflötze von Swoszowice in Galizien. *Haidinger Naturwiss. Abh.*, 3(1): 121-128.
- UNGER F. 1850. Die Gattung *Glyptostrobus* in der Tertiär-Formation. *Sitz. Ber. Akad. Wiss., math.- naturwiss. Cl.*, 5: 434-435.
- UNGER F. 1861. *Sylogae plantarum fossilium*. *Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., math.- naturwiss. Cl.*, 19: 1-48.
- VALENTÍN ARBONA M., REYES RODRÍGUEZ M. & BERAZAÍN ITURRALDE R. 1992. La nervadura foliar del género *Cyrilla* Garden ex L. en Cuba. *Rev. del Jardín Botánico Nacion.*, 13: 27-31.
- VAN DER BURGH J. 1994. Differences in fossil seed/fruit-, wood- and leaf-floras, taphonomy and ecological implications. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 83: 119-129.
- VAN DER BURGH J. 1998. Symplocaceae and Cyrillaceae in the Lower Rhenish Brown Coal; important components of a peat-generating vegetation. *Abstracts of the Fifth European Palaeobotanical and Palynological Conference, June 26-30, 1998, Cracow, Poland*: 188.
- VAN DER BURGH J. & ZETTER R. 1998. Plant mega- and microfossil assemblages from the Brunssumian of 'Hambach' near Düren, B.R.D. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 101: 209-256.
- VELITZELOS E., GREGOR H.-J. & JÄHNICHEN H. 1983. Fossile Vertreter der Roßkastanie (*Aesculus* LINNÉ) in der untermiozänen Flora von Kumi (Euböa, Griechenland). *Documenta Naturae*, 14: 1-23.
- VELITZELOS E., BŮŽEK Č. & KVAČEK Z. 1992. Contributions to the Lower Miocene flora of Aliveri (Island of Evia, Greece). *Documenta Naturae*, 74: 10-25.
- WAGNER M. 2000. Petrografia i praktyczne znaczenie paratonsteinów ze złoża węgla brunatnego Bełchatów (summary: Petrography and practical significance of tonsteins from the Bełchatów lignite deposits). In: SŁOMKA T. & WAGNER M. (eds.) *Charakter petrograficzny i warunki sedymentacji wybranych kompleksów litologicznych z profilu miocenu w złożu węgla brunatnego Bełchatów* (Petrological

- studies and sedimentological conditions of select lithologic series in Miocene from Bełchatów Lignite deposit, Poland). Komisja Nauk Geologicznych PAN, oddział w Krakowie, Prace Geologiczne 147: 101-122.
- WAGNER M. & DROBNIAK A. 2000. Studium petrologiczne „iłów kostkowych” ze złoża węgla brunatnego Bełchatów (summary: Petrologic study of the so-called „cuboidal clays” from the Bełchatów lignite deposits). In: SŁOMKA T. & WAGNER M. (eds.) Charakter petrograficzny i warunki sedymentacji wybranych kompleksów litologicznych z profilu miocenu w złożu węgla brunatnego Bełchatów (Petrological studies and sedimentological conditions of select lithologic series in Miocene from Bełchatów Lignite deposit, Poland). Komisja Nauk Geologicznych PAN, oddział w Krakowie, Prace Geologiczne 147: 73-97.
- WAGNER M., DOKTOR M. & SŁOMKA T. 2000. Skład petrograficzny i warunki sedymentacji wapieni jeziornych ze złoża węgla brunatnego Bełchatów (summary: Petrographic conditions and conditions of sedimentation of lacustrine limestones from the Bełchatów Lignite deposit). In: SŁOMKA T. & WAGNER M. (eds.) Charakter petrograficzny i warunki sedymentacji wybranych kompleksów litologicznych z profilu miocenu w złożu węgla brunatnego Bełchatów (Petrological studies and sedimentological conditions of select lithologic series in Miocene from Bełchatów Lignite deposit, Poland). Komisja Nauk Geologicznych PAN, oddział w Krakowie, Prace Geologiczne 147: 47-70
- WALTER H. 1974. Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. Gustaw Fischer Verlag, Stuttgart.
- WALTHER H. 1964. Paläobotanische Untersuchungen im Tertiär von Seifhennersdorf. Jb. Staatl. Mus. Miner. Geol. Dresden, (1964): 1-131.
- WALTHER H. 1972. Studien über tertiäre *Acer* Mitteleuropas. Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol., 19: 1-309.
- WALTHER H. 1994. Entwicklung der Fagaceae (Buchengewächse) im Tertiär Mitteleuropas. Ber. Naturforsch. Ges. Oberlausitz, 3: 27- 42.
- WALTHER H. & ZASTAWNIAK E. 1991. *Fagaceae* from Sośnica and Malczyce (near Wrocław, Poland). A revision of original materials by Goeppert 1852 and 1855 and a study of new collections. Acta Palaeobot., 31(1-2): 153-199.
- WANG C. W. 1961. The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. Harvard Univ. Publ., Maria Moors Cabot Found., Cambridge, Mass., 5: 1-313.
- WAŚ M. 1956. Trzy rośliny nowe dla flory miocenijskiej Polski (summary: Three plants new to the miocene of Poland). Acta Soc. Bot. Pol., 25(3): 579-587.
- WEBER O. 1852. Die Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation. Palaeontographica, 2: 117-236.
- WESSEL P. & WEBER O. 1856. Neuer Beitrag zur Tertiärflora der Niederrheinischen Braunkohlenformation. Palaeontographica, 4: 111-168.
- WEYLAND H. 1934. Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärflora I. Floren aus den Kieselloolith- und Braunkohlenschichten der Niederrheinischen Bucht. Abh. Preuss. Geol. Landesanst., 161: 1-122.

- WEYLAND H. & KILPPER K. 1963. Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter VI. Weitere Dikotyledonen aus der Rheinischei Braunkohle. *Palaeontographica B*, 113: 93-116.
- WEYLAND H., KILPPER K. & BERENDT W. 1967. Kritische Untersuchungen zur kutikularanalyse tertiärer Blätter. VII. *Palaeontographica B*, 120: 151-168.
- WIELKA ENCYKLOPEDIA PRZYRODY, ROŚLINY KWIATOWE. 1998. T. I i II. MUZA SA, Warszawa.
- WILCZYŃSKI R. 1992. Dotychczasowe wyniki badań podstawowych serii poznańskiej w świetle geologiczno-inżynierskich problemów prowadzenia robót górniczych w KWB „Bełchatów” (summary: The hitherto existing results of the Poznań suite in the light of geological-engineering problems of carrying mining works in the „Bełchatów” brown coal open mine). *Acta Univ. Wratislaviensis*, 1354; *Pr. Geol. Mineral.*, 24: 91-108.
- WILDE V., LENGTAT K.-H. & RITZKOWSKI S. 1992. Die oberpliozäne Flora von Willershäusen am Harz von Adolf Straus (†). *Ber. Naturhist. Ges. Hannover*, 134: 7-115.
- WILDE V. & FRANKENHÄUSER H. 1998. The Middle Eocene plant taphocoenosis from Eckfeld (Eifel, Germany). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 101: 7-28.
- WILKINSON H. P. 1979. The plant surface (mainly leaf). In: METCALFE C. R. & CHALK L. (eds.) *Anatomy of the Dicotyledons. Second Edition, vol. I.* Clarendon Press, Oxford: 97-166.
- WOROBIEC E. 1999. Profil palinologiczny pokładu „Henryk” ze złoża węgla brunatnego „Legnica”. In: LIPIARSKI I. (ed.) *Proc. XXII Symp. „Geol. of Coal-bear. Strata of Poland”.* Univ. of Mining and Metall., Cracow: 125-129.
- WOROBIEC G. 1994. Upper Miocene fossil plants from the outcrop of Stare Bystre (Western Carpathians, Poland) *Acta Palaeobot.*, 34(1): 83-105.
- WOROBIEC G. 1995. A preliminary report on the Lower Miocene leaf flora from the brown coal mine "Bełchatów" (Central Poland). *Acta Palaeobot.*, 35(2): 243-251.
- WOROBIEC G. & FLORJAN S. 1997. Liście kopalne z otworu wiertniczego 1211/B w Kopalni Węgla Brunatnego "Bełchatów". *Spraw. z Posiedzeń Kom. Nauk. PAN, oddział w Krakowie*, 40(2): 153-156.
- WOROBIEC G. & LESIAK M. 1998. Plant megafossils from the Neogene deposits of Stawek-1A (Bełchatów, Middle Poland). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 101: 179-208.
- WÓJCICKI J. J. & ZASTAWNIAK E. 1998. *Trapa srodoniana*, a new fossil species from the Pliocene of Bełchatów (Middle Poland). *Acta Palaeobot.*, 38(1): 167-174.
- WÓYCICKI Z. 1934. *Polskie mianownictwo botaniczne w zakresie cytologii i histologii roślin.* PTB, Warszawa.
- ZALEWSKA Z. 1953. Trzeciorzędowe szczątki drewna z Turowa nad Nysą Łużycką I (summary: Tertiary remains of fossil wood from Turów on the Lusatian Neisse, I). *Acta Geol. Pol.*, 3(4): 481-543.
- ZALEWSKA Z. 1955. Trzeciorzędowe szczątki drewna z Turowa nad Nysą Łużycką II (summary: Tertiary remains of fossil wood from Turów on the Lusatian Neisse, II). *Acta Geol. Pol.*, 5(2): 277-304.

- ZALEWSKA Z. 1959. Coniferae: Taxodiaceae. In: Flora kopalna Turowa kolo Bogatyni 2 (The fossil flora of Turów near Bogatynia 2). Systematyczny opis szczątków roślinnych 1 (Systematic description of plant remains 1). Pr. Muz. Ziemi, 3: 69-92, 115-120.
- ZASTAWNIAK E. 1972. Pliocene leaf flora from Domański Wierch near Czarny Dunajec (Western Carpathians, Poland). Acta Palaeobot., 13(1): 3-73.
- ZASTAWNIAK E. 1978. Upper Miocene leaf flora from Mirostowice Dolne (Western Poland). Acta Palaeobot., 19(1): 41-66.
- ZASTAWNIAK E. 1980. Sarmatian leaf flora from the southern margin of the Holy Cross Mts. (South Poland). Pr. Muz. Ziemi, 33: 39-108.
- ZASTAWNIAK E., ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M., BARANOWSKA-ZARZYCKA Z., HUMMEL A. & LESIAK M. 1996. Flora megasporowa, liściowa i owocownasienna. In: MALINOWSKA L. & PIWOCKI M. (eds.) Budowa Geologiczna Polski, T. III, Atlas Skamieniałości Przewodnych i Charakterystycznych, cz. 3a, kenozoik, trzeciorzęd, neogen. Polska Agencja Ekologiczna, Warszawa: 855-940.
- ZASTAWNIAK E. & WOROBIEC G. 1997. Szczątki roślin towarzyszące ichtiofaunie w oligoceńskich wapieniach jasielskich w Sobniowie koło Jasła (summary: Plant remains accompanying ichtyofauna in the Oligocene Jasło limestones at Sobniów near Jasło (southern Poland). Prz. Geol., 45(9): 875-879.
- ZASTAWNIAK E. & WALTHER H. 1998. Betulaceae from Sośnica near Wrocław (Poland) - a revision of Goeppert's original materials and study of more recent collections. Acta Palaeobot., 38(1): 87-145.
- ZENKER J. C. 1833. *Folliculites Kaltennordheimensis*, eine neue fossile Fruchtart. Neues. Jb. Miner. Geol., 1: 177-179.
- ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M. 1966. Stratygrafia osadów trzeciorzędowych w złożu "Bełchatów" na podstawie analizy sporowo-pyłkowej (summary: Stratigraphy of Tertiary sediments of the "Bełchatów" bed on the basis of spore-pollen analysis). Kwart. Geol., 10(4): 1117-1118.
- ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M. 1974. Palynological characters of the Neogene of Western Poland. Acta Palaeont. Pol., 19(3): 309-432.

Tabela 1. Zestawienie różnic pomiędzy dwoma formami "*Castanea*" *kubinyii* Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček

Forma A	Forma B
Morfologia	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ząbki tępe, haczykowate 2. Liście zwykle węższe (ok. 2 cm) 3. Sieć nerwów trzeciego rzędu mniej regularna 4. Rzadko obecne nerwy pośrednie 5. Wolne zakończenia nerwów nierozgałęzione lub rozgałęzione pojedynczo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ząbki ostre, często wyciągnięte w szczecinkę 2. Liście szersze (3-3,5 cm) 3. Sieć nerwów trzeciego rzędu bardzo regularna 4. Brak nerwów pośrednich 5. Wolne zakończenia nerwów rozgałęzione wielokrotnie
Anatomia	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Komórki hypodermy (pod górną epidermą) zwykle większe, 7-20 μm średnicy (przeciętnie 12-14 μm) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komórki hypodermy (pod górną epidermą) zwykle mniejsze, 7-14 μm średnicy (przeciętnie 11 μm)

Tabela 2. Lista taksonomiczna flory KRAM-P 211 i 214

Takson	liczba szczątków
1. <i>Microthyriaceae</i> gen. et sp. indet.	1
2. <i>Osmunda parrishiana</i> (Unger) Andreánszky	4
3. <i>Glyptostrobus europaeus</i> (Brongniart) Unger	4
4. <i>Pinus hampeana</i> (Unger) Heer	2
5. <i>Pinus</i> sp. div.	5
6. <i>Taxodium dubium</i> (Sternberg) Heer	1
7. <i>Tetraclinis salicornioides</i> (Unger) Kvaček	1
8. " <i>Castanea</i> " <i>kubinyii</i> Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček	118
9. <i>Acer integrilobum</i> O.Weber	20
10. cf. <i>Acer integrilobum</i> O.Weber	6
11. <i>Acer</i> sp. div.	1
12. <i>Acer tricuspidatum</i> Bronn sensu Procházka et Bůžek	1
13. <i>Alnus julianiformis</i> (Sternberg) Kvaček et Holý	11
14. cf. <i>Carya serrifolia</i> (Goeppert) Kräusel	2
15. <i>Daphnogene polymorpha</i> (Al.Braun) Ettingshausen	18
16. <i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> Weyland et Kilpper	1
17. <i>Liquidambar</i> sp.	1
18. <i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta	7
19. <i>Nyssa ornithobroma</i> Unger	1
20. <i>Populus</i> sp.	1
21. <i>Quercus rhenana</i> (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček	4
22. <i>Quercus</i> sp. sect. <i>Cerris</i> Oersted vel sect. <i>Dentata</i> C.K. Schneid.	3
23. <i>Ulmus</i> sp.	1
24. <i>Dicotylophyllum</i> sp. 1	1
25. <i>Dicotylophyllum</i> sp. 2	1
26. <i>Dicotylophyllum</i> sp. 6	1
27. <i>Symplociphyllum breddini</i> (Weyland) Juchniewicz	1
28. <i>Smilax sagittifera</i> Heer sensu Hantke	1
29. <i>Stratiotes kaltennordheimensis</i> (Zenker) Keilhack	15
30. Indeterminate vel Incertae sedis	19
ogółem	253

Tabela 3. Lista taksonomiczna flory KRAM-P 217

Takson	liczba szczątków
1. Microthriaceae gen. et sp. indet.	4
2. <i>Pinus</i> cf. <i>spinosa</i> Herbst	7
3. <i>Pinus</i> sp. div.	3
4. <i>Sequoia abietina</i> (Brongniart) Knobloch	56
5. <i>Acer</i> sp. div.	1
6. <i>Aesculus</i> cf. <i>hippocastanoides</i> Ilinskaya	1
7. <i>Alnus gaudinii</i> (Heer) Knobloch et Kvaček	34
8. cf. <i>Alnus gaudinii</i> (Heer) Knobloch et Kvaček	4
9. <i>Alnus menzelii</i> Raniecka-Bobrowska	125
10. cf. <i>Alnus menzelii</i> Raniecka-Bobrowska	7
11. <i>Alnus</i> sp.	3
12. <i>Byttneriophyllum tiliaefolium</i> (Al. Braun) Knobloch et Kvaček	6
13. cf. <i>Betula</i> sp.	1
14. cf. <i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato	2
15. <i>Cyrilla thomsonii</i> Kräusel et Weyland	8
16. <i>Diospyros anceps</i> Heer	43
17. cf. <i>Diospyros anceps</i> Heer	3
18. <i>Fagus silesiaca</i> Walther et Zastawniak	3
19. <i>Kalmia</i> cf. <i>saxonica</i> Litke	1
20. <i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato	20
21. <i>Pterocarya paradisiaca</i> (Unger) Ilinskaya	1
22. <i>Viscophyllum pliocenicum</i> (Engelhardt) Mädlar	1
23. " <i>Ficus</i> " <i>truncata</i> Heer sensu Bůžek	1
24. <i>Dicotylophyllum</i> sp. 3	1
25. <i>Dicotylophyllum</i> sp. 4	1
26. <i>Dicotylophyllum</i> sp. 5	1
27. <i>Bambusa lugdunensis</i> Saporta	15
28. <i>Smilax</i> cf. <i>protolancaefolia</i> Kolakovskii	1
29. <i>Smilax</i> cf. <i>weberi</i> Wessel in Wessel et Weber	1
30. Indeterminate vel Incertae sedis	2
ogółem	357

Tabela 4. Taksony owoców i nasion wyszlamowanych z próby iłu ze stanowiska KRAM-P 217 (det. M. Lesiak)

Lp	Takson
1.	<i>Abies/Keteleeria</i>
2.	<i>Pinus</i> sp.
3.	<i>Sequoia</i> sp.
4.	<i>Thuja</i> sp.
5.	<i>Actinidia</i> sp.
6.	<i>Alnus</i> sp.
7.	<i>Betula</i> sp.
8.	<i>Cephalantus</i> sp.
9.	cf. <i>Fagus</i> sp.
10.	<i>Menyanthes trifoliata</i> L. foss.
11.	<i>Myrica</i> sp.
12.	<i>Rubus</i> sp.
13.	<i>Carex</i> sp.

Tabela 5. Wyniki analizy palinologicznej próbki iltu z florą liściową ze stanowiska KRAM-P 217 (det. E. Worobiec)

Lp	Taxon	Liczba ziarn pyłku	Rodzaje obecne wśród makroszczątków
1.	Polypodiaceae sensu lato	27	
2.	<i>Osmunda</i>	6	
3.	<i>Abies</i>	21	+
4.	cf. <i>Podocarpus</i>	2	
5.	<i>Keteleeria</i>	1	+
6.	<i>Picea</i>	8	
7.	<i>Pinus</i> typ <i>haploxylon</i>	22	+
8.	<i>Pinus</i> typ <i>sylvestris</i>	107	+
9.	<i>Sciadopitys</i>	4	
10.	<i>Sequoia</i>	31	+
11.	<i>Taxodiaceae/Cupressaceae</i>	141	
12.	<i>Tsuga</i> typ <i>canadensis</i>	6	
13.	<i>Tsuga</i> typ <i>diversifolia</i>	6	
14.	<i>Acer</i>	2	+
15.	<i>Alnus</i>	53	+
16.	<i>Araliaceoipollenites edmundi</i> (<i>Araliaceae</i>)	5	
17.	<i>Arceuthobium</i>	1	
18.	<i>Betula</i>	14	+
19.	<i>Caprifoliaceae</i>	1	
20.	<i>Carpinus</i>	2	
21.	<i>Carya</i>	10	
22.	<i>Castanea/Castanopsis</i>	3	
23.	cf. <i>Cercidiphyllum</i>	1	
24.	cf. <i>Itea</i>	1	
25.	cf. <i>Labiatae</i>	1	
26.	cf. <i>Parrotia</i>	1	
27.	<i>Cornaceae/Araliaceae</i>	11	
28.	<i>Cyrtillaceae/Clethraceae</i>	6	+
29.	<i>Diervilla</i> (<i>Caprifoliaceae</i>)	1	
30.	<i>Diospyros</i> ?	3	+
31.	<i>Engelhardtia</i>	4	
32.	<i>Ericaceae</i> (formy male)	4	+
33.	<i>Fagus</i>	10	+
34.	<i>Ilex</i> (<i>Ilexpollenites iliacus</i>)	6	
35.	<i>Ilex</i> (<i>Ilexpollenites margaritatus</i>)	2	
36.	<i>Intratropopollenites instructus</i> (<i>Tiliaceae</i>)	14	
37.	<i>Juglans</i>	1	
38.	<i>Liquidambar</i>	1	
39.	<i>Lythraceae</i>	1	+
40.	<i>Myrica</i>	9	+
41.	<i>Nymphaeaceae</i>	1	
42.	<i>Nyssa</i>	4	
43.	<i>Oleaceae</i>	2	
44.	<i>Parthenocissus</i>	2	
45.	<i>Pterocarya</i>	6	+
46.	<i>Quercoidites henrici</i>	3	
47.	<i>Quercus</i>	15	
48.	<i>Rosaceae</i>	5	+
49.	<i>Rubiaceae</i> ?	1	+
50.	<i>Schizeaceae</i> ?	2	
51.	<i>Symplocos</i>	1	
52.	<i>Tricolporopollenites fallax</i> (<i>Leguminosae</i>)	5	
53.	<i>Tricolporopollenites pseudocingulum</i>	6	
54.	<i>Ulmus/Zelkova</i>	9	
55.	<i>Vitis</i> ?	4	
56.	<i>Butomus</i> ?	1	
57.	cf. <i>Palmae</i>	1	
58.	<i>Cyperaceae</i>	4	+
59.	<i>Poaceae</i>	1	+
60.	Varia	12	
61.	<i>Microthyriaceae</i>	5	+
62.	Plankton	3	

Tabela 6. Współczesne odpowiedniki kopalnych taksonów z Bełchatowa, zbiorowiska, w których dziś występują oraz zasięg geograficzny

Takson kopalny	Współczesny odpowiednik	Zbiorowisko	Występowanie
<i>Acer integrilobum</i> O.Weber	<i>Acer longiceps</i> Rheder <i>A. cappadocicum</i> Gleditsch	mezofilne lasy	wsch. Azja (Chiny)
<i>Acer tricuspidatum</i> Bronn sensu Procházka et Bůžek	<i>Acer rubrum</i> var. <i>drummondii</i> (Hook et Arnott) Sarg.	lasz bagienne	Ameryka Północna
<i>Acer</i> sp. div.	-	-	-
<i>Aesculus</i> cf. <i>hippocastanoides</i> Ilinskaya	<i>Aesculus glabra</i> Willd. <i>A. octandra</i> Marsch.	lasz mezofilne, lasz łęgowe	wsch. Ameryka Północna
<i>Alnus gaudinii</i> (Heer) Knobloch et Kvaček	<i>Alnus nitida</i> (Spach) Endlicher	lasz mezofilne	Indie, Himalaje
<i>Alnus julianiformis</i> (Sternberg) Kvaček et Holý	<i>Alnus japonica</i> Sieb. et Zucc. <i>A. trabeculosa</i> Hand.- Mazz.	lasz mezofilne	Japonia, Chiny, Korea, wsch. Rosja pd.-wsch. Chiny
<i>Alnus menzelii</i> Raniecka- Bobrowska	<i>Alnus serrulata</i> (Ait.) Willd <i>A. subcordata</i> C.A. Mey	lasz, zarośla nad brzegami rzek lasz hyrkańskie, olszyny nadmorskie	wsch. Ameryka Północna Kaukaz, Iran
<i>Bambusa lugdunensis</i> Saporta	<i>Arundinaria gigantea</i> (Walter) Chapm. <i>A. tecta</i> (Walter) Muhlenberg	bagna, brzegi rzek, wilgotne lasz	wsch. i pd.-wsch. Ameryka Północna
<i>Byttneriophyllum tiliaefolium</i> (Al. Braun) Knobloch et Kvaček	różni przedstawiciele rodzin Tiliaceae i Sterculiaceae	-	-
cf. <i>Carya serrifolia</i> (Goeppert) Kräusel	<i>C. cordiformis</i> (Wangh.) K. Koch <i>Carya pecan</i> (Marsh.) Engl. et Graebn. <i>C. tomentosa</i> Nutt.	lasz bagienne oraz łęgowe	wsch. Ameryka Północna centr. Ameryka Północna wsch. Ameryka Północna
„ <i>Castanea</i> ” <i>kubinyii</i> Kováts ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček	gatunki z rodzaju <i>Castanea</i> Mill., dęby z sekcji <i>Cerris</i> Oersted (np. <i>Quercus libani</i> Oliv.)	roźne typy zbiorowsk leśnych	wsch. Azja, Ameryka Północna
” <i>Ficus</i> ” <i>truncata</i> Heer sensu Bůžek	-	-	-
cf. <i>Betula</i> sp.	-	-	-
<i>Cynilla thomsonii</i> Kräusel et Weyland	<i>Cynilla racemiflora</i> L.	bagna, lasz bagienne	pd.-wsch. Ameryka Północna do zach. Indii
<i>Daphnogene polymorpha</i> (Al. Braun) Ettingshausen	roźne gatunki z rodzajów <i>Cryptocarya</i> , <i>Litsea</i> Lam., <i>Lindera</i> Thunb., <i>Neolitsea</i> (<i>Benth.</i>) Merrill	-	-
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 1	-	-	-
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 2	-	-	-
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 3	-	-	-
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 4	-	-	-
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 5	-	-	-
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 6	-	-	-
<i>Diospyros anceps</i> Heer	<i>Diospyros kaki</i> L. <i>D. lotus</i> L. <i>D. virginiana</i> L.	lasz mezofilne, łęgowe lasz mezofilne oraz łęgowe, rzadko bagienne	wsch. Azja wsch. Ameryka Północna
<i>Fagus silesiaca</i> Walther et Zastawniak	<i>Fagus hayatae</i> Palibin ex Hayata	lasz mezofilne	pd.-wsch. Chiny
<i>Glyptostrobus europeus</i> (Brongniart) Unger	<i>Glyptostrobus pensilis</i> (Staunton) K. Koch	nad brzegami rzek	pd.-wsch. Chiny, Wietnam
<i>Kalmia</i> cf. <i>saxonica</i> Litke	<i>Kalmia angustifolia</i> L. <i>K. latifolia</i> L.	torfowiska, lasz bagienne, acydofilne lasz w Apalachach	wsch. Ameryka Północna

cd. Tabela 6.

<i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> Weyland et Kilpper	różni przedstawiciele rodziny Lauraceae	-	-
<i>Liquidambar</i> sp.	gatunki z rodzaju <i>Liquidambar</i> L.	lasy mezofilne oraz łęgowe	pd-wsch. Azja, Azja Mniejsza, wsch. Ameryka Północna
Microthriaceae gen. et sp. indet.	-	-	-
<i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato	gatunki z rodzaju <i>Myrica</i> L.	przede wszystkim torfowiska i ubogie, kwaśne gleby piaszczyste	Wszystkie kontynenty poza Australią
	<i>Myrica rubra</i> Sieb. et Zucc.	lasy mezofilne	Chiny, Japonia
<i>Nyssa omithobroma</i> Unger	<i>Nyssa sinensis</i> Oliv.	lasy mezofilne	pd.-wsch. Azja
	<i>N. ogeche</i> Marsch.	lasy bagienne	pd.-wsch. Ameryka Północna
<i>Osmunda parschlugiana</i> (Unger) Andreänszky	<i>Osmunda regalis</i> L.	przeważnie wilgotne lasy (łęgowe oraz bagienne)	rozproszony
<i>Pinus hampeana</i> (Unger) Heer	<i>Pinus massoniana</i> Sieb. et Zucc.	lasy mezofilne	Japonia
<i>Pinus</i> cf. <i>spinosa</i> Herbst	<i>Pinus</i> sect. <i>Pinaster</i> Loudon	-	-
<i>Pinus</i> sp. div.	-	-	-
<i>Populus</i> sp.	-	-	-
<i>Pterocarya paradisiaca</i> (Unger) Ilinskaya	<i>Pterocarya pterocarpa</i> (Michaux) Knuth (= <i>P.</i> <i>fraxinifolia</i> Spach)	lasy łęgowe oraz mezofilne	Zakaukazie, Iran, Turcja
<i>Quercus rhenana</i> (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček	<i>Quercus flagelifera</i> Trel. <i>Q. imbricaria</i> Michx. <i>Q. laurifolia</i> Michx. <i>Q. virginiana</i> Mill.	lasy bagienne, łęgowe oraz mezofilne	Ameryka Północna
<i>Quercus</i> sp. sect. <i>Cerris</i> Oersted vel sect. <i>Dentata</i> C.K. Schneid.	<i>Quercus</i> sp. sect. <i>Cerris</i> Oersted vel sect. <i>Dentata</i> C.K. Schneid.	lasy mezofilne oraz suche	-
<i>Sequoia abietina</i> (Brongniart) Knobloch	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don.) Endl.	wilgotne lasy sekwojowe na stokach Sierra Nevada	zach. Ameryka Północna
<i>Smilax</i> cf. <i>weberi</i> Wessel in Wessel et Weber	<i>Smilax hispida</i> Muhlenb. <i>S. rotundifolia</i> L. <i>S. excelsa</i> L.	wilgotne lasy i zarośla lasy mezofilne	pd.-wsch. Ameryka Północna Półwysep Bałkański, Zakaukazie, Azja Mniejsza
<i>Smilax sagittifera</i> Heer sensu Hantke	<i>Smilax aspera</i> L.	roślinność śródziemnomorska	Obszar śródziemnomorski, śródkowa Azja
<i>Smilax</i> cf. <i>protolancaefolia</i> Kolakovskii	<i>Smilax lancaefolia</i> Roxb.	lasy mezofilne	Chiny, Himalaje
<i>Stratiotes</i> <i>kaltennordheimensis</i> (Zenker) Keilhack	<i>Stratiotes aloides</i> L.	jeziora, starorzecza	Europa, zach. Syberia
<i>Symplociphyllum breddini</i> (Weyland) Juchniewicz	Theaceae (?)	-	-
<i>Taxodium dubium</i> (Sternberg) Heer	<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich. <i>T. mucronatum</i> Tenore	lasy bagienne oraz łęgowe górskie lasy łęgowe	wsch. Ameryka Północna Meksyk
<i>Tetraclinis salicomoides</i> (Unger) Kvaček	<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl.) Mast.	sucha roślinność śródziemnomorska	Pn. Afryka po Malte, pd.- wsch. Hiszpania
<i>Ulmus</i> sp.	-	-	-
<i>Viscophyllum pliocenicum</i> (Engelhardt) Mädlar	różne gatunki z rodzaju <i>Viscum</i>	-	-

TAKSON	MIOCEN DOLNY			MIOCEN ŚRODKOWY								MIOCEN GÓRNY				MIO-PLIOCEN		PLIOCEN					
	OSIECZÓW	ROZEWIE	TURÓW	BELCHATÓW	DOBRYŃ	KOKOSZYCE	KONIN	KORONOWO	MIROSTOWICE	MŁYNY	STARE GLIWICE	SWOSZOWICE	WIELICZKA	BELCHATÓW	GOZDNICA	SOŚNICA	STARE BYSTRE	BELCHATÓW STAWEK 1A	GNOJNA	BELCHATÓW	DOMAŃSKI WIERCH	RUSZÓW	
<i>Acer integrilobum</i> O.Weber																							
<i>Acer tricuspidatum</i> Bronn sensu Procházka et Bůžek	(+)				(+)	(+)				+	(+)				(+)								+
<i>Alnus julianiformis</i> (Sternberg) Kvaček et Holý										+					+								+
" <i>Castanea</i> " <i>kubinyi</i> Kovats ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček cf. <i>Carya serrifolia</i> (Goepfert) Kräusel					+					+				+	+								+
<i>Daphnogene polymorpha</i> (Al.Braun) Ettingshausen	(+)	(+)	(+)																				
<i>Glyptostrobus europaeus</i> (Brongniart) Unger		+	+	+	+		+	+					+	+									+
<i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> Weyland et Kilpper	(+)													+									+
<i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato					(+)									+							+		+
<i>Nyssa ornithobroma</i> Unger																							
<i>Osmunda parschlugiana</i> (Unger) Andreánszky																							
<i>Pinus hampeana</i> (Unger) Heer		+											+	+									
<i>Quercus rhenana</i> (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček	(+)		(+)																				
<i>Quercus</i> sp. sectio <i>Cerris</i> vel sectio <i>Dentata</i>																						(+)	(+)
<i>Smilax sagittifera</i> Heer sensu Hantke																							
<i>Stratiotes kaltennordheimensis</i> (Zenker) Keilhack				+	+		+																
<i>Symplociphyllum breddini</i> (Weyland) Juchniewicz																							
<i>Taxodium dubium</i> (Sternberg) Heer		(+)	+	+	(+)			(+)	+					+	+	(+)							+
<i>Tetraclinis salicornioides</i> (Unger) Kvaček	(+)					(+)				(+)	(+)		+	(+)	+	(+)		+	+				+

Tabela 7. Występowanie gatunków kopalnych z flory KRAM-P 211 i 214 we florach neogenu Polski; (+) - takson podany pod inną nazwą

Miocen dolny: Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b), Rozewie (Heer 1869), Turów (Czeczott & Skirgiełło 1959, Czeczott & Skirgiełło 1961, Czeczott & Skirgiełło 1975, Czeczott & Skirgiełło 1980, Juchniewicz 1975); miocen środkowy: Belchatów (Stuchlik et al. 1990), Dobrzyń (Kownas 1956), Kokoszyce (Kräusel 1920), Konin (Raniecka-Bobrowska 1954), Koronowo (Menzel 1910), Miostowice (Zastawniak 1978), Młyny (Zastawniak 1980), Stare Gliwice (Szafer 1961), Swoszowice (Ilinskaya 1962), Wieliczka (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997); miocen górny: Belchatów (Stuchlik et al. 1990), Gozdnica (Dyjur et al. 1992), Sośnica (Goepfert 1855, Meyer 1919, Łańcucka-Środoniowa et al. 1981, Walther & Zastawniak 1991, Walther & Zastawniak 1998), Stare Bystre (Worobiec 1994); mio-pliocen: Belchatów Stawek 1A (Worobiec & Lesiak 1998), Gnojna (Krajewska 1998); pliocen: Belchatów (Wójcicki & Zastawniak 1998), Domański Wierch (Zastawniak 1972), Ruszów (Hummel 1983)

TAKSON	DOLNY MIOCEN						ŚRODKOWY MIOCEN			GÓRNY MIOCEN			PLIOCEN							
	BÍLINA	CHEB BASIN	ČERMNÍKY	MYDLOVARY	NORTH BOHEMIAN BAKED ROCKS	SOKOLOV BASIN	OBBERDORF	WACKERSDORF	ACHLDORF	KREUZAU	PRZEDKARPACIE	SCHROTZBURG (OEHNINGEN)	WISCHGRUND	MOLASSEZONE OF AUSTRIA	MORAVSKÁ NOVÁ VES	NEUHAUS/KLAUSENBACH	PALDAU	BERGA	WILLERSHAUSEN	ZAKARPACIE
<i>Acer integrilobum</i> O.Weber		+		+		+		+						+	+					
<i>Acer tricuspidatum</i> Bronn sensu Procházka et Bůžek	+	+	+	+	+	+	+	+	+		(+)	(+)	+	+	+	+	+	+		(+)
<i>Alnus julianiformis</i> (Sternberg) Kvaček et Holý	+	+		+	+			+					+							
" <i>Castanea</i> " <i>kubinyi</i> Kovats ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček		+		+				?						?	?	?				?
cf. <i>Carya serrifolia</i> (Goeppert) Kräusel			+		+			+	?				+		+					(+)
<i>Daphnogene polymorpha</i> (Al.Braun) Ettingshausen	+	+	(+)	+	+	+	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)			(+)	(+)				(+)
<i>Glyptostrobus europeus</i> (Brongniart) Unger	+	+		+	+		+	+		+	+			+	+	+	+	+		+
<i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> Weyland et Kilpper	+	+	+	+		+	+	+		+							+			
<i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato	+	+		+	+		+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	+			
<i>Nyssa ornithobroma</i> Unger		+		+		+														
<i>Osmunda pascchlugiana</i> (Unger) Andreánszky			+	+	+						(+)									(+)
<i>Pinus hampeana</i> (Unger) Heer																				
<i>Quercus rhenana</i> (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček	+	+	(+)		+		+													
<i>Quercus</i> sp. sectio <i>Cerris</i> vel sectio <i>Dentata</i>																				
<i>Smilax sagittifera</i> Heer sensu Hantke		+		+								+								
<i>Stratiotes kaltennordheimensis</i> (Zenker) Keilhack	+																			
<i>Symplociphyllum breddini</i> (Weyland) Juchniewicz																				
<i>Taxodium dubium</i> (Sternberg) Heer	+		+		+			+	(+)				+					+		+
<i>Tetraclinis salicornioides</i> (Unger) Kvaček	+	+		+			+	(+)	(+)	(+)		+		?	+					

Tabela 8. Występowanie gatunków kopalnych z flory KRAM-P 211 i 241 we florach neogenu Europy Środkowej; (+) - takson podany pod inną nazwą

Miocen dolny: Bilina (Bůžek et al. 1992), Cheb Basin (Bůžek et al. 1996), Čermníky (Bůžek 1971), Mydlovary (Knobloch & Kvaček 1996), North Bohemian Baked Rocks (Kvaček & Hurník 2000), Oberdorf (Meller et al. 1999), Sokolov Basin (Bůžek et al. 1996), Wackersdorf (Knobloch & Kvaček 1976); miocen środkowy: Achldorf (Knobloch 1986), Kreuzau (Ferguson 1971), Przedkarpacie (Shvareva 1983), Schrotzburg (Oehningen) (Hantke 1954), Wischgrund (Striegler 1985, 1990); miocen górny: Molassezone of Austria (Kovar-Eder 1988), Moravská Nová Ves (Knobloch 1969), Neuhaus/Klausenbach (Kovar-Eder et al. 1995), Paldau (Krenn 1998); pliocen: Berga (Mai & Walther 1988), Willershausen (Wilde et al. 1992), Zakarpacie (Ilinskaya 1968)

TAKSON	MIOCEN DOLNY			MIOCEN ŚRODKOWY								MIOCEN GÓRNY				MIO-PLIOCEN		PLIOCEN						
	OSIECZÓW	ROZEWIE	TURÓW	BELCHATÓW	DOBRZYŃ	KOKOSZYCE	KONIN	KORONOWO	MIROSTOWICE	MŁYNY	STARE GLIWICE	SWOSZOWICE	WIELICZKA	BELCHATÓW	GOZDNICA	SOŚNICA	STARE BYSTRE	BELCHATÓW STAWEK 1	GNOJNA	BELCHATÓW	DOMAŃSKI WIERCH	RUSZÓW		
<i>"Ficus" truncata</i> Heer sensu Bůžek								?																
<i>Aesculus cf. hippocastanoides</i> Ilinskaya																								
<i>Alnus gaudinii</i> (Heer) Knobloch et Kvaček		(+)				(+)	(+)									+								
<i>Alnus menzelii</i> Raniecka-Bobrowska							+	(+)								+		+						+
<i>Bambusa lugdunensis</i> Saporta																								
<i>Byttneriophyllum tiliaefolium</i> (Al. Braun) Knobloch et Kvaček			(+)	+				(+)																
<i>Cyrilla thomsonii</i> Kräusel et Weyland			?																					
<i>Diospyros anceps</i> Heer	(+)	+										(+)												
<i>Fagus silesiaca</i> Walther et Zastawniak						(+)								(+)	+	+	(+)	+			+	(+)	(+)	
<i>Kalmia cf. saxonica</i> Litke																								
<i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato						(+)								+							+		+	
<i>Pinus cf. spinosa</i> Herbst				+							+		+		+									
<i>Pterocarya paradisiaca</i> (Unger) Ilinskaya			(+)								+	+		+		(+)	+				+	+		
<i>Sequoia abietina</i> (Brongniart) Knobloch	(+)		(+)	?									+		+									
<i>Smilax cf. protolancaefolia</i> Kolakovskii																								
<i>Smilax cf. weberi</i> Wessel in Wessel et Weber		(+)										(+)												
<i>Viscophyllum pliocenicum</i> (Engelhardt) Mädlar											+													

Tabela 9. Występowanie gatunków kopalnych liści z flory KRAM-P 217 we florach neogenu Polski; (+) - takson podany pod inną nazwą

Miocen dolny: Osieczów (Raniecka-Bobrowska 1962b), Rozewie (Heer 1869), Turów (Czeczott & Skirgiełło 1959, Czeczott & Skirgiełło 1961, Czeczott 1967, Czeczott & Skirgiełło 1975, Czeczott & Skirgiełło 1980, Juchniewicz 1975); miocen środkowy: Belchatów (Stuchlik et al. 1990), Dobrzyń (Kownas 1956), Kokoszyce (Kräusel 1920), Konin (Raniecka-Bobrowska 1954), Koronowo (Menzel 1910), Miostowice (Zastawniak 1978), Młyny (Zastawniak 1980), Stare Gliwice (Szafer 1961), Swoszowice (Ilinskaya 1962), Wieliczka (Łańcucka-Środoniowa & Zastawniak 1997); miocen górny: Belchatów (Stuchlik et al. 1990), Gozdnicza (Dyjur et al. 1992), Sośnica (Goepfert 1855, Meyer 1919, Łańcucka-Środoniowa et al. 1981, Walther & Zastawniak 1991, Walther & Zastawniak 1998), Stare Bystre (Worobiec 1994); mio-pliocen: Belchatów Stawek 1A (Worobiec & Lesiak 1998), Gnojna (Krajewska 1998); pliocen: Belchatów (Wójcicki & Zastawniak 1998), Domański Wierch (Zastawniak 1972), Ruszów (Hummel 1983)

TAKSON	DOLNY MIOCEN							ŚRODKOWY MIOCEN			GÓRNY MIOCEN			PLIOCEN						
	BÍLINA	CHEB BASIN	ČERMNÍKY	MYDLOVARY	NORTH BOHEMIAN BAKED ROCK	OBBERDORF	SOKOLOV BASIN	WACKERSDORF	ACHLDORF	KREUZAU	PRZEDKARPACIE	SCHROTZBURG (OEHNINGEN)	WISCHGRUND	MOLASSEZONE OF AUSTRIA	MORAVSKÁ NOVÁ VES	NEUHAUS/KLAUSENBACH	PALDAU	BERGA	WILLERSHAUSEN	ZAKARPACIE
<i>"Ficus" truncata</i> Heer sensu Bůžek	+		+		+				+	?										
<i>Aesculus cf. hippocastanoides</i> Ilinskaya											+									+
<i>Alnus gaudinii</i> (Heer) Knobloch et Kvaček	+	+				+		+			+									
<i>Alnus menzelii</i> Raniecka-Bobrowska	?					+			+		?					+	+			?
<i>Bambusa lugdunensis</i> Saporta																				+
<i>Byttneriophyllum tiliaefolium</i> (Al. Braun) Knobloch et Kvaček											(+)			+						(+)
<i>Cyrilla thomsonii</i> Kräusel et Weyland																				
<i>Diospyros anceps</i> Heer				(+)					(+)		(+)	(+)								
<i>Fagus silesiaca</i> Walther et Zastawniak											(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		?	?	
<i>Kalmia cf. saxonica</i> Litke				+																
<i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato	+	+		+	+			+	+	+	?	+		+		+	+			
<i>Pinus cf. spinosa</i> Herbst																				
<i>Pterocarya paradisiaca</i> (Unger) Ilinskaya								+		?	+		?	+	+		+			+
<i>Sequoia abietina</i> (Brongniart) Knobloch	?												?	+	+					(+)
<i>Smilax cf. protolancaefolia</i> Kolakovskii																				
<i>Smilax cf. weberi</i> Wessel in Wessel et Weber	+		+		+			+	?	?	(+)									(+)
<i>Viscophyllum pliocenicum</i> (Engelhardt) Mädler																				

Tabela 10. Występowanie gatunków kopalnych liści z flory KRAM-P 217 we florach neogenu Europy Środkowej; (+) - takson podany pod inną nazwą

Miocen dolny: Bilina (Bůžek et al. 1992), Cheb Basin (Bůžek et al. 1996), Čermníky (Bůžek 1971), Mydlovary (Knobloch & Kvaček 1996), North Bohemian Baked Rocks (Kvaček & Hurník 2000), Oberdorf (Meller et al. 1999), Sokolov Basin (Bůžek et al. 1996), Wackersdorf (Knobloch & Kvaček 1976); miocen środkowy: Achldorf (Knobloch 1986), Kreuzau (Ferguson 1971), Przedkarpacie (Shvareva 1983), Schrotzburg (Oehningen) (Hantke 1954), Wischgrund (Striegler 1985, 1990); miocen górny: Molassezone of Austria (Kovar-Eder 1988), Moravská Nová Ves (Knobloch 1969), Neuhaus/Klausenbach (Kovar-Eder et al. 1995), Paldau (Krenn 1998); pliocen: Berga (Mai & Walther 1988), Willershausen (Wilde et al. 1992), Zakarpacie (Ilinskaya 1968)

Tabela 11. Zasięgi stratygraficzne gatunków kopalnych z flor KRAM-P 211 i 214 oraz KRAM-P 217 we florach neogenu Polski

TAKSON	KRAM-P 211, 214	KRAM-P 217	Zasięg wiekowy we florach kopalnych z terenu Polski
<i>Laurophyllum pseudoprinceps</i> Weyland et Kilpper	+		oligocen - dolny miocen
" <i>Castanea</i> " <i>kubinyii</i> Kovats ex Ettingshausen sensu Knobloch et Kvaček	+		dolny miocen
<i>Acer integrilobum</i> O.Weber	+		dolny miocen
<i>Osmunda parschlugiana</i> (Unger) Andreánszky	+		dolny miocen
<i>Quercus rhenana</i> (Kräusel et Weyland) Knobloch et Kvaček	+		dolny miocen
<i>Smilax sagittifera</i> Heer sensu Hantke	+		dolny miocen
<i>Symplociphyllum breddini</i> (Weyland) Juchniewicz	+		dolny miocen
<i>Daphnogene polymorpha</i> (Al.Braun) Ettingshausen	+		dolny miocen - środkowy miocen
<i>Stratiotes kaltennordheimensis</i> (Zenker) Keilhack	+		dolny miocen - środkowy miocen
<i>Pinus hampeana</i> (Unger) Heer	+		dolny miocen - górny miocen
<i>Tetraclinis salicomioides</i> (Unger) Kvaček	+		dolny miocen - górny miocen
<i>Acer tricuspidatum</i> Bronn sensu Procházka et Bůžek	+		dolny miocen - dolny pliocen
<i>Alnus julianiformis</i> (Sternberg) Kvaček et Holý	+		dolny miocen - dolny pliocen
<i>Glyptostrobus europeus</i> (Brongniart) Unger	+		dolny miocen - dolny pliocen
<i>Quercus</i> sp. sectio <i>Cerris</i> vel sectio <i>Dentata</i>	+		dolny miocen - pliocen
<i>Taxodium dubium</i> (Sternberg) Heer	+		dolny miocen - pliocen
cf. <i>Carya serrifolia</i> (Goepfert) Kräusel	+		środkowy miocen - dolny pliocen
<i>Nyssa ornithobroma</i> Unger	+		miocen
<i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta sensu lato	+	+	dolny miocen - pliocen
<i>Diospyros anceps</i> Heer		+	dolny miocen - środkowy miocen
<i>Smilax</i> cf. <i>weberi</i> Wessel in Wessel et Weber		+	dolny miocen - środkowy miocen
<i>Alnus gaudinii</i> (Heer) Knobloch et Kvaček		+	dolny miocen - górny miocen
<i>Sequoia abietina</i> (Brongniart) Knobloch		+	dolny miocen - górny miocen
<i>Byttneriophyllum tiliaefolium</i> (Al. Braun) Knobloch et Kvaček		+	dolny miocen - górny miocen
<i>Pterocarya paradisiaca</i> (Unger) Ilinskaya		+	dolny miocen - pliocen
<i>Viscophyllum pliocenicum</i> (Engelhardt) Mädler		+	środkowy miocen
<i>Pinus</i> cf. <i>spinosa</i> Herbst		+	środkowy miocen - górny miocen
<i>Alnus menzelii</i> Raniecka-Bobrowska		+	środkowy miocen - dolny pliocen
<i>Fagus silesiaca</i> Walther et Zastawniak		+	środkowy miocen - pliocen
" <i>Ficus</i> " <i>truncata</i> Heer sensu Bůžek		+	górny miocen
<i>Aesculus</i> cf. <i>hippocastanoides</i> Ilinskaya		+	górny miocen
<i>Bambusa lugdunensis</i> Saporta		+	górny miocen
<i>Cyrilla thomsonii</i> Kräusel et Weyland		+	górny miocen
<i>Kalmia</i> cf. <i>saxonica</i> Litke		+	górny miocen
<i>Smilax</i> cf. <i>protolancaefolia</i> Kolakovskii		+	górny miocen

