

WYŻSZA SZKOŁA PEDAGOGICZNA
IM. KOMISJI EDUKACJI NARODOWEJ W KRAKOWIE

PRACE MONOGRAFICZNE

Nr 158

Wacław Gabaj

**Wpływ sedymentacji
na formowanie i strukturę
tafocenozy karpologicznej
w środowisku rzecznym**

WYDAWNICTWO NAUKOWE WSP

ISSN 0239-6025

**Wpływ sedymentacji
na formowanie i strukturę
tafocenozy karpologicznej
w środowisku rzecznym**

Prace Monograficzne
Wyższej Szkoły Pedagogicznej
w Krakowie

Nr 158

Etudes Monographiques
de l'Ecole Normale Superieure
a Cracovie

Wacław Gabaj

**Wpływ sedymentacji
na formowanie i strukturę
tafocenozy karpologicznej
w środowisku rzecznym**

**Kraków 1993
Wydawnictwo Naukowe WSP**

Recenzenci

Prof. dr hab. KRYSZYNA WASYLIKOWA
Prof. dr hab. GRZEGORZ HACZEWSKI

Barbara Kiedrzycka-Szałko
(redaktor Wydawnictwa)

WYDAWNICTWO NAUKOWE WSP. KRAKÓW, UL. KARMEŁICKA 41
Nakł. 150 egz. Ark. wyd. 6. Zam. 4-93.

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
Formowanie tafocenozy karpologicznej	8
Cel pracy	15
Materiał do badań	17
Metody	19
NAGROMADZENIA MATERIAŁU KARPOLOGICZNEGO	22
NASIONA I OWOCE JAKO SKŁADNIK OSADÓW RZECZNYCH	28
Granulometryczna charakterystyka diaspor wybranych taksonów	30
DIASPORY A MINERALNE SKŁADNIKI OSADU	43
Gęstość materiału diaspor z osadów rzecznych	43
Rozkłady wielkości diaspor a uziarnienie mineralnych składników osadu	46
Interpretacja porównawczej analizy uziarnienia	52
TYPOLOGIA ZESPOŁÓW DIASPOR	59
Typologiczna analiza ogółu diaspor	60
Typologiczna analiza występowania wybranych taksonów	71
Porównanie zespołów diaspor	80
WARUNKI WYSTĘPOWANIA DIASPOR	84
Warunki występowania diaspor z różnych klas wielkości	84
Udział nasion i owoców z poszczególnych klas wielkości a średnia średnica diaspor całej próbki	90
MODELE FORMOWANIA NAGROMADZEŃ NASION I OWOCÓW	96
Nagromadzenia prądowe	97
Nagromadzenia mikrodeltaowe	99
Nagromadzenia dekantacyjne	100

Naspy	101
Elementy tafocenozy starorzeczy - analiza stanowisk flor kopalnych	104
WNIOSKI	110
LITERATURA	113
SUMMARY	121
EXPLANATIONS OF FIGURES	131

WSTĘP

Jednym z zagadnień rozważanych w paleontologii jest ocena pośmiertnych strat (ubytku liczby taksonów i okazów) w zespołach subfosylnych i fosylnych. W zakres tafonomii wchodzi również badanie przemieszczania szczątków organizmów w fazie pośmiertnej poza środowisko, w którym żyły (biotop) oraz mieszanie szczątków z różnych biocenoz w nowym miejscu depozycji. Badania współcześnie powstających tafocenoz nazywane są aktualistycznymi lub aktuopaleontologicznymi.

Podstawowe założenia badań nad nagromadzeniami makroszczałków organicznych zostały przedstawione przez E. Wasmunda (1926), I. Efremowa (1940, 1950), R. Gekkerą (1957), B. Janiną (1983) oraz D. Raupą i S. Stanleya (1984). Opracowano też ogólne modele przemian zachodzących w zespołach fosylizowanych (np. Johnson 1960; Craig, Hallam 1963; Lawrence 1968). Podstawą tworzenia tych modeli były głównie obserwacje zespołów szczątków z osadów morskich.

W wielu pracach podkreśla się znaczenie danych tafonomicznych dla rekonstrukcji kopalnych środowisk sedymentacyjnych, dla pogłębienia interpretacji paleobiologicznych i paleogeograficznych. Akcentuje się także interdyscyplinarny i integrujący charakter tych badań (Behrensmeyer, Kidwell 1985; Brett, Baird 1986; Thomas 1986). W Polsce badania tafonomiczne są słabo rozpowszechnione, co w artykule pod znamienym tytułem "Tafonomia - dyscyplina w Polsce ignorowana" podkreśla M. Kowalewski (1991).

Różnorodność środowisk sedymentacyjnych, zwłaszcza lądowych, jest bardzo duża. Powoduje ona zróżnicowanie czynników oddziałujących na sortowanie, niszczenie, mieszanie

szczątków organicznych w czasie ich transportu i depozycji. Uwarunkowania te starano się uwzględnić przy konstruowaniu schematu formowania tafocenozy karpologicznej w środowisku rzeczonym.

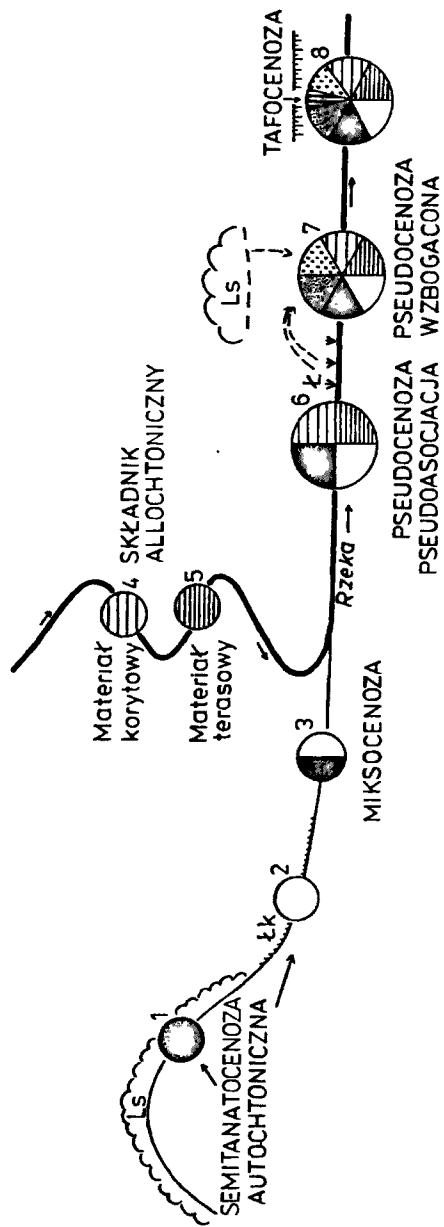
FORMOWANIE TAFOCENOZY KARPOLOGICZNEJ

Przedstawiony schemat formowania tafocenozy karpologicznej w rzeczonym środowisku sedymentacyjnym (ryc. 1) opracowano wspólnie z botanikiem, drem Stanisławem Pelcem, adaptując schemat tafocenozy malakologicznej, stworzony przez S. W. Alexandrowicza (1987). Oczywiście schemat nie uwzględnia faktu, że formowanie tafocenozy nie jest aktem jednorazowym. Jak podkreśla S. W. Alexandrowicz (1987), transport składników może się odbywać na różne odległości a ich depozycja może być wielokrotnie powtarzana; różny może być wpływ czasu pomiędzy kolejnymi etapami jej formowania.

Semitanatocenoza autochtoniczna (1 i 2 na ryc. 1)

W pierwszym etapie formowania tafocenozy powstają nagromadzenia nasion i owoców w miejscu, gdzie powstały, to jest w odpowiedniej biocenozie. Na schemacie (ryc. 1) zaznaczono nagromadzenia diaspor leśnych i łąkowych. Ich rozprzestrzenianie jest zgodne z biologicznym przystosowaniem do rozsiewania (np. przez wiatr, wodę, zwierzęta), a oddalenie od macierzystej rośliny nie przekracza stosownej dla taksonu granicy obsiewu (Kornaś, Medwecka-Kornaś 1986).

Takie nagromadzenia nasion i owoców nazwano semitanatocenozą (niepełna tanatocenoza), gdyż nie jest to w pełni zespół organizmów martwych. Większość nasion jest zdolna do wypełniania biologicznej funkcji, tj. do kiełkowania.



Ryc. 1. Formowanie tafocenozy karpologicznej

Ls - las, Łk - łąka, L - łęg. Pozostałe objaśnienia w tekście

Miksocenoza (3 na ryc. 1)

Złożony na powierzchni terenu zespół diaspor może być transportowany w dół stoku. W czasie tego przemieszczania nasiona i owoce mogą przekroczyć granicę biotopu w którym powstały i mieszać się z diasporami z innej biocenozy (na przykład leśne z łąkowymi itd. - ryc. 1). Taki zespół nazwano miksocenozą.

Na tym etapie nasiona i owoce są transportowane wspólnie z mineralnymi składnikami osadów stokowych. Przemieszczanie diaspor jest niezależne od ich biologicznego przystosowania do rozsiewania, dlatego transport od tego etapu proponuję nazwać abiotycznym. Nie można wykluczyć okresowego zmieszania typów transportu, na przykład lekkie diaspory anemochoryczne mogą być ponownie, wraz z pyłem, transportowane w powietrzu w czasie silnego podmuchu wiatru.

Analizując te etapy formowania tafocenozy karpologicznej, należy jeszcze brać pod uwagę uwarunkowania abiotyczne, wynikające ze zróżnicowania natężenia denudacji, głównie splukiwania i zmywów, uzależnionego od użytkowania ziemi. Według T. Gerlacha (1966), dla terenów górskich wartości te przedstawiają się następująco:

lasy	0,03 m ³ /km ² /rok
użytki zielone	3,3 m ³ /km ² /rok
grunty orne	kilkaset m ³ /km ² /rok

Takie zróżnicowanie natężenia denudacji w transporcie po stoku proteguje nasiona i owoce pochodzące z biocenozy nieleśnych, otwartych, na przykład z muraw kserotermicznych. Ilość diaspor transportowanych w dół stoku należy bowiem szacować jako proporcjonalną do objętości splukiwanego i zmywanego materiału mineralnego. W naturalnej szacie roślinnej oczywiście nie występują grunty orne, na których rozmiarzy splukiwania są największe. Z powodu tak dużej denudacji

nie można nie uwzględnić obecności gruntów orných w studiach aktualistycznych, jeżeli tylko występują w zlewni badanego obiektu.

Pseudocenoza (6 na ryc. 1)

Gdy materiał organiczny z etapu miksocenozy dostanie się do koryta, może być zmieszany z materiałem już transportowanym przez rzekę, czyli składnikiem allochtonicznym (4 i 5 na ryc. 1). Allochtoniczny składnik jest niejednolity. Może to być materiał, który wcześniej dostał się do koryta (4), jak też materiał starszy, pochodzący na przykład z osadów podcinanych teras (5).

Pseudocenoza wzbogacona (7 na ryc. 1)

Na etapie pseudocenozy, zdeponowany w korycie materiał karpologiczny może być wzbogacony przez dosiewanie diaspor pochodzących z różnych zbiorowisk. Duży wpływ mogą mieć diaspory roślin rosnących w łożysku rzeki. Warto podkreślić, że efemeryczne stanowiska mają tu gatunki z różnych biotopów (Pelc 1973, 1983; Brzeg, Ratyńska 1983). Ich nasiona i owoce są wysiewane w pobliżu miejsca depozycji. Niekiedy diaspory tych roślin mają w pseudocenozie wzbogaconej najwyższą liczebność, co na przykładzie naspy z koryta Dunajca wykazał S. Pelc (1983).

Tafocenoza (8 na ryc. 1)

Przykrycie pseudocenozy wzbogaconej osadem prowadzi do powstania zespołu mogilnego - tafocenozy. W początkowym etapie, być może i później, nie jest ona całkowicie stabilna.

Gdy osad przykrywający szczątki organiczne peka przy wysychaniu (muł, il), może zaistnieć zjawisko wnikania nowych diaspor od powierzchni. Wielkość zanieczyszczenia tafocenozy będzie również zależała od miąższości nadkładu. Po pewnym czasie tych epigenetycznych diaspor nie można odróżnić od syngenetycznych składników tafocenozy. Mogą one mieć dużą liczebność, co opisano na przykładzie sztucznego zbiornika w Olsztynie (Cabaj, Pelc 1986a).

Drugim procesem, zmieniającym liczebność okazów i skład gatunkowy tafocenozy, jest selektywne niszczenie pogrzebanych nasion i owoców poszczególnych taksonów, uzależnione od ich odporności na rozpad (macerację) w osadach. Takie niszczenie będzie zależało od warunków w miejscu złożenia (strefa aeracji, saturacji), będzie również funkcją czasu. Zjawisko to nie jest bliżej zbadane.

Zywotność nasion sięga kilkudziesięciu lat i dlatego w procesie formowania tafocenozy stopniowo przechodzą one do stadium nekrocenozy. Struktura tafocenozy w zasadzie nie jest znana. Na ryc. 1 udziały poszczególnych składników zaznaczono symbolicznie.

Badania nad formowaniem i strukturą współcześnie powstających taksocenoz nie są rozpowszechnione. Najlepiej poznano tanatocenozy i tafocenozy malakologiczne. Opracowania na ten temat zestawił S.W. Alexandrowicz (1987). Kontynuowane są badania nad składem, zmiennością czasową i przestrzenną nagromadzeń w różnych środowiskach (np. Drozdowski 1961; Dzieczkowski 1971; Jurkiewicz-Karnkowska 1988; Kołodziejczyk, Rzędkowska 1988; Krzymińska 1988; Wiśniewski 1988). Przedstawiono zależność wielkości skorup od środowiska (Alexandrowicz 1988) oraz charakterystyki nagromadzeń skorup na plażach (Alexandrowicz 1985 b) i rzece z jeziorkiem zaporowym (Alexandrowicz 1991). Pilną potrzebę badań tafonomicznych drobnych ssaków postuluje K. Kowalski (1988).

Literatura dotycząca tafonomii nasion i owoców w lądowych środowiskach sedymentacyjnych nie jest bogata. Jej elementy są głównie w pracach paleobotanicznych (np. Van der Burgh 1985; Buzek, Kvacek, Frantisek 1985; Birks & Birks 1980). Spotyka się je również w pracach dotyczących produkcji nasion oraz ich rozsiewania, prowadzonych dla studiów nad rozprzestrzenianiem gatunków lub dla celów praktycznych (np. Falińska 1969, 1971, 1990; Kornaś 1972; Kotańska 1983; Medwecka-Kornaś 1949).

Na wpływy czynników abiotycznych w procesie formowania tafocenozy zwrócono uwagę już dość dawno. Dla gatunków, których szczątki obficie występują w osadach P. A. Nikitin (1933) wprowadził pojęcie erozjofilów. Są to gatunki rosnące w miejscach, w których istnieje duża możliwość splukania szczątków do miejsca depozycji, np. zbocza dolin, jarów, zerwy i osuwiska z rozrzedzoną lub zniszczoną szatą roślinną. Do erozjofilów w wodnych osadach Powoźła P. A. Nikitin (1933) zaliczył: *Urtica dioica*, *Polygonum lapatifolium*, *P. aviculare*, *Chenopodium*, *Atriplex*, *Rorippa islandica*, *Potentilla supina*, *P. anserina*, *Euphorbia esula*, *Mentha arvensis*, *Cirsium arvense*, *C. lanceolatum*, *Panicum crus-galli*, *Ranunculus repens*.

Po analizie plioceńskiej flory okolic Czorsztyna, do podobnych wniosków doszedł W. Szafer (1954). Do erozjofilów zaliczył on ponadto: *Euphorbia helioscopia*, *Rubus*, *Sambucus* i z pewnymi zastrzeżeniami *Alnus incana*. Wszystkie wymienione gatunki pospolicie występują na otwartych siedliskach, często jako pionierskie wkraczają na tereny ze zniszczoną szatą roślinną, np. na osuwisku. Później badania nad erozjofilami nie były podejmowane.

Badania współczesnych tafocenoz karpologicznych też są nieliczne. Koncentrują się one nad interpretacją paleoekologiczną i paleogeograficzną makroszczątków z osadów. Relacje

między diasporami a współczesnymi zbiorowiskami roślinnymi przedstawił J.R. Thomasson (1991). Zróżnicowania nasion i owoców w osadach jeziornych i rzecznych podkreśla M.E. Collinson (1983). W osadach jeziornych dominują diaspyry gatunków wodnych i przybrzeżnych, diaspyry roślin z innych siedlisk pojawiają się tylko przy ujściach potoków. Sortowanie i depozycje makroszczątków (liści) w jeziorku przepływowym opisał R.A. Spicer (1981). W pracy tej jest również opisana maceracja liści w osadach.

W dolinie Dunajca studia takie przeprowadził S. Pelc (1983), który kontynuując prace J. Walasa (1938) nad rozprzestrzenianiem roślin górskich wzdłuż rzek, zwrócił uwagę na nagromadzenia detrytus roślinnego w naspach, na odsypach i przy brzegach koryta. Diaspyry z takich nagromadzeń zostały przebadane w aspekcie studiów nad rozprzestrzenianiem gatunków niełęgowych wzdłuż doliny rzecznej (Pelc 1983). Warto dodać, że dlatego badano diaspyry z nasp, gdyż w zasadzie tylko tam istnieje możliwość wykiełkowania nasion transportowanych i osadzonych przez rzekę. Opisano przestrzenne zróżnicowanie zespołu diaspor w osadach sztucznego zbiornika w Olsztynie oraz naturalnego na Wetlince (Cabaj, Pelc 1986a, 1991a).

Z powodu niewielkich rozmiarów i odrębnego sposobu przemieszczania, do przedstawionych rozważań nie można wykorzystać wyników aktualistycznych badań nad produkcją, rozprzestrzenianiem, nalotem i opadem ziaren pyłku (Dyakowska 1959; Faegri, Iversen 1978). Z powodu braku jednoczesnej analizy pyłku i makroszczątków, trudno wykorzystać interesujące wyniki badań (np. Kvavadze, Stuchlik 1990, 1991) nad odzwierciedleniem współczesnej flory w spektrach sporowo - pyłkowych z osadów powierzchniowych.

Przydatne do rozważań tafonomicznych, chociaż zazwyczaj marginalnie traktowane, wiadomości o transporcie, sedymentacji

tacji i rozmieszczeniu organicznych składników w osadach rzecznych pojawiają się w pracach sedymentologicznych (np. Froehlich 1982; Jahns 1947; Klimek, Łajczak, Zawilińska 1990; McKee 1939; McKee, Crosby, Berryhill 1967; Rudowski 1986; Sigafos 1964; Teisseyre 1985, 1988, 1989, 1991; Wojciechowski 1990). W jednej z nich opisano sedymentację i nagromadzenia detrytusu w osadach deltowych i na przedpolu delty jeziora Płociczno (Chudzikiewicz i in. 1979).

CEL PRACY

W procesie formowania tafocenozy karpologicznej mieszają się wpływy czynników biotycznych i abiotycznych. Do biotycznych można zaliczyć:

1) Skład gatunkowy szaty roślinnej oraz przystosowanie do rozsiewania diaspor przez te gatunki.

2) Żywotność i owocowanie poszczególnych gatunków.

3) Rozmieszczenie poszczególnych roślin w stosunku do koryta rzeki; szczególne znaczenie może tu mieć odległość mniejsza od zasięgu obsiewu.

4) Odporność nasion i owoców na transport rzeczny oraz na macerację po złożeniu w osadach.

Interpretacja struktury taksonomicznej i biotycznych aspektów powstawania tafocenozy, zmierzająca do rekonstrukcji szaty roślinnej, należy oczywiście do botaników i paleobotaników. Te jej aspekty nie będą w dalszej części pracy poruszane.

Wpływ czynników abiotycznych zaznacza się głównie w sortowaniu, niszczeniu i wymieszaniu diaspor podczas dostawy do koryta oraz w czasie transportu rzeczno-egzogenicznego. Największą rolę odgrywa sortowanie w transporcie i podczas depozycji. Wpływ sedymentacji na skład tafocenozy karpologicznej jest przedmiotem podjętej pracy.

Upraszczając zagadnienie, przemieszczanie diaspor w procesie formowania tafocenozy karpologicznej można podzielić na dwa etapy:

1) Etap biotyczny - wtedy sposób przemieszczania jest najczęściej zgodny z biologicznym przystosowaniem danego taksonu do rozsiewania: przez wiatr (anemochory), wodę (hydrochory), za pośrednictwem zwierząt (zoochory), samoczynnie (autochory), bez wyraźnych przystosowań do rozsiewania (barochory); klasyfikacja roślin ze względu na sposoby rozsiewania wg J. Kornasia i A. Medveckiej-Kornaś (1986).

2) Etap abiotyczny - gdy diasporę są przemieszczane wspólnie z mineralnymi składnikami osadu. Na tym etapie przemieszczanie jest w zasadzie niezależne od biologicznego przystosowania do rozsiewania. Na zespół nasion i owoców oddziałują głównie fizyczne warunki sedymentacji w środowisku rzeczonym. Odległości transportu diaspor na obu tych etapach mogą być bardzo różne.

Obserwacje poczynione przez autora tej pracy w niektórych obiektach (Cabaj, Pelc 1986a, 1991a, 1992) wskazują na silne oddziaływanie czynników sedymentacyjnych. Objawia się ono zróżnicowaniem wielkości diaspor osadzanych w rzece, co powoduje zróżnicowanie taksonomiczne i pociąga za sobą odmienność interpretacji siedliskowych. Dla wyjaśnienia niektórych aspektów w interpretacji tafocenozy karpologicznej ważna może być również analiza sytuacji geologicznej i morfologicznej badanego stanowiska.

Celem przedstawionej pracy jest wyjaśnienie wpływu czynników sedymentacyjnych na formowanie i skład tafocenozy karpologicznej w środowisku rzeczonym. Próbowano tego dokonać poprzez:

1. Ustalenie zróżnicowania wielkościowego diaspor z różnych nagromadzeń i próbie oceny, czy analiza rozkładu ich wielkości może być przydatna do rozpoznania typu nagromadze-

nia i facji osadów. Podjęto próbę ustalenia granulometrycznych cech nasion i owoców (okazów) dla różnego typu nagromadzeń.

2. Porównanie rozkładów wielkości diaspor z krzywymi uziarnienia osadu, z którym były deponowane i podjęcie próby oddzielenia składnika (lub przynajmniej jego części) transportowanego przez rzekę (pseudocenoza) od późniejszego wzbogacania (pseudocenoza wzbogacona, tafocenoza na ryc. 1).

3. Analizę porównawczą rozkładu wielkości diaspor z próbki i diaspor danego taksonu oraz ustalenie warunków występowania (optimum, pesimum) nasion i owoców z danej klasy wielkości przy określonej sile wody w czasie ich deponowania. W karpologicznych spektrach taksonomicznych odzwierciedla się to zmiennością procentowego udziału danego taksonu w całości próbki.

MATERIAŁ DO BADAŃ

Obserwacje terenowe oraz zbieranie materiału do tych badań prowadzono w dolinie Wisły i w dolinach rzek karpacczych: Skawinki, Raby, Dunajca, Krośnicy, Muszynki, Ropy, Wisłoka, Wetlinki oraz w dolinach ich dopływów. W doborze konkretnego miejsca opróbowania kierowano się możliwością obserwacji makroskopowych różnych nagromadzeń detrytusu roślinnego w korycie rzeki, zróżnicowanych pod względem warunków depozycji.

Do badań laboratoryjnych wzięto 44 próbki. Poniżej podano ich wykaz. Po liczbie porządkowej podano oznaczenie archiwalne, ilość diaspor oraz terenowe zaklasyfikowanie typów nagromadzeń wg A. K. Teissera (1991).

- 1) ScPt, 267, dekantacyjne
- 2) ScPg, 127, "
- 3) ScPm, 322, "

- 4) ScPk, 438, dekantacyjne
Próbki te pochodzą z doliny Scigockiego Potoku (prawy dopływ Dunajca w Krościenku); miejsce depozycji było pod okapem drzew na zboczu. W próbce 1 jest domieszka rozłożonej substancji organicznej, w próbce 2 martwicowego węgla wapnia. Stanowisko opisane (Cabaj, Pelc 1991b).
- 5) Wetl 1, 335, dekantacyjne
- 6) Wetl 2, 275, "
- 7) Wetl 3, 25, "
- 8) Wetl 4, 151, mikrodeltowe
- 9) Wetl 5, 352, "
- 10) Wetl 6, 440, "
- 11) Wetl 7, 47, dekantacyjne
- 12) Wetl 8, 123, "
- 13) Wetl 9, 268, "
- 14) Wetl 10, 31, "
- 15) Wetl d, 129, dekantacyjne
- 16) Wetl gd, 525, mikrodeltowe
Próbki pochodzą z koryta i jeziora zaporowego na Wetlinie; częściowo opublikowane (Cabaj, Pelc 1991a).
- 17) Besko d, 729, mikrodeltowe
- 18) Besko m, 623, dekantacyjne
Próbki z delty i cofki zbiornika Besko na Wisłoku.
- 19) W-W 1, 165, prądowe
- 20) W-W 2, 167, prądowe
Próbki z piaszczystych osadów korytowych Wisły; częściowo opublikowane (Cabaj, Pelc 1992).
- 21) Tylmanowa Brzegi, 2018, naspa Dunajca
- 22) Radz 1, 193, dekantacyjne
- 23) Radz 2a, 585, prądowe
- 24) Radz 2b, 63, dekantacyjne
Próbki z koryta i łożyska Skawinki w Radziszowie.
- 25) LS-1, 205, naspa

- 26) LS-2, 306, naspa
- 27) LS-3, 240, dekantacyjne
- 28) LS-4, 192, "
- 29) LS-5, 625, prądowe
- 30) LS-6, 1943, prądowe
- 31) LS-7, 45, dekantacyjne
- 32) LS-8, 1739, "

Próbki z koryta, pułapek w korycie i z różnych części zbiornika zaporowego na cieku bez nazwy (lewy dopływ Ra-by) w Lubniu, rozcinającego stoki Szczebła.

- 33) TM-1, 15353, naspa Muszynki
- 34) TM-2, 3282, " "
- 35) Lub o-m, 738, prądowe
- 36) Lub a1, 389, dekantacyjne
- 37) Harb A, 346, prądowe, koryto Skawinki w Harbutowicach
- 38) TM-3, 6308, naspa Muszynki
- 39) Lub ST-1, 601, dekantacyjne
- 40) Lub a2, 1601, "
- 41) Lub a3, 465, "
- 42) Lub b1, 1476, "
- 43) Lub b2, 344, "

Próbki oznaczone symbolem Lub 35, 36, 39, 40-43 pochodzą z ponownego opróbowania stanowiska w dolinie potoku w Lubniu, po opadach i wezbraniach w lipcu 1991 r.

- 44) Krośc-Tylka, 1845, naspa Krośnicy w Krościenku.

METODY

W czasie przygotowania próbek do wybierania nasion i owoców kierowano się zasadami przedstawionymi przez K. Wasylikową (1973). Maceracja luźnego materiału ze współczesnych osadów, używanego do tych badań nie nastęrczała kłopotów, wystarczało użycie najprostszycn metod. Próbki o objętości

ok. 3 dm³ przemyto na sicie o średnicy 0,08 mm. Jeśli w próbce było dużo iłu, do maceracji używano soli glauberskiej i amoniaku. Z wysuszonej pozostałości wybierano nasiona i owoce pod lupą binokularną. Z 44 próbek wybrano i poddano analizie ogółem 46441 okazów. Następnie z całości próbki oznaczano oraz wybierano nasiona i owoce pięciu wytypowanych taksonów: *Corylus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Sambucus sp.*, *Rubus sp.*

Nasiona i owoce potraktowane jako organiczne składniki osadu były badane metodami używanymi w sedymentologii. Składniki rozdzielano na sitach. W analizie sitowej miarą wielkości okazu jest długość osi b, tak jak u otoczków i w ziarnach piasku. Taka miara wielkości różni się od miar rozmiarów diaspor stosowanych podczas pomiarów morfometrycznych, potrzebnych dla oznaczenia taksonu. W przypadku pomiarów lub analizy sitowej fragmentu diaspory, zarówno długość osi a, czyli najdłuższego odcinka, który można wyznaczyć w obrębie badanego okazu, jak i pozostałych osi (b, c) może być zupełnie przypadkowo zorientowana w stosunku do położenia podstawowych wymiarów całej diaspory, tj. długości, szerokości i grubości.

Nasiona i owoce rozdzielone na sitach liczono oraz wazono na wadze analitycznej WA-32. Liczenie i ważenie wykonywano osobno dla diaspor pięciu wytypowanych taksonów, osobno dla pozostałych. Liczba i sumaryczna waga okazów z poszczególnych frakcji była podstawą do obliczenia procentowych udziałów. Parametry uziarnienia, obliczone z liczby okazów, w dalszej części tekstu są opatrzone przymiotnikiem ilościowy, a obliczone z udziałów wagowych - przymiotnikiem wagowy. W analizie i opisach uziarnienia zastosowano skalę C. K. Wentwortha (1922) z wyjątkiem granicy między piaskiem a pyłem. Przyjęto dla niej wartość 0,1 mm wg klasyfikacji Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (Systematyka...1989), ze względu na analizę tych składników (pyły i iły) metodą areo-

metryczną w modyfikacji Prószyńskiego (Kowalkowski, Swałdek 1991). Analizy uziarnienia piasków i żwirów wykonano metodą sitową.

Po wykonaniu krzywej kumulacyjnej obliczono podstawowe parametry uziarnienia (rozkładu wielkości) wedle Folka i Warda (1957): średnią średnicę - M_z , współczynnik wysortowania - DI , skośność - Sk i spłaszczenie - KG .

Dodatkowe objaśnienia o sposobie wykonania niektórych badań przedstawiono w odpowiedniej części tekstu.

Praca niniejsza została wykonana w Zakładzie Geografii Fizycznej Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie. Kierownikowi Zakładu, Panu doc. Tadeuszowi Ziętarze dziękuję za przychylne ustosunkowanie się do prowadzonych badań.

Recenzentom, Pani prof. dr hab. Krystynie Wasylikowej i Panu prof. dr hab. Grzegorzowi Haczewskiemu dziękuję za cenne uwagi i sugestie oraz przedyskutowanie niektórych zagadnień poruszanych w pracy. Panu prof. dr hab. Stefanowi W. Alexandrowiczowi dziękuję za przejrzanie maszynopisu i cenne uwagi dotyczące zwłaszcza zagadnień tafonomicznych. Dodatkowych objaśnień, dotyczących stanowisk flor kopalnych w Brzezinach i Dębicy udzielił mi Pan prof. dr hab. Andrzej Srodoń, za przedyskutowanie tej problematyki serdecznie dziękuję. Koledze dr Stanisławowi Pelcowi z Instytutu Biologii WSP gorąco dziękuję za wprowadzenie mnie w tajniki karpologii i wspólną wieloletnią pracę nad problematyką formowania współczesnych tafocenoz. Koledze doktorowi Markowi Kośkowi z Inst. Matematyki UJ serdecznie dziękuję za opracowanie i udostępnienie programów komputerowych do obliczania odległości taksonomicznej, diagramów D-C, korelacji, użytych przy wykonywaniu tej pracy. Kolegom z Zakładu, zwłaszcza dr Romanowi Malarzowi, składam podziękowania za uwagi i dyskusje w czasie badań i pisania tej pracy a Pani mgr Bogumile Ladrze za przerysowanie rycin.

NAGROMADZENIA MATERIAŁU KARPOLOGICZNEGO

Próbki detrytusu roślinnego z nasionami i owocami pobierano z nagromadzeń makroskopowych. Nagromadzenia w stadium inicjalnej tafocenozy charakteryzuje przynajmniej częściowe przykrycie materiału karpologicznego osadem. Dokładniej będą opisane nagromadzenia z etapu tafocenozy, posilkowo z wcześniejszych etapów.

Nasiona i owoce są tylko częścią organicznego składnika osadów rzecznych. Z innych makroszczałków należą do nich fragmenty pędów a nawet całe pnie, liście i inne, na przykład galasy.

Na etapie semitanatocenozy autochtonicznej i miksocenozy są to nagromadzenia na powierzchni terenu (w ściółce) oraz w górnej części gleby. Na etapie miksocenozy nagromadzenia takie występują w osadach deluwialnych i proluwialnych. Najczęściej spotyka się je:

a) na załamaniach spadku terenu i na spłaszczeniach podstokowych.

b) w zagłębieniach den dolinek odwadnianych okresowo. W sprzyjających warunkach nagromadzenia należące do tych dwóch typów mogą być zasypane osadem i przejść do stadium tafocenozy.

c) W obrębie mikroform antropogenicznych: bruzdy, rowki, koleiny, terasy rolne, wciosa drogowe. Te nagromadzenia są nietrwałe, najczęściej ulegają zniszczeniu podczas kolejnych zabiegów agrotechnicznych. Badanie ich jest częścią szerszej zarysowanego programu, więc nie będą w tej pracy szczegółowo charakteryzowane.

W korytach rzecznych można wyróżnić nagromadzenia należące do stadium pseudocenozy (pseudoasocjacji) oraz do stadium tafocenozy (ryc. 2). Przed charakterystyką nagromadzeń detrytusu roślinnego, w tym nasion i owoców, zostaną przedstawione użyte w dalszej części tekstu klasyfikacje i konwencje terminologiczne.

Klasyfikację struktury prądu przyjęto wg K. A. Teisseyra (1988). Przed zdeponowaniem detrytus roślinny może być transportowany:

a) W warstwie dennej (trakcyjnie) przez toczenie, wleczenie i krótkie przeskoki saltacyjne.

b) W warstwie przydennej (saltacja), gdzie powstają wiry wstępujące, wynoszące transportowane składniki ku powierzchni wody.

c) W warstwie zawieszinowej.

d) W warstwie flotacyjnej, w której transportowane są składniki pływające.

Należy podkreślić odrębność sposobów transportu detrytusu roślinnego w porównaniu ze składnikami mineralnymi. Zagadnienie to szerzej będzie omówione w rozdz. "Diaspory a mineralne składniki osadu". Wstępnie należy zasygnalizować istotę zagadnienia. Z powodu niewielkiej gęstości materiału, detrytus szybko podlega unoszeniu hydrodynamicznemu, łatwiej przechodzi do zawiesziny lub do warstwy flotacyjnej, przy czym składniki organiczne są o wiele większe od transportowanych równocześnie składników mineralnych.

W opisie występowania makroskopowych nagromadzeń detrytusu roślinnego w korycie oraz strefie pozakorytowej stosowano klasyfikację osadów i form oraz terminologię proponowaną przez A.K. Teisseyra (1991). Zróżnicowanie występowania detrytusu analizowano w kategoriach form dna, niezależnych od układu i typu koryta (Schumm 1977), najczęściej na szczeblu mikrośrodowisk sedymentacyjnych.

W stadium pseudoasocjacji są to na ogół nietrwale nagromadzenia detrytusu w korycie rzecznym. Mogą to być:

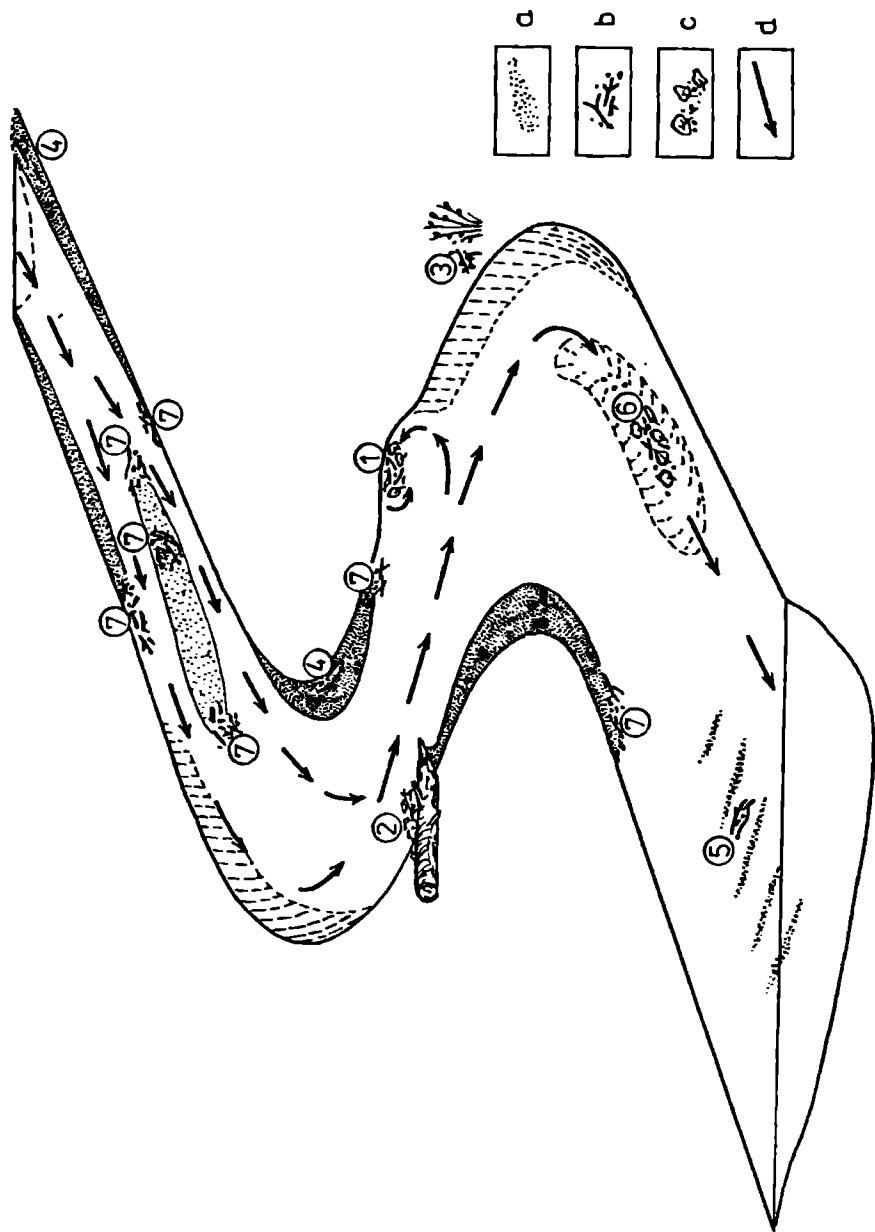
a) Nagromadzenia pływające (warstwa flotacyjna) w zawirowaniach prądu, w zatoczkach, za przeszkodami, np. za ostrogą regulacyjną lub zwalonym pnem (1 na ryc. 2). Nie wydaje się, żeby w rzece pojawiły się pływające nagromadzenia detrytusu roślinnego, który uniósł się z dna dzięki zwiększeniu wyporności przez nagromadzony w nim siarkowodór, co opisano na jeziorze Płociczno (Chudzikiewicz i in. 1979). Należy podkreślić, że w większości współczesnych rzek udział detrytusu roślinnego w tej warstwie jest powiększony z powodu dużej ilości piany pochodzenia antropogenicznego (detergenty), zwiększającej pływalność transportowanych przez rzekę składników. Zjawisko to występuje począwszy od pierwszych zabudowań w górnych częściach cieków.

b) Nagromadzenia na przeszkodach w korycie (2 na ryc. 2) lub poza korytem, np. na wiklinie (3 na ryc. 2). Te ostatnie powstają przy wyższych stanach wód. Rozmiar nagromadzenia zależy często od gęstości przeszkody.

c) Naspy (wałki) brzegowe (4 na ryc. 2). Materiał z takich nagromadzeń jest lepiej wysortowany niż materiał opisany uprzednio.

d) Nagromadzenia w zagłębieniach między grzbietami riplemarków; nasiona i owoce występują tutaj w niewielkich ilościach (5 na ryc. 2). W pobranych próbkach występowały pojedyncze diaspory, dlatego nie brano ich do dalszej analizy.

Nagromadzenia te charakteryzuje mała trwałość i bliżej nieznaną sezonową zmienność. Na jesienną koncentrację transportu liści zwrócił uwagę W. Froehlich (1982); przypuszcza się, że ich nagromadzenie w osadach może być wskaźnikiem "sedymentacji jesiennej" (Cabaj, Pelc 1991a). Nie można wykluczyć, że naspy i nagromadzenia w riplemarkach mogą zostać zasypane osadem a więc przejść do stadium tafocenozy.



Ryc. 2. Makroskopowe nagromadzenia detryktusu roślinnego

a - osad mineralny, b - detryktus z łodygami, c - detryktus z liśćmi, d - nurt.
Pozostałe objaśnienia w tekście

Największe prawdopodobieństwo przejścia do stadium tafocenozy mają następujące nagromadzenia detrytusu:

a) W zagłębieniach w korycie (płosach, przegłębieniach), a także w zagłębieniach antropogenicznych (6 na ryc. 2). Materiał deponowany w takich zagłębieniach jest zróżnicowany, w centralnej części może pochodzić z dekantacji i prądów zawieszinowych, w doprądowej mogą pojawić się mikrodelty.

b) W odsypach (7 na ryc. 2). Detrytus roślinny występuje w różnych częściach tych form.

c) W miejscach załamania spadku rzeki: przed lub za bystrzami, w cofkach jeziorok zaporowych.

W czasie badań terenowych posługiwano się uproszczoną klasyfikacją nagromadzeń detrytusu roślinnego. Wyróżniono 4 typy nagromadzeń:

1. Nagromadzenia prądowe. Dominują w nich fragmenty pędów, niekiedy są w nich widoczne duże nasiona i owoce. Materiał organiczny jest złożony w osadzie piaszczysto-mułowym, piaszczystym lub piaszczysto-żwirowym, transportowanym trakcyjnie. Występuje jako wkładki między zestawami lamin piaszczystych lub w obrębie lamin. W tych nagromadzeniach występowały największe diaspyry, np. orzechy leszczyny.

2. Nagromadzenia mikrodeltowe. Powstają w miejscach, gdzie trwale słabnie lub w ogóle zanika nurt. Deponowany materiał jest bardziej zróżnicowany, wśród organicznego pojawiają się liście, w mineralnym jest domieszka mułu. Detrytus jest deponowany w dolnej części stoku delty, na załomie i u jego podnóża. Podobne nagromadzenia detrytusu roślinnego opisano również na stoku delty jeziora Płociczno (Chudzikiewicz i in. 1979).

3. Nagromadzenia dekantacyjne, gdzie detrytus roślinny z liśćmi jest deponowany wraz z frakcjami mułowymi i drobno-piaszczystymi. Występują w większych przegłębieniach, niektórych częściach koryta poza nurtem i w jeziorokach zaporowych.

wych. Osad w nich jest deponowany przez dekantację. Pospolicie występują w mułowych osadach pozakorytowych. Występowanie nasion na ogół charakteryzuje duże rozproszenie w składniku mineralnym. Na niewielki udział oznaczalnych szczątków makroskopowych w mułach rzecznych zwrócono uwagę przy opisie plejstocенских teras w Kozłowie koło Dębicy (Środoń 1965) i Zatorze (Koperowa, Środoń 1965).

Skład detrytus, poza nasionami i owocami, obok strukturalnych i teksturalnych cech mineralnej części osadu może być niekiedy przydatny do rozpoznania mikrośrodowiska sedymentacyjnego. Materiał transportowany trakcyjnie wyróżnia się obecnością fragmentów pedów. Wykazują one imbrykację. W osadach kopalnych zostały opisane jako "warstwa z patykami" (Środoń 1952a). W osadzie mułowym, deponowanym przez dekantację, dominują liście. W niektórych sekwencjach osadów rzecznych może występować ciągle przejście między piaskami i mułami deponowanymi z zawiesiny.

4. Naspy. Detrytus roślinny wyrzucany jest na brzeg przez falowanie lub zatrzymany na przeszkodach, np. na proksymalnych częściach odsypów. Liczba oraz rozmiary nasion i owoców w naspie zależą głównie od gęstości przeszkody lub wielkości falowania.

W pracy nie będą analizowane nagromadzenia diaspor w starorzeczach, gdyż sedymentacja jeziorna może być w nich, w czasie wezbrań przerywana napławianiem materiału transportowanego przez rzekę (Alexandrowicz 1987). Zmienność warunków sedymentacji powoduje zmiany w strukturze siedliskowej zespołów deponowanych nasion i owoców; wyobrażenie rozmiarów tej zmienności można sobie wyrobić na podstawie opublikowanych opisów stanowisk flor kopalnych. Zagadnienie to zostanie przedstawione w rozdziale "Modele formowania nagromadzeń nasion i owoców".

NASIONA I OWOCE JAKO SKŁADNIK OSADÓW RZECZNYCH

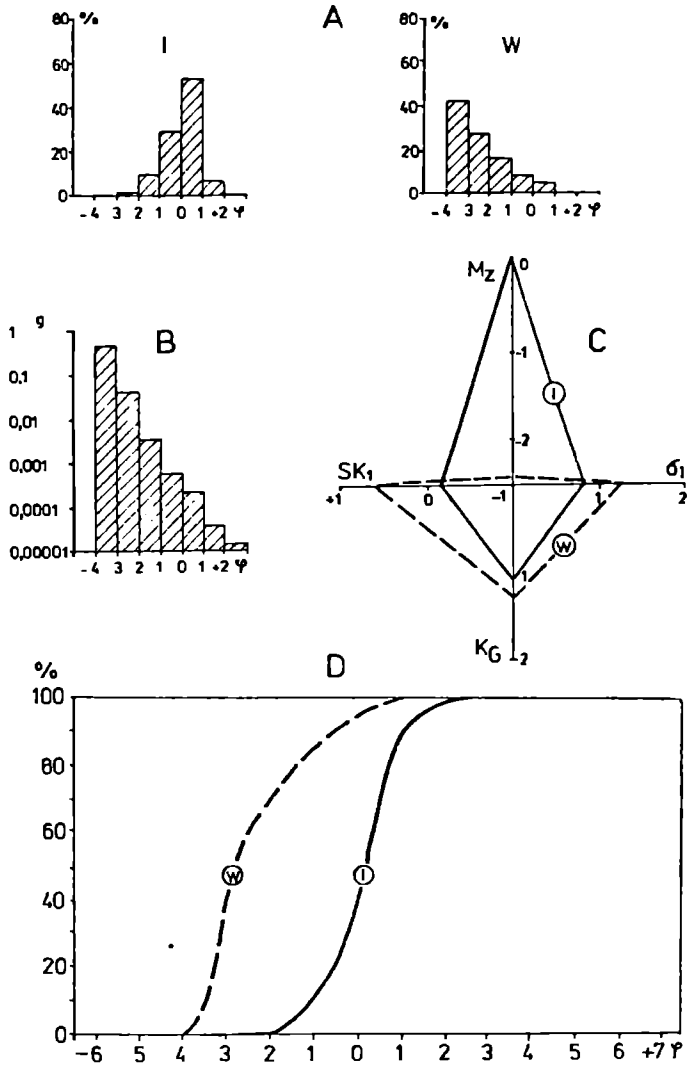
Przed podaniem charakterystyki granulometrycznej nasion i owoców wydobytych z osadów rzecznych należy przedstawić ogólne pojęcia używane w dalszej części tekstu.

Okaz - całe nasiono lub owoc albo jego fragment, który metodami morfologicznymi mógł być oznaczony do danego szczebla taksonomicznego.

Rozmiar maksymalny - wielkość, którą dany takson może osiągnąć w zmienności osobniczej. Najczęściej dotyczy to części twardej, np. pestki u pestkowców. Największe diasporry, wydobyte z osadów rzecznych, mieszczą się w klasie wielkości 16-8 mm. Są to buk (*Fagus*), leszczyna (*Corylus*), fragment orzecha włoskiego (*Juglans regia*), hodowlane odmiany śliw (*Prunus*).

Rozmiar minimalny - wielkość okazu, przy której diaspora przestaje być oznaczalna metodami morfologicznymi. Rozmiar minimalny u różnych taksonów jest różny, gdyż z powodu zróżnicowania anatomicznego i histologicznego diasporry zachowują się różnie podczas rozpadu. Na przykład dzięki odporności i charakterystycznej rzeźbie powierzchni łupiny nasiennej nawet bardzo małe fragmenty pestek dzikiego bzu (*Sambucus sp.*) i maliny (*Rubus sp.*) dają się oznaczyć do szczebla rodzaju. W takich przedziałach wielkości (poniżej 0,5 mm) nieoznaczalne są okazy należące np. do rodzaju jaskier (*Ranunculus*), szczaw (*Rumex*), rdest (*Polygonum*), czy psianka (*Solanum*).

Przedstawiona charakterystyka (ryc. 3) jest oparta na pomiarach 46 441 okazów.



Ryc. 3. Granulometryczne cechy ogółu diaspor z osadów rzecznych

A - rozkład wielkości diaspor, B - średnia waga okazu w poszczególnych klasach wielkości, C - parametry rozkładu wielkości diaspor, D - krzywe rozkładu wielkości, I - obliczone z ilości okazów, W - obliczone z wagi okazów, M_z - średnia średnica, σ_I - współczynnik wysortowania, SK_I - skośność, KG - spłaszczenie

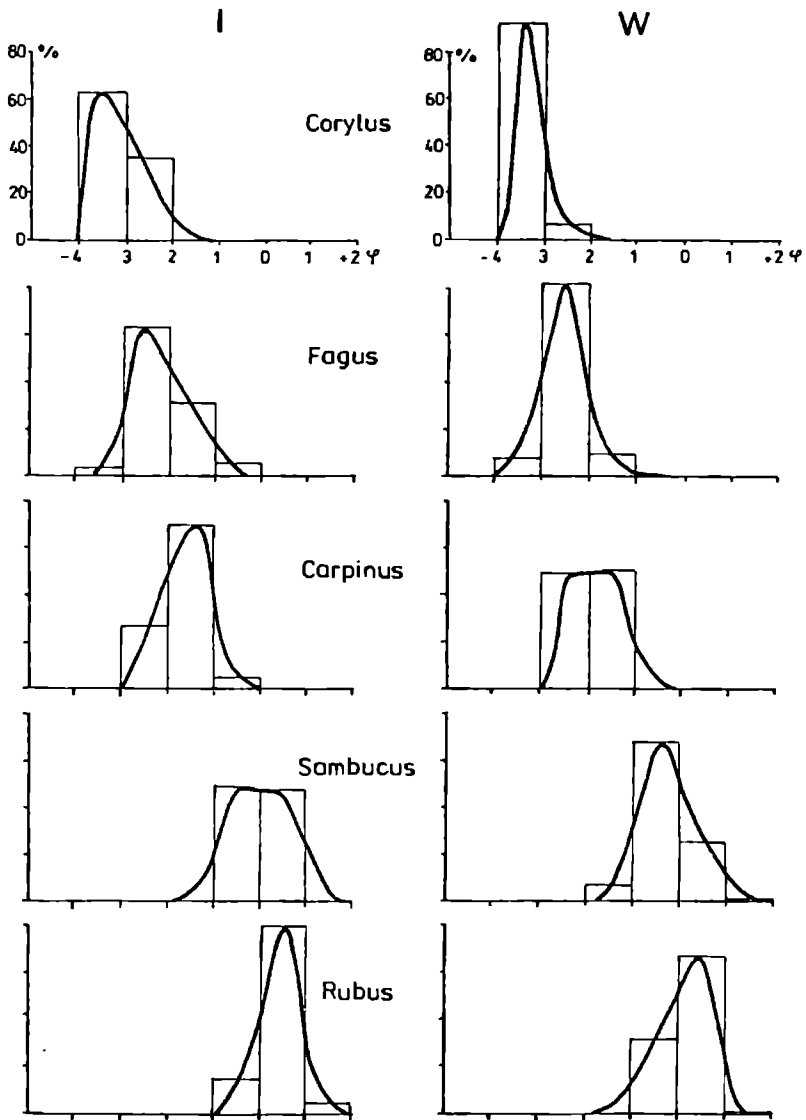
Uziarnienie (rozkład wielkości) obliczone z procentowych udziałów ilości okazów charakteryzuje się klasą modalną w przedziale od 0 do $+1 \text{ phi}$ (1 - 0,5 mm). Największe okazy są o około 80 razy większe od najmniejszych (ryc. 3A). Dominację okazów z przedziału wielkości 1 - 0,5 mm w osadach rzecznych należy tłumaczyć różnymi czynnikami. W tej frakcji jest dużo jeszcze oznaczalnych fragmentów nasion i owoców. Proces mechanicznego rozdrabniania, który doprowadził do ich powstania jest procesem abiotycznym. Drugim czynnikiem jest wysiewanie diaspor o takich właśnie rozmiarach przez co roku obficie owocujące gatunki roślin, głównie zielnych.

Uziarnienie (rozkład wielkości) diaspor, obliczone z procentowych udziałów ich wagi w poszczególnych przedziałach wielkości ma klasę modalną -4 do -3 phi (16-8 mm). To przesunięcie modalnej do klasy większych okazów w porównaniu z rozkładem ilościowym jest spowodowane faktem, że waga dużej diaspor może być kilkanaście tysięcy razy większa od wagi diaspor najmniejszych (ryc. 3A). Wybrane parametry rozkładu wielkości ogółu diaspor, obliczone z udziału ilościowego i wagowego (średnia średnica, wysortowanie, skośność i spłaszczenie), przedstawiono na ryc. 3C.

Statystyczna analiza granulometrycznych cech nasion i owoców z osadów rzecznych pozwala na stwierdzenie współwystępowania i zależności cech, mających znaczenie przy interpretowaniu tafocenozy karpologicznej. Zagadnienie to zostanie przedstawione w dalszej części rozdziału.

GRANULOMETRYCZNA CHARAKTERYSTYKA DIASPOR WYBRANYCH TAKSONÓW

Dla prześledzenia prawidłowości zmienności występowania nasion i owoców z różnych klas wielkości wybrano 5 reprezentatywnych taksonów. Są to: leszczyna (*Corylus avellana L.*),



Ryc. 4. Rozkład wielkości diaspor wybranych taksonów

I - obliczony z liczby okazów, W - obliczony z wagi okazów

buk (*Fagus silvatica L.*), grab (*Carpinus betulus L.*), wszystkie gatunki dzikiego bzu (*Sambucus sp.*) i wszystkie gatunki maliny (*Rubus sp.*). Dzikie bez i malinę oznaczano tylko do szczebla rodzaju, gdyż małych fragmentów łupiny nasiennej nie da się oznaczyć do szczebla gatunku. Ograniczenie się do całych nasion zniekształciłoby obraz zmienności rozmiarów okazów. Ponieważ rozmiary całych nasion w obrębie rodzaju *Sambucus* i *Rubus* są zbliżone, posługiwanie się taksonem na szczeblu rodzaju nie zmniejsza ich przydatności jako reprezentantów określonej klasy wielkości diaspor.

Kryteria doboru taksonów

1. Gatunki te występują pospolicie na badanym terenie, ich diasporę są odporne na niszczenie i często występowały w pobranych próbkach.

2. Ich oznaczanie jest łatwe, nie budzi zastrzeżeń.

3. Reprezentują one prawie całe zróżnicowanie wielkości diaspor spotykane w osadach rzecznych. Modalne poszczególnych taksonów są w różnych przedziałach o odstępach 1 phi, od -4 do +1 phi (ryc. 4). Wagowy rozkład wielkości diaspor umożliwia porównywanie rozkładu wielkości (uziarnienia) składników mineralnych i organicznych.

Przeciętna waga jednego okazu z poszczególnych taksonów przedstawia się następująco: *Corylus* - 280,2 mg, *Fagus* - 19,1 mg, *Carpinus* - 10,6 mg, *Sambucus* - 0,6 mg, *Rubus* - 0,3 mg. Waga jednego okazu, będącego często fragmentem diasporę pozbawionym bielma i zarodka jest oczywiście mniejsza od wagi całego nasiona. Na przykład, gdy waga całego nasiona buka wynosi przeciętnie 200 mg (Czarnowski 1989), to waga jednego okazu z badanego materiału jest dziesięciokrotnie mniejsza. Waga całego nasiona grabu wynosi przeciętnie 45 mg (Czarnowski 1989), a waga jednego okazu jest czterokrotnie

mniejsza. Zróznicowanie to wynika z różnych rozmiarów fragmentów, które można jeszcze oznaczyć metodami morfologicznymi, zdecydowanie mniejszych i lżejszych od całych diaspor.

W dalszej części rozdziału zostanie przedstawiona zmienność wybranych cech diaspor pięciu wytypowanych taksonów.

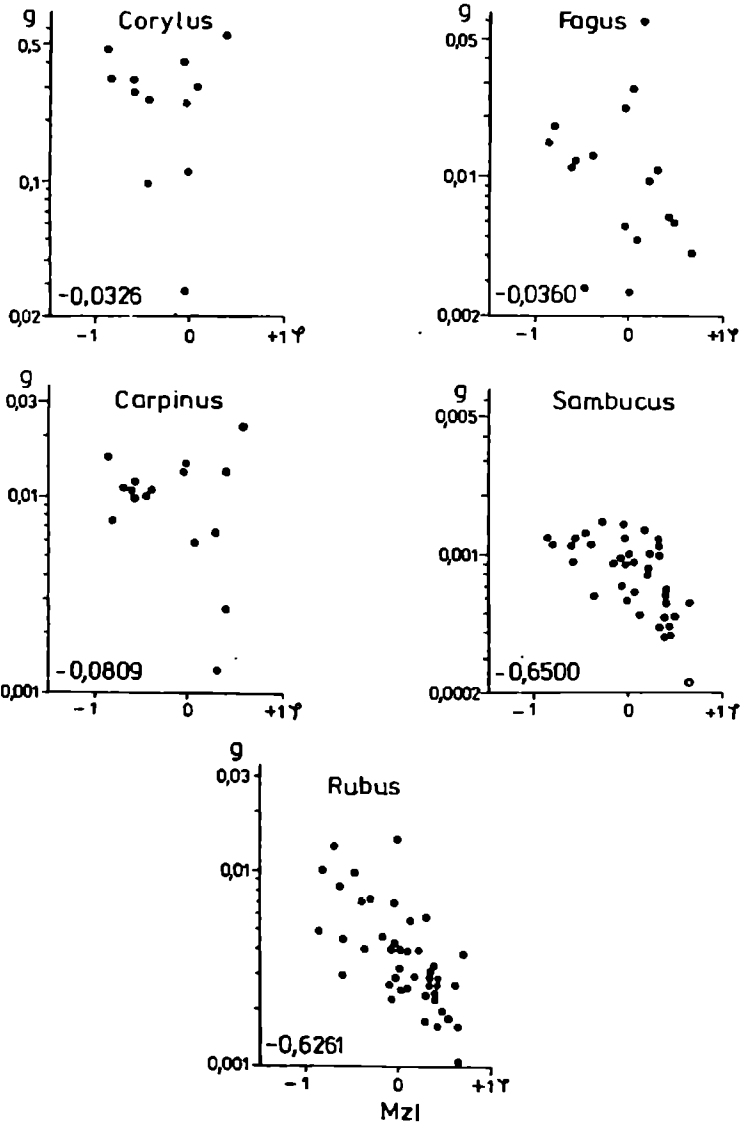
Srednia średnica (Mz) ogółu diaspor z próbki a średnia waga okazu

Srednia średnica (Mz) ogółu diaspor w próbce jest funkcją wydolności rzeki, zwanej inaczej nośnością przepływu. Wydolność ta zależy od prędkości przepływu, obciążenia zawiesziną i turbulencji. Zauważono, że w miarę zmiany średniej średnicy ogółu diaspor w próbce zmieniają się też rozmiary i waga diaspor poszczególnych taksonów.

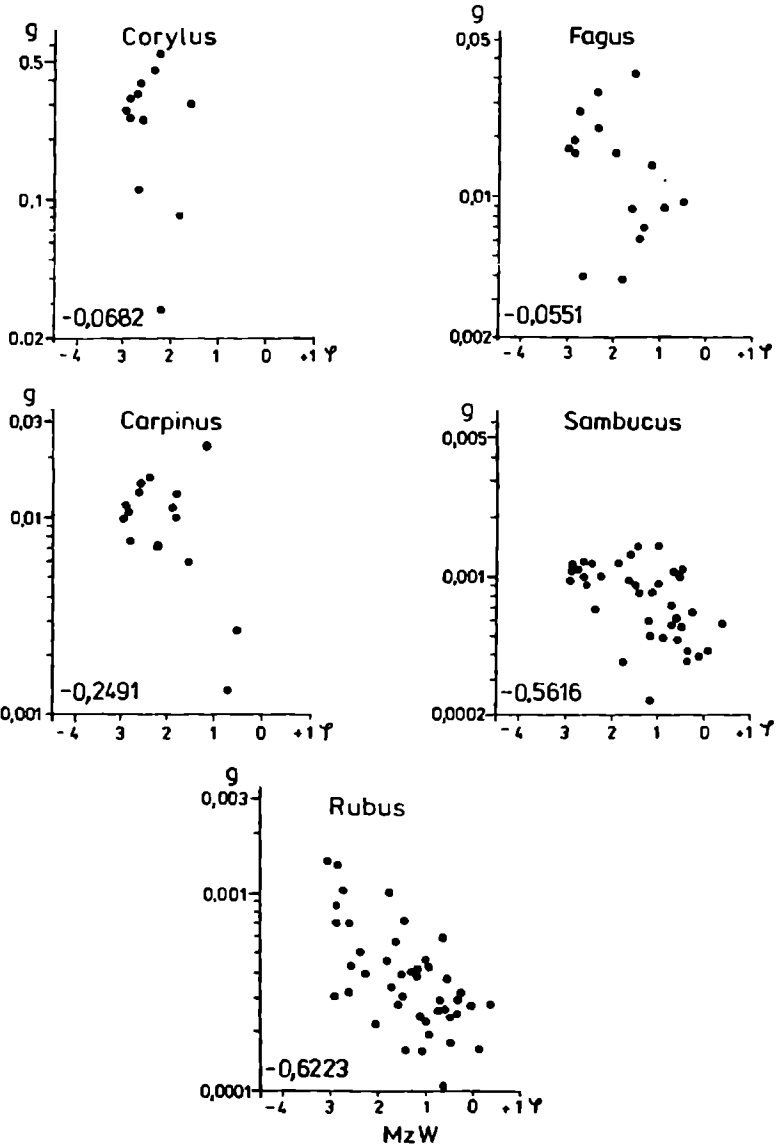
Zależność między średnią średnicą obliczoną z ilości okazów (MZI) a średnią wagą okazów, należących do pięciu wybranych taksonów przedstawiono na ryc. 5. Wartość współczynnika korelacji dla leszczyny, buka i grabu (odpowiednio $r = -0,0326$, $-0,0360$, $-0,0809$) nie wskazuje na istnienie ścisłego związku między tymi wartościami. Brak korelacji może być spowodowany obecnością pojedynczych, dużych diaspor z zachowanymi liścieniami i zarodkiem w drobnoziarnistych osadach lub w naspie. Dla dzikich bzów ($r = -0,6500$) i malin ($r = -0,6261$) korelacja jest już wyraźna (ryc. 5).

Podobnie przedstawia się zależność między średnią średnicą obliczoną z wagi diaspor (MZW) a średnią wagą okazów należących do pięciu wybranych taksonów (ryc. 6).

Opisane zależności wskazują na istnienie ogólniejszej prawidłowości. W miarę wzrostu nośności przepływu, wzrastają rozmiary i waga okazów poszczególnych taksonów. Wzrost siły deponującej powoduje, że osadzane są coraz większe okazy na-



Ryc. 5. Średnia średnica ilościowa (MzI) a średnia waga okazu
 Przy wykresach wpisano wartość współczynnika korelacji
 liniowej (r)



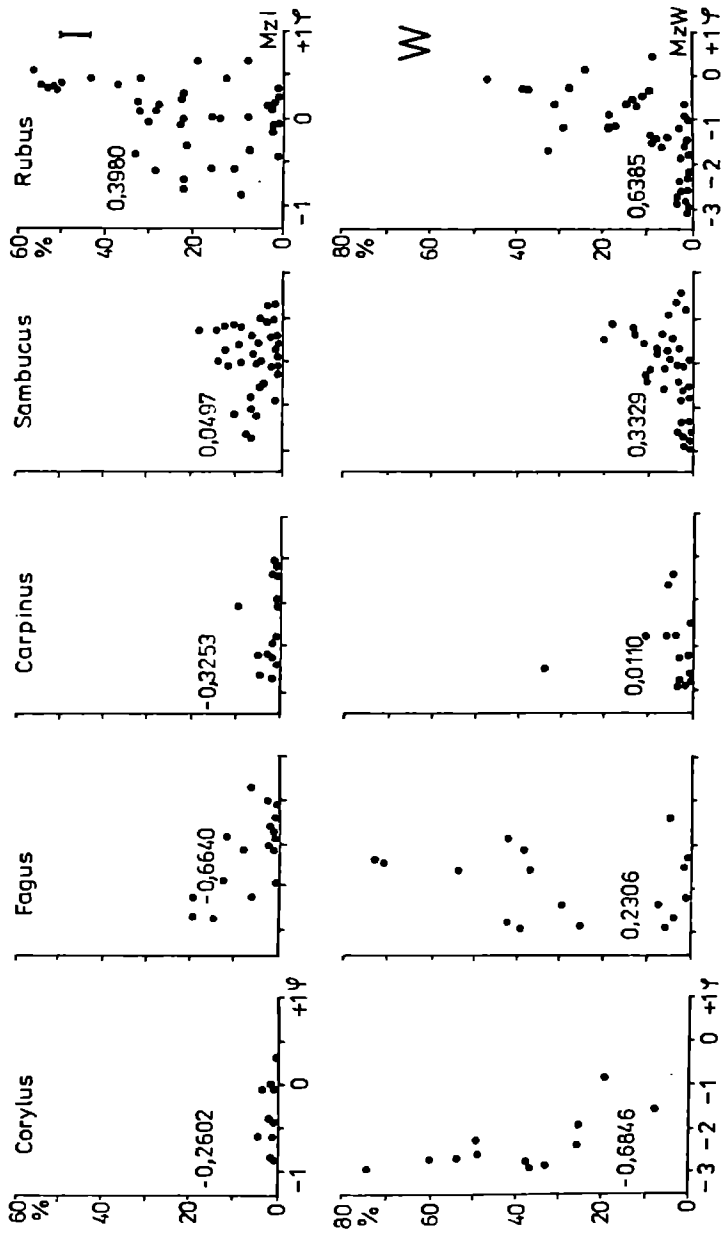
Ryc. 6. Średnia średnica wagowa (MzW) a średnia waga okazu
 Przy wykresach wpisano wartość współczynnika korelacji
 liniowej (r)

leżące do danego taksonu. Przekroczenie granicznej wartości spowoduje, że diasporę należącą do określonej klasy wielkości nie będą w danym miejscu osadzone. Taka eliminacja, poczynając od najmniejszych, będzie dotyczyć coraz większych okazów. Po przekroczeniu granicy wielkości występowania maksymalnego rozmiaru, np. 2 mm dla *Rubus*, diasporę tego rodzaju nie pojawią się już w próbce. Podobnie spadek nośności przepływu będzie powodował eliminację, poczynając od największych okazów. Jeżeli rozmiary deponowanych okazów będą mniejsze od minimalnego rozmiaru dla taksonu, np. 2 mm dla *Corylus*, takson ten nie będzie w próbce reprezentowany.

Średnia średnica (Mz) ogółu diaspor a udział taksonu w całości próbki

Uprzednio opisano zjawisko zmienności rozmiarów i wagi okazów z różnych klas wielkości uzależnione od nośności przepływu. Jej wzrost może doprowadzić do zaniku diaspor z najmniejszych klas wielkości, np. *Rubus*, spadek do zaniku diaspor największych, np. *Corylus*. Obserwacja ta sugeruje, że może istnieć związek między średnią średnicą a procentowym udziałem diaspor z poszczególnych klas wielkości.

Zależność tę przedstawiono na ryc. 7. Wartości współczynników korelacji dla poszczególnych taksonów przybierają charakterystyczne wartości. Dla diaspor dużych (*Corylus*, *Fagus*) są to wartości ujemne. Traktując średnią średnicę (Mz) jako miarę nośności przepływu można stwierdzić, że w miarę wzrostu Mz rośnie udział diaspor dużych. Udział przedstawicieli średnich klas wielkości (*Carpinus*, *Sambucus*) nie wykazuje związku ze średnią średnicą. Udział nasion maliny wykazuje wzrost w miarę spadku wydolności rzeki (ryc. 7). Należy przypuszczać, że udział nasion i owoców innych taksonów z odpowiednich klas wielkości będzie podlegał takim samym



Ryc. 7. Średnia średnica ogółu diaspor w próbce a udział wybranych taksonów
 I - obliczony z ilości okazów, W - obliczony z wagi okazów. Przy wykresach wpisano wartość współczynnika korelacji liniowej (r)

prawidłowościom. Wyjaśnienia wymaga obserwowana tutaj zmiana ogólnej prawidłowości udziału diaspor wybranych taksonów z poszczególnych klas wielkości. Bowiem udział diaspor dużych (*Corylus*, *Fagus*) rośnie w miarę wzrostu średniej średnicy, udział średnich (*Carpinus*, *Sambucus*) nie wykazuje z nią związku, udział małych (*Rubus*) wyraźnie maleje (ryc. 7).

Przedstawione poprzednio zróżnicowanie współczynnika korelacji tłumaczy odrębność w sposobie transportu i depozycji diaspor. Zagadnienie to szczegółowo będzie przedstawione w następnym rozdziale. Tutaj należy wstępnie stwierdzić, że diaspory duże (*Corylus*, *Fagus*) są w przewadze transportowane w warstwie dennej i przydennej przez toczenie, wleczenie oraz częściowo przez saltację, zaś małe (*Rubus*) przeważnie w zawieszynie. Diaspory ze średnich klas wielkości (*Carpinus*, *Sambucus*) zajmują stanowisko pośrednie, transportowane są przez saltację i w zawieszynie.

Gdyby w zależnościach udziału diaspor z poszczególnych klas wielkości od Mz zastąpić składniki organiczne mineralnymi, pojawiłaby się zależność budząca skojarzenia z diagramem Hjultstroma - Sundborga (Sundborg 1956). Diagram ten przedstawia krytyczną prędkość wody, potrzebną do uruchomienia (włączenia do transportu) w korycie ziaren o danej średnicy. Najmniejsza prędkość przepływu jest potrzebna do uruchomienia ziaren o średnicy ok. 0,1 mm (granica między piaskiem i pyłem). Dla uruchomienia ziaren mniejszych, powiązanych siłami kohezyjnymi i większych (piasek, żwir) trzeba już większych prędkości przepływu.

Wydaje się, że ujemna korelacja (ryc. 7) w przypadku diaspor dużych odzwierciedla zależność diaspor transportowanych przez toczenie i wleczenie po dnie, a w mniejszym stopniu przez saltację. Ich udział w próbcie rośnie w miarę wzrostu nośności przepływu. Wzrost ten zachodzi aż do osiągnięcia krytycznej wartości, powyżej której diaspory nie są

deponowane lecz przenoszone dalej. Dodatnia korelacja (ryc. 7) w przypadku małych diaspor odzwierciedla zależność diaspor transportowanych w zawieszynie. Im mniejsza jest prędkość przepływu, tym zachodzi większa ich depozycja, a tym samym rośnie ich udział w całości próbki.

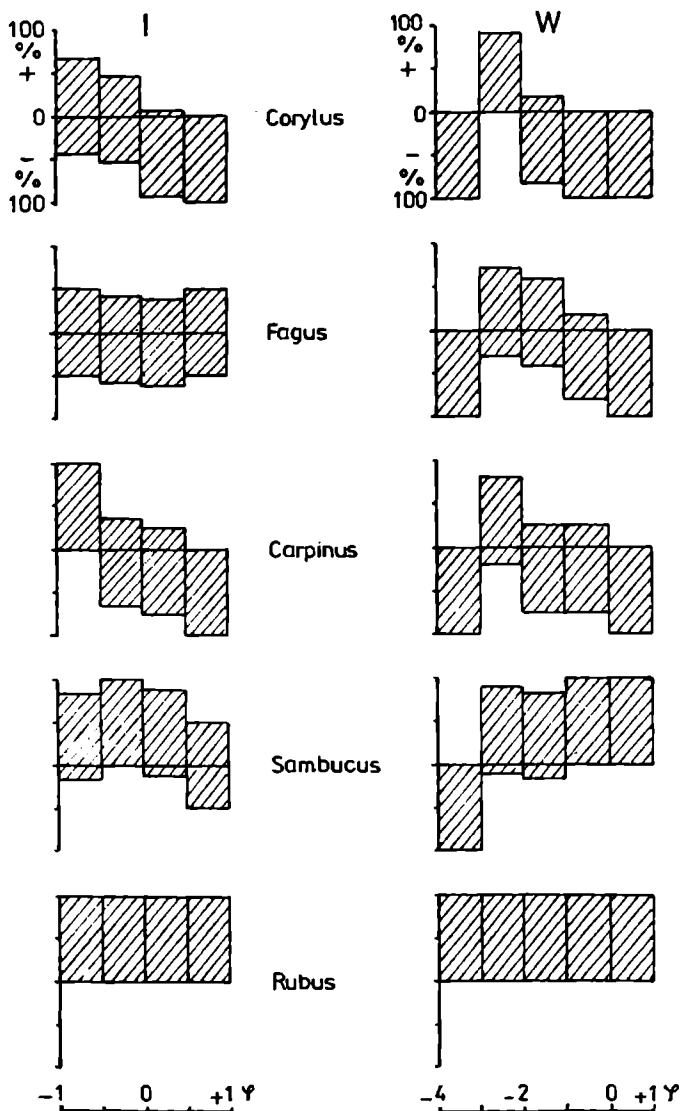
Ponieważ analizowane próbki pochodzą z różnych rzek, do których dostawa diaspor pięciu wybranych taksonów była zróżnicowana, pojawienie się opisanej prawidłowości należy przypisać sortującemu działaniu siły wody. Sortowanie wielkościowe diaspor zróżnicowane w zależności od sposobu transportu (po dnie lub w zawieszynie) odbija się na zróżnicowaniu taksonomicznym i w konsekwencji może mieć wpływ na interpretacje siedliskowe i stratygraficzne.

Srednia średnica (Mz)

a obecność lub brak taksonu w próbce

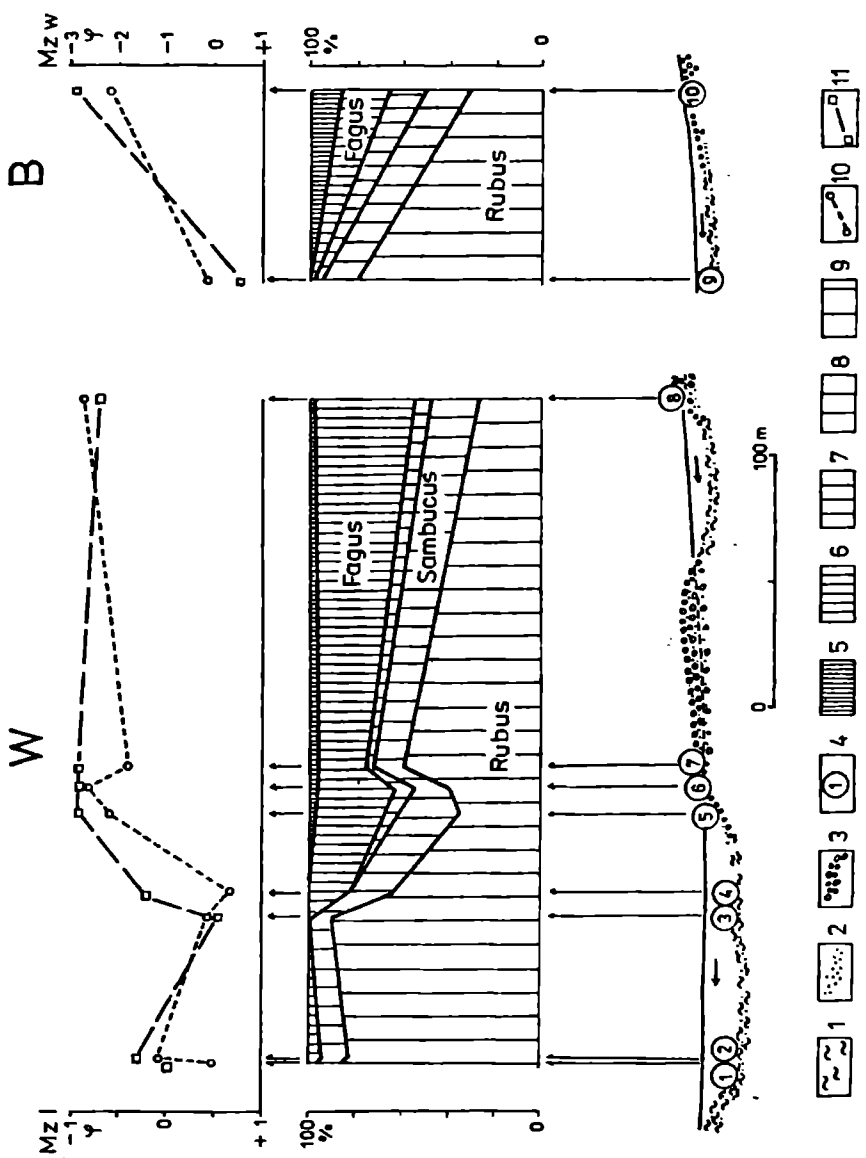
Skutki sortującego wpływu prądu w czasie transportu opisane poprzednio odzwierciedlają się również w obecności lub braku danego taksonu przy określonej średniej średnicy (Mz) ogółu diaspor z próbki. Zestawienie (ryc. 8) wykonano obliczając dla każdego przedziału Mz udział próbek, w których dany takson występuje.

U diaspor dużych (*Corylus*, *Fagus*) zarysowała się prawidłowość ubytku próbek, w których takson występuje w miarę zmniejszania średniej średnicy, będącej funkcją nośności przepływu. Wagowe zestawienie leszczyny i buka wykazuje odchyłkę od tej prawidłowości w przedziale -4 do -3 ϕ średniej średnicy. Należy ją tłumaczyć tym, że w opisanym przedziale wielkości jest tylko jedna próbka (20) z korytowych osadów Wisły pod Wawelem, w której diaspor obu tych taksonów nie znaleziono. W rodzaju *Sambucus* nie widać wyraźnej prawidłowości. Trudno coś powiedzieć o zachowaniu diaspor



Ryc. 8. Zależność absencji wybranych taksonów od średniej średnicy ogółu diaspor

I - obliczona z ilości taksonów, W - obliczona z wagi okazów, + - takson występuje, - - brak taksonu



Ryc. 9. Udział wybranych taksonów w osadach
 W - Wetlina, B - Beeko, 1 - muł, 2 - piasek, 3 - żwir, 4 - numer próbki; udział wybranych taksonów: 5 - *Corylus*, 6 - *Fagus*, 7 - *Carpinus*, 8 - *Sambucus*, 9 - *Rubus*, 10 - średnia średnica ilościowa (MZI), 11 - średnia wagowa (MZW)

najmniejszych, reprezentowanych przez malinę, gdyż występuje ona we wszystkich próbkach.

Opierając się na zestawionym materiale można jednak stwierdzić, że w miarę zmniejszania średniej średnicy ubywa próbek, w których występują duże diaspory.

Zmienność udziału pięciu wybranych taksonów można zilustrować na przykładzie dwóch konkretnych odcinków rzeki w miejscu, gdzie nośność przepływu silnie maleje (ryc. 9). Pierwszy przykład pochodzi z miejsca naturalnego zatamowania Wetlinki przez osuwisko (Cabaj, Pelc 1991a), drugi z cofki sztucznego zbiornika Besko na Wisłocze.

W obu przypadkach leszczyna występuje tylko w osadach prądowych, najdalej w miejscu spadku nośności (próbki 5 - 8 w Wetlince, próbka 10 w Besku). Gwałtownie maleje udział buka, w Wetlince od 40 % w cofce zbiornika do kilku procent w osadach spokojnej sedymentacji, gdzie był deponowany wspólnie z mułami. W mułach występowały tylko niewielkie, wydłużone fragmenty ścianek bukwi. Podobną tendencję ma udział grabu. Stosunkowo niewiele zmienia się udział dzikich bżów. Ubytek największych diaspor w zestawieniu procentowym jest kompensowany wzrostem udziału maliny (ryc. 9). Warto podkreślić, że opisane zmiany dokonują się na odcinku niewiele przekraczającym 100 m (w innych przypadkach bywa o wiele krótszy). Nie ma na nim dopływów, szata roślinna w pobliżu rzeki jest stosunkowo jednolita. Tak więc ilość i skład diaspor transportowanych przez rzekę w danym przekroju należy traktować jako jednolity. Zmiany obserwowane w składzie diaspor zdeponowanych (ryc. 9) są więc skutkiem zmienności środowiska sedymentacyjnego, czynnika abiotycznego w procesie formowania tafocenozy.

DIASPORY A MINERALNE SKŁADNIKI OSADU

Współwystępowanie składników mineralnych i organicznych w procesie transportu i depozycji sugeruje występowanie zależności między nimi. Porównanie rozkładów wielkości diaspor oraz mineralnych składników, wraz z którymi diaspory zostały zdeponowane (ryc. 10) pozwala stwierdzić różnice w ich wielkości. Z powodu różnej gęstości, transportowi i depozycji mułu, piasku czy żwiru towarzyszy transport o wiele większych, ale lżejszych diaspor. Większe rozmiary diaspor kompensują mniejszą gęstość materiału, z którego są zbudowane. Zjawisko to, na przykładzie piasków bogucickich i zdeponowanych w nich skorupki otwornic opisał M. Otfinowski (1981). O zależności między rozmiarami ziaren mineralnych a wielkością skorupki mięczaków wspomina S.W. Alexandrowicz (1987). Podobne zróżnicowanie stwierdzono na przykładzie osadów i diaspor w Szmaragdowym Jeziorku w dolinie Wetlinki (Cabaj, Pelc 1991a). Ponieważ sygnalizowana zależność może mieć znaczenie przy interpretowaniu tafocenoz karpologicznych, zostanie opisana w niniejszym rozdziale.

GĘSTOŚĆ MATERIAŁU DIASPOR Z OSADÓW RZECZNYCH

Próbki do badań gęstości diaspor pochodzą z koryta Wisły w Krakowie koło Wawelu. Pobrano je we wrześniu 1986 r. po spuszczeniu wody na stopniu Dąbie, z laminy lub zestawu lamin, w których był widoczny węgiel i detrytus roślinny. Dzięki temu jest to materiał złożony w jednolitym środowisku sedymentacyjnym. Występowanie dość dużej ilości węgla po-

chodzenia antropogenicznego we współczesnych osadach Wisły koło Krakowa stwierdził J. Rutkowski (1984, 1987). Występowanie trzech składników osadu (piasek i żwir, węgiel, detrytus roślinny) stworzyło możliwość porównania zmian uziarnienia spowodowanego różną gęstością składników (ryc. 10).

Piasek i żwir oddzielono od reszty próbki w bromoformie rozcieńczonym metanolem, węgiel od detrytusu roślinnego w wysyconym roztworze soli kuchennej. Gęstość określono metodą piknometryczną dla próbek nasyconych wodą. Nasiąknięcie diaspor wody, powodujące utratę pływalności jest bowiem warunkiem niezbędnym dla osadzenia jej na dnie.

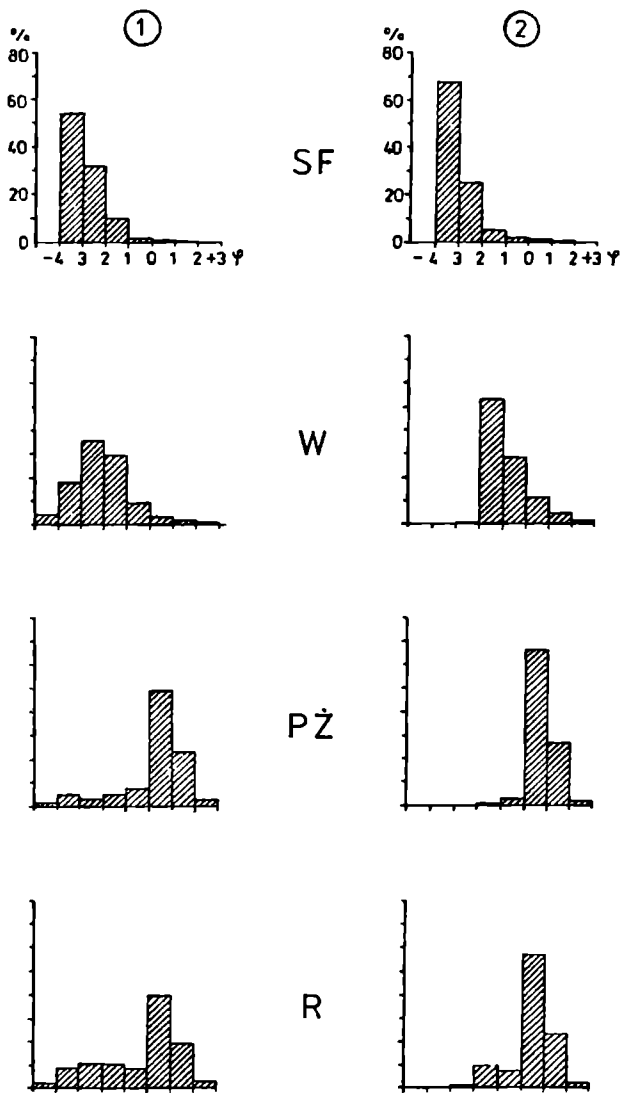
Wyniki pomiarów gęstości są następujące:

diaspory	1,11 g/cm ³
węgiel	1,30 g/cm ³
piasek, żwir	2,50 g/cm ³

Dla węgla, piasku i żwiru obliczone wartości są zbliżone do wartości podanych przez J. Rutkowskiego (1987).

Trudno tutaj podać czas, potrzebny do utraty pływalności. Zależy on od budowy nasion i owoców oraz od ich wilgotności w momencie dostania się do rzeki. Na przykład suche nasiona sosny zwyczajnej 6 godzin po zamoczeniu mają wilgotność ok. 55 %, po 32 godzinach ok. 75 % (Grzywacz, Twaróg 1977). Natomiast B. Suszka (1967) podaje, że nasiona sosny zwyczajnej po upływie doby osiągają 90 % pełnej pojemności wodnej. Czas potrzebny do utraty pływalności u różnych typów diaspor jest bardzo zróżnicowany, u niektórych hydrochorów może być długi, co podkreśla S. Pelc (1983).

Relacje między średnią średnicą (Mz) piasku, węgla i diaspor z jednej próbki a gęstością materiału, z którego są zbudowane przedstawiono na ryc. 11a. Wysoka wartość współczynnika korelacji $r = +0,918$ wskazuje na istnienie w transporcie rzeczny ścisłej zależności między gęstością składnika a jego rozmiarami. Na histogramach rozkładu wielkości



Ryc. 10. Histogramy uziarnienia mineralnych i organicznych składników osadów Wisły w Krakowie

1, 2 - numery próbek, SF - nasiona i owoce, W - węgiel, PŻ - piasek, Żwir, R - cała próbka

uwidacznia się ona klasami modalnymi w różnych przedziałach dla piasku, węgla i diaspor z tej samej próbki (ryc. 10).

ROZKŁADY WIELKOŚCI DIASPOR

A UZIARNIENIE MINERALNYCH SKŁADNIKÓW OSADU

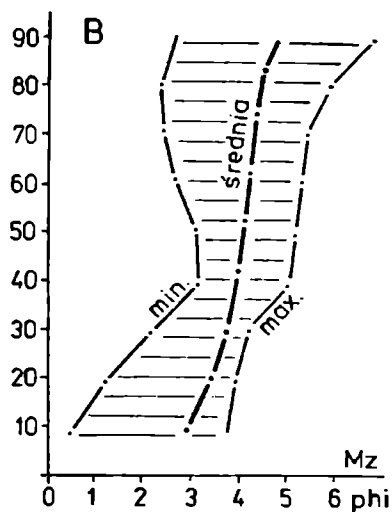
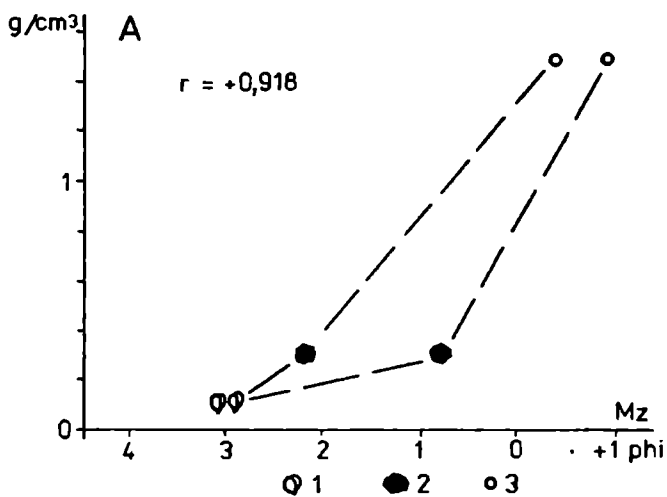
Zależność pomiędzy gęstością a rozmiarami składników mineralnych i diaspor na krzywej uziarnienia (rozkładu wielkości) odzwierciedla się przesunięciem krzywej diaspor w lewo, ku większym rozmiarom (ryc. 12).

Odmierzając odległość między krzywą uziarnienia składników mineralnych a krzywą uziarnienia (rozkładu wielkości) nasion i owoców z tej samej próbki w odstępach decyli, ustalono rozmiary odchylenia. Wartości minimalne i maksymalne

Wartości wskaźnika przesunięcia

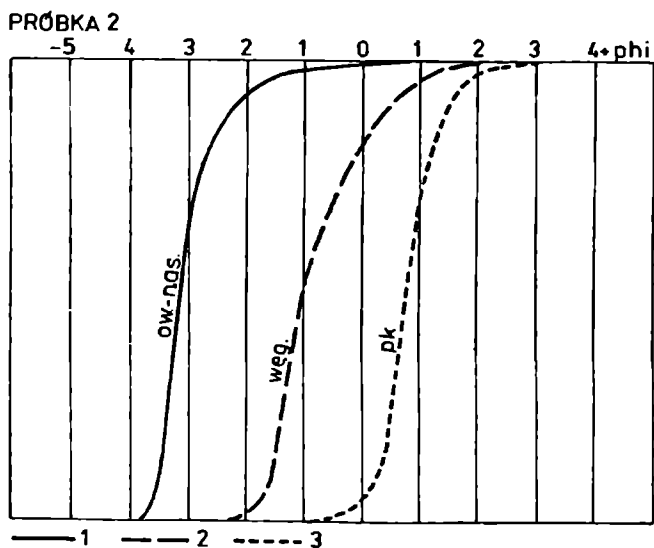
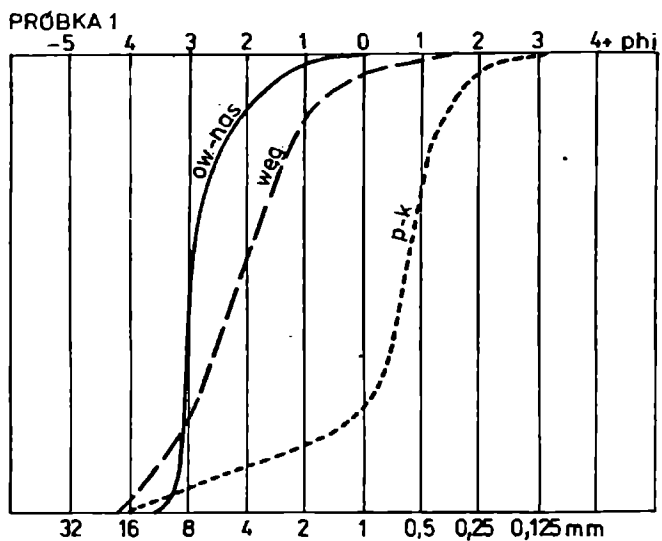
Tabela 1

Decyl	min. (phi)	średn. (phi)	max. (phi)
90	2,56	4,90	6,90
80	2,32	4,50	6,00
70	2,43	4,30	5,40
60	2,71	4,10	5,30
50	3,03	4,10	5,20
40	3,13	4,00	5,00
30	2,10	3,70	4,20
20	1,25	3,40	4,05
10	0,50	3,00	3,90
Średnia		4,00	



Ryc. 11. Mineralne i organiczne składniki osadu

A - zależność średniej średnicy (Mz) ziarna w próbce od gęstości materiału, 1 - nasiona i owoce, 2 - węgiel, 3 - piasek. B - odchylenie krzywej uziarnienia diaspor od krzywej uziarnienia składników mineralnych



Ryc. 12. Krzywe uziarnienia (rozkładu wielkości) mineralnych i organicznych składników osadów Wisły w Krakowie
 1 - diaspory, 2 - węgiel, 3 - piasek i żwir

podano w tab. 1. Następnie obliczono wartości średnie w odstępach decyli (tab. 1).

Uśrednione wartości przesunięcia krzywej diaspor względem krzywej składników mineralnych dalej będą nazywane wskaźnikiem przesunięcia diaspor.

Zróznicowanie wielkości przedstawionego wskaźnika przesunięcia (tab. 1, ryc. 11b) należy tłumaczyć trudnymi do wyeliminowania w trakcie badań laboratoryjnych czynnikami, wynikającymi z cech materiału karpologicznego transportowanego w środowisku rzeczonym. Należą do nich:

1) Zmienność ciężaru diaspor.

W czasie niszczenia wiele diaspor ma tendencje do rozpadu na połówki, np. *Rubus*, *Sambucus*, lub na 3 części, np. *Fagus*. Te części mają taką samą długość osi "b", będącą miarą ich wielkości, jak i całe nasiono, ale o wiele mniejszy ciężar.

Na zmienność wagi diaspor przy tych samych rozmiarach duży wpływ ma stopień zachowania bielma i zarodka. W badanym materiale w większości przypadków była sama łupina nasienna. Jednocześnie zaobserwowano wiele nasion, częściowo rozdzielonych (pękniętych) lub mających otworek - ślad po żerowaniu. W puste miejsce po wyjedzonym lub wygnitym bielmie i zarodku niekiedy wniknął drobny materiał mineralny, ił, częściowo muł. W wielu przypadkach materiału tego nie dało się usunąć podczas przygotowywania materiału karpologicznego do pomiarów. Z drugiej strony nie można wykluczyć, że nasiona były transportowane przez rzekę w takim stanie, bo materiał mineralny mógł wniknąć podczas wcześniejszych etapów transportu. Wówczas ich ciężar byłby o wiele większy niż ciężar namokniętego drewna, który przyjęto do obliczeń. Nie potrafimy odpowiedzieć, jaki jest udział nasion obciążonych materiałem mineralnym w ogólnej ilości badanych okazów.

2) Zmienność kształtów diaspor.

Materiał w korycie jest transportowany po dnie przez toczenie lub w zawieszynie. Unoszenie diaspor w zawieszynie ma duży udział z powodu mniejszej gęstości materiału, z którego nasiona i owoce są zbudowane. Na możliwość unoszenia może dodatkowo wpływać kształt wielu z nich. Szczególnie podatne na transport w zawieszynie są diasporę o kształcie dyskooidalnym, np. rodzaju barszcz (*Heracleum*), pasternak (*Pastinaca*), opatrzone skrzydełkami, np. skrzydlaki brzozy (*Betula*), mające brodawki wypełnione tkanką gąbczastą (liczne gatunki z rodziny *Caryophyllaceae*) lub silnie urzeźbioną powierzchnię łupiny nasiennej, np. marchew (*Daucus carota*). Stosunek powierzchni do masy transportowanego składnika jest w tym przypadku o wiele większy niż u ziaren mineralnych, mających w przewadze kształt o wiele bardziej zbliżony do kulistego. Duży stosunek powierzchni do masy, dzięki adhezji, ułatwia transport w zawieszynie.

W większych nagromadzeniach detrytusu roślinnego różnicę między wielkościami diaspor i składników mineralnych może zaburzać możliwość późniejszego wnikania iłu, mułu i piasku. Detrytus po osadzeniu jest słabo upakowany i w wolnych miejscach może być deponowany osad. Tylko że jego uziarnienie nie będzie już zależało od dynamiki wody deponującej wcześniej detrytus. Wymienione uprzednio czynniki mogą powodować zróżnicowanie wskaźnika przesunięcia diaspor. Mimo to pozwalają na wyciągnięcie wniosków, przydatnych w interpretacji tafocenozy karpologicznej.

Warto tutaj zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt omawianego zagadnienia. Granica między rozmiarami ziaren mineralnych o gęstości kwarcu, transportowanymi w przewadze w zawieszynie, a ziarnami transportowanymi po dnie koryta jest stawiana na granicy piasku i pyłu, tj. od 0,0625 do 0,15 mm w zależności od przyjętej klasyfikacji (Wentworth 1922; Allen

1977, Systematyka 1989). Jeżeli tę wartość przesuniemy o średnią wartość wskaźnika przesunięcia (4 phi) ku większym średnicom, otrzymamy przybliżoną wartość tej granicy dla detrytusu roślinnego, mającego o wiele mniejszą gęstość (tab. 1, ryc. 13). Wynosi ona ok. -0,65 phi (ok. 1,65 mm).

Wynika stąd, że nasiona i owoce o średnicy mniejszej od ok. 1,65 mm powinny być w przewodzie transportowane w zawieszynie. Obliczenie to znajduje potwierdzenie w obserwacjach innych cech zespołu diaspor, co będzie przedstawione w dalszej części pracy.

Tabela 2

Średnice ziaren mineralnych odpowiadające rozmiarom diaspor wybranych taksonów

Takson	Średnica okazów (mm)	Średnica ziaren mineralnych (mm)	Określenie litologiczne
<i>Corylus</i>	10,10	0,63	piasek gruboziarn.
<i>Fagus</i>	5,70	0,36	piasek średnioziarn.
<i>Carpinus</i>	2,83	0,24	piasek drobnoziarn.
<i>Sambucus</i>	1,20	0,078	pył gruboziarnisty
<i>Rubus</i>	0,85	0,054	pył drobnoziarnisty

Zestawiając średnie średnice (Mz) diaspor pięciu wybranych taksonów, obliczone z udziałów wagowych (ryc. 4), ze średnią wartością wskaźnika przesunięcia (tab. 1) otrzymano

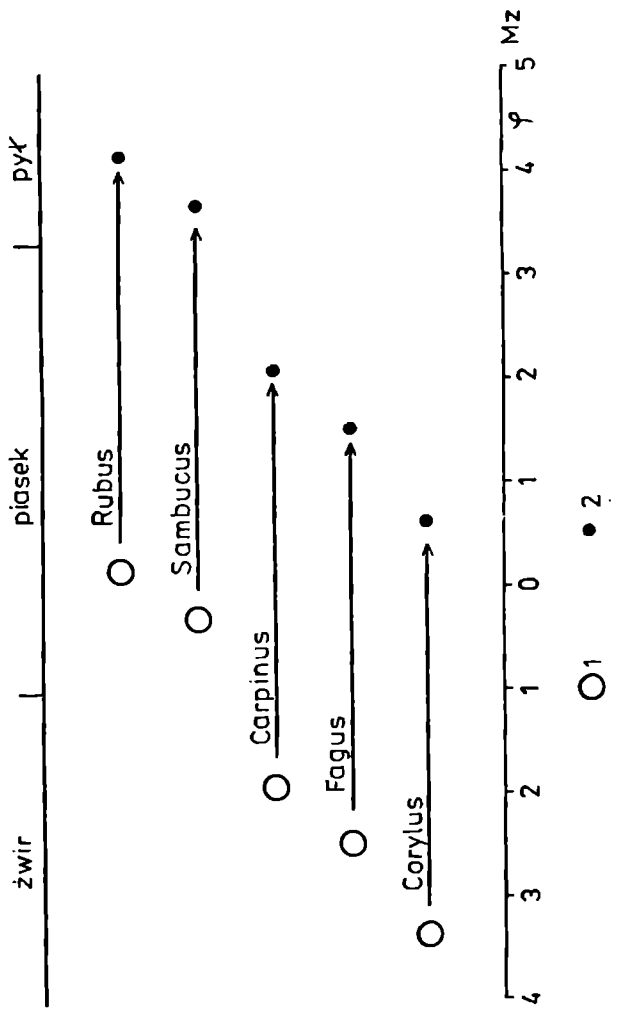
odpowiadające im średnie rozmiary ziaren mineralnych (ryc. 13). Otrzymana wartość określa w przybliżeniu frakcję ziaren mineralnych, które byłyby transportowane wspólnie z diasporami określonych rozmiarów, gdyby mogło zaistnieć takie wy-sortowanie (tab. 2). Wartości średnic podano w milimetrach, uzupełniając je zaklasyfikowaniem słownym dla ziaren mineralnych.

Biorąc pod uwagę zróżnicowanie wskaźnika przesunięcia (tab. 1), średnice ziaren mineralnych odpowiadające mniejszym diasporom należy traktować jako zawyżone. Frakcję odpowiadającą *Rubus* można by było prawdopodobnie obniżyć do górnej granicy ilu (0,02 mm). Warto tutaj zauważyć, że nasionom dzikiego bzu i maliny oraz mniejszym odpowiadają składniki mineralne, które są transportowane w zawieszynie. Nasionom graba i większym odpowiadają składniki mineralne transportowane po dnie koryta przez saltację, przerywane unoszenie, toczenie i wleczenie.

INTERPRETACJA PORÓWNAWCZEJ ANALIZY UZIARNIENIA

Dla analizy zależności między współwystępującymi ziarnami mineralnymi i diasporami skonstruowano zbiorcze wykresy (ryc. 14). Zaznaczono na nich krzywe uziarnienia osadu i diaspor z danej próbki. Od krzywej ziaren mineralnych odmierzone w odstępach decyli średnie wartości wskaźnika przesunięcia diaspor (tab. 1). Powstała w ten sposób projekcja krzywej wskaźnika przesunięcia dla danej próbki.

Na rycinie 14a (próbka nr 20) krzywa ziaren mineralnych jest równoległa do krzywej diaspor. Krzywa wskaźnika przesunięcia znajduje się w pobliżu krzywej diaspor. Równoległość krzywych ziaren mineralnych i diaspor, przy zgodności tej ostatniej z krzywą przesunięcia wskazuje na dominację oddziaływania różnicy gęstości.



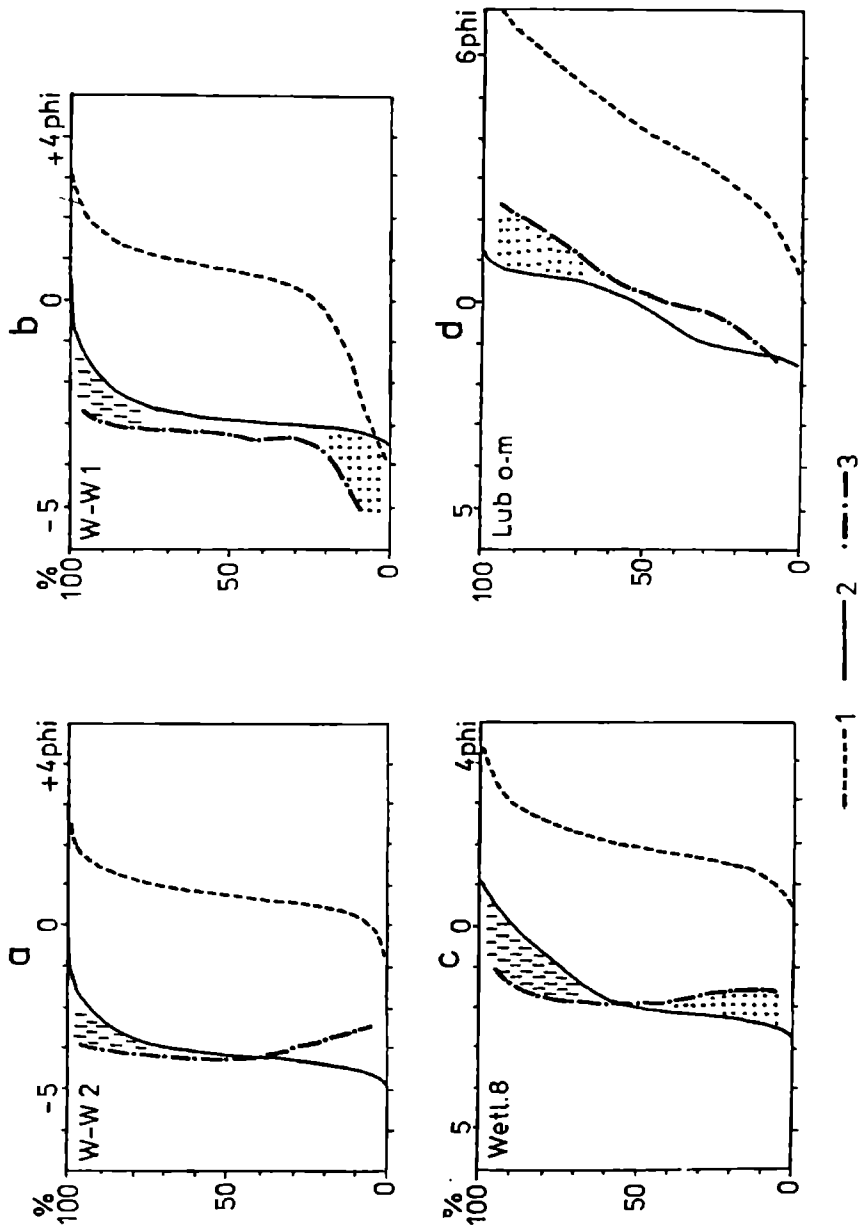
Ryc. 13. Wskaźnik przesunięcia
 1 - diaspory, 2 - składniki mineralne

Występują również próbki, dla których te krzywe nie są równoległe. Najczęściej spotykane odchylenia przedstawiono na ryc. 14 b,c,d.

Na ryc. 14b przedstawiono dane z próbki nr 19 (osady Wisły pod Wawelem), w której krzywa diaspor zbliża się do krzywej osadu przy większych średnicach ziaren i jest oddalona od krzywej wskaźnika przesunięcia. Miejsce to zaznaczono na ryc. 14b kropkami. Osad mineralny jest wykształcony jako korytowy, przemyty piasek z domieszką ok. 13 % drobnego żwiru. Warto zwrócić uwagę, że w tej próbce prawie nie ma mułu i iłu, które podnosząc gęstość cieczy zwiększają możliwość transportu większych składników.

Zbliżenie krzywej diaspor do krzywej osadu wskazuje na to, że siła transportująca wody była tak duża, że przewyższała wartości potrzebne do transportu największych nawet diaspor, długość osi "b" największych okazów wydobytych z osadów nie przekraczała bowiem 16 mm. W opisanej próbce okazy te musiałyby mieć osi "b" dwa razy większą (ok. 32 mm). W tej próbce zaznacza się stosunkowo niewielki udział diaspor mniejszych, gdyż zostały przez wodę przeniesione dalej. W takich miejscach pojawiają się inne, większe składniki detrytusowe o podobnej gęstości jak diaspor np. szyszki lub kawałki drewna. Klasa modalna rozkładu wielkości obliczonego z ilości okazów mieści się w przedziale 2 - 1 mm.

W próbce drobnopiaszczystego osadu, pochodzącej z brzegów przepływowego jeziora na Wetlinie (ryc. 14c) obserwuje się sytuację odwrotną. Udział dużych diaspor jest większy niż by to wynikało z położenia krzywej wskaźnika przesunięcia (zakropkowane pole na ryc. 14c). Obserwacja ta rodzi pytanie o sposób dostawy i osadzania składników większych, niż by to wynikało z pośredniej oceny siły transportującej wody. W opisanym przypadku większe diaspor należą do rodzaju *Fagus* i *Acer*. Nasiona buka do osadu dostały się bezpośrednio z



Ryc. 14. Rozkład wielkości diaspor i składników mineralnych

1 - piasek, żwir, 2 - nasiona i owoce, 3 - wskaźnik przesunięcia diaspor.
 Pozostałe objaśnienia w tekście

rosnących przy brzegu drzew, skrzydlak klonu mógł część drogi odbyć w powietrzu, zgodnie z przystosowaniem do rozsiewania.

Wydaje mi się, że tak samo należałoby interpretować obecność kawałków drewna świerka, modrzewia i sosny w górno-vistuliańskich ilach z Ziembówki (Środoń 1952a) i dużych diaspor (*Corylus*, *Fagus*) w górnoholoceńskich mułach rzecznych Ropy (Cabaj, Pelc 1986b) oraz obecność orzechów leszczyny w datowanych na 300 lat BP osadach zaporowego jeziora w dolinie Scigockiego Potoku (Cabaj, Pelc 1991b).

Trzeci przypadek odchylenia krzywej diaspor od krzywej wskaźnika przesunięcia przedstawiono na ryc. 14d (pole zakropkowane). Małych diaspor jest tutaj mniej, niż to wynika z wartości wskaźnika przesunięcia. Próbkę ta została pobrana z niewielkiego zakola okresowego cieką, rozcinającego stoki Szczebla (Beskid Wyspowy). Osad z detrytusem powstał w czasie wezbrania w lipcu 1991 roku. Nasiona i owoce były w osadzie grubopyłowym z domieszką drobnego piasku, przechodzącym stopniowo ku górze w osad drobnopyłowy o miąższości nie przekraczającej 5 mm. Miąższość tej laminy niewiele przekraczała średnicę największych diaspor z tej próbki. Dlatego zaistniało tu zjawisko postdepozycyjnego wnikięcia drobnego osadu w złożony detrytus. Pobierając próbkę nie sposób niekiedy oddzielić później osadzonego materiału. Trudności w oddzieleniu mogą wzrosnąć w przypadku stanowiska starszego i przykrytego młodszymi osadami. Na krzywej uziarnienia udział drobniejszego osadu odbija się jej spłaszczeniem, co pociąga za sobą przemieszczenie w prawo części krzywej wskaźnika przesunięcia.

Na ryc. 14 a,b,c szrafem zaznaczono części wykresów, w których pojawiła się zwiększona ilość diaspor małych. Jest ich więcej, niż by to wynikało z położenia krzywej przesunięcia. Zjawisko takie należy tłumaczyć dostawą najdrobniej-

szych nasion i owoców po głównym akcie depozycji. Niewielkie rozmiary, mała gęstość umożliwia wynoszenie diaspor ku górze i transport przy niewielkiej prędkości przepływu, niewielkiej turbulencji słabo nawet zmaczonej wody. Jeżeli w korycie, w danym miejscu utrzymały się warunki do osadzania, np. w głęboczku lub w miejscu rozlania wody i zaniku prądu, są tam deponowane najdrobniejsze, jeszcze transportowane nasiona i owoce. Takie zjawisko może doprowadzić do bimodalnego rozkładu wielkości diaspor (ryc. 17).

Obserwacje nad zróżnicowaniem wielkościowym szczątków roślinnych w zależności od typu i uziarnienia osadów rzecznych, z którymi zostały złożone, niekiedy są zawarte w opisach stanowisk flor kopalnych. O niektórych wspomniano już w tekście rozdziału. Analiza tych zależności jest często utrudniona z powodu ogólnikowego opisu osadów lub z powodu ograniczonych możliwości jego zbadania, np. w przypadku rdzenia z odwiertu. Tym niemniej pewne elementy zależności przedstawionych w tym rozdziale można w nich odnaleźć.

Na przykład z opisu górnovistuliańskich osadów rzecznych Wisłoki - profil Debica-5 wynika, że w tłoku żwirowopiaszczystym, na głębokości 10,5 - 14,0 m są szczątki roślin, wśród których największe pnie sięgają 1 m średnicy (Starkel 1957). W leżącym nad nim zailonym piasku drobnoziarnistym (głęb. 9,60 - 10,50 m) rozmiary szczątków nie przekraczają już 5 cm. Opis ten ilustruje przedstawiony uprzednio związek między rozmiarami szczątków organicznych i wielkością mineralnych składników osadu.

Nasiona i owoce występują również w osadach, których nie można poddać analizie granulometrycznej, np. w biogenicznych gytiach lub torfach. Obecność diaspor gatunków bagiennych i wodnych jest w takich osadach oczywista. Mogą się do nich dostać również nasiona anemochoryczne, które część drogi odbywają w powietrzu. Trudniej wytłumaczyć w takim

osadzie obecność fragmentów drewna oraz dużych nasion i owoców, np. leszczyny lub buka. Obecność takich szczątków opisano w torfach stożków napływowych w Łopusznej nad Dunajcem i Osielcu nad Skawą (Środoń 1952a). Szyszki oraz fragmenty drewna modrzewia i sosny występujące w torfach opisano w profilu z Dziadowych Kątów koło Grywałdu (Środoń 1952b).

Wydaje mi się, że dla wytłumaczenia obecności takich właśnie makroszczątków należałoby uwzględnić sytuację morfologiczną stanowiska. Jego położenie u podnóża progu wyższej terasy (Ziembówka, Ropa), u wylotu stożka w górskiej dolinie (Łopuszna, Osielec), lub w wąskiej dolinie o stromych zboczach (Ścigocki Potok, Dziadowe Kąty) powoduje możliwość dostawy dużych szczątków po niedalekim transporcie. W niektórych stanowiskach pewne sugestie wynikają z charakteru osadu. Torf z Dziadowych Kątów jest opisany jako "roślinny materiał napływowy nagromadzony wtórnie w tym miejscu, a następnie sprasowany przez zsuw" (Środoń 1952b).

Analiza struktury tafocenozy tych stanowisk w obrębie dolin rzecznych, w których pojawiają się osady biogeniczne lub drobnoklastyczne osady jeziorne, na przykład w starorzeczach, będzie przedstawiona w rozdziale "Modele formowania nagromadzeń nasion i owoców".

TYPOLOGIA ZESPOŁÓW DIASPOR

Biorąc pod uwagę występowanie i udział ogółu diaspor w poszczególnych klasach wielkości oraz udziały diaspor pięciu wytypowanych taksonów, reprezentantów różnych klas wielkości, przeprowadzono analizę taksonomiczną metodą ilościową (Alexandrowicz 1976, 1979, 1985a, 1987). Celem tych rozważań jest próba oceny, czy analiza taksonomiczna oparta na cechach granulometrycznych zespołu diaspor pozwoli na jednoznaczne określenie typu ich nagromadzenia i odtworzenie środowiska sedymentacyjnego.

Do obliczania odległości taksonomicznej użyto wzoru polecanego przez S.W. Alexandrowicza (1987):

$$d_p = \frac{\sum_{i=1}^s P_{i1} - P_{i2}}{200}$$

gdzie P_{i1} oraz P_{i2} oznaczają procentowe udziały okazów poszczególnych taksonów w próbkach. Następnie wykreślono dendrogram. Do analizy wzięto dane z 44 próbek.

Dla wydzielonych zespołów próbek obliczono wybrane parametry, pozwalające scharakteryzować strukturę asocjacji - dominację i stałość udziału diaspor z pięciu wybranych taksonów, według wzorów podanych przez S.W. Alexandrowicza (1987). Wskaźnik dominacji (D) określa procentowy udział okazów danego taksonu w ogólnej ilości okazów z wydzielonego zespołu, wskaźnik stałości (C) procentowy udział próbek, w

których takson występuje w stosunku do ogólnej ilości próbek w zespole.

Przy obliczeniach dokonano pewnej zmiany w propozycji autora tych wskaźników, polegającej na tym, że za ogół okazów w zespole przyjęto sumę diaspor pięciu wybranych taksonów. W takim ujęciu struktura asocjacji jest charakteryzowana przez wskaźniki dominacji i stałości reprezentantów z różnych klas wielkości diaspor. Za S.W. Alexandrowiczem (1987) przyjęto opis klas dominacji i stałości:

Klasy dominacji (D).

D ₅ - Eudominanty	pow. 20,1 %
D ₄ - Dominanty	10,1 - 20,0 %
D ₃ - Subdominanty	5,1 - 10,0 %
D ₂ - Recedenty	1,1 - 5,0 %
D ₁ - Subrecedenty	pon. 1,0 %

Klasy stałości (C).

C ₅ - Eukonstanty	80,1 - 100,0 %
C ₄ - Konstanty	60,1 - 80,0 %
C ₃ - Subkonstanty	40,1 - 60,0 %
C ₂ - Akcesoryczne	20,1 - 40,0 %
C ₁ - Akcydenty	0,0 - 20,0 %

TYPOLOGICZNA ANALIZA OGÓLU DIASPOR

Przyjmując za kryterium występowanie i udział diaspor w poszczególnych klasach wielkości (w odstępach 1 phi) dokonano analizy typologicznej. Analizę przeprowadzono dla udziałów ilościowych i wagowych, a wyniki przedstawiono w postaci dendrogramów (ryc. 15 i 18). Podstawowe parametry granulometryczne - średnia średnica (Mz), wysortowanie (DI),

skośność (Sk), spłaszczenie (Kg) obliczone wg wzorów R.L. Folka i W.C. Warda (1957) przedstawiono w tab. 3, a typowe histogramy rozkładu wielkości diaspor w poszczególnych zespołach na ryc. 17

Zespoły ilościowe

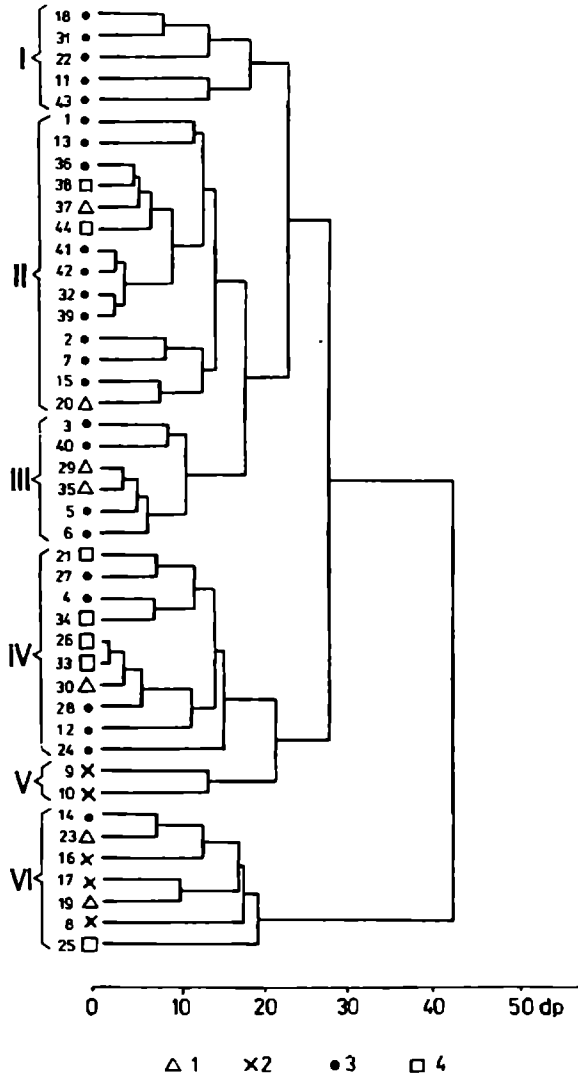
Przerwanie najslabszych połączeń w dendrogramie (ryc. 15) doprowadziło do wyodrębnienia opisanych dalej zespołów. Ponieważ trzy pierwsze rozdzielenia dendrogramu prowadziły do jego rozpadania się na duże, wielopróbkowe człony, badany zbiór próbek, wedle zasad podanych przez S.W. Alexandrowicza (1976), należy uznać za niejednorodny.

Zespół I

Obejmuje 5 próbek makroskopowo określonych jako złożone w warunkach dekantacji. Klasa modalna występuje w przedziale 1-0,5 mm, średnia średnica (Mz) dla całego zespołu wynosi +0,48 phi. Wysortowanie można określić jako średnio dobre z ujemną skośnością i wyraźnymi maksimami w rozkładzie wielkości (próbka 18 na ryc. 17). W tym zespole nie występują orzechy leszczyny, a buk i grab są składnikami akcesorycznymi o niewielkich udziałach; wysoki stopień dominacji i stałości ma tylko malina (ryc. 16).

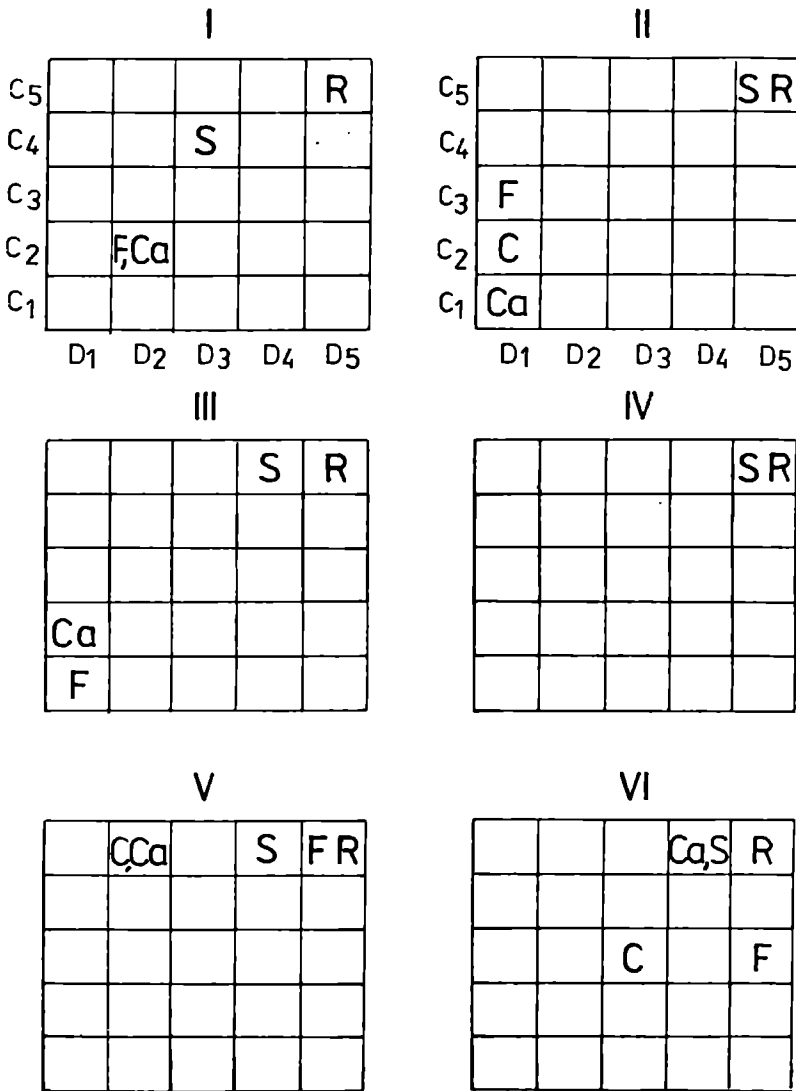
Zespół II

Obejmuje 14 próbek, z których 10 pochodzi z osadów mułowych, 2 z osadów drobnopiaszczystych, 2 z naspy. Od zespołu 1 różni się większą średnią średnicą (+0,21 phi), bardzo ujemną skośnością oraz ostrymi, wysokimi maksimami (próbka 13 na ryc. 17). W tym zespole leszczyna, buk i grab są subcedentami o niewielkiej stałości, a dziki bez i malina są eudominantami i eukonstantami (ryc. 16).



Ryc. 15. Typologia próbek według ilościowego udziału ogółu diaspor z poszczególnych klas wielkości.

Typy nagromadzeń: 1 - prądowe, 2 - mikrodeltowe, 3 - dekantacyjne, 4 - naspa, przy symbolach wpisano numery próbek, dp - odległość taksonomiczna, I do VI - numery wydzielonych zespołów.



Ryc. 16. Struktura asocjacji (diagram D-C) zespołów wydzielonych w analizie ilościowej

C-Corylus, F-Fagus, Ca-Carpinus, S-Sambucus, R-Rubus

Zespół III

Obejmuje 6 próbek: 4 pochodzą z mułów, 2 z osadów drobnopiaszczystych. Zespół ten wyróżnia się najmniejszymi średnimi średnicami, najlepszym wysortowaniem i co się z tym wiąże ostrymi, wysokimi maksimumami oraz prawie symetrycznym rozkładem wielkości (próbka 35 na ryc. 17, tab. 3). Zespoły II i III łączy stosunkowo mała odległość taksonomiczna (ryc. 15). Stopień stałości i dominacji wybranych taksonów jest podobny jak w zespole II, brakuje w nim leszczyzny (ryc. 16).

Parametry granulometryczne zespołów diaspor

Tabela 3

	Zespół	M_z	D_I	S_K	K_G
%	I	0,48	0,69	-0,13	1,08
	II	0,21	0,68	-0,33	1,36
	III	0,49	0,45	-0,07	1,41
	IV	-0,01	0,75	-0,18	1,04
	V	-0,5	1,1	-0,62	0,89
	VI	-0,62	0,98	-0,13	0,86
%	I	-0,77	0,66	0,42	0,96
	II	-0,49	0,91	-0,1	0,72
	III	-1,67	1,17	-0,01	0,8
	IV	-1,44	0,97	0,71	0,87
	V	0,22	0,51	-0,3	1,39
	VI	-2,68	0,78	0,6	1,45

Zespół IV

W zespole IV znalazło się 10 próbek. Pięć z nich pochodzi z mułów, 4 z naspy, 1 z drobnopiaszczystych osadów pra-

dowych. W porównaniu z trzema poprzednimi, diaspory mają większą średnią średnicę, przekraczającą 1 mm przy wyraźnych maksimach rozkładu wielkości (próbka 30 na ryc. 17). Stałość i dominacja pięciu wybranych taksonów jest podobna jak w zespole II i III (ryc. 16).

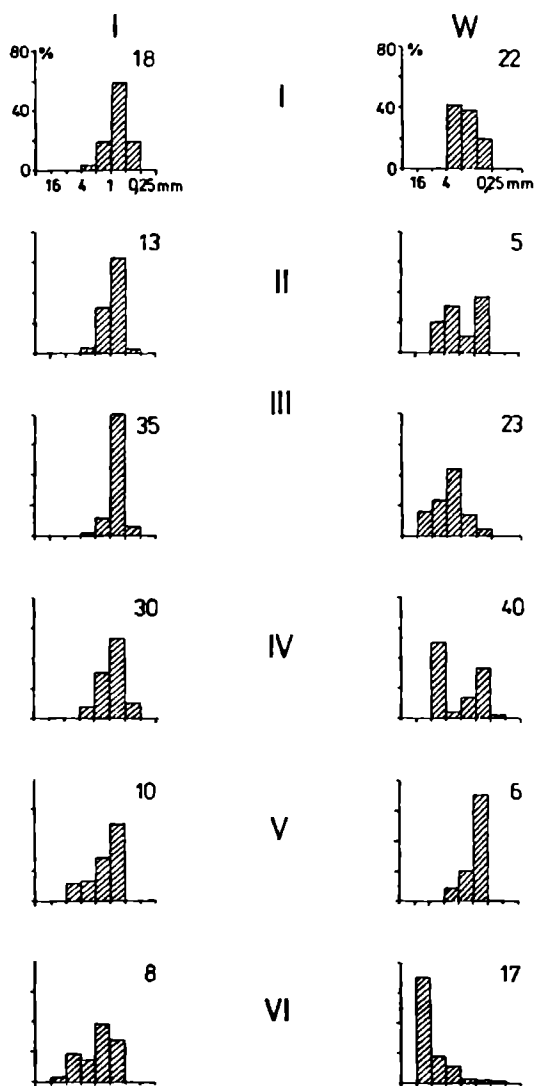
Zespół V

Obejmuje tylko dwie próbki pochodzące z cofki jeziora zaporowego na Wetlince. Od wszystkich poprzednich różni go wyraźnie duże spłaszczenie rozkładu wielkości (łagodne, szerokie maksima), większa średnia średnica, bardzo ujemna skośność, większa średnia średnica oraz słabe wysortowanie (tab. 3, próbka 10 na ryc. 17). Udział wszystkich wybranych taksonów charakteryzuje się wysoką stałością, na co ma wpływ zapewne mała liczebność próbek. Zróżnicowana jest dominacja, najwyższą, obok maliny, ma buk (ryc. 16).

Zespół VI

W zespole znalazło się 7 próbek, z czego 3 pochodzą z cofek zbiorników na Wetlince i Wisłocze w Besku, 2 z osadów korytowych, po jednej z osadów mułowych i naspy. Zespół ten wyróżnia największa średnia średnica ogółu diaspor ($-0,62$ phi). Jest on stosunkowo silnie zróżnicowany. W rozkładzie wielkości diaspor zaznacza się bimodalność. Jedna klasa modalna jest w przedziale 1-0,5 mm, druga w przedziale 8-4 mm (próbka 8 na ryc. 17). W tym zespole leszczyna i buk są w klasie subkonstantów, przy czym buk jest w najwyższej klasie dominacji. Występowanie graba, dzikiego bzu i maliny charakteryzuje wysoka stałość i dominacja (ryc. 16).

Analizując obecność i udział diaspor z poszczególnych klas wielkości można zauważyć, że wystąpiła pewna zgodność zespołów wydzielonych w drodze analizy typologicznej z zaklasyfikowaniem makroskopowym. Na przykład w zespole I są



Ryc. 17. Typowe histogramy rozkładu wielkości diaspor z poszczególnych zespołów

I - zespoły ilościowe, W - zespoły wagowe. Przy histogramach wpisano numery próbek, I do IV - numery wydzielonych zespołów

tylko próbki deponowane z zawiesiny, w zespole V i VI dominują próbki z mikrodelat. Dlatego przedstawiona analiza może być przydatna do odtworzenia środowiska sedymentacyjnego, zwłaszcza gdy nie ma możliwości zbadania teksturalnych cech osadu. Wnioski z analizy granulometrycznej nasion i owoców należy jednak stosować z pewną ostrożnością, gdyż w wydzielonych zespołach są przemieszane próbki z różnych nagromadzeń wydzielonych makroskopowo. Zjawisko to można tłumaczyć częstym występowaniem próbek o pośrednich cechach typów rozkładu wielkości diaspor.

Zespoły wagowe

Zespoły wydzielone na podstawie wagowego udziału diaspor z poszczególnych klas wielkości charakteryzują się większym zróżnicowaniem (ryc. 18).

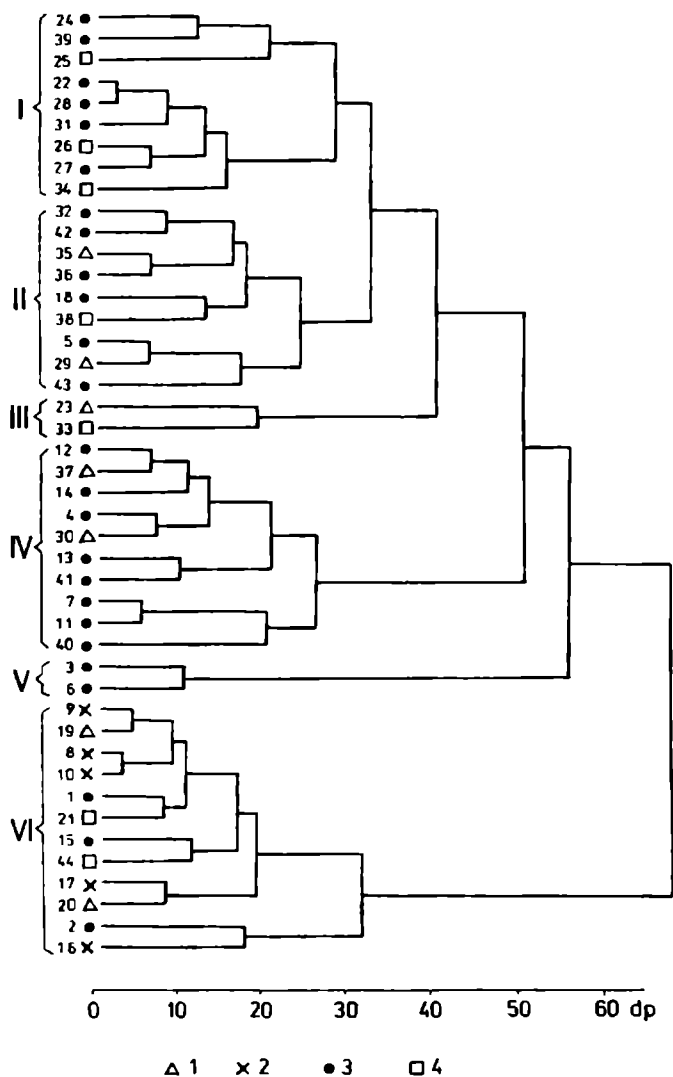
Zespół I

Obejmuje 9 próbek, 6 pochodzi z mułów, 3 z naspy. Rozkład ich wielkości charakteryzuje się klasą modalną w przedziale 4 - 2 mm i bardzo dodatnią skośnością (tab. 3, próbka 22 na ryc. 17).

Zespół II

Obejmuje też 9 próbek, w tym 6 reprezentuje osady dekantacyjne, 2 osady prądowe, 1 naspę. Rozkład wielkości (próbka 5 na ryc. 17) charakteryzuje się łagodnymi, szerokimi maksimami i mniejszą średnią średnicą w porównaniu z zespołem 1.

Zespoły I i II charakteryzuje stosunkowo niewielka odległość taksonomiczna. Reprezentują nagromadzenia drobnych okazów, do których dostały się, niekiedy przypadkowo, pojedyncze duże diaspy. Z powodu ciężaru, najczęściej przeważającego wagę wszystkich pozostałych diaspor (w zespole I)



Ryc. 18. Typologia próbek według wagowego udziału ogółu diaspor z poszczególnych klas wielkości

Typy nagromadzeń: 1 - prądowe, 2 - mikrodeltowe, 3 - dekantacyjne, 4 - naspa, przy symbolach wpisano numery próbek, dp - odległość taksonomiczna, I do VI - numery wydzielonych zespołów

modalna jest w przedziale 4 - 2 mm. W zespole II udział dużych diaspor jest mniejszy, przejawia się to w niektórych próbkach bimodalnym rozkładem wielkości. Na możliwość dostawy wskazuje sytuacja morfologiczna miejsc pobrania próbek w wąskich dolinach o stromych, zalesionych zboczach, np. dolina Wetlinki czy mały ciek na stokach Szczebła. Niektóre duże diaspory mogły się dostać do koryta bezpośrednio z rosących w pobliżu drzew, niektóre mogły być dostarczone wraz z materiałem mineralnym zmywanym ze stoków w czasie intensywnych opadów.

Zespół III

W zespole są tylko 2 próbki. Wyodrębniły się na początku podziału dendrogramu. Wydaje się, że reprezentują one pośrednie cechy między zespołami (próbka 23 na ryc. 17).

Zespół IV

W zespole IV znalazło się 10 próbek. Wagowo dominują duże, choć nieliczne diaspory. Klasa modalna jest w przedziale 8-4 mm. Zostały one zdeponowane w osadach mułowopiaszczystych, gdzie była duża liczba diaspor mniejszych, dlatego niektóre próbki mają rozkład bimodalny z drugą klasą w przedziale 2-1 lub 1-0,5 mm (próbka 40 na ryc. 17). Próbki z tego zespołu wyróżniają się dość dużą średnią średnicą (-1,44 phi) i bardzo dodatnią skośnością.

Zespół V

Objemuje tylko 2 próbki. Są w nich nasiona małe, których długość osi b nie przekracza 4 mm. Mają najmniejszą średnią średnicę, +0,22 phi (próbka 6 na ryc. 17).

Zespół VI

W zespole VI jest 12 próbek. Wyróżniają się one największymi średnimi średnicami ($-2,68 \text{ phi}$) z klasą modalną w przedziale 16-8 mm (próbka 17 na ryc 17), sporadycznie w przedziale 8-4 mm, bardzo dodatnią skośnością ($Sk = +0,6$) oraz ostrymi, wysokimi maksimami ($KG = 1,45$). Są to próbki z miejsc gwałtownego spadku prędkości wody w cofkach zbiornika na Wetlinie i w Besku oraz z grubopiaszczystych, korytowych osadów Wisły. Obok nich znalazły się próbki z osadów mułowo-piaszczystych lub organogenicznych (Scigocki Potok). Stanowisko w Scigockim Potoku jest położone w wąskiej dolinie, pod okapem drzew rosnących na stromym zboczu. Zapewne bezpośrednio z tych drzew dostały się do osadu nasiona leszczyny i buka, które zdominowały wagowo te próbki.

W zespołach próbek wydzielonych na podstawie udziałów wagowych daje się zauważyć podobna zależność jak w zespołach ilościowych. W zespole VI dominują próbki z mikrodelt, w zespole IV z osadów dekantacyjnych. Większe zróżnicowanie jest spowodowane możliwością zdominowania próbki nawet przez jedną, ciężką diaspore.

Wyodrębnione zespoły ilościowe i wagowe (ryc. 15, 18) porównano używając wzoru na odległość taksonomiczną d_{St} wedle E. Marczewskiego i H. Steinhausa (1959). Podstawą porównania była obecność tej samej próbki w obu porównywanych zespołach. Najmniejsza odległość taksonomiczna ($d_{St} = 64$) dzieli zespół ilościowy nr IV od zespołu wagowego nr I. Nieco większe odległości taksonomiczne występują między zespołem ilościowym nr III a wagowym nr V oraz zespołem ilościowym nr VI a wagowym nr VI. Dla potrzeb analizy sedymentologicznych uwarunkowań w procesie formowania tafocenozy karpologicznej przydatniejsze jest posługiwanie się zespołami ilościowymi.

TYPOLOGICZNA ANALIZA WYSTĘPOWANIA WYBRANYCH TAKSONÓW

Dla przeprowadzenia analizy typologicznej przyjęto założenia, że ogół diaspor z próbki jest reprezentowany przez wybrane taksony (*Corylus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Sambucus*, *Rubus*) będące przedstawicielami różnych klas wielkości. Analizę przeprowadzono dla udziałów ilościowych (ryc. 19) i wagowych (ryc. 21), przyjmując że suma ich ilości lub wagi stanowi 100% próbki.

Zespoły ilościowe

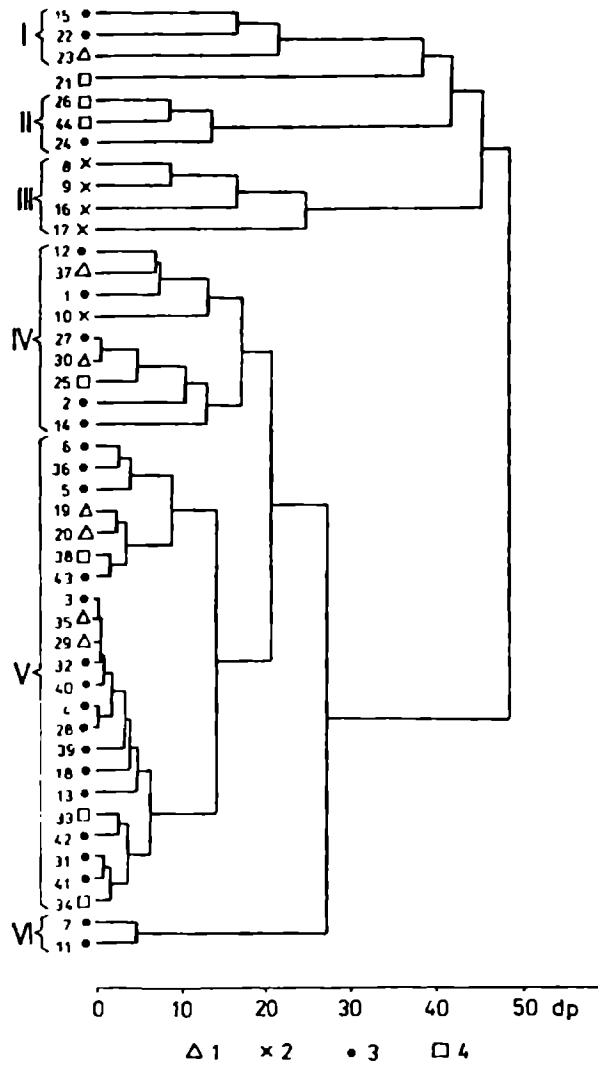
Opuszczenie pięciu największych odległości systematycznych doprowadziło do wyodrębnienia 6 zespołów próbek (I do VI na ryc. 19). Na czwartym etapie rozdzielania wyodrębniła się próbka nr 21, pochodząca z naspy Dunajca w Tylmanowej, której nie włączono do analizowanych dalej podzbiorów.

Zespół I

Zespół ten obejmuje tylko 3 próbki, dwie z osadów mułowych, jedną z drobnopiaszczystych osadów prądowych. Parametry uziarnienia (rozkładu wielkości) diaspor przedstawiono w tab. 4. Trzy taksony (*Carpinus*, *Sambucus*, *Rubus*) są eukonstantami i eudominantami. Niski stopień dominacji w tym zespole ma leszczyna i buk (I na ryc. 20).

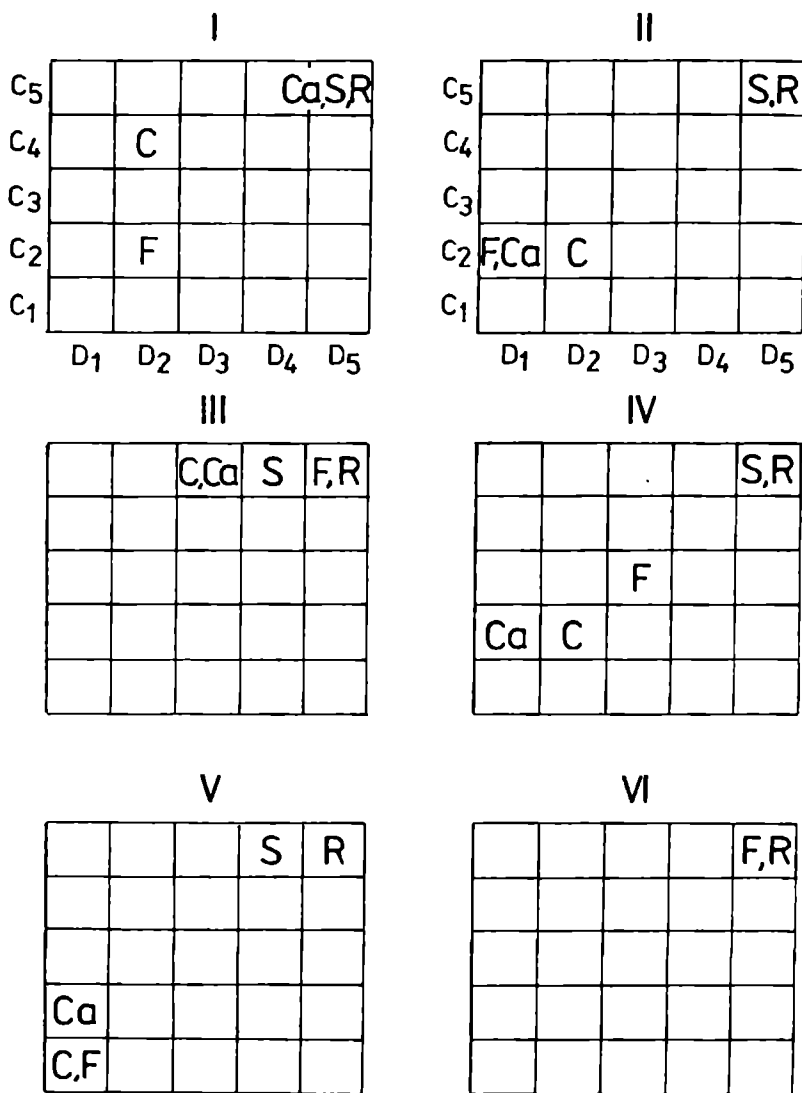
Zespół II

Obejmuje też tylko 3 próbki, dwie pochodzą z z naspy, jedna z mułów. Wysoką stałość ma malina i dziki bez, przy wyższej dominacji tego ostatniego. Leszczyna, buk i grab występują akcesorycznie jako recedenty, w klasie stałości C2 (II na ryc. 20).



Ryc. 19. Typologia próbek według ilościowego udziału wybranych taksonów

Typy nagromadzeń: 1 - prądowe, 2 - mikrodeltowe, 3 - dekantacyjne, 4 - naspa, przy symbolach wpisano numery próbek, dp - odległość taksonomiczna, I do VI - numery wydzielonych zespołów



Ryc. 20. Struktura asocjacji (diagram D-C) zespołów wyodrębnionych na podstawie analizy udziału wybranych taksonów
 C-Corylus, F-Fagus, Ca-Carpinus, S-Sambucus, R-Rubus

Zespół III

Obejmuje 4 próbki z mikrodelt. Trzy pochodzą z jeziora zaporowego na Wetlinie (Smaragdowe Jezioro), jedna z delty Wisłoka w cofce sztucznego zbiornika Besko. Ogół diaspor z tego zespołu ma największą średnią średnicę (-0,72 phi), słabe wysortowanie i bardzo ujemną skośność (tab. 4). Rozkład wielkości diaspor charakteryzuje się bimodalnością (próbki 8 i 9), druga klasa modalna pojawia się w przedziale 8-4 mm.

We wszystkich próbkach występuje pięć wytypowanych taksonów, dzięki czemu wszystkie są w klasie eukonstantów (III na ryc. 20). Dominacja jest zróżnicowana, odzwierciedla ona udział tych taksonów w danym przekroju rzeki.

Tabela 4

Parametry granulometryczne zespołów diaspor wydzielonych w analizie ilościowej

Zespół	Mz	D _I	Sk	KG
I	-0,05	0,87	-0,12	0,98
II	0,12	0,76	-0,25	0,96
III	-0,72	1,08	-0,35	0,79
IV	-0,12	0,75	-0,28	1,37
V	0,26	0,63	-0,15	1,19
VI	0,37	0,79	0,47	1,38

Zespół IV

Zespół ten obejmuje 9 próbek, z których 1 pochodzi z mikrodelt na Wetlinie, 2 z osadów prądowych, 1 z naspy, 5 z

osadów mułowych. Rozkład wielkości diaspor wyróżnia się dość dużą średnią średnicą ($-0,12 \phi$) i średnim wysortowaniem (tab. 6). W zespole tym zaznacza się wyraźna dominacja nasion maliny ($D = 67,1 \%$). Udział dzikiego bzu jest mniejszy - $24,7 \%$. Grab i leszczyna występują akcesorycznie przy niewielkiej dominacji, a nieco wyższą stałość i dominację ma buk (IV na ryc. 20).

Zespół V

W zespole V znalazły się 22 próbki. Zdecydowana większość - 15 próbek - pochodzi z mułów deponowanych przez dekantację, 4 z osadów prądowych i 3 z naspy. Odległości taksonomiczne w obrębie tego zespołu są niewielkie (ryc. 19).

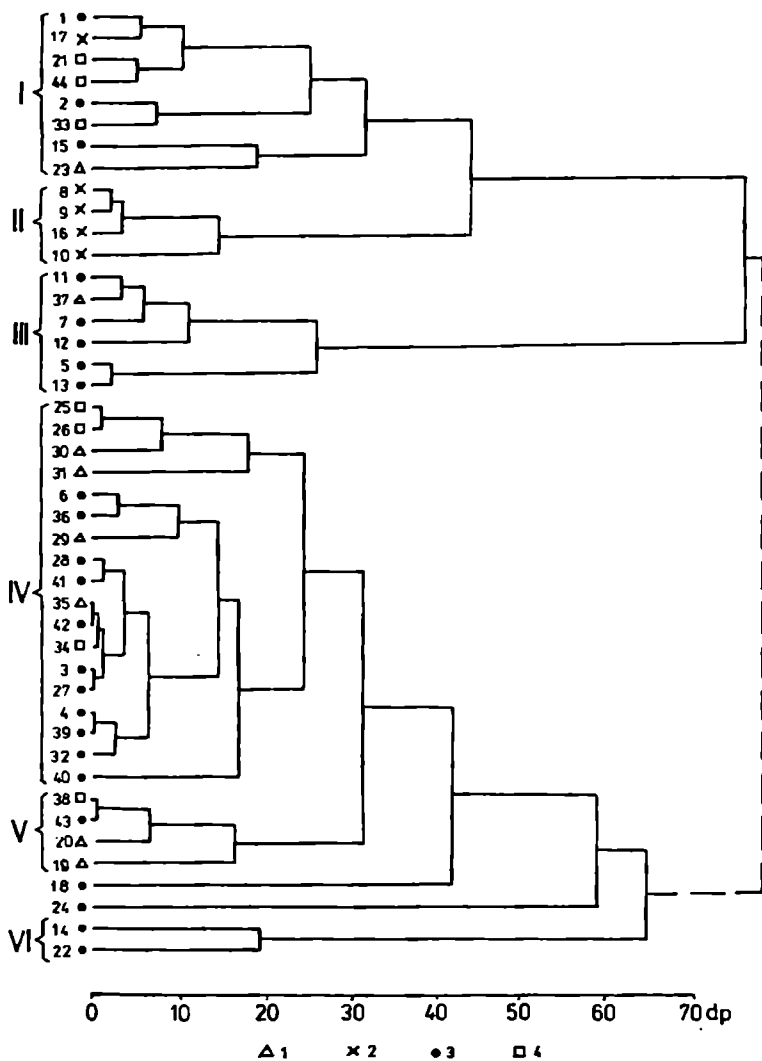
Rozkład wielkości wyróżnia się największą średnią średnicą ($0,26 \phi$), średnio dobrym wysortowaniem oraz ostrymi, wysokimi maksimami z klasą modalną w przedziale 1-0,5 mm (tab. 4). W zespole tym diasporę duże (leszczyna, buk) są akcydentami i subrecedentami, grab występuje akcesorycznie, wysoką stałość i dominację mają diasporę dzikiego bzu i maliny (V na ryc. 20).

Zespół VI

Obejmuje tylko dwie próbki z mułowych osadów jeziora zaporowego na Wetlinie. Z pięciu wytypowanych taksonów występują w nim tylko buk i malina. Ze względu na małą liczebność diaspor w próbkach tego zespołu mógł się on wyodrębnić przypadkowo; nie będzie bliżej charakteryzowany (tab. 4, VI na ryc. 20).

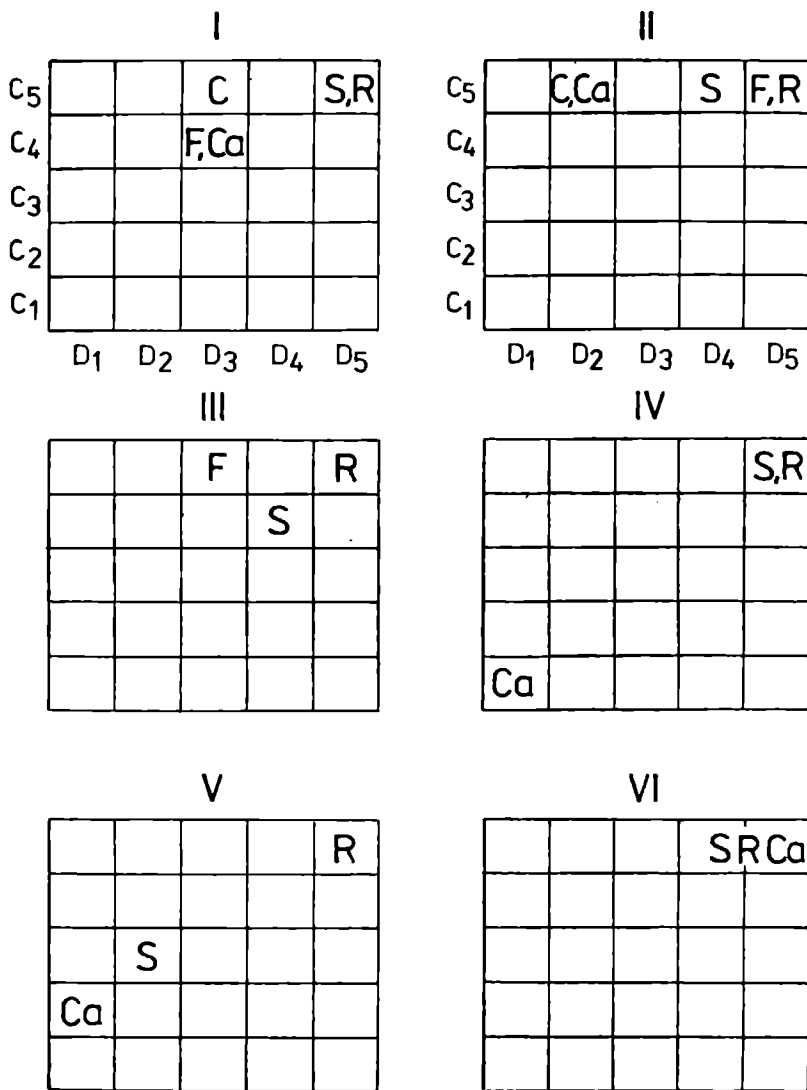
Zespoły wagowe

Zespoły wagowe wyodrębniono biorąc pod uwagę obecność i wagowe udziały diaspor pięciu wytypowanych taksonów. Pierwsze trzy podziały dendrogramu doprowadziły do jego rozpadu



Ryc. 21. Typologia próbek wg wagowego udziału wybranych taksonów

Typy nagronadzeń: 1 - prądowe, 2 - mikrodeltowe, 3 - dekantacyjne, 4 - naspa, przy symbolach wpisano numery próbek, dp - odległość taksonomiczna, I do VI - numery wydzielonych zespołów



Ryc. 22. Struktura asocjacji (diagram D-C) zespołów wydzielonych w analizie wagowej

C-Corylus, F-Fagus, Ca-Carpinus, S-Sambucus, R-Rubus

na wielopróbkowe człony, w czwartym i szóstym oddzieliły się pojedyncze próbki nr 24 i 18 (ryc. 21).

Zespół I

Składa się na niego 8 próbek, zróżnicowanych w zaklasyfikowaniu makroskopowym. Trzy pochodzą z naspy, 3 z osadów mułowych, 1 z osadów prądowych, 1 z mikrodelty (ryc. 21). W histogramach udziałów ilościowych klasa modalna jest w przedziale 1-0,5 mm, w histogramach udziałów wagowych najczęściej w przedziale 16-8 mm.

W zespole tym uderza wysoka stałość wszystkich pięciu taksonów (ryc. 22), przy czym leszczyna, buk i grab są subdominantami, dziki bez i malina eudominantami.

Zespół II

W zespole znalazły się 4 próbki, wszystkie pochodzą z mikrodelty zbiornika zaporowego na Wetlince (ryc. 21). Wszystkie taksony są w klasie eukonstantów, dominacja jest zróżnicowana (ryc. 22). Histogramy rozkładów wielkości diaspor, obliczone z ilości okazów charakteryzują się bimodalnością, obliczone z wagi okazów mają klasę modalną w przedziale 16-8 mm. Wydaje się, że przy podobnej, wysokiej stałości, zróżnicowanie dominacji odzwierciedla udziały diaspor transportowanych przez dany przekrój rzeki.

Zespół III

Zespół III jest reprezentowany przez 6 próbek, 5 pochodzi z osadów dekantacyjnych jeziora zaporowego na Wetlince, 1 z osadów prądowych Skawinki w Harbutowicach. W próbkach tych występują tylko 3 spośród 5 taksonów - buk, dziki bez i malina (ryc. 22). W histogramach obliczonych z udziałów ilościowych ogółu diaspor klasa modalna jest w przedziale 1-0,5 mm. Histogramy obliczone z udziałów wagowych są bimo-

dalne, jedna klasa jest w przedziale 8-4 mm, druga w przedziale 1-0,5 mm. Zjawisko to jest spowodowane obecnością pojedynczych ale ciężkich diaspor w tych próbkach.

Zespół IV

W zespole IV znalazło się 18 próbek, 12 pochodzi z osadów dekantacyjnych, 3 z naspy, 3 z drobnopiaszczystych osadów prądowych. W zespole tym występują tylko 3 taksony, grab, dziki bez i malina. Grab jest składnikiem akcydentalnym o niskim stopniu stałości, dziki bez i malina występują we wszystkich próbkach (ryc. 22). Ilościowo dominuje malina, jej udział wynosi prawie 79 %. W histogramach udziałów ilościowych klasa modalna jest w przedziale 1-0,5 mm, wagowych zmienia się od przedziału 8-4 mm, jeśli w próbce pojawiają się pojedyncze, większe diaspor do przedziału 1-0,5 mm.

Zespół V

W zespole V są tylko 4 próbki (ryc. 21). Dwie pochodzą z grubopiaszczystych, prądowych osadów Wisły w Krakowie, jedna z osadów zbiornika przeciwrumowiskowego w Lubniu i jedna z naspy Muszynki. Zespół ten jest zdominowany przez masowy udział nasion maliny, których udział ilościowy wynosi 96 %. Dziki bez występuje w dwóch próbkach, ilościowo jest w klasie recedentów, akcesorycznym składnikiem jest grab (ryc. 22). W przypadku zespołu V, o jego wyodrębnieniu zdecydował w pewnej mierze przypadek. Próbki nr 19 i 20 pochodzą z gruboziarnistych osadów, ich średnie średnice, zarówno ilościowe, jak i wagowe należą do największych spośród analizowanych próbek. Z powodu niszczenia diaspor transportowanych po dnie i spowodowanej tym selektywnej eliminacji niektórych taksonów, przy jednoczesnym, jak się wydaje, niewielkim udziale diaspor leszczyny buka i graba w składzie materiału

transportowanego przez Wisłę w Krakowie, w próbkach były tylko diaspory maliny.

Zespół VI

Obejmuje tylko 2 próbki, nr 14 - z mułowych osadów jeziora na Wetlinie, nr 22 - z mułowych osadów Skawinki w Radziszowie. Charakteryzują się dużą odrębnością, wydzieliły się bowiem przy trzecim etapie dyskryminacji dendrogramu (ryc. 21). Cechuje je zbliżony udział graba i dzikiego bzu oraz dwukrotnie od nich większy udział maliny (ryc. 22). Z powodu małej liczebności próbek, zespół ten również może być trochę przypadkowy.

PORÓWNANIE ZESPOŁÓW DIASPOR

Zespoły wydzielone na podstawie analizy ilościowej (ryc. 19) i wagowej (ryc. 21) porównano, biorąc pod uwagę ilość wspólnych próbek, przy pomocy wzoru na odległość taksonomiczną d_{St} (Marczewski, Steinhaus 1959).

Największe podobieństwo ($d_{St} = 40$) łączy zespół ilościowy III z zespołem wagowym II. W obu tych zespołach dominują próbki z mikrodelt. Występują wszystkie z pięciu wytypowanych taksonów, przy czym diaspory duże mają stosunkowo wysokie udziały ilościowe (ryc. 20 i 22). Duże podobieństwo ($d_{St} = 46$) wykazuje zespół ilościowy V z zespołem wagowym IV. W tych zespołach są próbki z osadów dekantacyjnych, zdominowane przez duży udział diaspor małych, reprezentowanych przez malinę i dziki bez. Przedstawiciele diaspor średnich i dużych (grab, buk, leszczyna) występują podrzędnie lub zaznacza się ich brak. Warto dodać, że widoczne podobieństwo w tym porównaniu pojawiło się tylko w przypadku zespołów o wyrazistych i skrajnie przeciwstawnych cechach udziału diaspor reprezentujących różne klasy wielkości.

Dla oceny ewentualnej przydatności wydzielonych zespołów do analizy karpologicznej, zrobiono ich porównanie, poprzez obliczenie odległości taksonomicznej d_{St} (Marczewski, Steinhaus 1959). Podstawą tego porównania była ilość próbek wspólnych dla obu porównywanych zespołów.

Porównanie zespołów wydzielonych na podstawie ilościowego udziału ogółu diaspor w poszczególnych klasach wielkości (ryc. 15) z zespołami wydzielonymi na podstawie ilościowego udziału diaspor wybranych taksonów (ryc. 19) pozwoliło ustalić stopień ich podobieństwa. Najmniejsza odległość taksonomiczna $d_{St} = 62$ dzieli zespół VI z ogółu diaspor z zespołem III wydzielonym na podstawie udziału wybranych taksonów. W obu tych zespołach dominują próbki z mikrodelty, w których występują wszystkie taksony a udział diaspor dużych jest znaczny.

Nieco większe różnice są pomiędzy zespołem V, wydzielonym z zestawienia wybranych taksonów (ryc. 19) a zespołem II ($d_{St} = 71$) i III ($d_{St} = 73$) z ogółu diaspor (ryc. 15). Gdyby zespoły II i III z ogółu diaspor potraktować łącznie, ich odległość taksonomiczna od zespołu V zmaleje do 50. W tych zespołach dominują próbki z mułowych osadów deponowanych z zawiesiny, podrzędnie występują próbki z naspy i piaszczystych osadów prądowych.

Porównano również zespoły wydzielone na podstawie analizy wagowej ogółu diaspor (ryc. 18) i wybranych taksonów (ryc. 21). Największe podobieństwo wykazuje zespół III z wybranych taksonów z zespołem IV z ogółu diaspor ($d_{St} = 54$). W obu tych zespołach dominują diasporo drobne, złożone w osadach drobnoziarnistych. Nieco mniejsze ($d_{St} = 57$) jest podobieństwo między zespołem I z wybranych taksonów i VI z ogółu diaspor. Są to zespoły grupujące próbki z dużym udziałem ilościowym i wagowym diaspor dużych. W niektórych próbkach (np. nr 1, 21, 44) ilościowy udział tych dużych diaspor jest

niewielki, ale z powodu ciężaru ich obecność zaznaczyła się wyraźnie w zestawieniach wagowych.

Kolejne podobieństwo wystąpiło w przypadku zespołu IV z wybranych taksonów i zespołu I z ogółu diaspor ($d_{St} = 65$), nieco mniejsze z zespołem II. Jeśli zespoły I i II potraktuje się łącznie, ich podobieństwo do zespołu IV z wybranych taksonów wzrośnie do wartości $d_{St} = 50$. W zespołach tych dominują próbki z przewagą diaspor drobnych. Przedstawiciele większych klas wielkości występują akcesorycznie lub ich brakuje.

Oceniając ogólniej przydatność zespołów diaspor, wydzielonych na podstawie analizy granulometrycznej dla analizy i oceny nagromadzeń oraz zespołów subfosylnych i fosylnych, należy brać pod uwagę następujące uwarunkowania:

1. Porównując zespoły wydzielone na podstawie analizy wagowej i ilościowej ogółu diaspor, należy brać pod uwagę fakt, że jedna duża diaspora, która do osadu mogła się dostać przypadkowo, może wagowo zdominować całą próbkę. O stałym, dużym udziale tej kategorii diaspor może świadczyć stosunkowo wysoki wskaźnik dominacji w zestawieniu ilościowym.

2. W zespołach wyodrębnionych zarówno na podstawie analizy ilościowej, jak i wagowej ogółu diaspor lub wybranych taksonów (ryc. 15, 18, 19 i 21) uderza charakterystyczne zróżnicowanie. Obok zespołów składających się z próbek pochodzących z nagromadzeń jednego typu (np. zespół I na ryc. 15, III na ryc. 19, II na ryc. 21) występują zespoły, w których próbki, pochodzące z różnych nagromadzeń są wymieszane. W niektórych zespołach, na przykład III na ryc. 21, jest to jedna próbka z naspy (nr 37), pozostałych pięć pochodzi z osadów mułowych. Podobny do niego jest zespół IV na ryc. 18. Są również zespoły, w których równorzędnie występują próbki z różnych nagromadzeń, na przykład zespół IV na ryc. 19 lub VI na ryc. 18.

Powodem takiego wymieszania może być występowanie próbek o cechach pośrednich. Takie pośrednie nagromadzenia mogą powstać podczas słabnięcia nośności przepływu w czasie opadania wody powodziowej. Powstałe wówczas nagromadzenia mogą mieć cechy pośrednie między nagromadzeniami prądowymi a dekantacyjnymi. Inna przyczyna może wystąpić przy naspach. Diaspory złożone na przeszkodzie były transportowane głównie w warstwie zawieszinowej i flotacyjnej, dlatego rozkłady ich wielkości będą podobne, niezależnie od tego, czy zostaną złożone na przeszkodzie, czy zdeponowane po zaniknięciu prądu. W niektórych zespołach mogą się ponadto pojawić diaspory pochodzące od roślin rosnących w pobliżu koryta, dostarczonych prawie bez transportu rzeczno-

Dlatego do interpretacji środowiskowych użyteczna może być niekiedy równoczesna analiza zespołów ilościowych i wagowych z uwzględnieniem liczebności okazów w poszczególnych klasach wielkości. Zespoły wyodrębnione w drodze analizy wagowej charakteryzują się większą, często przypadkową zmiennością. Dlatego za przydatniejsze do rozważań tafonomicznych należy uznać zespoły wyodrębnione na podstawie analizy ilościowej.

WARUNKI WYSTĘPOWANIA DIASPOR

Opisana w poprzednich rozdziałach zmienność różnych cech diaspor i ich zespołów, na przykład zależność obecności lub braku (ryc. 8) oraz procentowego udziału diaspor wybranych taksonów od średniej średnicy ogółu okazów w próbce (ryc. 7) sugeruje istnienie prawidłowości występowania diaspor z różnych klas wielkości. W tym rozdziale zostanie przedstawiona próba określenia warunków występowania diaspor z poszczególnych klas wielkości. Opisane dalej zależności pozwalają również na ocenę, czy brak danego taksonu w próbce z osadów złożonych w określonych warunkach jest przypadkowy, czy też wynika z braku lub znikomego jego udziału w materiale karpologicznym, transportowanym przez dany przekrój rzeki.

WARUNKI WYSTĘPOWANIA DIASPOR Z RÓŻNYCH KLAS WIELKOŚCI

Warunki występowania diaspor z poszczególnych klas wielkości określono porównując krzywe rozkładów wielkości diaspor wybranych taksonów (ryc. 23a) z krzywymi rozkładu wielkości ogółu okazów z danej próbki. Na rycinie 23a - na osi poziomej zaznaczono średnie średnice (Mz), na pionowej procentowy udział okazów. Upraszczając zagadnienie, można rozważyć trzy możliwości wzajemnego stosunku tych krzywych.

Na rycinie 23a przedstawiono rozkład wielkości ogółu diaspor z próbki (linia ciągła) i rozkład wielkości taksonu (linia przerywana). Jeżeli te dwa rozkłady nie będą miały wspólnych frakcji, tak jak to przedstawiono na ryc. 23a fig. 1, diaspor taksonu nie może być w tej próbce. Na rycinie

przedstawiono sytuację, w której diaspory określonego taksonu są większe od diaspor występujących w próbce; analogiczna sytuacja może wystąpić, kiedy będą mniejsze.

W drugim przypadku modalna rozkładu wielkości taksonu pokrywa się z modalną rozkładu ogółu diaspor w próbce (ryc. 23a fig. 2). Wtedy występują optymalne warunki do pojawienia się diaspor z danej klasy wielkości w tej próbce. Okazy danego taksonu mogą występować w pełnym zakresie wielkości, co zaznaczono na rysunku linią pogrubioną na osi poziomej. Udział diaspor gatunku będzie zależał od jego udziału w materiale karpologicznym transportowanym przez rzekę.

Trzeci przypadek ilustruje sytuację, gdy modalne taksonu i ogółu diaspor nie pokrywają się, ale część frakcji dla obu krzywych jest wspólna (ryc. 23a fig. 3). Diaspory taksonu mogą występować tylko w tych frakcjach, które są wspólne (linia pogrubiona na rycinie). Ilość diaspor należących do danego taksonu będzie mniejsza, gdyż w próbce mogą się znaleźć tylko najmniejsze okazy z tego taksonu. Pojawia się one pośród największych okazów występujących w całej próbce. Ponieważ skrajne przedziały rozkładów wielkości są w większości mało liczebne, może się zdarzyć, że nie przekroczą one progu statystycznej wiarygodności. W takiej próbce takson może się nie pojawić, jego brak będzie przypadkowy. Oczywiście, pomiędzy przedstawionymi trzema skrajnymi możliwościami mogą wystąpić wszystkie stadia pośrednie. Przedstawione prawidłowości zostaną zilustrowane przykładami pochodzącymi z analizowanych próbek.

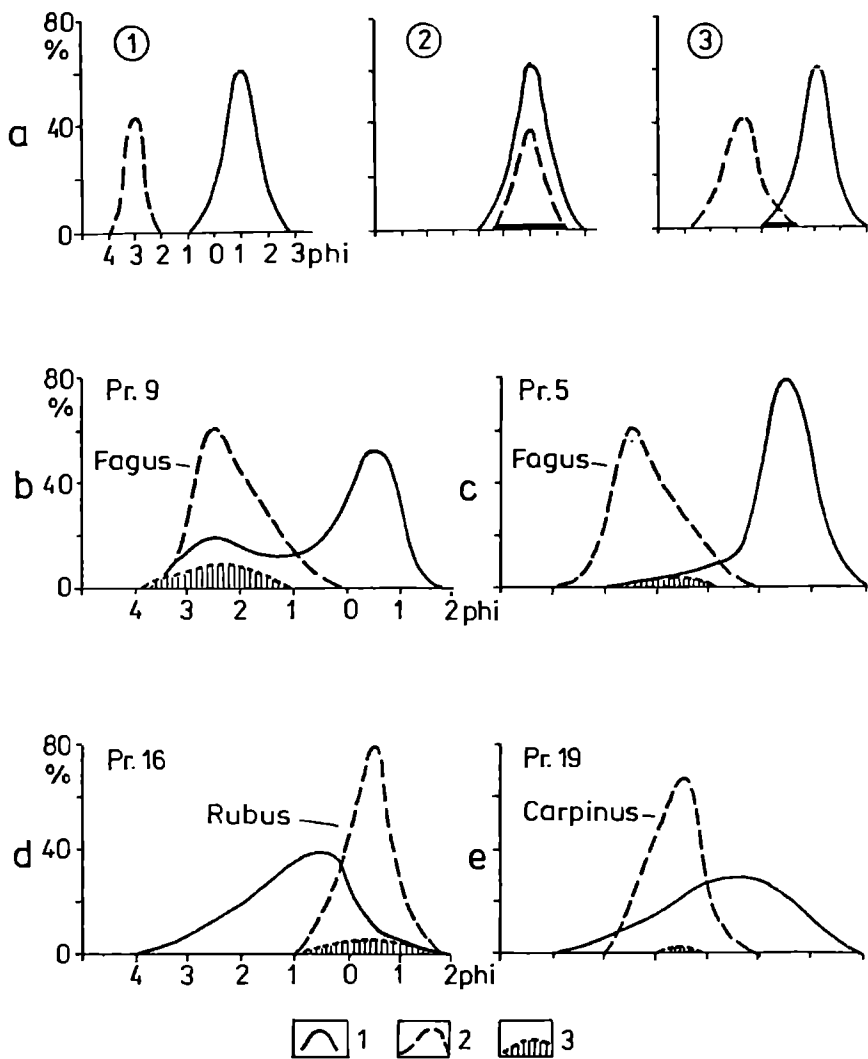
Na ryc. 23b przedstawiono rozkład wielkości ogółu diaspor w próbce nr 9, pochodzącej z delty jeziora zaporowego na Wetlinie. Rozkład ten jest bimodalny, z klasą modalną w przedziale 1-0,5 mm i drugą, mniejszą w przedziale 8-4 mm. Linią przerywaną na tej rycinie przedstawiono rozkład wielkości okazów buka. Z tego zestawienia widać, że klasa

modalna rozkładu buka pokryła się z jedną z klas modalnych ogółu diaspor w próbce. Ponieważ diasporę z tych klas wielkości, w których występuje buk są licznie w tej próbce reprezentowane, łączny udział okazów buka w tej próbce (zaznaczono go szrafem na rycinie 23b) jest duży, gdyż wynosi 19,3 % ogółu diaspor.

Na ryc. 23c przedstawiono rozkład wielkości próbki nr 5, pochodzącej z mułowych osadów tego samego jeziora. Miejsca pobrania obu tych próbek są odległe o ok. 30 m. Rozkład wielkości diaspor w tej próbce ma klasę modalną w przedziale 1-0,5 mm. Większe klasy wielkości okazów mają małe udziały. Na zestawieniu krzywej całej próbki i krzywej taksonu (buka) widać, że te klasy wielkości, w których występuje buk, są w tej próbce słabo reprezentowane. Łączny udział buka, zaznaczony szrafem na rycinie 23c wynosi tylko 2,1 %. Należy tutaj podkreślić, że zmianę udziału taksonu w równoległych osadach, w miejscach odległych od siebie o kilkadziesiąt metrów można tłumaczyć tylko zmianą środowiska sedymentacyjnego.

W próbce nr 16 (Wetl gd), pochodzącej z górnej delty jeziora zaporowego na Wetlinie ilościowy udział nasion maliny jest niewielki (9,3 %) w porównaniu z innymi próbkami z tego obiektu. Zjawisko to tłumaczy zestawienie krzywych rozkładu wielkości okazów taksonu i ogółu próbki. Modalna rozkładu wielkości okazów maliny jest mniejsza od modalnej całej próbki (ryc. 23d). Diaspory maliny były w tej próbce dyskryminowane, a lepsze warunki depozycji miały nasiona i owoce większe od diaspor maliny.

Odmienne zjawisko występuje w próbce nr 19, pochodzącej z piaszczysto-żwirowych osadów Wisły w Krakowie (ryc. 23e). Zestawiono tutaj krzywe całej próbki z krzywą rozkładu wielkości grabu. Modalne tych krzywych są w sąsiednich przedziałach wielkości, krzywe te w znacznym przedziale wielkości



Ryc. 23. Warunki występowania diaspor w próbkę

1 - rozkład wielkości diaspor w próbce, 2 - rozkład wielkości diaspor taksonu, 3 - udział taksonu w próbce. Na figurach a2 i a3, na osi poziomej pogrubiono przedział wspólnych frakcji. Pozostałe objaśnienia w tekście

zachodzą za siebie. Z analizy rozkładu wielkości, gdy modalna taksonu pokrywa się z modalną całej próbki wynika, że dany takson ma optymalne warunki występowania. W opisywanej próbce (ryc. 23e) udział grabu wynosi tylko 0,1 %. Wydaje się, że jeśli pojawia się optymalne warunki dla występowania diaspor z danej klasy wielkości, a mimo to takson należący do tej klasy nie występuje, należy to interpretować jako znikomy udział lub brak diaspor tego gatunku w materiale karpologicznym transportowanym przez dany przekrój rzeki.

Na podstawie przedstawionych uprzednio analiz można sformułować następujące prawidłowości występowania diaspor z różnych klas wielkości.

1. Jeżeli modalna rozkładu wielkości danego taksonu pokryje się z modalną rozkładu całej próbki i udział frakcji wspólnych dla obu krzywych będzie duży, wystąpią optymalne warunki dla występowania tego taksonu w próbce. Procentowy udział diaspor taksonu będzie zależeć od jego udziału w całości materiału karpologicznego transportowanego przez rzekę w danym przekroju.

2. Jeżeli modalna rozkładu wielkości okazów taksonu nie będzie się pokrywać z modalną całej próbki, wówczas warunki występowania będą gorsze. Stopień dyskryminacji diaspor z danej klasy wielkości będzie zależeć od wzajemnego oddalenia modalnych i udziału frakcji wspólnych w obu rozkładach wielkości. Im większy będzie udział frakcji wspólnych w rozkładach wielkości diaspor taksonu i całej próbki, tym lepsze będą warunki występowania diaspor owego taksonu w danej próbce.

3. Jeżeli rozkłady wielkości diaspor taksonu i okazów całej próbki nie będą miały wspólnych frakcji, wówczas taki takson nie może występować w danej próbce.

Dla oceny warunków występowania nasion i owoców konkretnych gatunków w próbce o określonym rozkładzie wielkości w

zasadzie nie trzeba każdorazowo prowadzić ich analizy granulometrycznej.

Tabela 5

Porównanie średniej średnicy okazu z osadów rzecznych z szerokością całych nasion i owoców

Takson	Średnia średnica okazu mm	Szerokość diaspory mm
<i>Corylus avellana</i> L.	10,1	10,0 - 18,0
<i>Abies alba</i> Mill.	5,79	8,0 - 8,5
<i>Fagus sylvatica</i> L.	5,7	5,0 - 8,0
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	4,6	8,8 - 9,0
<i>Carpinus betulus</i> L.	2,83	4,5 - 5,5
<i>Pinus silvestris</i> L.	2,79	1,75 - 2,85
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	2,57	2,3 - 2,5
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	2,08	3,0 - 3,0
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench.	1,74	2,0 - 2,5
<i>Sambucus nigra</i> L.	1,62	2,0 - 2,6
<i>Cirsium lanceolatum</i> (L.) Scop.	1,29	1,2 - 1,7
<i>Stachys palustris</i> L.	1,29	1,3 - 1,5
<i>Glyceria fluitans</i> R. Br.	1,27	1,2 - 1,5
<i>Sambucus racemosa</i> L.	1,27	1,4 - 1,8
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	1,22	1,8 - 1,9
<i>Ranunculus repens</i> L.	1,22	2,0 - 3,0
<i>Ranunculus acer</i> L.	1,17	1,8 - 2,3
<i>Solanum nigrum</i> L.	1,12	1,2 - 1,7
<i>Solanum dulcamara</i> L.	1,0	2,0 - 2,2
<i>Ajuga reptans</i> L.	0,98	1,0 - 1,5
<i>Caltha palustris</i> L.	0,95	0,8 - 1,4
<i>Oxalis acetosella</i> L.	0,9	1,4 - 1,75
<i>Stachys sylvatica</i> L.	0,87	1,3 - 1,7
<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm.	0,75	0,7 - 1,0
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0,75	0,9 - 1,2
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	0,75	0,7 - 1,3
<i>Urtica dioica</i> L.	0,74	0,7 - 1,0
<i>Scirpus silvaticus</i> L.	0,57	0,55 - 0,75
<i>Polygonum aviculare</i> L.	0,56	1,0 - 1,6

Wystarczy posłużyć się opisami i danymi morfometrycznymi nasion i owoców z opracowań karpologicznych, np. J. Kac, S. Kac, Kipiani 1965; Kulpa 1974; monografii gatunków, np. Białobrzeska, Truchanowiczówna 1960, 1983; Gawłowska 1935;

J. Hautz 1979; Jentys-Szaferowa 1960; Jentys-Szaferowa, Biało-brzeska 1953; Jentys-Szaferowa, Truchanowiczówna 1953; Kostrakiewicz 1951; Kowal 1953, 1954, 1958; Marek 1954, 1958; Mądalski 1949; Pelc 1984; Pelc, Ptak 1981; Trawy polskie 1982; Wojciechowska 1958; lub opracowań paleobotanicznych i stratygraficznych zawierających dane morfometryczne, np. Borówko-Dłużakowa 1967; Feindt 1975; Gluza 1983; Jørgensen 1975; Łańcucka-Środoniowa 1957; Madeyska 1984; Szafer 1954; Środoń 1987; Wieserowa 1967.

Oczywiście należy wziąć pod uwagę fakt, że okazy z osadów rzecznych, a często bywają nimi fragmenty nasion i owoców, są mniejsze od całych diaspor, których rozmiary są podawane w przytoczonych uprzednio opracowaniach. W przypadku analizy granulometrycznej nasion i owoców z próbki przy pomocy sit, do porównań należy użyć długości osi b , która najczęściej odpowiada szerokości diaspor.

Różnice między rozmiarami okazów a szerokością całych nasion i owoców dla wybranych taksonów przedstawiono w tabeli 5. W większości przypadków średnie średnice okazów (MzI) są mniejsze od dolnej granicy przedziału szerokości całych diaspor

UDZIAŁ NASION I OWOCÓW Z POSZCZEGÓLNYCH KLAS WIELKOŚCI A ŚREDNIA ŚREDNICA DIASPOR CAŁEJ PRÓBKII

Przedstawione uprzednio warunki występowania diaspor z poszczególnych klas wielkości mają wpływ na ich udziały w całości próbki. Dla ilustracji zagadnienia wykonano zestawienie przedstawione na ryc. 24. Na osi poziomej zaznaczono różnicę między średnią średnicą diaspor taksonu (dane z tab. 6) a średnią średnicą diaspor całej próbki w odstępach $0,5 \phi$. Jeżeli średnia średnica diaspor taksonu jest mniejsza od średniej średnicy diaspor całej próbki, różnica (ΔMz) ma

znak minus, jeżeli większa - plus. Przedział środkowy oznaczono wartością 0.

Tabela 6

Srednia średnica diaspor wybranych taksonów

Takson	Srednia średnica	
	MzI (phi)	MzW (phi)
<i>Corylus</i>	-3,04	-3,55
<i>Fagus</i>	-2,12	-2,54
<i>Carpinus</i>	-1,72	-1,97
<i>Sambucus</i>	0,10	-0,23
<i>Rubus</i>	0,46	0,14

Do tak wyznaczonych przedziałów wpisano wartości udziału diaspor danego w taksonu w odpowiednich próbkach i obliczono udział średni. Wyniki przedstawiono na ryc. 24. Zestawienie to wykonano dla udziałów ilościowych i wagowych (ryc. 24). Wydaje się, że w przedstawionych rozważaniach, zamiast średnią średnicą, można posługiwać się wartością modalną. Nie powinno to zmienić ocen warunków występowania diaspor z różnych klas wielkości.

Procentowe udziały okazów danego taksonu w określonych przedziałach charakteryzują się dużą zmiennością. Na przykład udział okazów maliny w przedziale $-0,5$ phi zestawienia ilościowego waha się od 0,2 (próbka 21) do 32,3 % (próbka 28). Wagowy udział buka w przedziale $+1$ phi zmienia się od 0,02 % (próbka 33) do 73,6 % (próbka 7). Tak duża zmienność

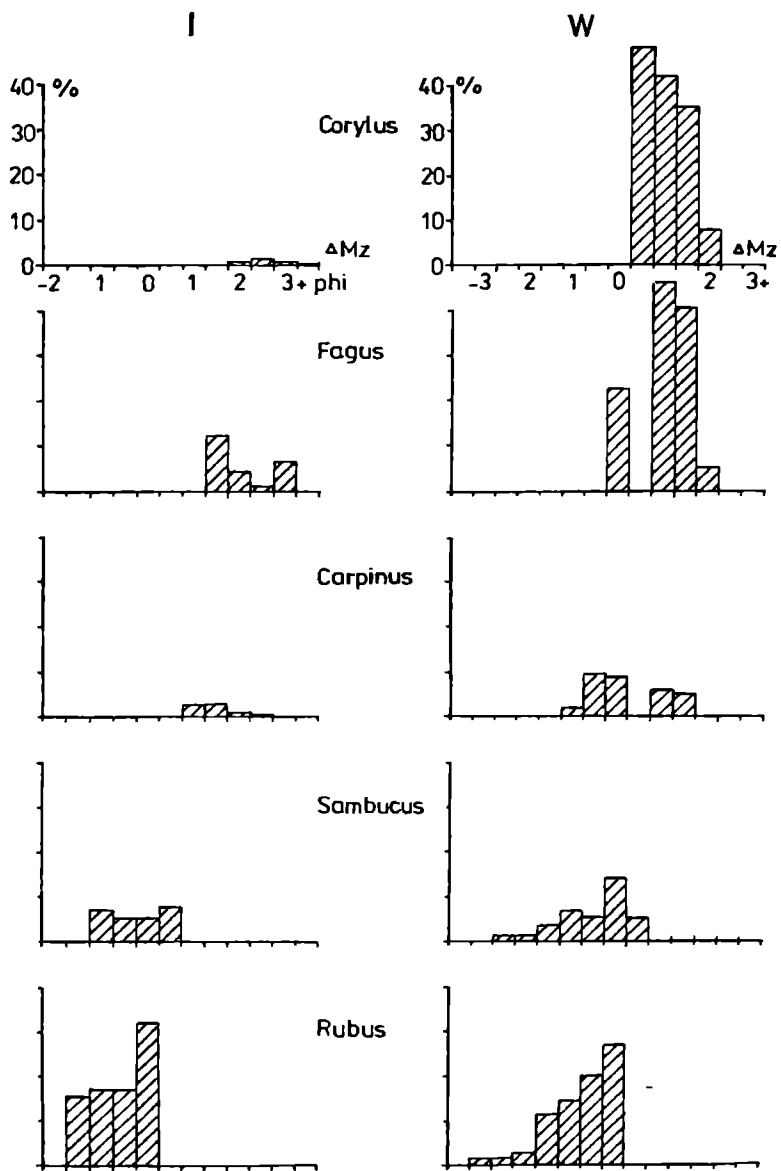
udziałów wpływa na wartości średnie w przypadku małej liczebności próbek w danym przedziale.

W zestawieniu ilościowym dla leszczyny zaznacza się spadek jej udziału, w miarę wzrostu wartości ΔMz (ryc. 24). Przedział odległy o $+2 \phi$ ma zmniejszony udział (0,9%). Powodem mogła być mała liczebność próbek (tylko 2) w tym przedziale, co zwiększyło element przypadkowości. W zestawieniu wagowym dla leszczyny obserwuje się regularny spadek udziału diaspor tego taksonu w miarę oddalania się od przedziału środkowego (ryc. 24). Warto zwrócić uwagę, że w analizowanym materiale wszystkie próbki miały średnie średnice mniejsze od średniej średnicy leszczyny.

W ilościowym zestawieniu dla buka spadek udziału diaspor tego taksonu jest zaburzony w przedziale $+3 \phi$ wzrostem do 6,4 % (ryc. 24). W tym przedziale jest tylko jedna próbka (nr 11). Pochodzi ona z mułowych osadów jeziora na Wetlinie, gdzie ogólnie stwierdzono duży udział owoców tego gatunku (Cabaj, Pelc 1991a). Ponieważ w tej próbce jest niewiele, bo tylko 47 diaspor, wzrost udziału taksonu w zestawieniu należy uznać za przypadkowy.

Zestawienie wagowe dla buka jest zaburzone brakiem diaspor tego gatunku w przedziale $+0,5 \phi$ (ryc. 24). Od przedziału $+1 \phi$ obserwuje się ogólną prawidłowość spadku udziału w miarę oddalania się od przedziału środkowego. Udziały buka są najbardziej zmienne w tym zestawieniu, co należy chyba przypisać dużemu przedziałowi zmienności rozmiarów okazów tego taksonu.

W zestawieniu ilościowym grabu widać tendencję do spadku udziału w miarę oddalania się od przedziału środkowego. W zestawieniu wagowym średnie średnice ogółu okazów z próbek występują już w przedziałach większych od środkowego ($-0,5$ i -1ϕ). Najwyższy udział tego taksonu występuje w przedziale $-0,5 \phi$ (ryc. 24). W przedziale -1ϕ jest już wy-



Ryc. 24. Zależność udziału taksonu w próbce od różnicy (ΔMz) między średnią średnicą okazów całej próbki a średnią średnicą okazów taksonu

Pozostałe objaśnienia w tekście

rażnie mniejszy. Udziały grabu maleją również w miarę oddalania się ku mniejszym średnicom. Jedynie w przedziale $+0,5 \phi$, w którym znalazła się tylko 1 próbka, ten udział jest niewielki (0,2 %).

W zestawieniu wagowym dzikiego bzu widać wyraźnie zależność pomiędzy udziałem diaspor tego taksonu a różnicą między średnią średnicą diaspor taksonu i całej próbki. Im większe oddalenie, tym mniejszy udział danego taksonu. W zestawieniu ilościowym prawidłowości tej nie widać (ryc. 24). Duży udział procentowy w przedziale -1ϕ może być spowodowany małą liczebnością próbek (tylko 2), duży udział w przedziale $+0,5 \phi$ jest trudny do wytłumaczenia.

Średnia średnica okazów maliny jest mniejsza lub równa średnim średnicom ogółu okazów w badanych próbkach. Dlatego zarówno w zestawieniu ilościowym, jak i wagowym udziały maliny można analizować w przedziałach większych od średniego (ryc. 24). W obu przypadkach występuje nie zaburzona prawidłowość spadku udziału diaspor taksonu w miarę oddalania się od przedziału środkowego.

Sumując te rozważania, sądzić należy, że warunki występowania diaspor z poszczególnych klas wielkości, określone w pierwszej części rozdziału, znajdują odzwierciedlenie w ich udziałach w konkretnych próbkach. Dlatego taka analiza może być przydatna dla określenia warunków występowania diaspor we florach kopalnych, pochodzących z osadów rzecznych.

Różnica między średnią średnicą rozkładu wielkości diaspor taksonu a średnią średnicą rozkładu wielkości ogółu diaspor w próbce, w badanym materiale waha się ku średnicom mniejszym od 0 do -3ϕ , ku większym od 0 do $+3 \phi$ (ryc. 24). Upraszczając zagadnienie, poprzez pominięcie znaku odchylenia, można te odstępki pogrupować w klasy. Dla klas wydzielonych w odstępach 1ϕ zaproponowano następującą ocenę słowną dla warunków występowania diaspor:

0 - 1	phi	optymalne
1,1 - 2	phi	dobrze
2,1 - 3	phi	średnie
pow. 3,1	phi	złe

W tej ocenie kierunek odchylenia (ku mniejszym czy ku większym średnicom) nie ma znaczenia, wystarczy posługiwać się wartością bezwzględną.

W klasie powyżej 3 phi najczęściej dany takson nie będzie już reprezentowany, przy czym jego brak nie będzie spowodowany brakiem diaspor w transportowanym materiale, tylko niekorzystnymi warunkami depozycji. Występowanie taksonu w próbce z klasy niekorzystnych warunków występowania, świadczy na ogół o udziale w materiale transportowanym przez rzekę o wiele większym niż udział w tej próbce. Jeżeli takson nie pojawi się w próbce z optymalnymi dla niego warunkami występowania, z dużym prawdopodobieństwem można wnioskować, że nie ma go w materiale transportowanym przez dany przekrój rzeki lub jego udział jest znikomy.

MODELE FORMOWANIA NAGROMADZEŃ NASION I OWOCÓW

Analiza zebranego materiału, przedstawiona w poprzednich rozdziałach, pozwala stworzyć modele formowania typowych nagromadzeń materiału karpologicznego, opisać ich charakterystyczne cechy sedimentologiczne oraz cechy granulometryczne zdeponowanych nasion i owoców. Szczególnie uwzględniono cechy diagnostyczne, które mogą mieć znaczenie przy rozpoznawaniu nagromadzeń kopalnych oraz mogą być pomocne przy wyodrębnianiu niektórych składników tafocenozy. Szersze uwzględnienie czynników abiotycznych w analizie powinno być pomocne w pogłębieniu interpretacji struktury tafocenozy i pogłębieniu wniosków paleogeograficznych. Charakterystykę cech nagromadzeń przeprowadzono według wydzielen makroskopowych, które są łatwe do zidentyfikowania i wyróżniają się w analizie przedstawionej w poprzednich rozdziałach.

Na rycinach ilustrujących szczegółowe charakterystyki wydzielonych nagromadzeń zaznaczono dodatkowo stałość i dominację diaspor z różnych klas wielkości (diagram D-C) oraz uśrednione histogramy rozkładu wielkości ogółu diaspor.

W diagramach C-D (ryc. 25 i 26), dla opisu wielkości okazów użyto uogólnionych określeń. Obejmują one całe zróżnicowanie materiału karpologicznego występującego w osadach rzecznych. Wartości podane w milimetrach dotyczą klasy modalnej.

W - diasporę wielkie	16 - 8	mm
D - diasporę duże	8 - 4	mm
S - diasporę średnie	4 - 2	mm

N - diaspory niewielkie 2 - 1 mm

M - diaspory małe 1 - 0,5 mm

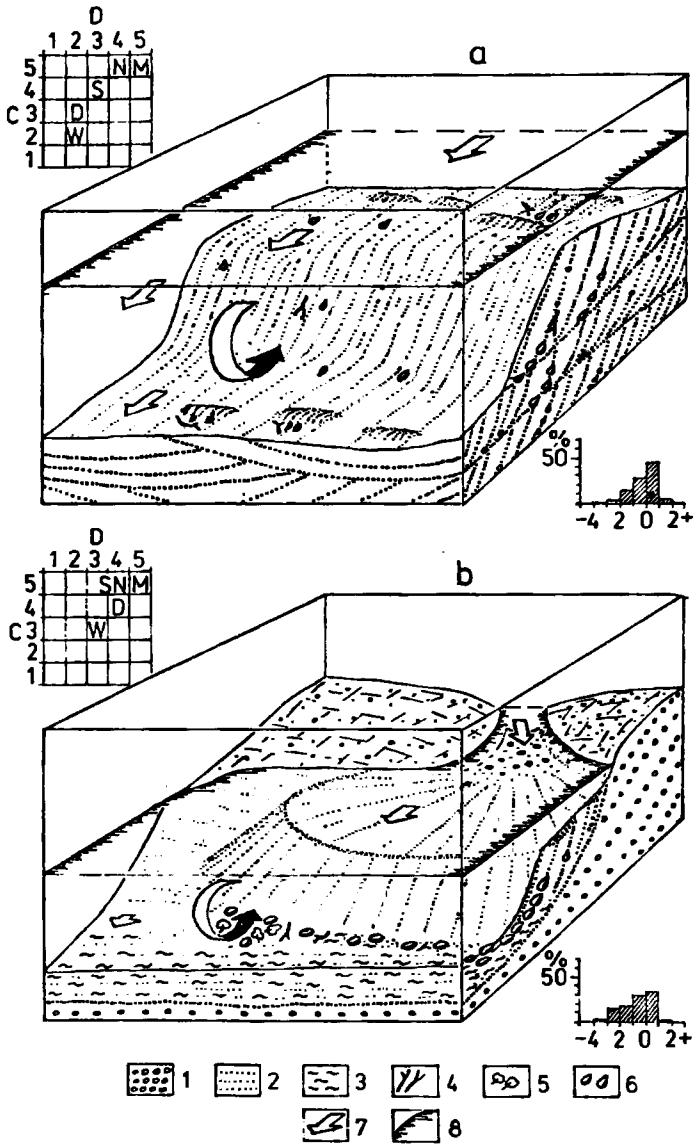
Zmienność ogółu diaspor danego taksonu jest oczywiście większa, co szczegółowo opisano w rozdziale "Nasiona i owoce jako składnik osadów rzecznych".

NAGROMADZENIA PRĄDOWE

Nasiona i owoce z tych nagromadzeń są transportowane w warstwie dennej. Ich depozycja jest aktem jednorazowym. Zdeponowany wraz ze składnikami mineralnymi detrytus roślinny zostaje przykryty osadem następnej laminy i od razu przechodzi do stadium tafocenozy (ryc. 25a). Materiał roślinny w osadzie występuje w obrębie lamin, makroskopowo wyróżniając się spośród innych składników osadu większymi rozmiarami.

Krzywa rozkładu wielkości diaspor najczęściej jest równoległa do krzywej uziarnienia składników mineralnych lub zbliża się do niej przy większych średnicach ziaren. Takie zjawisko może powstać, gdy nośność przepływu przekracza wartości potrzebne do transportu największych diaspor występujących w korycie. Obok diaspor mogą się wtedy pojawić inne części roślin, na przykład fragmenty pędów (ryc. 25a).

Nagromadzenia te są zróżnicowane w zależności od nośności przepływu wody deponującej, dlatego na dendrogramach (ryc. 15, 18, 19, 21) próbki z osadów prądowych pojawiają się w różnych zespołach. W próbkach pochodzących z bardziej gruboklastycznych osadów, wyróżniających się dużą średnią średnicą ogółu okazów diaspory duże osiągają najwyższe z możliwych klasy dominacji i stałości (np. próbki 19 i 26 z zespołu VI na ryc. 15 i 16). Oczywiście konkretny udział procentowy danego gatunku będzie zależeć od ogólnego udziału w transporcie i warunków depozycji, co szczegółowo opisano w poprzednim rozdziale.



Ryc. 25. Nagromadzenia nasion i owoców: a - prądowe, b - mikrodeltowe

1 - żwir, 2 - piasek, 3 - muł, 4 - detrytus z pe-dami, 5 - detrytus z liśćmi, 6 - nasiona i owoce, 7 - prąd, 8 - poziom wody. Diagram C-D, klasy wiel-kości diaspór: W - wielkie, D - duże, S - średnie, M - małe

Odróżnianie poszczególnych składników tafocenozy w nagromadzeniach tego typu jest trudne. Część dużych okazów z tych nagromadzeń wyróżnia się widocznymi śladami obtoczenia. Obtoczenie wyróżnia okazy najdłużej transportowane w warstwie dennej. Według W. Szafera (1954) obtoczenie wskazuje na diasporę pochodzącą z dalszej okolicy. Warto przy okazji wspomnieć, że obtaczanie organicznych składników w czasie transportu rzecznoego, wyróżniających się małą gęstością, jest stosunkowo słabe. Zachodzi ono głównie na skutek zderzeń w czasie toczenia i wleczenia po dnie. Ze względu na łatwość, z jaką nasiona i owoce, przy zmaceniu lub turbulencji przechodzą do zawiesiny, abrazja powierzchni diaspor jest stosunkowo słaba. Podobnie słabsza w transporcie rzeczonym jest abrazja powierzchni węgla, lżejszego od ziaren kwarcu, na co zwrócił uwagę J. Rutkowski (1984, 1987). Wyróżnienie innych składników tafocenozy w tych nagromadzeniach jest możliwe w niewielu przypadkach. Przesłanką do oddzielenia diaspor pochodzących z najbliższego otoczenia może być duża liczebność okazów jednego gatunku. Interpretacja tego aspektu wchodzi już jednak w zakres analizy czynników biotycznych w procesie formowania tafocenozy.

NAGROMADZENIA MIKRODELTOWE

Mikrodeltowe środowisko sedymentacyjne różni się od prądowego warunkami do depozycji materiału transportowanego przy różnych stanach wody, utrzymującymi się przez dłuższy czas (ryc. 25b). Mikrodeltę powstają w doprądowych częściach głęboczków (płos), jeziorok zaporowych; zbliżone do nich jest środowisko zawirowań prądu za odsypami. Większość materiału organicznego jest dostarczana do mikrodelt w warstwie dennej. Przy wyższych stanach wody (większej nośności przepływu) w mikrodeltach są deponowane diasporę większe, przy

niższych zaś mniejsze. W niektórych przypadkach gromadzenie większej ilości detrytusu u podnóża stoku delty może być spowodowane komórką wirową (ryc. 25b). Takie zróżnicowanie warunków depozycji jest przyczyną bimodalności rozkładu wielkości części próbek (na przykład próbka 17 na ryc. 17).

W mikrodeltach część detrytusu jest deponowana w obrębie lamin w dolnej części stoku czołowego, większość u jego podnóża, na przedpolu delty. W czasie szybkiego przyrastania stoku czołowego lub na strefach jego intensywnego przyrostu detrytus roślinny z przedpola jest zasypywany.

Nasiona i owoce z próbek mikrodeltowych są stosunkowo mało zróżnicowane, dlatego w analizie wyodrębniły się, tworząc zespoły próbek prawie jednorodne (na przykład zespoły V i VI na ryc. 15, zespół VI na ryc. 18, zespół III na ryc. 19, zespół II na ryc. 21). Diaspory duże mają w tych próbkach wysokie klasy stałości i najwyższe z występujących w badanym materiale klasy dominacji (na przykład zespół III na ryc. 20).

Oddzielenie poszczególnych składników tafocenozy na podstawie przesłanek sedimentologicznych następuje podobnie trudności jak w zespołach z osadów prądowych. Do tego zagadnienia odnoszą się te same uwagi co do nagromadzeń z osadów prądowych.

NAGROMADZENIA DEKANTACYJNE

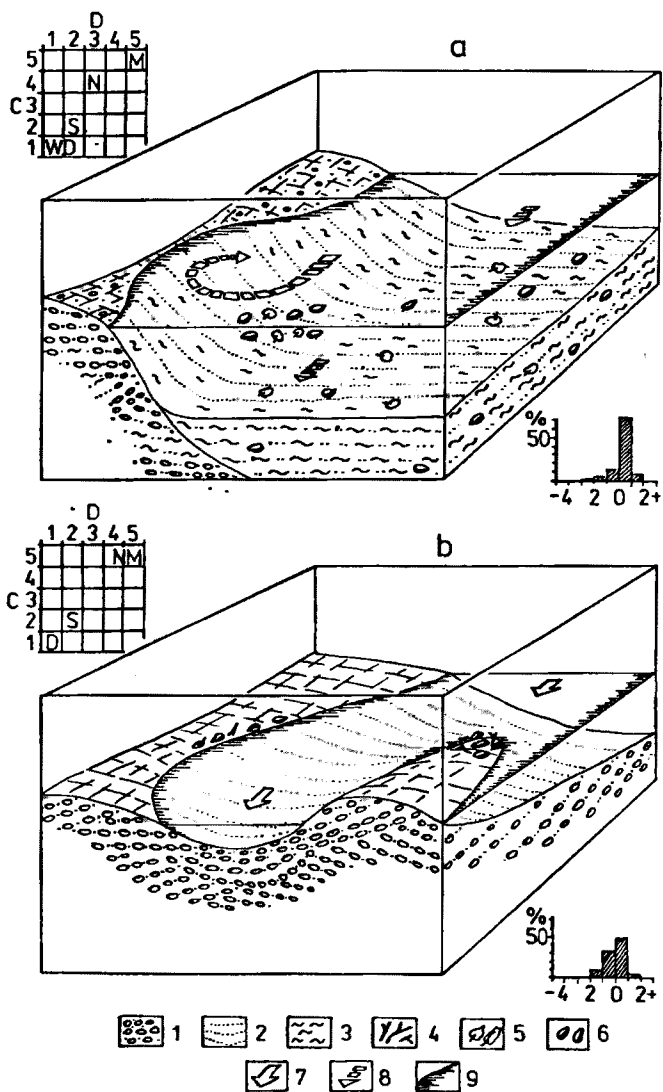
Nasiona i owoce z tych nagromadzeń (ryc. 26a) do miejsca depozycji są transportowane w zawieszynie. Mogą się w nich pojawić również diaspory pływające (z warstwy flotacyjnej), jeżeli woda będzie stagnowała tak długo, aż owe pływające nasiona i owoce utoną. Drugą możliwością stwarza opadnięcie poziomu stagnującej wody i depozycja pływających na powierzchni diaspor. Sytuacja taka jest możliwa na równi zalew

wowej. Krzywe rozkładu wielkości tych diaspor są równoległe do krzywych uziarnienia składników mineralnych. W takich osadach diasporę duże nie występują, małe są w wysokich klasach dominacji i stałości.

Drugi zespół pojawiający się w tym środowisku sedymentacyjnym charakteryzuje się występowaniem niewielkiej ilości diaspor dużych, najczęściej w niskich klasach dominacji i stałości. Ich obecność jednak wyraźnie zaznacza się na histogramach i dendrogramach obliczonych z udziałów wagowych. Na porównawczych wykresach krzywych uziarnienia obecność takich diaspor przedstawiono na ryc. 14c. Analiza przesłanek sedimentologicznych przez porównanie krzywych pozwala oddzielić ten składnik, dosiany do tafocenozy, od okazów transportowanych przez rzekę. W przypadku diaspor dużych można w takim przypadku powiedzieć, że pochodzą one z najbliższego otoczenia miejsca depozycji. W tym przypadku konieczna jest jeszcze analiza sytuacji morfologicznej i geologicznej badanego stanowiska. Jeżeli można wskazać miejsce dostawy, na przykład ze stromej zbocza doliny lub podcięcia terasy, z dużym prawdopodobieństwem można powiedzieć, że tam rosły rośliny, których duże diasporę zostały zdeponowane w drobnoziarnistych osadach. Podobnie można wnioskować, gdy duże diasporę są zdeponowane w osadach organogenicznych, np. torfy, gytie lub muły z martwicowym węglanem wapnia. Takie osady są pospolite w małych dolinach, tamowanych przez osuwiska, np. w Pieninach.

NASPY

W naspie mogą być zdeponowane nasiona i owoce transportowane głównie w warstwie flotacyjnej i zawieszinowej. Jak się wydaje, mniejsze znaczenie mogą mieć diasporę transportowane w warstwie przydennej. Ich udziału nie można wy-



Ryc. 26. Nagromadzenia nasion i owoców: a - dekantacyjne, b - naspa

1 - żwiry, 2 - piaski, 3 - muly, 4 - detrytus z pedami, 5 - detrytus z liśćmi, 6 - nasiona i owoce, 7 - prąd, 8 - zanikający prąd, 9 - poziom wody. Objasnienia do diagramu C-D jak na ryc. 25

kluczyć z powodu niskiej gęstości budującego je materiału i łatwego przechodzenia do zawiesiny (warstwy zawiesinowej), zwłaszcza przy turbulencji.

Można wyróżnić dwa typy naspy (ryc. 26b). Jedna to nagromadzenia diaspor nabitych na przeszkodę, na przykład na krzew wikliny lub łacę, która powstaje głównie podczas wezbrań. Jej rozmiary będą zależeć głównie od rozmiarów, gęstości przeszkody i jej położenia w stosunku do nurtu, zwłaszcza wód powodziowych. Drugi typ, to nagromadzenia diaspor wyrzuconych na brzeg przez falowanie. Powstaje przy różnych stanach wody. W takiej naspie dominują diaspery mniejsze, duże trafiają się raczej przypadkowo. W przypadku słabo upakowanego detrytusu naspy trudno mówić o stosunku rozkładu wielkości diaspor do uziarnienia składników mineralnych, gdyż niekiedy występujące mineralne wypełnienie najczęściej jest wtórne.

Rozkład wielkości okazów z naspy charakteryzuje się klasą modalną w przedziale 1-0,5 mm, jest on bardziej spłaszczony w porównaniu z rozkładem wielkości diaspor nagromadzeń dekantacyjnych. Diaspery większe od 4 mm występują w tych nagromadzeniach rzadko, dlatego diaspery z klas małych i niewielkich mają wysokie klasy dominacji i stałości (D5, C5); wielkie i duże występują sporadycznie.

W naspie, diaspery duże mogą pochodzić z krótkiego transportu, przy czym ich obecność może zależeć od stopnia pływalności. Dłużej mogły pływać diaspery wysuszone przed włączeniem do transportu rzeczno w czasie wezbrania. Pozostałe składniki trudno wyodrębnić, kierując się tylko przesłankami sedymentologicznymi. Natomiast duże liczebności okazów jednego gatunku wskazują na możliwość dosiania ich przez rośliny mające stanowiska w łózysku rzeki na etapie pseudocenozy wzbogaconej, co wykazał S. Pelc (1983).

**ELEMENTY TAFOCENOZY STARORZECZY.
ANALIZA STANOWISK FLOR KOPALNYCH**

W przedstawionej pracy nie analizowano nagromadzeń diaspor w starorzeczach. Chociaż środowisko sedymentacyjne starorzeczy jest elementem środowiska rzecznoego, proces narastania fitogenicznych osadów jest typowy dla zarastających jezior. Sedymentacja organogeniczna w starorzeczach jest przerywana w czasie wezbrań napławianiem mułów facji pozakorytowej. Takie sekwencje osadów pospolicie występują w dolinach rzecznych, często w nich zachowały się bogate zespoły diaspor, przytaczane w opracowaniach paleobotanicznych. Na przykład z takiego środowiska sedymentacyjnego pochodzi wielokrotnie dyskutowane w literaturze stanowisko flor interglacjalnych w Hamerni nad Lubaczówką (Środoń 1984).

Wpływ zmiany warunków sedymentacji na skład gatunkowy makroszczałków podkreślał w opracowaniu plioceńskiej flory z Mizernej W. Szafer (1954). Uważał on, że zmiany składu makroszczałków, spowodowane odmiennymi warunkami depozycji, zacierają wpływ i utrudniają interpretację zmian, spowodowanych uwarunkowaną klimatycznie zmiennością szaty roślinnej.

Orientacyjne wyobrażenie zmian w strukturze tafocenozy starorzecza, spowodowane napławianiem, można sobie wyrobić po analizie opisów niektórych stanowisk flor kopalnych. Opisane sekwencje osadów można interpretować jako osady starorzecza, rynny erozyjnej lub zabagnionego miejsca na terasie, w którym narastanie torfu było przerywane depozycją pozakorytowych mułów.

Pierwszy opis pochodzi z pracy A. Środonia (1965). W opisie zachowano oryginalną terminologię, w obecnie używanej w miejsce określenia "aluwialna glina piaszczysta" właściwszy byłby termin "muł piaszczysty" lub "mada". Późnovistulańskie osady terasy Wisłoki w Dębicy (profil Dębica 2) są

wykształcone następująco (głębokość warstwy od powierzchni terenu podano w metrach) :

- 0,50-4,20 - glina piaszczysta z nieznaczną domieszką detrytusu roślinnego i drewnian, próbka nr 7 z głębokości 3,70 m.
- 4,20-7,80 - glina piaszczysta z dość znaczną ilością detrytusu roślinnego i drewnian, próbka 6 - 7,00 m, próbka 5 - 7,60 m.
- 7,80-8,20 - glina piaszczysta z dużą ilością detrytusu roślinnego i drewnian, próbka 4 - 7,90 m.
- 8,20-9,20 - torf czarny, zapiaszczony, z licznymi szczątkami roślin wodnych i błotnych, próbka 3 - 8,20 m, 2 - 8,80 m.
- 9,20-13,20 - mułek piaszczysty ze żwirkiem fliszowym i krystalicznym (do 1 cm) oraz drobne ilości detrytusu roślinnego, próbka 1 - 11,10 m.

Obecność piasku w torfie może wskazywać na okresową, niewielką dostawę materiału mineralnego.

Dla ilustracji różnicowania zespołów makroszczątków, w przewodzie nasion i owoców, opierając się na liście florystycznej w cytowanej pracy, sporządzono zestawienie, biorąc za podstawę wydzielone przez autora (tab. 1, Środoń 1965) grupy makroszczątków:

- 1) Drzewa i krzewy, z którymi połączono rośliny zielne lądowe.

W zestawieniu pominięto licznie występujące owoce należące do wielu gatunków rodzaju *Carex*. Nie można bowiem chyba wykluczyć, że pośród nich mogą być gatunki siedlisk bagiennych. Na taką interpretację obecności rodzaju *Carex* przystał autor artykułu, prof. dr A. Środoń, informując że dla potrzeb tego opracowania, orzeszki turzyc konwencjonalnie zaliczono do roślin zielnych lądowych (informacja ustna od prof. dra A. Srodonia).

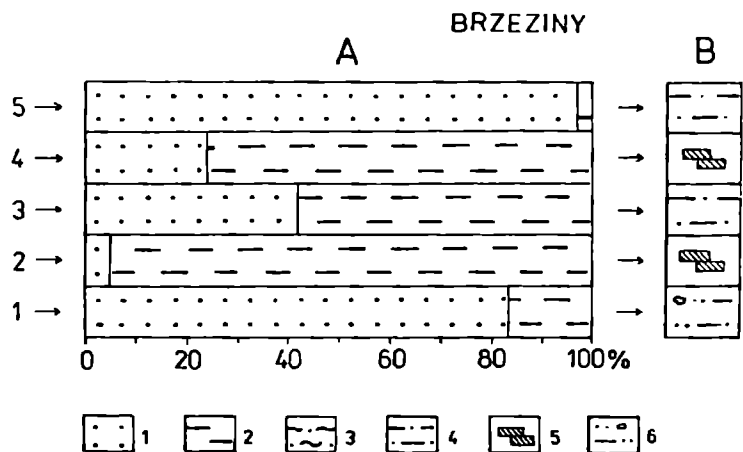
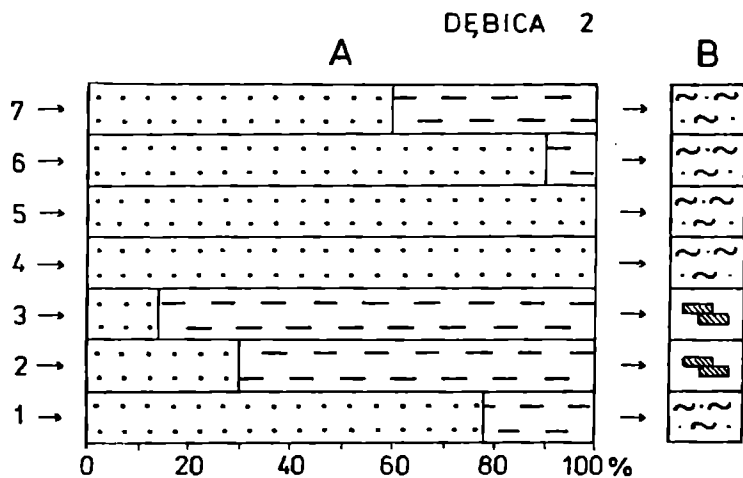
2) Rośliny zielne wodne.

W zestawieniu procentowego udziału szczątków z tych grup (ryc. 27) uderza zmienność udziału szczątków roślin wodnych. W torfach one dominują, ich udział waha się od 71 do 91 %. W mułach odpowiedni udział nie przekracza 38 %, w niektórych próbkach (nr 4, 5, 6) nie występują w ogóle.

Opis drugiego profilu pochodzi z pracy K. Birkenmajera i A. Środonia (1960). Interesująca dla przeprowadzanych rozważań część profilu rzecznych osadów Dunajca z interstadiału oryńskiackiego w Brzezinach koło Czorsztyna jest wykształcona następująco (opis nieco uproszczony, liczby przy opisie oznaczają wysokość ponad średni poziom Dunajca):

- 12,25-12,65 - il piaszczysty z pojedynczymi otoczkami granitu o średnicy do 2 cm, ku spągowi przechodzący stopniowo w torf płytowy - próbka nr 5.
- 12,00-12,25 - torf płytowy, sprasowany, z małą ilością iłu, zawierający słabo zwęglone i sprasowane drewna o długości do 50 cm - próbka 4.
- 11,80-12,00 - il bardzo słabo piaszczysty, z drobnymi, brunatnymi szczątkami zwęglonych roślin - próbka nr 3.
- 11,65-11,80 - płytowy, sprasowany torf z niewielką domieszką ilastą, zawiera słabo zwęglone, spłaszczone drewna, ułożone bez wyraźnej orientacji kierunkowej, długości do 40 cm; w torfie występuje cienka (5 cm) wkładka brązowego iłu z rozproszoną substancją torfową - próbka 2.
- 11,50-11,65 - drobnoziarnisty piasek ilasty z blaszkami miki, otoczkami granitu oraz piaskowców fliaszowych o średnicy do 3 cm; w stropie piasku liczne smugi substancji torfowej - próbka 1.

Opierając się na liście makroszczątków (tab. 1 w cytowanej pracy), posługując się dodatkowo pracą K. Zarzyckiego



Ryc. 27. Uproszczone profile karpologiczne flor kopalnych: Dębica 2 (wg A. Środonia 1965), Brzeziny (wg K. Birkenmajera i A. Środonia 1960)

A - profil karpologiczny, 1 - diaspory gatunków lądowych, 2 - diaspory gatunków bagiennych i wodnych, B - litologia osadów, 3 - muł piaszczysty, 4 - il piaszczysty, 5 - torf, 6 - piasek ilasty z otoczkami. Przy profilu wpisano numery próbek

(1984) wykonano zestawienie szczątków roślin lądowych oraz bagiennych i wodnych (ryc. 27). Do zestawienia wzięto tylko te taksony, dla których można było określić siedlisko. Pominęto oznaczenia do szerebła rodzaju, jeśli gatunki mają różne wymagania siedliskowe, oraz licznie reprezentowane szczątki świerka (*Picea excelsa*), których liczby nie podano w próbkach 1 i 2 (Birkenmajer, Środoń 1960). Według informacji ustnej prof. dra A. Środonia, tymi licznymi szczątkami świerka były głównie szpilki.

Do gatunków siedlisk lądowych zaliczono: *Pinus silvestris*, *Larix sp.*, *Rubus idaeus*, *Sambucus racemosa*, *Cirsium oleraceum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Melandrium album*, *Ranunculus acer*, *Stellaria graminea*, *S. holostea*, *Thalictrum lucidum*, *Thesium alpinum*, *Valeriana tripteris*.

Do gatunków siedlisk bagiennych i wodnych zaliczono: *Betula pubescens*, *Cirsium palustre*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Potamogeton alpinus*, *Potamogeton pusillus*, *Sparganium minimum*.

W zestawieniu przedstawionym na ryc. 27 również uderza duży udział szczątków roślin bagiennych i wodnych w torfach. Waha się on od 76 do 95 %. W pozakorytowych mulach jest on o wiele mniejszy, od 3 do 58 %. Świadom wielu uproszczeń w przeprowadzonym rozumowaniu, wynikających z założeń podanych wyżej oraz z faktu, że analizowane profile obejmują znaczny przedział czasowy, przyczynę zmienności struktury zespołów makroszczątków skłonny jestem przypisać bardziej warunkom sedymentacji niż zmienności szaty roślinnej. Zespół diaspor z torfów jest zdominowany przez gatunki siedlisk wodnych i błotnych. Diaspory gatunków siedlisk lądowych są w tym środowisku sedymentacyjnym allochtoniczne. Możliwość ich pojawienia się w większej ilości jest sygnalizowana zmianą osadu w profilu.

Jeżeli na zmienność zespołów diaspor w pionowym profilu osadów nakłada się wpływ warunków ich depozycji, powstaje zespół poligenetyczny. Zjawisko to może komplikować możliwości interpretacji stratygraficznych i paleogeograficznych. Przytoczone obserwacje sygnalizują zagadnienie godne szczególnych badań w osadach powstających współcześnie.

WNIOSKI

W świetle przedstawionych w tej pracy materiałów, przydatność badań sedymentologicznych do analizy i interpretacji subfosylnych zespołów diaspor można ocenić jako dużą. Badania te powinny stanowić wstępny etap analizy flor kopalnych. Porównując granulometryczne cechy zespołów diaspor kopalnych i współczesnych można odtworzyć środowisko sedymentacyjne oraz ustalić warunki występowania diaspor z określonych klas wielkości. Porównania te mogą być bardziej ogólne - z modelami nagromadzeń lub szczegółowsze - z przedstawionymi w tej pracy zespołami diaspor.

Ilość i skład ogółu diaspor, transportowanych przez dany przekrój rzeki w jednostce czasu nie są znane. W czasie transportu i depozycji zostają wysortowane zespoły nasion i owoców o określonych udziałach poszczególnych klas wielkości i, co się z tym wiąże, o określonych udziałach diaspor poszczególnych taksonów. Zjawisko to jest widoczne w strukturze asocjacji diaspor z różnych środowisk. Rozkład wielkości ogółu diaspor z osadów rzecznych wskazuje na dominację okazów z klasy 1-0,5 mm. Diaspory większe są mniej liczne. Osłabia to możliwość reprezentacji w tafocenozie gatunków o dużych diasporach, głównie drzew i krzewów. Wpływ sedymentacji na formowanie tafocenozy polega głównie na selekcji wielkościowej. Inne czynniki, na przykład niszczenie w czasie transportu, mają chyba mniejsze znaczenie.

Cechy granulometryczne zespołów nasion i owoców różnią się od cech uziarnienia mineralnych składników osadu z powodu mniejszej gęstości budującego je materiału. Zależność między rozmiarami składników osadu o różnych gęstościach

określono, wprowadzając wskaźnik przesunięcia. Porównawcza analiza mineralnych składników osadu oraz diaspor z tej samej próbki pozwala na wyodrębnienie tej części zespołu nasion i owoców, która nie była transportowana wraz ze składnikami mineralnymi.

Analiza granulometryczna nasion i owoców pozwala w dużym stopniu prawdopodobieństwa ustalić mikrośrodowisko ich depozycji. Dla tego ustalenia bardzo pomocna jest równoczesna analiza granulometryczna mineralnych składników osadu z tej samej próbki. Z drugiej strony, o niektórych cechach zespołu diaspor można wnioskować na podstawie typu osadu, z którym były zdeponowane.

Porównanie rozkładu wielkości ogółu diaspor w próbce z rozkładem wielkości okazów danego taksonu pozwala z całą pewnością ustalić warunki występowania tego taksonu w próbce, zdeponowanej w określonych warunkach. Dzięki temu porównaniu można stwierdzić, czy brak diaspor danego taksonu wynika z warunków sedymentacji, czy jest spowodowany jego brakiem w materiale transportowanym przez rzekę. Możliwość tego ustalenia jest istotna dlatego, że w rzeczonym środowisku sedymentacyjnym warunki depozycji transportowanych składników mogą się diametralnie zmienić na odcinku kilku metrów.

Sedymentologiczne badania nasion i owoców pozwalają na wyodrębnienie niektórych składników tafocenozy karpologicznej.

1. Udział diaspor dużych, większy niż na to wskazuje wartość wskaźnika przesunięcia, pozwala wyodrębnić z zespołu te nasiona i owoce, które nie były transportowane przez rzekę wraz ze składnikami mineralnymi. Pochodzą one z najbliższego otoczenia miejsca depozycji; do osadu mogły się dostać bezpośrednio z drzew. Dla rekonstrukcji przydatna jest analiza sytuacji morfologicznej miejsca depozycji. Dalsze rozważania na temat odległości przemieszczenia muszą być oparte

na botanicznej analizie ich przystosowań do rozsiewania. W przypadku zespołu diaspor z osadów organogenicznych (torf, gytia), składnik allochtoniczny dla miejsca depozycji można wyodrębnić na podstawie analizy florystycznej. Będą to diasporę gatunków rosnących w siedliskach suchych.

2. Udział nasion i owoców małych, większy niż to wynika z położenia wskaźnika przesunięcia, może wskazywać na wzbogacenie zespołu diaspor po głównym akcie depozycji. Mechanizm tego wzbogacenia może być różny. Mogą to być nasiona pochodzące od roślin rosnących na żwirowisku, zdeponowane przez wodę po wezbraniu, lub takie, które wniknęły w osad z powierzchni terenu. W rozpoznaniu tego ostatniego przypadku pomocna może być analiza profilu osadów ze szczególnym uwzględnieniem występowania kopalnych gleb. Pozostałe możliwości można rozpoznać poprzez analizę składu gatunkowego i struktury siedliskowej oznaczonych nasion i owoców.

3. Na daleki transport diaspor w rzece wskazują ślady obtoczenia. Są one widoczne tylko na dużych okazach. W badanym materiale spotykano je stosunkowo rzadko.

W większości prac paleobotanicznych, wyciągano wnioski na podstawie analizy listy florystycznej oznaczonych makroszczątków, głównie zresztą nasion i owoców. W moim przekonaniu uwzględnienie sedymentologicznych uwarunkowań tafocenozy karpologicznej pozwoli na pogłębienie i wzbogacenie interpretacji stratygraficznych oraz paleogeograficznych. Dlatego ważne jest, żeby potrzeby analizy sedymentologicznej (np. opróbowanie mineralnej części profilu osadów) uwzględnić już na etapie badań terenowych.

L I T E R A T U R A

- ALEXANDROWICZ S.W., 1976. Wielostopniowa analiza taksonomiczna w badaniach zespołów otwornic mioceńskich. *Przeł. Geol.* 12: 700-706.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1979. Taksonomiczna metoda zgodności rang w badaniach geologicznych. *Przeł. Geol.* 2: 71-74.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1985a. Współczynnik różnorodności NDI i jego zastosowanie w naukach geologicznych. *Przeł. Geol.* 2: 70-72.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1985b. Odsypy muszlowe na plażach Zatoki Gdańskiej. *Peribalticum*, 3: 18-26.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1987. Analiza malakologiczna w badaniach osadów czwartorzędowych. *Geol. AGH* 12, 1-2: 1-240.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1988. Malacofauna of the Wawel Hill in Cracow. *Zesz. Nauk. AGH* 1112, *Folia Malacologica* 2: 19-38.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1991. Malacofauna of the sediments of a dam lake in the Wetlina river valley. *Ochr. Przyr.* 49, 1: 53-64.
- ALLEN J.R.L., 1977. Fizyczne procesy sedymentacji. PWN. Warszawa.
- BEHRENSMEYER A. K., KIDWELL S.M., 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology* 11: 105-119.
- BIAŁOBRZESKA M., TRUCHANOWICZÓWNA J., 1960. Zmienność kształtu owoców i łusek europejskich brzoź (*Betula* L.) oraz oznaczanie ich w stanie kopalnym. *Monogr. Bot.* 9, 2: 3-93.
- BIAŁOBRZESKA M., TRUCHANOWICZÓWNA J., 1983 (1984). Fruits of the genus *Fagus* from the Neogene of the Western Carpathians - biometrical study. *Acta Palaeobot.* 23, 2: 103-120.
- BIRKENMAJER K., SRODOŃ A., 1960. Interstadiał oryniacki w Karpatach. *Biul. Inst. Geol.* 150: 9-70.
- BIRKS H.J.B., BIRKS H.H., 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold. London.
- BORÓWKO-DŁUŻAKOWA Z., 1967. Badania paleobotaniczne osadów młodoplejstocieńskich (Brørup) w Koninie - Marantowie. *Prace Inst. Geol.* 48: 81-136.

- BRETT C.E., BAIRD G.C., 1986. Comparative Taphonomy: A Key to Paleoenvironmental Interpretation Based on Fossil Preservation. *Palaios* 1: 207-227.
- BRZEG A., RATYŃSKA H., 1983. Nadbrzeżne zbiorowiska roślinne nad Wartą w Poznaniu i ich cechy antropogeniczne. *Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach. Ser. B* 34: 79-102.
- BUZEK C., KVACEK Z., FRANTISEK H., 1985. Late Pliocene paleoenvironment and correlation of the Vildstein floristic complex within Central Europe. *Rozpr. Czesk. Akad. Matem. Prirod.*, 95, 7: 1-92.
- CABAJ W., PELC S., 1986a. Odzwierciedlenie współczesnej roślinności w diasporach z osadów sztucznego zbiornika w Olsztynie koło Częstochowy. *Fol. Geogr. Ser. Geogr.-Phys.* 43: 121-136.
- CABAJ W., PELC S., 1986b. Rzeczne osady z florą w Ropie (Beskid Niski). *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. PAN Krak.* 30, 1-2: 342-343.
- CABAJ W., PELC S., 1991a. Seeds and fruits from sediments of a recent landslide lake in the Wetlinka river valley (the planned Sine Wiry reserve). *Ochr. Przyr.* 49, 1: 31-52.
- CABAJ W., PELC S., 1991b. Zmiany zalesienia Scigockiego Potoku (Krościenko nad Dunajcem) w świetle profilu karpologicznego i przekazów historycznych. *Geol. AGH* 17, 1-2: 127-153.
- CABAJ W., PELC S., 1992. Aktualistyczne badania nad zespołem diaspor ze współczesnych osadów Wisły w Krakowie, w: *Geografia i aktualne problemy miasta Krakowa i regionu*. 41 Zjazd Pol. Tow. Geogr. Streszczenia referatów. Kraków 26-29 czerwca 1992: 216-218.
- CHUDZIKIEWICZ L. i in., 1979. Sedymentacja współczesnej delty piaszczystej w jeziorze Płociczno (Pomorze Zachodnie). *Studia Geol. Pol.* 62: 1-62.
- COLLINSON M.E., 1983. Accumulation of fruits and seeds in three small sedimentary environments in southern England and their palaeoecological implications. *Ann. Bot.* 52: 583-592.
- CRAIG G.Y., HALLAM A., 1963. Size-frequency and growth-ring analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule* and their paleoecological significance. *Paleontology*, 6: 731-750.
- CZARNOWSKI M.S., 1989. *Zarys ekologii roślin lądowych*. PWN. Warszawa.
- DROZDOWSKI A., 1961. Badania ilościowe nad fauną ślimaków okolic Piłtowa. *Zesz. Nauk. UMK, Biologia*, 8: 83-148.

- DYAKOWSKA J., 1959. Podręcznik palynologii. Wydaw. Geol. Warszawa.
- DZIĘCZKOWSKI A., 1971. Ślimaki (*Gastropoda*) rezerwatu leśnego Świnia Góra w województwie kieleckim. Ochr. Przyr. 36: 257-286.
- EFREMOW I.A., 1940. Tafonomija - nowaja otras paleontologii. Izw. AN SSSR, Geol. 3: 405-413. Moskwa.
- EFREMOW I.A., 1950. Tafonomija i gieologiczeskaja letopis. Trudy Pal. Ins. AN SSSR, 24: 1-177, Moskwa.
- FAEGRI K., IVERSEN J., 1978. Podręcznik analizy pyłkowej. Wydaw. Geol. Warszawa.
- FALIŃSKA K. 1969. Produkcja nasion wybranych gatunków runa różnych postaci grądu (*Quercus-Carpinetum*) w Białowieskim Parku Narodowym. Acta Soc. Bot. Pol. 38: 195-203.
- FALIŃSKA K. 1971. An estimate of diaspore production in the ecosystem of a mixed oak - hornbeam forest (*Quercus-Carpinetum*) in the Białowieża National Park. Ekol. Pol. 19, 35: 525-561.
- FALIŃSKA K. 1990. Osobnik, populacja, fitocenoza. PWN. Warszawa.
- FEINDT F. 1975. Vorläufiger Bericht über einen Fund von verkohltem Getreide aus einem kaiserzeitlichen Haus auf der Nordfriesischen Insel Amrum. Folia Quatern. 46, 1: 41-48.
- FOLK R.L., WARD W.C., 1957. Brazos River bar: a study of significance of grain size parameters. J. Sedim. Petrol. 27: 3-26.
- FROELICH W., 1982. Mechanizm transportu fluwialnego i dostawy zwietrzelin do koryta w górskiej zlewni fliszowej. Prace Geogr. IGiPZ PAN 143: 1-144.
- GAWŁOWSKA M., 1935. Jezierze (*Najas*) w dyluwjum polskiem. Starunia 6: 1-13.
- GEKKER R.F., 1957. Wwiedzenie w paleoekologiju. Izd. Gosgeotiechn. Moskwa.
- GERLACH T., 1966. Współczesny rozwój stoków w dorzeczu górnego Grajcarka, Beskid Wysoki - Karpaty Zachodnie. Prace Geogr. IG PAN 52: 1-112.
- GLUZA I., 1983 (1984). Neolithic cereals and weeds from the locality of the Lengyel Culture at Nowa Huta - Mogiła near Cracow. Acta Palaeobot. 23, 2: 123-184.
- GRADZIŃSKI R. i in., 1986. Zarys sedymentologii. Wyd. Geol. Warszawa.
- GRZYWACZ A., TWARÓG M., 1977. Barwa nasion sosny zwyczajnej a podatność siewek na pasożytniczą zgorzel. Sylwan 7: 57-63.

- HAUTZ J., 1979. Rodzaj *Oxalis* w Polsce. *Fragm. Flor. Geobot.* 1: 65-112.
- JAHNS R.H., 1947. Geologic features of the Connecticut Valley, Massachusetts, as related to recent floods. *U. S. Geol. Surv. Water Supply Pap.* 995: 1-158.
- JANIN B.T., 1983. *Osnowy tafonomii.* Moskwa.
- JENTYS - SZAFEROWA J., 1960. Morphological investigation of the fossil *Carpinus* - nutlets from Poland. *Acta Palaeobot.* 1: 3-42.
- JENTYS-SZAFEROWA J., BIALOBRZESKA M., 1953. Owoce rodzajów *Carpinus* i *Ostrya*. *Prace Inst. Geol.* 10: 5-32.
- JENTYS-SZAFEROWA J., TRUCHANOWICZÓWNA J., 1953. Nasiona *Menyanthes* L. w Polsce od pliocenu po okres współczesny. *Prace Inst. Geol.* 10: 37-59.
- JØHNSON R.G., 1960. Models and methods for the analysis of the mode of formation of fossil assemblages. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 71: 1075-1086.
- JØRGENSEN G., 1975. *Triticum aestivum* s.l. from the Neolithic site of Weier in Switzerland. *Folia Quatern.* 46. 1: 7-21.
- JURKIEWICZ-KARNKOWSKA E., 1988 (1986). Główne aspekty występowania mięczaków w nizinnych zbiornikach zaporowych. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. PAN Krak.* 30, 1-2: 354-356.
- KAC N.J., KAC S.V., KIPIANI M.G., 1965. Atlas i opriedielitel płodow i semjan vstreczajuszczichsja w czetverticzných otłozhenijach SSSR. *Izdat. Nauka.* Moskwa.
- KLIMEK K., ŁAJCZAK A., ZAWILIŃSKA L., 1990. Sedimentary environment of the modern Dunajec delta in artificial lake Rożnów, Carpatian Mts, Poland. *Quaest. Geogr.* 11-12: 81-92.
- KOŁODZIEJCZYK A., RZĘDKOWSKA L., 1988 (1986). Aktywność ruchowa wybranych gatunków ślimaków słodkowodnych w czasie zlodzenia. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. PAN Krak.* 30, 1-2: 351-353.
- KOPEROWA W., ŚRODOŃ A., 1965. Pleniglacial deposits of the Last Glaciation at Zator (West of Kraków). *Acta Palaeobot.* 6, 1: 1-31.
- KORNAŚ J., 1972. Rozmieszczenie i ekologia rozsiewania się chwastów w zespołach polnych w Gorcach. *Acta Agrobot.* 25: 3-67.
- KORNAŚ J., MEDWECKA-KORNAŚ A., 1986. *Geografia roślin.* PWN. Warszawa.

- KOSTRAKIEWICZ K., 1951. Studia systematyczne nad polskimi gatunkami rodzaju *Vicia* L. PAU, Materiały do fizjografii kraju 27: 7-55.
- KOTAŃSKA M., 1985 (1983). Reakcja populacji *Nardus stricta* L. i *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* (Gaudin) St.-Yves na koszarzenie. *Fragm. Flor. Geobot.* 29, 2: 297-335.
- KOWAL T., 1953. Klucz do oznaczania nasion rodzajów *Chenopodium* L. i *Atriplex* L. *Monogr. Bot.* 1: 88-163.
- KOWAL T., 1954. Cechy morfologiczne i anatomiczne nasion rodzaju *Amarantus* L. oraz klucze do ich oznaczania. *Monogr. Bot.* 2: 162-193.
- KOWAL T., 1958. Studia nad morfologią owoców europejskich rodzajów podrodzin *Scirpoideae* Pax, *Rhynchosporoideae* Aschers et Graebner i części *Caricoideae* Pax. *Monogr. Bot.* 6: 97-136.
- KOWALEWSKI M., 1991. Tafonomia - dyscyplina w Polsce ignorowana. *Ann. Soc. Geol. Pol.* 61, 3-4: 257-264.
- KOWALKOWSKI A., SWALDEK M., 1991. Analiza podstawowych fizycznych własności gleb z elementami analityki. Wydaw. WSP. Kielce.
- KOWALSKI K., 1988. Tafonomia drobnych ssaków. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. PAN Krak.* 30, 1-2: 375-376.
- KRZYMIŃSKA J., 1988. Holocenijskie biofacje na podstawie rozmieszczenia małżów w Bałtyku południowym. *Kwart. Geol.* 32, 2: 515-516.
- KULPA W., 1974. Nasionoznawstwo chwastów. PWRiL. Warszawa.
- KVAVADZE E.V., STUHLIK L., 1990. Subrecent spore-pollen spectra and their relation to recent vegetation belts in Abkhazia (North-Western Georgia, USSR). *Acta Palaeobot.* 30, 1-2: 227-257.
- KVAVADZE E.V., STUHLIK L., 1991. Correlation of subfossil pollen spectra with recent vegetation of the eastern border of the Trialeti Range (the Tbilisi Environs). *Acta Palaeobot.* 31, 1-2: 273-288.
- LAWRENCE L.F., 1968. Taphonomy and information losses in fossil communities. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 79: 1315-1330.
- ŁANCUCKA-SRODONIOWA M., 1957. Miocenijska flora z Rypina na Pojezierzu Dobrzyńskim. *Prace Inst. Geol.* 15: 5-76.
- MADEYSKA E., 1984. Owoce i nasiona późnorzymskiego stanowiska archeologicznego w Otalążce nad rzeką Mogielanką, woj. radomskie. *Acta Palaeobot.* 24, 1-2: 67-80.
- MARCZEWSKI E., STEINHAUS H., 1959. O odległości systematycznej biotopów. *Zastosow. Matemat.* 4: 195-203.

- MAREK S., 1954. Cechy morfologiczne i anatomiczne owoców rodzajów *Polygonum* L. i *Rumex* L. oraz klucze do ich oznaczania. Monogr. Bot. 2: 77-161.
- MAREK S., 1958. Europejskie rodzaje rodziny *Polygonaceae* w świetle wyników badań nad morfologią i anatomią owoców i nasion. Monogr. Bot. 6: 57-80.
- MAŁAŁSKI J., 1949. Cechy morfologiczne pestek europejskich gatunków *Potamogeton* (Tourn.) L. i klucz do oznaczania ich szczątków dyluwialnych. Prace Wrocł. Tow. Nauk. ser. B, 24: 3-25.
- McKEE E.D., 1939. Some types of bedding in the Colorado River delta. J. Geol., 47: 64-81.
- McKEE E.D., CROSBY E.J., BERRYHILL H.L.Jr., 1967. Flood deposits, Bijou Creek, Colorado, June 1965. J. Sedim. Petrol. 37: 829-851.
- MEDWECKA-KORNAŚ A., 1949. Biologia rozsiewania naskalnych zespołów roślinnych Jury Krakowskiej. Rozpr. Wydz. Mat. - Przyr. AU. B, 74; 1-41.
- NIKITIN P.A., 1933., Czetwierticzna flora Nizowego Powołżja. Trudy Kommissji po Izuczeniju Czetwierticznego Pierioda. 3: 7-32.
- OTFINOWSKI M., 1981. Zespoły otwornic i sedymentacja piasków bogucickich. Biul. Inst. Geol. 332, Z badań geologicznych w Karpatach 22: 53-88.
- PEŁC S., 1973. Wędrowki roślin aluwiami Dunajca na odcinku Czorsztyn - Stary Sącz. Fragm. Flor. Geobot. 19, 2; 175-196.
- PEŁC S., 1983. Owoce i nasiona we współczesnych osadach Dunajca w rejonie Pienin i przełomu beskidzkiego. Prace Monogr. WSP 59: 1-110, Kraków.
- PEŁC S., 1984. Morphology and structure of wild apple (*Malus silvestris* Mill.), common pear (*Pyrus communis* L.) and *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. seeds. Acta Soc. Bot. Pol. 53, 2: 159-170.
- PEŁC S., PTAK K., 1981. Development and structure of hawthorn seeds (*Crataegus* L.) from species occurring in Poland. Acta Soc. Bot. Pol. 50, 3: 409-417.
- RAUP D.M., STANLEY S.M., 1984. Podstawy paleontologii. PWN. Warszawa.
- RUDOWSKI S., 1986. Środowisko sedymentacyjne rewowego wybrzeża morza bezpływowego na przykładzie południowego Bałtyku. Studia Geol. Pol. 87: 1-76.

- RUTKOWSKI J., 1984. Węgiel kamienny pochodzenia antropogenicznego we współczesnych żwirowo-piaszczystych osadach Wisły rejonu Tyńca, w: Holocen okolic Krakowa, Mat. Symp: 73-75, Kraków.
- RUTKOWSKI J., 1987. Vistula river valley in the Cracow Gate during the Holocene. Geogr. Stud. IGiPZ PAN, 4, 2: 31-49.
- SCHUMM S.A., 1977. The fluvial system. John Wiley and Sons.
- SIGAFOOS R.S., 1964. Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 485 A: 1-35.
- SPICER R.A., 1981. The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire, England. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 1143: 1-77.
- STARKEŁ L., 1957. Rozwój morfologiczny progów Pogórza Karpackiego między Dębicą a Trzcianą. Prace Geogr. IG PAN 11: 7-152.
- SUNDBORG A., 1956. The River Klarälven: a study of fluvial processes. Geogr. Annal. 38: 127-316.
- SUSZKA B., 1967. Fizjologia nasion, w: Zarys fizjologii sosny zwyczajnej. Praca zbior. PWN. Warszawa.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI, 1989. Roczn. Glebozn. 40, 3-4: 5-150.
- SZAFER W., 1954. Pliocenańska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu. Prace Inst. Geol. 11: 5-238.
- SZAFER W., KULCZYŃSKI S., PAWŁOWSKI B., 1986. Rośliny Polski. PWN. Warszawa.
- ŚRODOŃ A., 1952a. Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach. Biul. Państw. Inst. Geol. 67: 27-75.
- ŚRODOŃ A., 1952b. Późnoglacjałna flora z Dziadowych Kątów koło Grywałdu. Biul. Państw. Inst. Geol. 67: 77-97.
- ŚRODOŃ A., 1965. O florach kopalnych w terasach dolin karpackich. Folia Quatern. 21: 1-27.
- ŚRODOŃ A., 1984. Uwagi o florze interglacjałnej z Hamerni nad Lubaczówką. Acta Palaeobot. 24, 1-2: 53-66.
- ŚRODOŃ A., 1987. Flora peryglacjałna z Sowlin koło Limanowej (Vistulian, Karpaty Zachodnie). Acta Palaeobot. 27, 2: 53-70.
- TEISSEYRE A.K., 1985. Mady dolin sudeckich. Część I. Ogólna charakterystyka środowiskowa (na przykładzie zlewni górnego Bobru). Geol. Sudet. 20, 1: 113-195.
- TEISSEYRE A.K. 1988. Mady dolin sudeckich. Część II. Wybrane zagadnienia metodologiczne. Geol. Sudet. 23, 1: 65-101.

- TEISSEYRE A.K., 1989. Mady dolin sudeckich. Część III. Subaeralnie i subakwalnie deponowane osady pozakorytowe w świetle eksperymentu terenowego (1977-1979). Geol. Sudet. 23, 2: 1-81.
- TEISSEYRE A.K., 1991. Terminologia form i osadów rzecznych w świetle badań środowiska, w: A. Kostrzewski (red.), Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. UAM Ser. Geografia 50: 209-215.
- THOMAS R.D., 1986. Taphonomy: Ecology's Loss in Sedimentology's Gain (Theme-Issue Introduction). Palaios 1: 206.
- THOMASSON J.R., 1991. Sediment-borne "seeds" from Sand Creek, northwestern Kansas: taphonomic significance and paleoecological and paleoenvironmental implications. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 85, 3-4: 213-225.
- TRAWY POLSKIE, 1982. Praca zbiorowa pod red. M. Falkowskiego. PWRiL. Warszawa.
- VAN der BURGH J., 1987. Miocene floras in the lower Rhenish basin and their ecological interpretation. Rev. Palaeobot. Palynol. 52: 299-366.
- WALAS J., 1938. Wędrowki roślin górskich wzdłuż rzek tatrzańskich. Spraw. Komis. Fizjogr. PAU 72: 1-131.
- WASMUND E., 1926. Biocönose und Thanatocönose. Arch. Hydrobiol., 17, 1- 116. Stuttgart.
- WASYLIKOWA K., 1973. Badanie kopalnych szczątków roślin wyższych, w: Metodyka badań osadów czwartorzędowych, E. Ruhle (red.), Wyd. Geol. Warszawa: 161-210.
- WENTWORTH C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. J. Geol. 30: 377-392.
- WIESEROWA A., 1967. Wczesnośredniowieczne szczątki zbóż i chwastów z Przemyśla. Folia Quater. 28: 1-16.
- WIŚNIEWSKI R., 1988 (1986). Badania nad *Dreissena polymorpha* Pall. w Zbiorniku Włocławskim. Spraw. z Pos. Komis. Nauk. PAN Krak. 30, 1-2: 349-351.
- WOJCIECHOWSKA B., 1958. Systematyka, morfologia i anatomia owoców i nasion rodzaju *Salvia* L. Monogr. Bot. 6: 3-37.
- WOJCIECHOWSKI A., 1990. Analiza litofacjalna osadów jeziora Gardno. UAM Ser. Geogr. 49: 1-118.
- ZARZYCKI K., 1984. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Inst. Botaniki PAN. Kraków.

SUMMARY

INTRODUCTION

The formation of a carpological taphocoenosis in a river environment is a complex process (fig. 1). The first stage is the formation of the accumulation of seeds and fruits in the place of their origin - autochthonous semithatocoenosis (1 and 2 on fig. 1).

The diaspores assemblage may be then transported down-slope; after leaving the boundaries of the mother-biotope and mixed with assemblages from other biotopes it forms mixocoenosis (3 on fig. 1). The organic material mixocoenosis reaches river-channel where it becomes mixed with the material already transported by the river - the allochthonous element (4 and 5 on fig. 1) and pseudocoenosis is formed, called also pseudoassociation (6 on fig. 1).

Pseudoassociation be enriched in a river-channel may in diaspores from plants growing close to the river-channel. Enriched pseudocoenosis is formed in this way (7 on fig. 1). Such accumulations of diaspores buried with sediment is a taphocoenosis (8 on fig. 1). Taphocoenosis may be enriched by infiltration of diaspores into the sediment, especially when plant material is covered with mud-cracked mud sediment.

The formation of modern carpological taphocoenoses was scarcely dealt with until recently. Neteworthy are the papers by Spicer (1981), Collinson (1983) and Thomasson (1991).

Biotic and abiotic factors interact in the formation of carpological taphocoenosis. Size sorting of diaspores during transport and deposition is the main abiotic factor. It causes alters the proportions of diaspores of particular size classes and consequently of particular taxa.

This paper aims at explaining the influence of abiotic factors on the formation and composition of carpological taphocoenosis in fluvial sedimentary environment by:

1. Determining the size distribution of diaspores in different accumulations and evaluating the usefulness of size distribution the determination of the type of accumulation and sedimentary facies.

2. Comparison of grain-size distribution of all diaspores in a sample and in a particular taxon, with an aim at estimation of conditions of its occurrence at a given competence of flow.

3. Comparison of grain-size distributions of diaspores with those of host sediment order to separate the elements transported by the river from those material which was accumulated in another way.

The studied material comes from modern sediments of the Carpathian rivers. Samples were taken from various accumulations of plant detritus. Laboratory study was carried out on 44 samples from which 46 441 specimens of diaspores were separated and examined.

Seeds and fruits were treated as organic components of the sediment and sedimentological methods were used to study them. The specimens were separated on sieve, counted and weighed. Cumulative grain-size curve are drawn and the basic parameters of granulation were calculated using the Folk and Ward's method.

ACCUMULATIONS OF CARPOLOGICAL MATERIAL

The samples of plant detritus with seeds and fruits were collected from mesoscopic accumulations.

The stablest are the accumulations floating in current whirl-cells (1 on fig. 2), accumulations on obstacles in the river-channel (2 on fig. 2) and outside it (3 on fig. 2), in water-level marks (4 on fig. 2) and accumulations in depressions between ripple-marks (5 on fig. 2). The above mentioned accumulations are rarely completely buried to become a taphocoenosis. A potential for burial is greater in river-bottom depressions (6 on fig. 2), in different parts of outwash (7 on fig. 2) and in places of river gradient decrease upstream of rocky rapids or in upper reaches of artificial reservoirs.

A simplified classification four types into of accumulations was used in the field researches:

1. Current accumulations. There are large seeds and fruits with shoot parts tractionally transported. Organic matter is deposited mainly in sandy deposits.

2. Microdeltaic accumulations. They are formed in places where the current becomes slower. Material is more differentiated, it includes leaves and mud. Plant detritus is deposited in the lower part and at the foot of the delta slope.

3. Accumulations from suspension. Plant detritus is deposited with mud and loam from suspension. Seeds and fruits are dispersed in sediments.

4. Water-level accumulations. Accumulation of floating detritus laid down on the bank by waves or deposited on obstacles.

SEEDS AND FRUITS AS ELEMENT OF ALLUVIAL SEDIMENTS

The grain size distribution calculated from percentage of specimens is characterized by a modal class in the interval from 0 to +1 phi (1-0,5 mm). The biggest specimens (*Juglans regia*, *Prunus* sp) are about 80 times great than the smallest ones (fig. 3). Grain-size distribution calculated from percentage shows a modal class in the interval from -4 to -3 phi (16-8 mm). The weight of one big diaspore may be even several thousand times greater than the weight of the smallest one (fig. 3).

Five representative taxa: hazel (*Corylus avellana*), beech (*Fagus sylvatica*), hornbeam (*Carpinus betulus*), elder (*Sambucus* sp), raspberry (*Rubus* sp) were chosen to study the patterns of seeds and fruits occurrence in different size classes. These species were frequent in the samples, they represent nearly the whole size spectrum of seeds and fruits which occur in alluvial sediments (fig. 4). Mean weight of a specimen from alluvial sediments (it is often a part of a diaspore lacking endosperm and plumule) is 4 to 10 times lower than that of whole seed or fruit.

Mean diameter (Mz) may be regarded as a function of flow competence. The relation between the mean diameter of all diaspores in a sample and the mean weight of a specimen is presented on figs. 5 and 6. The diagrams show that the size and weight of specimens belonging to particular taxa increase with increasing competency of flow. When the flow competency is beyond the upper or lower limit boundary value, the diaspores belonging to particular size class and hence to particular taxa will be no more deposited in the given place.

Such results of diaspore sorting during transport are confirmed by the comparison of mean diameter (Mz) of all diaspores in a sample and the proportion of diaspores from a particular taxon (fig. 7). The proportion of small diaspores (*Rubus*) decreases with the increase of mean diameter of all diaspores in a sample. It may be concluded that when values

of Mz are great, the flow capacity is great enough for the seeds as raspberry small as those of to be not deposited but ratha carried away. Their absence is not the reflection of the fact that they are not present in transported material but it is due to the conditions of deposition.

The sorting effect of a current is reflected also in presence or absence of a taxon with a particular mean diameter (fig. 8). As to large diaspores it was observed that the proportion of samples with a taxon increases as well with the increase in the mean diameter of grains in the sample.

The variation in the proportion of taxa from different size classes may be a studied in the upper parts of artificial reservoirs on rivers (fig. 9). In the two studied examples, hazel seeds occur only in the places of decaying current, the proportion of beech decreases with the distance from the banks of the reservoir. The decrease in the proportion of big diaspores share is compensated by the increase in the number of small diaspores (elder and raspberry).

DIASPORES AND MINERAL COMPONENTS OF SEDIMENT

The various components of alluvial sediments (seeds, fruits, anthropogenic coal, sand and gravel) from one sample belong to different size classes (fig. 10). This variation is due to different densities of the building materials. The density of water-saturated components is as follows:

seeds, fruits	1,11 g/cm ³
coal	1,30 g/cm ³
sand, gravel	2,50 g/cm ³

The mean diameter of components from the same sample and the density of building material are well correlated (fig. 11A). Transport and deposition of mineral grains is accompanied by transport of much larger seeds and fruits; their greater size is compensated by the lower density.

Influence of density on size of components is manifest in the grain-size curve by displacement of diaspore curve to the left, towards the greater diameters (fig. 12). Mean values of diaspore curve displacement with respect to the mineral components curve was called a diaspore displacement index. The values of the index are presented in table 1 and fig. 11B. Its variation is due to variation in weight and shape of the seeds and fruits.

Mean size of mineral grains transported together with diaspores is obtained by compiling mean diameter (Mz) of diaspores of selected taxa with mean value of the displacement index. Seeds of *Sambucus* and *Rubus* when transported in suspension are accompanied by silt and clay, seeds of hornbeam (*Carpinus*) and greater are accompanied by grains transported in traction (fig. 13, tab. 2).

The comparison of the curves of diaspore displacement grain-size of sediment and diaspores allows one to distinguish elements in a sample which were not transported together with the sediment. If seeds and fruits were transported with the sediment, the granulation curve of diaspores agrees with the curve of the displacement index (fig. 14a). When mean diameters are greater, the curve of diaspores gets close to the curve of the sediment, apart of the curve of the displacement index (fig. 14b). This is the case when flow capacity exceeds the values necessary for transportation of the greatest diaspores

The propagation of big diaspores in a sample of grained sand is greater than fine indicated by the curve of the displacement index (dotted area on fig. 14c). The diaspores of that exceed the size in equilibrium with the current capacity get into the sediment in various ways. Fruits of beech could get into the sediment directly from the trees growing on adjacent slopes, fruits of maple could be air-borne according to their adaptation.

It may happen that there is less of small diaspores than it should come out from the displacement index (dotted area on fig. 14d). In such a sample, the empty places among loosely packed plant detritus are later filled with mud.

Similar relations between the size of seeds and fruits and grain-size of the host sediments as those described in modern sediments may be found in fossil flora descriptions (e. g. Starkel 1957; Srodoń 1952 a, b).

TYPOLGY OF DIASPORE ACCUMULATIONS

Taxonomic analysis of diaspore assemblages was undertaken by quantativ method, following the rules given by Alexandrowicz (1976, 1987), taking into account the occurrence and proportions of all diaspores in particular size classes and the proportions of five selected diaspores taxa. The index of domination (D) and stability (C) are calculated for selected groups of samples.

The groups distinguished on the basis of quantitative proportion of diaspores from particular size classes are presented in fig. 15. Division of the dendrogram for multiple sample segments indicates that the examined accumulations are heter. They are divided into groups with predomination of samples from accumulations from suspension (I, II, III on fig. 15), from microdeltas (V on fig. 15) and groups of samples from various accumulations (IV and VI on fig. 15). The groups of samples differ in stability and domination of five selected taxa (fig. 16), grain-size parameters (fig. 17, tab. 3).

The groups distinguished on the basis of weight proportion of diaspores from particular size classes are characterized by greater internal diversity (fig. 18), manifest in greater mixing of samples from different accumulations. The reason of greater diversity, in comparison to groups distinguished on the basis on quantity share, is greater difference between weight of the greatest and smallest specimens.

Another typological analysis was undertaken taking the sum of specimens of five selected taxa as 100 %. Two groups of sample aggregates (fig. 19) were distinguished within the dendrogram prepared on the basis of quantitative distribution of diaspores. Samples from microdeltas dominate in aggregate III, the samples in aggregate I and II are of various provenance (fig. 19). Large seeds and fruits have relatively high levels of domination and stability (fig. 20). Samples from accumulations from suspension predominate in aggregate IV, V, VI. These aggregates are characterized by small proportion or lack of greater diaspores (fig. 20). The granulometric parameters of diaspore accumulations are presented in tab. 4.

The dendrogram prepared on the basis of the weight share of diaspores from the selected taxa is split in two segments (fig. 21). Aggregates I, II and III are in the first segment. Only the samples from microdeltas are present in aggregate II, samples from suspension predominate in aggregate III, samples of various provenance are in aggregate I. Structure of association in those aggregates displays relatively high degree of domination and stability of the large diaspores (fig. 22). Samples from accumulations from suspension predominate in aggregate IV, V and VI. The degrees of stability and domination of large diaspores are low (fig. 22).

The associations distinguished on the basis of quantitative analysis are more useful for palaeogeographical interpretation while those distinguished on the basis of weight analysis display greater, often accidental variability.

CONDITIONS OF DIASPORE OCCURRENCE

The conditions of a taxon occurrence may be determined by comparison of the grain-size of curves all diaspores in a sample to grain-size curves of the particular taxon. A taxon cannot be found in a sample (fig. 23, a1) if the distributions of diaspore size in a sample and diaspores of the taxon do not have common fractions. The conditions for taxon occurrence are when the modal distribution of size diaspore taxon is in line with modal distribution of the whole sample and share of fractions common for both curves will be great (fig. 23, a2).

If the mode of the size distribution of taxon specimens does not coincide with the mode of the whole sample (fig. 23, a3), conditions of occurrence will be less favourable. The degree of diaspore discrimination from a particular size class will depend on the separation of the modes and the proportions of size fractions common for both size distributions. The greater the share of common fractions, the better are conditions for the occurrence of taxon in the sample.

Conditions favourable for occurrence of beech (*Fagus*), proportion of beech in this sample is 19,3 % - are presented on fig. 23b, unfavourable - content 2,1 % - on fig. 23c. The samples were taken in places distant a few meters. Conditions unfavourable for small seeds of raspberry and their small proportion are presented on fig. 23d, favourable conditions for hornbeam and their low proportion - on fig. 23e.

Morphometric data may be used to estimate conditions of occurrence of diaspore taxon in a sample with a given modal value. The width of the whole fruit or seed is greater than the same parameter of specimen from a sediment, as most specimens are usually only fragments of diaspores. This difference is presented in tab. 5.

The variation of conditions of diaspore occurrence from various size classes influences their proportion in samples. This is shown in fig. 24 on the example of five chosen taxa. The proportion of diaspores of a taxon decreases with increasing distance from the central interval ($\Delta Mz = 0$).

The following classification of diaspore occurrence conditions for the classes of displacement ($\Delta M_z = 0$) in 1 phi intervals is suggested:

0 - 1	phi	best
1,1 - 2	phi	good
2,1 - 3	phi	medium
over 3,1	phi	unfavourable

The direction of displacement (towards the smaller or greater diameters) is of no importance, the absolute values are sufficient.

A taxon usually will be not represented in a class higher than 3 phi; its absence is caused by unfavourable conditions of deposition. The occurrence of a taxon in a sample with unfavourable conditions of occurrence means that its content in the material transported by the river is greater than the content in the sample. The lack of a taxon in a sample with the best conditions for it indicates, its absence or very small content in the material transported by the river at the given place.

MODELS OF FORMATIONS SEEDS AND FRUITS ACCUMULATIONS

Models of formation of typical accumulations of carpological material were constructed on the basis of the analyzed material. The figures showing the models (fig. 25, 26) include also averaged histograms of diaspore size distribution and D-C diagram. The size classes use in D-C diagrams are the following:

W - great diaspores	16 - 8	mm
D - large diaspores	8 - 4	mm
S - medium diaspores	4 - 2	mm
N - small diaspores	2 - 1	mm
M - very small diaspores	1 - 0,5	mm

Current accumulations

Seeds and fruits forming the current accumulations are transported in the bottom layer. Their deposition is a single act. Deposited detritus with mineral components is buried with the next lamina of sediment and thus is passes to the taphocoenosis (fig. 25a).

These accumulations are differentiated according to the flow competence so the samples from current sediments appear in different aggregates on dendrogram (fig. 15, 18). The

distinction of particular elements of taphocoenosis in such accumulations is difficult. Specimens subject to the longest transport in bottom zone show traces of rounding.

Microdeltaic accumulations

Microdeltas form in river bed depressions and in barred streams. A conditions suitable for deposition are maintained at various water levels in this sedimentary environment (fig. 25b). Major part of organic material is supplied to microdeltas in the bottom layer. In somecases accumulations of detritus at the toes of a microdelta slopes are due to the presence of currant cell. Bimodal size-distribution is due to variable depositional conditions (sample 17 on fig. 17).

Seeds and fruits from microdeltaic samples are relatively little differentiated, so they stand out in the analysis as associations of nearly homogenous samples (e.g. associations V and VI on fig. 15). Large diaspores in these samples are of high stability classes and the highest domination classes (e.g. association III on fig. 20).

Separation of particular elements of taphocoenosis on the basis of sedimentological data is as difficult as in the accumulations of current sediments.

Accumulations from suspension

Seeds and fruits from these accumulations (fig. 26a) are transported in suspension or float. When the water level falls down they are deposited together with mud. Large diaspores in such sediments are rare or absent, small diaspores have high domination and stability classes (fig. 26a).

Large diaspores come from the nearest surrounding of the site of deposition. In such a case an analysis of morphological and geological situation of the examined location is necessary. It is often possible to determine the source of supply, e.g. from steep valley slope or terrace undercutting. Similar conclusions may be drawn when large diaspores are deposited in organogenic sediments, e. g. peat.

Water-level accumulations

Seeds and fruits may be deposited in water-level accumulations when they are transported in floatational and suspensional layers. Two types of water-level accumulations may be distinguished. The first is made of diaspores which got stuck on obstacles e. g. willow brake or shoal; the second type is made of diaspores thrown onto the banks by wave action (fig. 26b).

Size distribution of specimens from water-level accumulation is characterized by modal class in the interval 1 - 0,5 mm with a clear flattening. Diaspores greater than 4 mm are rare in those accumulations, small diaspores have high domination and stability classes (D5, C5).

The large diaspores in water-level accumulations may come from a short transport. A great number of diaspores of one species may indicate that they come from plants growing along river bed (Pelc 1983).

Deposits of abandoned channels were not studied. In such places organogenic sedimentation is interrupted by deposition of extra-channel muds during high-water stages. Rich associations of diaspores were preserved in such deposits and they are described in palaeobotanical papers (Srodoń 1984).

An analysis of some localities with fossil floras shows the changes the structure of taphocoenoses in abandoned channels caused by inflows (fig. 27)

The association of diaspores in peat are dominated by species of aquatic and marginal aquatic habitats, whos content is from 71 to 95 % (fig. 27). Diaspores of species from land habitats are allochthonous in this sedimentary environment. The possibility of their occurrence in a greater number is marked in the section by changes of sediment. The share proportion of aquatic habitat species in muds is lower, from 3 to 58 %. Sedimentary conditions, rather that changes in the vegetation, are the reason of such changes in the structure of diaspore associations.

Polygenetic associations form when influence of depositional conditions is superposed on the variation of diaspore assemblages in the vertical section of sediments. This makes the stratigraphical and palaeogeographical interpretations more difficult.

CONCLUSIONS

The amount and composition of the diaspore assemblage transported across a particular river profile in a unit of time is unknown. During transport and deposition, the assemblages of seeds and fruits are size-sorted and cosequently, taxon sorted. Specimens from size-class 1 - 0,5 mm dominant among all diaspores in fluvial sediments. This results in underrepresentation of species with large diaspores (mainly

trees and bushes) in fluvial sediments. The influence of sedimentation on taphocoenosis formation consist mainly in size selection.

The grain-size characteristics of seeds and fruits differ from those of mineral components of host sediment due to the smaller density of their material. The relation between the size of sediment components of various density was determined by the use of the displacement index. A comparative analysis of mineral components of sediment and diaspores from the same sample allows to separate that part of seeds and fruits assemblage which was not transported together with mineral components. Such analysis of seeds and fruits allows also to estimate the environment of its deposition.

The comparison of size ditribution of all diaspores in a sample with the size distribution of specimens of a single taxon allows to estimate the conditions of the taxon occurrence in the sample. Thanks to it, this in turn, indicates if the absence of diaspores of a particular taxon is due to the conditions of sedimentation or to the absence in the transported material.

The sedimentological approach to the study of accumulations of seeds and fruits allows to distinguish some elements of carpological taphocoenosis.

1. A proportion of large diaspores, greater than indicated by the displacement index, points to those seeds and fruits in the assemblage which were not transported by the river together with the mineral components. They come from the nearest surroundings of the site of deposition.

2. A proportion of small seeds and fruits, greater than indicated by the displacement index, may be due to the enrichment of diaspore accumulation after their deposition.

3. Traces of rounding are evidence for longe transport.

Lists of determined seeds and fruits were the main source of data for interpretation in most palaeobotanical papers. I am convinced that taking into account the sedimentological aspects of carpological taphocoenose would result in improvement of stratigraphical and palaeogeographical interpretations. So it is important to collect sedimentological data during the field stage of work.

EXPLANATIONS OF FIGURES

1. Formation of carpological taphocoenosis
Ls - forest, Lk - meadow, L - alluvial forest. Other explanations in the text.
2. Macroscopic accumulations of plant detritus
a - sediment, b - detritus with shoots, c - detritus with leaves, d - current. Other explanations in the text.
3. Granulometric features of diaspores from fluvial sediments
A - Size distribution of diaspores, B - mean weight of specimens in size intervals, C - parameters of diaspore size distribution, D - curves of size distribution, I - calculated from the number of specimens, W - calculated from the weight of specimens, Mz - mean diameter, Sigma I - coefficient of sorting, Sk 1 - skewness, KG - flattening.
4. Distribution of diaspore size in selected taxa
I - calculated from the number of specimens, W - calculated from the weight of specimens.
5. Mean quantitative diameter (MzI) and mean specimen weight
Value of correlation coefficient (r) is marked on diagrams.
6. Mean weight diameter (MzW) and mean specimen weight
Value of correlation coefficient (r) is marked on diagrams.
7. Mean diameter of all diaspores in a sample and share of selected taxa
I - calculated from the number of specimens, W - calculated from the weight of specimens. Value of correlation coefficient (r) is marked on diagrams.
8. Relation between the absence of selected taxa and mean diameter of all diaspores
I - calculated from quantity of diaspores frequency, W - calculated from weight of specimens, + - taxon present, - - taxon absent.
9. Share of selected taxa in sediments
W - Wetlina, B - Besko, 1 - mud, 2 - sand, 3 - gravel, 4 - sample number; share of selected taxa: 5 - *Corylus*, 6

- *Fagus*, 7 - *Carpinus*, 8 - *Sambucus*, 9 - *Rubus*, 10 - mean quantitative diameter (MzI), 11 - mean weight diameter (MzW).
10. Histograms of grain-size of mineral and organic components of the Vistula river sediments in Kraków
1, 2 - numbers of samples, SF - seeds and fruits, W - coal, PE - sand, gravel, R - whole sample.
 11. Mineral and organic components of sediments
A - relation between the mean grain diameter (Mz) in a sample and the density of material, B - deviation of diaspore grain-size curve from the grain-size curve of mineral components.
 12. Curves of grain-size distribution of mineral and organic components of the Vistula deposits in Kraków
1 - diaspores, 2 - coal, 3 - sand and gravel.
 13. Displacement index
1 - diaspores, 2 - mineral components.
 14. Size-distribution of diaspores and mineral components
1 - sand, gravel, 2 - seeds, fruit, 3 - diaspore displacement index. Other explanations in the text.
 15. Typology of samples according to the quantitative share of all diaspores in particular size intervals
Origin of accumulations: 1 - current-laid, 2 - microdeltas, 3 - from suspension, 4 - water-level accumulation; sample numbers are marked besides the symbols, dp - taxonomical distance, I-VI - consecutive numbers of distinguished aggregates.
 16. Association structure (diagram D-C) of aggregates distinguished in quantitative analysis
C - *Corylus*, F - *Fagus*, Ca - *Carpinus*, S - *Sambucus*, R - *Rubus*.
 17. Typical histograms of diaspore size distribution in particular aggregates
I - quantitative aggregates, W - weight aggregates. Sample numbers are marked besides the diagrams, I-VI - numbers of distinguished aggregates.
 18. Typology of samples according to the weight share of all diaspores in particular size intervals.
Origin of accumulations: 1 - current-laid, 2 - microdeltas, 3 - from suspension, 4 - water-level accumulation; sample numbers are marked besides the symbols, dp - taxonomical distance, I-VI - consecutive numbers of distinguished aggregates.

19. Typology of samples according to the quantitative share of diaspores of selected taxa
Origin of accumulation: 1 - current-laid, 2 - microdel-tas, 3 - from suspension, 4 - water-level accumulation; sample numbers are marked besides the symbols, dp - taxonomical distance, I-VI - consecutive numbers of distinguished aggregates.
20. Association structure (diagram D-C) of aggregates distinguished in quantitative analysis of selected taxa
C - *Corylus*, F - *Fagus*, Ca - *Carpinus*, S - *Sambucus*, R - *Rubus*.
21. Typology of samples according to the weight share of diaspores of selected taxa in particular size intervals
Origin of accumulation: 1 - current-laid, 2 - microdel-tas, 3 - from suspension, 4 - water-level accumulation; sample numbers are marked besides the symbols, dp - taxonomical distance, I-VI - consecutive numbers of distinguished aggregates.
22. Association structure (diagram D-C) of aggregates distinguished in weight analysis of selected taxa
C - *Corylus*, F - *Fagus*, Ca - *Carpinus*, S - *Sambucus*, R - *Rubus*.
23. Conditions of diaspore occurrence in sample
1 - diaspore size distribution in samples, 2 - diaspore size distribution in taxa, 3 - share of a taxon in a sample. Interval of common fractions is thickened on figs. a2, a3. Other explanations in the text.
24. Dependence of taxon share in a sample on results of subtraction (Mz) between mean diameter of specimens in the whole sample and mean diameter of specimens in the given taxon.
Other explanations in the text.
25. Accumulations of seeds and fruits: a - current-laid, b - microdeltaic.
1 - gravel, 2 - sand, 3 - mud, 4 - detritus with shoots, 5 - detritus with leaves, 6 - seeds and fruits, 7 - current, 8 - water level. Diagram D-C, diaspore size classes: W - great, D - large, S - mean, N - small, M - very small.
26. Accumulations of seeds and fruits: a - from suspension, b - water-level marks
1 - gravel, 2 - sand, 3 - mud, 4 - detritus with shoots, 5 - detritus with leaves, 6 - seeds and fruits, 7 - cur-

rent, 8 - decaying current, 9 - water level. Explanations for diagram D-C as for fig. 25.

27. Simplified carpological profiles of fossil floras: Dębica 2 (after A. Srodoń 1965), Brzezina (after K. Birkenmajer and A. Srodoń 1960).

A - carpological profile, 1 - diaspores of land species, 2 - diaspores of aquatic and marginal-aquatic species, lithology of sediment: 3 - sandy mud, 4 - sandy clay, 5 - peat, 6 - clay sand with pebbles. Position of samples indicated by their numbers.

ISSN 0239-6025

