



Artur Szymczyk

**Relacje między zespołami  
szczątków karpologicznych  
a współczesną roślinnością małych,  
płytkich zbiorników wodnych**

**Reprezentacja współczesnej roślinności  
i rozmieszczenie makroszczątków  
w osadach wybranych zbiorników Wyżyny Śląskiej**



WYDAWNICTWO  
UNIwersytetu Śląskiego  
KATOWICE 2015

**Relacje między zespołami  
szczątków karpologicznych  
a współczesną roślinnością małych,  
płytkich zbiorników wodnych**

**Reprezentacja współczesnej roślinności  
i rozmieszczenie makroszczątków  
w osadach wybranych zbiorników Wyżyny Śląskiej**



NR 3282

**Artur Szymczyk**

**Relacje między zespołami  
szczątków karpologicznych  
a współczesną roślinnością małych,  
płytkich zbiorników wodnych**

**Reprezentacja współczesnej roślinności  
i rozmieszczenie makroszczątków  
w osadach wybranych zbiorników Wyżyny Śląskiej**

Redaktor serii: Nauki o Ziemi  
Mariusz Rzętała

Recenzent  
Krystyna Milecka

## Spis treści

1. Wprowadzenie . . . . .	7
1.1. Zarys problemu badawczego . . . . .	7
1.2. Zakres i cel badań . . . . .	8
2. Obszar badań . . . . .	11
2.1. Dobór zbiorników do badań . . . . .	11
2.2. Charakterystyka badanych zbiorników . . . . .	12
2.2.1. Zespół zbiorników w nieckach osiadania (Z I, Z II, Z III) . . . . .	12
2.2.2. Zbiornik Glinianka Piekary . . . . .	17
3. Metodyka badań . . . . .	19
3.1. Badania flory i roślinności w latach 2007—2009 . . . . .	19
3.2. Pobór próbek osadów i analiza makroszczątków . . . . .	20
3.3. Analiza relacji między współczesną roślinnością a zespołami makroszczątków . . . . .	21
4. Wyniki badań . . . . .	23
4.1. Flora i roślinność w latach 2007—2009 . . . . .	23
4.2. Zespoły szczątków karpologicznych . . . . .	32
5. Uwarunkowania rozmieszczenia szczątków karpologicznych w osadach jeziornych w świetle dotychczasowych badań . . . . .	45
6. Relacje między rozmieszczeniem szczątków karpologicznych w osadach a współczesną roślinnością . . . . .	53
6.1. Ogólne tendencje w rozmieszczeniu szczątków karpologicznych . . . . .	53
6.2. Rozmieszczenie szczątków karpologicznych roślin szuwarowych i związanych z pasem szuwarów . . . . .	55
6.3. Rozmieszczenie szczątków karpologicznych ramienic oraz roślin zanurzonych i o liściach pływających . . . . .	68
6.4. Rozmieszczenie szczątków karpologicznych drzew i krzewów . . . . .	75
6.5. Rozmieszczenie szczątków karpologicznych roślin siedlisk terestrycznych . . . . .	79
7. Uwarunkowania reprezentacji współczesnej roślinności w zespołach szczątków karpologicznych w świetle dotychczasowych badań. . . . .	85
8. Reprezentacja współczesnej roślinności w zespołach szczątków karpologicznych . . . . .	89
8.1. Reprezentacja grup ekologicznych roślin . . . . .	89

8.2. Reprezentacja roślin szuwarowych i związanych ze zbiorowiskami szuwarów . . . . .	95
8.3. Reprezentacja ramienic oraz roślin zanurzonych i o liściach pływających . . . . .	106
8.4. Reprezentacja drzew i krzewów . . . . .	112
8.5. Reprezentacja roślin siedlisk terestrycznych . . . . .	114
9. Podsumowanie i wnioski . . . . .	119
Literatura . . . . .	125
Schematy rozmieszczenia roślinności macierzystej i szczątków karpologicznych . . . . .	137
Summary . . . . .	165
Zusammenfassung . . . . .	171

# 1. Wprowadzenie

## 1.1. Zarys problemu badawczego

Roślinność zasiedlająca zbiornik wodny i jego bezpośrednie otoczenie ma decydujący wpływ na funkcjonowanie całego hydrogenicznego ekosystemu. Rośliny stanowią siedlisko, są głównym źródłem materii organicznej, kotwiczą osady i wpływają na skład chemiczny wody (BARKO i JAMES, 1998; SCHEFFER, 1998; ROONEY i KALFF, 2000; WETZEL, 2001). Jednocześnie takie parametry, jak rozmieszczenie i skład gatunkowy funkcjonujących w jeziorach fitocenoz, dobrze odzwierciedlają warunki siedliskowe panujące w zbiorniku i jego bezpośrednim otoczeniu. Dzięki tej zależności makroszczałki roślinne, w tym głównie dobrze zachowujące się w osadach jeziornych szczątki karpologiczne, które jak pokazują niektóre badania (np. BURROWS, 1980; COLLINSON, 1983; THOMASSON, 1991; SIMS i CASSARA, 2009) nieraz lepiej niż szczątki wegetatywne odzwierciedlają lokalną vegetację, powszechnie wykorzystuje się do odtwarzania przemian zachodzących w fitocenozach (SAYER i in., 1999; 2010a, b; BIRKS, 2000; ODGAARD i RASMUSSEN, 2001; LAMENTOWICZ i MILECKA, 2004; MILECKA, 2005; HRYNOWIECKA i SZYMCZYK, 2011) i w środowisku. Ich analizy służą między innymi do rekonstrukcji zmian temperatury (KOLSTRUP, 1979; ISARIN i BOHNCKE, 1999), trofii (JACKSON i CHARLES, 1987; SCHEFFER i in., 1993) czy poziomu jezior w przeszłości (DIGERFELDT, 1986; HANNON i GAILLARD, 1997; YANSA i BASINGER, 1999; SCHUBERT, 2003; DIEFFENBACHER-KRALL i NURSE, 2005; KOFF i in., 2005; VÄLIRANTA, 2006). Duży potencjał interpretacyjny makroszczałków roślinnych (BIRKS, 1980; 2003; MANNION, 1986; WASYLIKOWA, 1986; DIEFFENBACHER-KRALL, 2007; KOWALEWSKI, 2007), wykorzystywanych także do analizy wpływu człowieka na środowisko (RASMUSSEN i ANDERSON, 2005), powoduje, że ich badania stanowią cenne dla rekonstrukcji paleobotanicznych źródło danych uzupełniające analizy palinologiczne (BIRKS i BIRKS, 2000; TOBOLSKI, 2000; BIRKS, 2003; 2007; ŻUREK, 2010). W odróżnieniu od pyłków, makroszczałki mogą być częściej identyfikowane na poziomie gatunku (BIRKS, 1980; BIRKS, 2007) i w jezioro-



racz zwykle odzwierciedlają lokalną vegetację (BIRKS, 1980; TOBOLSKI, 2000). W wielu wypadkach pozwala to na uzyskanie pełniejszego spektrum gatunkowego lokalnej flory niż w przypadku zastosowania samej analizy palinologicznej. W konsekwencji korzystanie w rekonstrukcji paleośrodowiska z większej liczby gatunków potencjalnie umożliwi analizę większej liczby parametrów środowiska i dodatkowo pozwala na precyzyjniejsze ich rozpoznawanie.

Wykorzystujące makroszczałki roślinne metody rekonstrukcji składu gatunkowego, metody rozmieszczenia przestrzennego funkcjonujących w przeszłości fitocenoz, a także próby wskazania gatunków dominujących opierają się na wiedzy o złożonych relacjach między zgrupowaniami makrofosyliów a współczesną roślinnością (BIRKS, 2001; DIEFFENBACHER-KRALL, 2007), które decydują o rozmieszczeniu w osadach i liczebności szczątków poszczególnych gatunków. Pogłębianie tej wiedzy pozwala precyzować i poszerzać interpretację zapisów uzyskanych podczas analiz makroszczałkowych (ZHAO i in., 2006; DIEFFENBACHER-KRALL, 2007) i jest możliwe dzięki badaniom próbek powierzchniowych osadów (DIEFFENBACHER-KRALL, 2007). Dotychczasowe badania z zakresu tafonomii makroszczałków roślinnych, koncentrujące się na wyjaśnieniu reprezentacji i rozmieszczenia w osadach szczątków taksonów lądowych (DUNWIDDIE, 1987; WAINMAN i MATHEWES, 1990) i wodnych (BIRKS, 1973; DAVIS, 1985; DIEFFENBACHER-KRALL, HALTEMAN, 2000; ZHAO i in., 2006; KOFF i VANDEL, 2008; SZYMCZYK, 2010; 2012), sugerują, że zgrupowania makroszczałków generalnie stanowią dobre odzwierciedlenie struktury współczesnej roślinności. W niektórych wypadkach umożliwiają określenie gatunków dominujących, chociaż zwykle nie dają pełnego obrazu zróżnicowania gatunkowego dawnych fitocenoz (DIEFFENBACHER-KRALL, 2007). Informacje uzyskane dzięki badaniom powierzchniowych próbek osadów pozwalają także na odpowiednie do podjętego zagadnienia planowanie badań paleolimnologicznych. Umożliwiają również między innymi dobór odpowiedniego jeziora, najlepszego miejsca poboru prób i oszacowania ich koniecznej do badań liczby (DIEFFENBACHER-KRALL, 2007).

## 1.2. Zakres i cel badań

Do najistotniejszych problemów badań relacji między zgrupowaniami makrofosyliów a współczesną roślinnością należy duża zmienność przestrzenna w rozmieszczeniu makroszczałków, w tym szczątków karpologicznych roślin w osadach (BIRKS, 1973; DAVIS, 1985; HILL i GIBSON, 1986; DIEFFENBACHER-KRALL, 2007). Sprawia ona, że ich zespoły w obrębie misy mogą zasadniczo różnić się zarówno pod względem liczebności, jak i składu gatunkowego (TOBOLSKI, 2000; DIEFFENBACHER-KRALL i HALTEMAN, 2000; PRESTHUS-HEGGEN i in., 2012). Jedną z najważniejszych przyczyn tej zmienności jest segregacja diaspor, zachodząca podczas przemieszczania nasion i owoców do miejsca ich

depozycji (GRIME i in., 1989). Wynika ona przede wszystkim ze zróżnicowanej budowy diaspor oraz związanych z nią różnorodnych, preferowanych przez nie form transportu. Dlatego też, oprócz procesów wpływających na zachowanie nasion i owoców w osadach, bardzo istotne z punktu widzenia badań szczątków karpologicznych, właściwej interpretacji analiz i doboru miejsca poboru próby osadów jest pogłębianie wiedzy o roli strategii rozsiewania diaspor oraz o wpływie różnych cech ekosystemów jeziornych, które ostatecznie decydują o miejscu ich depozycji i liczebności. Zaliczyć można do nich między innymi: wielkość misy, głębokość, zróżnicowanie linii brzegowej, nachylenie stoków czy też stopień rozwoju i rozmieszczenie roślinności oraz obecność zwierząt. Cechy te różnią się w poszczególnych zbiornikach, ale także ewoluują wraz z całym ekosystemem jeziornym i niejednokrotnie stają się w ogólnym zarysie wspólne i charakterystyczne dla poszczególnych etapów rozwoju jezior.

Większość prac podejmujących zagadnienia relacji między zespołami makroszczałków a współczesną roślinnością wykonywana była w stosunkowo niewielkich, dość płytkich jeziorach (BIRKS i in., 1973; ZHAO i in., 2006) lub w jeziorach większych i głębszych (WARNER i BARNETT, 1986; DIEFFENBACHER-KRALL i NURSE, 2005; KOFF i VANDEL, 2008; PRESTHUS-HEGGEN i in., 2012). R. HALL i in. (2004) analizowali także zespoły makroszczałków we współczesnych osadach płytkich zalewisk w deltach rzek. W porównaniu z poprzednimi badaniami, przedstawione wyniki dotyczą relacji zachodzących w znacznie płytszych zbiornikach, których głębokość poza niewielkimi zagłębieniami nie przekracza 1,5 m, charakteryzujących się dobrze rozwiniętą roślinnością szuwarową i wodną. Badania w takich zbiornikach zostały zapoczątkowane przez autora w niewielkim obiekcie w Sławkowie (SZYMCZYK, 2010). Cechy badanych zbiorników, takie jak: silne wypłylenie, złagodzona rzeźba dna i silny rozwój roślinności, są charakterystyczne dla terminalnych stadiów rozwoju jezior, a w niektórych przypadkach również dla początkowych etapów ich funkcjonowania. Dlatego też obserwowane w nich zależności między roślinnością a zespołami szczątków karpologicznych mogą być reprezentatywne przede wszystkim dla dawnych zbiorników będących w ostatniej fazie rozwoju, ale także dla niektórych jezior w początkowym etapie funkcjonowania. Badania, których rezultaty zaprezentowano w niniejszej pracy, przeprowadzono w czterech zbiornikach: trzech niewielkich, bardzo płytkich, położonych w nieckach osiadania, i dla porównania w jednym większym, głębszym powstałym w wyrobisku po eksploatacji gliny. Niniejsze badania, w przeciwieństwie do dotychczasowych, koncentrujących się na reprezentacji wybranych grup roślin, objęły analizę całej flory występującej współcześnie w zbiornikach i w odległości do 100 m od nich. Zwrócono również uwagę na udział w zespołach szczątków karpologicznych gatunków związanych z uprawami i siedliskami ruderalnymi, z reguły pomijanych w dotychczasowych pracach, których obecność może nieść istotne informacje o działalności człowieka w sąsiedztwie dawnych zbiorników, i próbowano go wyjaśnić.

Mając świadomość występowania wielu czynników wpływających na reprezentację i rozmieszczenie szczątków karpologicznych w osadach, realizując

niniejsze badania, za główny cel postawiono sobie ustalenie, w jakim stopniu zespoły makroszczątków karpologicznych zachowane w stropowej warstwie osadów odzwierciedlają współczesną vegetację, oraz jakie czynniki mają decydujący wpływ na formowanie się tafocenoz. Sformułowano także następujące cele pomocnicze: (1) Sprawdzenie, czy antropogeniczne zbiorniki wodne mogą stanowić modelowe obiekty do badań procesów formowania się tafocenoz makroszczątków roślinnych. (2) Dokonanie oceny, w jakim stopniu skład gatunkowy zespołów szczątków karpologicznych odzwierciedla skład gatunkowy współczesnej roślinności. (3) Dokonanie oceny, czy liczebność odnajdowanych w próbach osadów diaspor poszczególnych gatunków odzwierciedla proporcje w ich liczebności/pokryciu we współczesnych fitocenozach, lub przynajmniej czy liczebność diaspor odzwierciedla dominację określonych gatunków w poszczególnych grupach. (4) Rozpoznanie kluczowych czynników decydujących o rozmieszczeniu i liczebności szczątków karpologicznych w małych i płytkich zbiornikach wodnych. (5) Rozpoznanie nowych i weryfikacja już sygnalizowanych w literaturze, a pomocnych w interpretacji paleolimnologicznej zależności między współczesnymi fitocenozami a rozmieszczeniem i liczebnością szczątków karpologicznych.

*Chcę wyrazić podziękowania wszystkim, którzy przyczynili się do powstania niniejszej publikacji, inspirując mnie, dzieląc się swoją wiedzą, wspierając na etapie organizacji i wykonania badań oraz przygotowywania pracy do druku. Byli to między innymi (w kolejności alfabetycznej): prof. dr hab. Andrzej Czyłok, dr hab. Małgorzata Nita, mgr Włodzimierz Pawełczyk, prof. dr hab. Oimahmad Rahmonov, dr Renata Stachowicz-Rybka, prof. dr hab. Kazimierz Tobolski, prof. dr hab. Ewa Zastawniak-Birkenmajer i prof. dr hab. Sławomir Żurek.*

*Szczególne podziękowania winien jestem Pani prof. dr hab. Krystynie Mileckiej za podjęcie trudu recenzji, a przede wszystkim za cenne uwagi, dzięki którym monografia przybrała ostateczny kształt.*

*Podziękować chciałem również Żonie i Rodzinie za pomoc, wyrozumiałość i wsparcie okazane mi na wszystkich etapach realizacji badań.*

Artur Szymczyk

## Relations between assemblages of carpological remains and contemporary vegetation of small, shallow water reservoirs

Representation of contemporary vegetation and distribution of macroremains  
in the sediments of chosen reservoirs on the Silesian Uplands

### Summary

The work presents the results of research on the relations between assemblages of carpological remains and contemporary vegetation in four small water reservoirs. The main aim of the conducted research was to determine to what extent the assemblages of carpological remains preserved in the top layer of bottom sediment of the presently growing vegetation and which factors have crucial influence on the formation of taphocenoses. The author has been trying to answer the following questions: 1. Can the anthropogenic water reservoirs constitute model objects for the examination of the processes that result in the formation of floral taphocenoses of macroremains? 2. To what extent does the species composition of assemblages of carpological remains reflect the species composition of the presently growing vegetation? 3. Does the amount of diaspores of particular species found in sediment specimens reflect the ratio of their amount/overlay in the contemporary phytocoenoses or, at least does the number of diaspores reflect the domination of particular species in individual groups? 4. Which factors determine the arrangement and number of carpological remains in small and shallow water reservoirs?

The research was conducted in the years 2007—2009. Contrary to the former works focusing on the representation of the selected vegetation groups, this research has comprised the analysis of the whole flora growing presently in the reservoirs and in the 100-meter distance from them. The species composition of that vegetation was examined with the use of transect method, which consists in making a floristic list each year in mid July. Simultaneously, the evaluation of the general number of species in the reservoir was made. For that purpose a five-stage DAFOR scale of frequency was applied. In 2009, in the designated checkpoints, with the use of Braun-Blanquet scale, the evaluation of the proportional overlay of the particular water vegetation species was made. In mid July 2009, the general number of 150 specimens from the top sediment layer (2 cm) was drawn with the use of probes. The capacity of samples used in the macroremains analysis was of 100 cm<sup>3</sup>. In order to indicate the points of statistically significant concentration of macroremains the K. Doi method was applied, which allowed for designating the dominating elements. To determine relations between the number of species to be presently found and their representations in the assemblages of macroremains, for each group of vegetation the percentage of the contemporary group of species represented in these assemblages was calculated. For the species composition of the assemblages of macroremains and the

contemporary phytocoenoses in the analysed reservoirs the Sørensen similarity index was also calculated.

The conducted research has illustrated a great utility of anthropogenic water reservoirs located in the sedimentation basins and pits created after the extraction of clay, as objects usable for conducting research on the dependencies between vegetation that may be presently found and the carpological taphocenoses of floral vestiges that are being formed. It has turned out that these reservoirs may function as model objects to observe the processes of formation of taphocenoses in reservoirs which are either in the terminal stages of their development or at the earlier stages of evolution.

It has been shown that in both small and highly aggraded reservoirs, the key factors determining the distribution of carpological remains of particular species within a basin include: the capacities of diaspores to float upon the water surface, the method of dissemination, the size of diaspores, their shapes and composition, especially the occurrence of various types of „protuberances” such as thorns or hooks, dispersion of bulrush and water vegetation and the extent of bottom overgrowth, the shape of the reservoir basin, presence of animals, including especially fish and birds, as well as the characteristics of ecosystem which may influence the emergence of phenomena facilitating transport or re-deposition of remains, including, algal mats.

The results have shown the general tendency for the concentration of carpological remains in the area where they contact with the strip of rush vegetation. In all the reservoirs the samples collected in the coastal line were characterized by higher frequency of occurrence of vestiges and bigger variety of species than the samples collected from the central parts of the basin.

The analysis of distribution of carpological remains of particular ecological groups has proven that in case of reed bed plants and species associated with rush vegetation, most of the diaspores (53.1—59.5%) were deposited in the coastal samples. A similar situation could be observed in case of trees and bushes from among which, in three examined reservoirs, the percentage of carpological remains found in the samples from the coastal line was 60—71%. Only in one reservoir most of the diaspores were deposited in the central part of the basin, which should be connected with them being seized by the plant shoots, the sprouts of which were reaching the water surface. In case of aquatic plants the distribution of carpological remains in the samples was different than in case of rush vegetation. In three examined reservoirs most of their diaspores (56.4—83.7%) were found in the samples from the central part of the basin. Only in one reservoir, most of the diaspores (64.7%) of aquatic species came from the coastal samples. It was caused by the concentration of *Batrachium circinatum* patches widely represented in the assemblages of macroremains in gulfs in which the samples were collected. The arrangement of carpological remains of terrestrial plants in the reservoir sediments was versatile and it was dependent mainly on the diaspores capacity to float upon the water surface and the method of their transportation to the basin. The floating diaspores of wind-dispersed species were usually deposited by the coast, whereas these of zoochoric species — randomly near the places where they had been dragged by birds.

In all the reservoirs the biggest number of assemblages of macroremains was derived from gulfs located among the rush vegetation and shoals often overgrown with patches of *Eleocharis palustris*. In the shallow parts of the basins, there were also numerous assemblages of macroremains from the samples found in the small bottom depressions and in the direct neighbourhood of the thick shoots of immersed plants, which constituted a barrier for transportation of diaspores over the bottom that resulted from micro-currents caused by the peep of birds and fish.

The concentration of carpological remains of some species may be caused by the whole „batches” of seeds or fruit getting into the reservoir, which develop due to dipping (*Typha* sp.), agglutination with cobweb (*Epilobium* sp., *Sparganium erectum*), fastening of fruits (*Eleocharis palustris*) or burying of the whole fructification (*Phragmites australis*).

The most important aspects of distribution of carpological remains within the basins of reservoirs appeared to be the differences in size, depth, bottom and coast shape and, most importantly, differences in the level of plant overgrowth.

In small shallow reservoirs in terminal stage of development, the influence of vegetation on the dispersion of floating diaspores is especially important, as the strong development of flora is characteristic for them. Rush vegetation, surfacing shoots of water plants and nymphet leaves, seize the floating seeds and fruit and limit their migration. It causes concentration of diaspores on the edges and within the patches of plants, also in the central parts of the basin, making their arrangement more regular. From the perspective of paleolimnological research, the insufficient number of samples collected from the basin of similar reservoirs may diminish probability of discovering species the range of which is limited by the reservoirs confines. Simultaneously, however, due to the limitation of diaspores migration, their localisation may reflect the location of patches of the parent vegetation better.

The capacity for dispersion of the diaspores on a bigger area, characteristic for species the seeds and fruit of which are drifted by water, carried by the wind or by birds, makes them easy to be sized, even with the smaller number of sediment samples collected. In small overgrown reservoirs, the species characterised by anemochorous ways of dispersion may be seen especially often, as they were found in over 50% of the analysed samples.

A considerable participation of diaspores adapted to the long drifting upon the water surface, comparable to that of coastal samples, including: fruit *Carex* sp., fruit and fruit scales *Betula* sp. or seeds *Alisma plantago-aquatica*, noted in samples derived from the central parts of the reservoir basin, may confirm the thesis about the small depth of the reservoir.

The analysis of the distribution of reed bed plants and aquatic species of carpological remains in the top layers of sediments in the examined reservoirs has shown that diaspores of such plants as: *Ceratophyllum submersum*, *Najas marina*, *Zannichellia palustris*, *Scutellaria galericulata*, *Bidens tripartita*, *Lythrum salicaria*, *Scirpus sylvaticus*, *Scutellaria galericulata*, were concentrated upon a smaller area and they indicated the position of the parent vegetation most accurately. The fruit and seeds of such species as: *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *P. lucens*, *Eleocharis palustris*, *Mentha aquatica* and *Schoenoplectus tabernaemontani*, were usually subjected to bigger dispersion and were found in a larger distance from parent plants. In these cases, the location of patches of parent vegetation was indicated by the statistically significant concentration of carpological remains rather than single seeds or fruit. The places where the *Chara* sp. algae occur presently were indicated only by the much higher concentration of oospores, which in the examined reservoirs was equal to over 100 oospores per 100 cm<sup>3</sup> of sediment.

The representation of the particular species in the assemblages of macroremains is dependent primarily on the amount of parent vegetation, the number of diaspores produced by it, durability of diaspores and the ways of their distribution. The research has proven that the number of diaspores found in the sediments does not reflect precisely the quantity relations among the parent vegetation, however, it aptly reflects the species composition of the parent phytocenoses.

The average frequency of carpological remains presence in samples derived from small shallow reservoirs was higher than in a bigger and deeper reservoir. The level of representation in the assemblages of macroremains, in turn, was diversified both in terms of the

particular ecological groups of plants and in terms of the general amount of vegetation which presently occurs in the reservoirs or their neighbourhood. For all the flora which occurs within the distance of 100 meters from the reservoir, the level of representation was at most 43.5%. The obtained results have shown that there is no direct connection between the size and depth of the reservoir and the level of representation of vegetation in the assemblages of macroremains.

In general, the groups of plants that were dominating, depending on a reservoir, were the plants connected with lines of rush vegetation (max. 78.8%) or aquatic plants (max. 76.9%). The least represented were the trees and bushes (max. 28.6%) and the plants from the terrestrial habitats (max. 28.9%). The representation of plants connected with terrestrial habitats was dependent on the distance in which the parent vegetation was growing, and on the presence of rush vegetation line which functioned as a filter seizing the seeds which might get to the reservoir together with the runoff. A group of species growing within the area of the reservoir basin was most widely represented, whereas the group of species which were located beyond the basin was poorly represented — exclusively by the diaspores of anemochorous and zoochorous species. Despite quite a poor representation of terrestrial plants, it should be admitted that their presence was a good indicator of the occurrence of terrestrial habitats, including the ruderal ones observed within the distance of 100 m from the basin of landlocked reservoirs.

In each of the examined reservoirs a single sample of the most diversified composition of species of the assemblages of macroremains has been located near the coast. Analogically to the general number of samples, in a single sample with the maximum number of species, the groups of aquatic plants (max. 50%) and reed bed plants (max. 51.5%) were most widely represented. The trees and bushes (max. 21.4%) as well as terrestrial plants (max. 11.3%) had the smallest representation. In case of all the groups of plants in the examined reservoirs, the percentage of species represented in a single sample was much lower than in the general number of the samples. This research also shows that in small reservoirs, multiplying the number of cores may result in discovering of even 20% more species.

The role played in the development of contemporary phytocenoses was best reflected by their share in the assemblages of macroremains diaspores of such species as: *Bulboschoenus maritimus*, *Carex* sp., *Lysimachia vulgaris*, *Najas marina*, *Pericaria amphibia*, *Sparganium erectum*, *Rumex crispus* and *Zannichellia palustris*. However, the species composition of *Carex* sp. carpological remains in assemblages of macroremains derived from beyond the sphere overgrown by bulrush reflects the contribution of particular species only to the construction of the inside line of rush vegetation that touches the open water surface. The number of carpological remains such as: *Bidens tripartita*, *Glyceria maxima*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha* sp., *Myriophyllum spicatum*, *Rorippa palustris*, *Rumex hydrolapathum*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Scutellaria galericulata*, *Stellaria media*, *Pericaria amphibia*, *Rumex hydrolapathum*, *Sonchus* sp. and species of the genus *Potamogeton*, corresponded quite well to the representation in the contemporary phytocenoses. Less widely represented were: *Ceratophyllum submersum*, *Eupatorium cannabinum*, *Epilobium* sp., *Lemna* sp., *Salix* sp. and *Populus* sp., whereas *Alisma plantago-aquatica*, *Batrachium* sp., *Betula* sp., *Chara* sp., *Chenopodium rubrum*, *Eleocharis palustris*, *Juncus* sp., *Polygonum lapathifolium*, *Ranunculus sceleratus*, *Ranunculus* sp., and *Stellaria uliginosa* were usually over-represented in small reservoirs, while in a bigger and deeper reservoir, the number of their diaspores reflected their participation in the contemporary phytocenoses better. In case of the wind-dispersed species of the genus *Cirsium*, a huge area of open water constituted a trap seizing more of the diaspores carried by the wind, which resulted in them being over-represented in the big reservoir.

The research has also shown that explaining the role of *Typha* sp. in the creation of former phytocenoses requires making palynological analyses and analyses of vegetative remains, while in case of *Phragmites australis* and the species of the genus *Ceratophyllum* — analysis of vegetative remains.

The results of the study have confirmed that the carpological remains of plants constitute a very important source of paleolimnological information. In general, they aptly reflect the local vegetation and, in some cases, they may serve to determine the dominant taxons in the past. Simultaneously, however, they suggest that because of the influence of many factors, different for different species, which on the one hand is exerted on the production of diaspores and, on the other hand, on their transport and fossilization, frequently even the analysis of many samples may not be sufficient to determine the species composition of parent phytocenoses precisely and thus it may provide limited possibilities for estimating the quantitative ratio. Hence, to obtain the possibly complete picture of the former phytocenoses, the analyses of carpological remains should be completed with palynological analyses and with the marking of the preserved vegetative remains.



Artur Szymczyk

## Die Wechselbeziehungen zwischen den karpologischen Reliktengruppen und der heutigen Wasserpflanzenwelt der kleinen flachen Gewässer

Die Vertretung der heutigen Flora und Verteilung von Makrorelikten  
in Sedimenten mancher Gewässer der Schlesischen Hochebene

### Zusammenfassung

Die Monografie präsentiert Ergebnisse der Forschungen über die Wechselbeziehungen zwischen den karpologischen Überresten und heutiger Pflanzenwelt in vier kleinen Gewässern. Das Hauptziel der Forschungen war es zu ergründen, inwieweit die in der Deckschicht des Bodensatzes fossil erhaltenen Gruppen der Makrorelikte die heutige Vegetation widerspiegeln und welche Faktoren für Entstehung einer Taphozönose ausschlaggebend waren. Man bemühte sich, folgende Fragen zu beantworten: 1. Können anthropogene Gewässer zum Modellobjekt der Forschungen über die Formung von Taphozönosen der Pflanzenmakrorelikte werden? 2. In welchem Maße spiegelt die Artenzusammensetzung der karpologischen Reliktgemeinschaften die Artenzusammensetzung der heutigen Flora wider? 3. Spiegelt die Anzahl der in Sedimentproben gefundenen Diasporen von den einzelnen Pflanzenarten deren Anzahl in heutigen Phytozönosen, oder mindestens die Dominanz von bestimmten Arten in den einzelnen Gruppen wider? 4. Welche Faktoren entscheiden über Verteilung und Anzahl der karpologischen Relikte in kleinen und flachen Gewässern?

Die Forschungen fanden in den Jahren 2007—2009 statt. Im Unterschied zu bisherigen Arbeiten, die auf eine Vertretung von ausgewählten Pflanzengruppen konzentriert waren, umfassten sie die Analyse der ganzen, in heutigen Gewässern und in einer Entfernung von 100 Metern vorkommenden Flora. Die Pflanzenartenzusammensetzung wurde mittels einer Transektkartierung während der Mitte Juli jedes Jahres gemachten Florainventur untersucht. Zusammen mit der Pflanzeninventur wurde die Gesamtzahl der Pflanzenarten in den Gewässern eingeschätzt. Dazu bediente man sich fünfstufiger Häufigkeitsskala DAFOR. Im Jahre 2009 in abgesteckten Kontrollpunkten beurteilte man mittels der Brauna-Blanquet-Skala die Prozentüberdeckung der einzelnen Wasserpflanzenarten. Mitte August wurden mit Hilfe der Prüfgeräte insgesamt 150 Proben der Bodensatzdeckschicht (2 cm) entnommen. Das Volumen der für Makroreliktanalyse bestimmten Proben betrug 100 cm<sup>3</sup>. Zur Absteckung der Punkte mit statistisch relevanter Konzentration der Makrorelikte verwendete man die K. Doi-Methode zur Bestimmung der dominanten Merkmale. Um die Wechselbeziehungen zwischen der Anzahl der heute vorkommenden Pflanzenarten und deren Vertretung in Makrorelikten bestimmen zu können, berechnete man den Prozenteinsatz der heute auftretenden und in Makroreliktengruppen vertretenen Arten. Für die Artenzusammensetzung der Makroreliktengruppen und gegenwärtiger Phytozönosen in zu untersuchenden Gewässern wurde auch der Sørensen-Ähnlichkeitsfaktor berechnet.

Durchgeführte Forschungen haben bewiesen, dass die in Senkungsbecken und Abbauräumen nach Lehmgewinnung gelegenen anthropogenen Gewässer als Objekte zur Erforschung der Wechselbeziehungen zwischen der heutigen Pflanzenwelt und den Taphozöosen der karpologischen Pflanzenüberreste ausgenutzt werden können. Es hat sich erwiesen, dass diese Gewässer als Modellobjekte zur Beobachtung der Formungsprozesse von Taphozöosen sowohl in den Gewässern im terminalen Entwicklungsstadium, als auch in den in früheren Evolutionsstadien gelten können.

Es wurde festgestellt, dass sowohl in kleinen, stark verflachten, als auch in größeren, tiefen Gewässern die Verteilung von karpologischen Relikten der einzelnen Pflanzenarten im Bereich des Beckens von solchen Faktoren abhängt: die Fähigkeit der Diasporen, an der Wasseroberfläche zu schwimmen, Ausbreitungsmechanismen, Diasporengröße, deren Form und Aufbau und besonders das Vorkommen von verschiedenerlei „Fortsätzen“ in Form von Stacheln oder Hacken, Verteilung der Schilf- u. Wasserpflanzen, Bewachungsgrad des Bodens, Struktur des Beckens, Präsenz von Tieren (darunter v.a. Vögel und Fischen) und die Eigenschaften des Ökosystems, die die Entstehung von den, den Transport oder die Redeposition der Relikte begünstigenden Erscheinungen (z.B.: Algenmatten) beeinflussen können.

Die Forschungsergebnisse zeugen davon, dass sich karpologische Makrorelikte vor allem in der Berührungszone mit dem Schilfstreifen konzentrieren. Die in der Uferzone aller zu untersuchenden Gewässer entnommenen Proben enthielten mehrere Relikte mit mehreren artspezifischen Merkmalen als die aus zentralen Beckenteilen gewonnenen Proben.

Nach der Analyse der Verteilung von karpologischen Relikten der einzelnen ökologischen Gruppen stellte man fest, dass die meisten Diasporen der Schilfpflanzen und der mit dem Schilfstreifen verbundenen Pflanzen (53,1—59,5%) in Uferproben deponiert waren. Ebenso war es bei Bäumen und Sträuchern: der Prozentsatz der in der Uferzone gefundenen karpologischen Relikte betrug in den drei untersuchten Gewässern 60—71%. Nur in einem Gewässer waren die meisten Diasporen in zentralen Beckenteilen deponiert, was dadurch bedingt ist, dass sie von den Anhäufungen der Pflanzen abgefangen wurden, deren Triebe bis zur Wasseroberfläche reichten. Bei Wasserpflanzen waren karpologische Relikte anders als bei Schilfpflanzen verteilt. Deren meisten Diasporen (56,4—83,7%) wurden in den drei zu untersuchenden Gewässern in den aus zentralen Beckenteil gewonnenen Proben gefunden. Nur in einem Gewässer stammten die meisten Diasporen (64,7%) der Wasserpflanzenarten aus Uferproben. Die Ursache dafür war die Konzentration der in Makroreliktengruppen stark repräsentierten Pflanzenanhäufungen von *Batrachium circinatum* in den kleinen Buchten, in denen Proben entnommen wurden. Die Verteilung von karpologischen Relikten der terrestrischen (oberirdischen) Pflanzen in Sedimenten war differenziert und hing vorwiegend von der Fähigkeit der Diasporen, an der Wasseroberfläche zu schwimmen und von deren Beförderungsart ins Becken ab. Die an der Wasseroberfläche schwimmenden Diasporen der durch Wind verbreiteten Pflanzenarten waren meistens am Ufer deponiert, während die Diasporen der zoochorischen Arten nahe der Stellen gefunden waren, wo sie durch Vögel verschleppt wurden.

In allen Gewässern gab es die größte Menge von den Makroreliktengruppen, die aus den inmitten von Schilfen und Untiefen gelegenen kleinen Buchten stammten und oft mit *Eleocharis palustris* (gewöhnliche Sumpfbirse) bewachsen waren. In flachen Beckenschichten gab es auch große Menge der Makroreliktengruppen, die in kleinen Bodensenkungen und in unmittelbarer Nähe von dichten Anhäufungen der submers wachsenden Wasserpflanzen lokalisiert wurden. Diese Pflanzen verhinderten die Verlagerung von Diasporen auf dem Boden infolge der von fressenden Vögeln oder Fischen hervorgerufenen Mikroströmungen.

Die Konzentration der karpologischen Relikte von manchen Gattungen kann dadurch verursacht werden, dass in das Gewässer Samen oder Früchte in ganzen „Paketen“ gelan-

gen, die infolge der Wässerung (*Typha*), des Zusammenklebens mit Spinnennetz (*Epilobium* sp., *Spartanium erectum*), des Fruchtzusammenheftens (*Eleocharis palustris*) oder des Vergrabens von ganzen Fruchtständen (*Phragmites australis*) gebildet werden.

Den größten Einfluss auf die Verteilung der karpologischen Relikte im Bereich des Beckens hatten Unterschiede hinsichtlich der Größe, der Tiefe, der Boden- und Uferstruktur und vor allem des Pflanzenbewachungsgrades.

In den sich im terminalen Entwicklungsstadium befindenden kleinen, flachen Gewässern beeinflussen die Pflanzen besonders stark die Ausbreitung der schwimmenden Diasporen, denn ein starkes Pflanzenwachstum ist für diese Gewässer charakteristisch. Schilf, aufgetauchte Triebe von Wasserpflanzen und die Blätter von Seerosengewächsen fangen Samen und Früchte ab, und behindern ihre Migration. Das hat die Konzentration der Diasporen am Rande und im Bereich der dichten Pflanzenanhäufungen auch in zentralen Teilen des Beckens und gleichmäßigere Verteilung von Diasporen zur Folge. Eine unzureichende Probenentnahme aus dem Becken von solchen Gewässern kann nach paläolimnologischen Forschungen die Wahrscheinlichkeit verringern, dass die Gattungen mit begrenzter Ausdehnung darin entdeckt werden. Da aber die Migration der Diasporen begrenzt ist, darf sie die Lage der Anhäufungen von Mutterpflanzen besser widerspiegeln.

Die Fähigkeit der Pflanzengattungen, deren Samen und Früchte durch Wasser, Wind oder Vögel übertragen werden, ihre Diasporen in einem größeren Gebiet zu verbreiten verursacht, dass diese Diasporen bei unzureichender Probenentnahme aus Sedimenten leichter abgefangen werden. In kleinen zugewachsenen Gewässern nehmen eine Sonderstellung die durch Anemochorie ausbreiteten Gattungen ein, die häufig in über 50% der untersuchten Proben gefunden waren.

Aus der Analyse der Verteilung von karpologischen Relikten der Schilf- u. Wassergattungen geht hervor, dass in den Deckenschichten der Sedimente in den untersuchten Gewässern die Diasporen von solchen Pflanzen, wie: *Ceratophyllum submersum*, *Najas marina*, *Zannichelia palustris*, *Scutellaria galericulata*, *Bidens tripartita*, *Lythrum salicaria*, *Scirpus sylvaticus*, *Scutellaria galericulata* in einem kleineren Gebiet konzentriert waren und am besten auf die Standorte der Mutterpflanzen hindeuteten. Dagegen Früchte und Samen von solchen Pflanzen, wie: *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *P. lucens*, *Eleocharis palustris*, *Mentha aquatica* und *Schoenoplectus tabernaemontani* verfügten über bessere Verbreitungsfähigkeit und waren meistens in größerem Abstand von Mutterpflanzen gefunden. In dem Fall deuteten auf die Lokalisation von Anhäufungen der Mutterpflanzen nicht so sehr die einzelnen Samen oder Früchte auf, sondern statistisch relevante Konzentration der karpologischen Relikte. Ein gutes Anzeichen für die Stellen des gegenwärtigen Vorkommens der Algen *Chara* war dagegen eine erheblich erhöhte Konzentration deren Oosporen (über 100 Oosporen je 100 cm<sup>3</sup> des Sedimentes in den untersuchten Gewässern).

Die Vertretung der einzelnen Gattungen in Makroreliktengruppen hängt vor allem von der Stärke der Mutterpflanzen, der Anzahl der von ihnen produzierten Diasporen, der Lebensdauer von Diasporen und deren Ausbreitungsmechanismus ab. Die Forschungen bestätigten, dass die Anzahl der in Sedimenten gefundenen Diasporen nicht die quantitativen Verhältnisse unter den Mutterpflanzen, sondern viel mehr die Artenzusammensetzung der Mutterphytozöosen widerspiegelt.

Durchschnittliche Frequenz der karpologischen Relikte in den aus kleinen, flachen Gewässern stammenden Proben, war höher als der aus einem größeren und tieferen Gewässer. In den Makroreliktengruppen dagegen waren sie sowohl in einzelnen ökologischen Pflanzengruppen als auch unter den heutzutage in den einzelnen Gewässern und in deren Umgebung vorkommenden Pflanzen verschiedenerlei vertreten. Für die ganze im Umkreis von 100 Metern von dem Gewässer vorkommende Flora betrug der Vertretungsgrad der

karpologischen Relikte maximal 43,5%. Die Forschungsergebnisse zeugen auch davon, dass es kein direkter Zusammenhang zwischen der Größe und Tiefe des Gewässers und dem Pflanzenvertretungsgrad in Makroreliktengruppen besteht.

Am besten waren im Allgemeinen je nach dem Gewässer die im Schilfstreifen auftretenden Pflanzengruppen (max. 78,8%) und Wasserpflanzen (max. 76,9%) vertreten. Am schlechtesten dagegen – Bäume und Sträucher (max. 28,6%) und Pflanzen aus terrestrischen Biotopen (max. 28,9%). Die Vertretung der terrestrischen Pflanzen war von der Entfernung, in der die Mutterpflanzen wuchsen und von dem Schilfstreifen abhängig. Der letztgenannte wirkt wie ein Filter, der die Fähigkeit hat, die mit dem oberflächlichen Abfluss in das Gewässer geratenen Samen abzufangen. Am stärksten vertreten war die innerhalb des Beckens wachsende Pflanzengruppe, sehr schwach vertreten dagegen die außerhalb des Beckens wachsenden Gattungen (nur die von anemochorischen und zoochorischen Pflanzen stammenden Diasporen). Obwohl terrestrische Pflanzen ziemlich schwach vertreten waren, war die Präsenz von ihren Diasporen ein guter Indikator für Entdeckung der terrestrischen Biotope, darunter auch der ruderalen, im Umkreis von 100 Metern von dem Becken der abflusslosen Gewässer.

Die einzelne Probe mit differenziertester Artenzusammensetzung der Makroreliktengruppe befand sich in jedem der untersuchten Gewässer immer in der Nähe des Ufers. In Analogie zur Gesamtzahl der Proben waren in der einzelnen Probe mit maximaler Anzahl der Gattungen am stärksten die Wasserpflanzen (max. 50%) und die mit dem Schilfstreifen verbundenen Pflanzen (max. 51,5%) repräsentiert. Die schwächste Vertretung hatten dagegen Bäume und Sträucher (max. 21,4%) und terrestrische Pflanzen (max. 11,3%). In allen Pflanzengruppen der zu untersuchenden Gewässer war der Prozentsatz der in der einzelnen Probe vertretenen Gattungen viel niedriger als der für Gesamtzahl der Proben. Vorliegende Forschungen zeigen, dass eine Vervielfachung der Sedimentkerne in kleinen Gewässern zur Folge haben kann, dass man sogar um 20% mehr Gattungen entdeckt.

Ihre Rolle beim Aufbau der heutigen Biozönosen spiegelten die in Makroreliktengruppen vorkommenden Diasporen von folgenden Pflanzengattungen wider: *Bulboschoenus maritimus*, *Carex*, *Lysimachia vulgaris*, *Najas marina*, *Persicaria amphibia*, *Sparganium erectum*, *Rumex crispus*, *Zannichelia palustris*. Unter dem Vorbehalt jedoch, dass die Artenzusammensetzung der karpologischen Relikte von *Carex* sp., in den von außerhalb des Schilfes stammenden Makroreliktengruppen spiegelt die Teilnahme der einzelnen Gattungen nur an dem Bau des inneren, ans Wasserspiegel angrenzenden Schilfstreifens wider. Mit ihrer Vertretung in heutigen Phytozönosen stand die Stärke der karpologischen Relikte von: *Bidens tripartita*, *Glyceria maxima*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha*, *Myriophyllum spicatum*, *Rorippa palustris*, *Rumex hydrophilum*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Scutellaria galericulata*, *Stellaria media*, *Persicaria amphibia*, *Rumex hydrophilum*, *Sonchus* sp., und von den Gattungen der Spezies *Potamogeton* im Einklang. Schwach vertreten waren: *Ceratophyllum submersum*, *Eupatorium cannabinum*, *Epilobium* sp., *Lemna*, *Salix* sp., und *Populus* sp. In kleinen Gewässern waren *Alisma plantago-aquatica*, *Batrachium*, *Betula*, *Chara*, *Chenopodium rubrum*, *Eleocharis palustris*, *Juncus* sp., *Polygonum lapathifolium*, *Ranunculus sceleratus*, *Ranunculus* und *Stellaria uliginosa* meistens überrepräsentiert, während in einem größeren und tieferen Gewässer deren Diasporenmenge am besten ihre Präsenz in heutigen Phytozönosen widerspiegelt. Bei anemochorischen Gattungen der Spezies *Cirsium* fungierte eine große Fläche des Wasserspiegels als eine gewisse Falle, die im Stande war, mehrere durch den Wind übertragene Diasporen abzufangen, so dass sie im größeren Gewässer überrepräsentiert waren.

Die Forschungen bestätigten, dass es nötig ist, palynologische Analysen durchzuführen und vegetative Relikte zu untersuchen, um die Rolle der Pflanze *Typha* bei dem Bau der

alten Phytozönosen erklären zu können. Bei *Phragmites australis* und den Gattungen der Spezies *Ceratophyllum* reicht nur eine Analyse der vegetativen Relikte aus.

Aus Forschungsergebnissen geht hervor, dass karpologische Pflanzenrelikte eine wichtige Quelle von paläolimnologischen Informationen sind. Sie können zwar gut lokale Vegetation widerspiegeln und in manchen Fällen zur Bestimmung der ehemals dominanten Taxa ausgenutzt werden. Gleichzeitig aber weisen sie darauf hin, dass es trotz der Analyse von mehreren Proben nicht immer möglich ist, die Artenzusammensetzung der Mutterphytozönosen präzise zu bestimmen und quantitatives Verhältnis einzuschätzen. Die Ursache dafür sind sehr viele und für einzelne Gattungen sehr unterschiedliche Faktoren, die einerseits die Produktion von Diasporen und andererseits deren Transport und Fossilisation beeinflussen. Um also ein möglichst ganzheitliches Bild der früheren Phytozönosen zu erreichen, muss man außer Analysen der karpologischen Relikte auch Pollenanalyse machen und die fossil erhalten vegetativen Relikte kennzeichnen.

Redakcja Barbara Todos-Burny  
Projekt okładki Magdalena Starzyk  
Redakcja techniczna Barbara Arenhövel  
Łamanie Edward Wilk

Copyright © 2015 by  
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego  
Wszelkie prawa zastrzeżone

**ISSN 0208-6336**  
**ISBN 978-83-8012-396-0**  
(wersja drukowana)  
**ISBN 978-83-8012-397-7**  
(wersja elektroniczna)

Wydawca  
**Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego**  
**ul. Bankowa 12B, 40-007 Katowice**  
[www.wydawnictwo.us.edu.pl](http://www.wydawnictwo.us.edu.pl)  
e-mail: [wydawus@us.edu.pl](mailto:wydawus@us.edu.pl)

---

Wydanie I. Ark. druk. 11,0 + 4 wklejki. Ark. wyd. 14,5  
Papier offset. kl. III, 90 g      Cena 50 zł (+ VAT)

---

Druk i oprawa: „TOTEM.COM.PL Sp. z o.o.” Sp.K.  
ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław



Więcej o książce



CENA 50 ZŁ  
(+ VAT)

ISSN 0208-6336  
ISBN 978-83-8012-397-7