MARIA BIAŁOBRZESKA

WPŁYW RÓŻNYCH CZYNNIKÓW NA WIELKOŚĆ I KSZTAŁT KOPALNYCH OWOCÓW GRABA

The influence of various factors on the size and shape of fossil hornbeam fruits

Odtworzenie na podstawie kopalnych szczątków wielkości i kształtu, jaki miały dane rośliny w stanie żywym, jest bardzo ważne zarówno dla oznaczenia ich przynależności systematycznej, jak i dla obserwacji ich ewentualnych przemian ewolucyjnych.

Aby tego dokonać, trzeba z jednej strony zorientować się, jaki wpływ może wywrzeć fosylizacja na kształt i rozmiary kopalnych roślin lub ich organów, z drugiej zaś trzeba uważnie śledzić zmiany, jakie zachodzą po wypreparowaniu szczątka wskutek wyschnięcia lub też pod wpływem różnych zabiegów.

Jeżeli chodzi o pierwsze zagadnienie, mamy pod tym względem szereg hipotez, opartych zarówno na dobrej obserwacji roślin kopalnych pochodzących z różnych epok geologicznych, jak i na logicznym rozumowaniu. Klasycznym przykładem jest rozprawa profesora Johna Waltona z roku 1936, poświęcona czynnikom, które wpływają na zewnętrzną formę paproci kopalnych. Autor po wnikliwej analizie kopalnych liści paproci odtwarza kształt, jaki miały one prawdopodobnie w stanie żywym, oraz przy pomocy rysunków stara się wykazać, że fosylizacja (będąca wynikiem zarówno zwęglania, jak i sił mechanicznych, na które składa się ucisk tak z góry, jak i z boku) musiała doprowadzić do takiego obrazu, jaki widzimy w stanie kopalnym.

J. Jentys-Szaferowa w jednej ze swoich rozpraw dotyczących kopalnych orzeszków grabów poszła inną drogą (1960). Szukała zmian anatomicznych, jakie zachodziły w tkankach budujących owocnię grabów pod wpływem coraz dłuższego procesu fosylizacji. Doszła ona do podobnego wyniku, co Walton, a mianowicie że obrys orzeszków kopalnych

odpowiada obrysowi ich w stanie żywym, z tym że zanim one zostały spłaszczone wskutek ucisku gleby (tj. w I stadium fosylizacji), mogły zmniejszyć nieco swoje rozmiary, nie zmieniając przy tym kształtu.

Nie brak jednak w paleobotanice hipotez przeciwnych. Asystent profesora S. Miki, dr S. Kokawa, ogłosił w latach 1958—1960 kilka interesujących rozpraw, w których na podstawie pomiarów nasion kopalnych rodzaju *Menyanthes* z Japonii starał się z jednej strony określić ich wiek, z drugiej zaś rekonstruować ich kształt i rozmiary w stanie żywym. Opierał się on na fakcie, że w Japonii im starsze są kopalne nasiona rodzaju *Menyanthes*, tym większe są rozmiary ich obrysów. Przypuszcza, że przyczyną tego jest rozpłaszczenie nasion, będące wynikiem coraz dłużej trwającego ucisku. Przypuszczenie to nie wytrzymuje chyba krytyki. Zwiększenie rozmiarów szczątków wskutek coraz większego sprasowania musiałoby być bowiem zjawiskiem ogólnym — a tego nie obserwowano na żadnych innych owocach lub nasionach. Nie umniejsza to wartości prac dra Kokawy, tylko sprowadza zagadnienie coraz większych rozmiarów kopalnych nasion *Menyanthes* z Japonii na inną platformę.

Osobny rozdział przedstawiają badania kopalnych zbóż. Pisze o tym szerzej J. Jentys-Szaferowa w krytycznych uwagach dotyczących metodyki badań nad kopalnymi owocami graba (1960, 1, str. 5—7), nie będę więc tej sprawy tu poruszać. Do zamieszczonych tam uwag można dorzucić, że na owocach i nasionach najmłodszych dziko rosnących roślin kopalnych, czyli roślin holoceńskich, które odpowiadają wiekiem zbożom przedhistorycznym, nie obserwowano zmian w rozmiarach i kształcie w stosunku do roślin dziś żyjących. Wszyscy badacze czwartorzędu są zgodni, że są one prawie identyczne ze współczesnymi. Zmiany, jakie obserwowano i obserwuje się w nasionach zbóż z wczesnych kultur uprawnych, odnoszą się chyba wyłącznie do nasion pochodzących z palenisk.

Zagadnieniem rozważanym w dzisiejszej rozprawie nie są losy owoców lub nasion złożonych w różnych osadach, ale to, co dzieje się z wykopaliskiem od chwili znalezienia osadu ze szczątkami roślinnymi aż do chwili naukowego opracowywania wydobytych z niego owoców i nasion.

Konkretnym materiałem są owoce graba, nad którymi robiłyśmy wspólnie z mgr Truchanowiczówną liczne pomiary włączone do badań prof. Jentys-Szaferowej. Zagadnienie zmian, jakie mogą zachodzić w orzeszkach graba w czasie macerowania, a następnie konserwowania materiału, było wtedy wielokrotnie tematem naszych dyskusji, tym bardziej, że obserwowałyśmy nawet naocznie, bez pomiarów, zmiany w rozmiarach orzeszków w zależności od długości ich leżenia w mieszance gliceryny z alkoholem — pospolitego środka konserwowania kopalnych owoców i nasion. Nad częścią tego materiału wykonałyśmy specjalne badania, mierząc dwie próby orzeszków grabów z osadów górnoplioceńskich z Mizernej, jedną wypłukaną niedawno, a drugą leżącą już od paru lat w wymienionej mieszance. Owoce tej ostatniej próby były nieco większe,

choć nie różniły się kształtem, jak to widać na tabeli I — przedrukowanej z pracy J. Jentys-Szaferowej (1960).

Tabela I

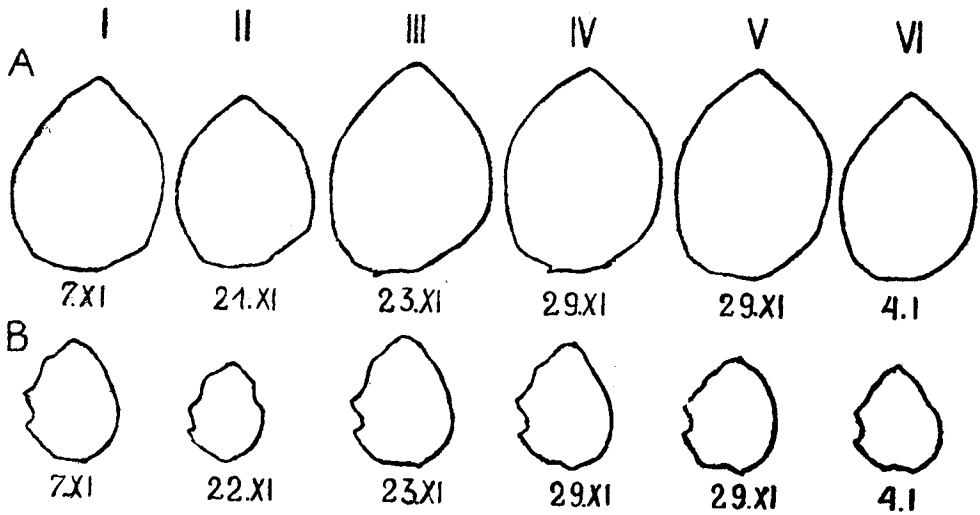
Pomiary kopalnych orzeszków graba z Mizernej w stanie mokrym i suchym

Próba	Liczba orzeszków	Stan	Średnie arytmetyczne		
			Długość	Szerokość	Dług./Szer.
1 3 miesiące w glicerynie z alkoholem	44	Mokry	4,97 ± 0,12	3,83 ± 0,09	1,29 ± 0,02
		Suchy	4,89 ± 0,11	3,74 ± 0,09	1,31±0,02
	Różnica w %		1,6 %	2,3 %	1,5 %
2 3 lata w glicerynie z alkoholem	42	Mokry	5,98 ± 0,18	4,63 ± 0,17	1,31 ± 0,04
		Suchy	5,63 ± 0,16	4,42 ± 0,14	1,30 ± 0,04
	Różnica w %		5,8 %	4,8 %	0,8 %

Po przepłukaniu w alkoholu orzeszków z obu prób i przesuszeniu ich w temperaturze pokojowej zostały one zmierzone po raz wtóry. W próbie drugiej zmniejszyły się znacznie więcej niż w pierwszej i być może — gdyby leżały dłużej w temperaturze pokojowej — różnica w wielkości orzeszków w obu próbach zmalałaby jeszcze bardziej. Należy zwrócić równocześnie uwagę na rzecz charakterystyczną, a mianowicie, że kształt owoców wyrażony tu stosunkiem długości do szerokości nie uległ przy suszeniu istotnej zmianie.

Poruszone wyżej zagadnienie interesowało nas jednak w dalszym ciągu z tego względu, że mało badaczy opiera się na tak dużym materiale, jak materiał kopalnych grabów, nad którym pracowałyśmy z prof. Szaferową. U wielu autorów oznaczenia oparte są na niewielkiej liczbie okazów, a nawet na pojedynczych owocach kopalnych, z których rozmiarów i kształtu starają się oni określić przynależność gatunkową tych szczątków roślinnych. Dlatego, gdy deszcze wiosenne roku 1961 odsłoniły w Mizernej nad potokiem Koprocz nową odkrywkę tak bogatą w owoce graba, że w ile o objętości około $^1/_2$ m^3 znaleziono po przepłukaniu przeszło 100 orzeszków, zachęciła mnie prof. Szaferowa, aby w przywiezionej z tegoż miejsca podobnej ilości materiału spróbować odszukać kopalne owoce graba *in situ* i obserwować ich zmiany od pierwszej chwili wydobycia z iłu. Sprawa okazała się niełatwa do wykonania: po parodniowej pracy wydobyłyśmy z mgr Truchanowiczówną — przełamując sumiennie coraz to mniejsze grudki iłu — zaledwie 2 owoce graba, które leżały akurat poziomo na przełomie. Po przepłukaniu przeszukanego iłu okazało się, że był on pełen połamanych owoców, których na przełomach nie było widać. Te dwa z trudem zdobyte owocki stały się punktem wyjściowym moich obserwacji.

Znalezione w ile pliocenskim orzeszki różniły się rozmiarami. Jeden z nich był duży, około 6,5 mm długi, doskonale zachowany, drugi mały i uszkodzony z boku (tablica I). Zostały one natychmiast sfotografowane, a poza tym kontury orzeszków zostały narysowane przy pomocy aparatu do powiększeń fotograficznych, który rzucił na papier ich cień w powiększeniu około czterokrotnym (ryc. 1, I). Następnie orzeszki te były suszone 14 dni w temperaturze pokojowej i znów odrysowane w tym samym powiększeniu (ryc. 1, II). Trzecią czynnością było wygotowanie orzeszków



Ryc. 1. Obrysy konturów dwóch orzeszków wyjętych z iłu, wykonane w poszczególnych stadiach konserwacji. × 4

Fig. 1. Contours of the two nutlets extracted from clay at the particular stages of the conservation. × 4

przez około 20 minut w wodzie z sodą, która to czynność jest stosowana powszechnie przy badaniu osadów na zawarte w nich owoce, nasiona lub inne szczątki roślinne. Badane orzeszki zostały po wyjęciu z wody przepłukane lekko 50% alkoholem dla szybkiego obsuszenia ich powierzchni (w stanie mokrym nie można było bowiem uzyskać ostrego obrazu ich konturów) i znów obrysowane w analogicznym powiększeniu (ryc. 1, III). Następną czynnością było umieszczenie orzeszków w mieszance glicerynowo-alkoholowej na 6 dni i znów obrysowanie po lekkim opłukaniu alkoholem, potem powtórzenie rysunku po półgodzinnym trzymaniu w 50% alkoholu, a w końcu narysowanie po wysuszeniu przez 36 dni w temperaturze pokojowej (ryc. 1, IV, V, VI). Utrwalone przy pomocy rysunków kolejne stadia zostały poddane szczegółowym pomiarom. Wyniki tych pomiarów są przedstawione graficznie na ryc. 2.

Powierzchowna obserwacja ryciny 1 nasuwała przypuszczenie, że wymienione zabiegi wpływały wyraźnie na rozmiary owoców, wywołując ich

kurczenie się lub pęcznienie, jednak kształty orzeszków nie ulegały przy tym zmianie. Po wykonaniu dokładnych pomiarów i wykreśleniu linii kształtu poszczególnych orzeszków w porównaniu do stadium I przekonano się, że tak nie było, kształty uległy również zmianie, trzeba było jednak tak czułej metody, jak graficzna metoda linii kształtu J. S z a f e r o w e j, aby to uwidocznić. Odpowiednie wykresy zamieszczono na ryc. 2.

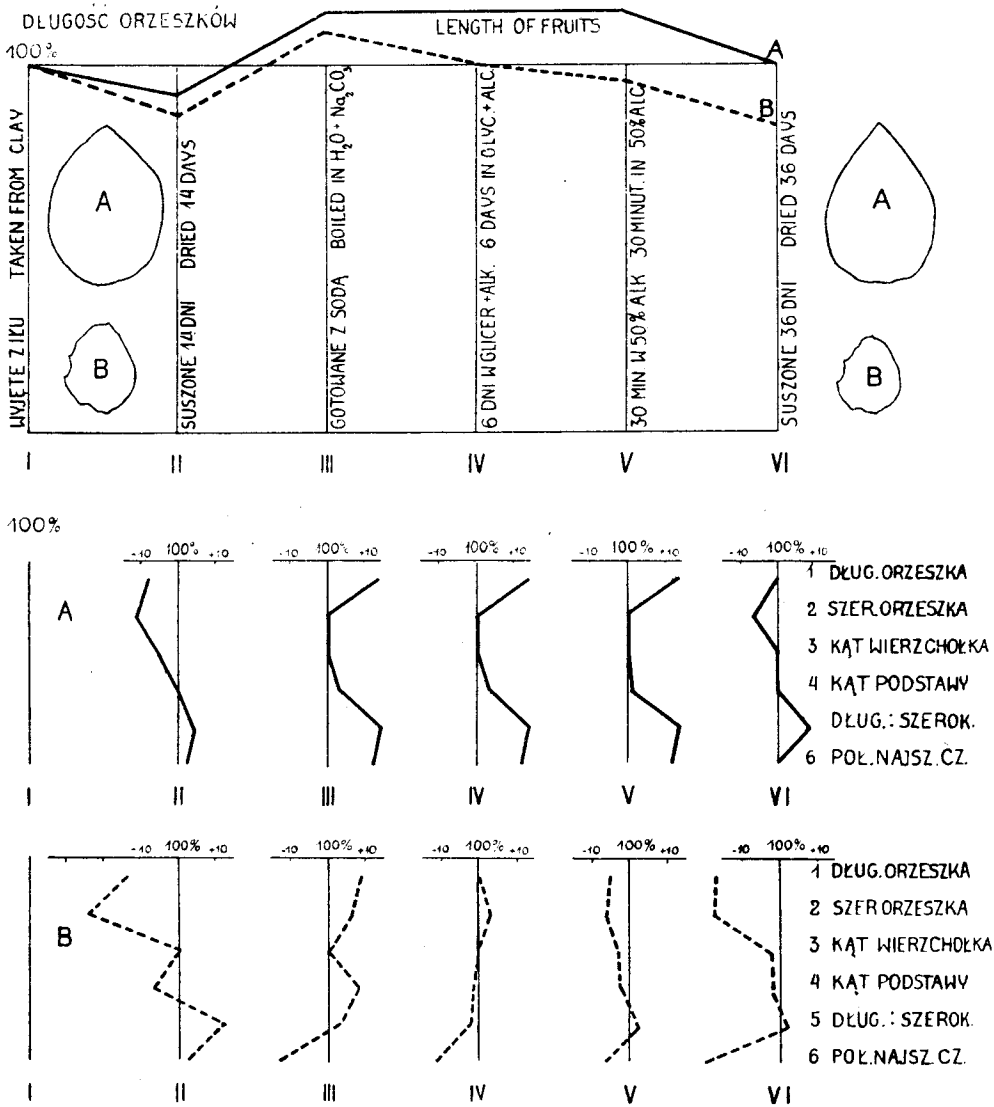
W górnej części ryc. 2 narysowano wykres przedstawiający zmiany długości obu badanych orzeszków, obliczone w procentach długości, jaką miały w stadium I, to znaczy po wyjęciu ich z iłu. Linia prosta z lewej strony wykresu obrazuje więc zarówno długość narysowanego obok dużego orzeszka A, jak i długość małego orzeszka B. Długość ta zmalała u obu orzeszków — u dużego mniej, bo tylko o 8%, u małego aż o 14% (II). Wygotowanie w wodzie z sodą spowodowało wydłużenie obu orzeszków, a zwłaszcza większego o 14% w porównaniu z rozmiarami po wyjęciu z iłu, mniejszego natomiast w mniejszym stopniu, ale też znacznie w stosunku do stadium II.

W stadium IV i V długość orzeszka A nie uległa zmianie i dopiero po zupełnym wysuszeniu (VI) powrócił on do wymiarów, jakie miał po wyjęciu z iłu (I). Orzeszek mniejszy B zachował się inaczej, skurczył się silniej na długość w mieszance gliceryny z alkoholem, jeszcze silniej w 50% alkoholu, a po zupełnym wysuszeniu był taki, jak w stadium II, a nawet nieco krótszy.

Górny wykres ryc. 2 obrazuje zmiany badanych orzeszków pod względem długości, a więc pod względem jednej cechy. Orzeszki były badane jednak pod względem 6 cech, czego wyniki są zobrazowane w dolnej połowie ryc. 2. Analogicznie do górnej części wykresu — zmiany, jakie zaszły we wszystkich cechach orzeszków A i B są tu przedstawione również w procentach w stosunku do wartości, posiadanych przez nie w stadium I.

Na rycinie 2 widzimy, że badane orzeszki zachowały się w różnych stadiach inaczej. Orzeszek większy skurczył się w stadium II nieco silniej na szerokość niż na długość, co pociągnęło za sobą zwężenie kąta wierzchołka i nieznaczne przesunięcie najszerszej części ku górze. Zmiany dotyczyły jednak głównie rozmiarów (cechy 1—2), a mniej kształtu. Po wygotowaniu z sodą, orzeszek wydłużył się tak silnie, że nie tylko zmienił się jego stosunek długości do szerokości, ale podniosła się jego najszersza część oraz rozszerzyły się kąty wierzchołka i podstawy. Orzeszek zmienił przez to wyraźnie swój kształt. Ten kształt utrzymywał się w stadium IV i V i dopiero po zupełnym wysuszeniu VI orzeszek wrócił do długości ze stadium I, z tym że pozostał nieco węższy, stąd różnica w cechach 2 i 5. Wygląd orzeszka A w stadium I i VI obrazują zamieszczone na ryc. 1 rysunki (porównaj tablicę I A).

Orzeszek B zachował się inaczej. W stadium II skurczył się na szerokość znacznie silniej niż orzeszek A (cechy 2 i 5). Poza tym u tego małego, tępo zakończonego orzeszka nie zaostrzył się przy wysychaniu wierzchołek,



Ryc. 2. Zmiany wielkości i kształtu orzeszków A i B z ryc. 1, obliczone w procentach wartości orzeszków wyjętych wprost z iłu (stadium I). U góry zmiany pod względem długości, poniżej pod względem 6 cech

Fig. 2. The changes in size and shape of the nutlets A and B from Fig. 1 calculated in percents in relation to the nutlets extracted right from the clay (stage I). Above: changes with respect to length. Below: changes with respect to the six characters. 1. Length of nutlet; 2. Width of nutlet; 3. Apex angle; 4. Base angle; 5. Ratio length /width; 6. Position of the broadest part in %% of length

ale uległa lekkiemu skurczeniu podstawa (4). Po wygotowaniu (III) orzeszek napęczniał na długość i na szerokość, a na szerokość nawet tak silnie, że stosunek tych dwóch cech stał się niemal taki, jak po wyjęciu orzeszka z iłu (cecha 5). Rozszerzył się przy tym skurczony poprzednio kąt podstawy

do tego stopnia, że wywołał obniżenie najszerszej części o 14% poprzedniej wartości.

Orzeszek B nie był w następnych stadiach tak niewrażliwy na zmiany środowiska jak A. Skurczył się on już w mieszance gliceryny z alkoholem (IV), a następnie jeszcze więcej po półgodzinnym leżeniu w alkoholu (V), przy czym najszersza część utrzymywała się ciągle blisko podstawy. Po ostatecznym wysuszeniu orzeszek zmalał równomiernie na długość i na szerokość, ale najszersza część obniżyła się jeszcze bardziej. Owocek w obrysie zbliżył się nieco do trójkąta.

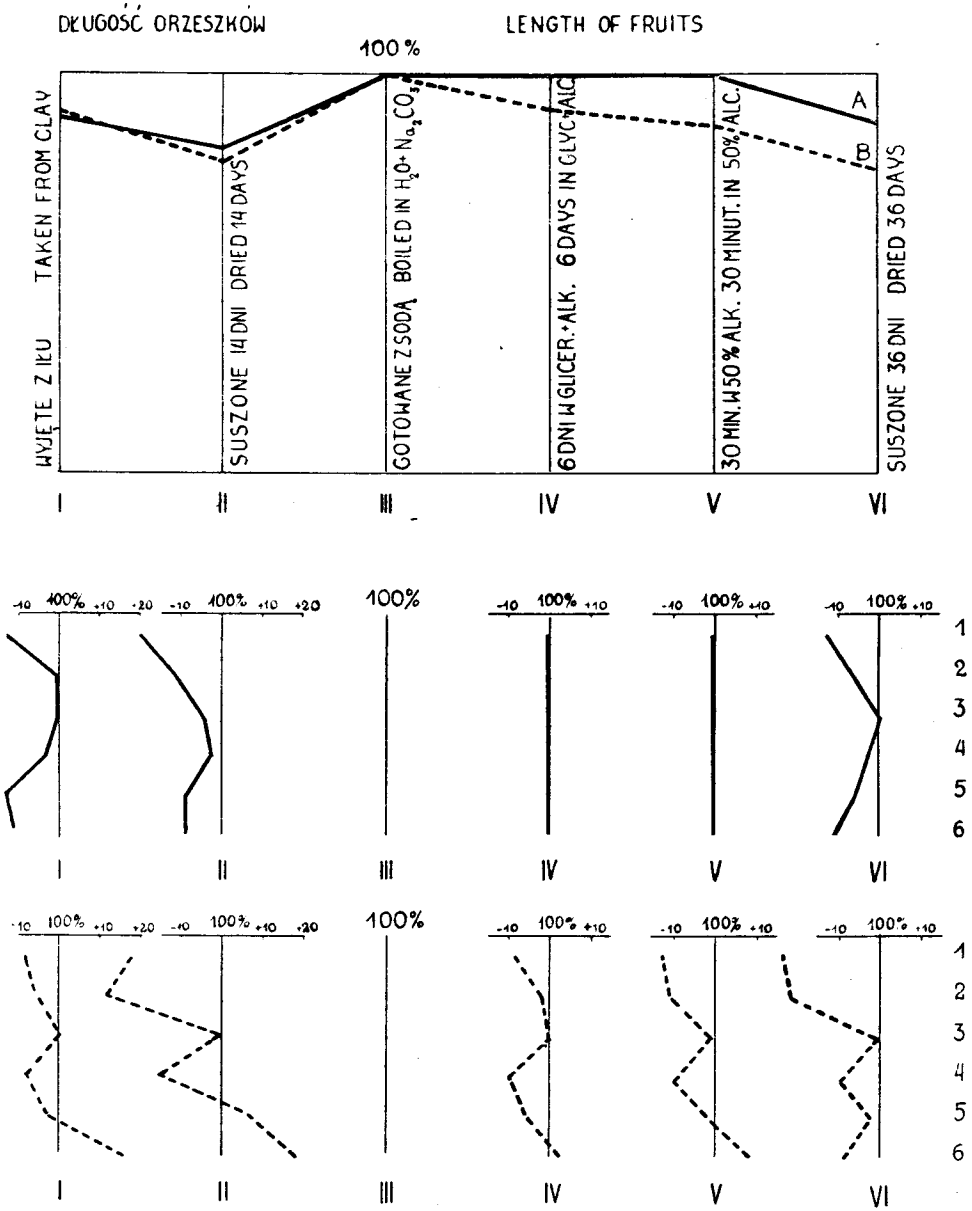
Należy się zastanowić, co może być powodem różnego reagowania opisanych orzeszków na analogiczne przyczyny. Wyjaśniają to ich przekroje anatomiczne (tablica I). Orzeszek A był zupełnie nie zniszczony i dawał w najszerszym miejscu piękne przekroje, na których było widać cechy charakterystyczne dla gatunku *Carpinus betulus*. Orzeszek B, mimo zatopienia go w celloidynie, rozsypywał się przy krajaniu na kawałki, był więc widocznie zupełnie popękany. Uszkodzenia te widać zresztą zarówno na rysunkach, jak i na fotografii, na tablicy I. Przy preparowaniu części pęknięte pozbawione napięcia powierzchniowego mogły pęcznieć lub kurczyć się silniej niż reszta orzeszka, dzięki czemu zmienił on swój kształt.

Powyższe obserwacje potwierdziły raz jeszcze, że przy ścisłych badaniach paleobotanicznych trzeba się opierać na nie uszkodzonych szczątkach, bo te ulegają przy maceracji stosunkowo małym zmianom.

Jest rzeczą zastanawiającą, że orzeszek A wysuszony bezpośrednio po wyjęciu z iłu (stadium II) wyglądał nieco inaczej, niż wysuszony po przeprowadzonych zabiegach (stadium VI). Był on (w stadium II) trochę krótszy i mniej wysmukły niż w stadium VI. Nasuwa to myśl, że gotowanie w wodzie z sodą może być dla owoców kopalnych procesem pod pewnym względem korzystnym, gdyż wyprostowują się przy tym drobne, czasem niedostrzegalne dla oka deformacje, wywołane ciśnieniem warstw ziemi. W danym przypadku mogłoby to być nieznaczne skurczenie na długość, które wyprostowało się przy gotowaniu. Jeżeli tak jest, to orzeszek wysuszony po wygotowaniu byłby bliższy swego pierwotnego kształtu.

Reasumując wyniki badań nad dwoma orzeszkami, należy stwierdzić, że największe zmiany zarówno w rozmiarach, jak i w kształcie na orzeszku nie uszkodzonym wywołało wygotowanie w wodzie z sodą. Po następnych zabiegach orzeszek wracał stopniowo do pierwotnego swego wyglądu. Więcej wniosków trudno z obserwacji dwu znalezionych *in situ* orzeszków wyciągnąć. Nie można było jednak iść dalej tą drogą, gdyż szukanie dalszych orzeszków *in situ* było nie tylko kłopotliwe, ale powodowało tak duże zniszczenie materiału, że należało tego zaniechać. Trzeba więc było znaleźć inne wyjście. W tym celu postanowiono przeprowadzić dalsze badania na orzeszkach wyszlamowanych świeżo z iłu po wygotowaniu go z Na_2CO_3. Posłużyło do tego 12 orzeszków. Z tych 8 fotografowano w różnych stadiach, 4 zaś badano sporządzając ich obrysy analogicznie do ryc. 1.

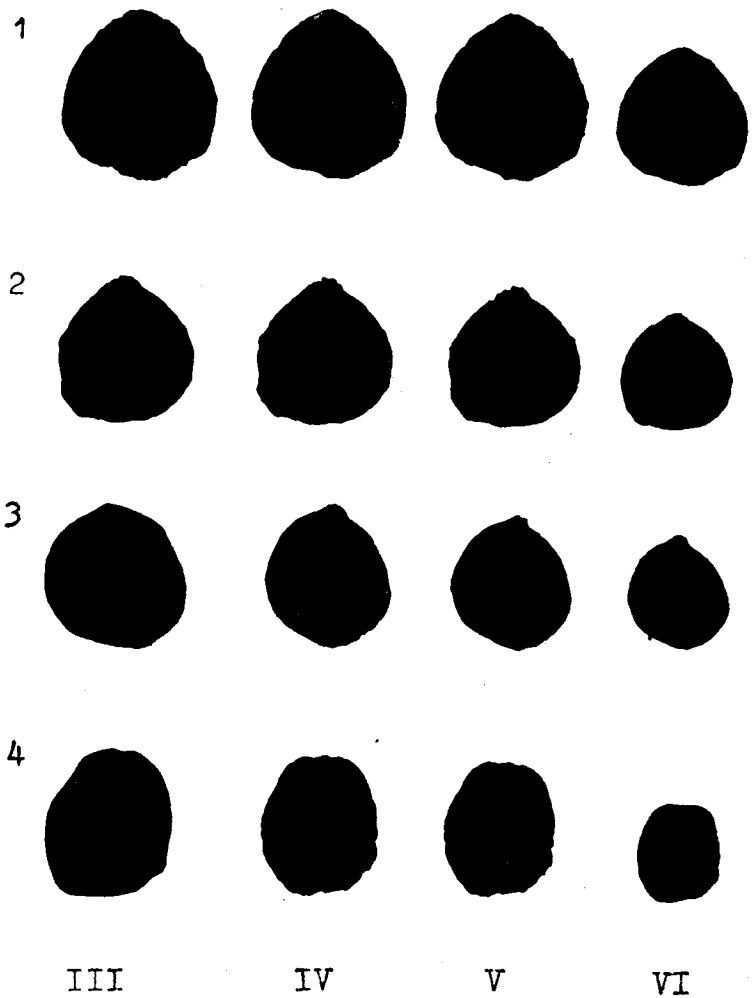
Biblioteka
INSTYTUTU BOTANIKI



Ryc. 3. Zmiany wielkości i kształtu orzeszków A i B w procentach wartości orzeszków wygotowanych w wodzie z sodą (stadium III). U góry zmiany pod względem długości, poniżej pod względem 6 cech. Cechy 1—6 jak na ryc. 2

Fig. 3. Changes in the size and shape of the nutlets A and B calculated in percents in relation to the nutlets boiled in water with soda (stage III). Above: changes with respect to length. Below: changes with respect to the six characters. Characters 1—6 as in Fig. 2

Aby móc wymienione orzeszki porównywać z orzeszkami A i B, trzeba na te ostatnie spojrzeć inaczej. Trzeba rozpocząć obserwację ich zmian nie od stadium I, ale od stadium III — to jest od stadium ich najsilniejszego napęcznienia, bo to tylko będzie porównywalne z dalszą serią badanych

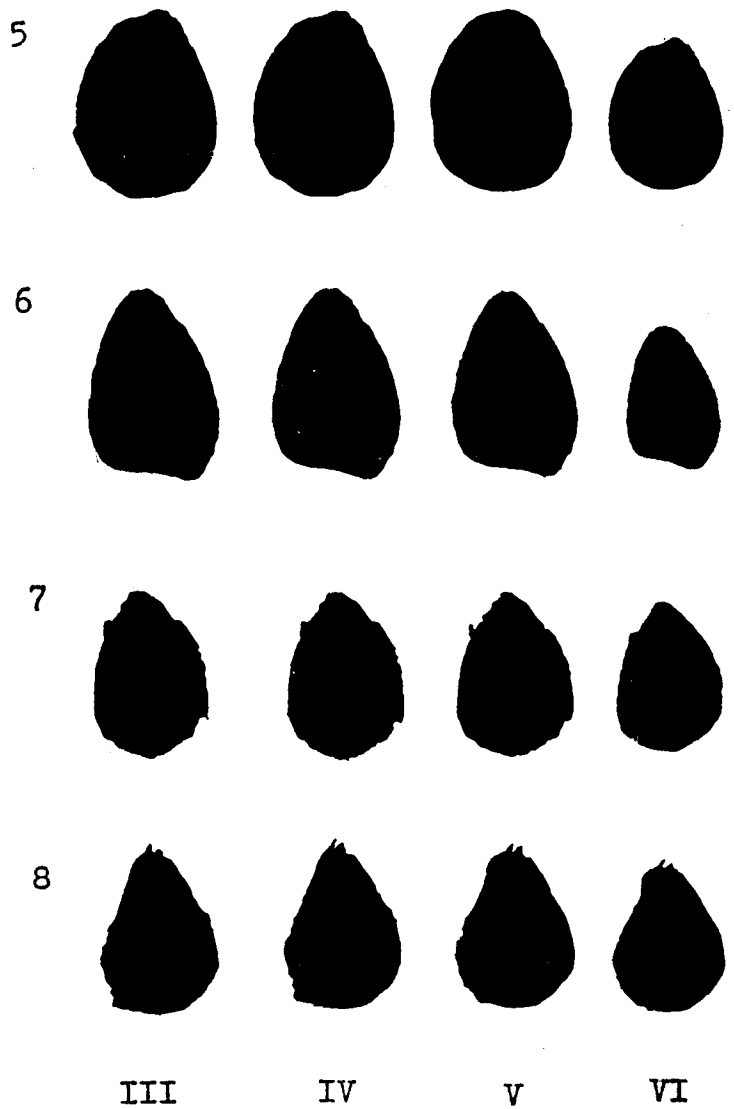


Ryc. 4. Orzeszki stosunkowo szerokie fotografowane w czterech kolejnych stadiach. × 4

Fig. 4. The rather broad nutlets photographed at the four successive stages. × 4

orzeszków. Służy do tego ryc. 3. Jest ona zestawiona, podobnie jak ryc. 2, tylko jednostką, do której porównujemy wszystkie stadia orzeszków A i B, jest stadium III. Do tych najsilniej napęczniałych orzeszków porównywano zmiany zachodzące w innych stadiach. Z obserwacji ryc. 3 wycią-

gamy zasadniczo te same wnioski co z ryc. 2, a mianowicie, że stadium VI przypomina stadium I z pewnymi zmianami w kształcie, które jednak u każdego z orzeszków przebiegały inaczej.



Ryc. 5. Orzeszki stosunkowo wąskie fotografowane w czterech kolejnych stadiach. × 4
Fig. 5. The rather narrow nutlets photographed at the four successive stages. × 4

Przypatrzymy się teraz, jak zachowują się dalsze orzeszki, badane od stadium III. Na rycinach 4 i 5 mamy fotografie 8 orzeszków w 4 kolejnych stadiach. Są one robione podobnie jak przedstawione na ryc. 1, z tą różnicą, że na wymienionej rycinie obrysowano cień orzeszków rzucony na papier w czterokrotnym powiększeniu, a obrazy z ryc. 4 są fotografiami tegoż

cienia, są więc zupełnie wierne. Do badań wybrano nie tylko orzeszki, które robiły wrażenie nie uszkodzonych, ale zwrócono uwagę na to, aby różniły się one od siebie kształtem. Specjalnie chodziło o to, czy nie reagują inaczej orzeszki stosunkowo szerokie (ryc. 4) i orzeszki stosunkowo wąskie (ryc. 5). Niektóre z nich, jak np. orzeszek nr 4, są ekstremami rzadko spotykanymi w przyrodzie.

Poszczególne stadia badania przedstawiały się następująco:

stadium III: bezpośrednio po wygotowaniu orzeszków w Na_2CO_3;
stadium IV: po trzymaniu ich przez 30 dni w glicerynie z alkoholem;
stadium V: po 5 dniach w 50% alkoholu;
stadium VI: po suszeniu przez 42 dni w temperaturze pokojowej.

Jak widzimy, były to podobne stadia jak na ryc. 2, tylko czas trwania poszczególnych zabiegów był nieco inny, szczególnie w stadium IV i V.

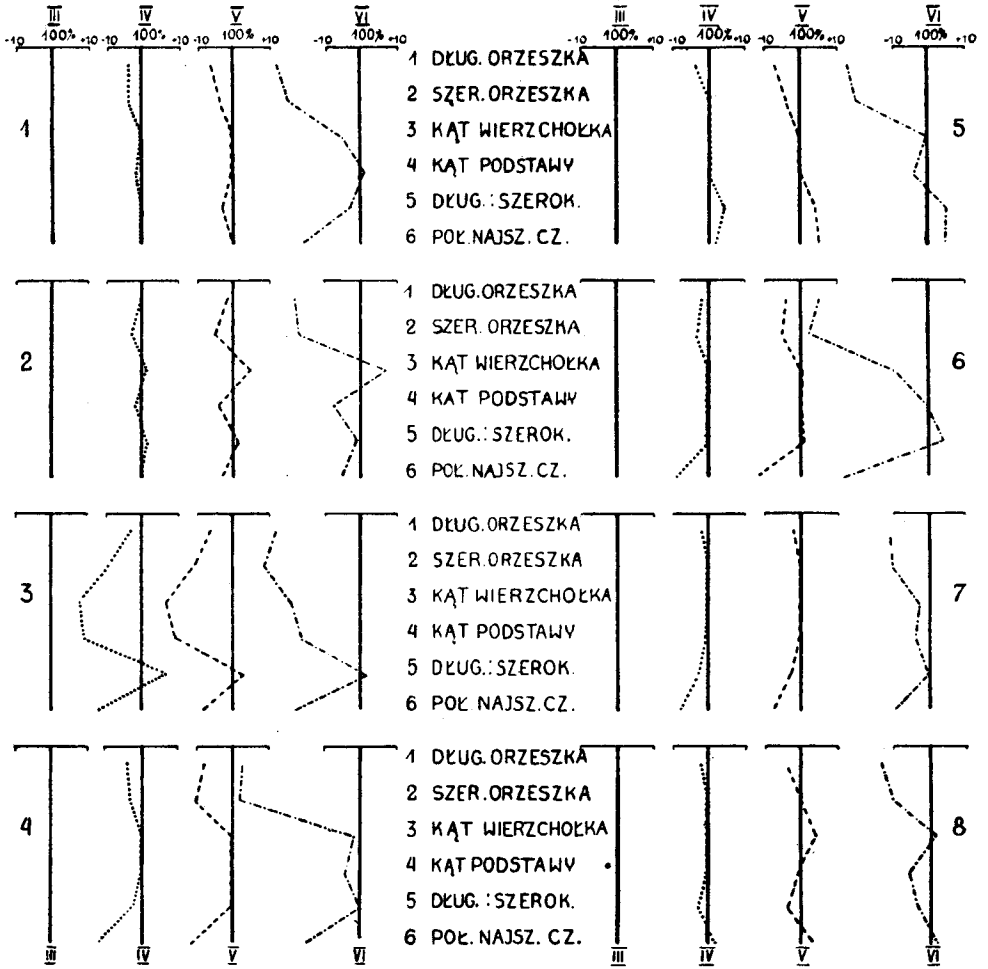
Na rycinie 6 mamy wyniki badań biometrycznych. Analogicznie do ryc. 3, jednostką porównawczą jest tu każdorazowo stadium III. O ile jednak na ryc. 3 widzimy, co się działo na prawo i na lewo od stadium III, to na ryc. 6 widzimy tylko to, co się dzieje na prawo, a o tym, co mogło być na lewo, możemy wnioskować tylko przez analogię.

Wspólnę cechą wszystkich orzeszków jest to, że po wysuszeniu zmniejszyły swe rozmiary. Nie jest to dziwne — bo wiemy już z ryc. 1 i 2, że orzeszki gotowane w wodzie z sodą silnie pęcznieją. Zmieniały one również przy wysychaniu niektóre swoje cechy — co też nie dziwi, skoro wiemy z poprzednich doświadczeń, że pęcznieniu w czasie gotowania mogą towarzyszyć zmiany kształtu. Widzimy też, że nie można się dopatrzyć zupełnej regularności w tych zmianach; tak stopień kurczenia się przy wysychaniu, jak i zmiany w wartościach pewnych cech są indywidualną własnością każdego orzeszka. Niemniej obserwujemy tu wspólne właściwości, a mianowicie: 1. Zmiany zachodzące w stadiach IV, V i VI są wyraźnie kierunkowe, chociaż zabiegi, jakim poddano te orzeszki, były różne. Zarówno więc po leżeniu 30 dni w mieszance gliceryny z alkoholem, jak po trzymaniu 5 dni w 50% alkoholu, jak wreszcie po zupełnym wysuszeniu cechy wielkości i kształtu zmieniły się podobnie, tylko w coraz silniejszym stopniu. 2. Prawie wszystkie orzeszki po wyschnięciu zaostrzyły swój kąt wierzchołka i podstawy. Zjawisko wyraźnego zaokrąglenia po wyschnięciu, jakie wystąpiło u orzeszka nr 2 (ryc. 6), jest wyjątkowe. 3. Prawie wszystkie orzeszki wysychając obniżyły w mniejszym lub większym stopniu swoją najszerszą część.

Z wymienionych trzech punktów można wyciągnąć wspólny wniosek, że szerszy na ogół kąt podstawy i wierzchołka i wyżej umieszczona najszersza część u orzeszków wygotowanych w Na_2CO_3 są właściwościami związanymi z ich napęcznieniem, wywołanym gotowaniem, i że raczej stadium VI, a nie stadium III daje pojęcie o kształcie danych orzeszków takim, jaki miały one prawdopodobnie w stanie żywym. Poza tym wyraźna kierunkowość zmian w stadiach IV, V i VI nasuwa myśl, że są one wszyst-

kie wywołane tym samym czynnikiem, a mianowicie stopniową utratą wody.

To samo można wyczytać z rysunków na ryc. 7 oraz z wykresu na ryc. 8, na którym zestawione są wyniki pomiarów tych orzeszków.

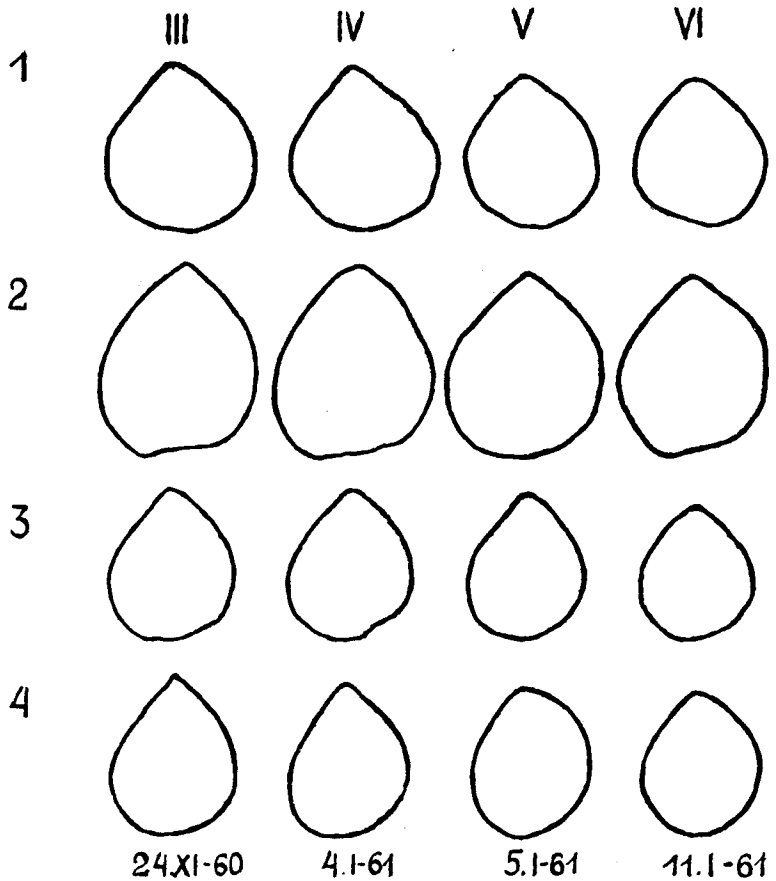


Ryc. 6. Graficzne przedstawienie zmian wielkości i kształtu 8 orzeszków z ryc. 4 i 5, obliczone w procentach wartości orzeszków wygotowanych w wodzie z sodą (stadium III)

Fig. 6. Graphic representation of the changes in size and shape of the 8 nutlets from Figs. 4 and 5 calculated in percents of the values for the nutlets boiled in water with Na_2CO_3 (stage III)

Na koniec może zainteresować zagadnienie, jak uwydatnią się indywidualne odchylenia w kształcie, jeżeli potraktujemy badane orzeszki jako całość i porównamy nie wartości poszczególnych orzeszków, ale średnie arytmetyczne ich cech. Przedstawia to ryc. 9. Indywidualne odchylenia

kształtu danych orzeszków zeszły tu na plan drugi, orzeszki malały stopniowo, aż zmniejszyły się ich rozmiary średnio o około 18%. (Przypominam, że orzeszki A i B z ryc. 2 zwiększyły po wygotowaniu swą długość o około 14%). Stawały się przy tym coraz mniej okrągławe, gdyż zaostrzał się ich kąt wierzchołka i podstawy i obniżała się ich najszersza część. Jest



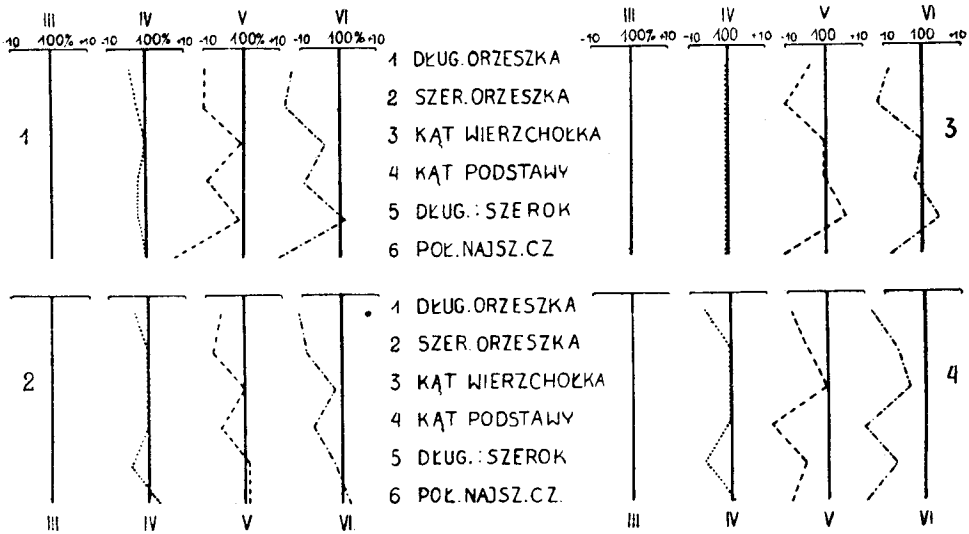
Ryc. 7. Obrysy konturów czterech orzeszków w poszczególnych stadiach. × 4

Fig. 7. Contours of the four nutlets at the particular stages. × 4

więc zupełnie logiczne i uzasadnione przypuszczenie, że ten proces, będący odwrotnością pęcznienia, przywracał orzeszkom ich pierwotne kształty.

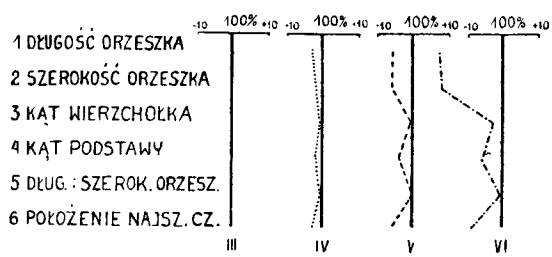
Opisane wyżej badania potwierdziły przypuszczenia, że owoce graba świeżo wygotowane w Na_2CO_3 nie są materiałem odpowiednim do badań ścisłych i że bardziej odpowiedni jest materiał wysuszony.

Kończąc moje rozważania, pragnę jeszcze zrobić jedną uwagę. Na stronie 7 wspomniałam, że zmiany w kształcie orzeszków na ryc. 1 nie



Ryc. 8. Zmiany wielkości i kształtu orzeszków z ryc. 7, obliczone w procentach wartości cech w stadium III

Fig. 8. Changes in size and shape of the nutlets from Fig. 7 calculated in percents of the values of the characters at stage III



Ryc. 9. Zmiany wielkości i kształtu średnich arytmetycznych cech zbadanych 12 orzeszków (patrz ryc. 4, 5 i 7)

Fig. 9. Changes in size and shape of 12 nutlets on the basis of arithmetic means of their characters (See Figs. 4, 5 and 7)

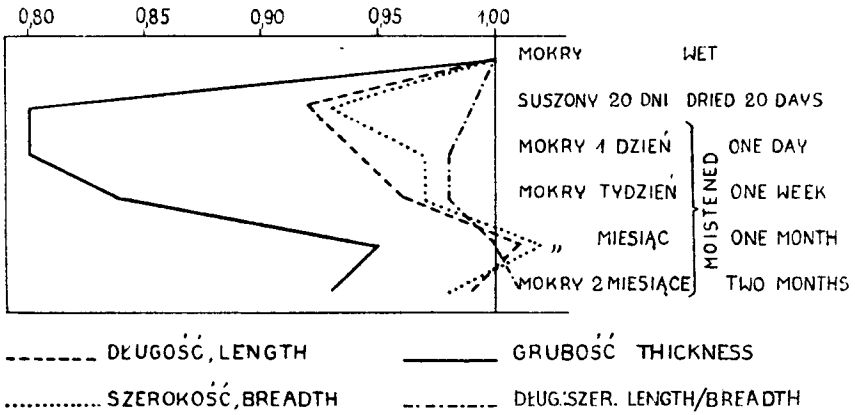
są wyraźne przy powierzchownej obserwacji i że odchylenia, jakie widzimy w różnych cechach na rycinach 2 i 3, są spowodowane czułością zastosowanej metody. Obserwacje te potwierdzają fotografie zamieszczone na ryc. 4 i 5. Mimo wykazanych graficznie zmian kształtu orzeszków w poszczególnych stadiach, żadna z nich nie jest tak duża, żeby naocznie zmieniła kształt danego orzeszka. Gdyby fotografie te zostały przypadkowo rozrzucone, to nie tylko autorka, ale i każdy z czytelników nie miałby

trudności z ułożeniem ich z powrotem we właściwym porządku. Orzeszki były początkowo napęczniałe, potem kurczyły się stopniowo, nie ulega jednak żadnej wątpliwości, która fotografia do którego orzeszka należy.

Wypowiadane przez niektórych paleobotaników zdania, że materiały kopalne w czasie konserwacji i wysychania zmieniają zupełnie kształty, są dla owoców graba nieuzasadnione (tablica I, 5—8).

W znanej mi literaturze paleobotanicznej spotkałam raz tylko podobną próbę przebadania zmian, zachodzących w roślinnych szczątkach kopalnych w czasie ich konserwacji, a mianowicie w badaniach S. Kokawy nad kopalnymi nasionami *Menyanthes* (patrz str. 2). Stosując wielką precyzję w pomiarach tych małych nasion, zastanawiał się autor również nad tym, jaki materiał — suchy czy mokry — użyć do badania. W tym celu mierzył nasiona kopalne w 6 stadiach pod względem 4 cech (długość, szerokość, grubość i stosunek długości do szerokości) i zestawił szereg wykresów, opierając się nie na poszczególnych nasionach, lecz na średnich arytmetycznych z 10—50 nasion. Punktem wyjściowym były dla Kokawy materiały mokre. Próby brane ze złóż torfu były — jak pisze — moczone zaraz w wodzie, a następnie wysortowane materiały przechowywano w laboratorium w alkoholu. Nie wspomina Kokawa o tym, czy torf ten był gotowany z sodą w celu rozklejenia materiału i łatwiejszego wysortowania z niego szczątków. Nie wspomina też, jak długo materiał był przechowywany w laboratorium, zanim go użyto do pomiarów.

Kokawa robił dwojakie doświadczenia. W pierwszym — nasiona wyjęte z alkoholu (procentu nie podaje) suszył po zmierzeniu w piecyku elektrycznym przez 20 minut w 70°C, a następnie przez 20 minut w 110°C, po czym moczył przez 1 godzinę, 1 dzień i 2 dni, wykonując za każdym razem pomiary. W drugim doświadczeniu suszył nasiona na powietrzu przez 20 dni, a następnie moczył przez 1 dzień, tydzień, miesiąc i 2 miesiące. We wszystkich doświadczeniach najsilniej reagowała grubość nasion, która malała po wysuszeniu, czasem o przeszło 30% i nawet po 2 miesiącach nie wracała do pierwotnej wartości, podczas gdy ubytek długości i szerokości nie przenosił nigdy 10% i rekompensował się po namoczeniu. Wzajemny stosunek dwóch ostatnich cech ulegał nieznacznym wahaniom w zależności od stadium. Te same nasiona raz kurczyły się lub pęczniały silniej na długość, drugi raz na szerokość w granicach nie przenoszących jednak 5% wartości cechy: stosunku długości do szerokości, jaką miały w stanie mokrym. Kokawa, dla którego jednym z najważniejszych pomiarów była grubość nasion, postanowił w wyniku doświadczeń oprzeć się na materiale mokrym, w którym nasiona były najsilniej napęczniałe. Nie zastanawiał się przy tym, jaki był stosunek cech nasion przechowywanych w alkoholu do nasion leżących *in situ* w pokładzie torfu, nie są więc jego badania porównywalne bezpośrednio z moimi. Na rycinie 10 przytaczam jeden z wykresów S. Kokawy, przerysowany z jego pracy pod tytułem „Morphometry of *Menyanthes* Seed Remains in Japan". (1959).



Ryc. 10. Zmiany wielkości i kształtu kopalnych nasion *Menyanthes* w 5 stadiach. Według Kokawy 1959

Fig 10. Changes in size and shape of the fossil seeds of *Menyanthes* at 5 stages. After Kokawa 1959

Na zakończenie pragnę złożyć serdeczne wyrazy wdzięczności prof. dr Janinie Jentys-Szaferowej, która zachęciła mnie do wykonania tej pracy, nie szczędząc przy tym cennych rad i wskazówek.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

1. Poszczególne czynności wykonywane przy wydobywaniu i konserwacji kopalnych orzeszków graba wpływają na zmianę ich wielkości i kształtu. Zmiany kształtu są nieraz dla oka mało widoczne, można je jednak wykazać za pomocą dokładnych pomiarów.

2. Gotowanie w wodzie z sodą powoduje pęcznienie orzeszków, dzięki czemu mają one w tym stadium największe rozmiary. Kąty wierzchołka i podstawy powiększają się przy tym również, najszersza zaś część orzeszka przesuwa się ku środkowi. Z tego powodu orzeszki świeżo wygotowane w wodzie z sodą nie nadają się do badań ścisłych.

3. Niezależnie od ogólnej tendencji do zaokrąglania swych kształtów podczas gotowania, zachodzą u niektórych orzeszków w poszczególnych stadiach konserwacji zmiany indywidualne, związane często z uszkodzeniem owocu.

4. Gotowanie materiału w wodzie z sodą może być nieraz procesem korzystnym, gdyż wyprostowują się przy tym drobne, czasem niedostrzegalne dla oka deformacje wywołane ciśnieniem gleby. Po wysuszeniu orzeszki uzyskują wtedy kształt, który jest prawdopodobnie bliższy ich pierwotnego kształtu.

5. Zmiany kształtu orzeszków graba, wywołane rozmaitymi czynno-

ściami związanymi z ich konserwacją, nie są nigdy tak duże, aby mogły zmienić ogólny charakter owocu.

6. Do badań biometrycznych powinien służyć materiał najmniej zniszczony.

LITERATURA

1. Arnold C. A., 1947. An Introduction to Paleobotany. New York and London.
2. Hopf M., 1955. Formveränderungen von Getreidekörnern beim Verkohlen. Ber. Deutsch. Bot. Gesel. 68/4/: 191—493, Stuttgart.
3. Jentys-Szaferowa J., 1929. Budowa błon pyłków leszczyny, woskownicy i europejskich brzóz oraz rozpoznawanie ich w stanie kopalnym. PAU. Vol. 68, Dz. B, Kraków.
4. Jentys-Szaferowa J., 1959. Graficzna metoda porównywania kształtów roślinnych. A Graphical Method of Comparing the Shapes of Plants. Nauka Pol. 7/3/: 79—110, Warszawa.
5. Jentys-Szaferowa J., 1960. Badania morfologiczne nad kopalnymi orzeszkami rodzaju *Carpinus* w Polsce. Morphological Investigations of the Fossil. *Carpinus*-Nutlets from Poland. Acta Palaeobotanica I/1: 1—41, Kraków.
6. Kokawa S., 1958. Some Tentative Methods for the Age-estimation by Means of Morphometry of *Menyanthes* Remains. Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, Ser. D. Vol. 9: 111—118.
7. Kokawa S., 1959. Morphometry of *Menyanthes* Seed Remains in Japan. Journal of the Institute of Polytechnics. Osaka City University, Ser. D. Vol. 10: 45—63.
8. Kokawa S., 1960. Morphometric Reconstruction of the Compressed Seed Remains of *Menyanthes* in Japan. Journal of the Institute of Polytechnics. Osaka City University, Ser. D. Vol. 11: 79—89.
9. Matlakówna M., 1925. Średniowieczne szczątki roślinne ze Żmudzi oraz niektóre zagadnienia pochodzenia zbóż. (Mittelalterliche Pflanzenreste aus Samogitien und einige Bemerkungen über die Abstammung der Getreidearten). Acta Soc. Bot. Pol. 3/2/: 1—46, Warszawa.
10. Moldenhaver K., 1948. Główne zboża występujące w wykopaliskach Biskupina (Wielkopolska). The Principal Cereals in the Biskupin Findings of the Early Iron-Age. Roczn. Nauk Roln. 51: 306—312, Poznań.
11. Walton J., 1936. On the Factors which Influence the External Form of Fossil Plants. Royal. Soc. Lond., Biol. Sc. 226/535/: 219—237, London.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE SIZE AND SHAPE OF FOSSIL HORNBEAM FRUITS

The author emphasizes the value of the reconstruction of the size and shape of plants on the basis of their fossil remains. Such a reconstruction helps to determine the systematical appurtenance of these plants and their variability in time.

After J. Walton (1936) and J. Jentys-Szaferowa (1960) the author assumes that the size and shape of the contour of the fossil remains deposited in a sediment correspond to the original size and shape of the given organ. In the present paper she is only concerned with the farther changes which occur in the fossils. The question is, what changes take place in the fossil remains from the moment they are extracted from the sediment till they are ready for scientific research.

To this purpose, some hornbeam nutlets derived from a Pliocene sediment found at the banks of the brook Koprocz at Mizerna in 1961 were subjected to a detailed examination. From the clay found at that place two nutlets of *Carpinus betulus* were extracted by way of breaking the clay. These nutlets were examined biometrically in detail at the different stages of their conservation.

More material was obtained by boiling the clay in water mixed with soda and washing it on sieves.

The research started with the examination of the first two nutlets (A and B), from which a full picture of the changes was expected. They passed through six particular stages (Fig. 1). The nutlets were measured after each treatment. Their changes were determined in percentage of the value established for the given characters of the nutlets when extracted from clay (Fig. 2). Numbers 1—6 denote the characters which were taken into consideration. These are:

1. Length of nutlet,
2. Width of nutlet,
3. Apex angle,
4. Base angle,
5. Ratio length/width,
6. Position of the broadest part in ‰ of length.

On this basis it has been established that the well-preserved nutlet A underwent lesser changes during treatment than the more damaged nutlet B. The two nutlets changed their size and shape most when boiled in water with soda, which caused great swelling. During the subsequent stages of conservation the nutlets returned gradually to their initial outlook, i. e. at the moment of extraction from the clay. This was especially well marked in the undamaged nutlet A.

The other hornbeam nutlets were examined from the moment they were boiled in water with Na_2CO_3. Thus, the stages I and II were lacking. In order to compare these nutlets with those marked A and B the latter required a different consideration, namely, their observation and the calculation of percents had to start not with stage I but III, i. e. from the moment when they were most swollen (Fig. 3). It has also been ascertained here that as far as their size and shape were concerned the undamaged nutlet A at stage VI looked similar as at stage I.

Figs. 4 and 5 show the photographs of the other 8 nutlets enlarged

four times and investigated at the stages III and VI. Here, the undamaged nutlets of different shape were used in order to establish whether the comparatively broad nutlets (Fig. 4) behave in a different way than the narrow ones (Fig. 5).

The results of biometric investigations are represented in Fig. 6. Much like in Fig. 3, here, too, stage III, at which the nutlets are swollen after boiling in water with soda, serves as a comparative unit. In Fig. 3 we see what happened to the right and left of stage III. Fig. 6 shows what happened to the right only. It can be inferred by analogy what was going on to the left. These eight nutlets prove to have some peculiarities in common, namely, the changes occurring at the stages IV, V and VI are pronouncedly directional. When dry, almost all of these nutlets had more acute angles at apex and base and their broadest part was found lower.

It seems that this process being a reverse of the swelling which took place at stage III restores the nutlets to their original shape. Thus, stage VI is the most suitable for a detailed study of the hornbeam.

To wind up, it should be added that although the changes which take place during the conservation of the nutlets are represented in Figs. 2, 3, and 6 seem to be apparently considerable, they do not change the general character of these nutlets in any essential way. Even if the photographs in Figs. 4 and 5 or the drawings in Figs. 1 and 7 were mixed up, they could easily be re-arranged in the proper order. Some palaeobotanists are of the opinion that there occur far-reaching changes during the conservation of the fossil fruits and that it is difficult to get a notion of their original shape and, consequently, of their taxonomy. This appears to be unjustified in the case of the hornbeam nutlets (see Plate I, 5—8).

Finally, the author submits Fig. 10 relating to the seeds of the genus *Menyanthes* redrawn from S. K o k a w a's paper (1959). Kokawa carried out research on the changes occurring in the fossil *Menyanthes* seeds during their conservation. He also wanted to choose the most suitable material for detailed examination. However, Kokawa's problem was a different one than the present author's, because according to him the most valuable character was the degree of compression of the seeds, which was easier to measure in wet than in dry seeds. Therefore, the results obtained by these two studies are not comparable.

Tablica I

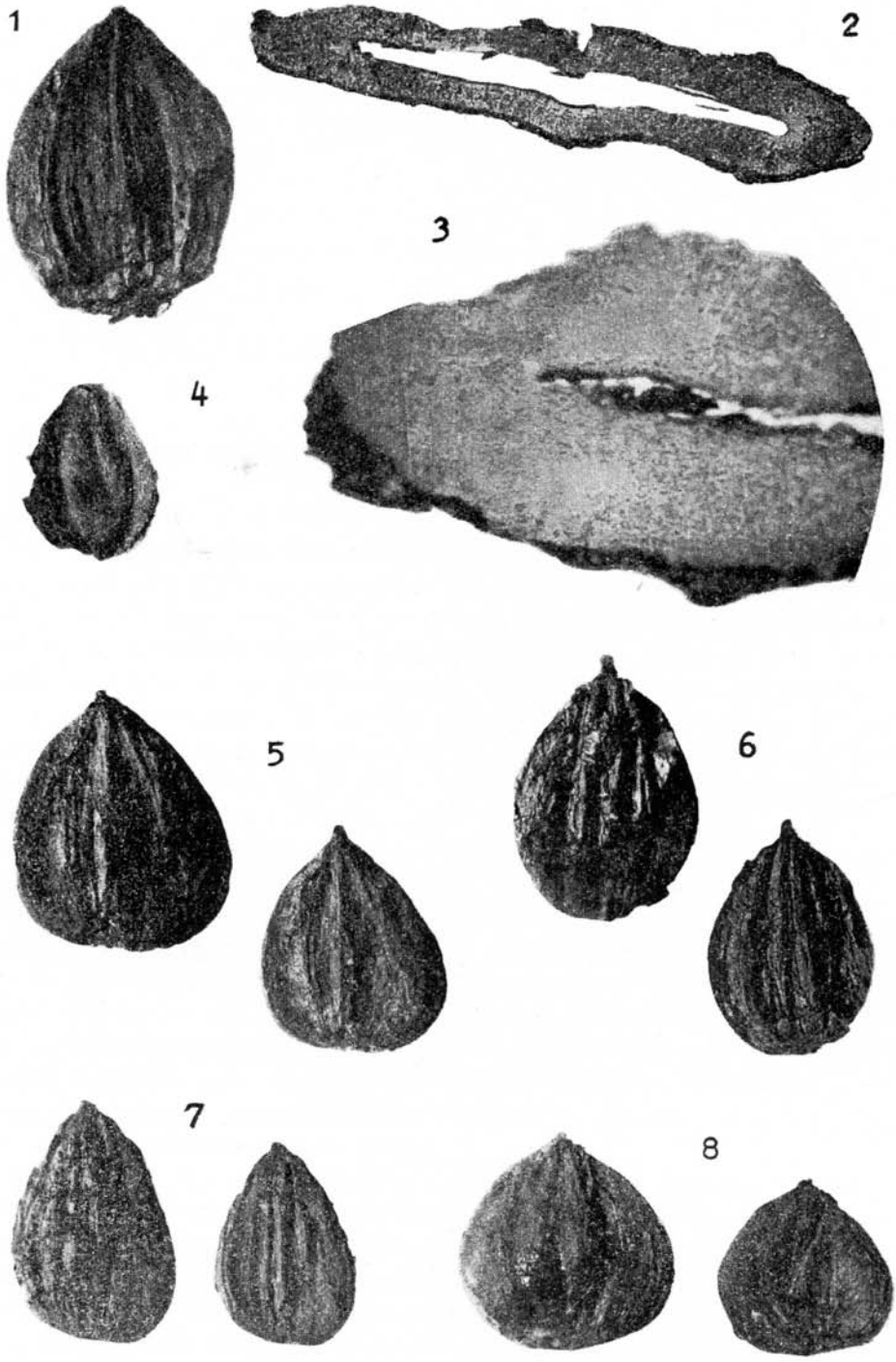
1. Orzeszek A (wyjęty wprost z iłu) (ok. 7 ×)
2. Przekrój anatomiczny orzeszka A (ok. 20 ×)
3. Przekrój anatomiczny orzeszka A (ok. 50 ×)
4. Orzeszek B (wyjęty wprost z iłu) (ok. 7 ×)

5—8. Orzeszki gotowane w wodzie z sodą i przesuszone (ok. 7 ×)

Plate I

1. Nutlet A extracted right from clay (ca. 7 ×)
2. Anatomic cross-section of nutlet A (ca. 20 ×)
3. Anatomic cross-section of nutlet A (ca. 50 ×)

5—8. Nutlets boiled in water with Na_2CO_3 and then dried (ca. 7 ×)


1
2
3
4
5
6
7
8