ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXXIV — nr 2
1965

Wpływ kwiatostanu żeńskiego na kształt liści brzozy brodawkowatej

The influence of the female inflorescence on the form of leaves of Betula verrucosa Ehrh.

I. WIĘCKOWSKA

WSTĘP

Liście na krótkopędach brzóz zakończonych owocostanem żeńskim, czyli tzw. kotką, różnią się na ogół morfologicznie od liści na krótkopędach wegetatywnych. Różnicę tę zaobserwowała J. Jentys-Szaferowa w r. 1937. W pracy pt. „Wielopostaciowość liści brzóz" podaje wyniki pomiarów wykonanych na liściach krótkopędów z kotkami żeńskimi i krótkopędów wegetatywnych u sześciu gatunków rodzaju *Betula*. Zdaniem J. Szaferowej inny kształt tych liści związany jest z obecnością lub nieobecnością kotki na danym krótkopędzie. W pracy z r. 1955 wypowiada zaś przypuszczenia co do ewentualnych przyczyn różnego kształtu i wielkości tych dwóch typów liści. Różnica ta może być spowodowana zatrzymaniem liści na wcześniejszym stadium rozwoju na skutek odebrania im części pokarmów przez rozwijającą się kotkę, lub na skutek wydzielanych przez kotkę substancji hamujących rozwój liści. Może zachodzić również wydzielanie przez rosnącą kotkę specyficznych substancji morfogenetycznych, które wpływają na zmianę kształtu liści w czasie ich wzrostu. Jest jednak możliwe, że już w pączkach znajdują się jakieś substancje, które wpływają na ilość i kształt liści na krótkopędzie w bardzo wczesnych stadiach rozwoju. W takim razie liście na krótkopędach owocujących miałyby już zdecydowanie inny kształt w chwili ukazania się ich z pączków.

Praca niniejsza jest próbą znalezienia odpowiedzi na niektóre z powyższych pytań na podstawie szeregu doświadczeń przeprowadzonych na dwóch rosnących w krakowskim Ogrodzie Botanicznym egzemplarzach *Betula verrucosa* Ehrh. Celem jej było wyjaśnienie następujących zagadnień: 1) czy przyczyna różnicy w kształcie liści na krótkopędach owocujących brzozy leży w rozwijającej się na nich kotce żeńskiej, 2) czy rozwijająca się kotka zatrzymuje rosnące na tym samym pędzie liście na pewnym stadium rozwoju, czy też wzrost tych liści przebiega inaczej niż liści na pędach wegetatywnych.

METODA PRACY

Pierwsze z serii doświadczeń wykonałam wiosną w r. 1955. Zaraz po rozchyleniu się łusek pączkowych i ukazaniu się kotek odrywałam delikatnie pensetą młode kwiatostany z szeregu krótkopędów jednego drzewa, starając się nie uszkodzić przy tym liści i każdy taki krótkopęd znaczyłam kordonkiem. Czynność tę powtórzyłam na około 130 krótkopędach, biorąc pod uwagę możliwość zniszczenia niektórych liści w czasie ich wzrostu. W końcu sierpnia zebrałam do badań biometrycznych 100 wyrośniętych już zupełnie normalnych krótkopędów wegetatywnych, 100 normalnych krótkopędów owocujących i 100 krótkopędów z obciętą kotką, zaznaczonych na wiosnę kordonkiem. Zbierałam je losowo unikając doboru liści lepiej wykształconych, lub też lepiej nadających się do pomiarów. Krótkopędy te ścinałam z jednego poziomu korony obchodząc drzewo dookoła. Ekspozycja nie grała więc tutaj roli. W r. 1956 przeprowadziłam to samo doświadczenie na innym młodym okazie *Betula verrucosa*, o stosunkowo małych liściach, rosnącym również w Ogrodzie Botanicznym. W latach: 1958 i 1959 usunęłam kotki z około 80 krótkopędów z drzewa, które badałam w r. 1955. Do badań biometrycznych zebrałam wówczas próby wszystkich trzech typów krótkopędów złożone każda z 50 wariantów.

Po zasuszeniu materiału, mierzyłam po dwa liście z każdego krótkopędu. Do pomiarów używałam linijki z milimetrową podziałką oraz kątomierza. Jeśli chodzi o technikę mierzenia starałam się postępować zawsze podobnie, aby wyniki były porównywalne. Każdy liść określałam pod względem 14 cech, na podstawie których można liście brzozy dokładnie scharakteryzować. Cechy uszeregowałam w analogicznej kolejności, jak to robiła J. Jentys-Szaferowa w pracach z r. 1949—51.

Do cech wielkości zaliczyłam te, które zmieniają się zależnie od rozmiarów liści, tj.: długość ogonka liściowego (cecha 1), długość blaszki liściowej (cecha 2), którą mierzyłam od nasady blaszki do wierzchołka wzdłuż nerwu głównego, szerokość blaszki (cecha 3), mierzoną w jej najszerszym miejscu oraz odległość najszerszej części od nasady blaszki. Wartość ta była potrzebna dla uzyskania jednej z cech kształtu (cecha 11). Następnie liczyłam pary nerwów bocznych (cecha 4), mierzyłam odległość pierwszego ząbka od nasady blaszki (cecha 5) i odległość między końcem 2 i 3 nerwu (cecha 6), a między tymi nerwami liczyłam ząbki (cecha 7) biorąc pod uwagę i te, do których wbiegały oba nerwy boczne.

Do cech kształtu zaliczyłam: stosunek długości blaszki do długości ogonka (cecha 8). Obliczałam go dzieląc wartości liczbowe określające długość blaszki przez wartości określające długość ogonka, aby scharakteryzować, czy liście są długo czy krótko ogonkowe. Stosunek długości blaszki do jej szerokości (cecha 9) dawał pojęcie, czy liście są wąskie czy szerokie. Obliczałam także przeciętną odległość nerwów bocznych

(cecha 10) oraz położenie najszerszej części blaszki w procentach długości blaszki (cecha 11), licząc od jej nasady. Mierzyłam także: kąt drugiego nerwu (cecha 12), aby scharakteryzować nachylenie nerwów bocznych względem nerwu głównego. Kąt podstawy i nerwu głównego (cecha 13) — określał kształt podstawy blaszki liściowej. Była ona sercowata, o ilę kąt przekroczył 90° lub klinowata, o ile wartość kąta była niższa od 90°. Cecha ta koreluje u *Betula verrucosa* z cechami: 11-tą i 12-tą. Charakteryzując kąt wierzchołka (cecha 14) — mierzyłam sam wierzchołek liścia, a więc kąt zawarty między nerwem głównym a brzegiem blaszki do pierwszego jej ząbka.

Następnie obliczałam liczby charakterystyczne: średnią arytmetyczną z jej błędem (M ± m), średnie odchylenie (σ) oraz współczynniki zmienności (*v*).

Tabela 1 - Table 1

Porównanie pomiarów liści Betula verrucosa Ehrh. zebranych w roku 1955
Measurements of leaves of Betula verrucosa Ehrh.

Cechy - Characters	M_1	M_2	M_3	$M_2:M_1$	$M_3:M_1$
1 Długość ogonka	18,24	19,03	17,25	1,04	0,95
2 Długość blaszki	49,85	52,37	48,02	1,05	0,96
3 Szerokość blaszki	34,11	38,07	35,13	1,12	1,03
4 Liczba par nerwów bocznych	6,41	6,90	6,75	1,08	1,05
5 Odległość jednego ząbka od podstawy blaszki	16,71	16,93	15,82	1,01	0,95
6 Odległość między końcem 2 i 3 nerwu	7,15	7,73	7,09	1,08	0,99
7 Liczba ząbków między 2 i 3 nerwem	4,73	5,06	4,93	1,07	1,04
8 Stosunek długości blaszki do długości ogonka	2,73	2,73	2,81	1,00	1,03
9 Stosunek długości do szerokości blaszki	1,47	1,39	1,39	0,95	0,95
10 Przeciętna odległość nerwów	7,79	7,61	7,15	0,98	0,92
11 Położenie najszerszej części w %% długości blaszki	33,91	31,84	32,08	0,94	0,95
12 Kąt drugiego nerwu	38,89	40,06	40,09	1,03	1,03
13 Kąt podstawy	56,63	65,09	63,35	1,15	1,12
14 Kąt wierzchołka	18,06	14,91	16,35	0,83	0,91

M_1 - średnie arytmetyczne 200 liści z krótkopędów owocujących.

M_2 - średnie arytmetyczne 200 liści z krótkopędów wegetatywnych.

M_3 - średnie arytmetyczne 200 liści z krótkopędów z obciętą kotką.

Po wykonaniu pomiarów i obliczeń porównywałam badane liście metodą graficzną (J. Jentys-Szaferowa, 1949—1950, 1948—1951, 1959). Punktem wyjściowym tej metody jest przyjęcie jednej z badanych prób jako jednostki porównawczej, do której porównuje się pozostałe próby. W moich badaniach przyjęłam jako jednostkę porównawczą średnie arytmetyczne z liści na krótkopędach owocujących danego drzewa. Jednostką tą był więc teoretyczny liść, którego wymiary odpo-

wiadały średnim wartościom z dwustu, względnie ze stu liści krótkopędów owocujących. Następnie określałam, o ile średnie arytmetyczne dwóch pozostałych prób liści: z krótkopędów wegetatywnych i krótkopędów z obciętą kotką były większe lub mniejsze od średnich arytmetycznych jednostki porównawczej. Dochodzimy do tego dzieląc każdorazowo średnią arytmetyczną badanej próby przez średnią arytmetyczną jednostki porównawczej (tabela 1). Otrzymawszy odpowiednie dane liczbowe sporządziłam na ich podstawie wykresy. Składają się one z trzech zasadniczych linii: linii prostej, pionowej, obrazującej jednostkę porównawczą, to jest liście krótkopędów owocujących oraz z dwu linii łamanych, obrazujących liście krótkopędów wegetatywnych i krótkopędów z obciętą kotką. Stosunek linii łamanych do linii prostej jest stosunkiem wielkości i kształtu liści w badanych próbach do liści jednostki porównawczej.

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

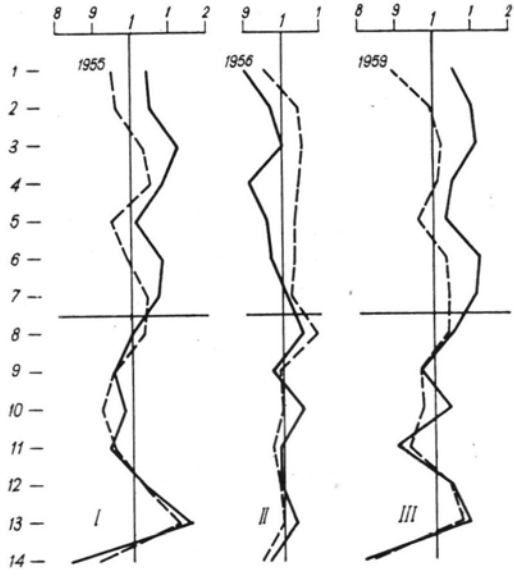
1. Wpływ kotki na wielkość i kształt liści krótkopędów owocujących

Jak pisałam w poprzednim rozdziale pierwsze doświadczenie nad wpływem kotki na kształt liści na krótkopędach owocujących przeprowadzone było w 1955 r. Zebrałam wówczas po 100 krótkopędów wegetatywnych, owocujących i z obciętą kotką. Na każdym krótkopędzie mierzyłam dwa liście, czyli w sumie zmierzyłam 600 wariantów. Wynik doświadczenia przedstawia wykres I na ryc. 1 narysowany na podstawie danych liczbowych z tabeli 1.

Linia pionowa obrazuje tam kształt liści na kórtkopędach owocujących. Linia łamana ciągła to liście na krótkopędach węgetatywnych. Linia łamana przerywana obrazuje liście na krótkopędach pozbawionych kotek, zaraz po ukazaniu się ich z pączka. Widzimy, że liście krótkopędów wegetatywnych miały nieco dłuższe ogonki od liści krótkopędów owocujących. Blaszka była również dłuższa i o wiele szersza. Licząc nerwy boczne brałam pod uwagę jedynie nerwy parzyste, nerwów nieparzystych, które zjawiają się sporadycznie nie uwzględniałam. Okazało się, że liście na pędach wegetatywnych miały wyraźnie więcej par nerwów bocznych, niż na owocujących. Liczba par nerwów bocznych korelowała więc z długością liścia. Odległość pierwszego ząbka była u obu typów liści prawie identyczna. Odległość między 2 i 3 nerwem i liczba ząbków zawarta między tymi nerwami była wyraźnie większa u liści na krótkopędach wegetatywnych. W cechach kształtu (8—14) stosunek długości blaszki do długości ogonka miał wartość identyczną w obydwu przypadkach, choć szeregi frekwencji liści krótkopędów owocujących miały większą rozpiętość niż liści wegetatywnych, co wskazywało, że były one bardziej zmienne. Wyraźne różnice były w cechach: 9, 11, 13

i 14. Liście na krótkopędach wegetatywnych były stosunkowo szersze, miały większy kąt podstawy i niżej położoną najszerszą część, natomiast wierzchołek ich był bardziej zaostrzony. Pokrywało się to z wynikami badań J. Jentys-Szaferowej ogłoszonymi w r. 1937.

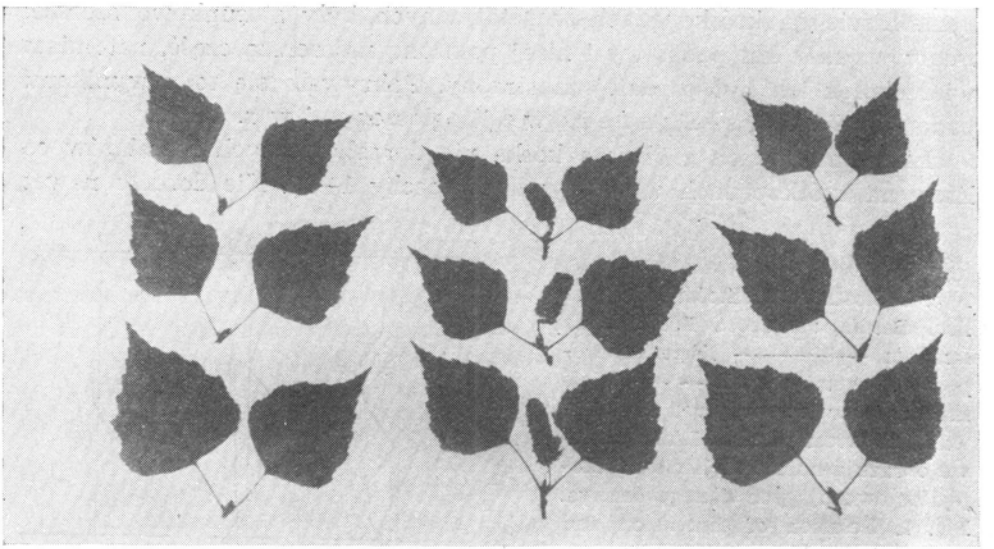
Liście na pędach z obciętą kotką nie dorosły do tych rozmiarów co liście na krótkopędach wegetatywnych (cechy 1—7). Nie dorosły nawet



Ryc. 1. Stosunek wielkości i kształtu liści *Betula verrucosa* Ehrh. Linie łamane: ———— liście krótkopędów wegetatywnych - - - - - liście krótkopędów owocujących z oberwaną na wiosnę kotką. Linie pionowe obrazują normalne liście krótkopędów owocujących danego drzewa. Fig. 1. Relation of dimension and shape of the leaves of *Betula verrucosa*. Angular lines: ———— leaves from vegetative short shoots; - - - - - leaves from fertile short shoots deprived in springtime of female catkins. The straight lines represent the leaves from normal fertile short shoots from the same tree. Characters 1—14 as on page 285.

do rozmiarów liści z normalnych pędów opatrzonych kotką. Natomiast w cechach kształtu upodobniły się zupełnie do liści wegetatywnych (cechy 8—14). Różnica występująca w cesze 10-tej była spowodowana różną długością blaszek liści krótkopędów wegetatywnych i krótkopędów z obciętymi kotkami przy małej różnicy w liczbie ich nerwów (cechy 2 i 4). Jest poza tym rzeczą interesującą, że usunięcie kotki z pędu wpłynęło na zwiększenie ilości ząbków na znajdujących się na nim liściach. Widocznie cecha ta kształtuje się ostatecznie dopiero po wyjściu liści z pączka.

Doświadczenie wykonane w 1956 r. nie dało tak wyraźnego rezultatu (wykres II na ryc. 1). Było ono przeprowadzone na drzewie o drobnych liściach, u którego różnica w wielkości i kształcie liści krótkopędów wegetatywnych i krótkopędów owocujących zaznaczyła się słabo. Jest to zgodne z obserwacjami J. Jentys-Szaferowej z r. 1937. Niemniej liście na pędach wegetatywnych i z oberwaną kotką upodobniły się do siebie, co widać wyraźnie na charakterze obu linii łamanych w cechach 8—14. W opisanym doświadczeniu liście na krótkopędach z oberwaną kotką były nieco większe przeciętnie niż z normalnych krótkopędów wegetatywnych.



Ryc. 2. Na lewo liście krótkopędów wegetatywnych; w środku normalne liście krótkopędów owocujących; na prawo liście krótkopędów z oderwaną na wiosnę kotką.

Fig. 2. Leaves from vegetative short shoots, from fertile short shoots and from short shoots deprived in springtime of catkins, all from the same tree.

W 1958 r. ponowiłam doświadczenie na tym samym drzewie, co w roku 1955. Po wycięciu kotek i zaznaczeniu tych krótkopędów kordonkiem kontrolowałam co pięć dni rozwój drzewa. Stwierdziłam wówczas, że część kotek w czasie wzrostu usychała i odpadała i wtedy krótkopędy, z których kotki odpadły, wyglądały tak samo, jak wegetatywne. Ponieważ na wiosnę zaznaczałam jedynie krótkopędy, z których usuwałam kotki, bałam się teraz, że próba liści krótkopędów wegetatywnych, zebrana w jesieni może być mieszaniną normalnych krótkopędów wegetatywnych oraz owocujących z uschniętą kotką. Dlatego w r. 1958 nie zebrałam materiałów do badań biometrycznych.

W 1959 r. powtórzyłam doświadczenie zaznaczając pojedynczymi nitkami krótkopędy z wyciętą kotką i podwójnymi nitkami krótkopędy wegetatywne, aby nie było pomyłki przy zbiorze liści. Zebrane próby liczyły: 50 krótkopędów wegetatywnych, 50 owocujących i 50 krótkopędów z obciętą kotką. Wśród oznaczonych krótkopędów wegetatywnych u ogromnej większości, bo u 71%, pączek szczytowy wyrósł w długopęd. Ponieważ w 1955 r. wykonałam poza badaniami opisanymi wyżej również i doświadczenie nad wpływem pędów letnich na kształt liści wiosennych i przekonałam się, że pędzący długopęd pobudzał wiosenne liście do wzrostu, ale nie wywoływał zmian kształtu tych liści, mogłam więc traktować tę próbę jako materiał jednolity. Dla kontroli wykonałam jednak wszystkie obliczenia osobno dla krótkopędów wegetatyw-

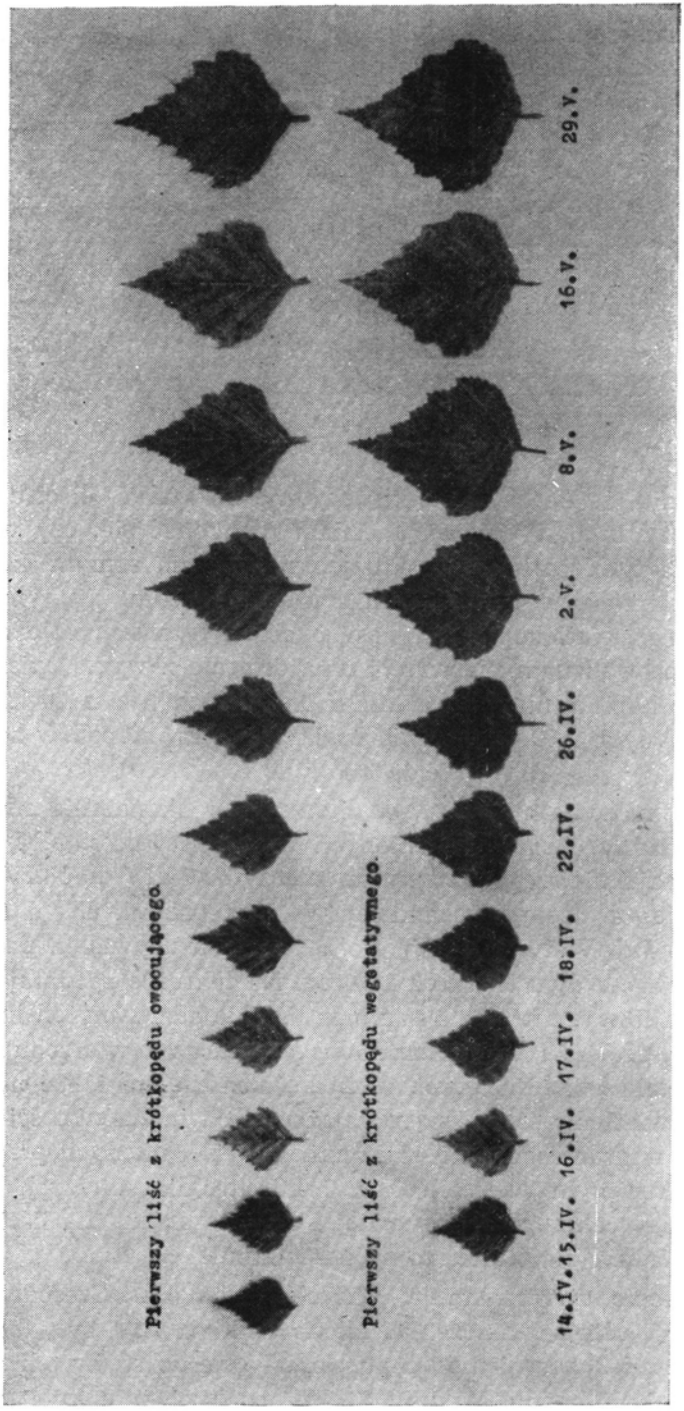
nych bez długopędów i osobno dla krótkopędów wegetatywnych, z których wyrosły długopędy. Dopiero gdy kontrola wykazała, że poza niewielkim zwiększeniem rozmiarów liści wiosennych na pędach, które w lecie wyrosły w długopęd, kształty ich pozostały bez zmiany, połączyłam je w jedną próbę i ustosunkowałam ich dane liczbowe, jak również dane liczbowe krótkopędów z obciętą kotką do danych dla krótkopędów owocujących. Na tej podstawie narysowałam wykres III na ryc. 1. Linie łamane układają się tam w sposób prawie identyczny jak na wykresie I. Świadczy to, że kotka rzeczywiście wpływa w czasie swego rozwoju na kształt liści znajdujących się na tym samym krótkopędzie. Fotografie trzech badanych typów liści zamieściłam na ryc. 2.

2. Badania nad rozwojem liści krótkopędów: owocujących i wegetatywnych

Po stwierdzeniu, że obecność kotki decyduje o kształcie liści danego krótkopędu brzozy brodawkowatej, chciałam przekonać się, czy wpływ jej nie polega na tym, że liście znajdujące się na tym samym krótkopędzie zostały zatrzymane na pewnym stadium rozwoju. W tym celu wykonałam szereg światłokopii liści, rosnących na tym samym drzewie, na którym przeprowadziłam pierwsze i dwa ostatnie z wyżej opisanych doświadczeń. Do kopiowania wybrałam 10 pierwszych liści z 10 krótkopędów wegetatywnych i 10 pierwszych liści z tyluż krótkopędów owocujących.

Od możliwie najwcześniejszego stadium aż do ukończenia rozwoju przenosiłam dokładny obraz wymienionych wyżej liści na papier ozalitowy. W czasie najsilniejszego wzrostu, to znaczy od 14.IV do 18.IV robiłam to codziennie, a następnie rzadziej, w odstępach 4, 6, 8 i 12 dni (22 IV; 26 IV; 2 V; 8 V; 16 V; 29 V). Do kopiowania używałam prostego przyrządu złożonego z dwu tekturek i szyby. Na tekturce spodniej układałam papier ozalitowy, z kolei na papierze liść nie oderwany od krótkopędu i ostrożnie, aby go nie uszkodzić, dociskałam go z wierzchu szybą osłoniętą górną tekturką. Następnie tekturkę odsłaniałam i liść naświetlałam. Czas naświetlenia wahał się w zależności od intensywności światła i wieku liści w granicach od 1—5 minut. Dla liści młodych przy pełnym świetle słonecznym wynosił około 1 minutę, dla starszych ponad 2 minuty. W dnie pochmurne, przy świetle rozproszonym, dla liści młodych ponad 2 minuty, dla starszych od 4—5 minut.

Otrzymane kopie utrwalałam w parach amoniaku. Część spośród kopiowanych liści uległa zniszczeniu. Młode listki brzozy były bowiem pokryte kropelkami żywicy i mocno przylepiały się do szyby odrywając się przy tym od krótkopędu. W dniu 14. IV, przy robieniu światłokopii, wszystkie listki, z wyjątkiem jednego z krótkopędu owocującego, ode-



Ryc. 3. U góry, seria rozwojowa pierwszego liścia krótkopędu owocującego. U dołu: seria rozwoju pierwszego liścia krótkopędu wegetatywnego tego samego drzewa.

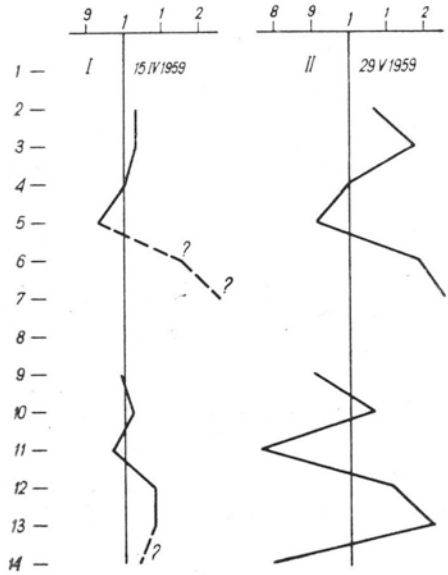
Fig. 3. Above: series of development of the first leaf from a fertile short shoot. Below: similar series of the first leaf from a vegetative short shoot.

rwały się od krótkopędu przeto 15.IV wybrałam 10 nowych listków krótkopędów wegetatywnych i 9 nowych listków krótkopędów owocujących. Ostatecznie otrzymałam pełne szeregi rozwojowe dla trzech liści krótkopędów wegetatywnych i pięciu krótkopędów owocujących.

Światłokopie moje dają jedynie obraz blaszek liściowych, długości ogonków nie można było na nich uchwycić z powodu ryzyka oderwania liścia.

W niniejszej pracy omówię dwie serie światłokopii liści. Kształt tych liści jest charakterystyczny dla obu typów krótkopędów brzozy brodawkowatej. Na jednej serii widzimy rozwój liścia krótkopędu owocującego, na drugiej zaś krótkopędu wegetatywnego (ryc. 3).

Rozpocznę od porównania graficznego światłokopii liści krótkopędów: owocującego i wegetatywnego, robionych w dniach 15 kwietnia i 29 maja, a więc w pierwszym i ostatnim dniu moich badań. Pomiary niektórych cech tych liści nie są ścisłe z powodu nieostrości konturów odbitek,



Ryc. 4. I. Stosunek rozmiarów (cechy 1—7) i kształtu (cechy 8—14) blaszek liściowych krótkopędów: wegetatywnego (linia łamana) i owocującego (linia prosta) zaraz po ukazaniu się ich z pączków.
II. Stosunek wielkości i kształtu tych samych liści po ukończeniu ich rozwoju.

Fig. 4. I. Relation of dimension (characters 1—7) and shape (8—14) of leaf-blades from fertile short shoot (straight line) and from vegetative short shoot (angular line) just after the oppening of the bud.
II. Relation of dimension and shape of the same leaf-blades after their full development.

dlatego różnice w tych cechach zaznaczyłam linią kreskowaną. Nie mam też danych dla cech 1 i 8 z powodu niedokładnej fotokopii ogonka liściowego.

Na wykresie II ryc. 4 (29. V) widać różnicę w kształcie blaszek liści: krótkopędu z kotką (linia pionowa) i krótkopędu wegetatywnego (linia łamana), w czasie kiedy liście osiągnęły pełnię swego rozwoju. Różnica ta jest zupełnie podobna do przeciętnej różnicy obu typów liści z tego samego drzewa przedstawionej na ryc. 1, tylko jest jeszcze silniej zaakcentowana.

W przeciwieństwie do tego światłokopie tych samych liści, zrobione w dniu 15 kwietnia, są bardzo do siebie podobne (patrz ryc. 3). Graficzne porównanie tych liści, przedstawione na wykresie I ryc. 4 w zupełności to potwierdza.

W dniu 15. IV. liście były już stosunkowo duże, w każdym razie większe, niż w dniu poprzednim. Gdybym miała fotokopie obu liści z dnia 14. IV. różnice między obu typami liści byłyby prawdopodobnie jeszcze mniejsze niż w dniu 15.IV. Potwierdza to hipotezę, że różnice, jakie były między wyrośniętymi liśćmi, powstały w czasie wzrostu po ukazaniu się liści z pączków.

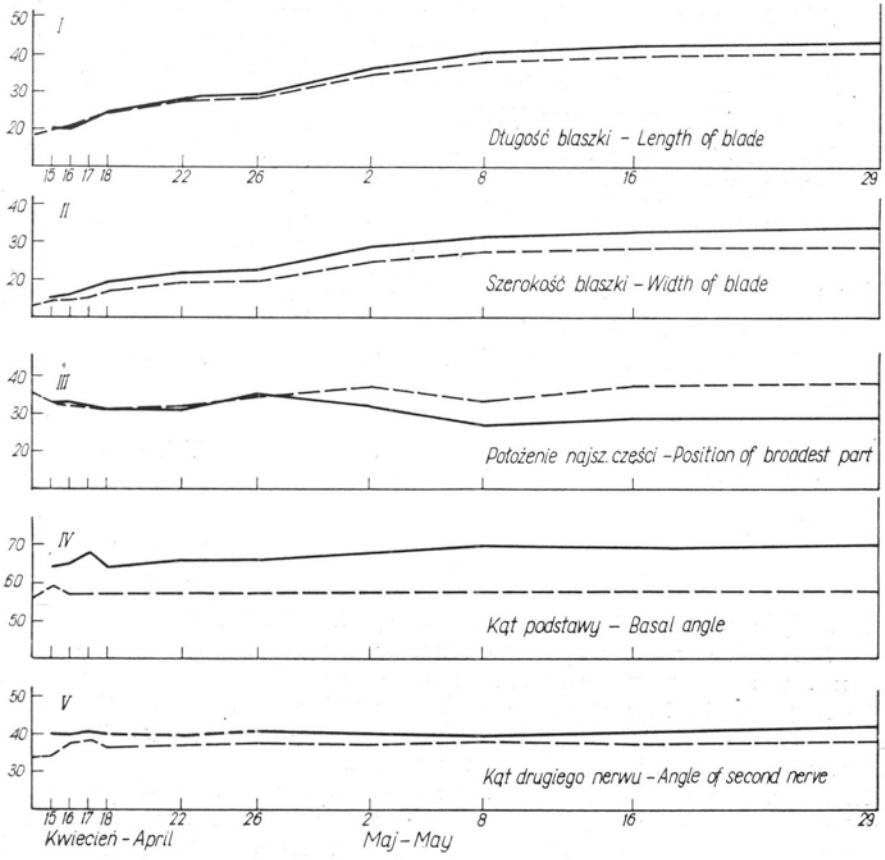
Spróbujemy teraz przeanalizować dzień po dniu zmiany w kształcie rosnących liści. Do tego służy ryc. 5.

Wykres I na ryc. 5 przedstawia wzrost długości blaszki liściowej. Na osi odciętych zaznaczone są dni, w których wykonane były kopie, na osi rzędnych długości blaszki wyrażone w milimetrach. Widzimy, że wzrost długości blaszki przebiegał we wczesnych stadiach rozwojowych identycznie u obu typów liści. Dopiero około 22.IV, a więc po 8 dniach obserwacji, liść krótkopędu wegetatywnego zaczął rosnąć intensywnie na długość. Natomiast już 16. IV. był on szerszy niż liść krótkopędu owocującego (wykres II na ryc. 5) i od tego czasu różnica w szybkości wzrostu obu liści zwiększała się mniej więcej równomiernie.

Na wykresie III przedstawione jest położenie najszerszej części obliczone w procentach długości blaszki liściowej. Początkowo cecha ta zachowuje się identycznie u liścia krótkopędu owocującego i u liścia krótkopędu wegetatywnego. Dopiero między 26.IV a 2.V, to znaczy wtedy, kiedy liść wegetatywny zaczął intensywniej rosnąć na długość, zaczyna się przesuwać u niego położenie najszerszej części ku podstawie blaszki liściowej. Świadczy to o tym, że liść krótkopędu owocującego rósł mniej więcej równomiernie, zaś u liścia krótkopędu wegetatywnego górna połowa rosła w drugim stadium rozwoju silniej na długość niż dolna. Można by też przypuszczać, że dolna część blaszki rozwinęła się u liścia wegetatywnego intensywniej na szerokość i to spowodowało obniżenie jej najszerszej części blaszki. Ponieważ jednak na wykresie II ryc. 5 nie widać w tym okresie nagłego wzrostu liścia na szerokość, należałoby raczej przyjąć pierwszą ewentualność.

Następnie wykonałam wykresy dla cech korelujących z położeniem najszerszej części. Okazało się, że kąt podstawy (ryc. 5, wykres IV) i kąt drugiego nerwu (wykres V) były już w dniu 15. IV. szersze u liścia krótkopędu wegetatywnego. Pod względem tych cech różniły się badane liście zaraz po rozwoju pączka. U liścia krótkopędu owocującego kąt podstawy nie zmienił się jednak w czasie wzrostu liścia, natomiast u liścia pędu wegetatywnego zwiększał się równocześnie z obniżeniem najszerszej części blaszki aż do dnia 8. V. i dopiero wtedy ustaliły się obie powyższe cechy.

Reasumując wyniki szczegółowego zbadania dwóch wymienionych liści, należy stwierdzić, że różnice, jakie zachodziły w wielkości i kształcie obu opisanych liści, były wywołane prawie wyłącznie innym sposobem wzrostu. Różnice w sposobie wzrostu zaczynały się we wczesnych stadiach rozwoju liścia i zwiększały się w miarę rozwoju liści. Liść krótkopędu wegetatywnego nie był w żadnym ze swych stadiów wzrostu podobny do liścia krótkopędu z kotką. Podobne zjawiska zaobserwowałam na pozostałych seriach wzrostu liści. Potwierdza to przypuszczenie o innym cyklu rozwoju liści na krótkopędzie owocującym, a nie o zatrzymaniu tych liści na wcześniejszym stadium rozwoju.



Ryc. 5. Zmiany w rozmiarach i kształcie blaszek liściowych w czasie ich rozwoju; ——— liść krótkopędu wegetatywnego, - - - - - liść krótkopędu owocującego (patrz ryc. 3.).

Fig. 5. Changes in dimension and form of leaf-blades in the following days; ——— a leaf from vegetative short shoot, - - - - - a leaf from a fertile short shoot (see Fig. 3.).

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

1. U *Betula verrucosa* występują wyraźne różnice w wielkości i kształcie liści krótkopędów wegetatywnych i krótkopędów owocujących. Różnice te są większe u indywiduów o dużych liściach, a mniejsze u form drobnolistnych.

2. Po wycięciu kotki zaraz po ukazaniu się jej z pączka liście krótkopędów owocujących upodobniały się pod względem kształtu do liści krótkopędów wegetatywnych.

3. Liście krótkopędów owocujących i wegetatywnych, badane przez cały okres wzrostu, różniły się pod względem szerokości blaszki, kąta podstawy i kąta drugiego nerwu od stosunkowo wczesnego stadium rozwoju. Różnice w długości blaszki i w położeniu najszerszej części wystąpiły u badanych liści dopiero po dwóch tygodniach od ukazania się z pączka. Równocześnie z intensywnym rozwojem długości blaszki rozszerzał się i kąt podstawy liścia.

4. Liście krótkopędów owocujących rosły mniej więcej równomiernie. U liści krótkopędów wegetatywnych oddalenie ich najszerszej części od podstawy nie powiększało się proporcjonalnie do wzrostu długości blaszki. Obserwacje te nasuwają przypuszczenie, że górna połowa liści pędów wegetatywnych rosła silniej, niż dolna.

5. Liście na krótkopędach owocujących nie były zatrzymane przez kotkę żeńską na wcześniejszym stadium rozwoju, ale rosły w inny sposób.

Instytut Botaniki PAN
Zakład Zmienności Roślin

(Wpłynęło dn. 15.I.1965 r.)

SUMMARY

The paper concerns the results of the experimental investigations carried on in the Botanical Garden in Cracov on two specimens of *Betula verrucosa* Ehrh. The experiments were undertaken in order to find the cause of the differences in the shape of the leaves growing on fertile and on sterile short shoots. These differences were ascertained in 1937 by J. Jentys-Szaferowa for 6 species belonging to the collective species *Betula alba* L.

In the space of several years in the moment of the opening of the buds more than 100 female catkins were carefully cut off from a tree. The shoots deprived of these catkins were marked with threads. In summer the vegetative short shoots, the normal fertile short shoots and the short shoots deprived of female catkins were gathered. The size and shape of their leaves were determined on the basis of 14 characters:

1. Length of stalk
2. Length of blade
3. Width of blade
4. Number of pairs of lateral nerves
5. Distance of first tooth from base of blade

6. Distance between the ends of the 2nd and 3rd nerves
7. Number of teeth between the ends of the 2nd and 3rd nerves
8. Ratio of length of blade to length of stalk
9. Ratio of length to width of blade
10. Average distance between nerves
11. Position of broadest part
12. Angle of second nerve
13. Basal angle
14. Apical angle

The arithmetic means of these characters were compared (see table 1) and their differences shown in graphs using Szaferowa's Graphic Method. In all the experiments the leaves from the shoots deprived of catkins became, when grown up, similar in their shape to the leaves on the vegetative short shoots (characters 8—14 on Fig. 1).

The results of the experiments have shown, that the cause of the differences in the shape of leaves from fertile short shoots is connected without doubt with the presence of the catkin. They did not answer the question how the catkin influences the leaves growing on the same shoot.

The inflorescence can deprive in some degree the leaves of water and food and therefore they do not attain their full developement. In this case they can remain at an earlier stage of growth. But they can also grow differently and in this case the differences between the two types of leaves shall occur at an early stage of development and increase gradually during the growth of the leaves (J. Jentys-Szaferowa 1954).

To find the answer to these questions the author made on a living tree blue prints of 10 leaves growing on fertile short shoots and of 10 leaves growing on vegetative short shoots. At the beginning she did this every other day, afterwards at longer intervals till the leaves stopped growing. She obtained in this way 3 full series of development of the leaves from sterile short shoots and five from fertile short shoots. The remaining series were incomplete because the leaves were damaged. Two of the full series are represented on Fig. 3.

The leaves copied on the first day of the treatment, just after the opening of the buds, were similar on both kinds of shoots (characters 8—14 on Fig. 4, I). There was however a great difference in the shape of these leaves after their full development (Fig. 4, II). The detailed analysis of their characters in the following days has shown that these two kinds of leaves grew differently. (Fig. 5). It was characteristic for the leaves from the vegetative short shoots that they grew more quickly in breath than the leaves from the fertile short shoots, and that the growth in length of the lower part of their blade was slower than that of the upper part. In result the position of the broadest part of the leaves from the vegetative short shoots stood in inverted ratio to the length of the blade; the longer the blade the nearer its broadest part was to the base (Fig. 5, I, III).

Polish Academy of Sciences
Institute of Botany

LITERATURA

Jentys-Szaferowa J., 1937, Z badań biometrycznych nad zbiorowym gatunkiem *Betula alba* L. I. Wielopostaciowość liści brzóz — Biometrical studies on the collective species *Betula alba* L. I. Polymorphism of the leaves of birches. Inst. Bad. Las. Państw. Rozpr. i Spraw. S. A. 26:1—57, Warszawa.

Jentys-Szaferowa J., 1955, Wielopostaciowość liści drzew i jej przyczyny — Polymorphism of Tree Leaves and its Causes, Acta Soc. Bot. Pol. 24(1):207—236, Warszawa.

Jentys-Szaferowa J., 1948—1951, Graficzna metoda porównywania kształtów roślinnych — The graphical method of comparison plants shape, Kosmos „A" 66(1—3):346—377, Wrocław.

Jentys-Szaferowa J., 1950, Analiza zbiorowego gatunku *Betula alba* L. na podstawie pomiarów liści. Część I. Cel i metoda pracy na przykładzie *Betula verrucosa* Ehrh. — Analysis of the collective species *Betula alba* L. on the basis of leaf maesurements. Part I. Aim and method of the work on the example of *Betula verrucosa* Ehrh. Bull. Acad. Pol. Scienc. Lettr. Cl. Math. Nat. S. B.: 175—214, Kraków.

Jentys-Szaferowa J., 1959, Graficzna metoda porównywania kształtów roślinnych, Nauka Polska 7(3):79—110, Warszawa.

Jentys-Szaferowa J., 1959, Graficzeskij mietod sprawnienija rastitielnych form. Żurn. Polsk. Akad. Nauk. 4(1):9—38, Warszawa.

Jentys-Szaferowa J., 1959, Graphical method of comparing the shapes of plants, Rev. Pol. Acad. Sc. 4(1):9—38, Warszawa.

Johansen W., 1926, Elemente der exacten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik, Jena.