Studia cytologiczno-ekologiczne nad gatunkami tatrzańskimi rodzaju *Aconitum* Tourn.

Cyto-ecological studies in Aconitum species from the Tatra Mountains

W. LESZCZAK

(wpłynęło 29. V. 1950)

W S T Ę P.

Tematem niniejszej pracy są badania cytologiczne i ekologiczne nad gatunkami rodzaju *Aconitum*, występującymi w Tatrach: *A. variegatum* L. i *A. firmum* Rchb.

Według H e g i' e g o, *Aconitum* jest starym trzeciorzędowym rodzajem, cechującym się wielką różnorodnością form i obejmującym ponad 60 gatunków. Kolebką jego jest Azja wschodnia; obszar rozprzestrzenienia rozpościera się poprzez Azję, Europę i Amerykę Północną.

Co do stanowiska systematycznego obu gatunków, to zarówno A s c h e r s o n i G r a e b n e r, jak i H e g i opierają się na klasyfikacji G a y e r a. Według tego autora *A. variegatum* L. jest wyraźnie wyodrębnionym gatunkiem, natomiast *A. firmum* jest podgatunkiem, należącym do gatunku zbiorowego *Aconitum Napellus* L. równowartościowego z gatunkiem *A. variegatum*. Natomiast polscy systematycy uważają *A. firmum* Rchb., który jest w Tatrach jedynym przedstawicielem sekcji *Napellus*, za gatunek równorzędny z *A. variegatum* (Flora Polska, tom III, 1927).

Główne cechy odróżniające oba gatunki są następujące:

1. wykrój liści,
2. pokrój kwiatostanu,
3. kształt hełmu,
4. kształt nasion.

Liście *Aconitum variegatum* L. i *A. firmum* są dłoniaste, 5—7 palczasto dzielne. Blaszka liściowa *A. variegatum* jest głębiej i ostrzej powycinana; łatki jej są długie, u nasady wąskie, zakończone ostro. Natomiast u *A. firmum* łatki liścia są znacznie szersze w stosunku do długości, niż u *A. variegatum* i końce ich są raczej zaokrąglone. Zarówno u jednego jak i drugiego gatunku zmienność liści jest duża, co utrudnia w pewnych przypadkach rozróżnienie obu gatunków na podstawie tej cechy.

Kwiatostan *A. variegatum* jest zwykle rozgałęziony; boczne gałązki odstają pod dużym kątem; grona kwiatowe są luźne. Natomiast *A. firmum* posiada kwiatostan zazwyczaj nierozgałęziony, gęstkwiatowy, wydłużony. Jeżeli występują boczne rozgałęzienia, to są one prosto w górę skierowane.

Helm *A. variegatum* jest prawie dwa razy dłuższy niż szeroki, pochylony ku przodowi, z linią grzbietową silnie załamana, poniżej dzióbka zwężający się trzonkowato. Natomiast helm *A. firmum* jest tak szeroki, jak wysoki, linia grzbietowa jest prosta, helm więc ma zarys okrągły.

Nasiona obu gatunków są trójkanciaste. U *A. variegatum* są one oskrzydłone z jednej strony, na powierzchni falisto zmarszczone, u *A. firmum* zaś oskrzydłone z trzech stron, gładkie.

Nad cytologią gatunków *Aconitum* pracowali: L a n g l e t (1927, 1932), G. A. L e w i t s k y (1931) oraz S c h a f e r i L a C o u r (1934). Wyniki tych badań zestawione są poniżej:

<i>A. variegatum</i> L.	2n = 24	L a n g l e t 1927.
	2n = 16	S c h a f e r i L a C o u r 1934.
<i>A. Napellus</i> L.	2n = 24	L a n g l e t 1927.
	2n = 32	L e w i t s k y 1931.
	2n = 32	S c h a f e r i L a C o u r 1934.

Jak wynika z powyższego zestawienia liczba podstawowa chromosomów u rodzaju *Aconitum* $n=8$. Ani *A. firmum* Rechb., ani *A. variegatum* L. z terenów polskich nie były dotąd cytologicznie badane.

Materiały do badań i metody.

Rośliny żywe zbierane były z terenów tatrzańskich głównie latem 1947 r., oraz wiosną i latem 1948 r.; nadto uzupełniono materiał kilkoma okazami wiosną 1949 r. Ogółem materiał zbadany pochodzi z 26 stanowisk, z nich okazy *A. variegatum* pochodzą z pięciu stanowisk, zaś *A. firmum* z 21 stanowisk (szczegóły w tabeli III).

Teren objęty badaniami rozciąga się od Doliny Chochołowskiej i Kościeliskiej (Tatry wapienne), na wschodzie sięgając w Tatrach granitowych aż do Doliny Morskiego Oka. Rozpiętość wysokości dla poszczególnych stanowisk waha się od 900 do 2000 m. nad poziom morza. Dzięki temu zebrane do badań okazy pochodzą ze stanowisk wykazujących znaczne różnice zarówno pod względem edaficznym, jak i klimatycznym i w naturalnych warunkach wykazywały wysoki stopień niejednorodności morfologicznej; różnice dotyczyły pokroju i wysokości roślin, barwy kwiatów, zawartości antocjanu w organach wegetatywnych. Rośliny z naturalnych stanowisk przewiezione do Krakowa z bryłką ziemi, sadzone były na polu doświadczalnym Zakładu Anatomii i Cytologii Roślin U. J. Przeniesienie roślin z różnych stanowisk naturalnych w warunki mniej więcej wyrównane, umożliwiło uchwycenie pewnych różnic genotypowych pomiędzy poszczególnymi roślinami przez wyeliminowanie zmienności pod wpływem środowiska.

Badania cytologiczne prowadzone były na stożkach wzrostu korzonków, które są najodpowiedniejszym obiektem do studiów nad mitozami. Do utrwalania stosowałam utrwalacz Nawashina. Po odwodnieniu, zatopione w parafinie korzonki kroilałam na mikrotomie na 8 i 10 μ grubości. Preparaty barwione były w 1% roztworze wodnym fioleto gencjanowego, metodą Newtona. Badania cytologiczne prowadziłam używając soczewki immersyjnej Reicherta (100 x) i okularu kompensacyjnego Zeissa (20 x). Rysunki wykonane były przy pomocy kamery rysunkowej Zeiss Abbe.

B a d a n i a c y t o l o g i c z n e.

Korzonki utrwalalam w różnych porach dnia i różnych porach okresu wegetacyjnego. Najwięcej podziałów uzyskiwałam w godzinach rannych między 10 a 12-tą godz. w maju i I połowie czerwca. *Aconitum variegatum*, zbadane z pięciu stanowisk, wykazało liczbę somatyczną $2n = 16$ (ryc. 1). *Aconitum firmum*, zbadane z 20 stanowisk, dało liczbę somatyczną $2n = 32$ (ryc. 2). Jedyne u pewnej nietypowej rośliny z Doliny za Mniczem, która według kształtu liści określona została jako *A. firmum*, zaobserwowałam oprócz typowych 32 chromosomów, obecność dodatkowych fragmentów, występujących w poszczególnych komórkach w liczbie wahającej się od 2—5. Na podstawie pomiarów długości poszczególnych chromosomów można przypuszczać, że nie są to rozfragmentowane ramiona, gdyż typy zasadnicze chromosomów w liczbie 32 były w komplecie. Owych 2—5 fragmentów stanowią nadmiar substancji chromaty-

Fig. 1—2. Somatic metaphases: prawa — *Aconitum variegatum*, lewa — *Aconitum firmum*.

Somatic metaphases: right — *Aconitum variegatum*, left — *Aconitum firmum* ($\times 2800$).

nowej. Przejawia się to zresztą w morfologii tej rośliny, która w kulturze wykazywała wyraźnie anormalny rozwój.

W obrębie rodziny *Ranunculaceae* rodzaj *Aconitum* należy do podrodziny *Helleboreae* z dużymi chromosomami, dogodnymi dla studiów nad ich morfologią. Wyniki badań obu gatunków podaję poniżej:

A. variegatum ($2n = 16$). Chromosomy w obrębie kompleksu wykazują zróżnicowanie na duże, średnie i małe; dokładne wymiary podane są w tabeli I, z uwzględnieniem długości poszczególnych ramion. Jak wykazały pomiary, chromosomy te dają się zawsze zgrupować w wyraźnych 8 par chromosomów homologicznych. Należy to podkreślić dlatego, że wynik otrzymany różni się od obserwacji autorów angielskich Schaffer i La Cour (1934) nad *A. variegatum*: mianowicie badane przez nich okazy, pochodzące z Helital — Salzkammergut w Austrii, posiadały w obrębie kompleksu tylko sześć wyraźnych par chromosomów homologicznych podobnych odnośnie wielkości i stosunku długości ramion; natomiast pozostałe cztery chromosomy nie stanowiły dwóch par, gdyż różniły się od siebie wielkością. Na tabeli 1. otrzymane przeze mnie wyniki pomiarów zestawione są z danymi Schaffer i La Cour. Jak widać z tego zestawienia *A. variegatum* z Tatr nie posiada owych nieparzystych chromosomów. Dla lepszego porównania wyników wykreśliłam idiogramy chromosomów *A. variegatum* wg. danych Schaffer i La Cour, oraz wg. moich pomiarów (ryc. 3-a i b). Pierwszy idiogram wykazuje jasno obecność czterech chromosomów nieparzystych: dwa z nich są duże, równoramienne, dwa zaś znacznie

Fig. 3 — Idiogramy *A. variegatum*: a — roślin z Austrii, b — roślin tatrzańskich.
Idiograms of *A. variegatum*: a — plants from Austria, b — plants from the Tatra Mts.

mniejsze o ramionach niejednakowej długości. Powstanie ich można wyjaśnić przypuszczeniem, że przedstawiają one produkt obustronnych translokacji, czyli wymiany odcinków pomiędzy chromosomami. Przebieg tego procesu można sobie w ogólnych zarysach wyobrazić w następujący sposób: para dużych chromosomów nierównoramiennych, odpowiadająca mniej więcej drugiej parze u roślin tatrzańskich, wymieniła pomiędzy sobą odcinki niehomologiczne w ten sposób, że oba ich dłuższe ramiona utworzyły jeden chromosom (izochromosom) o wymiarach ramion 6.1 i 6.2 μ . Taki sam proces mógł zajść między parą średnich chromosomów, przez połączenie dwóch homologicznych ramion o długości 4.2 i 4.1 μ . Krótsze ramiona pary większych chromosomów zaś uległyby połączeniu z krótszymi ramionami pary mniejszych chromosomów, przez co powstać mogły chromosomy mniejsze o wymiarach ramion 3.2 i 1.0 μ , oraz 2.5 i 1.0 μ . Być może że różnica długości większych ramion u tej ostatniej pary ma swą przyczynę w deficyjencji, która mogła wystąpić jako dalsza komplikacja omawianego zjawiska. Forma tatrzańska zatem zdaje się posiadać bardziej pierwotną strukturę kariologiczną, niż rośliny, badane przez Schaffer i La Cour.

TABELA I.

A. variegatum: długość ramion poszczególnych chromosomów
(w mikronach)

A. U form tatrzańskich			B. U roślin badanych przez Schafer i la Cour:		
	dłuższe ramię	krótsze ramię		dłuższe ramię	krótsze ramię
I para	7,0	3,5	1. bez pary	6,2	6,1
II „	5,6	2,2	I para	6,5	3,7
III „	4,2	2,0	2. bez pary	4,2	4,1
IV „	3,8	2,7	II para	4,0	1,0
V „	3,7	1,3	III para	3,2	2,0
VI „	3,3	2,0	IV para	3,2	2,0
VII „	3,2	1,1	V para	3,2	1,8
VIII „	1,7	1,0	3. bez pary	3,2	1,0
			4. „ „	2,5	1,0
			VI para	1,7	1,0

Uwaga: chromosomy nieparzyste są oznaczone arabskimi liczbami,
a pary chromosomów — rzymskimi.

Okazy *Aconitum firmum* pochodziły z 21 stanowisk. Wszystkie rośliny (z jednym poprzednio wzmiankowanym wyjątkiem) posiadały po 32 chromosomy, z parami wyraźnie zróżnicowanymi morfologicznie. Chromosomy są naogół nierównoramienne; ramiona ich są często ustawione pod kątem ostrym, co w efekcie daje obrazy podobne do liter V. Obrazy podobne przedstawiają też płytki somatyczne *A. Napellus*, zbadanego przez Levitsky'ego (1931) na okazach niewiadomego pochodzenia, oraz przez Schafer i La Cour na roślinach dziko rosnących w Anglii w okolicach Eddington (odmiana *Anglicum*) oraz na innych pochodzących przypuszczalnie z ogrodów botanicznych.

Dla dokładniejszego porównania morfologii chromosomów *A. firmum* i *A. Napellus* wykonałam pomiary długości ramion poszczególnych chromosomów *A. firmum* i dane te zestawiałam na Tab. II. z wynikami poprzednich badań nad *A. Napellus*. W kolumnie pierwszej tej tabeli znajdują się wyniki pomiarów, podane przez Levitsky'ego, do kolumny 2 zaś wniosłam długości ramion *A. Napellus* z Anglii, otrzymane z pomiarów chromosomów w płytkach, reprodukowanych w pracy Schafer i La Cour.

TABELA II.

Długość ramion poszczególnych chromosomów (w mikronach).

Nr pary	<i>A. Napellus</i> L. (Levitsky)	<i>A. Napellus</i> (Schafer i La Cour)	<i>A. firmum</i> Rchb. z Tatr
I	7,6 i 5,25	6,7 i 6,1	6,0 i 5,5
II	6,3 i 5,7	7,0 i 3,2	6,5 i 3,0
III	6,35 i 2,75	5,3 i 3,0	5,0 i 2,5
IV	5,9 i 3,6	5,2 i 2,0	5,5 i 1,0
V	3,65 i 1,3	6,0 i 1,0	4,5 i 1,0
VI	3,55 i 1,5	5,7 i 1,0	3,5 i 1,5
VII	3,5 i 1,35	4,3 i 2,0	2,6 i 2,0
VIII	3,15 i 2,4	3,2 i 2,0	3,2 i 1,2
IX	3,3 i 1,9	3,3 i 1,7	3,0 i 1,0
X	3,0 i 1,75	4,0 i 1,0	2,0 i 2,0
XI	2,95 i 1,3	3,0 i 1,3	3,0 i 1,0
XII	2,8 i 1,5	2,5 i 1,5	2,5 i 1,4
XIII	3,85 i 0,8	2,5 i 1,5	2,5 i 1,0
XIV	3,6 i 0,8	3,0 i 1,0	1,7 i 1,3
XV	2,15 i 0,8	2,7 i 1,0	2,0 i 1,0
XVI	1,9 i 1,1	1,7 i 1,0	2,0 i 0,7

Linie poziome oznaczają granice pomiędzy klasami wielkości chromosomów)

Różnice wielkości chromosomów w obrębie kompleksu *A. Napellus*, badanego przez Levitsky'ego, pozwalają stwierdzić, że występują tu:

- 4 pary chromosomów dużych
- 5 par „ średnich
- 5 par „ mniejszych średnich
- 2 pary „ małych.

Natomiast u *A. Napellus* z Eddington nie zachodzi już tak wyraźne odgraniczenie chromosomów dużych od średnich, wobec czego można podzielić chromosomy kompleksu na 5 klas niezbyt kontrastowo się odcinających. Znajdujemy tu:

- 3 pary chromosomów dużych
- 4 pary „ większych średnich
- 3 pary „ średnich
- 5 par „ mniejszych średnich
- 1 parę „ małych.

Kompleks *A. firmum* Rchb. z Tatr można podzielić na następujące klasy:

3 pary	chromosomów	dużych
3 pary	„	większych średnich
5 par	„	średnich
2 pary	„	mniejszych średnich
3 pary	„	małych.

Granice między klasami są tu jeszcze mniej wyraźne.

Kompleksy chromosomów *A. firmum* i *A. Napellus* różnią się także morfologią. U *A. Napellus* w chromosomach średnich ramiona krótsze są wyraźne, natomiast u *A. firmum* częściej występują zamiast nich główki. Na ogół w porównaniu z *A. Napellus* chromosomy *A. firmum* wykazują pewną redukcję długości obu ramion.

Liczba chromosomów *A. firmum* dowodzi, że jest to gatunek tetraploidalny. Na podstawie idiogramu tego gatunku można stwierdzić, że jest to allotetraploid, gdyż każdy typ chromosomów jego reprezentowany jest w kompleksie dwukrotnie, nie zaś czterokrotnie, jak u autotetraploidów. Natomiast *A. variegatum* jest gatunkiem diploidalnym.

Wyniki badań niniejszych nad obu tatrzańskimi gatunkami *Aconitum* potwierdziły liczbę chromosomów $2n = 16$ poprzednio ustaloną przez Schaffer i La Cour dla *A. variegatum*, oraz wykazały, że liczba chromosomów *A. firmum* odpowiada liczbie chromosomów *A. Napellus* $2n = 32$, znalezionej przez Levitsk'yego oraz Schaffer i La Cour. Podana przez Langlet dla obu gatunków liczba $2n = 24$ pozwala przypuszczać, że pracował on nad materiałem pochodzenia mieszańcowego.

Wszelako, pomimo zgodności w liczbach chromosomów, materiał tatrzański wyraźnie różni się od roślin badanych poprzednio. Stwierdzone różnice kariologiczne pomiędzy *A. Napellus* a *A. firmum* popierają opinię polskich systematyków, którzy traktują *A. firmum* jako odrębny gatunek.

U w a g i n a d r o z m i e s z c z e n i e m *A. variegatum*
i *A. firmum* w T a t r a c h.

Pomimo, że oba gatunki są w Tatrach pospolite, dają się stwierdzić interesujące różnice w ich rozmieszczeniu. Gatunek diploidalny *A. variegatum* jest na ogół rzadszy; rośnie on w Tatrach wapiennych i występowanie jego ograniczone jest do dolin górskich i stoków, na

których sięga tylko do górnej granicy lasów, czyli mniej więcej do 1520 m. n. p. m. Natomiast tetraploidalny *A. firmum* jest gatunkiem więcej rozpowszechnionym; występuje on zarówno na wapieniach, jak i w granitach, w niższych położeniach górskich niekiedy razem z *A. variegatum* (np. w Dolinie Jaworzynki i w Dolinie Strążyskiej); rośnie on jednak również na stanowiskach wyższych, gdzie dociera ponad górną granicę lasów i może jeszcze występować powyżej 2000 m w postaci form karłowatych. Liczne już dzisiaj badania wykazały⁹, że typy poliploidalne wyróżniają się większą ekspansją i zdolnością zdobywania terenów niedostępnych dla diploidów. Zgodnie z tym gatunek tetraploidalny *A. firmum* ujawnia większą rozpiętość odnośnie środowisk, w których występuje; dotyczy to zarówno zdolności jego występowania na znaczniejszej wysokości nad poziomem morza, jak i rozprzestrzenienia na podłożach różnych pod względem edaficznym.

Obserwacje nad morfologią roślin w naturalnych stanowiskach.

Zbierane w terenie okazy *A. firmum* wykazywały większą rozmaiłość form. niż dawała się zaobserwować w obrębie *A. variegatum*. Fakt ten niewątpliwie pozostaje w związku z szerszym rozprzestrzenieniem *A. firmum*; zasięg jego obejmuje tereny bardzo różniące się pod względem ekologicznym; sięga on też w górach wyżej, niż *A. variegatum* i w piętrze alpejskim występują jego wysoko-górskie karłowate formy. Liczne różnice, dające się stwierdzić pomiędzy roślinami z rozmaitych stanowisk, przedstawiają bądź modyfikacje, bądź też są wyrazem zróżnicowania w obrębie gatunku. Środowisko w znacznym stopniu wpływa na takie cechy, jak grubość i wysokość pędów kwiatowych, oraz wielkość blaszek liściowych. Należy podkreślić, że te właśnie cechy wykazywały znaczną zmienność w badanym materiale; tak np. w drodze na Czerwone Wierchy powyżej Wantuli (ok. 1250 m. n.p.m.) w rzadkim lesie, w wilgotnej glebie, obfitującej w próchnicę, zostały znalezione dwie olbrzymie rośliny (120 cm i 85 cm) o grubych łodygach i dużych mięsistych liściach; natomiast wyżej (ok. 1750 m n.p.m.) pod Wielką Turnią na stromym nasłonecznionym zboczu, pokrytym piargiem wapiennym, występowały rośliny znacznie niższe, gdyż posiadające zaledwie 35—45 cm wysokości. Oprócz różnic w wysokości i pokroju, które przynajmniej w pewnym stopniu wywołane są warunkami zewnętrznymi, można było zaobserwować w obrębie tatrzańskiej populacji

TABELA III

Stanowiska naturalne roślin	Wysokość roślin w cm.	U w a g i
A. <i>Aconitum firmum</i> :		
1. Dolina Strążyska. Pastwisko w pobliżu strumienia	ok. 60	
2. Poblże Strążyskiej. Teren podmokły	ok. 65	Rośliny bujne
3. Poniżej Wantuli w rowie pod olchami	ok. 50	
4. Wantule. Przestrzeń otwarta	47—58	
4a. Wantule. Przestrzeń otwarta (ok. 1100 m n. p. m.)	45	Duża ilość antocjanu w łądogach
5. Powyżej Wantuli (ok. 1250 m n. p. m.) W lesie, w glebie wilgotnej, bogatej w próchnicę	85 120	Dwie olbrzymie rośliny o grubych łądogach i wielkich liściach
6. Pod Wielką Turnią (ok. 1730 m n. p. m.) Strome kamieniste zbocze, silnie nasłonecznione	35—45	Pokrój karłowaty
7. Zbocze Małolącziaka (ok. 1850 m n. p. m.) w wysokiej trawie	30	Pokrój karłowaty
8. Droga na Łysanki (ok. 1100 m n. p. m.) nasłonecznione zbocze	75	
9. Łysanki w pobliżu szczytu (ok. 1400 m n. p. m.) Trawiaste zbocze	60	
10. Kira Miętusia (948 m n. p. m.). Miejsce nasłonecznione, u podnóża stoku	55	
11. Hala Smytnia (1100 m n. p. m.). Miejsce otwarte	50	Rośliny okazałe
12. Kominy Tylkowe (1820 m n. p. m.) Na piargach wapiennych pod szczytem	35	Pokrój karłowaty
13. Boczań, stok płn. (ok. 1284 m n. p. m.) Pomiędzy świerkami	45	
14. Zbocze Kopy Magóry, pod drzewami	50	
15. Zielone Stawki Gąsienicowe, teren bagnisty	60—75	Rośliny bujne
16. Stok Kościelca, w zagłębieniu, porośniętym trawą (2150 m n. p. m.)	25	Pokrój karłowaty
17. Powyżej Czarne Stawu, droga na Zawrat	ok. 50	Rośliny bujne, wyraźne różnice w barwie kwiatów
18. Dolina Pięciu Stawów. Miejsce nasłonecznione	45	

Stanowiska naturalne roślin	Wysokość roślin w cm.	U w a g i
19. Okolice Morskiego Oka (ok. 1400 m n. p. m.)	45—60	
20. Droga na Miedziane, nad Morskim Okiem. W wilgotnej glebie, w pobliżu potoku	45—50	Rośliny bujne. Wyrażne różnice w barwie kwiatów
21. Dolina za Mnichem (ok. 1582 m n. p. m.). Kamieniste, otwarte miejsce	35	Roślina anormalna o grubych mięsistych liściach
<i>B. Aconitum variegatum:</i>		
1. Dolina Strążyska, nad brzegiem strumienia	50	Roślina bujna (okaz nie kwitnący)
2. Zbocze zachodnie Łysanek, w wysokiej trawie	50	
3. Droga na Czerwone Wierchy, przy górnej granicy lasów (ok. 1500 m n. p. m.)	38	
4. Dolina Chochołowska — w lesie	35	
5. Dolina Jaworzynki, kamieniste zbocze		

A. firmum również i różnice, mające niewątpliwie podłoże geniczne. Barwa kwiatów u typowych roślin jest fioletowa; u niektórych osobników kwiaty i pączki kwiatowe wyróżniają się znacznie ciemniejszą czarno-fioletową barwą; u innych przeciwnie, są one jaśniejsze; u pewnych krańcowych okazów pączki kwiatowe mają barwę białozieloną a rozwinięte kwiaty zawierają bardzo niewiele antocjanu. Takie różnice w zabarwieniu kwiatów obserwowane był nieraz u roślin rosnących w najbliższym sąsiedztwie, co dowodzi, że mają one genetyczne podłoże. Również zabarwienie antocjanem narządów wegetatywnych, głównie łodyg, zaznaczało się bardzo silnie u niektórych osobników w badanym materiale; natomiast u typowych roślin łodygi posiadają barwę zieloną. Są to przykłady zróżnicowania o podłożu genicznym w obrębie gatunku *A. firmum*. Dowodzi tego fakt, że różnice te utrzymują się u roślin, przesadzonych w wyrównane warunki.

Obserwacje nad morfologią roślin w wyrównanych warunkach.

Jak wzmiankowane było poprzednio, środowisko w znacznym stopniu wpływa na wykształcenie takich cech, jak wysokość i pokrój

roślin, oraz wielkość blaszek liściowych. Jednakże nowsze badania Turessona, oraz Clausena, Kecka i Hieseya wykazały, że w pewnych przypadkach może istnieć zróżnicowanie geniczne, dotyczące również i tych cech w obrębie gatunku. Dla określenia charakteru występujących w przyrodzie różnic stosowana była przez tych badaczy na wielką skalę metoda transplantacji roślin z ich naturalnych stanowisk w wyrównane warunki zewnętrzne. Dzięki tej metodzie możliwe jest wyeliminowanie modyfikacji, występujących w różnych środowiskach i zidentyfikowanie różnic genotypowych pomiędzy poszczególnymi roślinami.

Celem zorientowania się w charakterze różnic, dotyczących pokroju i wysokości roślin *A. firmum* z różnych tatrzańskich stanowisk, przesadziłam w roku 1947 i 1948 kilkadziesiąt okazów na pole doświadczalne Zakładu Anatomii i Cytologii Roślin U. J., gdzie rosły w wyrównanych warunkach. Pomędzy przesadzonymi okazami znajdowały się zarówno największe spośród znalezionych w terenie roślin, jak i karłowate formy wysokogórskie, obok licznych form pośrednich. Rozwój tych roślin w następnym sezonie wegetacyjnym pozwolił stwierdzić, że wysokość i ich ogólny pokrój w naturalnym stanowisku nie były uwarunkowane jedynie wpływem środowiska: wprawdzie rośliny największe, po przeniesieniu z wilgotnej żyznej gleby na pole doświadczalne, rozwinęły pędy mniej wysokie, niż w naturalnym stanowisku, jednak wyróżniały się one w dalszym ciągu okazałym wyglądem, grubością łodyg i bogatym ulistnieniem. Inne rośliny, przeniesione z dolin górskich i w ogóle ze stanowisk dostatecznie wilgotnych i częściowo zacienionych, na polu doświadczalnym również rozwijają się nieco mniej bujnie, niż w naturze; są one jednak wyraźnie większe od roślin, które pochodzą ze stanowisk ponad górną granicą lasów; te karłowate formy górskie na polu doświadczalnym zachowują w dalszym ciągu swój charakterystyczny pokrój, wykazując jedynie bardzo nieznaczne zwiększenie wysokości. Kilka charakterystycznych przykładów, obrazujących wyniki transplantacji roślin w wyrównane warunki, daje Tabela IV. Pomiary wysokości wykonane zostały wiosną 1949 r. Otrzymane wyniki pozwalają przypuszczać, że w obrębie gatunku *A. firmum* istnieje zróżnicowanie genetyczne na liczne biotypy, różniące się od siebie pokrojem i wysokością i zajmujące w przyrodzie odmienne stanowiska; jedne z nich przedstawiają bujne rośliny, występujące w niższych partiach, inne zaś są typami wysokogóorskimi, zachowującymi również w kulturze swój pokrój karłowaty.

TABELA IV.

Pochodzenie roślin	Wysokość roślin w cm	
	W stanowisku naturalnym	Na polu doświadczalnym
Z drogi na Czerwone Wierchy, powyżej Wantuli (ok. 1250 m n. p. m.) (2 rośliny)	120	90
	85	49
Z terenu bagnistego w okolicy Zielonych Stawów Gąsienicowych (ok. 1600 m n. p. m. (2 rośliny)	73	60
	61	45
Z pod Wielkiej Turni (ok. 1730 m n. p. m.)	35	37
	30	39
Z Małolączniaka (ok. 1850 m n. p. m.)	60	60
	65	62

Dyskusja.

Badania nad występującymi na terenie Tatr gatunkami rodzaju *Aconitum* doprowadziły do stwierdzenia pewnych szczegółów cytologicznych, odróżniających tatrzańskie formy *A. variegatum* od badanych poprzednio przedstawicieli *A. variegatum* z innych terenów, oraz *A. firmum* od *A. Napellus*.

Forma tatrzańska *A. variegatum* posiada przypuszczalnie bardziej pierwotną budowę kariologiczną, niż pochodzące z Austrii okazy, badane przez Schaffer i La Cour. Wskazuje na to zróżnicowanie kompleksu chromosomów formy tatrzańskiej na wyraźnych 8 par, podczas gdy okazy z Austrii mają w kompleksie tylko 6 normalnych par a oprócz nich 4 nieparzyste chromosomy. Dokładniejsza analiza morfologii tych chromosomów doprowadziła do przypuszczenia, że powstały one z parzystych, na drodze obustronnych translokacyj. Występowanie nieparzystych chromosomów, zawdzięczających swoje powstanie procesom wymiany opisane były w pracach Blakeslee'go i Bellinga nad *Datura*, oraz przez Mc Clintock u *Zea Mays*.

Tetraploidalny gatunek *A. firmum*, najbliżej spokrewniony z *A. Napellus* nie jest z nim identyczny odnośnie budowy kariologicznej, pomimo jednakowej liczby chromosomów. Zróżnicowanie kompleksu na chromosomy duże, średnie i małe występuje bardzo wyraźnie na materiale *A. Napellus*, badanym przez Lewitsk'y'ego i nieco mniej wyraźnie na materiale angielskim, badanym przez Schaffer i La Cour; *A. firmum* posiada na ogół podobne zróżnicowanie, ale granice między grupami zarysowują się mniej

wyraziście. Dalszą różnicą w stosunku do *A. Napellus* jest redukcja krótszych ramion niektórych chromosomów; wykształcają się one u *A. firmum* w postaci tzw. główek. W konsekwencji redukcji długości ramion chromosomów, ogólna ich długość uległa zmniejszeniu w stosunku do *A. Napellus*. *A. firmum* posiada chromosomy krótsze, wybitnie nierównoramienne. Taki kompleks chromosomów daje się wyprowadzić rozwojowo z kompleksu *A. Napellus*. Zaobserwowane szczegóły kariologiczne dają zatem poparcie pogładowi systematyków polskich, którzy uważają *A. firmum* za gatunek równorzędny z *A. variegatum*, a nie za formę w obrębie *A. Napellus*. Zróżnicowanie grup chromosomów w obrębie kompleksu *A. firmum* dowodzi, że jest to allotetraploid. To samo zresztą odnosi się do *A. Napellus*, który przypuszczalnie jest gatunkiem pochodzenia mieszańcowego.

Jak wykazały obserwacje, dotyczące rozmieszczenia obu gatunków w Tatrach, diploidalny *A. variegatum* posiada zasięg bardziej ograniczony niż tetraploidalny *A. firmum*. Pierwszy z gatunków występuje wyłącznie w wapiennej części; osiąga on wysokość do 1500 m n.p.m. i nie wykracza ponad górną granicę lasu. Natomiast tetraploidalny *A. firmum* jest rozprzestrzeniony zarówno w Tatrach wapiennych, jak i granitowych, przy czym w wyższych stanowiskach górskich, nawet w piętrze alpejskim (powyżej 2000 m n.p.m.) mogą występować jego karłowate formy wysokogórskie. Różnice w rozmieszczeniu typów diploidalnych i tetraploidalnych znane są z licznych prac współczesnych. H a g e r u p był pierwszym, który zwrócił uwagę na te zjawiska, stwierdziwszy występowanie poliploidów na stanowiskach, na których odnośne diploidy nie znajdują możliwości rozwojowych. Na ogół poliploidy charakteryzują się wzmożoną żywotnością i dzięki temu zdolne są do bytowania w najrozmaitszych środowiskach, podczas gdy diploidy posiadają wymagania bardziej selektywne i dlatego występowanie ich bywa ograniczone do pewnych specjalnych stanowisk. Być może, że bardziej ograniczony zasięg *A. variegatum* ma przyczynę w edaficznych wymaganiach tego gatunku.

Porównanie cech morfologicznych obu gatunków tatrzańskich pozwala stwierdzić, że *A. variegatum* wykazuje na ogół większą jednolitość, niż *A. firmum*. Tak np. w naturalnych stanowiskach wysokość roślin *A. variegatum* wykazuje stosunkowo nieznaczne różnice (od 35—50 cm), podczas gdy u *A. firmum* waha się ona w znacznie szerszych granicach, gdyż od 25—120 cm. Zjawisko to jest wywołane przez dwie różne przyczyny: 1) zmienność fenotypowa (modyfikacje) u *A. firmum* ujawnia się w znacznie silniejszym stop-

niu, niż u *A. variegatum* w związku z wielką rozmaitością stanowisk, zajmowanych przez gatunek tetraploidalny. 2) *A. firmum* zdaje się wykazywać o wiele większe zróżnicowanie genetyczne w obrębie gatunku, niż *A. variegatum*. Jak wiadomo, najczęściej gatunki w przyrodzie nie są jednolite, lecz w skład ich wchodzi szereg różnych form. Formy te mogą występować bądź obok siebie w tych samych środowiskach, bądź też mogą wykazywać pewne zgrupowanie terytorialne. T u r e s s o n w swych pracach, opartych na obszernym materiale wykazał, że w obrębie licznych gatunków, posiadających szerokie zasięgi, istnieją rasy geograficzne; przedstawiają one produkt genetycznego zróżnicowania takich gatunków. Ale również na mniejszych obszarach, jak wykazały badania C l a u s e n a, K e c k a i H i e s e y'a (1941), występuje często w obrębie gatunku lokalne zróżnicowanie na rasy ekologiczne (ekotypy) przystosowane do zajmowanych często krańcowo różnych środowisk. Zjawisko takie daje się zauważyć właśnie u *A. firmum*. Zróżnicowanie ma podłoże genetyczne; jest ono przypuszczalnie wynikiem mutacji genów i wyselekcjonowania z powstałej populacji typów, najbardziej przystosowanych do rozmaitych stanowisk. W tych rozmaitych stanowiskach naturalnych modyfikacje wpływają na wyjaskrawienie różnic pomiędzy poszczególnymi typami. Dowodzi tego porównanie typów, przesadzonych z krańcowo różnych stanowisk w wyrównane warunki na polu doświadczalnym; w przyrodzie karłowate rośliny z piętra alpejskiego i olbrzymie z niższych zacienionych stanowisk wykazują znaczniejsze różnice wysokości, niż w kulturze. Zróżnicowanie geniczne u *A. firmum* dotyczy nadto barwy kwiatów i niektórych innych szczegółów, dzięki czemu w obrębie gatunku stwierdzić się daje istnienie pewnej liczby biotypów, mogących występować w mieszanych populacjach.

Praca niniejsza została wykonana w Zakładzie Anatomii i Cytologii Roślin Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kierownikowi Zakładu, Pani Prof. Dr M. S k a l i ŋ s k i e j wyrażam głęboką wdzięczność za cenne rady i wskazówki oraz za prawdziwe zainteresowanie i pomoc, okazywaną mi w czasie prowadzenia badań.

S t r e s z c z e n i e w y n i k ó w.

1. Zbadanie liczb chromosomów tatrzańskich gatunków rodzaju *Aconitum* pozwoliło stwierdzić, że *A. variegatum* L. jest diploidem ($2n = 16$), zaś *A. firmum* Rechb. jest tetraploidem ($2n = 32$). Wyjątkowo u jednej z badanych roślin *A. firmum* znalezione zostały dodatkowe fragmenty w liczbie od 2—5.

2. Porównanie idiogramów *A. variegatum* L. z Austrii, oraz z terenu Tatr wykazało różnice: *A. variegatum* z Tatr posiada w obrębie kompleksu chromosomów 8 wyraźnych par, natomiast okazy z Austrii mają w kompleksie tylko 6 normalnych par, a pozostałe cztery chromosomy są nieparzyste. Na podstawie dokładniejszej analizy morfologii tych chromosomów można przypuszczać, że nieparzyste chromosomy powstały z parzystych na drodze obustronnych translokacji. Dowodzi to, że tatrzańscy przedstawiciele gatunku posiadają bardziej pierwotną strukturę kariologiczną.

3. Porównanie idiogramów *A. Napellus* z *A. firmum* z Tatr wykazało, że pomimo jednakowej liczby chromosomów u obu gatunków kompleksy ich nie są identyczne. Istnienie różnic w morfologii chromosomów daje poparcie pogładowi systematyków polskich, którzy uważają *A. firmum* za odrębny gatunek, a nie za formę w obrębie *A. Napellus*. Budowa kariologiczna *A. firmum* pozwala przypuszczać, że jest to allotetraploid.

4. Z obu gatunków tatrzańskich diploidalny *A. variegatum* posiada zasięg bardziej ograniczony, gdyż występuje w części wapiennej Tatr do wysokości 1500 m n.p.m., nie wykraczając ponad górną granicę lasu. Natomiast tetraploidalny *A. firmum* jest rozprzestrzeniony zarówno w Tatrach wapienych, jak i granitowych, przy czym w wyższych stanowiskach górskich, nawet w piętrze alpejskim (do wysokości 2000 m) mogą występować jego karłowate formy wysokogórskie. W związku z różnorodnością zajmowanych stanowisk zmienność fenotypowa tego gatunku jest większa, niż u *A. variegatum*.

5. Tetraploidalny gatunek *A. firmum* zróżnicowany jest w przyrodzie na szereg biotypów, różniących się pomiędzy sobą głównie pokrojem i wysokością roślin, barwą kwiatów i występowaniem antocjanu w częściach wegetatywnych. Różnice te mają podłoże geniczne; dowodzi tego fakt, że zostają one zachowane po przesadzeniu roślin w wyrównane warunki zewnętrzne.

Z Zakładu Anatomii i Cytologii Roślin U. J. w Krakowie.

S u m m a r y.

In the Tatra Mts the genus *Aconitum* Tourn. is represented by two species: *A. variegatum* L. and *A. firmum* Rchb. The present paper gives the results of cyto-ecological studies of these two species, their chromosome numbers as well as a preliminary survey of the morphology of their chromosomes. The specimens investigated originated from a variety of habitats in the Tatra Mts.

A. variegatum L. $2n = 16$. Plants of this species were collected in 5 natural habitats in the limestone part of the Tatra Mts, at elevations ranging from 900 m. to 1500 m. over sea level. All specimens have 16 somatic chromosomes, the same number as that previously established for this species by Schaffer and La Cour (1934). The comparison however of the idiogram of the Tatra specimens with that of *A. variegatum* from Helltal (Austria) studied by the British authors permit to establish some differences. The chromosome set of plants from the Tatra is differentiated into 8 distinct pairs whereas the specimens from Austria have only 6 normal pairs and in addition 4 odd chromosomes. On the basis of the study of the chromosome morphology of the plants from the Tatra it may be assumed that these odd chromosomes could have arisen as the result of several reciprocal translocations. Thus, the Tatra specimens would represent a more primitive form. The genus *Aconitum* is supposed to come from Asia (cf. Hegi). The above mentioned karyological difference observed in plants of *A. variegatum* from Austria and from the Tatra favours the assumption of the advance of this species from the east to the west.

A. firmum Rchb. $2n = 32$. The specimens of this species have been collected in 21 habitats both in the granitic and in the limestone parts of the Tatra at various altitudes (from 900 m. to 2150 m.). *A. firmum* which is closely related to *A. Napellus* is tetraploid like that species. In spite of the same number of chromosomes however the two species are not identical with regard to the morphology of their chromosomes. The occurrence of differences in their chromosome sets corroborates the opinion of the Polish taxonomists who regard *A. firmum* as a separate species rather than a form within the species *A. Napellus*. On the basis of its karyological differentiation *A. firmum* should be considered as an allotetraploid.

Concerning the distribution of *A. variegatum* and *A. firmum* in the Tatra Mts. it should be emphasized that the former species occupies a smaller area than the latter. The diploid species *A. variegatum* is limited there to the limestone part whereas the tetraploid *A. firmum* occurs both on limestone and on granit. The two species show also differences with regard to their vertical distribution: *A. variegatum* does not exceed the upper limit of the subalpine forests (1500 m.), while *A. firmum* extends from the higher mountain layer upwards to the alpine layer where it is represented by dwarf high mountain forms.

In contrast to *A. variegatum* which represents morphologically a rather uniform species, *A. firmum* in nature shows a distinct differentiation into a number of biotypes occurring in a variety of habitats. The morphological differences concern the height of the flowering stems, the colour of the flowers, the presence of anthocyanine in the shoots, etc. Simple transplant experiments have shown that the above differences are maintained also in approximately uniform external conditions, thus, they have a genetical basis.

The present study was carried out in the Institute of Plant Anatomy and Cytology, University of Krakow. The author expresses her deep gratitude to Prof. Dr M. Skalińska, Head of the Institute, for her guidance and valuable advice during the course of the work.

LITERATURA:

- Ascherson P. u. Graebner P. 1929. Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. Bd. V, 2. Ranales Leipzig.
- Hagerup O. 1932. Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Ökologie und Phylogenie. Chromosomenzahlen aus Timbuktu. Hereditas 16, p. 19—40.
- Hegi G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. III.
- Kulczyński S., Paczoski J. i Pawłowski B. 1927. Flora Polska. Tom III.
- Langleit O. 1932. Über Chromosomenverhältnisse und Systematik der Ranunculaceae Svensk Bot. Tidskr. 26. p. 381—400.
- Levitsky, G. A. 1931. The Karyotype in systematics. Bull. Appl. Bot. p. 187—239.
- Schaffer and La Cour. 1934. A chromosome survey of *Aconitum*. I. Ann. Bot. Vol. 48, p. 693—713.
- Skalińska M. 1947. Polyploidy in *Valeriana officinalis* L. in relation to its ecology and distribution. Journ. Linn. Soc. London, Botany, Vol. 53, p. 159—186.
- Sulma T. Problem ras geograficznych w świecie roślin na tle badań cytologicznych. Kosmos, Seria B. Przegląd zagadnień naukowych. T. 63.
- Szafer W. 1949. Zarys geografii roślin. Warszawa.
- Turesson G. 1926. Die Bedeutung der Rassenökologie für die Systematik und Geographie der Pflanzen. Repertorium speciarum novarum regni vegetabilis. Beihefte Bd. XLI, p. 15—37.
- Turesson G. 1936. Rassenökologie und Pflanzengeographie. Bot. Notiser, Lund, p. 420—437.