

9.1528  
ROCZNIK LXIII.

1938

ZESZYT III.

# KOSMOS

Seria B.

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



WE LWOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW  
IM. KOPERNIKA Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.

[i FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, ULICA LINDEGO L. 4.]

1938



## TREŚĆ

	Str.
1. <b>Dezydery Szymkiewicz.</b> — Szkice z geografii roślin X—XI . . . . .	181
2. <b>Stanisław Krzemieniewski.</b> — przyczynek do znajomości spuścizny botanicznej Michała Boyma . . .	215
3. <b>Tadeusz Sulma.</b> — Problem ras geograficznych w świecie roślin na tle badań cytologicznych . .	227
4. <b>Stanisław Pawłowski.</b> — Zagadnienie moreny końcowej (czołowej) . . . . .	321
5. <i>Sprostowanie</i> . . . . .	349



**Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.**

# KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Seria B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENI NAUKOWYCH POD REDAKCJĄ D. SZYMKIEWICZA

ROCZNIK LXIII.

ROK 1938

ZESZYT III.

DEZYDERY SZYMKIEWICZ

## Szkice z geografii roślin.

### X. Juan Fernandez.

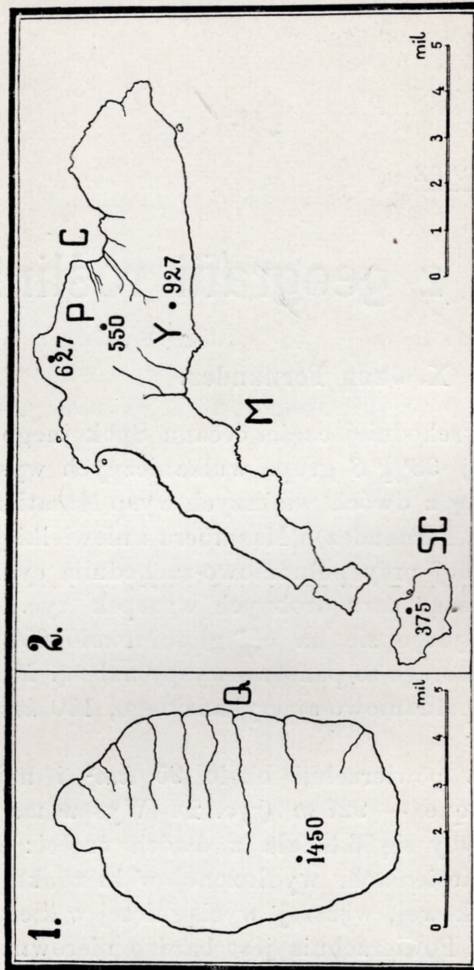
Położona we wschodniej części oceanu Spokojnego na szerokości geograficznej  $33\frac{1}{2}^{\circ} S$  grupa wulkanicznych wysp Juan Fernandez składa się z dwóch większych wysp Masatierra (nazywanej nieraz Juan Fernandez) i Masafuera i niewielkiej wyspy Santa Clara położonej przy południowo-zachodnim cyplu pierwszej z nich, nie licząc paru drobnych wysepek (ryc. 1).

Masatierra znajduje się na odległości około 650 *km* od wybrzeża Chili, do którego to państwa wyspy należą. Masafuera leży dalej od lądu południowo-amerykańskiego, 150 *km* na zachód o Masatierra.

Masatierra ma powierzchnię około 95 *km*<sup>2</sup> i najwyższe wzniesienie — Yunque — 927 *m* (ryc. 2). Wyspa ma zarysy dziwne, tak jak gdyby się składała z dwóch części: głównej o najwyższych wzniesieniach, wydłużonej w kierunku równoleżnikowym i dodatkowej, węższej, wyciągniętej w kierunku południowy zachód. Powierzchnia jest bardzo nierówna, jak to widać z krajobrazu przedstawionego na ryc. 2. Skały głównie charakteru bazaltowego.

Masafuera jest mniejsza, ale wznosi się wyżej, jej powierzchnia ma około 85 *km*<sup>2</sup>, najwyższe wzniesienie — 1450 *m*. Kształt ma owalny, wyciągnięty nieco w kierunku południkowym. Morfologia jest o wiele prostsza: jest to płyta bazaltowa, poorana

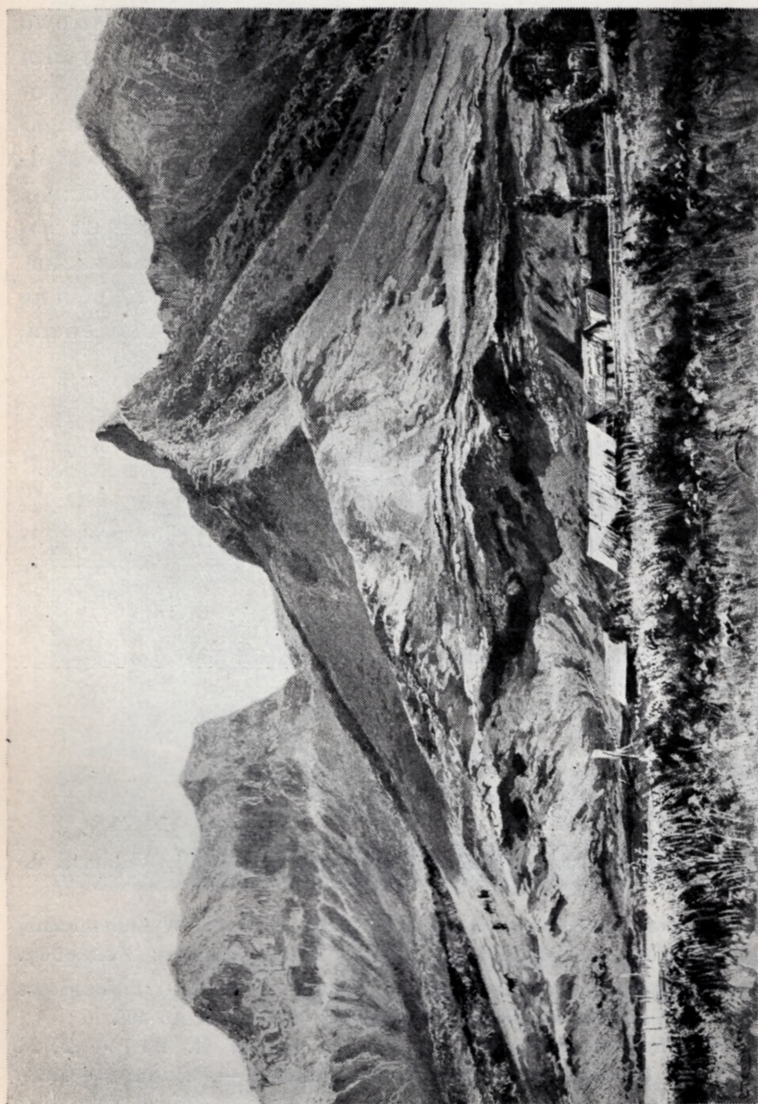
od wschodniej strony głębokimi kanionami (ryc. 3). Największy z nich — Quebrado de las Vacas — przebiegający przez środek wyspy, przedstawia rycina 4. Wyspa robi wrażenie młodszej od Masatierra. Zresztą na obu nie przejawia się żadna działalność wulkaniczna.



Ryc. 1.

1. Masafuera. Q Kanion Quebrada de las Vacas. — 2. Masatierra. C Zatoka Bahia Cumberland. P Wzgórze Portezuelo de Villagra. Y Wzgórze Yunque. M Wysepka Moro Vinillo. SC Wyspa Santa Clara. — Wysokości w metrach. — Według Johowa.

Flora wysp jest bardzo osobliwa. Złożona, jak zawsze na wyspach oceanicznych, z niewielkiej ilości gatunków — zawiera ona procentowo dużo gatunków i rodzajów endemicznych. Jest nawet jedna rodzina endemiczna — *Lactoridaceae*. Pod względem osobliwości ustępuje tylko florzę wysp Hawajskich.



Ryc. 2.

Masatierra. Zatoka Cumberland na północnym wybrzeżu z najwyższym wzniesieniem Yunque (grzbiet na lewo, 927 m) i szczytem Pico Central (na prawo 500 m). — Według Johowa.

Najważniejsze źródła do poznania tej flory są to: książka Johowa z r. 1896 i prace Skottberga, który dwukrotnie zwiedził wyspy — po raz pierwszy w sierpniu 1908 r. przez 2 tygodnie, po raz zaś drugi w latach 1916—17, kiedy przebywał tam przez 5 miesięcy. Według jego prac, wykonanych częściowo wraz z Christensenem, podaję poniżej spis gatunków roślin naczyniowych, który posłuży za podstawę do dalszych wywodów. Gatunki endemiczne są zaznaczone gwiazdką. Niektóre gatunki nieendemiczne są reprezentowane przez endemiczne odmiany albo prócz formy typowej mają odmiany endemiczne. Podane w spisie rozmieszczenie geograficzne odnosi się do całości gatunku. Nazw odmian endemicznych nie przytaczam, zaznaczając tylko ich istnienie. Rodzaje endemiczne są podane tłustym drukiem. Skrót *T* oznacza Masatierra, *F* Masafuera, *S* — Santa Clara.

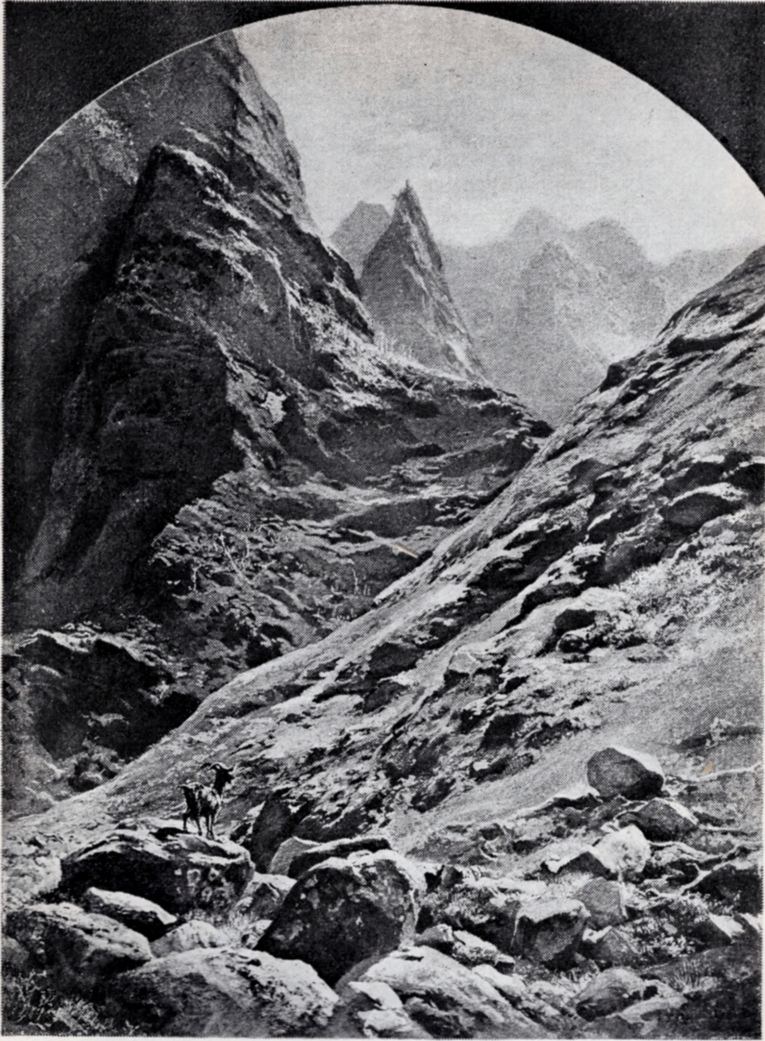


Ryc. 3.

Masafuera. Widok wyspy od wschodu z odległości 15—20 mil. — Według Johowa.

#### *Hymenophyllaceae.*

- \* *Trichomanes Philippianum* Sturm. — *T*.
- \* *T. Ingae* C. Chr. — *T*.
- T. exsectum* Kunze — *T, F* — Południowe Chili, Valdivia do Chiloe.
- Serpillopsis caespitosa* (Gaud.) C. Chr. — *T, F*. W endemicznej odmianie. — Południowe Chili do Ziemi Ognistej, Falklandy.
- Hymenoglossum cruentum* (Cav.) Presl. — *T, F* — Południowe Chili, Valdivia do Chiloe i zachodnia Patagonia do 49°.
- Hymenophyllum cuneatum* Kunze (*H. rarum* R. Br.) — *T, F*. Oprócz formy typowej endemiczna odmiana. — Południowe Chili, Valdivia do zachodniej Patagonii. Tasmania? Nowa Zelandia? Południowa Afryka?
- H. caudiculatum* Mart. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia do zachodniej Patagonii (49°), pd. Brazylia.
- H. fuciforme* Sw. — *T* — Pd. Chili do zach. Patagonii.



Ryc. 4.

Masafuera. Największy z kanionów Quebrada de las Vacas. Na rycinie zdziczała koza, nieubłagany wróg wyspiarskiej roślinności. — Według Johowa.

*H. ferrugineum* Colla. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia do Ziemi Ognistej. Nowa Zelandia.

*H. falklandicum* Baker — *F* — Pd. zachodnia Patagonia, Falklandy, Pd. Georgia.

\* *H. rugosum* C. Chr. et Skotts. — *T, F*.



Ryc. 5.

*Thyrsopteris elegans*. — A Część liścia. U góry odcinek płonny, u dołu z zarodnikami. — B Kawalek płonnego odcinka. — C Kawalek odcinka z zarodnikami. — D Kupka zarodni z zawijką. — E To samo w przekroju. — F Zarodnie. — Według Kunze.

*H. pectinatum* Cav. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia do Ziemi Ognistej.

*H. secundum* Hook. et Grev. — *F* — Pd. Chili, Valdivia do Ziemi Ognistej.

*H. dichotomum* Cav. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia do zachodniej Patagonii.

*H. tortuosum* Hook. et Grev. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia do Ziemi Ognistej. Falklandy.





Ryc. 6.

Masafuera. Grupa *Dicksonia berteriana* w niższej części krainy alpejskiej. — Według Skottsberga.

**Cyatheaceae.**

- \* *Thyrsopteris elegans* Kunze (ryc. 5) — *T, F*.
- Lophosoria quadripinnata* (Gmel.) C. Chr. — *T, F* — Meksyk, środkowa i pd. Ameryka do zachodniej Patagonii, 49°.
- \* *Dicksonia Berteriana* (Colla) Hook. (ryc. 6) — *T, F*. W dwu odmianach, rosnących osobno na jednej i drugiej wyspie.

**Polypodiaceae.**

- Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. — *F* — Kosmopolit.
- \* *Dryopteris inaequalifolia* (Colla) C. Chr. — *T, F*.
- \* *Polystichum Berterianum* (Colla) C. Chr. — *T, F*.
- P. vestitum* (Forst.) Presl. — *T, F* — Subantarktyczna Ameryka, Australia, Nowa Zelandia.
- \* *Arthropteris atescendens* (Colla) J. Sm. — *T, F*.
- Asplenium obliquum* Forst. — *T, S, F*. W endemicznej odmianie. — Pd. Chili, Australia, Nowa Zelandia.
- \* *A. macrosorum* Bertero. — *T, F*.
- \* *A. stellatum* Colla. — *T, F*.
- A. magellanicum* Klf. — *T, F* — Pd. Chili do Ziemi Ognistej.
- Blechnum auriculatum* Cav. — *T, S, F* — Umiarkowana Ameryka Południowa.
- B. valdiviense* C. Chr. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia i Chiloe.
- \* *B. Schottii* (Colla) C. Chr. — *T, F*.
- B. chilense* (Klf.) Mett. — *T, F* — Środkowe Chili do zachodniej Patagonii. Falklandy.
- \* *B. cycadifolium* (Colla) Sturm. — *T, F*.
- \* *B. longicauda* C. Chr. — *F*.
- \* *Pellaea chilensis* Fée. — *T, F*.
- Hypolepis rugosula* (Labill.) J. Sm. — *T, F* — Chili, Australia, Tristan d'Acunha.
- Adiantum chilense* Klf. — *T, S, F* — Peru do Patagonii. Falklandy.
- Pteris chilensis* Desv. — *T, F* — Pd. Chili, od prowincji Maule do Valdivii.
- P. semiadnata* Phil. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia do Isla Huafo.
- \* *P. Berteroana* Agardh. — *T, F*.
- Histiopteris incisa* (Thunb.) J. Sm. — *T, F* — Pd. Afryka, Australia, Nowa Zelandia, Polinezja.
- Polypodium Billiardieri* (W.) C. Chr. — *T, F* — Pd. Chili, Valdivia do Ziemi Ognistej, Australia, Tasmania, Nowa Zelandia i wyspy pobliskie.
- \* *P. intermedium* Colla. — *T, F* — Gatunek bardzo zmienny, na *T* inny podgatunek niż na *F*.
- P. pyenocarpum* C. Chr. — *F* — Meksyk, Chili, Argentyna.
- P. lanceolatum* L. — *T, F* — Ogólnotropikalna roślina, także w Chili.
- Elaphoglossum Lindenii* (Bory) Moore — *T* — Ameryka tropikalna. Nie rośnie w Chili.

**Gleicheniaceae.**

*Gleichenia quadripartita* (Poir.) Moore — *F* — Chili, Llanquihue do Ziemi Ognistej.

*G. pedalis* (Klf.) Spr. — *T* — Kordyliery pd. Chili, Valdivia do wysp Chonos.

*G. cf. litoralis* (Phil.) C. Chr. — *F* — Chili.

**Ophioglossaceae.**

\* *Ophioglossum fernandezianum* C. Chr. — *T*.

**Lycopodiaceae.**

*Lycopodium magellanicum* Sv. — *F* — Pd. Chili, Valdivia do Ziemi Ognistej, atlantyckie wyspy subantarktyczne, Nowa Zelandia i przyległe do niej wyspy subantarktyczne.

*L. Gayanum* Remy — *F* — Pd. Chili, Valdivia do wysp Guaitecas.

**Gramineae.**

*Stipa fernandeziana* Phil. — *T, F* — Środkowe Chili.

*Piptochaetium bicolor* (Vahl) Presl. — *T* — Chili, Argentyna, pd. Brazylia.

*P. laevissimum* Phil. — *T, F* — Środkowe Chili (Santiago, Colchagua, Valparaiso, w górach).

\* *Podophorus bromoides* Phil. — *T*.

\* *Polypogon imberbis* (Phil.) Johow — *T, F*.

*P. chilensis* (Kunth) Pilger — *T* — Środkowe Chili, prawdopodobnie także gdzieindziej w Ameryce pd., być może zawleczone w XVIII wieku.

\* *Agrostis masafuerana* Pilger. — *F*.

*Trisetum chromostachyum* Desv. — *T* — Środkowe i pd. Chili

*Danthonia collina* Phil. — *T* — Valdivia.

*Koeleria micrathera* (Desv.) Griseb. — *T* — Valdivia.

\* *Bromus fernandezianus* (Phil.) Skottsb. — *T, F*.

\* *B. masafueranus* Skottsb. et Pilger — *F*.

\* *Chusquea fernandeziana* Phil. — *T*.

**Cyperaceae.**

*Cyperus vegetus* W. — *T, F* — Chili, wyspa Wielkanocna.

*C. reflexus* Vahl. — *T* — Chili, Umiarkowana Ameryka pd. do Meksyku i Teksasu.

*Scirpus nodosus* Rottb. — *T, F* — Południowa strefa umiarkowana.

*S. cernuus* Vahl. — *T, F* — Subkosmopolit.

*Heleocharis maculosa* (Vahl.) R. Br. — *T* — Chili, Brazylia, Antylle.

- Oreobolus obtusangulus* Gaud. — *F* — Całe Andy do Ziemi Ognistej, Falklandy.
- \* *Cladium scirpoideum* (Steud.) Benth. et Hook. — *T*.
- Uncinia brevicaulis* Thouars. — *F* — Chili pd., Valdivia do Ziemi Ognistej, Falklandy, Tristan da Cunha, St. Paul i Amsterdam.
- \* *U. Douglasii* Boot. — *T, F*.
- \* *U. costata* Kükenth. — *F*.
- U. phleoides* Pers. — *F* — Andy od Kolumbii do Patagonii.
- U. tenuis* Poepp. — *F* — Pd. Andy chilijskie do Ziemi Ognistej. Costa Rica.
- Carex Banksii* Boot. — *F* — Andy w okolicy Santiago, pd. Chili do Ziemi Ognistej. Mendoza.
- \* *C. Berteroniana* Steud. — *T, F*.

#### **Palmae.**

- \* *Juania australis* (Mart.) Drude. (ryc. 7) — *T*.

#### **Bromeliaceae.**

- \* *Greigia Berteroi* Skotts. — *T*.
- \* *Ochagavia elegans* Phil. — *T*.

#### **Juncaceae.**

- Luzula racemosa* Desv. — *F* — Endemiczny podgatunek. Od Meksyku przez Andy do Ziemi Ognistej.
- Juncus imbricatus* Laharpe. — *T* — Od Ekwadoru do pd. Chili, Argentyna, Urugwaj.
- J. capillaceus* Lam. — *T* — Środkowe Chili, Ekwador, Urugwaj. Argentyna.
- J. acutus* L. — *T* — Środkowe Chili, Pd. Brazylii, Urugwaj, Argentyna, Kalifornia. Także w Europie i Afryce.
- J. Dombeyanus* Gay. — *T* — Chili, Peru, Urugwaj.
- J. planifolius* R. Br. — *T* — Pd. Chili, Australia, Tasmania, Nowa Zelandia.

#### **Iridaceae.**

- Libertia formosa* Grah. — *T, F* — Pd. Chili.

#### **Piperaceae.**

- \* *Peperomia Berteroana* Miq. — *T, F*.
- \* *P. margaritifera* Bert. — *T*.
- \* *P. Skottsbergii* C. DC. — *F*.
- P. fernandeziana* Miq. — *T, F* — Chili, Frai Jorge i Valdivia.

*Urticaceae.*

- \* *Urtica Masafueræ* Phil. — *F.*
- \* *U. fernandeziana* (Rich.) Ross. — *T, F.*
- \* *Boehmeria excelsa* (Bert.) Wedd. — *T.*
- Parietaria debilis* Forst — *T, F* — Subkosmopolit.



Ryc. 7.

Masatierra. *Juania australis* w lesie u stóp wzgórza Yunque. — Według Skottsberga.

*Loranthaceae.*

- \* *Phrygilanthus Berteroi* (Hook. et Arn.) Reiche — *T.*

*Santalaceae.*

- \* *Santalum fernandezianum* F. Phil. — *T, F* — Prawdopodobnie zupełnie wyćpione. Czy na Masafuera był ten sam gatunek co

na Masatierra niewiadomo, bo znane z tej wyspy jest tylko drewno w stanie nawpół kopalnym — liści i kwiatów natomiast nikt nie widział.

#### **Chenopodiaceae.**

- \* *Chenopodium Sanctae Clarae* Johow. — *S.*
  - \* *Ch. Crusoeanum* Skotts. — *T.*
  - \* *Ch. nesodendron* Skotts. — *F.*
- Salicornia peruviana* Kunth. — *T, S, F* — Zachodnie wybrzeże pd. Ameryki.

#### **Aizoaceae.**

*Tetragonia expansa* Murr. — *T, S, F* — Wybrzeża i wyspy Pacyfiku.

#### **Caryophyllaceae.**

*Spergularia confertiflora* Steud. — *T, S, F.* Oprócz formy typowej dwie odmiany endemiczne. — Środkowe Chili.

*Paronychia chilensis* D. C. — *T* — Chili, Coquimbo do Valdivii.

#### **Ranunculaceae.**

- \* *Ranunculus caprarum* Skotts. — *F* — Gatunek zagrożony w swoim istnieniu przez kozy — stąd nazwa!

#### **Berberidaceae.**

- \* *Berberis corymbosa* Hook. et Arn. — *T.*
- \* *B. masafuerana* Skotts. — *F.*

#### **Magnoliaceae.**

*Drimys Winteri* Forst. — *T, F* — Chili od Frai Jorge (odosobnione stanowisko) do Ziemi Ognistej, także w krajach tropikalnych.

#### **Lactoridaceae.**

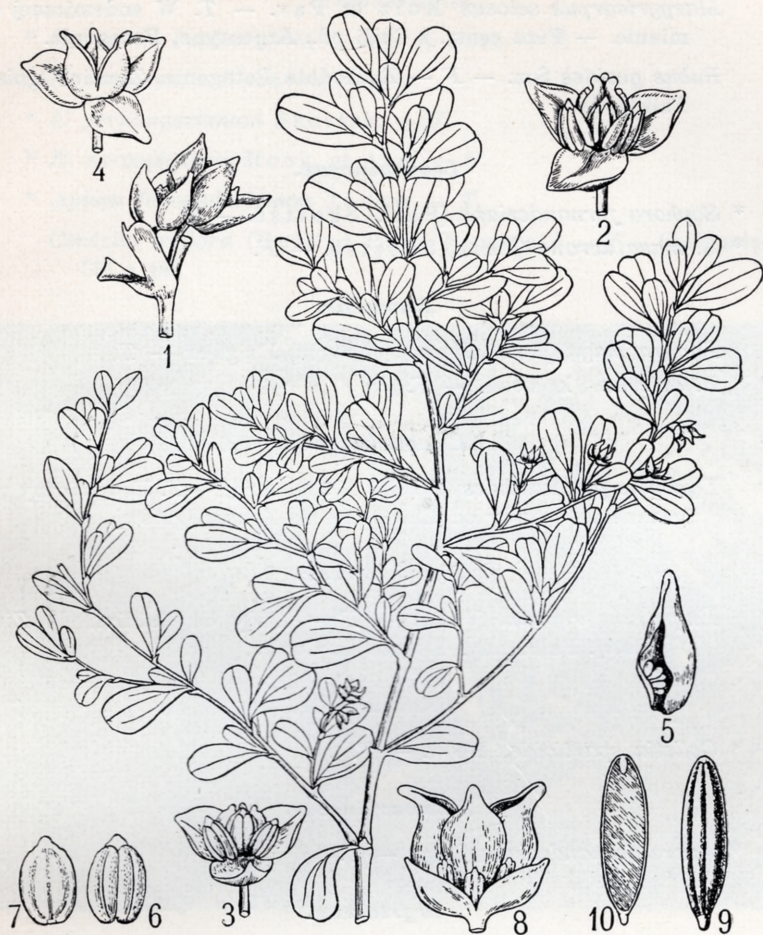
- \* *Lactoris fernandeziana* Phil. (ryc. 8) — *T.*

#### **Cruciferae.**

- Cardamine chenopodiifolia* Pers. — *T* — Boliwia, Brazylia, Urugwaj, Argentyna.
- C. flaccida* Cham. et Schl. — *T* — Szeroko rozpowszechnione w pd. Ameryce.
- \* *C. Krüsselii* Johow. — *F.*

#### **Saxifragaceae.**

- \* *Escallonia Callcottiae* Hook. et Arn. — *T.*



Ryc. 8.

*Lactoris fernandeziana*. — 1. Kwiatostan. — 2. Kwiat obupciowy. — 3. Kwiat męski ze słabo wykształconymi słupkami. — 4. Kwiat żeński bez pręcików. — 5. Jeden ze słupków otwarty. — 6 i 7. Pręcik widziany z dwóch stron. — 8. Dojrzały owoc. — 9. Nasienie. — 10. To samo w przekroju: widoczny jest mały w porównaniu do bielma zarodek. — Według Hemsleya.  
Rysował T. Szynal.

#### **Rosaceae.**

\* *Acaena masafuerana* Bitter. — F.

*A. ovalifolia* Ruiz et Pav. — T, F. Oprócz formy szeroko rozpiętej odmiana endemiczna. — Andy od Kolumbii do Ziemi Ognistej. Falklandy.

*Margyricarpus setosus* Ruiz et Pav. — *T.* W endemicznej odmianie. — Peru centr. i Chili pd., Argentyna, Patagonia.

*Rubus geoides* Sm. — *F* — Zachodnia Patagonia, Ziemia Ognista, Falklandy.

#### **Leguminosae.**

\* *Sophora fernandeziana* (Phil.) Skotts. — *T.*

\* *S. masafuerana* (Phil.) Skotts. — *F.*

#### **Rutaceae.**

\* *Fagara mayu* (Bert, Hook. et Arn.) Engler — *T.*

\* *F. externa* Skotts. — *F.*

#### **Euphorbiaceae.**

*Dysopsis glechomoides* (Rich.) Müll. Arg. — *T.* Endemiczny podgatunek. — Andy od Ekwadoru do Ziemi Ognistej.

#### **Empetraceae.**

*Empetrum rubrum* Vahl. — *F* — Andy od Valdivii do Ziemi Ognistej. Falklandy. Tristan da Cunha.

#### **Rhamnaceae.**

\* *Colletia spartioides* Bert. — *T.*

#### **Flacourtiaceae.**

\* *Azara fernandeziana* Gay. — *T.*

#### **Myrtaceae.**

\* *Ugni Selkirkii* (Hook. et Arn.) Berg. — *T.*

*Myrteola nummularia* (Poir.) Berg. — *F* — Chili, Cordillera Nahuelbuta i Valdivia do Ziemi Ognistej. Falklandy.

\* *Myrceugenia fernandeziana* (Hook. et Arn.) Berg. — *T.*

\* *M. Schulzei* Johow. — *F.*

#### **Halorrhagidaceae.**

\* *Gunnera peltata* Phil. (ryc. 9) — *T.*

\* *G. bracteata* Steud. — *T.*

\* *G. Masafuerae* Skotts. — *F.*

\* *Halorrhagis asperrima* Skotts. — *F.*

\* *H. masatierrana* Skotts. — *T.*

\* *H. masafuerana* Skotts. — *F.*



*Umbelliferae.*

\* *Eryngium bupleuroides* Hook. et Arn. — *T.*

\* *E. inaccessum* Skotts. — *T.*

\* *E. fernandezianum* Skotts. — *T.*

\* *E. sarcophyllum* Hook. et Arn. — *F.*

\* *Apium fernandezianum* Johow — *T.*

*Centella triflora* (Ruiz et Pav.) Nannfeld — *T* — Chili między 36° a 44°.



Ryc. 9.

Masatierra. Olbrzymi okaz *Gunnera peltata*, nad jednym z potoków. — Według Skottsberga.

*Ericaceae.*

\* *Pernettya rigida* (Bert.) D. C. — *T, F.*

*Convolvulaceae.*

*Dichondra repens* Forst. — *T, F.* — Szeroko rozpowszechniane w cieplejszych krajach.

*Calystegia tuguriorum* R. Br. — *F* — Valdivia, Nowa Zelandia, wyspy Chatham (na wschód od nowej Zelandii).

**Borragaceae.**

- \* *Selkirkia Berterii* (Colla) Hemsl. — *T.*

**Verbenaceae.**

- \* *Raphithamnus venustus* (Phil.) Skotts. — *T, F.*

**Labiatae.**

- \* *Cuminia fernandezia* Colla. — *T.*  
\* *C. eriantha* Benth. — *T.*

**Solanaceae.**

- \* *Solanum fernandezianum* Phil. — *T.*  
\* *S. Robinsonianum* Bitter. — *T, S, F.*  
\* *S. masafueranum* Bitter et Skotts. — *F.*  
\* *Nicotiana cordifolia* Phil. — *F.*

**Scrophulariaceae.**

- Mimulus parviflorus* Lindl. — *F.* W endemicznej odmianie (?)  
Środk, i pd. Chili.  
\* *Euphrasia formosissima* Skotts. — *F.*

**Plantaginaceae.**

- \* *Plantago fernandezia* Bert. — *T.*  
*P. truncata* Cham. — *T, S.* Endemiczny podgatunek. — Środk.  
i pd. Chili.

**Rubiaceae.**

- Oldenlandia thesiifolia* K. Schum. — *T* — Chili od Valparaiso  
do Chiloe, Brazylia, Argentyna, Paragwaj, Urugwaj.  
*Nertera depressa* Banks et Sol. — *F* — Od Meksyku do Ziemi  
Ognistej w górach. Hawaje.  
\* *Coprosma triflorum* (Hook et Arn.) Benth. et Hook. — *T.*  
\* *C. pyrifolium* (Hook. et Arn.) Skotts. — *T, F.*  
\* *Galium masafueranum* Skotts. — *F.*

**Campanulaceae.**

- \* *Wahlenbergia Larraini* (Bert, Colla) Skotts. — *T.*  
\* *W. fernandeziana* (A. DC ex p.) Skotts. — *T.*  
\* *W. Grahamae* Hemsl. — *T.*  
\* *W. Masafuerae* (Phil.) Skotts. — *F.*  
\* *W. Berteroi* Hook. et Arn. — *T, S.*  
*Lobelia anceps* Thunb. — *T, F* — Chili od prowincji Maule de  
Valdivii. Pd. Afryka, Australia.

**Compositae.**

- Lagenophora Harioti* Franch. — *F* — Andy południowego Chili do Ziemi Ognistej.
- \* *Erigeron fruticosus* DC. — *T*, *F*.
- \* *E. luteoviridis* Skotts. — *F*.
- \* *E. Ingae* Skotts. — *F*.
- \* *E. turricola* Skotts. — *F*.
- \* *E. rupicola* Phil. — *F*.
- Gnaphalium spiciforme* Sch. Bip.? — *F* — Pd. Patagonia, Ziemia Ognista.
- \* *Abrotanella crassipes* Skotts. — *F*.
- \* ***Robinsonia macrocephala*** Dcne. — *T*.
- \* *R. Gayana* Dcne. — *T*.
- \* *R. thurifera* Dcne. — *T*.
- \* *R. evenia* Phil. — *T*.
- \* *R. Masafuerae* Skotts. (ryc. 10) — *F*.
- \* *R. gracilis* Dcne. — *T*.
- \* ***Rhetinodendron Berterii*** (Dcne.) Hemsl. — *T*.
- \* ***Centaureodendron dracaenoides*** Johow — *T*.
- \* ***Dendroseris macrophylla*** D. Don — *F*.
- \* *D. macrantha* (Bert et Dcne) Skotts. — *T*.
- \* *D. marginata* (Bert. et Dcne) Hook. et Arn. — *T*.
- \* *D. litoralis* Skotts. — Morro Vinillo (wysepka koło pd. wybrzeża Masatierra), *S*.
- \* *D. pinnata* (Bert. et Dcne) Hook. et Arn. — *T*.
- \* *D. Berteriana* (Dcne) Hook. et Arn. — *T*.
- \* *D. regia* Skotts. (rys. 11) — *F*.
- \* *D. neriifolia* (Dcne) Hook. et Arn. — *T*.
- \* *D. micrantha* (Bert. et Dcne) Hook. et Arn. — *T*.
- \* *D. pruinata* (Johow) Skotts. — *T*, *S*.
- \* *D. gigantea* Johow — *F*.
- \* *Yunquea Tenzii* Skotts. — *T*. Małe drzewko, podobnie jak *Dendroseris*. Ponieważ kwiaty i owoce nie są znane, jest rzeczą wątpliwą, czy to jest odrębny nowy rodzaj.

Do tych wszystkich roślin dzikorosnących (indygienat niektórych z nich zresztą nie jest pewny) dochodzą jeszcze zawleczone, których Skottsberg naliczył za drugim swoim pobytom 130 gatunków.

Z powyższego spisu wypływa, że flora naczyniowa omawianych wysp liczy 196 gatunków, w tym 113 (57·7%) endemicznych.



Ryc. 10.

Masafuera. *Robinsonia Masafuerae* wśród zarośli paproci w krainie alpejskiej kolo Correspondencia Camp (1150 m). — Według Skottsberga.



Ryc. 11.

Masafuera. *Dendroseris regia* na podobnym stanowisku jak na ryc. 10. — Według Skottsberga.

\*

Paprotników jest 51 gatunków, z czego jedna trzecia endemicznych. Należą one do 23 rodzajów, wśród których jeden — *Thyrsopteris* — nie występuje nigdzie poza tym.

Nagozalażkowych niema. Okrytozalażkowych jest 145 gatunków, w tym 96 (66·2%) endemicznych. Należą one do 83 rodzajów, z czego jest endemicznych 11: *Podophorus*, *Juania*, *Ochagavia*, *Lactoris*, *Selkirkia*, *Cuminia*, *Robinsonia*, *Rhetinodendron*, *Centraureodendron*, *Dendroseris* i *Yunquea*. W tym ostatni jest wątpliwy, *Lactoris* zaś, zaliczany początkowo do *Piperaceae*, uważany jest obecnie za osobną rodzinę spokrewnioną z *Magnoliaceae*.

Pod względem ogólnej ilości gatunków dwie główne wyspy niewiele różnią się od siebie: Masatierra z przyległymi wyspami ma 42 gatunki paprotników i 100 nasiennych, Masafuera zaś — 45 i 72. Zachodzą natomiast duże różnice w składzie flory a mianowicie odnośnie do nasiennych: wspólnych dla obu wysp jest tylko 25 gatunków. Flora paprotników jest bardziej jednolita: ma 36 wspólnych gatunków. Łatwe rozsiewanie zarodników jest oczywiście tego przyczyną.

Ale to jeszcze nie wszystko. O wiele wyraźniej przedstawiają się różnice między wyspami, jeżeli się rozpatrzy osobno formy endemiczne i nieendemiczne. Stosunki te przedstawia tabela I. W tej tabeli, tak samo jak w następnych, do flory Masatierra są włączone gatunki z Santa Clara i Moro Vinillo.

Tabela I.

	Masatierra	Masafuera	Ilość gatunków wspólnych
Paprotniki endemiczne . . . .	16	14	13
„ nieendemiczne . . . .	26	31	23
Nasienne endemiczne . . . .	65	43	12
„ nieendemiczne . . . .	35	29	15

Widoczne jest z tej tabeli, że u paprotników rozmieszczenie endemicznych form jest niewiele różne od rozmieszczenia nieendemicznych. Natomiast u nasiennych flora gatunków endemicznych wykazuje o wiele silniejsze różnice.

Rozmieszczenie gatunków endemicznych można jeszcze przedstawić inaczej — przez zestawienie gatunków, które rosną tylko na danej wyspie (tabela II).

Tabela II.

Gatunki endemiczne rosnące tylko na jednej wyspie.

	Masatierra	Masafuera
Paprotniki . . . . .	3	1
Nasienne . . . . .	53	31

Wreszcie najciekawsze może jest rozmieszczenie endemicznych rodzajów. Pod tym względem niema różnicy u paprotników: jedyny endemiczny rodzaj — *Thyrsopteris* — występuje na obu wyspach, reprezentowany przez ten sam jedyny zresztą gatunek. Natomiast wszystkie 11 rodzajów nasiennych wykazują koncentrację swoich form na wyspie wschodniej, większość ich nawet wogóle nie rośnie na wyspie zachodniej (tabela III).

Tabela III.

Ilości gatunków.

Rodzaje	Masatierra	Masafuera
<i>Podophorus</i> . . . . .	1	0
<i>Juania</i> . . . . .	1	0
<i>Ochagavia</i> . . . . .	1	0
<i>Lactoris</i> . . . . .	1	0
<i>Selkirkia</i> . . . . .	1	0
<i>Cuminia</i> . . . . .	2	0
<i>Robinsonia</i> . . . . .	5	1
<i>Rhetinodendron</i> . . . . .	1	0
<i>Centaureodendron</i> . . . . .	1	0
<i>Dendroseris</i> . . . . .	7	3
<i>Yunquea</i> . . . . .	1	0

W ten sposób flora nasiennych na Masatierra zaznacza się jako o wiele bardziej oryginalna od flory Masafuera.

Ogólny charakter flory omawianych wysp jest podobny do flory chilijskiej, co jest zresztą naturalne z uwagi na stosunkowo niewielką odległość, dzielącą wyspy od tej części kon-

tymentu południowo-amerykańskiego. Można nadto powiedzieć, że flora Juan Fernandez ma charakter zachodnio-amerykański. Pod tym względem zbliża się ona do flory Galapagos i Hawajów a różni się od flory Polinezji. Ujawnia się to w ilości gatunków dwu najliczniejszych rodzin: storczyków, których rośnie na ziemi około 17.000, i złożonych, których jest ogółem 14.000. Otóż flora zachodnio-amerykańska ma mało storczyków i dużo złożonych. Na Juan Fernandez storczyków niema wcale a zato złożone stanowią prawie piątą część wszystkich nasiennych. Tabela IV ilustruje te stosunki. W niej dla porównania podają oprócz danych odnoszących się bezpośrednio do omawianych terenów także dla różnych innych krajów i wysp.

Szczególnie ciekawa jest wielka ilość złożonych na Juan Fernandez. Zjawisko to nie jest powodowane przez łatwe w tej rodzinie rozsiewanie owoców przez wiatry, gdyż są to przeważnie gatunki endemiczne — 26 endemicznych na ogólną ilość 28 — a nie imigranci z innych terenów. W dodatku endemiczne gatunki należą przeważnie do endemicznych rodzajów.

Dla dokładniejszego zobrazowania charakteru geograficznego omawianej flory trzeba dalej zająć się rodzajami.

Wśród paprotników jest tylko jeden rodzaj endemiczny, zato bardzo ciekawy — *Thyrsopteris* (ryc. 5). Odosobniony w rodzinie *Cyatheaceae*, stanowi on pozostałość starych form, których historia sięga do jury, kiedy rosły szeroko rozsiedlone różne gatunki rodzaju *Coniopteris* z kupkami zarodni otulonymi tak samo jak u *Thyrsopteris* kulkowatą zawijką i osadzonymi na końcach osobnych wąskich odcinków liściowych (Hirmer 1927, str. 637—8, ryc. 767—770). Do tego rodzaju należą m. i. opisane przez Raciborskiego z liasowych glin krakowskich *Dicksonia Heeri* i *D. Zaręcznyi*. Inne rodzaje paprotników nie mają wybitniejszego charakteru geograficznego.

Wszystkie nieendemiczne gatunki paprotników rosną w Chili, z wyjątkiem dwóch. Jeden z nich, *Elaphoglossum Lindenii*, jest właściwy tropikalnym terenom Ameryki pd. Drugi, *Histiopteris incisa*, jest ciekawszy pod względem rozmieszczenia geograficznego, bo rośnie w Polinezji, Australii, Nowej Zelandii i Afryce pd.: należy on do nielicznych na Juan Fernandez roślin polinezyjskich.

Przechodząc teraz do nasiennych, trzeba przede wszystkim zająć się złożonymi, które, jak już widzieliśmy, stanowią jeden z najciekawszych składników omawianej flory. Mamy tu



**Tabela IV.**  
Ilości gatunków.

	Okrytoza- lązkowe	Storczyki		Złożone	
Juan Fernandez . . .	145	0	0·0%	28	19·3%
Galapagos . . . . .	500	3	0·6	61	12·2
Hawaje . . . . .	721	3	0·4	68	9·6
Polinezja francuska .	407	33	8·1	16	3·9
Chili . . . . .	5103	91	1·8%	996	19·5%
Brazylia . . . . .	22000	1650	7·5	1233	5·6
Wenezuela . . . . .	4980	585	11·7	293	5·9
Kalifornia . . . . .	3555	22	0·6%	507	14·2%
Utah-Nevada . . . . .	3283	11	0·3	570	17·4
Nowy Meksyk . . . . .	2716	18	0·7	561	20·7
Atlantycka Ameryka północna, część pół- nocna . . . . .	3177	65	2·0	385	12·1
To samo. Część połud- niowa . . . . .	3890	66	1·7	606	15·6
Polska . . . . .	2102	47	2·2%	238	11·3%
Grecja . . . . .	3753	65	2·0	432	12·8
Syria . . . . .	3192	54	1·7	385	12·1
Turkestan . . . . .	4736	22	0·5	783	16·5
Zachodnie Himalaje .	2584	165	6·4	209	8·1
Japonia . . . . .	3101	125	4·0	220	7·1
Formoza . . . . .	3031	232	7·7	167	5·5
Jawa . . . . .	3658	538	13·6	86	2·2
Kongo . . . . .	3360	152	4·5	143	4·3
Południowa Afryka .	15075	491	3·3	1939	12·9
Queensland . . . . .	4286	199	4·6	237	5·5
Zachodnia Australia	5489	130	2·6	322	5·9
Victoria . . . . .	2552	148	5·8	228	8·9
Tasmania . . . . .	976	79	8·1	108	11·7
Nowa Zelandia . . . .	1415	57	4·0	221	15·6

do czynienia z czterema endemicznymi rodzajami, nie licząc niedostatecznie poznanej *Yunquea*. Są to wszystko rośliny drzewiaste, co jest zjawiskiem rzadkim w tej rodzinie. Ponieważ ta cecha jest skutkiem wyspiarskiego charakteru terenu, przy omawianiu pokrewieństw nie można jej przypisywać zbyt wielkiego znaczenia.

I tak mamy tu rodzaj *Dendroseris*, należący do podrodziny języczkokwietnych (*Ligulariflorae*). Ta grupa złożonych ma bardzo ciekawe rozmieszczenie geograficzne. W tak bogatej chilijskiej florzę złożonych (996 gatunków) jest ona słabo reprezentowana: 52 gatunki z 9 rodzajów, przyczem 36 gatunków przypada na rodzaj *Hypochoeris*. Jeszcze słabiej występuje na wyspach oceanu Spokojnego: ani jednego gatunku na Galapagos i Hawajach, 2 gatunki z endemicznego rodzaju *Fitchia* w Polinezii francuskiej. Natomiast bogata w te rośliny jest flora pacyficznej Ameryki północnej, przyczem atlantycka część tegoż kontynentu ma ich mało. Głównym zaś siedliskiem jest obszar Śródziemnomorski. Stosunki te występują szczególnie wyraźnie, jeżeli się weźmie ośrodki rodzajów, co jest zestawione w tabeli V. Kilka rodzajów, nie mających wyraźnych ośrodków, zostało przy tym pominiętych.

Tabela V.

Ośrodki rodzajów języczkokwietnych (*Ligulariflorae*).

Obszary fitogeograficzne	<i>Cichorinae</i>	<i>Leontodontinae</i>	<i>Crepidinae</i>
Śródziemnomorski . . . . .	15	7	10
Pacyficzno - północno - amerykański . . . . .	3	4	7
Atlantycko - północno - amerykański . . . . .	2	—	—
Pacyficzno-południowo-amerykański (Andyjski) . . . . .	—	1	1
Wschodnio-azjatycki . . . . .	—	—	1
Tropikalno-afrykański . . . . .	—	—	1

*Dendroseris* wraz z *Fitchia* oraz z rosnącym na San Felix endemicznym rodzajem *Thamnoseris* (por. str. 213) nie jest zaliczony do żadnego z trzech podplemion, wymienionych w tabeli V (w podrodzinie języczkokwietnych jest tylko jedno ple-

mię *Cichorieae*, przeto grupy, wyróżniane w obrębie tej podrodziny, uważa się za podplemiona). Te trzy rodzaje tworzą osobne podplemię *Dendroserinae*. Można wątpić, czy to jest słuszne. Podział języczkokwiatnych opiera się na wykształceniu puchu: jest on słabo wykształcony albo żaden u *Cichorinae*, złożony z pierzastych włosków u *Leontodontinae* i z prostych u *Crepidinae*. Otóż u *Dendroserinae* puch jest słabo wykształcony i różni się one od *Cichorinae* tylko drzewiastym pokrojem, czego właściwie nie powinno się brać pod uwagę jako cechy przystosowawczej. W ten sposób te rośliny można związać z florą pacyficzną Ameryki. Jednak zachodzi tu poważna trudność, bo *Cichorinae*, obficie rosnące w północnej Ameryce, są słabo reprezentowane w południowej: w Chili rośnie tylko jeden gatunek z rodzaju *Microseris*, mającego swój ośrodek w pacyficznym Ameryce północnej. O ileby się utrzymało grupę *Dendroserinae*, byłby to specyficzny, nie tyle polinezyjski, ile wyspiarsko-pacyficzny element florystyczny.

Pozostałe trzy endemiczne rodzaje złożonych należą do podrodziny rurkokwiatnych (*Tubuliflorae*). Z nich *Centaureodendron* da się łatwo nawiązać do flory chilijskiej. Sądząc z opisu, jest to poprostu drzewiasty chaber (*Centaurea*). Otóż w Chili rośnie 6 gatunków chabrów, w Urugwaju i Argentynie — a więc w obszarze tak samo Andyjskim — jeden (*C. Tweediei*), w Meksyku i przyległych terenach U. S. A. jeden (*C. americana*). Ośrodek rodzaju leży w obszarze Śródziemnomorskim, gdzie rośnie paręset gatunków. Nadto parę gatunków w Afryce tropikalnej i południowej. Na zachodnim wybrzeżu oceanu Spokojnego mamy jeden gatunek w Australii (*C. australis*) i gdzieś pojedyncze gatunki w Azji wschodniej. Mamy tu rozmieszczenie geograficzne podobne w pewnej mierze do języczkokwiatnych: przejście z ośrodka śródziemnomorskiego do pacyficznym Ameryki, tylko w stopniu o wiele słabszym. Wogóle plemię *Cynareae*, do którego należy chaber, jest specyficznie śródziemnomorskie: na 34 rodzaje tylko trzy czy cztery mają swoje ośrodki poza obszarem Śródziemnomorskim i żaden w Ameryce.

Zostaje jeszcze omówić rodzaje *Robinsonia* i *Rhetinodendron* z plemienia *Senecioneae*. Należą one do plemienia *Senecioninae*. To podplemię ma swój ośrodek w pacyficznym Ameryce. Liczy ono poza wymienionymi dwoma rodzajami 37 ro-

dzajów. Z tego 13 ma wyraźne ośrodki w pacyficznej Ameryce północnej, 3 w Andach. Do tych ostatnich dochodzi prawdopodobnie największy rodzaj całej rodziny — *Senecio* — liczący co najmniej 1200 gatunków, skupionych głównie w Andach (w samym tylko Chili 253 gatunki — największy rodzaj w tym kraju) i w mniejszej ilości w południowej Afryce. Poza tym ten ostatni teren ma 5 ośrodków rodzajowych, Azja wschodnia — 4, inne obszary co najwyżej po 2. Z którym rodzajem kontynentalnym omawiane rodzaje wyspiarskie są spokrewnione, nie mogę określić na podstawie danych, jakimi rozporządzam.

Dalej endemiczna palma *Juania* należy do grupy *Iriarteae* specyficznie andyjskiej: w Andach jest siedlisko 3 rodzajów, wyróżnianych w tej grupie poza omawianym wyspiarskim rodzajem.

Następnie *Ochagavia*, przedstawicielka wyłącznie amerykańskiej rodziny *Bromeliaceae*, jest tak blisko spokrewniona z andyjskim *Rhodostachys*, że rozróżnienie lub połączenie tych rodzajów jest według wyrażenia Skottsberga rzeczą gustu.

Z kolei trzeba zająć się rodzajem *Selkirkia* z plemienia *Cynoglosseae* rodziny *Borragaceae*. Z tego plemienia w Chili rosną 2 gatunki *Pectocarya*, rodzaju rozsiedlonego w pacyficznej części obu Ameryk, oraz 3 gatunki największego i najszerzej rozsiedlonego w danym plemieniu rodzaju *Cynoglossum*, mającego swój ośrodek w obszarze Śródziemnomorskim, podobnie jak całe plemię, liczące — poza *Selkirkia* — 17 rodzajów. Z nich 9 rodzajów ma tam swój ośrodek. Następnie 2 rodzaje występują w obszarze Wschodnio-azjatyckim, ale w sąsiedztwie Śródziemnomorskiego, bo w zachodnich Himalajach i zachodnim Tybecie, i 2 rodzaje w innych dalszych częściach obszaru Wschodnio-azjatyckiego. Ameryka ma tylko jeden ośrodek — wspomnianego powyżej rodzaju *Pectocarya*. Reszta rodzajów jest rozproszona. Z nich warto wspomnieć o endemicznym dla wysp Chatham położonych na wschód od Nowej Zelandii rodzaju *Myosotidium*. O ile *Selkirkia* nie jest spokrewniona z tym ostatnim — o czym nie mogą sądzić — byłoby tu znowu nawiązanie do obszaru Śródziemnomorskiego.

Dalej trudno coś powiedzieć o charakterze geograficznym rodzaju *Cuminia* z grupy *Mentinae* rodziny wargowych. Z tej grupy na granicy Chili i Argentyny rośnie monotypowy rodzaj *Oreosphacus*. Reszta jest rozproszona.

Tak samo jest z trawą *Podophorus* z plemienia *Agrostideae* i z dziwnie odosobnionym rodzajem *Lactoris*, stanowiącym osobną rodzinę.

Z powyższego wynika, że rodzaje endemiczne nasiennych nawiązują się na ogół do flory pacyficzno-amerykańskiej, żaden z nich natomiast do flory polinezyjskiej. Inaczej jest rodzajami nieendemicznymi. W ogromnej większości występują one w Chili albo przynajmniej w południowej Ameryce. Są jednak wśród nich trzy, nie rosnące w Ameryce, skupione na wyspach Pacyfiku lub w Australii. Tu trzeba wymienić przede wszystkim drzewo sandałowe (*Santalum*). Z tego rodzaju 8 gatunków rośnie na wyspach Hawajskich, 5 — na innych wyspach pacyficznych i po jednym w Australii, Nowej Gwinei i wyspach Malajskich. Poza tym *Coprosma* ma ośrodek w Nowej Zelandji a *Halorrhagis* w Australii.

Bliższe rozpatrzenie rodzajów występujących w Ameryce oraz gatunków endemicznych, dałoby jeszcze pewną ilość form polinezyjskich względnie zachodnio-pacyficznych. Ogólny obraz flory omawianych wysp nie uległby przez to zmianie: flora ta ma wyraźny charakter pacyficzno-amerykański.

Na ostatku trzeba poświęcić trochę uwagi nieendemicznym gatunkom roślin nasiennych. Wszystkie one rosną w Chili z wyjątkiem *Cardamine chenopodiifolia*, która jednak występuje w Boliwii, Urugwaju i Argentynie. Najciekawsze z nich są to gatunki subantarktyczne, występujące tylko w krainie alpejskiej na Masafuera (por. Skottsberg 1925). Są to *Lycopodium magellanicum*, *Uncinia brevicaulis*, *Rubus geoides*, *Empetrum rubrum*, *Myrteola nummularia*, *Lagenophora Harioti*, *Gnaphalium spiciforme*. Zjawisko to jest ciekawe z uwagi na większą odległość Masafuera niż Masatierra od lądu. Ale na wschodniej wyspie niema krainy alpejskiej: drzewa i krzewy sięgają tam do największych wyniosłości, a chodzi tu o rośliny chłodnych i wilgotnych terenów nadmorskich, które tylko w wilgotnym klimacie krainy alpejskiej znajdują odpowiednie dla siebie warunki bytu.

Pod względem ekologicznym rośliny naczyniowe Juan Fernandez odznaczają się przewagą form drzewiastych, co jest charakterystyczne dla wszystkich ciepłych wysp oceanicznych. Szczególnie ciekawe są małe drzewka endemicznych gatunków złożonych: *Robinsonia* (ryc. 10), *Dendroseris* (ryc. 11) etc. Wśród

paproci drzewiastą formę mają *Dicksonia Berteriana* (ryc. 6) i *Blechnum cycadifolium*,

Roślinność zasadniczo ma charakter leśny. Wynika to z charakteru klimatu, który jest ciepły i wilgotny. Podaję dla bliższej charakterystyki tabelę VI dla północnego wybrzeża Masatierra, zapożyczoną od Skottsberga. Jest to jedyny punkt obserwacyjny. Do tabeli Skottsberga włączyłem wartości wskaźnika parowania.

Do danych tabeli VI trzeba dodać, że najniższa obserwowana w danym okresie temperatura była  $3.8^{\circ}$ , najwyższa zaś  $34^{\circ}$ . W wyższych położeniach temperatura z pewnością spada poniżej zera. Wartości wskaźnika parowania są w lecie niższe, w zimie wyższe niż w środkowej Polsce: w Warszawie średnie miesięczne maksyma wahają się między  $0.7-11.7$ , w Krakowie w granicach  $1.0-11.3$ , we Lwowie od  $0.8-11.2$ . Zaopatrzenie roślinności we wodę, określone przez iloraz wilgotnościowy, wyraża się liczbą  $12.8$  (w Warszawie  $8.7$ , w Krakowie  $10.3$ , we Lwowie  $10.4$ ). Jest to zaopatrzenie więcej niż dostateczne dla lasów, bo granica lasów odpowiada wartości ilorazu równej 5.

Lasy są zimozielone, bujne, z gęstym podszyciem (ryc. 12), ale bez lian, jeżeli nie liczyć pnących się na parę metrów paproci, np. *Arthropteris altescandens*. Epifitami są tylko *Hymenophyllaceae*, zresztą bardzo liczne, jeżeli nie liczyć roślin niższych. Głównymi składnikami lasów są na Masatierra *Myrceugenia fernandeziana*, *Drimys Winteri*, *Zanthoxylon mayu*, *Azara fernandeziana*, dorastające  $20-30$  m. Najbardziej okazałym drzewem jest palma *Juania australis* (ryc. 7). Palma ta oraz drzewiaste paprocie nadają tym lasom wygląd zbliżony do tropikalnych. Nie są to jednak zespoły naprawdę tropikalne a to z powodu braku lian i epifitów. Na Masafuera głównym składnikiem lasów jest *Myrceugenia Schulzei*, dorastająca  $10$  m.

Nie wszędzie jednak na omawianych wyspach roślinność jest leśna. Na Masatierra południowy brzeg głównej części i cała „dodatkowa“ część południowo-zachodnia są bezleśne, pokryte roślinnością o charakterze stepowym. Widocznie opady są tam mniejsze. Mogą do tego przyczyniać się także wiatry, które wieją głównie z południa (najczęstszy kierunek SSE). Brak obserwacji meteorologicznych nie pozwala na ustalenie przyczyn. Krainy alpejskiej na Masatierra, jak już wspomniałem powyżej, niema.

Tabela VI.

Klimat Masatierra. — Zatoka Cumberland. — 10 m nad poziomem morza.  
1901—1907 (pełne obserwacje tylko z lat 1901—1904, 1906).

	T e m p e r a t u r a					średnia względna	średnie maks. wskaznika parowania (mm)	O p a d y	
	średnia maks.	średnie min.	średnie abs. maks.	średnie abs. min.	mm			dni	
I	19.0	16.4	26.9	13.7	74.2	9.3	18.6	5	
II	19.5	17.2	27.5	14.3	74.9	9.3	31.1	8	
III	18.9	16.7	26.6	14.3	75.7	8.7	59.2	10	
IV	17.2	14.8	23.5	12.3	76.3	7.5	76.5	12	
V	15.5	13.7	20.7	10.0	79.3	5.8	201.4	16	
VI	13.9	12.1	19.6	8.4	80.0	5.1	242.1	18	
VII	12.7	10.6	17.9	6.8	78.5	5.0	170.7	18	
VIII	12.3	10.3	18.4	7.1	77.4	5.1	108.0	13	
IX	13.3	11.3	19.7	8.0	76.3	5.7	67.8	12	
X	13.5	11.4	20.0	8.6	75.4	6.0	40.4	9	
XI	15.4	12.9	23.2	10.4	73.2	7.5	40.1	8	
XII	17.7	14.6	25.5	11.7	71.9	9.2	14.0	4	
Rok	15.6	13.5	—	—	76.2	—	1081.0	180	



Ryc. 12

Masatierra. Las na południowym zboczu Portezuelo de Villagra (480 m). Drzewa: *Drimys Winteri*, *Azara fernandeziana*, *Boehmeria excelsa*. Paproć drzewiasta *Dicksonia Berteriana*. Postać ludzka, zresztą ledwie widoczna, daje pojęcie o wymiarach. — Według J o h o w a.





Ryc. 13.

Masafuera. Las z *Myrcogenia Schulzei* na zboczu jednego z kanionów. — Według Skottsberga.

Na Masafuera lasy pokrywają stoki licznych kanionów i sięgają do poziomu 800–900 *m*. Powyżej aż po najwyższe szczyty rozciąga się bardzo oryginalna roślinność alpejska, złożona głównie z paproci, zwłaszcza z *Lophosoria quadripinnata* (ryc. 10 i 11). W niższą część tej krainy alpejskiej wkraczają piękne okazy *Dicksonia Berteriana* (ryc. 6). Wogóle paprocie odgrywają bardzo ważną rolę na omawianych wyspach, co się łatwo tłumaczy wilgotnością i umiarkowanym ciepłem klimatu.

Na ostatku warto poświęcić trochę uwagi stanowi flory. Tak samo jak na wszystkich innych wyspach oceanicznych, stan jej nie jest świetny. W miejscach łatwiej dostępnych lasy są wycięte. Drzewo sandałowe wyginęło. Przyczyniły się walenie do niszczenia roślinności oczywiście kozy (por. ryc. 4). Rząd Chilijski wydał pewne zarządzenia ochronne, zdaje się niedostateczne. Należy przyłączyć się do pobożnego życzenia Skottsberga, by się tu nie powtórzył skandal z wyspą św. Heleny.

Kończąc, miło mi jest podziękować P. Prof. W. Szafrowi za pomoc w uzyskaniu rozproszonej literatury.

## XI. San Felix i San Ambrosio.

800 *km* na północ od Juan Fernandez i na takiej samej mniej więcej odległości od lądu południowo-amerykańskiego leży mała wulkaniczna wysepka San Felix (26°16'S, 80°00'W) wznosząca się do poziomu 183 *m* o 2½ *km* zaledwie w średnicy. O 18 *km* od niej jest druga mała wysepka San Ambrosio, również wulkaniczna, o najwyższym wzniesieniu 450 *m*. Naokoło morze ma około 4000 *m* głębokości. Flora wysepki jest bardzo uboga, co się tłumaczy częściowo suchym klimatem, łagodnym w wyższych położeniach częstymi mgłami. Flora ta jest bardzo ciekawa przez wielki odsetek form endemicznych. Jest ona niestety mało znana, zwłaszcza na San Ambrosio, skąd jedynymi materiałami są okazy zebrane w kapeluszu w r. 1869 przez Enrique Simpsona. Co do San Felix jesteśmy w szczęśliwszym położeniu, głównie dzięki zbiorom dokonany 18 lutego 1935 przez James P. Chapina, opisanym przez Johnstona (1935), który zestawiał także wszystkie informacje dotychczas ogłoszone. Lista jego obejmuje zaledwie 7 gatunków, w tym endemicznych 5.

*Eragrostis peruviana* (Jacq.) Trin. Jednoroczna roślina występująca w Peru i Chili.

*Parietaria debilis* Forster (*P. feliciana* Phil.). Jednoroczna szeroko rozpowszechniona roślina, występująca m. i. na Juan Fernandez.

*Atriplex Chapinii* Johnston. Endemiczny gatunek, zdaje się krzewinka.

*Suaeda nesophila* Johnston (*S. divaricata* Moq. var. *microphylla* F. Phil.) Endemiczny krzew.

*Cristaria insularis* F. Phil. Endemiczna jednoroczna roślina z rodziny *Malvaceae*.

*Lycapsus tenuifolius* Phil. (*Alomia tenuifolia* Benth. et Hook.).

Roślina z rodziny złożonych, zaliczana przez niektórych autorów do amerykańskiego rodzaju *Alomia* z plemienia *Eupatorieae*. Nie należy ona w żadnym razie do tego plemienia, bo ma w kłoskach kwiaty brzeżne jęczyczkowe. Johnston, idąc za Phillipim, uważa ją za osobny rodzaj. Przynależność plemienna nie jest przez niego wyjaśniona. Nie podaje on, czy jest to roślina zielna czy drzewiasta. Występuje ona także na San Ambrosio, ale nigdzie poza tym nie notowana.

*Thamnoseris lobata* Johnston. Endemiczny krzew, stanowiący endemiczny rodzaj z grupy *Dendroserinae* rodziny złożonych.

Dla San Ambrosio oprócz wzmiankowanego powyżej *Lycapsus* znanych jest jeszcze parę gatunków nie przedstawiających nic ciekawego. Niewątpliwie na tej wyspie kryje się niejedna niespodzianka florystyczna.

Opisana powyżej ubożuchna flora dwóch zagubionych w oceanie wysepek domaga się gwałtownie bliższego zbadania. Specyficzność roślinności wysp oceanicznych jest tu doprowadzona, można powiedzieć, do absurdu: na kilka gatunków dwa endemiczne rodzaje! Co może pobudzać na wyspach rośliny do tak silnej zmienności, pozostaje wciąż zagadką.

*Pracownia Botaniczna Wydziału Rolniczo-Lasowego  
Politechniki Lwowskiej.*

## L I T E R A T U R A.

1. Christensen C. and Skottsberg: The Pteridophyta of the Juan Fernandez Islands. — The natural history of Juan Fernandez and Eastern Islands. Vol. II. Uppsala (1920) 1—46, ryc. 1—7, tab. 1—5.

2. Hemsley W. B.: Report on the botany of Juan Fernandez, the South-Eastern Moluccas and the Admiralty Islands. Juan

and Masafuera. — Tge voyage of H. M. S. Challenger. Botany. Part III (1884) 1—96, tabl. L IV—L XIII.

3. Hirmer M.: Handbuch der Paläobotanik. Vol. I (1927).

4. Johnston J. M.: The flora of San Felix Island. — Journ. Arnold Arboretum. Vol. 16 (1935). 440—447.

5. Johow F.: Estudios sobre la flora de las Islas de Juan Fernandez. — Santiago de Chile (1896). I—XI, 1—287, tab. I—XVI, 2 mapy.

6. Merrill E. D. Polynesian botanical bibliography 1773—1935. — Bernice P. Bishop Museum Bulletin 144. Honolulu (1937) 1—194.

7. Skottsberg C.: Vegetationsbilder von den Juan Fernandez Inseln. — Karsten-Schenck's Vegetationsbilder. Reihe 8, Heft 2. Jena (1910).

8. — Studien über die Vegetation der Juan Fernandez Inseln. — Botanische Ergebnisse der schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907—1909. IV. — Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 41, No. 9 (1914) 1—72, fig. 1—11, tab. I—VII.

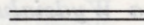
9. — The Phanerogams of the Juan Fernandez Islands. — The natural history etc. Vol. II. Uppsala (1921). 95—240, ryc. 1—39, tab. 10—20.

10. — Einige Bemerkungen über die alpinen Gefäßpflanzen von Masafuera (Juan Fernandez Inseln) — Festschrift Carl Schröter—Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich. 3 Heft (1925) 87—96.

11. — Juan Fernandez and Hawaii — Bishop Mus. Bull. 16 (1925) 1—47.

12. — Notes on some recent collections made in the islands of Juan Fernandez—Acta Horti Gothob. Vol. 4 (1928) 155—171, fig. 1—17.

13. — Le peuplement des îles pacifiques du Chili. — Société de Biogéographie. IV. Contribution à l'étude du peuplement zoologique et botanique des îles du Pacifique. Paris (1934) 270—280.



LITERATURA

S. KRZEMIENIEWSKI

## Przyczynek do znajomości spuścizny botanicznej Michała Boyma.

[Une contribution à la connaissance des travaux botaniques  
de Michał Boym].

Z botanicznej spuścizny lwowianina Michała Boyma, misjonarza w Chinach w połowie XVII w., znana jest ogólnie w Wiedniu w r. 1656 drukowana jego „Flora sinensis“. Dwa jej egzemplarze mamy w Polsce: jeden w Bibliotece Jagiellońskiej czarno ilustrowany, drugi w Bibliotece Uniwersyteckiej we Lwowie z ilustracjami barwnymi.

Oznaczenie roślin podanych we „Florze“ nastęrczało znaczne trudności. Niedawno dokonana rewizja zdołała niejedno sprostować, lecz dwa opisy roślin z ilustracjami nadal pozostawiono niewyjaśnione (1). Tylko z pewnym prawdopodobieństwem wypowiedziano się za tym, aby roślinę pod nazwą „Supim“ uważać za *Garcinia mangostana*, natomiast „Innominatus fructus“ nadal został bez nazwy. Profesor B. Hryniewiecki zwrócił jednak uwagę, zdaje się słuszną, że „Supim“ — to nie *Garcinia* lecz *Diospyros*. Z drugiej strony E. Bretschneider (2) którego poznanie zawdzięczamy prof. W. Kotwiczowi, pośród roślin „Flory“ Boyma wymienia *Cynometra cauliflora*, jako tę, którą ma przedstawiać opis i rysunek „Innominatus fructus“. Nie wydaje się to słusznym. Wszak Boym w opisie rośliny w przedmowie „ad lectorem“ mówi o niej, jako o drzewie z bardzo dużymi liśćmi „quae medium hominem contegere possunt“, czego nie można powiedzieć o liściach

\*

*Cynometra cauliflora*. „Innominatus fructus“ musi więc nadal pozostać zagadką.

Boym okazał znacznie większe zainteresowanie się roślinami, niżby można było o tym sądzić na podstawie samej tylko jego flory chińskiej.

W r. 1919 Paul Pelliot, jak podaje R. Chabrié (3), znalazł w Bibliotece Watykańskiej Boyma mapy Chin i wskazał na istnienie prócz nich jeszcze jednej mapy w Bibliotece Biura Hydrograficznego Marynarki Wojennej w Paryżu. W książce Chabrié znajdujemy bliższe dane o tych mapach, jak również w artykule ks. J. Krzyszkowskiego (4) pt. „Pierwszy polski atlas Chin“. Z obu tych pism dowiadujemy się, że w Watykanie jest ogółem ośmnaście chińskich map Boyma. Z nich jedna większa obejmuje całe Chiny, dwie mniejsze są poświęcone Pekinowi i wyspie Haynan, reszta zaś w liczbie piętnastu ilustrują oddzielne prowincje Chin. R. Chabrié zreprodukował dwie z nich w zmniejszeniu, a ks. Krzyszkowski trzecią.

Na mapach oznaczono miasta większe i mniejsze oraz małe osiedla, nakreślono rzeki i jeziora, wskazano góry, kopalnie i zalesienie. Poza tym ozdobiono je barwnymi rysunkami z życia Chińczyków oraz obrazami zwierząt i roślin.

Pierwsza mapa w książce Chabrié odnosi się do wyspy Haynan. Widać na niej złożone dwie rośliny, których nazwy według Chabrié brzmią: „Yumyum“ i „Lucyn“. Lucyn, według przypuszczenia Chabrié, ma to być *Litchi* czyli *Nephelium*. Rysunek ten na mapie oryginalnej ma łączyć harmonijnie barwę blado-niebieską z zieloną. (Ryc. 5).

Druga mapa przedstawia prowincję „Kueycieu“, a na niej znajduje się znana z flory Boyma roślina *Smilax China*, którą Chabrié niesłusznie uważa za właściwe drzewo chinowe — *Cinchona*.

Poza tym Chabrié wspomina, że na innych mapach jeszcze jest przedstawiony kwiat „Lien“ czyli „Lotus“, to znów, że wśród białych kwiatów jest narysowany „koliber“.

Więcej danych o roślinach zdobiących mapy Boyma przytacza ks. Krzyszkowski. Na ogólnej mapie Chin ma się znajdować „Sem-kiam“-Imbier, „Tayhuam“ czyli Rabarbar oraz wspomniany już *Smilax*. Prócz tego Rabarbar ma być jeszcze raz na mapie prowincji Szansi (Xansy), Imbier zaś na

mapie „Fokien“. *Smilax* powtarza się na mapie Kweiczeu (Kueycieu), a na mapie Kuangsi znajduje się Cynamon.

Wszystkie te rośliny już są znane z flory Boyma. O wiele cenniejsze będą te, których „Flora sinensis“ nie obejmuje. Takie właśnie widzimy na wspomnianej już mapie wyspy Haynan, podanej w książce Chabrié. Ks. Krzyszkowski jednak inaczej niż Chabrié odczytuje nazwy roślin: napisy mają być „Ymyum“ i „Lucyeu“ a nie „Yumyum“ i „Lucyn“. Jednocześnie ks. Krzyszkowski powątpiewa, czy słusznym jest identyfikować roślinę opatrzoną napisem „Lucyeu“ z rośliną „Lici“, jak to czyni Chabrié.

Z artykułu ks. Krzyszkowskiego dowiadujemy się dalej, że na mapie „Nankim“ jest rysunek „mięty“ (Ryc. 1), na mapie zaś „Kiamsy“ (Kiang Si) „godny podziwu kwiat „Ciam Cium Cyeu“ (Ryc. 2), na mapie „Huquam“ — kwitnąca gałązka „Yolan’u“ ze złocistym „kolibrem-Chiki“ (Ryc. 3). Ks. Krzyszkowski ten rysunek reprodukuje. Wreszcie na mapie Czekiangu ma być inny jeszcze „koliber-Kincyo“, siedzący na „rozkwitlej białym kwieciem gałązce“, a na mapie „Quantungu“ narysowany „kwiat Lien“. (Ryc. 4).

Na ogół zatem na mapach Boyma znajdowałyby się następujące rośliny, których nie obejmuje „Flora sinensis“:

1. Yumyum i Lucyn (Chabrié) albo Ymyum i Lucyeu (ks. Krzyszkowski). (Ryc. 5).
2. Mięta parokrotnie wymieniona przez ks. Krzyszkowskiego. (Ryc. 1).
3. Ciam Cium Cyeu. (Ryc. 2).
4. Yolan. (Ryc. 3).
5. Lien (ks. Krzyszkowski) albo Lien „czyli Lotus“ (Chabrié). (Ryc. 4).
6. Gałązka o białych kwiatkach (ks. Krzyszkowski).

Dzięki temu, że Biblioteka Uniwersytetu Jana Kazimierza pozyskała z Biblioteki Watykańskiej kopie szczegółowych map Chin Boyma z rysunkami roślin, mieliśmy możliwość poznać je bliżej. Tych map z rysunkami roślin jest dziewięć. Oprócz szczegółów już podanych znajdujemy na nich oznaczone występowanie kruszców z napisami chińskimi i z średniowiecznymi symbolami metali. (Ryc. 2). Czarne okrągłe plamki z dającymi się na nich wyróżnić literami IHS i trzema gwoździami prawdopodobnie oznaczają domy misji katolickich. Zresztą mapy

gęsto pokrywają sylwetki drzew, jedne o koronach kulistych, inne — o wysmukłych. Czasem, jak np. na mapie „Quantum“, spotyka się jakby krzewy rozgałęzione od podstawy lub z koroną rozłożystą. Przy nich napisy chińskie, np. „Quey“, jak przy Cynamonie, to znów napis „Supim“. Być może, na mapach jest więcej nazw roślin, lecz pośród nazw miejscowości trudno je rozpoznać.

Rysunki na mapach albo są wykonane bezpośrednio, albo naklejone. Wśród podpisów objaśniających na mapie „Kiam Sy“ jest wzmianka o porcelanie, z której ta prowincja słynie i skąd porcelanowe naczynia „in universum orbem exportantur“.

Zajmiemy się mapami bliżej, zaczynając od tych, na których są rośliny znane już z flory Bojma.

1. Mapa „Xen Sy olim Serica“ z rysunkiem rośliny i napisem nad nim „Rhabarbarum sinice Tayhuâm“. Rysunek taki, jak we Florze.

W swoim czasie wypowiedzieliśmy pogląd, że rysunek ten bardziej przypomina Kurkumę niż *Rheum*. Ks. Krzyszkowski jednak dziwi się, że podniesiona przez nas „rozbieżność pomiędzy ryciną a opisem *Rhabarbarum* zakradła się także do rękopiśmiennego Boimskiego atlasu Chin“. Nie zmienia to naszego poglądu, że kształt i układ liści wcale nie przemawiają za tym, że rysunek przedstawia *Rheum*.

2. Mapa „Fokien“. Na niej rysunek Imbieru, będący odwróceniem obrazu Flory, a obok niego napis „Zingiber sinice Semkiam“. Roślina z kłączem i ulistnionymi pędami. Ks. Krzyszkowski zwraca uwagę, że na ogólnej mapie Chin Imbier jest przedstawiony w postaci „gołych łodyg“. Jest to możliwe w przypadku, gdy pędy są kwitnące.

3. Mapa „Kueycieu“. Na niej obraz rośliny ma podpis „Radix sinica vulgo China“ i (po chińsku) „Folim“. Ks. Krzyszkowski nazywa tę roślinę już to „korzeniem chininy“ już to „korzeniem chińskim“, a Chabrié identyfikuje ją z właściwym drzewem chinowym *Cinchona* czyli *Quinquina*, rosnącym w Ameryce. Dziś wiemy już, że rysunek przedstawia *Smilax China*, roślinę zatym nie mającą nic wspólnego z dostarczającym chininy drzewem *Cinchona*. Obraz tej rośliny na mapie znów jest odwróceniem rysunku we Florze.



4. Na mapie „Quamsy“ narysowano Cynamon znów jak odbicie w lustrze rysunku tej samej rośliny we Florze. Napis nad nim „Cinamomum“ a z boku przy chińskim napisie „Quey Pi“, tak samo jak we Florze. „Quey“ z odpowiednim chińskim napisem, jak to już zaznaczyliśmy, znajduje się również na mapie „Quantum“.

Przechodzimy do map z rysunkami roślin, które nie weszły do Boyma „Flora sinensis“.

1. Mapa „Nankim“ z rysunkiem pojedynczej gałązki o dużym kwiecie. Na fotografii kwiat wypadł ciemno, niemal czarno. Pod nim napis „Meutan flos sinis nominatissimus“. Ks. Krzyszkowski robi dwa razy wzmiankę o tej roślinie (str. 233 i 234), jako o „mięcie“, chociaż do mięty ona wcale nie jest podobna. (Ryc. 1). Zarysy liści i cały pokrój kwiatu raczej wskazują, że jest to piwonia, a podpis stwierdza, że to jest „Paeonia Moutan“, którą wprowadzono do Europy dopiero pod sam koniec w. XVIII. Niemal jednocześnie z Boymem podał ją jeszcze inny misjonarz, tyrolczyk Martinus Martini w swoim atlasie chińskim z r. 1655.



Ryc. 1.

*Paeonia Moutan* — „Meutan Flos sinis nominatissimus“ z mapy „Nankim“

2. Mapa „Kiamsy“ przynosi rysunek gałązki z kwiatem i pączkami oraz z napisem nad nim łacińskim „Flos Ciam Cium Cyeu“. Jest to wcale piękny rysunek róży. Podziwia go ks. Krzyszkowski i wyraża do pewnego stopnia żal, że we Florze Boyma wzgardzono „tak prześlicznymi kwiatami“. Można przypuszczać, że je pominięto dlatego właśnie, że są to tylko kwiaty, zresztą dobrze znane w Europie, Boym bowiem w przedmowie do flory, zwracając się do czytelnika, oświadcza: „nullum hic pictum videbis fructum europaeum“ co również należy odnieść i do kwiatów. Jaki tu gatunek róży przedstawiono, tego rozstrzygnąć nie można. (Ryc. 2).

3. Mapa „Huquam“. Na niej bezlistna gałązka z dużymi jasnymi kwiatami. Obok drobna zielna roślina. W rysunek wpleciony ptak o tułowie dwa razy większym niż pojedynczy kwiat gałązki. Nad kwiatem napis „Flos yolân“, a na lewo od niego wraz z chińskim drugi — „Yolân hoa“. Nad ptakiem jego nazwa „Avis Chiki“. (Ryc. 3).



Ryc. 2.

*Rosa sp.* — „Flos Ciam Cium Cyeu“ z mapy „Kiamsy“ — obok nazwy i symbole metali

Rysunek ten reprodukuje również ks. Krzyszkowski i zaznacza (str. 234), że na nim „bardzo pomysłowo i harmonijnie skomponowano motyw kolibra Chiki i kwitnącą gałązkę Yolân'u“. Taki sam motyw według ks. Krzyszkowskiego znajduje się jeszcze na mapie „Czekiang“ (Tchokiang), gdzie na gałązce z białymi kwiatami siedzi złocisty koliber Kincyo. Innych podobnych rysunków ks. Krzyszkowski nie wymie-

nia. Stądby wynikało, że wzmianka Chabrié o kolibrze z upierzeniem czerwono-żółto-niebieskim i zielonym pośród niebieskich kwiatów może odnosić się tylko do jednego z tych dwóch rysunków. Ponieważ koliber „Kincyo“ jest umieszczony wśród kwiatów białych, przeto tylko dla kwiatów Yolan'u pozostała barwa niebieska. Lecz co to za roślina? Rysunek jej oraz nazwa chińska, podobnie jak było z piwonią, wystarczają do stwierdzenia, że to musi być *Magnolia Yulan*, którą



Ryc. 3.

*Magnolia Yulan* — „Flos yolân“ z mapy „Huquam“

i dziś jeszcze znany pod tą samą nazwą. Pewne zastrzeżenie mogłaby budzić tylko niebieska, według Chabrié, barwa jej kwiatów. *Magnolia Yulan* ma kwiaty śnieżnobiałe, czasem lekko nabiegnięte czerwono, ale nigdy nie niebieskie. Zresztą Magnolii o niebieskich kwiatach wogóle niema, trzeba zatem przyjąć, że nadana jej barwa wypadła niebiesko wbrew intencjom rysownika, albo z biegiem czasu uległa zmianie.

Magnolię *Yulan*, podobnie jak piwonię *Moutan* wprowadzono do Europy pod koniec XVIII w. Należy ona do najbardziej odpornych na nasz klimat. Rysunek jej na mapie Boyma byłby w Europie pierwszym, bo przed nim, zdaje się nikt jej nie podawał.

4. Mapy „Czekiangu“ (Tchokiang) ze złocistym według ks. Krzyszkowskiego kolibrem „Kincyo“ siedzącym „na rozkwitłej białym kwiecie gałązce“ niestety nie mamy, nie możemy więc bliżej się nią zająć. Przy sposobności zaznaczamy



Ryc. 4.

*Nelumbium speciosum* — „Lien Flos“ z mapy  
„Quantum“

tylko, że upatrywanie kolibrów w ptakach „Chiki“ i „Kincyo“ nie wydaje się słusznym, kolibry bowiem są to mieszkańcy Ameryki.

5. Mapa „Quantum“ przynosi rysunek kilku roślin wodnych. Zpśród nich jedna wysuwa się na czoło i do niej odnosi się napis „Lien flos aestimatus apud sinas“. Chabrié zupełnie słusznie upatruje w tej roślinie „lotus“. Kwiaty na fotografii prawie czarne, na rysunku prawdopodobnie są

czerwone. Za tym by przemawiała wzmianka Chabrié, że są one podobne do maku polnego. Liście bardzo charakterystyczne. Wszystko więc wskazuje na to, że mamy tu *Nelumbium speciosum*. (Ryc. 4). Roślina już w starożytności znana z Egiptu. Z Chin jednocześnie z Boymem podał ją w r. 1655 Martinius. Obok *Nelumbium* inne dwie drobne wodne roślinki bez kwiatów i napisów nie dadzą się oznaczyć.

6. Mapa „Haynan“. Na niej znajdujemy dwie rośliny. Obok gałązki z dużym kwiatem jakaś trawa z wiechą rozpięchłą — widocznie z prosowatych. Gałązka ma napis



Ryc. 5.

*Gossypium* — „Ymyum Flos“ z mapy „Haynan“

„Ymyum flos“, trawka zaś — „Lucyeu flos“. Co do tej ostatniej, to zgodnie z ks. Krzyszkowskim nie znajdujemy podstaw do jej identyfikowania z „Lici“ czyli „Litchi chinensis“ opisaną we florze Boyma i narysowaną jako drzewo o czerwonych owocach. Gałązka zaś z dużym kwiatem, ze względu na zarys liści i na głęboko wcinane działki zewnętrznego kielicha niewątpliwie przedstawia Bawełę — *Gossypium*. (Ryc. 5). Tu znów mogłyby wyniknąć pewne wątpliwości z tego, co pisze ks. Krzyszkowski, że gałązka „Ymyumu“ kwitnie błękitnym kwiatem. Podobnie i Chabrié nadmienia, że na

tym rysunku łączą się barwy bladoniebieska z zieloną. *Gossypium* natomiast ma kwiaty przeważnie żółte z czerwonymi plamkami, czasem nabiegnięte różowo. Mimo to inne cechy rośliny są dostatecznie charakterystyczne, aby obstawać przy tym, że to jest *Gossypium*. Nazwy „Yumyum i Lucyn“, przytoczone przez Chabrié, są podane w mylnej pisowni.

Z tego co przytoczyliśmy, wynika, że na mapach chińskich Boyma znajdują się rysunki roślin, częściowo później powtórzone w jego „*Flora sinensis*“, częściowo zaś takie, które do Flory nie weszły.

Do roślin już podanych we Florze należą:

1. *Curcuma (Rheum)* — Tayhuâm.
2. *Zingiber* — Sem Kiam.
3. *Smilax — Radix sinica vulgo China* — Folim.
4. *Cinnamomum — Cinamomum* — Queypi.

Rośliny we Florze nie wymienione są następujące:

1. *Paeonia Moutan* — Meutan flos, sinis nominatissimus.
2. *Rosa* — Flos Ciam Cium Cyeu.
3. *Magnolia Yulan* — Flos Yolân.
4. *Nelumbium speciosum* — Lien Flos aestimatus a pud Sinas.
5. *Gossypium* — Ymyum Flos.
6. ? — Lucyeu Flos.

Są to rośliny przeważnie ozdobne, albo jeżeli nawet użytkowe, to niejadalne i dla tego, zdaje się, pominięte we Florze.

Kilka innych jeszcze drobnych roślinek, jakie widzimy na mapach, mają drugorzędne znaczenie, nie zaznaczono nawet ich nazw.

Ogółem do 27 roślin, podanych przez Boyma w „*Flora Sinensis*“ przybywa pięć nowych, dających się rozpoznać po rysunkach na jego mapach Chin.

## RÉSUMÉ.

Michał Boym, jésuite polonais, qui a voyagé en Chine en XVI siècle, a exécuté des cartes de ce pays. Ces cartes sont ornées des dessins des plantes qui ne sont pas comprises dans sa „*Flora Sinensis*“. L'auteur les a déterminées comme il suit: 1. *Paeonia Moutan*, 2. *Rosa sp.*, 3. *Magnolia Yulan*, 4. *Nelumbium speciosum* et 5. *Gossypium sp.*

## LITERATURA.

1. S. Krzemieniewski: Michał Boym jako Botanik, Kosmos B, T. 59, 1934.
2. E. Bretschneider: History of European Botanical Discoveries in China I, 14, 1898.
3. Chabrié: Michel Boym, Jésuite Polonais, Paris 1933.
4. Ks. J. Krzyszkowski: Pierwszy polski atlas Chin. Misje Katolickie T. 53, 225—234, 1934.

*Z Instytutu Biologiczno-Botanicznego U. J. K.*

### Wstęp

Wzrost cytologii z geografją roślin, do niedawna zupełnie obcy, w ostatnich latach coraz bardziej się zbliżają. Przyczyną są do tego z jednej strony ogólne prace karyologiczne, dzięki którym możemy jak dawniej Hesby chromosomów w badaniu źródeł i stopnia różnic, gatunków i form, a drugiej natomiast wprowadzenie jasnoczerwonych barwników, obejmujące zwłaszcza badania chromosomów dla flory światowej węższych obszarów. Tak np. Hagerup (1932) opracował pod względem cytologicznym florę okolic Timbaktu, Tischler (1936) dal cytologiczne opracowanie flory Schleswig-Holsteinu, Wolff (1937) opracował na tym samym obszarze florę balafitów, a Rohwedder (1938) roślinność terenów wapiennych wreszcie Sakai (1934) ogłosił pierwszą część karyologicznego studium flory gór Japonii.

Najcenniejsze jednak dane w tym względzie przytoczył cytogenetyczna monografia niektórych rodzajów, rodzajów, badań tej sekcji w obrębie rodzajów. W tych ostatnich pracach autorzy, po dokładnej genetycznej analizie pokrewieństwa poszczególnych form wglądami siebie i po ustalaniu kierunku ewolucyjnego w obrębie określonych grup, starają się nadać wyjątkowo historię powstania ras, gatunków badanych jednostek systematycznych.

Trzaskowski (1936) w V tomie Fortschritte der Botanik w przeglądzie literatury, odnoszącej się do systematycznej i ge-





TADEUSZ SULMA

## Problem ras geograficznych w świecie roślin na tle badań cytologicznych

### Wstęp

Związek cytologii z geografją roślin, do niedawna zupełnie luźny, w ostatnich latach coraz bardziej się zacieśnia. Przyczyniły się do tego z jednej strony ogólne prace kariologiczne, dzięki którym znamy już dzisiaj liczby chromozomów w bardzo dużej ilości rodzajów, gatunków i form, z drugiej nieliczne wprawdzie jeszcze prace syntetyczne, obejmujące zestawienie ilości chromozomów dla flory kwiatowej większych obszarów. Tak np. Hagerup (1932) opracował pod względem cytologicznym florę okolic Timbaktu, Tischler (1935) dał cytologiczne opracowanie flory Szlezwig-Holsztynu, Wulff (1937) opracował na tym samym obszarze florę halofitów, a Rohweder (1936) roślinność terenów wapiennych, wreszcie Sakai (1934) ogłosił pierwszą część kariologicznego studium flory gór Japonii.

Najciekawsze jednak dane w tym względzie przyniosły cyto-genetyczne monografie niektórych rodzin, rodzajów, bądź też sekcji w obrębie rodzajów. W tych ostatnich pracach autorzy, po dokładnej genetycznej analizie pokrewieństwa poszczególnych form względem siebie i po ustaleniu kierunku ewolucyjnego w obrębie omawianych grup, starają się nadto wyjaśnić historię powstania zasięgów badanych jednostek systematycznych.

Irmscher (1936) w V tomie Fortschritte der Botanik, w przeglądzie literatury, odnoszącej się do systematycznej i ge-

netycznej geografii roślin, zwraca szczególną uwagę na niektóre z omawianych poniżej prac cytologiczno-geograficznych i podkreśla, że badania cytologiczne dostarczyć mogą geografii roślin bardzo cennych wyników.

Z zebranego do tej pory materiału faktów, dowodzących ściślejzego związku cytologii (zwłaszcza jej części stojącej na usługach filogenii i kariologii) z geografią roślin, rozwinęła się już dzisiaj osobna nauka, nowa gałąź cytologii, którą ostatnio Tischler (1937 b) nazwał cyto-ekologią.

W artykule niniejszym pragnę omówić tylko część tych zagadnień starać się będę zestawzić wyniki ostatnich badań nad zjawiskiem polyploidalności w odniesieniu do ekologii i geografii roślin. Szczególnym moim celem jest dać oświetlenie problemu powstania i zasięgu ras geograficznych ze stanowiska nowszych badań kariologicznych i zwrócić uwagę czytelnika na nowe, odrębne postawienie tego zagadnienia w nauce.

### **Dotychczasowe poglądy na kwestię ekologicznego zróżnicowania gatunku na obszarze jego zasięgu.**

Różne gatunki roślin mają różne zasięgi. Jedne są kosmopolitami, inne ograniczone są tylko do ściśle określonego obszaru — to endemity. Między tymi dwoma skrajnymi przypadkami istnieją wszelkie możliwe przejścia. Wielkość zasięgu jakiegoś gatunku zależy nie tylko od geograficznych i klimatycznych czynników, ale też, i to w dużej mierze, od zdolności przystosowawczej danego gatunku. Wyjaśnienie przyczyn, dla których pewne gatunki wykazują zdolność zajmowania bardzo rozległych obszarów o szerokiej skali różnic ekologicznych, jest jednym z najciekawszych problemów w geografii roślin i od dawna przedmiotem pilnych badań.

Dawne poglądy (w duchu darwinizmu formułowane) ujmowały gatunek jako zbiór osobników, które pod względem genetycznym i ekologicznym tworzą jednorodną populację. Takie ujęcie gatunku pociąga za sobą pewne konsekwencje. Aby wyjaśnić, w jaki sposób gatunek o szerokim rozmieszczeniu geograficznym jest w stanie opanować najrozmaitsze siedliska na obszarach o różnych klimatach, przypisywano gatunkom roślinnym daleko idącą zdolność modyfikacyjnego przystosowywania się. Np. w obrębie gatunków roślin rosnących na niżu i w górach

przyjmowaliśmy od czasu badań Kenera i Bonnierera tylko modyfikacje siedliskowe. W oparciu o tego rodzaju ujęcie dziedzicznej struktury gatunku wyjaśnienie występowania pewnych gatunków na obszarze, na którym wszelkie czynniki ekologiczne zarówno jak i klimatyczne są mniej więcej jednakowe, nie napotyka na większe trudności. Poważne trudności następują dopiero wtedy, gdy idzie o zrozumienie występowania jakiegoś gatunku na obszarach bardzo różnych pod względem klimatycznym i o różnorodnych stosunkach glebowych. Liczni autorzy tego poglądu nazywają często gatunek o wielkim zasięgu ekologicznie „plastycznym“ lub ekologicznie „elastycznym“, zaś inni, a szczególnie szwedzcy geografowie roślin, podkreślają, że gatunki o wielkich zasięgach odznaczają się szeroką amplitudą ekologiczną, klimatyczną lub siedliskową.

Problem powstawania właściwości przystosowawczych w gatunkach zajmujących duże zasięgi ujmowano w sposób następujący. Warunki zewnętrzne wpływają modyfikująco na zewnętrzną postać rośliny, a spośród zmienionych w ten sposób osobników odpowiedniego gatunku miałyby przy zajmowaniu różnych siedlisk tylko takie utrzymać się przy życiu, które lepiej do tych odmiennych warunków zewnętrznych są przystosowane. Przyjmowano, że przystosowania ekologiczne powstawać mogą na różnej drodze, tak pośrednio jak i bezpośrednio pod wpływem działania warunków zewnętrznych.

Najważniejszym dla naszych dalszych rozważań szczególnie w tym poglądzie jest twierdzenie, że przystosowania ekologiczne powstałe pod działaniem czynników względnie czynnika zewnętrznego trwają tak długo, jak długo działa dany czynnik na organizm. A zatem nie są one dziedzicznie utrwalone, tzn. zanikną w następnych generacjach, które wyrosną w zmienionych warunkach.

Streszczone powyżej zapatrywania długo utrzymywały się w geografii roślin i przetrwały aż do czasu badań Turessona. Piękne, długoletnie prace Turessona nad ekologią ras, przeprowadzone na wielkiej ilości gatunków, rozwiązują — przynajmniej w dużej liczbie wypadków — zagadnienie ekologicznego zróżnicowania gatunku na obszarze jego zasięgu w sposób zupełnie odmienny.

Punkt wyjścia dla Turessona stanowiły nowoczesne badania genetyczne, które wraz z praktyczną hodowlą roślin wy-

kazały, że zwyczajne gatunki, zarówno w naturze rosnące, jak i hodowane, składają się z mniej lub więcej licznych, dziedzicznie od siebie różnych typów, czy też biotypów, jak je nazwał Johannsen. Badania Turessona wykazały, że bardzo liczne gatunki nie stanowią na całym obszarze ich zasięgu jednorodnej populacji, lecz zależnie od klimatycznych i edaficznych stosunków rozpadają się nieraz na liczne, dziedzicznie od siebie różne rasy ekologiczne, które nazwał ekotypami<sup>1)</sup>. W każdym odmiennym typie klimatu znajdujemy określoną rasę danego gatunku. Również i edaficzne stosunki mogą doprowadzić do wyodrębnienia się ras. Jedne biotypy znajdują swoje *optimum* tylko przy pewnym zespole ekologicznych czynnych czynników, drugie przy innym, a wszystkie niezdolne z nimi konkurować biotypy zostają wyeliminowane z zajmowanego przez tamte terenu.

Z badań Turessona (1926, 1930, 1931 a, 1931 b, 1932) wynika, że północno-skandynawskie i południowo-europejskie, nadmorskie i śródlądowe, nizinne i alpejskie ekotypy pewnego gatunku mają zupełnie różne wymagania klimatyczne i edaficzne. Ekotypy te stanowią często wyosobnione z masy biotypów danego gatunku rasy geograficzne. Ekotypy Turessona spotykamy nie tylko na dużym obszarze w różnych strefach klimatycznych, ale też możemy je niejednokrotnie stwierdzić i na małym terenie lecz o rozmaitych siedliskach. Przystosowania ekologiczne w niektórych rasach idą tak daleko, iż cały wygląd rośliny jest tutaj wyraźnie nastawiony na określone warunki zewnętrzne, w których roślina normalnie w naturze występuje. Przystosowania te są dziedzicznie utrwalone, w zasadzie utrzymują się one w typie i wtedy, gdy następne generacje tych roślin hodować będziemy w zupełnie odmiennych warunkach.

Streszczone powyżej wyniki badań Turessona spójmy objaśnić, choćby na kilku tylko przykładach wziętych z różnych jego prac.

<sup>1)</sup> Pod terminem „ekotyp“ rozumie Turesson pewną grupę blisko z sobą spokrewnionych biotypów, która w pewnym siedlisku z genetycznie zróżnicowanej populacji danego gatunku została wydzielona wskutek sortującego i eliminującego działania panujących w tym siedlisku czynników ekologicznych. Są to zatem w obrębie zasięgu danego gatunku rasy, z których każda wyspecjalizowana jest nietylko dla określonego typu klimatu lecz nawet dla klimatu lokalnego (mikroklimatu).

Np. *Solidago virgaurea* występuje na nizinie południowych Niemiec w innym typie, aniżeli w Niemczech północnych, który to typ jest identyczny z typem spotykanym w południowej i środkowej Szwecji. Oba owe typy przechodzą w górach w eko-typ nieco inny, subalpejski. Autor podkreśla, że typ alpejski i w górach Skandynawii rosnący są do siebie bardzo podobne. W piętrze subalpejskim występuje jeszcze czwarty typ, który, przynajmniej w Skandynawii, jest jedynym rosnącym w tym pasie. Dziedziczny charakter tych typów utrzymuje się w kulturze. W naturze wspomniane typy krzyżują się ze sobą w strefach granicznych, co daje nieraz nowe kombinacje, w których właściwości różnych rodziców kombinują się w najrozmaitszy sposób.

Podobne stosunki stwierdził Turesson (1926) u *Campanula rotundifolia*, która ma dwie rasy: nizinną i subalpejską, nazywaną *Campanula Scheuchzeri*. Obie rasy spotykają się w Alpach w pewnej granicznej strefie i krzyżując się dają początek różnorodnym typom, które w górnym pasie przez typową *Scheuchzeri*, w dolnym przez typową *rotundifolia* zostają wyparte.

Większość gatunków, posiadających środkowo- i północno-europejskie rasy geograficzne, a które Turesson przez długie lata obserwował w kulturze, zachowuje się podobnie. Nie będę tutaj wszystkich omawiał, bliższe dane w tym względzie znajdzie czytelnik niemal w każdym nowszym podręczniku geografii roślin (np. H. Walter 1927, str. 77).

Zacytowane wyżej przykłady ilustrują zjawisko rozczłonkowania gatunku - populacji na różne rasy geograficzne przez czynniki klimatyczne na dużym obszarze o różnych klimatach. Jednakże podobne rozczłonkowanie gatunku stwierdził Turesson i w obrębie bardziej ograniczonych obszarów lecz o różnorodnej topografii i różnych stosunkach edaficznych.

Piękny przykład w tym względzie przedstawia *Hieracium umbellatum* na wybrzeżach Skanii, gdzie skały nadbrzeżne występują naprzemian z wydmami piaszczystymi. Odpowiednio do zróżnicowania terenu stwierdzono u tego gatunku równoległe zróżnicowanie na rasy: piaszczystą i naskalną. Obie te rasy różnią się znowu od rasy występującej w lesie. W strefie na pograniczu lasu i skał krzyżuje się typ leśny z typem naskalnym, tworzy się cała masa różnorodnych, kombinowanych typów,

\*

które w miarę, jak idziemy w las lub w teren skalny, wyparte zostają przez typy krańcowe — leśny i naskalny. Podobnie zachowują się *Artemisia campestris*, *Festuca rubra*, *F. ovina* i inne.

U *Fragaria vesca* stwierdził Turesson, w materiale zebranych z najrozmaitszych stanowisk w obrębie całego zasięgu tej rośliny, nie mniej jak cztery dziedzicznie różne ekotypy. Podobne stosunki zauważył ten autor u *Hypericum quadrangulum*, *Plantago media* i *Viscaria vulgaris*. Gatunki te tworzą tzw. grupę południowo-skandynawskich gatunków. Badając całą grupę w doświadczeniach polowych, Turesson wykazał, że skład biotypowy tych gatunków jest rozmaity w różnych częściach ich geograficznego rozmieszczenia i że rasy z północnych części Skandynawii reprezentują biotypy, zakwitające wcześniej i odznaczające się niższym wzrostem, aniżeli rasy w południowej Skandynawii rosnące. Również *Spiraea ulmaria* tworzy w naturze różne rasy klimatyczne. Subalpejska jej rasa jest w porównaniu z niżową nieco niższa i kwitnie wcześniej.

Osobną grupę stanowią północne mezofity Skandynawii. Tu należą: *Geranium silvaticum*, *Melandrium rubrum*, *Myosotis silvatica* i *Trollius europaeus*. Unikają one nadbrzeży. Są to albo rośliny łąkowe, albo zaroślowe i posiadają w Europie zazwyczaj borealno-alpejskie rozmieszczenie. W tej grupie również każdy gatunek rozpada się na różne ekotypy, które przywiązane są do klimatycznie różnych obszarów.

Spośród gatunków górskich ciekawe stosunki zaobserwował Turesson u *Poa alpina*. Gatunek ten prócz alpejskiego i subalpejskiego ekotypu posiada rasę — ekotyp niżowy, który różni się od obu poprzednich zarówno morfologicznie jak i ekologicznie.

Powyższe przykłady dostatecznie ilustrują wyniki badań Turessona. Nasuwa się zasadnicze pytanie, w jaki sposób powstają owe ekologiczne przystosowania, prowadzące niejednokrotnie do wyodrębnienia z danego gatunku różnych ras geograficznych. Przystosowania te są dziedziczne, jakim zatem zmianom podlega konstytucja genetyczna gatunku-populacji w momencie, kiedy warunki zewnętrzne wyodrębniają z niej różnorakie rasy ekologiczne czy geograficzne? Na te pytania Turesson nie daje odpowiedzi. Walter (1927) zauważa również, że odpowiedź na te pytania dzisiaj jest jeszcze bardzo

trudna. Dosłownie mówi on o tym w ten sposób: „Podkreślić tylko należy, iż funkcjonalne i ekologiczne przystosowania do określonego czynnika zewnętrznego zarówno morfologicznie jak i fizjologicznie są stale do siebie bardzo podobne i w każdym razie mają stałą i określoną kierunkowość... Jednakże nie jesteśmy w stanie dowieść na drodze eksperymentalnej takiego bezpośredniego powstania ekologicznych przystosowań, a tym mniej dać zadawalające rozwiązanie tego problemu“ (str. 76). Ta druga część wywodów Waltera, jak zobaczymy niżej, zasługuje na szczególne podkreślenie.

Chcąc dać w dalszych rozdziałach próbę odpowiedzi na te pytania, opartą na wynikach badań cytologicznych, pragnę zwrócić uwagę jeszcze na jedną z prac Turessona (1931 b). Chodzi tu o pracę nad ekotypami *Allium schoenoprasum*. Gatunek ten w Skandynawii reprezentowany jest przez dwa różne ekotypy niżowe, zaś w innych obszarach klimatycznych posiada całkiem inny ekotyp określony jako *Al. schoenoprasum* var. *sibiricum* (L.) Garcke. Odmiana ta rośnie w najbardziej północnej części Fennoskandii oraz w górach środkowej Europy i Azji. Z badań cytologicznych okazało się, że wspomniane wyżej trzy ekotypy tego gatunku w sposób charakterystyczny różnią się od siebie w ilości chromosomów.

Nawiązując do tej ostatniej pracy Turessona, w której autor podaje kariologiczne stosunki wyróżnianych przez siebie ekotypów, przechodzę z kolei do omówienia wyników badań cytologicznych nad różnymi gatunkami, badanymi na całym obszarze ich geograficznego rozmieszczenia. U wstępu do tej cytologicznej części muszę najpierw omówić niektóre szczegóły dotyczące zjawiska poliploidalności.

## Poliploidalność a zagadnienie powstawania ras geograficznych

### a) Ogólne uwagi o zjawisku poliploidalności

Problem poliploidalności stał się w ciągu ostatnich lat jednym z ważniejszych problemów nowoczesnej kariologii roślin. Pozostaje to w związku z faktem, że przynajmniej 50% (a może i więcej) gatunków roślin kwiatowych stanowią formy poliploidalne. Dalej wiąże się to z kwestią, czy występujące w naturze poliploidy powstają w podobny sposób, w jaki możemy je eksperymentalnie wytworzyć.

Zagadnienie poliploidalności w związku z powstawaniem nowych gatunków omówił szczegółowo i wyczerpująco w tym samym czasopiśmie Piech (1929). Poliploidalność wiąże się również z całym szeregiem zagadnień geograficzno-roślinnych a szczególnie z zagadnieniem powstawania ras geograficznych. Dla łatwiejszego zrozumienia omawianych przeze mnie problemów pozwolę sobie krótko przypomnieć, na czym polega samo zjawisko poliploidalności.

Pod poliploidalnością rozumiano do niedawna zjawisko występowania w obrębie licznych rodzajów takich gatunków, które co do ilości chromosomów różnią się od innych gatunków należących do tego samego rodzaju tym, że właściwa im ilość chromosomów jest wielokrotnością pewnej zasadniczej liczby „ $x$ ” dla danego rodzaju charakterystycznej. W ten sposób różniące się od siebie gatunki nazwano poliploidalnymi. Ową zasadniczą najniższą liczbę chromosomów, charakterystyczną dla pewnego rodzaju, nazwał Langlet (1927) ilością monoploidalną. W ostatnich latach stwierdzono zjawisko poliploidalności również w obrębie pojedynczych gatunków, znaleziono bowiem cały szereg gatunków takich, u których występują nieraz liczne rasy poliploidalne (por. tabela str. 251-257).

Ponieważ w dalszych wywodach używać będę takich terminów jak: „ilość haploidalna” chromosomów, „ilość somatyczna” chromosomów oraz terminu „genom”, więc podaję krótko objaśnienie tych pojęć. Za haploidalną „ $n$ ” uważa się tę ilość chromosomów, która znajduje się normalnie w płciowych komórkach rozrodczych (gametach) danego gatunku lub w zarodnikach, gdy chodzi o rośliny zarodnikowe. Ilością somatyczną chromosomów „ $2n$ ” nazywamy dzisiaj za Langletem (1927) ilość chromosomów w zygocie, a więc w komórce, która powstaje przy zapłodnieniu, w którym to akcie następuje zlanie się jąder obu gamet ze sobą. Określenie terminu „genom” jest nieco trudniejsze, gdyż różni autorzy używają tego terminu w różnym znaczeniu. Winkler (1920, str. 165), który pierwszy prowadził termin „genom”, określa w tym pojęciu „haploidalny garnitur chromosomowy, który wraz z przynależną protoplazmą stanowi materialne podłoże systematycznej jednostki”. Kihara (1930) zaś, używając Winklerowskiego terminu genom, główny nacisk kładzie na ilość i skład chromosomowego garnituru, nie wspominając nic o plazmie. Dzisiaj — szczególnie w genetyce — najczęściej używamy terminu „genom” w takim znaczeniu, w jakim używa go Kihara.

Należy tu dodać, że w literaturze znajdujemy i takie ujęcie genomu, iż mianem tym określa się haploidalny garnitur poliploidalnych organizmów w przeciwieństwie do Kihary, według którego genom stale odpowiada pojedynczemu garniturowi chromosomów. Kihara (1930, 1931)



oraz cała jego szkoła stoi na stanowisku, że w genomie zrealizowane są różne sposoby ułożenia i rozdzielenia punktów umiejscowienia genów (*loci*). Kihara widzi w genomie jednostkę scharakteryzowaną stosunkami umiejscowienia genów. Te stosunki decydują o związkach homologii między poszczególnymi chromozomami, która ujawnia się w łączeniu się chromozomów parami w czasie podziału redukcyjnego. Łączyć się będą, zdaniem autora, tylko takie chromozomy z poszczególnych genomów, które posiadają odpowiadające sobie punkty umiejscowienia genów. Pogląd Kihary na genom, dzisiaj bardzo często stosowany w genetyce, oparty jest na wynikach badań nad mieszańcami, głównie na wynikach doświadczeń i badań całej szkoły Morgana.

Gatunki poliploidalne w obrębie rodzajów, zestawione w szeregu arytmetycznym, tworzą tzw. szereg poliploidalny w obrębie rodzaju. Pierwszy człon tego szeregu stanowi gatunek, który w haploidalnej ( $n$ ) fazie posiada tylko jeden genom a w komórkach somatycznych ( $2n$ ) dwa genomy. Gatunek taki nazywamy diploidalnym. Dalsze poszczególne człony szeregu, noszą zależnie od ilości genomów (identycznych co do liczby chromozomów, lecz najczęściej różnych co do składu genów w nich zawartych) znajdujących się w komórkach somatycznych nazwę try-, tetra-, penta-, hexaploidalnych... aż do poliploidów wyższego stopnia. Podobnie ma się rzecz u gatunków, w obrębie których występują rasy poliploidalne. Rasa diploidalna posiadać będzie 2 genomy identyczne lub bardzo podobne, tryploidalna — 3, tetraploidalna — 4 itd. Rasy te, zestawione w szeregu arytmetycznym, tworzą szereg poliploidalny w obrębie gatunku.

Następujące przykłady objaśnia szereg poliploidalne w obrębie rodzaju.

Rodzaj *Chrysanthemum* tworzy szereg poliploidalny złożony z pięciu członów, posiada bowiem gatunki o liczbach chromozomów: 9, 18, 27, 36, 45. Rodzaj *Rosa* posiada szereg poliploidalny złożony z gatunków o liczbach chromozomów: 7, 14, 21, 28, zaś w obrębie rodzaju *Prunus* znaleziono szereg o liczbach chromozomów: 8, 10, 12, 16, 24, 32, 72, 88. Zaznaczyć należy, że we wszystkich tych trzech przykładach podane dla gatunków liczby chromozomów odnoszą się do haploidalnej ( $n$ ) ilości chromozomów.

Szeregi poliploidalne w obrębie gatunków, obejmujące gatunki z ich rasami poliploidalnymi, zilustrują następujące przykłady:

*Allium schoenoprasum*:  $2n = 16, 32$ ; Turesson (1931 b) i Levan (1932, 1936),

*Phleum alpinum*:  $2n = 14, 28$ ; Nordenskiöld (1937),

*Silene ciliata*:  $2n = 24, 48, 192$ ; Blackburn (1933),

*Biscutella laevigata*:  $2n = 18, 36$ ; Manton (1934),

*Vaccinium uliginosum*:  $2n = 24, 48$ ; Hagerup (1933),

*Valeriana officinalis*:  $2n = 14, 28, 56$ ; Senjaninowa (1927),

*Plantago lanceolata*:  $2n = 12, 24, 96$ ; Mc Cullagh (1934), i wiele innych, o których mówić będę w dalszych rozdziałach.

Poliploidalne organizmy mogą powstawać w dwojaki sposób: albo następuje zdwojenie wzgl. uwielokrotnienie tego samego genomu albo też nastąpić tu może zsumowanie różnych genomów. Na określenie pierwszej kategorii poliploidów Kihara i Ono (1927) użyli terminu *autopoliploidy*, — na określenie drugiej — *allopoliploidy*.

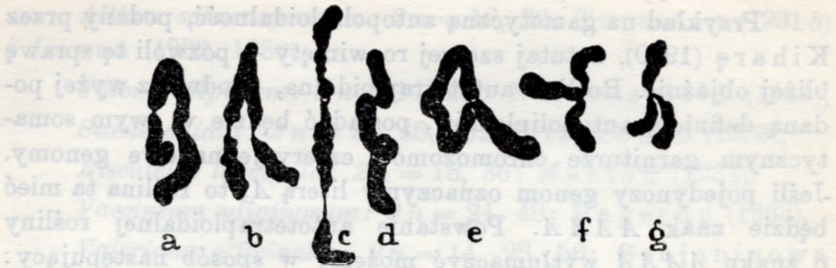
Podział ten oparty jest na podstawie stwierdzenia homologii między genomami zawartymi w roślinie poliploidalnej. Jeśli wszystkie genomy są homologiczne, mamy do czynienia z autopoliploidami, gdy zaś genomy są tak dalece zróżnicowane, że nie można ich uważać za homologiczne, mamy do czynienia z allopoliploidami. Jako genomy homologiczne określamy takie, które mają chromozomy homologiczne, tzn. chromozomy, które zawierają ten sam lub bardzo podobny zespół genów. Homologia między chromozomami wyraża się w tym, że podczas podziału redukcyjnego chromozomy homologiczne (odpowiadające sobie) łączą się ściślej parami w tzw. *gemi* czyli chromozomy bliźniacze. Do kwestii homologii genomów jeszcze powrócę.

Pod autopoliploidnością rozumiemy zatem uwielokrotnienie tego samego genomu. Zdwojenie lub uwielokrotnienie tego samego genomu może nastąpić bądź to w komórkach somatycznych, bądź też zachodzi przy połączeniu się dwu gamet o niezredukowanej ilości chromozomów. W przypadku allopoliploidności zachodzi uwielokrotnienie pewnej zasadniczej liczby chromozomów przez połączenie się kilku, różnych co do składu genetycznego, genomów. Zjawisko allopoliploidności dochodzi do skutku głównie przy krzyżowaniu różnych gatunków lub odmian.

Przykład na gametyczną autopoliploidalność, podany przez Kiharę (1930), a tutaj szerzej rozwinięty — pozwoli tę sprawę bliżej objaśnić. Roślina autotetraploidalna, zgodnie z wyżej podaną definicją autopoliploidów, posiadać będzie w swym somatycznym garniturze chromosomów cztery jednakowe genomy. Jeśli pojedynczy genom oznaczymy literą  $A$ , to roślina ta mieć będzie znak  $AAAA$ . Powstanie autotetraploidalnej rośliny o znaku  $AAAA$  wytłumaczyć możemy w sposób następujący: diploidalna wyjściowa dla niej forma posiada znak  $AA$  (posiada bowiem dwa identyczne genomy). Wskutek zaburzeń w podziale redukcyjnym powstaną na osobnikach diploidalnych gamety o niezredukowanej ilości chromosomów, czyli tak gameta męska jak i żeńska będą miały po dwa genomy  $A$  (znak:  $AA$ ). Jeśli następnie w akcie płciowym, przy zapłodnieniu, nastąpi zlanie się jąder obu gamet o niezredukowanej ilości chromosomów ze sobą, wówczas w zygocie nastąpi czterokrotnienie tego samego genomu  $A$ . Z zygoty takiej rozwinię się autotetraploidalna roślina, która posiadać będzie znak  $AAAA$ .

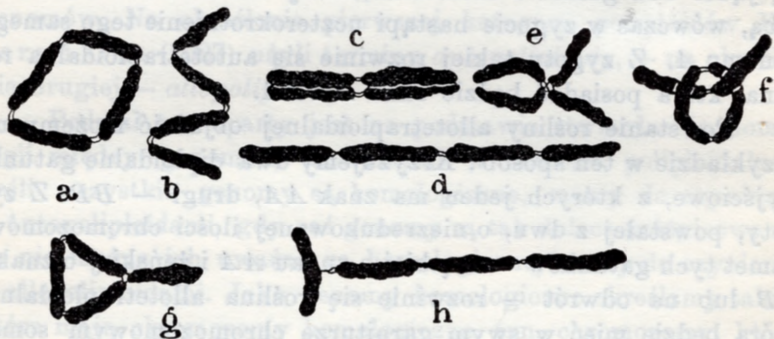
Powstanie rośliny allotetraploidalnej objaśnić możemy na przykładzie w ten sposób: Krzyżujemy dwa diploidalne gatunki wyjściowe, z których jeden ma znak  $AA$ , drugi —  $BB$ . Z zygoty, powstałej z dwu, o niezredukowanej ilości chromosomów, gamet tych gatunków — męskiej o znaku  $AA$  i żeńskiej o znaku  $BB$  lub na odwrót — rozwinię się roślina allotetraploidalna, która będzie mieć w swym garniturze chromosomowym somatycznym ( $2n$ ) cztery genomy ( $AABB$ ).

Dokładniejsze badania cytologiczne poliploidów pozwoliły ustalić pewne kryterium, na podstawie którego możemy z dużym prawdopodobieństwem, niezależnie od ewentualnych różnic w zewnętrznym wyglądzie roślin, powiedzieć czy w danym wypadku mamy do czynienia z auto-, czy allopoliploidem. Kryterium tym jest zachowanie się chromosomów w czasie podziału redukcyjnego, zwłaszcza w diakinezie i metafazie I-go podziału. Fakt, że u autopoliploidów w diakinezie chromosomy łączą się np. u tryploidów w komplety z 3-ch chromosomów złożone w tzw. trywalenty, u tetraploidów — w tetrawalenty (ryc. 1, 2 i 3) u poliploidów wyższego stopnia w multi- wzgl. poliwalenty, tłumaczy się w ten sposób, iż mamy tu do czynienia z uwielokrotnieniem tego samego genomu. Chromosomy wszystkich znajdujących się w komórkach autopoliploida genomów są ho-



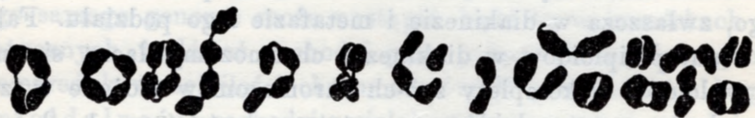
Ryc. 1.

Różne sposoby łączenia się chromosomów w trywalenty w czasie podziału redukcyjnego tryploidalnych ras pszenicy (*Triticum vulgare* Vill.). Powiększenie 2000X. — Według Yamamoto, 1936a.



Ryc. 2.

Schematycznie przedstawione różne sposoby łączenia się chromosomów w tetrawalenty obserwowane podczas późnej diakinezy u tetraploidalnych ras pomidorów; g i h spotykane są wyjątkowo, a, b i d występują najczęściej. — Według Kostoffa i Kendalla, 1934.



Ryc. 3.

Powyższe sposoby łączenia się 48 chromosomów w bi- i tetrawalenty zaobserwowali Kostoff i Kendall (1934) w stadium późnej diakinezy komórki macierzystej pyłku u tetraploidalnych ras pomidorów. Wszystkie figury znalezione zostały w jednej K. M. P.

homologiczne i dlatego łączą się często w diakinezie w odpowiadające ilości genomów komplety. Jeśli znowu cytologiczna analiza formy poliploidalnej wykaże, że podczas podziału redukcyjnego chromozomy zupełnie nie łączą się ze sobą, to fakt ten tłumaczy się najczęściej tym, iż nastąpiło tu zdwojenie wzgl. uwielokrotnienie różnych genomów, które zawierają nieodpowiadające sobie chromozomy. Na tej podstawie taką formę poliploidalną zalicza się do allopoliploidów. Odnośnie do wspomnianej analizy cytologicznej poliploidów należy dodać, że brak homologii między chromozomami poszczególnych genomów lub tylko rzadkie łączenie się chromozomów ze sobą jest nie dla wszystkich badaczy decydującym sprawdzianem charakteru poliploidów. Niektórzy z autorów (Clausen J., 1931b; Kihara, 1930 i 1937; Fagerlind, 1937; Haga, 1937; Lilienfeld, 1936; Müntzing, 1937 i inni) tłumaczą brak łączenia się homologicznych chromozomów ze sobą albo mutacją genów, jaka dokonała się w niektórych chromozomach odpowiadających sobie genomów, albo też dopatrują się w tym zjawisku działania pewnych, na razie bliżej nieznanych czynników. Wreszcie niełączenie się chromozomów w pary może być uwarunkowane genetycznie, co stwierdzono w całym szeregu czystych gatunków (Fagerlind, 1937, str. 326).

Na temat homologii genomów, a w związku z tym i definicji autopoliploidów, toczy się obecnie ożywiona dyskusja. Badacze ze szkoły Kihary, a szczególnie Lilienfeld (1936), uważa za formy autopoliploidalne tylko takie, gdzie w garniturze chromozomów możemy stwierdzić obecność więcej niż dwu homologicznych genomów. Według tej autorki homologiczne genomy muszą być genetycznie identyczne, tzn. że chromozomy tych genomów nie tylko mogą się łączyć w czasie podziału redukcyjnego parami w *gemini* i wymieniać między sobą odcinki, ale też mają punkty umiejscowienia tych samych serii allelomorfów linearnie jednakowo ułożone.

Przeciw takiemu ujmowaniu autopoliploidów wystąpili szczególnie Müntzing (1937) i Skalińska (1937). Müntzing stwierdza, że ujęcie autopoliploidów przez Lilienfeld jest zbyt ciasne, i podkreśla, że przyjmawszy definicję tej autorki, ani jednej z poliploidalnych ras czy gatunków nie można by włączyć do kategorii autopoliploidów. Müntzing, podobnie jak i większość badaczy, używa terminu „autopoliploid“ w znacz-

nie szerszym znaczeniu, mianowicie na oznaczenie *homologii* między różnymi genomami a nie ich identyczności. Definicja jego zawiera w sobie stwierdzenie, że genomy autopoliploidów są strukturalnie identyczne, chociaż genetycznie mogą być nieco różne. Strukturalna identyczność ma być warunkiem tego, że odpowiadające sobie, homologiczne chromozomy różnych genomów mają jednakową zdolność łączenia się w pary i wzajemnej wymiany chromatyd. Pogląd Müntzinga na homologię genomów do pewnego stopnia potwierdza ostatnio sam Kihara (1937), podkreśla on bowiem wyraźnie, że jest niezmiernie trudno ustalić praktyczną granicę między homologią a brakiem homologii (Nichtomologie).

Zagadnienie homologii genomów, dyskutowane dzisiaj — jak wspomniałem — bardzo żywo w całym szeregu prac genetyczno-cytologicznych, wymagałoby jednak osobnego omówienia. Ponieważ wiąże się ono tylko pośrednio z zagadnieniami przeze mnie omawianymi, szczegółowe zaś omówienie tego zagadnienia przekroczyłoby znacznie ramy tego artykułu, dlatego dłużej nad tą kwestią nie będę się zatrzymywał.

Przechodzę w dalszym ciągu do charakterystyki i sposobu powstawania obu kategorii poliploidów. W związku z odmiennym sposobem powstawania oraz w związku z tym, że skład genetyczny obu kategorii poliploidów jest różnorodny, stwierdzono między auto- i allopoliploidami cały szereg różnic. Kihara (1930) podaje następujące różnice kariologiczne i genetyczne między auto- i allopoliploidami:

1) Mechanizm podziału redukcyjnego u obu kategorii poliploidów jest różny. Przy podziale redukcyjnym roślin autopoliploidalnych ma miejsce allo- i autosyndeza<sup>1)</sup>. Multiwalenty wzgl. poliwalenty są tutaj zjawiskiem częstym. U allopoliploidów zachodzi na ogół tylko allosyndeza.

<sup>1)</sup> Allosyndeza = łączenie się w pary chromozomów z obu różnych garniturów rodzicielskich.

Autosyndeza = łączenie się w pary chromozomów należących do tego samego garnituru chromozonowego, wniesionego przez jedną z form rodzicielskich. Autosyndeza stwierdzona została w takich wypadkach, gdzie skrzyżowane formy rodzicielskie posiadały w swoich garniturach niejednakową ilość chromozomów, a mimo to w metafazie podziału redukcyjnego wszystkie chromozomy zespoliły się w *gemini*. Dla wyjaśnienia przytaczam następujące przykłady: *Papaver striatocarpum* ( $n = 35$ ) tworzy z *Papaver nudicaule* ( $n = 7$ ) poliploidalnego mieszańca płodnego, u któ-

2) Przy różnicy czynników genetycznych stosunki rozszczepiania w  $F_2$  u autopoliploidów są zupełnie inne aniżeli u allopoliploidów.

3) Autopoliploidy mają często pokrój form „gigas“, zachowują stale charakter rośliny wyjściowej i dlatego Hurst (1929) nazwał je poliploidalnymi odmianami „polyploid varieties“. Natomiast allopoliploidalne formy, w porównaniu z ich rodzicami, przedstawiają zazwyczaj osobne gatunki, Hurst nazywa je poliploidalnymi gatunkami „polyploid species“.

Co się tyczy powstawania form poliploidalnych, to ogólnie wiadomą jest rzeczą, że poliploidy — zarówno gdy chodzi o międzygatunkowe (*interspecific*) jak i poliploidy w obrębie gatunku (*intraspecific*), a więc allo- czy autopoliploidy — powstawać mogą w dwojaki sposób: albo przez podwojenie ilości chromozomów w komórkach somatycznych, albo przez gametyczne podwojenie ilości chromozomów, tzn. przez kopulację gamet o niezredukowanej ilości chromozomów. Podwojenie względnie uwielokrotnienie ilości chromozomów w komórkach somatycznych może się dokonać w rozmaitych tkankach. Szczególnie ważne jest to zjawisko, kiedy podwojenie następuje w zygocie albo na wierzchołku wzrostu, lub w tkance, w której

regu w podziale redukcyjnym stale występuje 21 par chromozomów (*gemini*). Powstają one w ten sposób, że 7 chromozomów gatunku *P. striatocarpum* łączy się w *gemini* z 7 chromozomami *P. nudicaule* dając 7 par, pozostałe zaś 28 chromozomów z *P. striatocarpum* na skutek autosyntezy, łącząc się w *gemini*, daje 14 par. W rezultacie w metafazie podziału redukcyjnego mieszańca występuje stale 21 par chromozomów. Inny ciekawy wypadek autosyntezy opisał Simonet (1934) u mieszańca *Iris Hoogiana* ( $n=22$ )  $\times$  *Iris macrantha* ( $n=24$ ). Na skutek autosyntezy chromozomów w obu garniturach rodzicielskich 46 chromozomów poliploidalnego mieszańca układa się w czasie diakinezy podziału redukcyjnego w 23 pary. Łączą się więc w 11 par (11+11) 11 $\Pi$  chromozomy z garnituru *Hoogiana*, zaś z garnituru *macrantha* powstaje 12 par (12+12) 12 $\Pi$ . Tylko dzięki autosyntezie chromozomów obu garniturów rodzicielskich pojawiają się stale w podziale redukcyjnym takiego mieszańca 23 *gemini*, a sam podział przebiega bez zaburzeń.

Autosynteza, opisana w obu powyższych wypadkach, da się wytłumaczyć tym, że mieszańce mają poliploidalne garnitury homologicznych chromozomów. *Papaver striatocarpum* ( $n=35$ ) posiada 5 homologicznych genomów, z których każdy złożony jest z 7 chromozomów, *Iris Hoogiana* ( $n=22$ ) na dwa genomy po 11 chromozomów w każdym, *Iris macrantha* ( $n=24$ ) zawiera 2 genomy po 12 chromozomów. Autosynteza polega zatem w tych przypadkach na łączeniu się w pary chromozomów homologicznych.

później zakładają się punkty wzrostu, lub wreszcie w tkankach archesporu. Wszystkie te wypadki mają duże znaczenie przy powstawaniu form poliploidalnych. Spontanicznie powstają też komórki o zdwojonej ilości chromozomów na stożku wzrostowym korzenia, jak to stwierdził Němec (1904), M. Nawaszyn (1927), Langlet (1927), Meurman (1933, 1935), Wulff (1936), Lorz (1937) i inni. Ostatnio Lorz (1937) opisał wypadki podwojenia się ilości chromozomów w peryblemie wierzchołka wzrostu korzenia u *Kochia arenaria* i w każdym z badanych gatunków i odmian rodzaju *Spinacia*. Oprócz normalnych komórek peryblemu *Spinacia*, zawierających  $2n = 12$  chromozomów znajdował tu autor również mono ( $n$ )—, di ( $2n$ )—, tetra ( $4n$ )—, a nawet oktoploidalne ( $8n$ ) komórki. Ciekawe jest, że u *Spinacia* w obrębie embrjonalnych tkanek wierzchołka wzrostu korzenia obserwowano poliploidalne komórki tylko w peryblemie.

Powstawanie komórek somatycznych o zdwojonej ilości chromozomów tłumaczą niektórzy badacze (Langlet 1927, Jörgensen 1928, a po części i Meurman 1933) zlewaniem się dwu jąder podczas podziału komórki diploidalnej na skutek zaburzeń w podziale samej komórki. Winkler (1916), badając powstanie tetraploidalnych mutacji pączkowych u *Solanum lycopersicum* i *S. nigrum*, z trzech możliwości, jakie rozważa, jako najbardziej prawdopodobną przyjmuje powstanie tych mutacji w taki sposób, że w tkance kallusowej następuje zlanie się dwu diploidalnych komórek w jedną tetraploidalną, która, funkcjonując następnie jako komórka inicjalna nowego pędu przybyszowego, wytwarza pęd tetraploidalny. Lorz (1937), śledząc szczegółowo zachowanie się chromozomów w metafazie somatycznego podziału komórek o zdwojonej ilości chromozomów, dochodzi do przekonania, że pomnożenie ilości chromozomów w komórkach somatycznych dokonuje się — odróżcz zlewania się jąder — głównie przez podłużne rozszczepianie się pojedynczych chromozomów. Takie, z rozszczepienia powstałe chromozomy, jako homologiczne, wykazują stale w metafazie tendencję do łączenia się w pary wzgl. tetrawalenty. Obecność tetrawalentów w tetraploidalnych komórkach somatycznych peryblemu uważa autor za dowód, że w komórkach takich miało miejsce dwukrotnie po sobie następujące rozszczepienie się chromozomów.



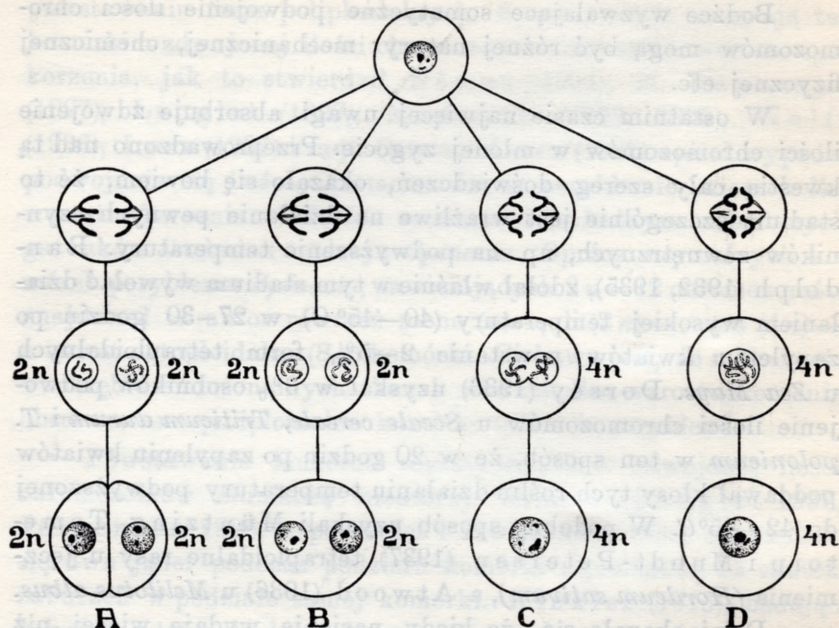
Schemat powstawania tetraploidalnych komórek w tkankach somatycznych przedstawia ryc. 4.

Bodźce wywołujące somatyczne podwojenie ilości chromozomów mogą być różnej natury: mechanicznej, chemicznej fizycznej etc.

W ostatnim czasie najwięcej uwagi absorbuje zdwojenie ilości chromozomów w młodej zygocie. Przeprowadzono nad tą kwestią cały szereg doświadczeń, okazało się bowiem, że to stadium szczególnie jest wrażliwe na działanie pewnych czynników zewnętrznych, np. na podwyższenie temperatury. Randolph (1932, 1935), zdołał właśnie w tym stadium wywołać działaniem wysokiej temperatury (40—45° C) w 27—30 godzin po zapyleniu kwiatów powstanie 2—5% form tetraploidalnych u *Zea Mays*. Dorsey (1936) uzyskał w 3% osobników podwojenie ilości chromozomów u *Secale cereale*, *Triticum durum* i *T. polonicum* w ten sposób, że w 20 godzin po zapyleniu kwiatów poddawał kłosa tych roślin działaniu temperatury podwyższonej do 42—45° C. W podobny sposób uzyskali Müntzing, Tomertorp i Mundt-Petersen (1937) tetraploidalne rasy u jęczmienia (*Hordeum sativum*), a Atwood (1936) u *Melilotus albus*.

Dalej okazało się, że kiedy nasienie wydaje więcej niż jeden kielek, to kielki owe mogą być o różnym stopniu poliploidalności. Oprócz diploidalnych mogą pojawiać się kielki haploidalne, tryploidalne, a nawet tetraploidalne, jak to stwierdzili Yamamoto (1936) i inni u *Triticum vulgare*. Zjawisko dwu- i trójkielkowości znane jest już dzisiaj u całego szeregu innych rodzajów, zwłaszcza z rodziny traw (*Gramineae*), nad to u *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Beta vulgaris*, *Daucus carota* i *Solanum tuberosum* (patrz Müntzing, 1937 b). Przyczyna tego zjawiska jest na razie nieznaną. Fagerlind (1937) obserwował na kielkach nasion różnych gatunków rodzaju *Galium* podobne „bliźniaki“, lecz nie mógł stwierdzić żadnych różnic w ilości chromozomów ani u ras diploidalnych, ani u tetraploidalnych.

Ciekawą metodę otrzymywania tetraploidalnych komórek somatycznych zastosowali w swoich doświadczeniach Kostoff i Kendall (1933 i 1934). Oto w międzywęźlach różnych odmian pomidorów zakażali rośliny w rozmaitych wysokościach kulturami *Bacterium tumefaciens*. Na 120 zakażonych diploidalnych roślin w 109 wypadkach zrakowaciałe tkanki potworzyły



Ryc. 4.

Schemat przedstawiający powstawanie komórek tetraploidalnych, dwu- lub jednojądrowych w tkankach somatycznych. *A* — przedstawia normalny przebieg podziału somatycznej komórki, w rezultacie którego powstają dwie komórki diploidalne o  $2n$  chromozomach. *B* — ilustruje przebieg podziału jądra komórki somatycznej, doprowadzający do powstania tetraploidalnej ( $4n$ ), dwujądrowej komórki. W tym wypadku na skutek niezłożenia się ściany komórkowej po podziale jądra, powstaje komórka o dwu odrębnych jądrach diploidalnych, posiadająca właściwie  $4n$  chromozomów. *C* — przedstawia powstanie jednojądrowej, tetraploidalnej ( $4n$ ) komórki. Tutaj po podziale jądra diploidalnej komórki macierzystej następuje wprawdzie restytucja jąder diploidalnych, lecz te z kolei zlewają się w jedno jądro tetraploidalne. *D* — Inny sposób powstania jednojądrowej, tetraploidalnej ( $4n$ ) komórki. Mianowicie po podziale i rozejściu się chromozomów w czasie dzielenia się jądra diploidalnej komórki zawodzi funkcjonowanie fragmoplastu i połówki chromozomów nie dochodzą do biegunów i nie tworzą dwu nowych jąder, lecz następuje utworzenie jednego jądra, obejmującego wszystkie chromozomy. Powstaje w ten sposób jedno jądro tetraploidalne. — Schemat według Kostoffa i Kendalla (1934).

się wokół miejsca zakażenia. Kiedy rak urósł do wielkości grochu, pędy ucinano w 4—5 cm powyżej raka. W kilku wypadkach nowe pędy powstały z tkanek otaczających miejsca zrakowaciała. Siedem takich pędów razem z małą częścią pędu, na którym był rak, przeniesiono do gleby, aby zakorzeniły się. Jeden z tych pędów przybyszowych okazał się tetraploidalnym. W dalszych badaniach z odmianą „Mikado“ autorzy starali się wyeliminować czynnik zranienia, który tutaj — podobnie jak w badaniach Winklera (1916), Jørgensena (1928), Lindstroma (1932), Kostoffa i Kendalla (1931) — mógł ewentualnie wyzwać powstawanie komórek poliploidalnych w tkankach sąsiadujących z raną. Przekonano się, że pędy przybyszowe, tetraploidalne tworzyły się i po przeciwnej stronie raka, a nieraz wysoko nad partią zrakowaciałą. Na tej podstawie autorzy stwierdzają, iż głównym czynnikiem w powstawaniu poliploidów był tu zatem wpływ infekcji bakteryjnej a nie zranienie. Przy skombinowaniu obu metod, a więc zakażenie bakteriami tkanek kallusowych utworzonych na krótko po dekapitacji, procent otrzymanych tetraploidów o wiele był wyższy.

U *Solanum* znane było od czasu Winklera (1916) otrzymywanie poliploidów przez odcięcie wierzchołka wzrostu. W tym wypadku przez sztuczne zakłócenie procesów podziału komórek somatycznych następuje w tkance kallusowej, jaka zakłada się przy regeneracji, podwojenie ilości chromozomów w niektórych komórkach. Z tych komórek rozwijają się często pędy przybyszowe, dające autopoliploidalne rośliny. Przy zastosowaniu tego rodzaju metody można również, przez traktowanie pewnymi chemikaliami tkanki kallusowej zdekapitowanej rośliny, podnieść znacznie ilość powstających autopoliploidalnych pędów przybyszowych. Tak np. Schlösser (1936) wykazał, że częstotliwość powstających tetraploidów przy dekapitacji *Solanum cerasiforme* i *Solanum racemigerum* można podnieść z 8% do około 16%, jeśli powierzchnię kallusowej tkanki, choćby przez krótki czas, pokrywać będziemy watą zamoczoną w chlorałhydracie.

Jednakże otrzymywanie autopoliploidalnych form metodą obcinania wierzchołka wzrostu pędu (dekapitacji), przy pomocy której u pomidorów stosunkowo łatwo można otrzymać poliploidalne mutacje pączkowe, u wielu roślin jest bardzo trudne. U szeregu roślin stwierdzono, iż nie są one zdolne zregenerować

wprost nowych pędów na szczytowej powierzchni cięcia. Do takich roślin należą między innymi i tytoń (*Nicotiana*). Celem otrzymania autopoliploidalnych pędów u niektórych gatunków tytoniu, Povolocko (1935) zastosował w swych badaniach bardzo pomysłową metodę. Mianowicie na siewkach lub starszych (40—50 cm wysokich) roślinach *Nicotiana tabacum* i *N. silvestris* ucinano szczytową część bezpośrednio pod pączkiem. Obcięty pęd z kolei rozcinano podłużnie do 1,5 cm wgłąb, po czym w rozciętą szczelinę wkładano pyłkowiny (*pollinia*) różnych gatunków storczyków. Pyłkowiny służyć tu miały jako źródła hormonów wzrostowych dla łatwiejszego zregenerowania nowych pędów z tkanki kallusowej. Następnie tak rozcięty pęd z umieszczoną w środku pyłkowiną dość silnie obwiązywano nicią. Po tym przenoszono rośliny, zależnie od natury użytych pyłkowin, do różnych, odpowiednio przygotowanych warunków. Rośliny, w których umieszczono lepiące się pyłkowiny, obfitujące w substancje oleiste, hodowane były dalej w atmosferze suchej, natomiast pędy z pyłkowinami twardymi umieszczano w atmosferze wilgotnej. Po 8—10 dniach rośliny przeniesiono do jeszcze wilgotniejszej atmosfery, gdzie pozostawały aż do momentu wypuszczania regenerujących pędów. Po 30—40 dniach (a czasem już wcześniej) na pędach w miejscach, w sposób wyżej opisany zoperowanych, zaczęły pojawiać się nabrzmienia tkanki regeneracyjnej, z których rozwijały się pędy przybyszowe. Pośród zregenerowanych pędów *Nicotiana silvestris* niektóre od razu zdradzały poliploidalny charakter. Badania cytologiczne istotnie wykazały zdwojoną ilość chromosomów w ich komórkach, mianowicie zamiast normalnej diploidalnej liczby  $2n = 24$  znaleziono u tych roślin  $2n = 48$  chromosomów.

Niedawno, bo z końcem r. 1937, Blakeslee i Avery podali bardzo ciekawe i — jak do tej pory — najbardziej efektywne a zarazem proste metody otrzymywania poliploidów, powstałych na drodze somatycznego podwojenia ilości chromosomów. Autorzy użyli do swych doświadczeń alkaloidu *kolchicyny*. Aby wywołać powstanie roślin tetraploidalnych, traktowano kolchicyną rozmaite części roślin. Z nasion bielunia (*Datura*), trzymany przez pewien czas w 0,1% roztworze kolchicyny, uzyskiwali autorzy 10% roślin o wyglądzie tetraploidów, z których jednak żadna nie wydawała kwiatów o  $4n$  chromosomach. Przy

rozcieńczeniach 0,2—1,6% ilość roślin tetraploidalnych a wśród tych i takich, które wydawały kwiaty o  $4n$  chromozomach, przeciętnie przekraczała 50%. Z doświadczeń dalszych okazało się, że traktowanie nasion płynem 0,2% kolchicyny przez czas krótszy niż 4 dni daje znikome wyniki. W innych doświadczeniach wykonanych z nasionami traktowanymi 0,4% roztworem w czasie 1-go, 2-wu i 4-ch dni otrzymano rośliny, pośród których było 56%, 94% i 100% takich, które miały pokrój tetraploidów.

Inny sposób otrzymywania tetraploidalnych pędów był taki, że rośliny o giętkim pędzie zanurzano prosto szczytową częścią w płynie. Efekt tej metody był większy, jeśli pęd lub liście, przed zanurzeniem do płynu, obcinano. Tą metodą zdołali autorzy wywołać powstawanie tetraploidalnych pędów u *Portulaca* przy użyciu 0,025% rozcieńczenia, trzymając roślinę w płynie przez jeden dzień. Kiedy indziej stosowano roztwór kolchicyny w agarze lub zmieszany z lanoliną. Wywoływanie powstawania tetraploidów przy zastosowaniu obu tych metod wymaga wyższej koncentracji alkaloidu, aniżeli w roztworach wodnych. Najbardziej efektywną metodą, pozwalającą wprowadzić alkaloid do tkanek merystematycznych, okazało się użycie rurki włoskowatej, jednym końcem zanurzonej w płynie a drugim w białej koło pączków szczytowych. Wreszcie zdołano wywołać powstawanie tetraploidalnych pędów i w ten sposób, że skrapiano liścieniową część siewek lub szczytowe pączki pojedynczymi kroplami lub rozpylaczem. Zabieg powtarza się przez jeden lub więcej dni, skoro kropla zostanie wchłonięta (zabsorbowana) lub jeśli wyschnie.

Ta ostatnia metoda okazała się bardzo cenną w przypadku, kiedy chodzi o wywoływanie tetraploidalnych tkanek, a w związku z tym i powstawanie pędów tetraploidalnych na bezpłodnym mieszańcu. Udało się bowiem autorom po traktowaniu 4-ma kroplami 0,4% kolchicyny siewek bezpłodnego na ogół mieszańca *Nicotiana tabacum*  $\times$  *N. glutinosa* wywołać na tym mieszańcu powstanie pędów tetraploidalnych.

Dzięki wyżej opisanym metodom, przy użyciu kolchicyny, otrzymali autorzy tri- i tetraploidalne pędy w następujących rodzajach: *Datura* (kilka gatunków), *Portulaca* (2 gatunki), *Cosmos* (2 gatunki), *Phlox*, *Stellaria*, *Petunia*, *Nicotiana*, *Digitalis*, *Mirabilis*, *Tropaeolum*, *Cheiranthus*, *Raphanus*, *Cucurbita*, *Trifolium*, *Medicago*, *Zea*, *Allium*.

Rzecz jasna, że poliploidalne formy powstałe na drodze somatycznego podwojenia wzgl. uwielokrotnienia ilości chromozomów (naturalnie w gatunkach niemieszkańcowego pochodzenia) są formami autopoliploidalnymi, wszak następuje tutaj uwielokrotnienie tego samego genomu.

Autopoliploidy powstawać mogą również na drodze gametycznego podwajania ilości chromozomów. Powstawanie gamet o niezredukowanej ilości chromozomów sprowadza się w większości wypadków do zaburzeń w podziale redukcyjnym, do podziału semiheterotypowego i następującej potem restytucji jąder (Rosenberg 1926–27). Dokładną analizę tych wszystkich wypadków znajdzie czytelnik w pracach Piecha (1929 i 1932).

W roku 1935 opisano, niezależnie od siebie, trzy przypadki takie, w których znaleziono jeszcze inne przyczyny zjawiska tworzenia się olbrzymich ziarn pyłku (tzn. o zdwojonej ilości chromozomów). W tych przypadkach mechanizm podziału w komórkach macierzystych pyłku lub makrospor różni się od normalnego podziału redukcyjnego tym, że II podział komórki zostaje zahamowany. Podczas telofazy I podziału chromozomy oczywiście dzielą się, lecz podział komórki nie dokonuje się i dlatego w ten sposób powstałe ziarna pyłku posiadają niezredukowaną ilość chromozomów. Taki sposób powstawania ziarn pyłku o niezredukowanej ilości chromozomów opisał Levan (1935) u *Allium*, Satina i Blakeslee (1935) u *Zea Mays* a Bergman (1935) u *Leontodon*.

III typ powstawania niezredukowanych gamet ma swoją przyczynę w zlewaniu się, już po mniej lub więcej normalnym przebiegu podziału redukcyjnego, płyt chromozomowych w metafazie i anafazie II podziału komórek macierzystych pyłku lub komórek macierzystych makrospor.

Opisane wyżej wypadki dotyczą powstawania autopoliploidów. Jeśli zaś chodzi o allopoliploidy, to jak już nadmieniałem, powstają one w przypadku połączenia się dwu gamet różnych, tzn. posiadających różne genomy. Mogą tu zajść dwa wypadki, mianowicie że albo obie gamety, albo tylko jedna z nich ma niezredukowaną ilość chromozomów; w pierwszym przypadku powstaje gatunek tetraploidalny, w drugim tryploidalny.

Międzygatunkowe poliploidy powstawać mogą jeszcze i w ten sposób, że następuje najpierw somatyczne podwojenie

ilości chromozomów u form rodzicielskich a później dopiero krzyżowanie. Tak np. Lindstrom i Humphrey (1933) otrzymali poliploidalne osobniki *Solanum 2 (-lycopersicum × pimpinellifolium)*, kiedy w pierw przez dekapitację form rodzicielskich wywołano u nich podwojenie ilości chromozomów, a później dokonano krzyżowania. Autorzy otrzymali wynik podobny, stosując tę metodę w kierunku odwrotnym, a więc najpierw krzyżowali a później przez dekapitację roślin pierwszego pokolenia doprowadzali do tworzenia się osobników tetraploidalnych.

Lecz zagadnienie powstawania międzygatunkowych form poliploidalnych nie wiąże się z omawianym tutaj problemem ras geograficznych w obrębie gatunku, w tym bowiem problemie najważniejszą rolę odgrywają autopoliploidy, jako rasy chromozomowe poszczególnych gatunków o odmiennych właściwościach morfologicznych, fizjologicznych, ekologicznych i geograficznych, stąd też głównie autopoliploidami zajmiemy się w dalszych rozdziałach.

### b) Morfologia autopoliploidów

Od dawna z badań cytologicznych wiemy, że olbrzymia większość gatunków roślinnych charakteryzuje się pewną specyficzną liczbą chromozomów, która to liczba powtarza się we wszystkich osobnikach należących do każdego z tych gatunków. Jednakże znamy już dzisiaj dość dużą ilość i takich gatunków, w obrębie których różne rasy posiadają różne ilości chromozomów. Ilość takich gatunków w ostatnich latach szybko wrasta. Darlington (1932) podaje 33 gatunki, które mają różne rasy chromozomowe, Brunn (1932) mniej więcej tyleż, Tischler (1935) aż 80, Müntzing (1936) analizuje 58 takich gatunków, wśród których zachodzi zjawisko autopoliploidalności. Obecnie ilość tego rodzaju gatunków, które w obrębie swej populacji wykazują zróżnicowanie na rasy chromozomowe, oceniana jest na ok. 100.

Nie wdając się na razie w szczegółową analizę autopoliploidów co do ich wartości systematycznej i ich znaczenia dla ewolucji nowych gatunków, chcę tutaj tylko zaznaczyć, co niektórzy z badaczy jak np. Clausen J. (1931 a), Darlington (1932), Brunn (1932), Tischler (1935) i inni podkreślają, iż w bardzo licznych wypadkach autopoliploidy, w porównaniu

z formami rodzicielskimi, wykazują drobne różnice systematyczne. W zewnętrznym, morfologicznym pokroju autoploidalne rasy albo są zupełnie podobne do diploidalnych form wyjściowych, albo też różnią się od nich w małym tylko stopniu. Ogólnie przyjęty jest pogląd, że są to poprostu tylko poliploidalne rasy chromozomowe w obrębie jednego i tego samego gatunku.

Naturalnie w niektórych wypadkach trudno jest zdecydować, gdzie należy zakreślić granice gatunku i osądzić, czy w danym wypadku mamy do czynienia z rasą chromozonową tego samego gatunku, czy też z blisko spokrewnionymi lecz już oddzielnymi gatunkami. Ocena systematycznej wartości ras poliploidalnych pozostanie zawsze kwestią tego specyficznego a w dużej mierze subiektywnego ujmowania gatunku przez danego badacza.

Poniżej (str. 251) podaję z pracy Müntzinga (1936), po uzupełnieniu nowszymi danymi, zestawienie 62 takich przypadków, u których stwierdzono wewnątrzgatunkowe rasy chromozomowe. Z uwagi na omawiany tutaj problem ras geograficznych uwzględniam w tym zestawieniu z tabeli Müntzinga tylko geograficzne i ekologiczne różnice między poszczególnymi rasami oraz przebieg podziału redukcyjnego u ras poliploidalnych w przypadkach dokładniej zbadanych.

W większości wypadków poliploidalne rasy w obrębie gatunku pokrojowo różnią się od diploidalnych form danego gatunku. Oczywiście, że skoro te rasy należą do tego samego gatunku, różnice między nimi nie mogą być uderzające. I istotnie często są one bardzo nieznaczne, a w niektórych gatunkach np. u *Galium Mollugo*, *Tradescantia canaliculata*, *T. occidentalis*, *Silene ciliata* i wielu innych, nie stwierdzono żadnych różnic morfologicznych między diploidalną i tetraploidalną rasą tych gatunków. Najczęściej rasy poliploidalne są większe od diploidów.

Na 58 gatunków zestawionych w tabeli Müntzinga (1936) rasy poliploidalne tych gatunków w 28 wypadkach wykazują tylko lub prawie tylko ilościowe różnice, w 5-ciu da się stwierdzić różnice ilościowej i jakościowej natury, w jednym tylko jakościowe, a w 14 wypadkach stwierdzono wprawdzie pewne różnice, lecz natury ich nie podano. Z podanych przez Darlingtona (1932) 33 gatunków, wykazujących zróżnicowanie na rasy chromozomowe, w 15 wypadkach rasy te nie różnią się systematycznie między sobą, lecz posiadają różne rozmieszczenie geograficzne, a w 18



Gatunek	Dane geograficzne i ekologiczne	Podział redukcyjny w rasach poliploid.
<i>Allium schoenoprasum</i> L. $2n = 16$ i $32$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	Kilka tetrawalentów (IV) w rasach tetraploidalnych
<i>Stellaria neglecta</i> Weihe $2n = 22$ i $44$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	
<i>Draba magellanica</i> Lam. $2n = 24, 32$ i $40$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Phleum alpinum</i> L. $2n = 14$ i $28$	Różne rozmieszczenie geograficzne	Brak multiwalentów w rasach tetraploidalnych
<i>Rosa acicularis</i> Lindl. $2n = 42$ i $56$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekolog.	
<i>Rosa subserrulata</i> Rydb. $2n = 14$ i $28$		
<i>Viola Kitaibeliana</i> Roem. et Schult., <i>sens. lat.</i> $2n = 14, 16, 36$ i $48$		Brak multiwalentów
<i>Potentilla opaca</i> L. $2n = 14$ i $28$		
<i>Scirpus palustris</i> L. $2n = 16$ i $38$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Silene ciliata</i> Pourr. $2n = 24, 48$ i $192$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	IV-walenty u tetraploidów, wyższe poliwalenty u 16-ploidów
<i>Salix aurita</i> L. $2n = 38$ i $76$	Różne rozmieszczenie geograficzne	

Gatunek	Dane geograficzne i ekologiczne	Podział redukcyjny w rasach poliploid.
<i>Anemone montana</i> Hoffe $2n = 32$ i $48$		
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br. $2n = 32, 48$ i $64$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	Brak multiwaleńców
<i>Biscutella laevigata</i> L. $2n = 18$ i $36$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	IV-waleńcy u tetraploidów bardzo częste
<i>Narcissus bulbocodium</i> L. $2n = 14, 28, 35$ i $42$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Galium Mollugo</i> L. $2n = 22, 44$ i $66$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	Multiwaleńcy nieczęste
<i>Galium verum</i> L. $2n = 22$ i $44$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	Multiwaleńcy dość częste
<i>Portulaca oleracea</i> L. $2n = 18$ i $54$	Rosną razem w jednym siedlisku, dokładniejnie badane	
<i>Vaccinium uliginosum</i> L. $2n = 24$ i $48$	Różne rozmieszczenie geograficzne	IV-waleńcy u tetraploidów
<i>Pentstemon azureus</i> Benth. subsp. <i>parvulus</i> $2n = 32$ subsp. <i>typicus</i> i <i>angustissimus</i> $2n = 48$	Różne rozmieszczenie geograficzne	Multiwaleńcy u hexaploidów, IV-waleńcy u tetraploidów
<i>Vicia cracca</i> L. $2n = 12, 14$ i $28$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	

Gatunek	Dane geograficzne i ekologiczne	Podział redukcyjny w rasach poliploid.
<i>Aegilops triaristata</i> Willd. $2n = 28$ i $42$		
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop. $2n = 10$ i $20$		
<i>Festuca ovina</i> L. $2n = 14, 28, 42$ i $70$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	
<i>Festuca rubra</i> L. $2n = 14, 42, 56$ i $70$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	
<i>Tripsacum dactyloides</i> L. $2n = 36$ i $72$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Tradescantia canaliculata</i> Raf. $2n = 12$ i $24$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	IV-walenty u tetraploidów bardzo częste
<i>Tradescantia occidentalis</i> (Britton) Smyth $2n = 12$ i $24$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	IV-walenty u tetraploidów bardzo częste
<i>Cicuta virosa</i> L. $2n = 22$ i $44$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Pimpinella saxifraga</i> L. $2n = 18$ i $36$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	Multivalenty stwierdzone
<i>Aegilops crassa</i> Boiss. $2n = 28$ i $42$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Ranunculus acris</i> L. $2n = 14$ i $28$	Różne rozmieszczenie geograficzne	

Gatunek	Dane geograficzne i ekologiczne	Podział redukcyjny w rasach poliploid.
<i>Ranunculus repens</i> L. $2n = 16$ i $32$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Ranunculus auricomus</i> L. $2n = 32$ i $48$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Ranunculus Ficaria</i> L. $2n = 16, 24$ i $32$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L. $2n = 14$ i $28$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Primula scotica</i> Hook. $2n = 54$ i $72$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Caltha palustris</i> L. Różne subsp. i var. $2n = 32, 56, 58$ i $60$		
<i>Valeriana officinalis</i> L. $2n = 14, 28$ i $56$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	
<i>Thalictrum simplex</i> L. $2n = 56$ i $70$	Prawdopodobnie różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Opuntia polyacantha</i> Haw. $2n = 44$ i $66$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Iris aphylla</i> L. $2n = 24$ i $48$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Plantago lanceolata</i> L. $2n = 12, 24$ i $96$		

Gatunek	Dane geograficzne i ekologiczne	Podział redukcyjny w rasach poliploid.
Różne gatunki rodzaju <i>Crepis</i> np. <i>C. occidentalis</i> Nutt. $2n = 22$ i $44$		
<i>Crepis gracilis</i> (Eat.) Rydb. $2n = 22$ i $55$		
<i>Campanula rotundifolia</i> L. $2n = 34$ i $68$	Różne rozmieszczenie geograficzne	Brak multiwalentów?
<i>Phleum nodosum</i> L. <i>pratense</i> L. $2n = 14$ i $42$	Ekologiczne różnice	Brak multiwalentów
<i>Viola stagnina</i> Kit. <i>elatior</i> Fries $2n = 20$ i $40$	Ekologiczne różnice	IV - walenty występują
<i>Stellaria neglecta</i> Weihe typ. $2n = 22$ var. <i>grandiflora</i> (Ten.) Bég. $2n = 44$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	
<i>Spiraea gemmata</i> Zbl. <i>myrtilloides</i> $2n = 18$ i $54$	Różne rozmieszczenie geograficzne	
<i>Spiraea chamaedryfolia</i> L. var. <i>ulmifolia</i> Maxim. $2n = 18$ i $36$	Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne	

Gatunek	Dane geograficzne i ekologiczne	Podział redukcyjny w rasach poliploid.
<p><i>Orchis maculatus</i> L. var. <i>Meyeri</i> <math>2n = 40</math> var. <i>genuinus</i> i var. <i>helodes</i> <math>2n = 80</math></p>	<p>Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne</p>	
<p><i>Viola biflora</i> L. <i>crassa</i> Makino <math>2n = 12</math> i <math>48</math></p>	<p>Ekologiczne różnice</p>	
<p><i>Dactylis Aschersoniana</i> Graebn. <i>glomerata</i> L. <math>2n = 14</math> i <math>28</math></p>	<p>Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne</p>	<p>IV-walenty bardzo częste u tetraploidów</p>
<p><i>Dianthus sinensis</i> L. <i>Seguieri</i> Vill. <math>2n = 60</math> i <math>90</math></p>	<p>Ekologiczne różnice</p>	
<p><i>Dianthus superbus</i> L. <i>arenarius</i> L. <math>2n = 30</math> i <math>60</math></p>	<p>Ekologiczne różnice</p>	
<p><i>Chrysanthem. indicum</i> L. <i>Shimotomaii</i> Mak. <math>2n = 36</math> i <math>54</math></p>	<p>Różne rozmieszczenie geograficzne i różnice ekologiczne</p>	<p>Brak multiwalentów</p>
<p>W gatunku zbiorowym <i>Betula alba</i> L. <i>B. verrucosa</i> Ehrh. <math>2n = 28</math> <i>B. pubescens</i> Ehrh. <math>2n = 56</math></p>	<p>Ekologiczne różnice</p>	

Gatunek	Dane geograficzne i ekologiczne	Podział redukcyjny w rasach poliploid.
<i>Eragrostis cambes- diana</i> Kunth. <i>albida</i> Hitch. <i>pallescens</i> Hitch. $2n = 20, 40$ i $80$	Ekologiczne różnice	
<i>Vallisneria spiralis</i> L. <i>gigantea</i> Graebn. $2n = 20$ i $40$		
<i>Empetrum nigrum</i> L. <i>hermaphroditum</i> (Lge) Hagerup $2n = 26$ i $52$	Różne rozmieszczenie geograficzne	Tetrawalenty występują
W gatunku zbiorowym <i>Festuca elatior</i> L. <i>F. pratensis</i> Huds. $2n = 14$ <i>F. arundinacea</i> Schreb. $2n = 42$	Ekologiczne różnice	Brak multiwaleńców

wypadkach stwierdzono tylko drobne różnice morfologiczne. Opierając się na tej podstawie, Müntzing stwierdza, iż u bardzo wielu gatunków istnieje pozytywna korelacja między ilością chromosomów a charakterem „gigas“ ich ras poliploidalnych. Innymi słowy charakter „gigas“ autoploiploidów (= większy wzrost, grubsze pędy i łodygi, większe liście i kwiaty) wywołany jest głównie podwojeniem wzgl. uwielokrotnieniem ilości chromosomów. Na pewno istnieje między tymi dwoma zjawiskami przyczynowy związek a nie tylko przypadkowy paralelizm.

Müntzing zestawia następujące różnice między autoploidami otrzymanymi eksperymentalnie a diploidami:

- 1) łodyga tetraploidów jest grubsza aniżeli diploidów,
- 2) tetraploidy są bardziej wyniosłe aniżeli diploidy,
- 3) tetraploidy mają liście większe aniżeli diploidy,
- 4) tetraploidy mają liście grubsze aniżeli diploidy,
- 5) tetraploidy mają liście stosunkowo krótsze i szersze,

- 6) tetraploidy mają liście bardziej ciemno-zielone,
- 7) kwiaty lub poszczególne części okwiatu są większe (nie-raz do 40%) u tetraploidów,
- 8) tetraploidy posiadają większe nasiona.

(W związku z częściową płonością, charakterystyczną dla tetraploidów, owoce ich, zawierające normalnie kilka nasion, są często mniejsze aniżeli u diploidów, nasiona jednak są na ogół większe niż u diploidów).

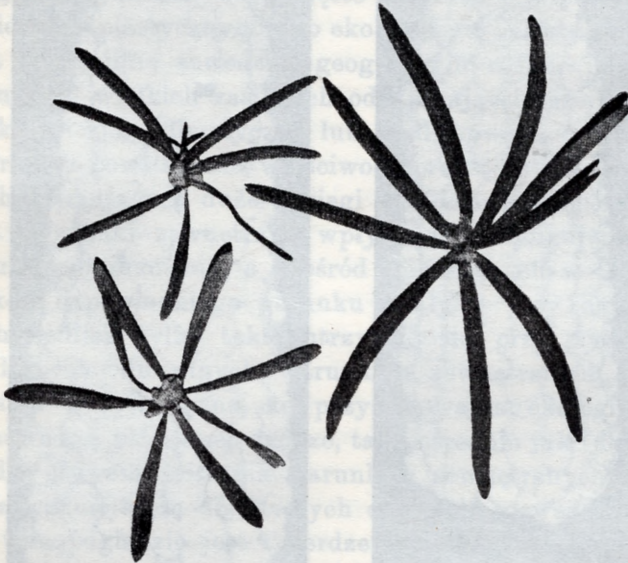
Jeżeli porównać otrzymane eksperymentalnie autopolipoidy z poliploidalnymi rasami w naturze, uderza ich wspólne podobieństwo. Dziko rosnące rasy poliploidalne są bardzo często bardziej rozrosłe, posiadają grubsze pędy, większe liście, kwiaty i nasiona. Wykazują one charakter „gigas“ tego samego rodzaju, co eksperymentalne autopolipoidy i często w tym samym niemal stopniu.

Korelację między charakterem „gigas“ a stopniem poliploidalności można więc za Müntzingem potraktować jako regułę, w której jednak znajdujemy już dzisiaj dość dużo wyjątków. Znany bowiem gatunki odznaczające się wewnątrzgatunkową poliploidalnością, których rasy poliploidalne nie wykazują tych różnic morfologicznych, jakie wyżej za Müntzingem podałem. Tak np. u *Callitriche stagnalis* Jörgensen (1925) stwierdził formy o ilości chromosomów  $n = 5$  i  $n = 10$ , lecz nadmienia, że oba te „gatunki“ morfologicznie tak są do siebie podobne, że nie można ich bezpośrednio rozróżnić. Heilborn (1933, str. 195) owe „gatunki“ w obrębie *Callitriche stagnalis* nazywa wprost rasami, mówiąc o tetraploidalnej i diploidalnej rasie tego gatunku. Fagerlind (1937) w niektórych gatunkach rodzaju *Galium* i *Asperula* nie znalazł żadnych jakościowych różnic między chromosomowymi rasami tych gatunków. Co do ilościowych różnic stwierdził tu również ciekawe stosunki. Mianowicie u *Galium Mollugo* i *Asperula glauca* rasy diploidalne są stosunkowo małe, lecz znachodzą się też diploidy, które są większe niż tetraploidy. Większość osobników z ras diploidalnych, tetra- i hexaploidalnych posiada jednakową wysokość i grubość gałązek. U *Galium verum* — za wyjątkiem grupy *praecox* — diploidalne typy są wyraźnie większe i silniejsze aniżeli tetraploidalne. Wielkość liści, bardzo zmienna w różnych typach, nie wykazuje jednak ścisłego związku z ilością chromosomów. Nad to zwrócił autor ten uwagę na pewną właściwość



u *Galium verum*, którą trudno osądzić, czy jest ilościowej, czy też jakościowej natury, a mianowicie — zapach kwiatów. Tetraploidalne rasy bardzo często posiadają nadzwyczaj silny charakterystyczny zapach, gdy natomiast większość osobników ras diploidalnych nie posiada wcale tego zapachu.

Fagerlind reasumując swoje wywody stwierdza, iż w obrębie *Eugaliium* w żadnym wypadku nie można na pewno wykazać, że istnieje korelacja pomiędzy stopniem poliploidalności a charakterem „gigas“ ras chromozomowych. Ciekawy



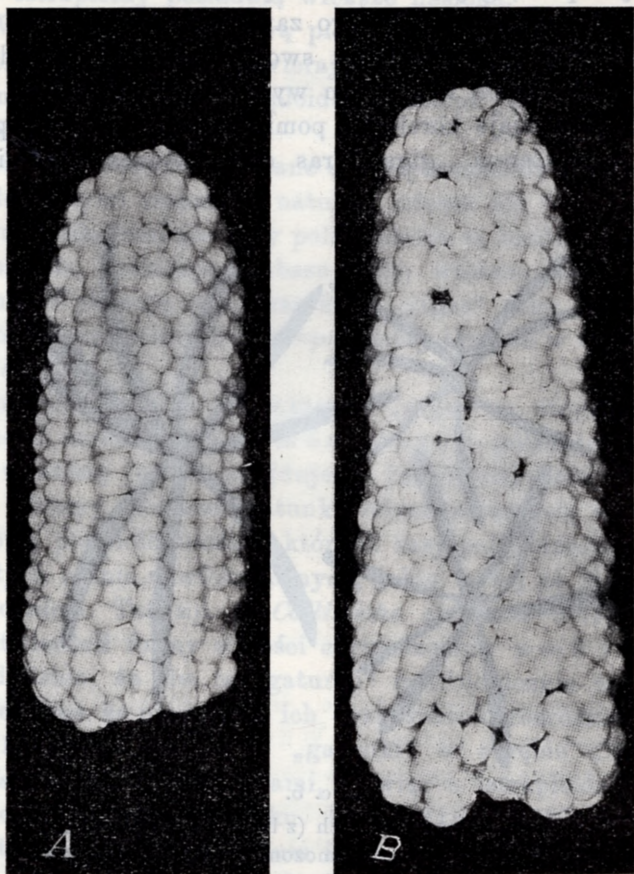
Ryc. 5.

Okółki liści tetraploidalnych (z lewej) i oktoploidalnych (z prawej strony) ras chromozomowych *Galium laevigatum*. Według Fagerlinda 1937.

wyjątek stanowi oktoploidalny ( $8n$ ) typ *Galium laevigatum*, który jest wyjątkowo olbrzymim typem w porównaniu z największymi okazami tetraploidalnych osobników — *laevigatum* (ryc. 5). Oktoploidalne okazy różnią się wybitnie we wszystkich cechach, ilościowo silnie wyrażonych.

Brak jakichkolwiek różnic morfologicznych między diplo- i tetraploidalnymi formami u gatunków *Tradescantia hirsutiflora*, *T. canaliculata* i *T. occidentalis* stwierdzają Anderson i Sax (1936). Diplo- i tetraploidalne formy tych gatunków są

tak do siebie podobne, że tylko przy pomocy analizy cytologicznej można je od siebie odróżnić. Podobne stosunki obserwowano u niektórych gatunków rodzaju *Vicia* (Sweschni-



Ryc. 6.

Kolby z ziarnami A — diploidalnych i B — tetraploidalnych osobników kukurudzy zwyczajnej. Pomniejszenie jednakowe. Jak widać — u tetraploidalnych osobników zarówno kolba sama, jak i ziarna są znacznie większe aniżeli u osobników diploidalnych. — Według Randolpha 1935.

kowa, 1929), u pewnych gatunków rodzaju *Dianthus* (Rohwejder, 1934), u *Aegilops triaristata* ssp. *attenuata* (Kihara, 1937) i w kilku innych przypadkach. Również dla „gatunków

małych“ w obrębie *Erophila verna* nie stwierdził Winge (1933) żadnej współzależności między ilością chromosomów a wielkością badanych osobników.



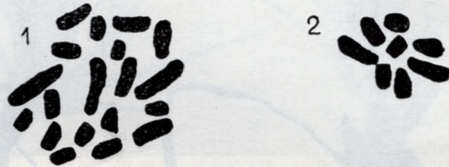
Ryc. 7.

A — normalny, diploidalny okaz kukurudzy zwyczajnej, B — okaz tetraploidalny otrzymany z diploidalnych pod działaniem temperatury podwyższonej do 45°C w 30 godzin po zapyleniu kwiatów. Jak widać tetraploidalny osobnik w pokroju nie wykazuje cech charakteru „gigas“. — Według R and olpha 1935.

Oprócz tego rodzaju wyjątków, jakie powyżej przytoczyłem, znamy kilka przypadków takich, gdzie formy o wyższym stopniu poliploidalności są nawet mniejsze aniżeli formy o niż-

szej liczbie chromozomów, albo też posiadają jedynie kwiaty większe, a w całym pokroju nie różnią się od diploidalnych form.

Randolph (1932, 1935) np. podaje, że oktoploidalna ( $8n$ ) rasa chromozomowa *Zea Mays* jest karłowatą, słabo vegetującą roślinką, w porównaniu z diploidalnymi, zaś tetraploidalne rasy (ryc. 6) tylko w wielkości nasion i kwiatów zdradzają cechy charakteru „gigas“, w pokroju natomiast są bardzo do siebie podobne (ryc. 7). *Opuntia polyacantha*, jak stwierdził Stockwell (1935), posiada dwie rasy chromozomowe, z których rasa o ilości chromozomów  $2n = 66$  jest o wiele mniejsza aniżeli jej pokrewna, posiadająca  $2n = 44$  chromozomów. Podobnie *Spiraea myrtilloides* ( $2n = 54$ ), którą Sax (1936) uważa



Ryc. 8. *Scirpus palustris*

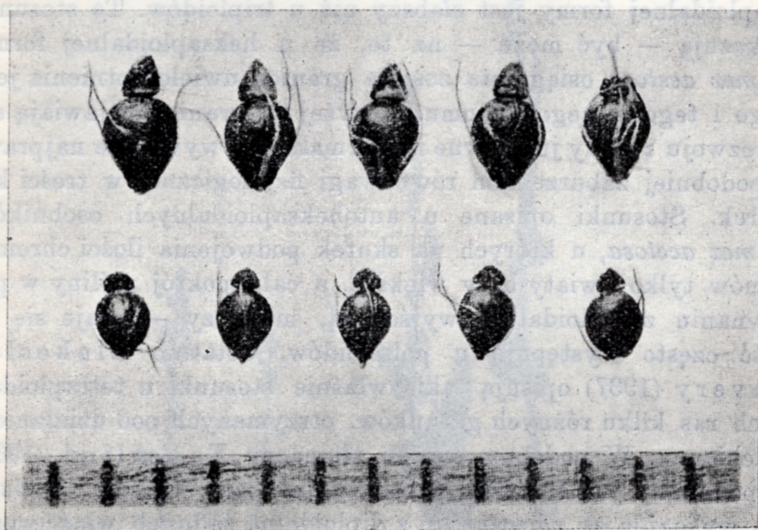
Metafaza podziału macierzystego jądra w ziarnie pyłku. 1. — rasy z okolic Holmsjö ( $n = 19$ ); 2. — bardzo do poprzedniej podobnej rasy, znalezionej w okolicy Lund ( $n = 8$ ). Powiększenie  $2400\times$ . Według Håkanssona 1929.

za auto-heksaploidalną formę *Spiraea gemmata* ( $2n = 18$ ), jest mniejsza. Jako dalsze z tego rodzaju wyjątków można tu wymienić następujące gatunki z ich rasami poliploidalnymi: *Primula obconica* (Sansome i Philp 1932), *Crepis capillaris* (Nawaszyn 1929), i *Plantago lanceolata* (McCullagh 1934). Co do *Plantago lanceolata* należy jeszcze zaznaczyć, iż 16-ploidalna rasa tego gatunku zupełnie nie wydaje kwiatów, a rozety liściowe są co do wielkości tak ładząco podobne do diploidalnych, iż na tej podstawie nie można obu ras od siebie odróżnić.

Wreszcie warto tutaj może nadmienić, że podobne stosunki stwierdził Håkansson (1929) u różnych ale nie-poliploidalnych ras w obrębie gatunku *Scirpus palustris* (ryc. 8). Jedna

z tych ras o ilości  $n=19$  chromozomów różni się od rasy diploidalnej ( $n=8$ ) jedynie większymi owocami; w innych cechach rasy te zupełnie się nie różnią. Różnice w wielkości owoców u obu wspomnianych ras przedstawia rycina 9.

Mimo jednak tych dość licznych wyjątków u znacznej większości ras poliploidalnych stwierdzono wyraźną pozytywną korelację między stopniem poliploidalności a charakterem „gigas”. Pewne odchylenia od tej reguły Müntzing (1936) stara się wytłumaczyć hipotezą, iż „istnieje pewne optimum uwielo-



Ryc. 9. *Scirpus palustris*

Owoce rasy 19-chromozomowej (szereg górny) z Holmsjö i rasy 8-chromozomowej z okolicy Lund (szereg dolny). Powiększenie  $7\times$ .

Według Håkanssona 1929.

krotnienia ilości chromozomów, powyżej którego osobniki stają się mniej silne (żywotne), jeśli w ogóle są zdolne do życia, a granica tego optimum w różnych organizmach zdaje się być różna“. Fagerlind i inni uważają tę hipotezę Müntzinga za bardzo prawdopodobną, dodając nad to, że występowanie cech „gigas“ w różnorodnym stopniu w różnych organach rośliny przemawia za tym, że owo optimum także i dla różnych tkanek jest różne.

\*

Zgodnie z hipotezą Müntzinga tłumaczy Yamamoto (1935) ciekawe stosunki morfologiczne autoheksaploidalnej rasy *Rumex acetosa*. Powstanie tej rasy przypisuje ten autor połączeniu się dwu gamet o niezredukowanej ilości chromosomów, wytworzonych w obupłciowych kwiatach tryploidalnych form rodzicielskich. Heksaploidalna forma, w porównaniu z macierzystą tryploidalną, jest o wiele mniejsza, lecz kwiaty jej są znacznie większe (ryc. 10). Kwiaty tej formy są zazwyczaj, podobnie jak u rodziców, obojnacze, lecz występują tu też osobno kwiaty męskie i żeńskie. Nad to cały w ogóle rozwój tej heksaploidalnej formy jest słabszy niż u triploidów. Te stosunki wskazują — być może — na to, że u heksaploidalnej formy *Rumex acetosa* osiągnięta została granica uwielokrotnienia jednego i tego samego genomu. Powyżej tej granicy pojawiają się w rozwoju rośliny już pewne nienormalności, wywołane najprawdopodobniej zaburzeniem równowagi fizjologicznej w treści komórek. Stosunki opisane u autoheksaploidalnych osobników *Rumex acetosa*, u których na skutek podwojenia ilości chromosomów tylko kwiaty były większe, a cały pokrój rośliny w porównaniu z diploidalną, wyjściową, mniejszy — zdaje się — dość często występują u poliploidów. Ostatnio Blakeslee i Avery (1937) opisują takie właśnie stosunki u tetraploidalnych ras kilku różnych gatunków, otrzymanych pod działaniem kolchicyny. W podobny sposób tłumaczy Fagerlind (1937) wspomniany już fakt, że tetraploidalne rasy *Galium Mollugo* nie wykazują w porównaniu z diploidalną żadnych właściwości charakteru „gigas“. Zdaniem autora tłumaczy się to tym, że optimum dla uwielokrotnienia tego samego genomu u *Galium Mollugo* leży właśnie pomiędzy stopniem poliploidalności 2. i 4.

W związku z powyższymi rozważaniami na temat granicy uwielokrotnienia tego samego genomu chciałbym zwrócić jeszcze uwagę na jeden fakt niezmiernie interesujący, a mianowicie, że autopoliploidy o wyższych nad tetraploidalne stopniach poliploidalności występują w przyrodzie o wiele rzadziej niż także allopoliploidy. Znamy właściwie do tej pory tylko kilka takich przypadków. Newton i Darlington (1929) opisali autopentaploidalną formę *Tulipa Clusiana*, otrzymaną z bulw, zaś Chiarugi i Francini (1930) autopentaploidalną formę *Ochna serrulata*. Obie formy okazały się płone. Autopoliploidalne rasy, o wysokim — do tej pory najwyższym, jaki znamy —



Ryc. 10.

Autoheksaploidalny (na lewo) i tryploidalny (na prawo) okaz *Rumex acetosa*. Widać wyraźnie zmniejszenie pokroju u heksaploidalnego osobnika; u góry — kwiaty tych samych okazów w jednakowym powiększeniu. Zwraca uwagę wielkość kwiatów osobnika heksaploidalnego w porównaniu z kwiatami macierzystej rasy tryploidalnej. Szczegółowe objaśnienie w tekście. Według Yamamoto 1935.

stopniu poliploidalności podała Blackburn (1933) dla *Silene ciliata* ( $n = 12, 24$  i  $96$ ). Nadto już mniej charakterystyczne lecz równie w wysokim stopniu poliploidalne rasy podali: Erlanson (1929, 1934) dla *Rosa acicularis* ( $n = 7, 21$  i  $28$ ), Hagerup (1932) dla *Portulaca oleracea* ( $n = 9$  i  $27$ ).

Skąpa ilość autopoliploidów w wysokim stopniu poliploidalności zdaje się przemawiać za tym, że w przyrodzie tego rodzaju autopoliploidy poprostu giną. Doświadczenia Fr. Wettsteina (1924 i 1928) i jego uczniów (Becker G. 1931, Schwannitz F., 1932) nad powstawaniem poliploidów zdają się wniosek ten potwierdzać. Z badań Wettsteina wiemy, że z podwyższeniem stopnia poliploidalności następuje z reguły znaczny wzrost wielkości komórek. Te dwa zjawiska mają prowadzić do powstania wyraźnych typów „gigas“ przy podwyższaniu ilości chromozomów. W szeregu poliploidalnym liczby chromozomów rosną w postępie arytmetycznym ( $n, 2n, 3n, 4n, \dots, xn$ ) a objętości komórek w geometrycznym. Stąd nie zachodzą żadne zaburzenia, jeśli diploidalna ilość chromozomów raz zostanie podwojoną, dalsze jednak pomnażanie ilości genomów połączone jest z bardzo dużymi trudnościami. Według Wettsteina (1928) można otrzymać 8-ploidalne mieszańce mchów, jednakże tylko pod tym warunkiem, że do tych krzyżówek użyte zostaną różne gatunki. Wettstein wykazał dalej, że nieujawnienie się cech „gigas“ u poliploidów ma swoją przyczynę w zmniejszaniu się ilości komórek w różnych tkankach. Heilborn (1933) zaś stwierdził, że w pewnej roślinie ilość komórek w jej poszczególnych tkankach jest prawie że stałą. A więc zjawisko zmniejszania się ilości komórek w tkankach poliploidów, być może, jest przyczyną tego, że pewna część organów lub cała roślina, mimo wzrostu ilości chromozomów, będzie nie wiele większa, albo też wcale nie ujawnią się w niej cechy „gigas“.

Inni badacze, jak G. Becker (1931) i Schwannitz (1932) szukają przyczyny nienormalności w rozwoju i zmniejszania się wymiarów wyższych poliploidów w zmianie ciśnienia osmotycznego w komórkach. Autorzy ci przekonali się na podstawie badań splotków poliploidalnych mchów, że w miarę jak stopień poliploidalności wzrasta, odpowiednio obniża się wartość ciśnienia osmotycznego w komórkach danych poliploidów. Znaczniejsze zmniejszenie się ciśnienia osmotycznego w komórce jest



przyczyną zaburzeń w równowadze fizjologicznej komórki, bowiem ciśnienie osmotyczne w komórce nie może być dowolnie małe.

W dalsze szczegóły kwestii zmniejszania się wymiarów poliploidów wyższego stopnia wchodzić tutaj nie będę, gdyż częstokroć próby wyjaśnienia tego ciekawego zjawiska oparte są, jak na razie, wyłącznie na hipotezach.

Streszczając powyższe rozważania, dotyczące morfologicznych różnic między diploidami i ich rasami poliploidalnymi, należy — w związku z dalszymi rozdziałami — podkreślić, że w przyrodzie mamy do czynienia dość często z takimi przypadkami, gdzie w obrębie pewnych gatunków ich różne rasy poliploidalne nie różnią się od siebie w zewnętrznym wyglądzie. Niejednokrotnie tylko badania cytologiczne pozwalają odróżnić je od siebie. Okazuje się zatem, że na obszarze swego zasięgu gatunki takie reprezentowane są przez różne rasy chromosomowe, mimo że nie możemy tutaj stwierdzić żadnych morfologicznie różnych typów. Jednakże, jak wykażę to poniżej, rasy te różnią się między sobą innymi właściwościami, a mianowicie: fizjologicznymi, ekologicznymi i — co najciekawsze — posiadają często różne rozmieszczenie geograficzne.

### c) Uwielokrotnienie ilości chromosomów a zmiana we właściwościach fizjologicznych rośliny

Stwierdzony wielokrotnie i przez licznych badaczy<sup>1)</sup> fakt, że różne rasy poliploidalne w obrębie tego samego gatunku wykazują odmienne właściwości fizjologiczne i ekologiczne, posiada dla problemu ras geograficznych zasadnicze znaczenie. Zanim więc przejdę do omówienia rozmieszczenia geograficznego ras poliploidalnych, uważam za konieczne najpierw rasy te pod względem fizjologicznym i ekologicznym bliżej scharakteryzować.

Omówiłem już powyżej najbardziej uderzającą właściwość otrzymanych eksperymentalnie jak i w naturze rosnących autopoliploidów, mianowicie wzrost wielkości. Nasuwa się pytanie,

<sup>1)</sup> Hagerup 1927, 1928, 1932, 1933; Senjaninowa 1927; Nawaszyn 1929; Turesson 1930, 1931a, 1931b; Blackburn 1933; Shimotomai 1933; Sakai 1934; Manton 1934, 1935; Anderson i Sax 1935; Stockwell 1935; Tischler 1935, 1937; Böcher 1936; Müntzing 1936; Sax 1936; Rohweder 1936; Scheerer 1937 i wielu innych.

jak się przedstawia fizjologiczna strona tego zjawiska. Morfologiczne różnice w pokroju form poliploidalnych są przede wszystkim wynikiem wzrostu wielkości komórek, który znowu uzależniony jest z reguły od stopnia poliploidalności. Z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że zmiany właściwości fizjologicznych i ekologicznych form poliploidalnych są również związane z uwielokrotnieniem ilości chromosomów.

Podkreślić należy, że jeśli chodzi o allopoliploidy, to trudno jest powiedzieć, gdzie leży przyczyna ich odmiennych właściwości ekologicznych, gdyż, jak wiadomo, w procesie ich powstawania następuje połączenie i pomnożenie ilości niejednakowych genomów. W tym wypadku więc nowe właściwości fizjologiczne i ekologiczne wyzwalac się mogą albo pod wpływem zmian samych genów, albo dzięki nowej kombinacji genów, wywołanej różnorodnością chromosomów. Prostsza jest analiza zmian we właściwościach ekologicznych u autopoliploidów, wszak mamy tutaj do czynienia przede wszystkim z pomnożeniem masy chromatynowej przez podwojenie lub uwielokrotnienie tego samego genomu. Główna więc zmiana konstytucji genetycznej autopoliploidów, to tylko nowa kombinacja powstała przez pomnożenie tych samych genów, często odpowiedzialna za te zmiany w fizjologii komórek autopoliploidów, dzięki którym uzyskują one odmiennie właściwości ekologiczne. Dla łatwiejszego przeglądu omówię zaobserwowane różnice między diploidami i ich poliploidalnymi rasami w oddzielnych grupach.

#### 1) Różnice w rozwoju i w czasie zakwitania ras poliploidalnych w porównaniu z diploidami

Już de Vries (1936) opisując klasyczną formę tetraploidalną *Oenothera Lamarckiana-gigas* nadmienia, że rozwija się ona powolniej i wykazuje tendencję do zmiany okresu wegetacji z jednorocznego na dwuletni. De Vries uważał, że opóźnianie się wzrostu tej rośliny wywołane jest różnicą w chemicznej aktywności komórek, co dzisiaj możnaby powiązać korelatywnie ze zjawiskiem podwojenia chromosomów. Dalsze obserwacje autopoliploidów, poczynione przez M. Nawaszyna (1929), wykazały, iż tryploidalne osobniki pępowy (*Crepis capillaris*) rosły o wiele powolniej niż diploidalne, a większość z nich zakwitła w około miesiąc później aniżeli ich siostrzane rośliny diploidalne. Levan (1936) stwierdził podobną zmianę w stop-

niu rozwoju i wzrostu u tetraploidalnej rasy *Allium schoenoprasum*. Olbrzymia ta rasa rośnie powolniej i potrzebuje dłuższego czasu dla osiągnięcia pełnego rozwoju wegetacyjnego aniżeli diploidalne rasy tego samego gatunku. To samo zjawisko stwierdza Manton (1935) u *Nasturtium officinale*. Wśród diploidalnych, try- i tetraploidalnych ras tego gatunku występuje wyraźna korelacja między stopniem poliploidalności a szybkością wzrostu i czasem zakwitania; tetraploidy mają dłuższy okres wegetacji i zakwitają około 14 dni później aniżeli diploidy, tryploidy są jakby pośrednie. Według Kostoffa i Kendalla (1934) tetraploidalne odmiany pomidorów odznaczają się dłuższym okresem wegetacji i rozpoczynają kwitnienie o 15 dni później aniżeli formy diploidalne. Podobnie zachowują się tetraploidy w rodzaju *Canna*, jak to twierdził Honing (1928) dla tetraploidalnych form *Canna aureo-vittata*, a dla *Cleome spinosa* u form „gigas“ Ufer (1927). Również tetraploidy w rodzaju *Citrus* (Frost, 1926), *Prunus* i *Pirus* zakwitają później.

Bardzo ściśle związki między poliploidalnością a czasem zakwitania zaobserwowali Sax (1936) u niektórych gatunków rodzaju *Spiraea*, zaś Anderson i Sax (1935) u kilku gatunków rodzaju *Tradescantia*. Diploidalna rasa *Spiraea gemmata* ( $2n=18$ ) zakwita 13 maja a autoheksaploidalna rasa ( $2n=54$ ) *Spiraea myrtilloides* dopiero 20 maja. Ta sama różnica zakwitania występuje między diploidem gatunku *Spiraea chamaedryfolia* ( $2n=18$ ) a jego tetraploidalną odmianą, *ulmifolia* ( $2n=36$ ). Analogiczne stosunki wykryła Szaferowa u brzoź. Mianowicie w zbiorowym gatunku *Betula alba* autotetraploidalny gatunek *B. pubescens* ( $2n=56$ ) zakwita 10–12 dni później aniżeli gatunek diploidalny *B. verrucosa* ( $2n=28$ )<sup>1</sup>). Wszystkie rasy tetraploidalne gatunków *Tradescantia hirsutiflora*, *T. occidentalis* i *T. canaliculata* mają dłuższy okres kwitnienia, chociaż zaczynają kwitnąć później aniżeli diploidy. Według Hagerupa (1938) diploidalne formy gatunku *Orchis maculatus*, jak np. *Orchis maculatus* var. *Meyeri*, zaczynają kwitnąć wcześniej aniżeli tetraploidalne. Mianowicie diploidalne rozwijają kwiaty już w czerwcu, tetraploidalne zaś, np. *O. maculatus* var. *genuinus* i *O. maculatus* var. *helodes*, zakwitają dopiero w połowie lipca.

<sup>1</sup>) Cytuję na podstawie referatu na ten temat wygłoszonego przez p. dr J. Szaferową na posiedzeniu Krakowskiego Oddziału Pol. T-wa Botan. 5 V 1938 r. Na tym miejscu najuprzejmiej dziękuję p. dr Szaferowej za łaskawe zezwolenie ogłoszenia tutaj tych obserwacji.

Fagerlind (1937) stwierdziwszy, że wzrost ilości chromozomów w rodzaju *Galium* wpływa na okres rozwoju i czas zakwitania, stara się wytłumaczyć zjawisko dimorfizmu sezonowego u niektórych gatunków tego rodzaju przy pomocy poliploidalności; formy letnie należą do poliploidów o mniejszych ilościach chromozomów, formy jesienne odznaczają się wysokim stopniem poliploidalności. Zjawisko dimorfizmu sezonowego zauważył ten autor u ras poliploidalnych w obrębie gatunków: *Galium verum*, *G. palustre*, i *G. elongatum* (ten ostatni gatunek uważa on za 8-ploidalną formę *G. palustre*). Poliploidalne rasy zbiorowego gatunku *G. palustre* zakwitają bezmała 3 tygodnie później, 8-ploidalny typ *G. leavigatum* nie wykazuje takich krańcowości, gdyż zakwita tylko o tydzień później niż diploidalne typy.

Co się tyczy form tryploidalnych, to podobne opóźnianie się w rozwoju i późniejsze zakwitanie, jakie stwierdził Nawaszyn dla tryploidów rodzaju *Crepis*, opisuje Collins (1933) w rodzaju *Ananas*, gdzie odmiany tryploidalne pewnych gatunków dojrzewają później niż diploidalne. Podobne stosunki podaje Heilborn (1935) dla tryploidalnych odmian jabłoni.

Przytoczone przykłady dostatecznie ilustrowałyby tezę Müntzinga, że jest możliwe, iż „zmiana wielkości komórek u poliploidów posiadać również będzie i fizjologiczne konsekwencje“. Te zmiany w fizjologii komórki wywołują z reguły opóźnienie w rozwoju i w czasie zakwitania form poliploidalnych. Opóźnianie się rozwoju form poliploidalnych w stosunku do diploidalnych jest zjawiskiem powszechnym lecz nie bez wyjątków. Kilka takich wyjątkowych przypadków pozwolę sobie tutaj przytoczyć.

Oto ciekawe różnice w żywotności (wigorze) zaobserwował Müntzing (1937 a) u *Dactylis glomerata* ( $2n = 28$ ) i *D. Aschersoniana* ( $2n = 14$ ). Na podstawie analizy cytologicznej, która wykazuje w podziale redukcyjnym *D. glomerata* dość częste występowanie IV-walentów (ryc. 11), dochodzi Müntzing do przekonania, iż *Dactylis glomerata* musimy uznać za autotetraploida. W porównaniu z *Dactylis Aschersoniana*, która jest mniejsza i rozwija się słabiej, *D. glomerata* rośnie szybciej i posiada większą żywotność. Diploidalna *Dactylis Aschersoniana* zakwita właśnie później niż tetraploidalna *G. glomerata*.

Inne przykłady, które wraz z poprzednim stanowią wyjątki od reguły, orzekającej, że efektem autopoliploidalności jest opóźnianie się tempa wzrostu, podają Kostoff i Kendall (1931) dla *Petunia violacea* a Nishiyama dla *Avena fatua*. U tetraploidalnych ras *Petunia violacea* stwierdzili ci autorzy znacznie szybszy wzrost i o 8 dni wcześniejsze zakwitanie aniżeli u siostrzanych roślin diploidalnych. Nishiyama (1934) zaś zauważył, że czas kwitnienia tetraploidalnych typów nie zmienia się z chwilą zdwojenia liczby chromosomów. Wreszcie u *Galium Mollugo* i *Asperula glauca* Fagerlind (1937) również nie mógł stwierdzić prawie żadnego związku między czasem zakwitania a stopniem poliploidalności. Mün-



Ryc. 11.

Koniugacja chromosomów w podziale redukcyjnym *Dactylis glomerata* ( $n=28$ ); *a* — widać cztery tetrawalenty i sześć biwalentów ( $4IV+6II$ ), *b* — wszystkie (28) chromosomy połączone są w siedem tetrawalentów ( $7IV$ ). Powiększenie 3375 $\times$ . Według Müntzinga 1937 *a*.

tzin g (1936) przyjmuje, że przyczyna tego odmiennego zachowanie się owych kilku przytoczonych powyżej wyjątków może być jednak wtórnej natury.

Do tego typu zjawisk, odzwierciedlających wpływ poliploidalności na wzrost i szybkość rozwoju roślin, dodać można jeszcze następujące obserwacje: H. Nilsson (1920) u *Oenothera* a Randolph (1935) u *Zea Mays* zaobserwowali, iż łagiewki pyłkowe form tetraploidalnych rosną w tkankach znamienia wolniej aniżeli łagiewki form diploidalnych. Nadto Jörgensen (1928) podaje, że nasiona tetraploidalnych odmian pomidorów kiełkują 3—5 dni później aniżeli nasiona odmian diploidalnych tego samego gatunku.

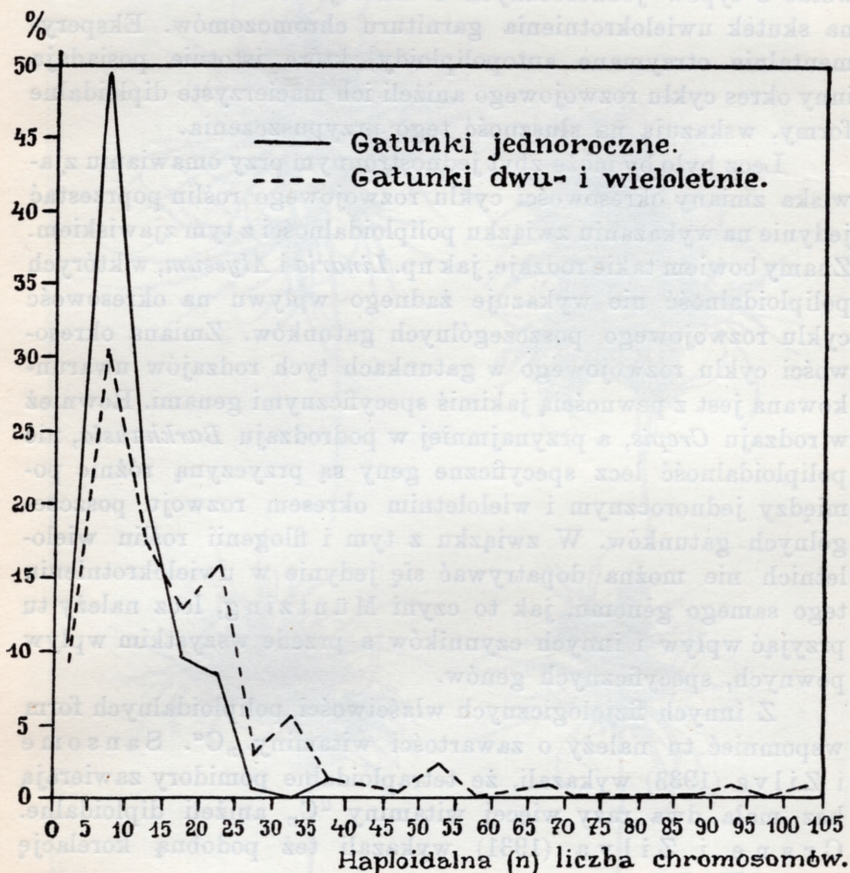
## 2) Okresowość cyklu rozwojowego u ras poliploidalnych i diploidów

Charakterystyczne zjawisko opóźniania się rozwoju u autopoliploidów ma przypuszczalnie swoją przyczynę w powolniejszym tempie podziałów komórek. Zmniejszona szybkość podziałów komórek u rośliny poliploidalnej może mieć również wpływ na okresowość jej cyklu rozwojowego, wiadomo bowiem, że rośliny dwu- lub wieloletnie potrzebują o wiele dłuższego czasu dla swego pełnego rozwoju aniżeli rośliny jednoroczne. Interesujące w tym względzie są zestawienia Müntzinga, które odsłaniają ciekawą zgodność między stopniem poliploidalności a okresem cyklu rozwojowego rośliny. Autor ten zestawiał liczby chromosomów i czas cyklu rozwojowego 582 gatunków, należących do 48 rodzajów. Zestawienie to graficznie ilustruje załączony wykres (ryc. 12). Widać wyraźnie, że gatunki jednoroczne posiadają niewysokie liczby chromosomów i nie przekraczają ilości 40 chromosomów w haploidalnej „ $n$ ” liczbie. Natomiast gatunki trwałe stanowią tylko 30% tych gatunków, które mają w haploidalnej fazie niewysokie liczby chromosomów. Okazuje się również, że wszystkie gatunki wykazujące w haploidalnej liczbie 40—105 chromosomów, to gatunki trwałe. Gatunki trwałe poszczególnych rodzajów, w porównaniu z jednorocznymi gatunkami tychże rodzajów, mają w większości wypadków liczby chromosomów dwukrotnie lub wielokrotnie wyższe.

Podobne stosunki stwierdzono u ras poliploidalnych wielu dziko rosnących gatunków. Tak np. Hagerup (1932) wyróżnił w obrębie gatunku *Eragrostis cambessediana* Kunth. trzy poliploidalne formy o ilościach chromosomów  $n=10$ ,  $n=20$  i  $n=40$ , które różnią się między sobą okresowością cyklu rozwojowego. Okazało się bowiem, że rasy o najniższej liczbie chromosomów ( $n=10$ ) są roślinami jednorocznymi, zaś rasy poliploidalne o 20 i 40 chromosomach są roślinami trwałymi. U *Nasturtium officinale* (Manton 1935) rasy poliploidalne rozwijają się powolniej niż rasy diploidalne i wykazują tendencję do zmiany okresu cyklu rozwojowego z jednorocznego na dwuletni. Zupełnie podobnie zachowuje się tetraploidalna rasa gatunku *Allium schoenoprasum* (Levan 1936). I jeszcze kilka innych takich przykładów można by tutaj przytoczyć.

Powyższe przykłady zdają się przemawiać za tym, że uwielokrotnienie tego samego genomu jest jedną z przyczyn

zjawiska zmiany okresowości cyklu rozwojowego u ras poliploidalnych. Stają się one w porównaniu z diploidami formami dwu- lub wieloletnimi. Piękny dowód na potwierdzenie takiego przypuszczenia zdołał uzyskać w swych doświadczeniach Randolph (1932). Podaje on, iż otrzymana eksperymentalnie auto-



Ryc. 12.

Wykres ilustrujący współzależność między ilością chromosomów a okresemowości cyklu rozwojowego roślin. Objasnienie w tekście. Według Müntzinga 1936.

tetraploidalna rasa *Zea Mays* okazała się wieloletnią w przeciwieństwie do zwyczajnej diploidalnej rośliny, która jest jednoroczną. W ten sposób wyrażony przez Müntzinga pogląd, że istnieje współzależność między ilością chromosomów a okre-

sowością całego cyklu rozwojowego rośliny, zyskuje poważnie na sile. Nie od rzeczy może będzie wtrącić tu uwagę na temat interesujących wniosków Müntzinga (1936), dotyczących filogenezy gatunków trwałych. Na podstawie swych zestawień przyjmuje on, że duża ilość gatunków trwałych musiała powstać z typów jednorocznych o niższej liczbie chromosomów na skutek uwielokrotnienia garnituru chromosomów. Eksperymentalnie otrzymane autopoliploidy, które istotnie posiadają inny okres cyklu rozwojowego aniżeli ich macierzyste diploidalne formy, wskazują na słuszność tego przypuszczenia.

Lecz było by może zbyt jednostronnym przy omawianiu zjawiska zmiany okresowości cyklu rozwojowego roślin poprzestać jedynie na wykazaniu związku poliploidalności z tym zjawiskiem. Znamy bowiem takie rodzaje, jak np. *Linaria* i *Alyssum*, w których poliploidalność nie wykazuje żadnego wpływu na okresowość cyklu rozwojowego poszczególnych gatunków. Zmiana okresowości cyklu rozwojowego w gatunkach tych rodzajów uwarunkowana jest z pewnością jakimiś specyficznymi genami. Również w rodzaju *Crepis*, a przynajmniej w podrodzaju *Barkhausia*, nie poliploidalność lecz specyficzne geny są przyczyną różnic pomiędzy jednorocznym i wieloletnim okresem rozwoju poszczególnych gatunków. W związku z tym i filogenii roślin wieloletnich nie można dopatrywać się jedynie w uwielokrotnieniu tego samego genomu, jak to czyni Müntzing, lecz należy tu przyjąć wpływ i innych czynników a przede wszystkim wpływ pewnych, specyficznych genów.

Z innych fizjologicznych właściwości poliploidalnych form wspomnieć tu należy o zawartości witaminy „C”. Sansome i Zilva (1933) wykazali, że tetraploidalne pomidory zawierają bez mała dwa razy więcej witaminy „C”, aniżeli diploidalne. Crane i Zilva (1931) wykazali też podobną korelację i w jabłkach.

### 3. Poliploidalność a zjawisko żyworodności u niektórych roślin

Turesson (1930 i 1931) wykrył interesujące stosunki kariologiczne u żyworodnych form *Festuca ovina*. Formy płciowe, należące do typu *vulgaris* mają w haploidalnej liczbie chromosomów  $n=7$  i  $n=21$ , zaś w odmianie *duriuscula* Hack. stwierdzono u różnych form ilości  $n=14$ , 21 i 35.



Dokładniejsze badania cytologiczne form żyworodnych wykazują ścisłą korelację między ilością chromosomów a stopniem żyworodności. Okazało się mianowicie, że należąca do typu *vul-*

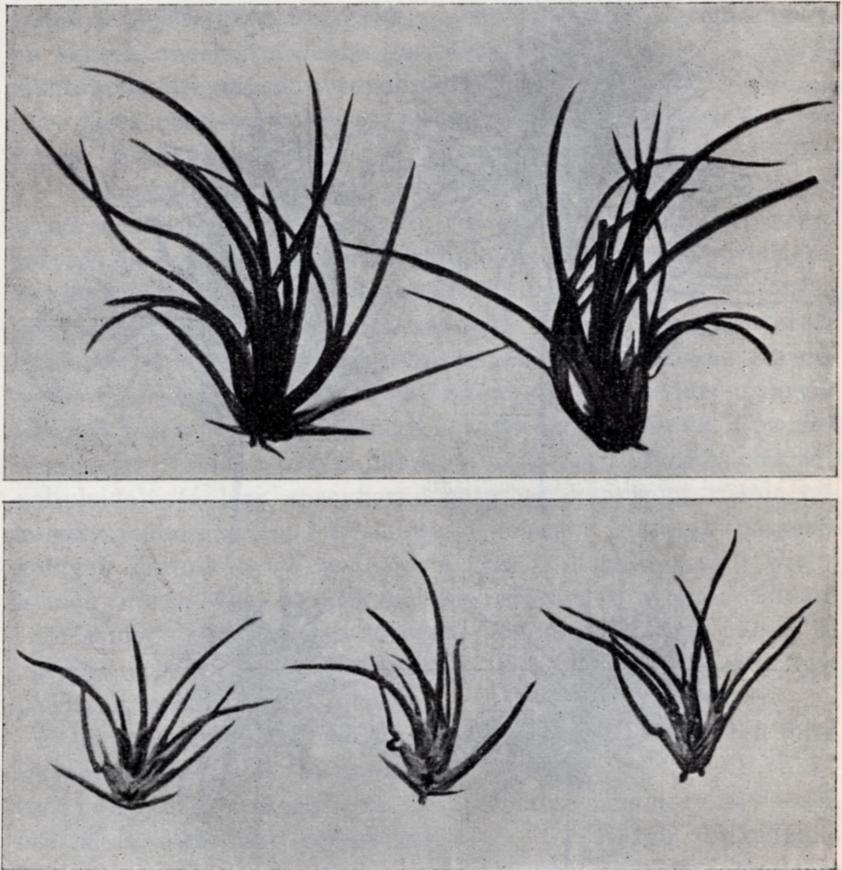


Ryc. 13.

Kwiatostany - wiechy heksaploidalnej ( $2n=42$ ) rasy *Festuca ovina tennforsiensis* (u góry) i rasy tryploidalnej ( $2n=21$ ) *F. ovina rogalandica* (na dole). Wielkość nieco zmniejszona. Według Turessona 1926.

*garis* rasa *rogalandica*, rosnąca w Norwegii, odznacza się małym wzrostem, wytwarza tylko nieliczne bulwki w kwiatostanach (bulbille), a głównie rozmnaża się przy pomocy komórek pćcio-

wych (ryc. 13 i 14). Rasa ta posiada  $2n=21$  chromozomów, a więc jest tryploidalna (ryc. 15 b). Rasa *svolvaeriensis*, pochodząca z Lofotów, różni się od poprzedniej pokrojowo, przedstawia rosły typ, wytwarza o wiele więcej i silniejszych bulwek



Ryc. 14.

Bulwki w kwiatostanach (bulbille) *Festuca ovina tennforsiensis* (u góry) i *F. ovina rogalandica* (na dole). Powiększenie nieco mniejsze od dwukrotnego. Według Turessona 1926.

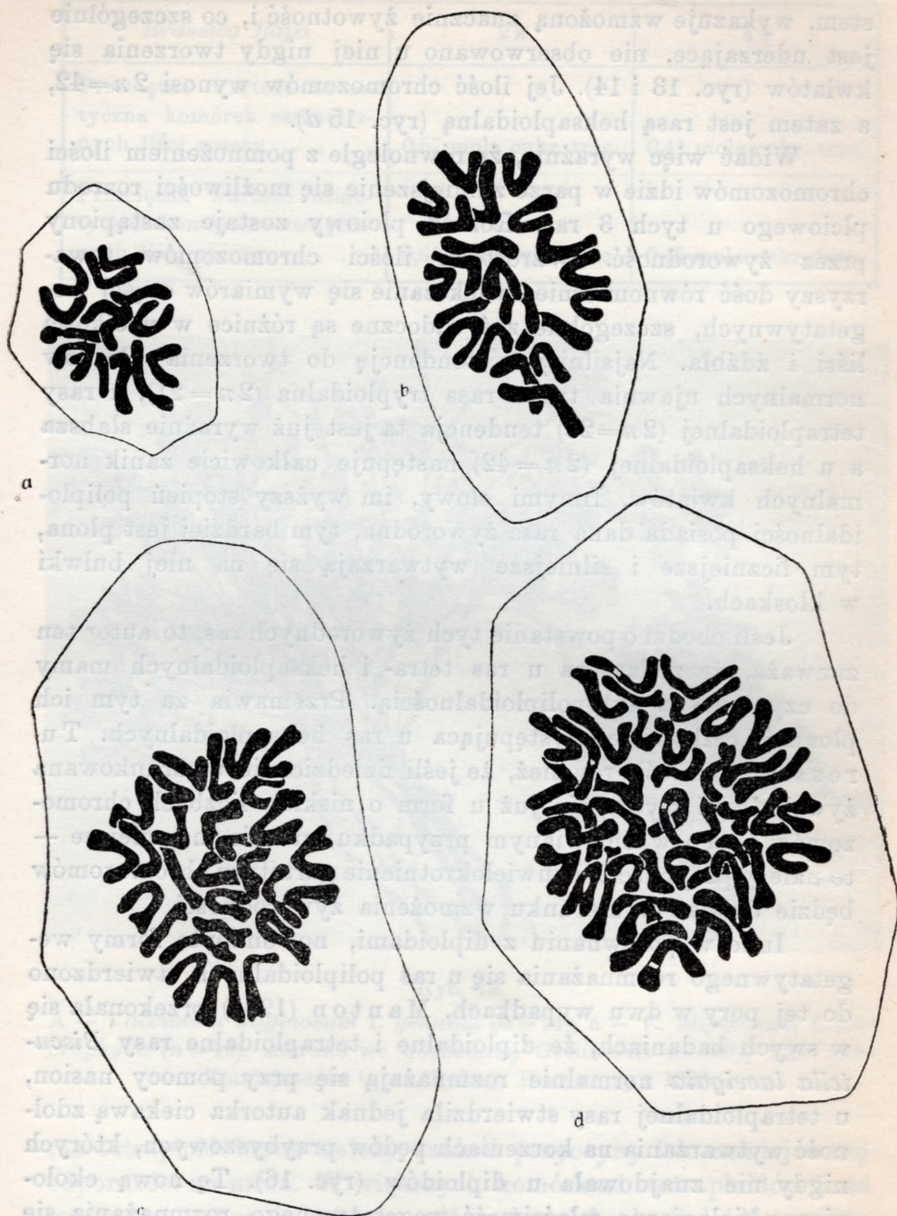
w kłoskach, a ilość jej chromozomów wynosi  $2n=28$ , czyli jest rasą tetraploidalną (ryc. 15 c). Wreszcie znalazł tenże autor koło Tännforsen w Szwecji trzecią rasę, *tennforsiensis*, o szczególnie ciekawych właściwościach. Rasa ta odznacza się silnym wzro-

stem, wykazuje wzmogoną znacznie żywotność i, co szczególnie jest uderzające, nie obserwowano u niej nigdy tworzenia się kwiatów (ryc. 13 i 14). Jej ilość chromozomów wynosi  $2n=42$ , a zatem jest rasą heksaploidalną (ryc. 15 d).

Widać więc wyraźnie, że równoległe z pomnożeniem ilości chromozomów idzie w parze zmniejszenie się możliwości rozrodu płciowego u tych 3 ras. Rozród płciowy zostaje zastąpiony przez żyworodność. Wzrostowi ilości chromozomów towarzyszy dość równomiernie zwiększanie się wymiarów części wegetatywnych, szczególnie zaś widoczne są różnice w wielkości liści i źdźbła. Najsilniejszą tendencją do tworzenia kłosek normalnych ujawnia tylko rasa tryploidalna ( $2n=21$ ), u rasy tetraploidalnej ( $2n=28$ ) tendencja ta jest już wyraźnie słabsza a u heksaploidalnej ( $2n=42$ ) następuje całkowicie zanik normalnych kwiatów. Innymi słowy, im wyższy stopień poliploidalności posiada dana rasa żyworodna, tym bardziej jest płona, tym liczniejsze i silniejsze wytwarzają się na niej bulwki w kłoskach.

Jeśli chodzi o powstanie tych żyworodnych ras, to autor ten zauważa, że zwłaszcza u ras tetra- i heksaploidalnych mamy do czynienia z autopoliiploidalnością. Przemawia za tym ich płoność, całkowicie występująca u ras heksaploidalnych. Turreson podkreśla również, że jeśli dziedzicznie uwarunkowana żyworodność występuje już u form o niskich liczbach chromozomów — co w omawianym przypadku istotnie ma miejsce — to należy przypuścić, iż uwielokrotnienie garnituru chromozomów będzie działać w kierunku wzmocnienia żyworodności,

Inne w porównaniu z diploidami, nowonabyte formy wegetatywnego rozmnażania się u ras poliploidalnych stwierdzono do tej pory w dwu wypadkach. Manton (1934) przekonała się w swych badaniach, że diploidalne i tetraploidalne rasy *Biscutella laevigata* normalnie rozmnażają się przy pomocy nasion, u tetraploidalnej rasy stwierdziła jednak autorka ciekawą zdolność wytwarzania na korzeniach pędów przybyszowych, których nigdy nie znajdowała u diploidów (ryc. 16). Tę nową ekologiczno-biologiczną właściwość wegetatywnego rozmnażania się u ras tetraploidalnych wiąże autorka ze zjawiskiem poliploidalności. Drugi podobny wypadek opisał Sax (1936). Autor ten zauważył, że tetraploidalna odmiana *v. ulmifolia* ( $2n=36$ ) gatunku *Spiraea chamaedryfolia* ( $2n=18$ ) wykazuje zdolność



Ryc. 15.

Garnitury chromozomów w metafazie podziału somatycznego różnych ras chromozomowych w obrębie gatunku *Festuca ovina*; a — diploidalnej ( $2n=14$ ); b — tryploidalnej ( $2n=21$ ), *rogalandica*; c — tetraploidalnej ( $2n=28$ ), *svolvaeriensis*; d — heksaploidalnej ( $2n=42$ ), *temforsiensis*. Powiększenie 2600 $\times$ . Według Turessona 1930.



Ryc. 16.

Jednoroczne okazy tetraploidalnej rasy *Biscutella laevigata*; *a* — sfotografowane z góry; *b* — rozłożone dla wykazania wegetatywnego sposobu rozmnażania się przy pomocy pędów przybyszowych na korzeniach: *a* powiększenie ok.  $\frac{3}{4}\times$ , *b* pomniejszenie  $\frac{2}{5}\times$ . Według Manton 1934.

\*

wegetatywnego rozmnażania się przy pomocy przybyszowych pędów podziemnych, rozłogów. U diploida tej właściwości nie stwierdzono.

#### 4. Poliploidalność a zmiana płci lub typu biologicznego kwiatu

Już z prac E. i Em. Marchalów (1907—1911) wiedzieliśmy, że otrzymane na drodze eksperymentalnej tetraploidalne rasy niektórych, normalnie dwudomowych, mchów zmieniały się na jednodomowe, tzn. obupłciowe. Wśród roślin kwiatowych w naturze rosnących podobne zjawisko stwierdził Hagerup (1927) u poliploidalnych form bażyny (*Empetrum nigrum*). Okazało się, że diploidalna ( $2n=26$ ) bażyna występująca w Danii jest dwudomowa, gdy tymczasem tetraploidalne ( $2n=52$ ) rasy tego gatunku, znajduwane na Grenlandii, są obupłciowe. Tę tetraploidalną rasę *E. nigrum* o kwiatach obojnaczych opisał Hagerup jako nowy gatunek pod nazwą *Empetrum hermaphroditum*. Posiada ona wyraźnie zaznaczone cechy charakteru „gigas“, lecz tym szczególnie różni się od innych tego rodzaju tetraploidalnych form, że oprócz różnicy w pokroju również i rozdział płci związany tu jest z jej poliploidalnym charakterem. Często występujące w podziale redukcyjnym tetrawalenty wskazują na autopoliploidalne pochodzenie tej rasy, względnie — jak Hagerup przyjmuje — gatunku.

Ciekawą zmianę typu biologicznego kwiatu, wywołaną przypuszczalnie poliploidalnością, opisał Bruun (1932) u pierwiosnków (*Primula*). Jak wiadomo, kwiaty pierwiosnków odznaczają się heterostylią czyli w jednych kwiatach nitki pręcików są dłuższe a szyjka słupka krótsza, w innych zaś nitki pręcikowe są krótsze a szyjka słupka dłuższa i wystaje nad główki pręcików. Otóż Bruun (1932) stwierdza, że diploidalne pierwiosnki z grupy „*farinosa*“ są heterostyliczne, lecz formy tetraploidalne tej grupy posiadają kwiaty wyłącznie homostyliczne.

#### 5. Poliploidalność a przystosowanie się roślin do podłoża

##### a) Poliploidalność a problem słonorośli (halofitów)

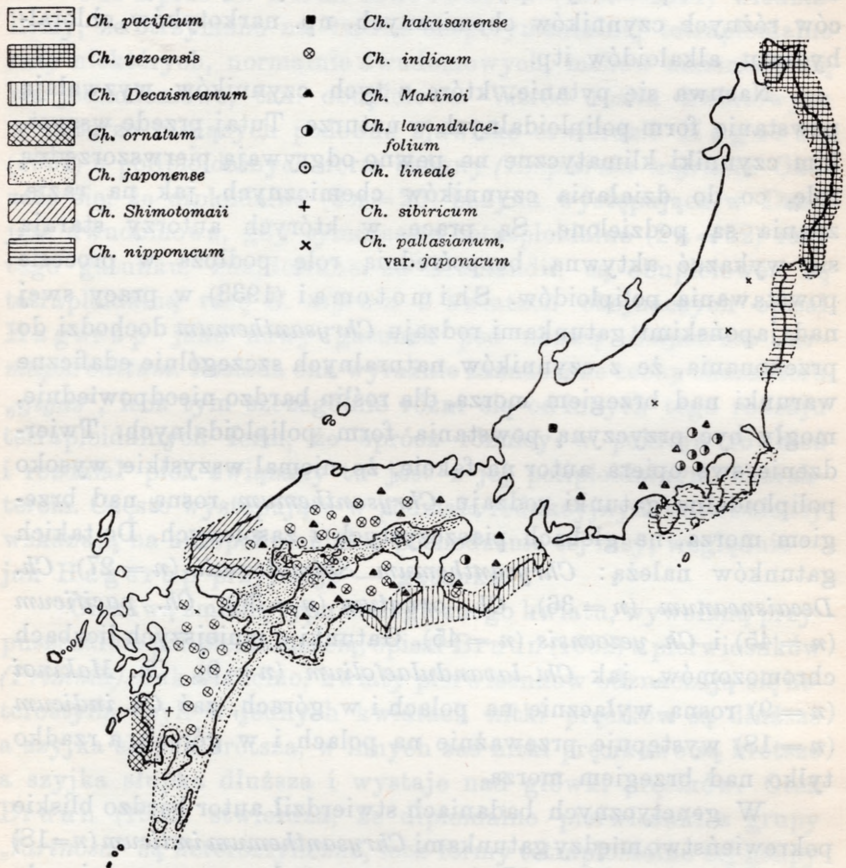
Badania laboratoryjne licznych badaczy (Němec 1915; Sakamura 1920; Michaelis 1925; Sakamura i Stow 1926; Shimotomai 1927; Randolph 1932, 1935; Schlösser

1936; Blakeslee i Avery 1937 i inni) wykazują, że powstawanie form poliploidalnych dokonywa się pod działaniem różnych czynników zewnętrznych. Jedni z badaczy stosowali w swych doświadczeniach, jako bodźce, czynniki natury fizycznej, jak np.: gorąco, mróz, nagle nienormalnie podwyższone lub obniżone temperatury itp., natomiast drudzy używali jako bodźców różnych czynników chemicznych, np. narkotyków, chloralhydratu, alkaloidów itp.

Nasuwa się pytanie, które z tych czynników wyzwalają powstanie form poliploidalnych w naturze. Tutaj przede wszystkim czynniki klimatyczne na pewno odgrywają pierwszorzędą rolę, co do działania czynników chemicznych, jak na razie, zdania są podzielone. Są prace, w których autorzy starają się wykazać aktywną, bezpośrednią rolę podłoża w procesie powstawania poliploidów. Shimotomai (1933) w pracy swej nad japońskimi gatunkami rodzaju *Chrysanthemum* dochodzi do przekonania, że z czynników naturalnych szczególnie edaficzne warunki nad brzegiem morza, dla roślin bardzo nieodpowiednie, mogły być przyczyną powstania form poliploidalnych. Twierdzenie swe opiera autor na fakcie, że niemal wszystkie wysoko poliploidalne gatunki rodzaju *Chrysanthemum* rosną nad brzegiem morza, na glebach piaszczystych i zasolonych. Do takich gatunków należą: *Chrysanthemum Shimotomaii* ( $n=27$ ), *Ch. Decaisneanum* ( $n=36$ ), *Ch. ornatum* ( $n=36$ ), *Ch. pacificum* ( $n=45$ ) i *Ch. yezoensis* ( $n=45$ ). Gatunki o mniejszych liczbach chromosomów, jak *Ch. lavandulaefolium* ( $n=9$ ), *Ch. Makinoi* ( $n=9$ ) rosną wyłącznie na polach i w górach, zaś *Ch. indicum* ( $n=18$ ) występuje przeważnie na polach i w górach, a rzadko tylko nad brzegiem morza.

W genetycznych badaniach stwierdził autor bardzo bliskie pokrewieństwo między gatunkami *Chrysanthemum indicum* ( $n=18$ ) i *Ch. Shimotomaii* ( $n=27$ ) i wysnuwa stąd przypuszczenie, że gatunek *Ch. Shimotomaii* powstał nad brzegiem morza z *Ch. indicum* na skutek uwielokrotnienia garnituru chromosomów tegoż ostatniego gatunku. Wpływy tego specyficznego środowiska jako bodziec miałyby w tym procesie odegrać decydującą rolę. Ponadto krzyżowania przeprowadzone między 11 gatunkami wykazują, że łatwo krzyżują się one między sobą, że genomy wszystkich tych gatunków są pokrewne a stosunki pokrewieństwa bliskie. Na podstawie tych badań Shimotomai

przyjmuje, że większość poliploidalnych gatunków rodzaju *Chrysanthemum*, występujących nad brzegiem morza, musiały powstać w podobny sposób jak *Ch. Shimotomaii*, tzn. przez uwielokrotnienie pokrewnych genomów pod wpływem działających nad brzegiem morza czynników. Załączona mapka ilustruje stosunki



Ryc. 17.

Rozmieszczenie geograficzne różnych gatunków rodzaju *Chrysanthemum* w Japonii. Szczegółowe objaśnienie w tekście. Według Shimotomai 1933

geograficznego rozmieszczenia różnych gatunków *Chrysanthemum* w Japonii.

Inne prace dotyczące udziału poliploidów we florze słono-rośli odnoszą się do obszaru Szlezwig-Holsztynu. Problem halo-fitów z punktu widzenia kariologicznego badali tutaj szcze-



gółowo: Rohweder (1936), Wulff (1937) i Tischler (1937). Należy tu podkreślić, że wspomniany teren jest do tej pory jedynym najlepiej pod względem cytologicznym zbadanym. Jeśli chodzi o florę halofitów, to zbadanych zostało 60 gatunków, uznawanych za słonoroślowe, przy czym w 31 wypadkach stwierdzono, że są to formy poliploidalne.

Wulff (1937) na podstawie własnych badań kariologicznych nad halofitami dochodzi do następujących wyników: 1) w terenie o tak bogatym rozcłonkowaniu wybrzeży, jakie posiada Szlezwig-Holsztyn, halofity nie wykazują znaczniejszej ilości gatunków poliploidalnych, 2) prawdziwe halofity na ogół nie przez poliploidalność, lecz dzięki wrodzonej ich konstytucji dla znoszenia zawartości soli w glebie, są przystosowane do takich obfitujących w *Na Cl* terenów. Autor ten początkowo przypuszczał, że raczej wspólne działanie klimatu północnego i gleb zasolonych prowadzi do znaczniejszego podwyższenia procentu poliploidów aniżeli działałoby się to pod wpływem tylko jednego z tych czynników.

Że istotnie wpływ klimatu w udziale poliploidów i we florze halofitów się zaznacza, świadczy o tym poniższa tabelka podana przez Wulffa.

	Ilość gatunków	zbadanych	w tym poliploidów
halofity w znaczeniu ogólnym . . . . .	60	60=100%	31=51,7%
halofity północne . . . .	14	14=100%	11=78,6%
pozostałe halofity . . . .	46	46=100%	20=43,5%

Lecz z innych zestawień tego autora okazuje się, że przypuszczenie, jakoby klimat północny i zasolenie gleby wspólnym działaniem wywołać mogły liczniejsze powstawanie poliploidów, tymczasem nie znajduje potwierdzenia. Należy więc zdaniem autora stwierdzić, że wśród halofitów na terenie Szlezwig-Holsztynu znajdujemy gatunki diploidalne i poliploidalne w tym samym stosunku, co i w całej roślinności tegoż obszaru, tzn. bez mała 50 na 50%. Jednakże, podkreśla Wulff z naciskiem,

było by przedwcześnie twierdzić, że w jednym wypadku *Na Cl*, w drugim czynniki klimatyczne przypadkowo dały jednakowe procenty poliploidów. Dla dokładniejszego wyjaśnienia tej kwestji przeprowadzone być muszą jeszcze dalsze badania kariologiczne halofitów w różnych klimatach i na różnych terenach.

Czyżby więc w świetle badań Wulffa wyniki Shimotomai, stwierdzające wyraźny związek poliploidów z terenami zasolonymi, były odosobnione? Zdaje się, że nie. W pracy Wulffa bowiem znajdujemy pewne dane, potwierdzające obserwacje japońskiego badacza. Znajdujemy tu jeden szczegół bardzo ciekawy a mianowicie, że w ogólnej ilości halofitów 14 z nich to gatunki słonoroślowe o kosmopolitycznym rozmieszczeniu. Wśród tych 14-tu siedem czyli 50% jest gatunków poliploidalnych. Jest zatem bardzo prawdopodobne, że w tym wypadku poliploidalność uwarunkowana została nie klimatycznie lecz czynnikami edaficznymi.

Powyższe dane pozwalają zatem stwierdzić, iż we florze halofitów oprócz diploidalnych gatunków zdolnych przez strukturalną właściwość do zajmowania terenów o dużej zawartości soli da się również wskazać i takie gatunki w obrębie tego samego rodzaju lub — co dla naszych zagadnień najciekawsze — odpowiednie rasy tego samego gatunku, u których przystosowanie się do terenów solniskowych związane jest z uwielokrotnieniem ilości chromosomów. Shimotomai wykazał, że poliploidalne, blisko ze sobą spokrewnione, gatunki rodzaju *Chrysanthemum* posiadają o wiele większe możliwości zajmowania terenów solniskowych aniżeli diploidalne. Wulff podaje kilka przykładów podobnego zachowania się poliploidalnych ras odpowiednich gatunków. Mianowicie *Juncus ranarius*, który autor uważa za tetraploidalną rasę gatunku *Juncus bufonius*, rośnie przede wszystkim na solniskach, w wodach słonych. Dalej *Galium verum* v. *litorale* — wg Fagerlinda (1937) posiadająca  $n=22$  chromosomy i w stosunku do *Galium verum* — typ ( $n=11$ ) stanowiąca jej rasę tetraploidalną — jest, w przeciwieństwie do diploidów, rośliną wyłącznie słonoroślową.

Te, chociaż nieliczne przykłady, dowodzą, że rasy poliploidalne pewnych gatunków odznaczają się jakąś specjalnie wzmoczoną żywotnością, która staje się dla nich pomocną w walce o byt przy zajmowaniu terenów o dużej zawartości soli.

W ostatnim roku Tischler (1937 a) powraca jeszcze raz do zagadnienia halofitów, rozpatrując je również z kariologicznego punktu widzenia. Jako teren badań obrał autor grupy małych, przybrzeżnych wysepek tzw. „Halligen“. Wysepki te przy burzliwym morzu bywają zalewane wodą, skutkiem czego roślinność ich zostaje wyselekcjonowana, gdyż wszystkie, czulsze na zasolenie gleby przez wodę morską rośliny nie są w stanie znieść tego zalewania. Zestawiając rośliny badanych wysepek wedle kariologicznych stosunków i ekologicznych wymagań, doszedł Tischler do kilku ciekawych wyników. Oto np. okazuje się, że właściwe halofity nie tworzą jakiejś specjalnej strefy, lecz przeważnie rosną razem z roślinami łąkowymi. Właściwa „flora halofitów“ na 36 gatunków posiada 55,6% poliploidów. Niesłono roślinną florę piasków stanowią wyłącznie formy poliploidalne. Ciekawym jest fakt, że roślinność stawów, stale znajdujących się na tych wysepkach, jak i ich brzegów w 100% stanowią poliploidy. Interesująco przedstawiają się stosunki kariologiczne flory małej wysepki Norderoog, wcale niezamieszkaanej, stanowiącej rezerwat dla ptaków. W roślinności tej wysepki, złożonej z 35 gatunków, poliploidy reprezentowane są w 65,7%.

Odnosnie do badań flory słonorośli należy dodać, iż Tischler nieraz w swej pracy podkreśla, że trudności rozwiązania problemu halofitów pochodzą stąd, iż niejednokrotnie trudno jest rozstrzygnąć czy dany gatunek zaliczyć do halofitów czy nie. Zaznacza nad to autor, iż musi się najpierw przeprowadzić dokładniejsze studia nad „ekotypami“, aby ustalić, jak dalece w odpowiednich wypadkach mamy do czynienia z dziedzicznie różnymi rasami.

Na zakończenie tego ustępu warto może wspomnieć, że wśród flory halofitów stwierdził Wulff (1937) także mutanty chromozomowe. Mianowicie *Jasione montana* typowa posiada  $n = 6$  chromozomów, a jej forma słonoroślowa *J. montana f. litoralis* ma  $n = 7$  chromozomów.

b) Poliploidalność a przystosowanie się roślin do terenów wapiennych.

W roku 1936 Rohweder ogłosił interesującą pracę na temat znaczenia poliploidalności dla przystosowania się roślin do terenów wapiennych na obszarze Szlezwig-Holsztynu. Interesowała go szczególnie sprawa, o ile na tym młodym terenie,

na którym roślinność zjawiała się dopiero po ostatnim zlodowaczeniu, istnieją jakieś związki między stopniem poliploidalności odpowiednich form a zawartością wapnia w glebie. Teren ten okazał się szczególnie wdzięczny do tego rodzaju badań, gdyż posiada partie bardzo różne co do zawartości wapnia w glebie i w następstwie tego duże zróżnicowanie roślinności. Już w cyto-genetycznej monografii rodzaju *Dianthus* stwierdził Rohweder (1934), że poliploidalność zdaje się być nieodzownym środkiem, dzięki któremu goździki uzyskały wyższą zdolność przystosowawczą. Przekonał się bowiem autor, że diploidalne gatunki rodzaju *Dianthus* mają słabe zdolności przystosowywania się i nie mogą rósć na glebach wapiennych i obfitujących w związki azotowe. Tetraploidalne gatunki natomiast okazały się bardziej wytrzymałe na zawarty w glebie wapień a heksaploidalne jeszcze w znaczniejszym stopniu. Niezależnie od tego, czy są to rośliny miejsc mokrych, czy suchych, tetraploidalne formy rosną w różnych warunkach, również i na glebach gliniastych bogatych w wapień, gdy tymczasem diploidalne formy w takich warunkach giną. Gatunki diploidalne, np. *Dianthus carthusianorum* ( $n = 15$ ), *D. superbis* ( $n = 15$ ) i *D. deltoides* ( $n = 15$ ), występują przede wszystkim na jałowych, piaszczystych terenach.

Aby się przekonać, jak dalece doświadczenia z goździkami potwierdzają zachowanie się innych roślin na terenach wapiennych, bogatych w *Ca* i związki azotowe, rozciągnął Rohweder swoje badania na całą szatę roślinną Szlezwig-Hosztynu. Szczególnie interesujące okazały się stosunki kariologiczne roślinności w okolicy Haseldorf, na glebach, w których obficie występują małe muszki naniesione tutaj wylewami Łaby. Otóż na 79 zbadanych z tej flory gatunków 54 było poliploidalnych, w 7 wypadkach znalazł autor gatunki z rasami poliploidalnymi, 3 gatunki były diploidalne, a w trzech formach nie mógł oznaczyć ich liczby chromosomów. Z innych stanowisk badana roślinność wykazuje nawet do 95% form poliploidalnych. Cały szereg zestawień podanych w pracy autora wykazuje zdecydowanie, że na tych terenach, gdzie zawartość wapnia łącznie z solą wody morskiej stwarzają tak ciężkie warunki życia dla roślin, że tylko nieliczne formy mogą się do nich przystosować, to w każdym razie inwazję na te tereny rozpoczynają formy poliploidalne.

Analiza stosunków kariologicznych roślinności terenów piaszczystych, wypłukanych z wapnia, potwierdza obserwacje autora poczynione nad goździkami, a mianowicie że diploidy, które nie są w stanie znieść większej zawartości wapnia w glebie, na tych terenach najliczniej są reprezentowane. Z terenów wapiennych zostają one szybko wyparte przez formy poliploidalne.

Wyników Rohwедера nie należy jednak zbyt uogólniać, bo wiemy skądinąd, że na wapiennym podłożu rosną właśnie diploidalne formy niektórych gatunków, tetraploidalne natomiast na glebach kwaśnych. Tak np. Hagerup (1938) podaje, że diploidalna ( $n = 20$ ) odmiana *Orchis maculatus* var. *Meyeri* rośnie w lasach bukowych na gliniastym, bogatym w wapń podłożu, gdy tymczasem odmiany tetraploidalne ( $n = 40$ ) tego gatunku, jak np. *Orchis maculatus* var. *genuinus* i *O. maculatus* var. *helodes*, występują niemal wyłącznie na kwaśnych, mokrych łąkach.

Podkreślić wreszcie tutaj należy, że Rohweder działaniu wapnia przypisuje czynną rolę w powstawaniu form poliploidalnych.

Łącznie z omówionymi powyżej wynikami prac Rohwедера chciałbym tutaj przytoczyć jeszcze kilka innych przykładów, wykazujących jak odmienne siedliska zajmowane są przez różne rasy chromozomowe odpowiednich gatunków. W miarę postępu badań kariologicznych coraz częściej notowane są takie przypadki, gdzie poliploidalne rasy pewnych gatunków, w porównaniu z diploidalnymi, wykazują odmienne przystosowania ekologiczne.

Ciekawe różnice w wymaganiach co do podłoża i siedliska zaobserwował Fagerlind u różnych ras poliploidalnych niektórych gatunków *Galium*. Diploidalne i tetraploidalne rasy *Galium verum* rosną w różnych siedliskach. W Szwecji np. tetraploidalna rasa rośnie na suchych zboczach, po brzegach rowów, na wałach kolejowych i spotyka się ją również wśród słonorośli. Także i na Bałkanie tetraploidalne rasy rosną na podobnych stanowiskach. Natomiast diploidalne rasy tej przytulii są raczej roślinami łąkowymi. Fagerlind (1937) przyjmuje, że owe różnice w przystosowaniu się obu ras należy wiązać z tym, iż tetraploidalna rasa *G. verum* wyróżnicowała się jako odmienny ekotyp. Tetraploidalne ( $4n$ ) osobniki *Galium*

*verum* stanowią tzw. Strand Alvar-ekotyp i posiadają odmienne wymagania niż diploidalne, które zazwyczaj są ekotypami miejsc cienistych lub rosną na łąkach. Chromozomowe rasy *Galium Mollugo* nie wykazują żadnych różnic w wymaganiach ekologicznych poza tym, że występują w rozmaitych szerokościach geograficznych. Różne rasy w obrębie gatunku *Galium palustre* różnią się pod względem ekologicznym. Diploidy *G. palustre* rosną w miejscach mokrych, w rowach, na brzegach oczeretów, gdy tymczasem wprost we wodzie rośnie przede wszystkim 8-ploidalna rasa tego gatunku znosząca nawet dłuższe zalewanie. Przypadek pozwolił autorowi przekonać się o tych różnicach ekologicznych obu ras. Z powodu osuszenia pewnego jeziora stosunki ekologiczne tak się zmieniły, że spowodowało to zupełną zmianę w składzie roślinności. Okazało się, że po osuszeniu jeziora pozostały tylko rasy diploidalne, zaś rasy oktoploidalne *G. palustre* f. *elongatum* zupełnie wyginęły (przykład na selekcję naturalną dokonywaną pośród rozmaitych ras przez czynniki zewnętrzne).

Fagerlind uważa *Galium Vaillantii* za gatunek a *G. Vaillantii* f. *spurium* i *G. aparine* za rasy tegoż gatunku. Między tymi formami zauważył autor również wyraźne różnice w wymaganiach co do podłoża, mianowicie *G. Vaillantii* rośnie wyłącznie na polach i na roli, podczas gdy *G. aparine* występuje na stanowiskach bardziej naturalnych, najczęściej po brzegach zarośli. *Dactylis Aschersoniana* ( $2n = 14$ ) i na drodze autoploiploidalności powstała *D. glomerata* ( $2n = 28$ ) przedstawiają, zdaniem Müntzinga (1937), dwa różne ekotypy. *Dactylis Aschersoniana* jest typową rośliną leśną, która — przynajmniej w Szwecji południowej — rośnie wyłącznie w cienistych lasach bukowych, natomiast *D. glomerata* rośnie zazwyczaj na łąkach i na brzegach rowów, rzadko zaś w lasach. Według Petersona diploidalna rasa ( $2n = 22$ ) gatunku *Stellaria neglecta* dziko występuje tylko w lasach, zaś tetraploidalna ( $2n = 44$ ) rasa (= *S. neglecta* var. *grandiflora*) jest rośliną przybyszową i występuje najczęściej jako chwast (por. Müntzing 1936). Zupełnie odmienne stosunki znajdujemy u poliploidalnych ras niektórych gatunków rodzaju *Tradescantia*, albowiem tutaj tetraploidalne rasy *T. canaliculata* są właśnie roślinami lasów cienistych, gdy tymczasem diploidalne rosną na miejscach otwartych. Geitler (1936) stwierdził, że tetraploidalne rasy ( $n = 16$ )

gatunku *Myosotis silvatica* występują niemal wyłącznie na łąkach słodkich. Rasy te z wyglądu są zupełnie podobne do typowej ( $n = 8$ ). Diploidalne rasy niektórych gatunków rodzaju *Festuca*, jak to wykazują Peto (1933) i Jenkin (1933), nie rosną nad brzegami morza, podczas gdy poliploidalne są tutaj częstymi roślinami. Poliploidalne rasy pewnych gatunków, jak np. *Biscutella laevigata* (Manton 1934), *Potentilla nivea* L., *Astragalus secundus* (Sakai 1934), rosną w wysokich górach, diploidalne natomiast zajęły tereny niżowe.

Przykłady powyższe dostatecznie ilustrują różnice ekologiczne w wyborze siedliska między poszczególnymi rasami chromozomowymi tego samego gatunku. Różnice w wytrzymałości ras poliploidalnych na mróz i gorąco omówię poniżej.

#### 6. Poliploidalność a przystowanie się roślin do krańcowych warunków termicznych

Klasyczne prace Hagerupa (1927, 1928, 1932) i Tischlera (1935) wykazują, jak ważną rolę odgrywa poliploidalność w przystosowaniu się roślin do życia na obszarach, gdzie mróz lub gorąco i susza stwarzają ciężkie warunki bytu. Hagerup wybiera raz dla swych badań kariologicznych okolice arktyczne, jak Grenlandię, Islandię i Wyspy Owcze, to znowuż przenosi się na południową Saharę w okolice Timbaktu, odznaczające się bardzo gorącym i nadzwyczaj suchym klimatem. Autor celowo wybrał takie krańcowo różne klimatycznie obszary, chciał bowiem przekonać się, które z rosnących tu i tam form, postawione w obliczu tych szczególnie trudnych warunków zewnętrznych, wychodzą zwycięsko z ciężkiej walki o byt.

Na Grenlandii rośliny wystawione są na działanie bardzo niskich temperatur. W pracy swej Hagerup nadmienia, że w początkach września, w czasie zbierania materiału dla utrwalenia, krzewinki *Empetrum hermaphroditum*, będące wówczas w pełni kwitnienia, pokryte były grubą do 3 cm warstwą lodu. W tych warunkach żyjące formy muszą oczywiście odznaczać się jakaś wzmoczoną żywotnością i odpornością. Stosunki kariologiczne rosnących na Grenlandii roślin, zbadanych przez Hagerupa, odsłaniają przypuszczalną przyczynę ich wzmoczonej odporności. Okazało się bowiem, że wszystkie niemal gatunki rodzajów rzędu *Bicornes* zebrane na Genlandii — to gatunki poliploidalne. Autor przy tym podkreśla, że analiza podziału

redukcyjnego takich gatunków, jak *Empetrum hermaphroditum* ( $n = 26$ ), *Arctostaphylos uva ursi* ( $n = 26$ ), *Clethra alnifolia* ( $n = 16$ ) i *Kalmia glauca* ( $n = 24$ ), wskazuje na to, że są to gatunki powstałe na drodze autopoliploidalności. A zatem, jak stwierdza Hagerup, w podwojeniu względnie uwielokrotnieniu ilości podobnych genomów w wielu wypadkach należy dopatrywać się przyczyny, dla której rośliny stają się bardziej wytrzymałe na mróz.

Poniżej podaję za Fagerlindem interesującą tabelkę przedstawiającą korelację między stopniem poliploidalności ras chromosomowych w obrębie niektórych gatunków *Galium* a ich wytrzymałością na mróz. Obserwacje były czynione w ciągu zimy roku 1935—1936.  $2M$  oznacza diploidalne rasy *Galium Mollugo*,  $4M$  — tetraploidalne,  $2V$  oznacza diploidalne rasy *G. verum*,  $4V$  — tetraploidalne,  $2L$  oznacza diploidalne rasy *Galium lucidum*,  $4L$  — tetraploidalne,  $2F$  oznacza diploidalne rasy *G. flavicans*,  $4F$  — tetraploidalne.

R a s a	Ilość roślin, które przetrzy- mały zimę	Ilość roślin obumarłych	% roślin obumarłych ca
$2M$	33	20	38
$4M$	45	3	6
$2V$	31	10	24
$4V$	22	4	15
$2L$	5	6	55
$4L$	6	0	0
$2F$	6	12	67
$4F$	5	1	17

Materiał to wprawdzie nieliczny, mimo to jednak wyraźnie wskazuje, że tetraploidalne rasy owych czterech gatunków są o wiele bardziej wytrzymałe na mróz aniżeli ich macierzyste formy diploidalne. Podobne obserwacje poczynił Nishiyama nad poliploidami w rodzaju *Avena*. Otrzymane w doświadczeniach genetycznych poliploidalne rasy kilku gatunków tego rodzaju tym bardziej były wytrzymałe na zimno, im wyższy posiadały stopień poliploidalności. Diploidalne były bardzo wrażliwe, tetraploidalne okazały się o wiele odporniejsze a heksa-



ploidalne były najbardziej wytrzymałe na mróz. To samo zjawisko stwierdza Manton (1935) u *Nasturtium officinale*: tetraploidalne rasy są bardziej wytrzymałe niż diploidalne. *Sorbus aria* ( $n = 17$ ) posiada tetraploidalny podgatunek *S. aria* subsp. *norvegica* ( $n = 34$ ), który jak stwierdza Liljefors (1934), jest bardziej wytrzymały na zimno niż diploidy, przez co zasięg tego tetraploida przesunięty jest znacznie dalej na północ.

Cały szereg przypadków, o których mówić będę w następnym rozdziale przy omawianiu rozmieszczenia geograficznego ras poliploidalnych, uzupełni jeszcze listę tych gatunków, w obrębie których rasy poliploidalne odznaczają się wzmoczoną odpornością na zimno. Tutaj chcę jeszcze zwrócić uwagę na wyniki badań Schlössera (1936), które wykazują wręcz odmienne zachowanie się ras chromozomowych w niskich temperaturach, aniżeli by to wynikało z poprzedniego zestawienia. Od razu muszę zaznaczyć, iż badania prowadzone były na warzywach, na materiale szklarniowym, mianowicie nad diplo- i tetraploidnymi formami *Lycopersicum cerasiforme*, nad diplo- i tetraploidami *L. racemigerum* oraz nad diplo- i tetraploidnymi rasami *Brassica Rapa*. Wszystkie rasy tetraploidalne są autopoliploidalne, otrzymał je bowiem autor na drodze somatycznego podwojenia ilości chromozomów metodą Jørgensena (dekapitacja wierzchołka wzrostu).

Z doświadczeń polowych z tymi trzema wspomnianymi gatunkami otrzymał Schlösser zupełnie podobne wyniki, a mianowicie: liście tetraploidalnych ras zarówno pomidorów, jak i *Brassica Rapa*, pod wpływem przymrozków (do  $-4^{\circ}\text{C}$  w końcowych dniach kwietnia i w początkach maja) marzły znacznie szybciej i liczniej aniżeli liście ras diploidalnych. W poszukiwaniu przyczyny tego obniżenia się odporności na zimno ras tetraploidalnych przeprowadza autor porównawcze studia fizjologiczne celem oznaczenia wartości osmotycznej komórek liści jednych i drugich ras. Załączona tabelka przedstawia otrzymane wyniki dla obu ras ( $2n$  i  $4n$ ) *Brassica Rapa*.

Przeciętna wartość osmotyczna, obliczona ze 100 pomiarów, dla całej rośliny diploidalnej wynosi 0,71 mola zaś dla tetraploidalnej 0,48 mola.

W oparciu o te wyniki dochodzi Schlösser do przekonania, że w tym obniżeniu się wartości osmotycznej komórek

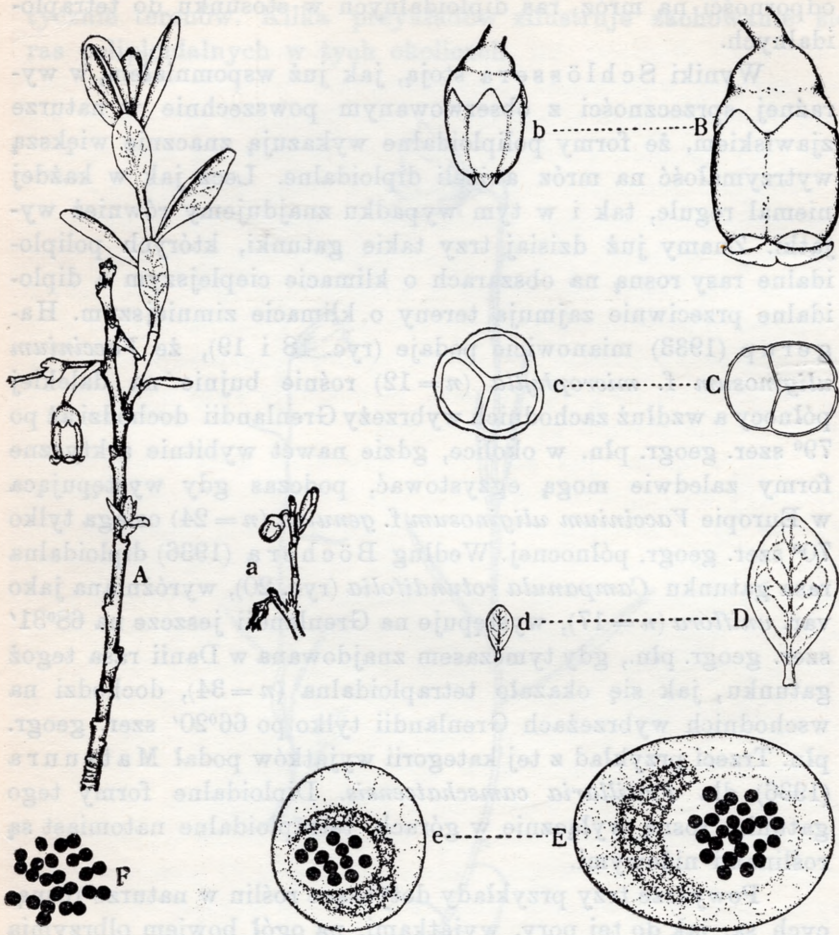
<i>Brassica Rapa</i>	$2n$	$4n$
Przeciętna wartość osmotyczna komórek zewnętrznych liści rozety . . . . .	0,57 mola cukr. trzc.	0,41 mola cukr. trzc.
Przeciętna wartość osmotyczna komórek wewnętrznych liści rozety . . . . .	0,64 mola cukr. trzc.	0,45 mola cukr. trzc.



Ryc. 18.

A — *Vaccinium uliginosum* f. *genuina* ( $n=24$ ), a — *V. uliginosum* f. *microphylla* ( $n=12$ ), zebrane we wschodniej Grenlandii na  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  szer. płn. Zmniejszenie  $\frac{1}{2}\times$ . Według Hagerupa 1933.

ras tetraploidalnych należy szukać przyczyny ich zmniejszonej odporności na mróz. W większych komórkach tetraploidów ilość wody jest znacznie większa niż w komórkach diploidów, przy czym łącznie ze zwiększeniem się ilości wody w większych komórkach nie podnosi się równomiernie ilość składowych części organicznych i nieorganicznych, jak to wykazała analiza chemiczna popiołu. W tych zatem różnicach fizjologicznych obu



Ryc. 19.

Szczegóły morfologiczne i kariologiczne u *Vaccinium uliginosum* f. *genuina* ( $n=24$ ) — oznaczone dużymi literami — i u *V. uliginosum* f. *microphylla* ( $n=12$ ) — oznaczone małymi literami; A — pęd dwuletniego okazu zebranego w Danii ( $\times \frac{3}{4}$ ); a — pęd dwuletniego okazu zebranego w zachodniej Grenlandii na  $71^{\circ}$  szer. płn. ( $\times \frac{3}{4}$ ); B — kwiaty okazu duńskiego ( $\times 5$ ); b — kwiaty okazu z zachodniej Grenlandii ( $\times 5$ ); C — tetrada pyłkowa okazu duńskiego ( $\times 360$ ); c — tetrada pyłkowa okazu z zachodniej Grenlandii ( $\times 360$ ); D i d — liście tych samych okazów, które przedstawia rycina 18 ( $\times \frac{3}{4}$ ); E, e i F — chromozomy obu form w metafazie I podziału redukcyjnego ( $\times 1920$ ). Według Hagerupa 1933.

Przy reprodukcji rysunku wymiary zostały nieco zmniejszone.

ras znajduje autor klucz do rozwiązania zjawiska zwiększonej odporności na mróz ras diploidalnych w stosunku do tetraploidalnych.

Wyniki Schlössera stoją, jak już wspomniałem, w wyraźnej sprzeczności z obserwowanym powszechnie w naturze zjawiskiem, że formy poliploidalne wykazują znacznie większą wytrzymałość na mróz aniżeli diploidalne. Lecz jak w każdej niemal regule, tak i w tym wypadku znajdujemy również wyjątki. Znamy już dzisiaj trzy takie gatunki, których poliploidalne rasy rosną na obszarach o klimacie cieplejszym a diploidalne przeciwnie zajmują tereny o klimacie zimniejszym. Hagerup (1933) mianowicie podaje (ryc. 18 i 19), że *Vaccinium uliginosum* f. *microphylla* ( $n=12$ ) rośnie bujnie na dalekiej północy a wzdłuż zachodnich wybrzeży Grenlandii dochodzi aż po 79° szer. geogr. płn. w okolice, gdzie nawet wybitnie arktyczne formy zaledwie mogą egzystować, podczas gdy występująca w Europie *Vaccinium uliginosum* f. *genuina* ( $n=24$ ) osiąga tylko 70° szer. geogr. północnej. Według Böchera (1936) diploidalna rasa gatunku *Campanula rotundifolia* (ryc. 20), wyróżniana jako var. *uniflora* ( $n=17$ ), występuje na Grenlandii jeszcze na 68°31' szer. geogr. płn., gdy tymczasem znajdowana w Danii rasa tegoż gatunku, jak się okazało tetraploidalna ( $n=34$ ), dochodzi na wschodnich wybrzeżach Grenlandii tylko po 66°20' szer. geogr. płn. Trzeci przykład z tej kategorii wyjątków podał Matsura (1936) dla *Fritillaria camschatcensis*. Diploidalne formy tego gatunku rosną wyłącznie w górach, tetraploidalne natomiast są roślinami niżowymi.

Powyższe trzy przykłady dotyczące roślin w naturze rosnących są, jak do tej pory, wyjątkami, na ogół bowiem olbrzymia większość poliploidalnych form posiada zasięgi znacznie dalej przesunięte na północ, co chyba tylko ich większą wytrzymałością na mróz da się wytłumaczyć.

Zadziwiająca wytrzymałość form poliploidalnych na wysokie temperatury stwierdził Hagerup (1932) wśród roślinności okolic Timbaktu. Klimat tych okolic jest bardzo gorący i suchy, a na pewnym pasie stykają się tu właściwie dwa różne klimaty, bardziej łagodny i bardzo suchy. Autor zbadał dużą ilość gatunków z różnych rodzajów, lecz specjalnie śledził za takimi rodzajami, które reprezentowane tam są przez dwa lub więcej

gatunki, z których każdy przywiązany jest do różnych klimatycznie terenów. Kilka przykładów zilustruje zachowanie się ras poliploidalnych w tych okolicach.



Ryc. 20.

Pokrój ras chromozomowych w obrębie gatunku *Campanula rotundifolia*. A — diploidalna ( $n=17$ ) rasa z Cape Ravn (Grenlandia); B — rasa tetraploidalna ( $n=34$ ) z Tugtilik (Grenlandia). Obie figury pomniejszone  $\frac{1}{2}\times$ . Według Böchera 1936.

*Avena tomentosa* posiada dwie formy, które autor, aczkolwiek nie mógł dokładnie oznaczyć ilości ich chromosomów, zalicza do tego samego gatunku. W okolicach najbliższych Tim-

\*

buktu obie formy rosną obok siebie, lecz forma szerokolistna, zdaniem autora diploidalna, występuje również na terenach położonych bardziej na południe o klimacie łagodniejszym, podczas gdy wąskolistna tetraploidalna (?) wchodzi w głąb Sahary i znosi dobrze tamtejszy klimat. Podobnie zachowują się obie rasy gatunku *Portulaca oleracea*. Diploidalna rasa ( $n=9$ ) w okolicach Timbaktu rośnie razem z heksaploidalną ( $n=27$ ), lecz ta ostatnia według wszelkiego prawdopodobieństwa (niestety tego dokładnie nie mógł autor stwierdzić z powodu niedostatecznej ilości okazów) jest tą właśnie rasą, która pod nazwą *Portulaca grandiflora* występuje również w głębi Sahary. W obu tych przypadkach różne rasy chromosomowe odznaczają się różną wytrzymałością na gorąco i suszę, co znajduje swój wyraz w różnym rozmieszczeniu geograficznym.

Inny, dzisiaj już klasyczny, przykład w tym względzie przedstawia *Eragrostis cambessediana*. Gatunek ten posiada kilka ras (ryc. 21)<sup>1)</sup>. *Eragrostis cambessediana* Kunth, piękna trawa, rośnie w mule na brzegu jeziora tak długo, dopóki miejsca te nie zostaną zalane wodą. Ta delikatna roślina wymaga najlepszych warunków siedliskowych, mianowicie stale wilgotnej gleby, przy czym powietrze musi mieć dostateczną ilość pary wodnej i posiadać temperaturę  $+40^{\circ}\text{C}$ . Z chwilą podniesienia się poziomu wody w jeziorze roślina ginie. Jest to roślina jednoroczna o ilości chromosomów  $n=10$ . Niedaleko od brzegów jezior, gdzie rośnie wspomniana 10-chromosomowa rasa *Eragrostis cambessediana*, rozciągają się bardzo suche wydmy piaszczyste, które porasta kserofitowa roślinność. U podnóża tych wydm, lecz na wysokości, dokąd wylewy nie sięgają, są miejsca średnio wilgotne ze specjalną florą, na którą składają się formy ani specjalnie hygrofitowe, ani kserofitowe. W takich miejscach znalazł Hagerup inną, a jak się okazało tetraploidalną ( $n=20$ ), rasę *Eragrostis cambessediana*, którą Hitchcock uważa za nowy gatunek *Eragrostis albida*.

<sup>1)</sup> Tutaj należy dodać następującą uwagę. Hagerup — jak to sam w pracy wyraźnie podkreśla — przy zbieraniu materiału w terenie był przekonany, że zbiera różne rasy tego samego gatunku, aby jednak otrzymać obiektywną ocenę, oddał cały materiał do opracowania specjalście od traw drowi A. S. Hitchcockowi, który w tym materiale wyróżnił i opisał dwa nowe gatunki. Niemniej jednak są to formy autopoliploidalne, przemawia bowiem za tym występowanie licznych poliwalentów w podziale redukcyjnym obydwu form poliploidalnych (por. ryc. 22).

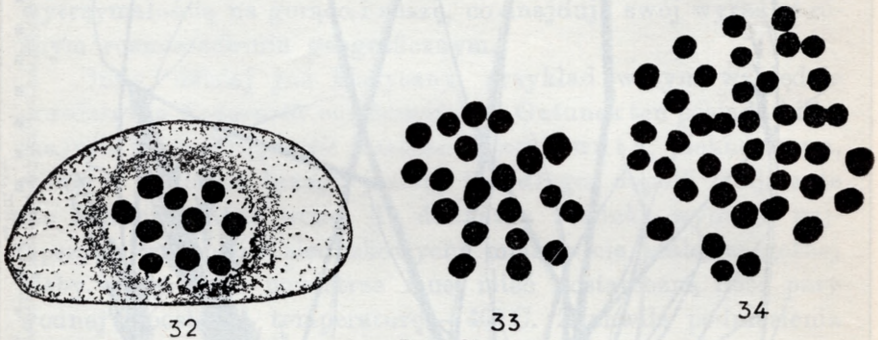


Ryc. 21.

Rasy chromosomowe w obrębie gatunku *Eragrostis cambessediana*. A — *E. cambessediana* ( $n=10$ ); B — *E. albida* ( $n=20$ ); C — *E. pallescens* ( $n=40$ ). Szczegółowe objaśnienie w uwadze w tekście. Według Hagerupa 1932.

Różnice w wymaganiach ekologicznych obu tych ras są uderzające. Tetraploidalna (*E. albida* Hitch.) odznacza się zdolnością opanowywania terenów o mniej dogodnych warunkach, ma mniejsze wymagania co do wilgoci powietrza i gleby aniżeli diploidalna i, co jest szczególnie charakterystyczne, jest to roślina wieloletnia.

W najwyższych partiach wydm znajdował Hagerup miejsca, które są jeszcze bardziej suche, „gdzie nie tylko powietrze lecz także i gleba rozgrzewa się do 80°C” (Hagerup 1932, str. 29). Obie, omówione wyżej rasy tutaj już rósć nie mogą. W tych miejscach znalazł autor jedynie trzecią, oktoploidalną ( $n = 40$ ) rasę *E. cambessediana* (przez Hitchcocka opi-



Ryc. 22.

Garnitury chromozomów ras chromozomowych w obrębie gatunku *Eragrostis cambessediana* w metafazie I-go podziału komórki macierzystej pyłku. Fig. 32 — *Eragrostis cambessediana* ( $n = 10$ ); Fig. 33 — *Eragrostis albida* ( $n = 20$ ); Fig. 34 — *Eragrostis pallescens* ( $n = 40$ ). Powiększenie 4600 $\times$ . Według Hagerupa 1932.

sana jako *E. pallescens*). Ta oktoploidalna rasa jest rośliną wieloletnią. W tej skrajnej suszy zachowuje żywe liście i posiada bardzo dużą, największą ze wszystkich trzech ras, wytrzymałość na wysuszenie.

Jak już w poprzednich rozdziałach zaznaczyłem, kwestia oceny systematycznej wartości ras poliploidalnych jest rzeczą sporną. Dla naszych tutaj omawianych zagadnień nie jest ona najważniejszą. Odnośnie do przypadku *Eragrostis cambessediana* i jej poliploidalnych form decydującym dla nas jest fakt, że na drodze autopoliploidalności powstałe trzy rasy tego samego gatunku wykazują zależnie od stopnia poliploidalności różnorodną zdolność znoszenia wysokich temperatur powietrza i gleby.

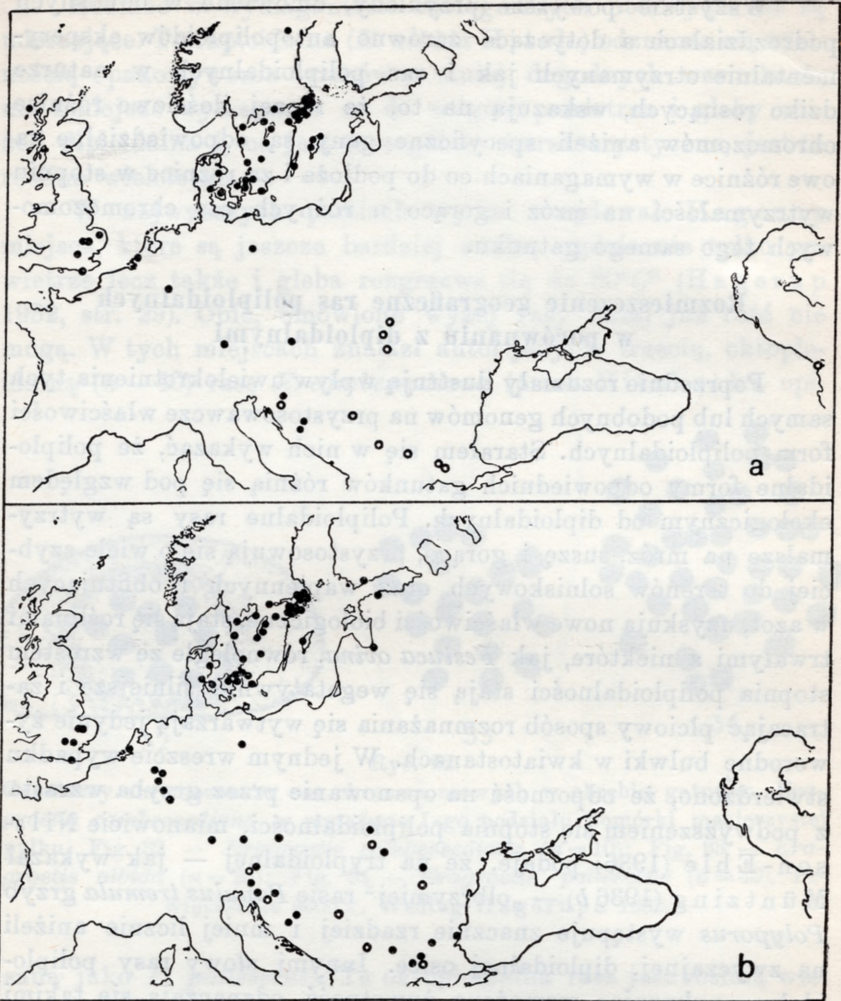


Wszystkie powyższe przykłady, omówione w odnośnych podrozdziałach a dotyczące zarówno autopoliploidów eksperymentalnie otrzymanych jak i ras poliploidalnych, w naturze dziko rosnących, wskazują na to, że raczej ilościowe różnice chromosomów aniżeli specyficzne geny są odpowiedzialne za owe różnice w wymaganiach co do podłoża i za różnice w stopniu wytrzymałości na mróz i gorąco u różnych ras chromosomowych tego samego gatunku.

### Rozmieszczenie geograficzne ras poliploidalnych w porównaniu z diploidalnymi

Poprzednie rozdziały ilustrują wpływ uwielokrotnienia tych samych lub podobnych genomów na przystosowawcze właściwości form poliploidalnych. Starałem się w nich wykazać, że poliploidalne formy odpowiednich gatunków różnią się pod względem ekologicznym od diploidalnych. Poliploidalne rasy są wytrzymalsze na mróz, suszę i gorąco, przystosowują się o wiele szybciej do terenów solniskowych oraz wapiennych i obfitujących w azot, uzyskują nowe właściwości biologiczne, stają się roślinami trwałymi a niektóre, jak *Festuca ovina*, równolegle ze wzrostem stopnia poliploidalności stają się wegetatywnie silniejsze i tracając płciowy sposób rozmnażania się wytwarzają jedynie żyworodne bulwki w kwiatostanach. W jednym wreszcie wypadku stwierdzono, że odporność na opanowanie przez grzyba wzrasta z podwyższeniem się stopnia poliploidalności, mianowicie Nilsson-Ehle (1936) podaje, że na tryploidalnej — jak wykazał Müntzing (1936 b) — „olbrzymiej“ rasie *Populus tremula* grzyb *Polyporus* występuje znacznie rzadziej i mniej licznie aniżeli na zwyczajnej, diploidalnej osice. Innymi słowy rasy poliploidalne, wykazując wzmożoną żywotność, odznaczają się takimi właściwościami, których diploidalne nie posiadają, a dzięki którym mogą one rósć w takich warunkach, gdzie diploidy rosną z trudem lub zupełnie się nie utrzymują. Granice geograficznego rozmieszczenia gatunku przesuwają się z chwilą, kiedy pojawiają się w obrębie jego populacji rasy poliploidalne.

Dzisiaj znamy już dość liczne (patrz tabela str. 251—257) gatunki takie, których poliploidalne rasy posiadają odmienne zasięgi aniżeli diploidalne, a tym samym stanowią rasy geograficzne w obrębie danych gatunków. O niektórych z tych przy-



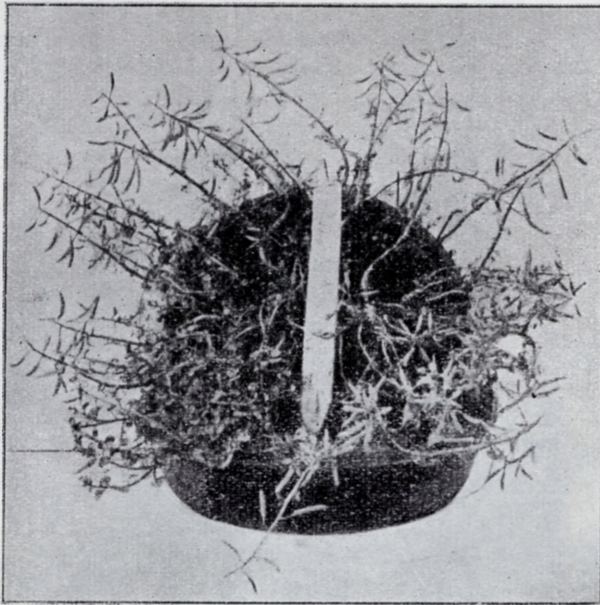
Ryc. 23.

Geograficzne rozmieszczenie diploidalnych i tetraploidalnych ras *Galium verum* (a) i *Galium Mollugo* (b); punkty czarne oznaczają stanowiska tetraploidalnych ras, kółka — ras diploidalnych. Szczegółowe objaśnienie w tekście. Według Fagerlinda 1937.

padków wspomniałem już wyżej, tutaj omówię tylko te, które są dokładniej zbadane i bardziej interesujące.

Cytowane już nieraz badania Fagerlinda (1937) nad rodzajem *Galium* przyniosły również interesujące dane co do geograficznego rozmieszczenia ras poliploidalnych niektórych

gatunków przytulii. Autor stwierdził, że w obrębie gatunku *G. Mollugo* rasy tetraploidalne ( $n = 22$ ) są o wiele liczniejsze niż diploidalne ( $n = 11$ ). W Szwecji diploidalne rasy wogóle nie występują, rosną one na południu Europy. Załączone mapki (ryc. 23) przedstawiają rozmieszczenie geograficzne dwu gatunków przytulii i ich ras chromozomowych a mianowicie *Galium Mollugo* i *G. verum*.

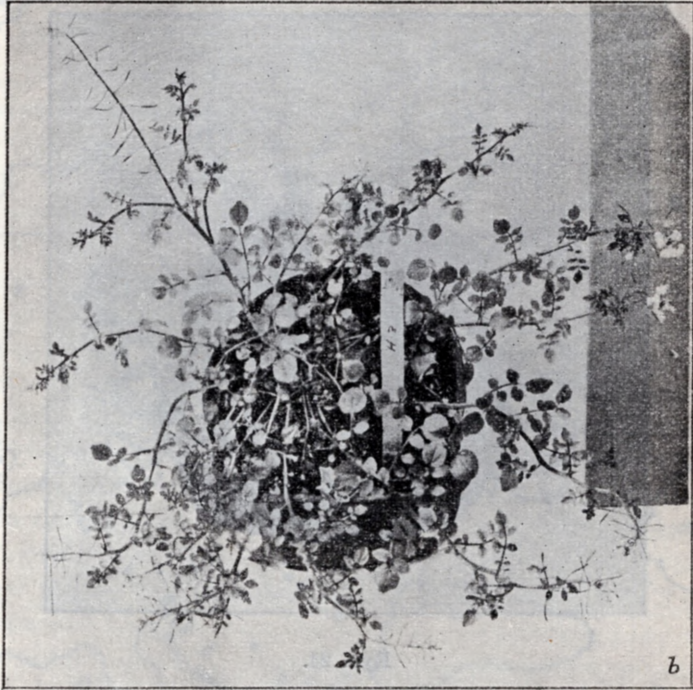


Ryc. 24.

3-miesięczny okaz diploidalnej ( $2n = 32$ ) rasy *Nasturtium officinale*, wyhodowany z nasion zebranych z roślin na naturalnym stanowisku w okolicy Zürichu (×  $\frac{1}{5}$ ). Według Manton 1935.

Widać z mapek, iż tetraploidalne rasy *G. Mollugo* mają wyraźnie większy zasięg aniżeli rasy diploidalne, dalej stwierdzić łatwo można, że pierwsze posiadają zasięgi przesunięte bardziej na północ aniżeli drugie. Widać nad to, że gatunek *G. Mollugo* na obszarze swego rozmieszczenia geograficznego reprezentowany jest niemal w jednakowym stopniu przez obie rasy. Odmienne przedstawia się sprawa u *Galium verum*. Tutaj

zasięgi obu ras diploidalnej ( $n = 11$ ) i tetraploidalnej ( $n = 22$ ) oddzielają się od siebie, stanowiska zachodnio-balkańskie jednakże wskazują na to, że tetraploidalne rasy rosną również na obszarze rozmieszczenia diploidów. Co się tyczy tych stanowisk (Zagrzeb, Sarajewo i Ivan Planina), to autor zauważa, że są to stanowiska stosunkowo wysoko położone nad poziomem morza. Ciekawą nad to dodaje Fagerlind uwagę, mia-



Ryc. 25.

3-miesięczny okaz rasy tryploidalnej ( $2n = 48$ ) *Nasturtium officinale*. Jest to mieszaniec otrzymany ze skrzyżowania dziko rosnących ras: diploidalnej i tetraploidalnej ( $\times 1/5$ ).

Według Manton 1985.

nowicie że Bałkan jest wspólną ojczyzną obu ras chromosomowych gatunku *G. Mollugo*. Również w innych gatunkach rodzaju przytulii, wykazujących zróżnicowanie na rasy chromosomowe, stwierdzono, że rasy o niższym stopniu poliploidalności mają bardziej południowe rozmieszczenie, aniżeli rasy o wyższym stopniu.

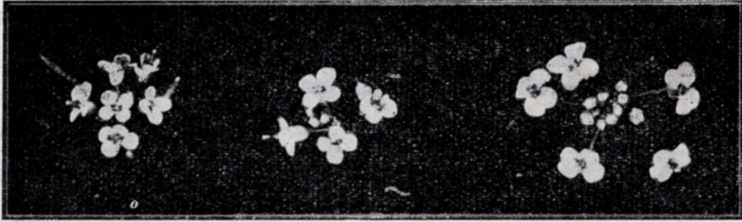
Pani Manton (1934 i 1935) podała szczegółowe, a jak do tej pory najdokładniejsze, opracowanie rozmieszczenia geograficznego różnych ras chromosomowych u *Nasturtium officinale* i *Biscutella laevigata*. Gatunek *Nasturtium officinale* mimo systematycznej jednolitości posiada trzy rasy poliploidalne o ilo-



Ryc. 26.

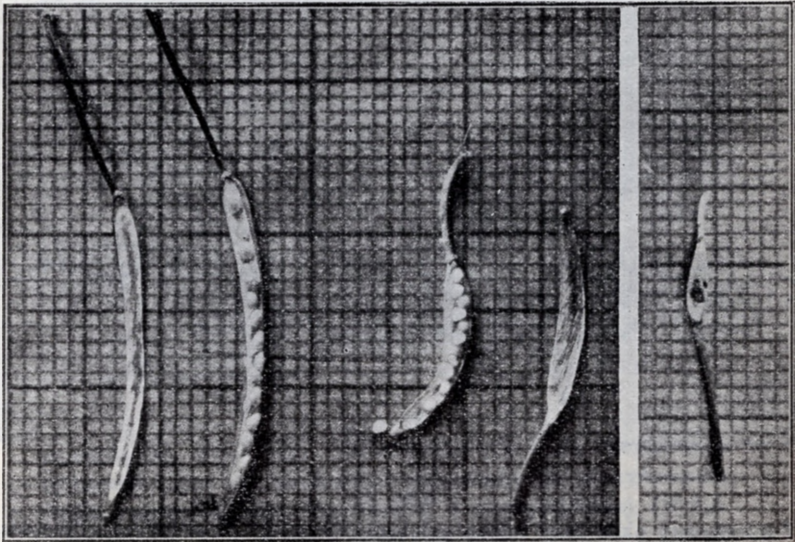
3-miesięczny okaz rasy tetraploidalnej ( $2n = 64$ ) *Nasturtium officinale*, wyhodowany z nasion zebranych z roślin na naturalnym stanowisku w okolicy Delft ( $\times \frac{1}{6}$ ). Według Manton 1935.

ściach chromozonów  $2n = 32, 48$  i  $64$  (ryc. 24—28). Wszystkie trzy rasy rosną, jak to widać z mapki (ryc. 29), zarówno na wyspach brytyjskich jak i na kontynencie Europy. Interesującym i ważnym faktem jest to, że rasa o najniższej liczbie chromozomów



Ryc. 27.

Kwiaty ras chromozomowych w obrębie gatunku *Nasturtium officinale* z okazów zilustrowanych na rycinach 24—26: diploidalnej (na lewo), tryploidalnej (w środku), tetraploidalnej (na prawo). Widać wyraźnie stopniowy wzrost wielkości kwiatu. Wielkość naturalna. Według Manton 1935.



a

b

c

Ryc. 28.

Owoce trzech ras *Nasturtium officinale*; a — rasy tetraploidalnej ( $2n=64$ ); b — rasy diploidalnej ( $2n=32$ ); c — rasy tryploidalnej ( $2n=48$ ). Powiększenie  $2\times$ . Według Manton 1935.

( $2n = 32$ ) posiada najszersze rozprzestrzenienie i poza Anglią jest najpospolitszą, gdy tymczasem rasa o liczbie chromosomów ( $2n = 64$ ) znajduje się tylko na północy Europy mianowicie



Ryc. 29.

Rozmieszczenie geograficzne ras chromosomowych w obrębie zasięgu gatunku *Nasturtium officinale*. Granice zasięgu są zaznaczone przerywanymi liniami. Odpowiednimi znakami oznaczone są stanowiska naturalne danych ras. Z każdego stanowiska okazy były badane cytologicznie. Według Manton 1935.

w Anglii, Szkocji, Irlandii, Holandii i Danii. Poza różnicami w owocach wszystkie te trzy rasy są wyjątkowo do siebie podobne i praktycznie biorąc bardzo trudno je od siebie odróżnić (rys. 24–28).

Odmienne stosunki rozmieszczenia geograficznego obu ras stwierdzamy u gatunku *Biscutella laevigata*. Rasa diploidalna posiada  $n = 18$  a tetraploidalna ma  $n = 36$  chromozomów. Zasięgi diploidalnych form (niektóre z nich wydzielane są jako osobne podgatunki) odznaczają się tym, że są małe i wyraźnie od siebie pooddzielane. Ośrodki tych diploidalnych populacji rozmieszczone są nad brzegami rzek dorzecza Renu, austriackiego Dunaju i Łaby. Zasięg rasy tetraploidalnej jest zwarty (ciągły) i stosunkowo duży, bowiem za wyjątkiem Jury szwajcarskiej zajmuje wszystkie łańcuchy górskie Europy środkowej. Omówione stosunki rozmieszczenia obu form przedstawia załączona mapka (ryc. 30).

Simonet (1935) wykrył w obrębie gatunku *Agropyrum junceum* dwie rasy chromozomowe, z których każda stanowi inną rasę geograficzną tego gatunku, albowiem rasa  $2n = 28$  chromozomów zamieszkuje zachodnie wybrzeża Francji, gdy tymczasem w rasie ( $2n$ ) 42-chromozomowej gatunek ten występuje na wybrzeżach morza Śródziemnego. Według Blackburn (1933) *Silene ciliata* wykazuje w obrębie swej populacji zróżnicowanie na trzy rasy chromozomowe o ilościach chromozomów  $2n = 24$ , 48 i 192. W Italii i na Półwyspie Bałkańskim występuje ten gatunek w rasach di- i tetraploidalnej, zaś w Hiszpanii w rasach di-, tetra- i 16-ploidalnej. Scheerer (1937) stwierdził w obrębie gatunku *Veronica prostrata* dwie rasy chromozomowe, diploidalną ( $2n = 16$ ) i tetraploidalną ( $2n = 32$ ). Wedle badań tego autora cały zachodni obszar rozmieszczenia tego gatunku (a więc Hiszpanię, Francję, Belgię, Holandię, Niemcy i Szwajcarię) zamieszkuje rasa tetraploidalna, gdy natomiast rasa diploidalna zajmuje przypuszczalny teren swego powstania, tj. kraje w basenie Dunaju.

W obrębie gatunku *Orchis maculatus* wyróżnił ostatnio Hagerup (1938) diploidalne i tetraploidalne rasy chromozomowe, przez systematyków opisywane najczęściej jako odmiany. Rasy te różnią się między sobą wymaganiami ekologicznymi, a niektóre z nich zajmują różne pod względem geograficznym obszary. W ogólnym zasięgu tego storczyka, obejmującym obszar od północnej Afryki po północne krańce Skandynawii i Islandię, spotyka się różne i liczne rasy. Lecz, jak to stwierdził Hagerup, diploidalne ( $2n = 40$ ) rasy względnie odmiany, np. *Orchis maculatus* var. *Meyeri*, występują w bardziej połu-





Ryc. 30.

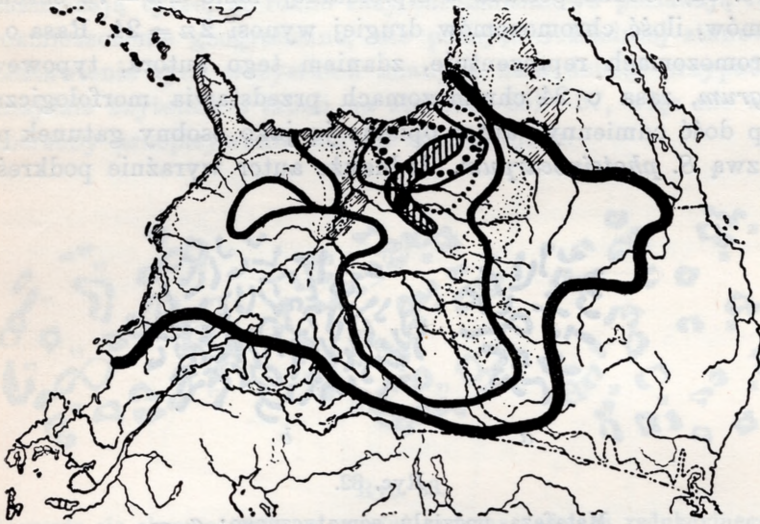
Szczegółowe rozmieszczenie geograficzne ras di- i tetraploidalnych gatunku *Biscutella laevigata* w Europie środkowej. Czarne punkty oznaczają stanowiska zbadanych cytologicznie okazów rasy tetraploidalnej, × oznacza stanowiska osobników niebadanych, prawdopodobnie tetraploidalnych. Linia ciągła oznacza granicę zasięgu lądolodu na niżu i zasięg zlodowacenia alpejskiego. Inne wszelkie znaki ilustrują rozmieszczenie rasy diploidalnej. Według Manton 1934.

dniowych partiach tego zasięgu, zaś tetraploidalne ( $2n = 80$ ), jak np. *Orchis maculatus* var. *genuinus* i *O. maculatus* var. *helodes*, zajmują najbardziej na północ wysunięte partie zasięgu gatunku. Tylko tetraploidalne rasy znalazł autor na Wyspach Owczych i na Islandii. Hagerup widzi w tym zróżnicowaniu gatunku na rasy poliploidalne przyczynę, dla której *Orchis maculatus* zajmuje największy i najbardziej na północ przesunięty zasięg ze wszystkich europejskich przedstawicieli rodzaju *Orchis*.

Anderson i Sax (1935) zbadali dokładniej stosunki kariologiczne kilkunastu gatunków rodzaju *Tradescantia* z bardzo wielu stanowisk w obrębie zasięgu tych gatunków na obszarze północnej Ameryki. Zasięgi tetraploidalnych ras gatunków *Tradescantia occidentalis*, *T. hirsutiflora* i *T. canaliculata* są wielokrotnie większe aniżeli zasięgi ras diploidalnych tych samych gatunków (ryc. 31). Gatunki *T. canaliculata* i *T. occidentalis* zajmują największe zasięgi ze wszystkich zbadanych przez autorów gatunków rodzaju *Tradescantia*. Zjawisko to autorzy tłumaczą w ten sposób, że rasy tetraploidalne tych gatunków, odznaczające się wzmoczoną żywotnością i większą wytrzymałością na mróz, wykazują o wiele większą zdolność kolonizacji nowych, na północ wysuniętych terenów. Nie stwierdzono tego u gatunków, które nie są zróżnicowane na różne rasy chromozomowe. Tetraploidalne rasy tych trzech gatunków trzykrotki zajmują odmienne tereny aniżeli ich wyjściowe diploidalne formy i stanowią tym samym ich rasy geograficzne o bardziej na północ przesuniętych zasięgach. Podobne stosunki opisuje Sax (1936) dla niektórych gatunków tawuły (*Spiraea*), mianowicie tetraploidalna ( $2n = 36$ ) rasa (wydzielana jako odmiana *ulmifolia*) gatunku *Spiraea chamaedryfolia* ( $2n = 18$ ) ma w porównaniu z formą diploidalną znacznie większe i bardziej północne rozmieszczenie geograficzne.

M. Senjaninowa - Korczagina (1927) stwierdziła w obrębie gatunku *Valeriana officinalis* (*sensu lato*) kilka ras chromozomowych, które przez niektórych systematyków ujmowane są jako podgatunki, a czasem nawet jako oddzielne gatunki. Każda z tych ras zajmuje tereny zupełnie różne tak pod względem ekologicznym jak i geograficznym. Tak np. rasa diploidalna ( $2n = 14$ ), opisana jako *Valeriana exaltata*, rośnie na bagnach na terasach rzeki Oki w guberni moskiewskiej. Natomiast

jedna z tetraploidalnych ( $2n=28$ ) ras, wyróżniona pod nazwą *Valeriana rossica*, jest rośliną typową dla obszarów stepowych środkowej Rosji, druga zaś podawana jako *V. wolgensis* ( $2n=28$ ) zamieszkuje tereny na terasach zalewowych rzek wschodniej Rosji, a ponadto rośnie na Uralu. Zasięgu oktoploidalnej ( $2n=56$ ) rasy, znanej pod nazwą *V. excelsa*, autorka dokładnie nie podaje.



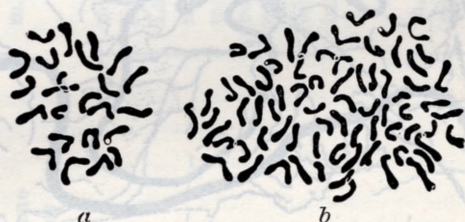
Ryc. 31.

Mapka przedstawia związek między poliploidalnością a geograficznym rozmieszczeniem północno-amerykańskich gatunków rodzaju *Tradescantia*. **■** maksymalny zasięg gatunków tetraploidalnych. W obrębie tego zasięgu rozprzestrzenione są również rasy tetraploidalne gatunków *Tradescantia canaliculata*, *T. occidentalis* i *T. hirsutiflora*. **—** maksymalny zasięg diploidalnych gatunków, wewnątrz którego mieszczą się ośrodki diploidalnych ras gatunków: **....** *T. canaliculata*; **....** *T. occidentalis*; **—** *T. hirsutiflora*. Zakreskowany obszar przedstawia minimalny zasięg niektórych gatunków diploidalnych. Według Andersona 1937.

W obrębie gatunku *Pentstemon azureus* znalazł J. Clausen (1933) dwie rasy chromozomowe, ujmowane jako podgatunki. Tetraploidalny ( $n=16$ ) podgatunek *P. azureus* ssp. *parvulus* zamieszkuje południową część Sierra Nevada (Am. Płn.) i posiada zasięgi lokalnie ograniczone, o wyraźnie wyspowym charakterze, podczas gdy heksaploidalne ( $n=24$ ) podgatunki: *P. azureus*

*typicus* i *P. azureus angustissimus*, rosnące również w Sierra Nevada, zajmują środkowe i północne partie tych gór.

Na zakończenie przytoczę jeszcze jeden przykład, tym razem z Japonii. Nakamura (1937) opisuje odmienne co do rozmieszczenia geograficznego stosunki u różnych ras chromozomowych *Solanum nigrum* na wyspach japońskich. Na Formozie znalazł autor dwie różne rasy kariologiczne *Solanum nigrum* (ryc. 32). Jedna posiada w diploidalnej fazie  $2n = 72$  chromozomów, ilość chromozomów drugiej wynosi  $2n = 24$ . Rasa o 72 chromozomach reprezentuje, zdaniem tego autora, typowe *S. nigrum*, rasa o 24 chromozomach przedstawia morfologicznie typ dość odmienny i autor opisuje ją jako osobny gatunek pod nazwą *S. photinocarpum*. Jednakże autor wyraźnie podkreśla,



Ryc. 32.

Metafaza podziału somatycznego: a — u *Solanum photinocarpum* ( $2n = 24$ ); b — u *S. nigrum* ( $2n = 72$ ). Powiększenie 2200 $\times$ . Według Nakamury 1937.

że na podstawie analizy cytologicznej (z obecności licznych tetra- i heksawalentów w diakinezie) musimy *Solanum nigrum* ( $2n = 72$ ) traktować w stosunku do *S. photinocarpum* ( $2n = 24$ ) jako formę autoheksaploidalną (ryc. 33).

Rasa 12-to chromozomowa rośnie jako bardzo rozpowszechniony chwast na całej wyspie Taiwan. Naturalne stanowiska form *Solanum nigrum* i *S. photinocarpum*, a więc heksa- i diploidalnej, rozmieszczone są w Japonii w dwu klimatycznie różnych pasach. Heksaploidalna ( $n = 36$ ) zajmuje obszary o klimacie umiarkowanym, natomiast diploidalna ( $n = 12$ ) rośnie w subtropikalnej i tropikalnej strefie klimatycznej. Podobne rozdzielanie obu form stwierdził Nakamura w materiale zielnikowym z Europy i Ameryki. Okazy z Europy środkowej, Szwecji, Pół-

nocnej Ameryki należą do formy heksaploidalnej (*S. nigrum*), gdy tymczasem okazy z obszarów gorących, jak Indie, Filipiny, Wyspy Kanaryjskie i Chiny należą do form diploidalnych (*S. photeinocarpum*). Mapa przedstawia rozmieszczenie obu gatunków w Japonii (ryc. 34).

Oprócz powyższych przykładów możnaby tutaj przytoczyć jeszcze kilka innych, lecz byłyby to takie przy których autorzy zaznaczają tylko, że różne rasy chromozomowe posiadają różne rozmieszczenie geograficzne, nie podając dokładniej stanowisk. Zestawienie tych wszystkich znanych nam dzisiaj przypadków znajdzie czytelnik w tabeli na stronach 251—57, więc nie widzę potrzeby przepisywania ich na tym miejscu.



Ryc. 33.

Łączenie się chromosomów w *gemini* podczas podziału redukcyjnego komórki macierzystej pyłku *Solanum nigrum* ( $2n=72$ ). Widoczne bi-, tetra- (III) i heksawalenty (VI) wskazują, że *Solanum nigrum* jest autoheksaploidalną formą w stosunku do *S. photeinocarpum* ( $2n=24$ ). Powiększenie ok.  $1700\times$ . Według Nakamury 1937.

### Zakończenie

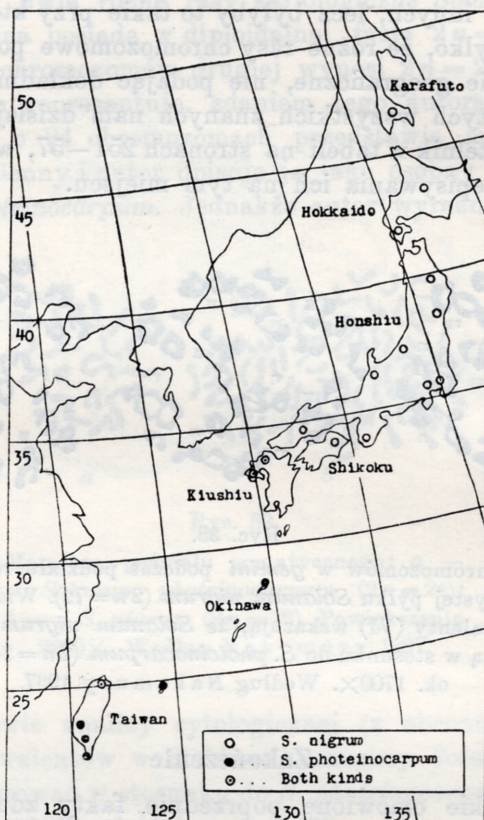
Wszystkie omówione poprzednio fakty zdecydowanie — jak sądzę — przemawiają za tym, że w bardzo wielu wypadkach chromosomowe rasy odpowiednich gatunków uzyskują na skutek uwielokrotnienia ilości tych samych lub bardzo podobnych genomów nowe właściwości przystosowawcze. Nad to fakty te jasno wykazują, że problem poliploidalności, rozpatrywany z takiego punktu widzenia, staje się tym samym zasadniczym problemem geografii roślin.

Autopoliploidalne rasy posiadają zazwyczaj większe zdolności przystosowywania się do różnych warunków siedliskowych, dzięki wzmożonej swej żywotności wychodzą zwy-

\*

ciężko z walki o byt, a zajmując geograficznie inne tereny aniżeli formy diploidalne danych gatunków tym samym stanowią ich rasy geograficzne.

„Ekotypy“ Turessona to najczęściej rasy poliploidalne odpowiednich gatunków. Zacytowane w pierwszym rozdziale



Ryc. 34.

Rozmieszczenie geograficzne *Solanum photeinocarpum* ( $n=12$ ) i *Solanum nigrum* ( $n=36$ ), na wyspach japońskich. Według Nakamury 1937. Kółko z punktem oznacza, że w danej okolicy występują oba gatunki.

twierdzenie Waltera (1927) orzekające, iż „nie jesteśmy w stanie dowieść na drodze eksperymentalnej bezpośredniego powstania ekologicznych przystosowań“ w świetle wyników badań Randolph'a, Nishiyamy i innych nie może się nadal

utrzymać. Wszak Randolph u *Zea Mays*, Nishiyama u *Avena fatua* wykazali, że otrzymane na drodze eksperymentalnej rasy autoploidalne uzyskują nowe i odmienne właściwości ekologiczne. W tych wypadkach istotnie stwierdzono eksperymentalnie bezpośrednie powstanie ekologicznych przystosowań, a więc u tetraploidalnych ras *Avena fatua* większą wytrzymałość na mróz, zaś u tetraploidalnych ras *Zea Mays* zmianę okresu cyklu rozwojowego rośliny, dzięki czemu tetraploidalne rasy mogą żyć w odmiennych warunkach klimatycznych niż jednoroczna, diploidalna kukurudza zwyczajna.

W poliploidalności można dopatrywać się w wielu wypadkach tej siły, która wspomaga niektóre gatunki, wykazujące zróżnicowanie swych populacji na poliploidalne rasy chromosomowe, przy rozprzestrzenianiu się i zajmowaniu swym zasięgiem bardzo dużych obszarów.

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

## LITERATURA

1. Anderson E.: 1937. Cytology in its relation to taxonomy. — *Botan. Review*, Vol. 3, No. 7, str. 335—350.
2. Anderson E. and Sax K.: 1935. A cytological monograph of the american species of *Tradescantia*. — *Botan. Gazette*, Vol. 97, str. 433—476.
3. Becker G.: 1932. Experimentelle Analyse der Genom- und Plasmonwirkung bei Moosen. III. Osmotischer Wert heteroploider Pflanzen. — *Zeitschr. f. ind. Abstamm.- u. Vererb.-Lehre*, Bd. LX, str. 17—38.
4. Bergman B. F.: 1935. Zytologische Studien über die Fortpflanzung bei den Gattungen *Leontodon* und *Picris*. — *Sv. Botan. Tidskrift*, Bd. 29, str. 155—301.
5. Blackburn K. B.: 1933. On the relation between geographic races and polyploidy in *Silene ciliata* Pourr. — *Genetica* XV, str. 49—66.
6. Blakeslee A. F. and Avery B. T.: 1937. Methods of inducing doubling of chromosomes in plants. By treatment with colchicine. — *Journ. of Heredity*, Vol. 28, No. 12, str. 392—411.
7. Böcher T. W.: 1936. Cytological studies on *Campanula rotundifolia*. — *Hereditas* XXII, str. 269—277.
8. Bruun H. G.: 1932. Cytological studies in *Primula*. — *Symbolae Botan. Upsalienses* 1, str. 1—239.

9. Chiarugi and Francini E.: 1930. Apomissia in „*Ochna serrulata*“ Walp. — N. Giorn. Botan. Ital., N. S. 37, str. 1—250.
10. Clausen J.: 1931a. *Viola canina* L., a cytologically irregular species. — Hereditas XV, str. 67—88.
11. — 1931b. Cyto-genetic and taxonomic investigations on *Melanium* violets. — Hereditas XV, str. 219—308.
12. — Cytological evidence for the hybrid origin of *Pentstemon neotericus* Keck. — Hereditas XVIII, str. 65—76.
13. Collins J. L.: 1933. Morphological and cytological characteristics of triploid pine-apples. — Cytologia, Vol. 4, No. 3, str. 248—256.
14. Crane M. B. and Zilva S. S.: 1931. The antiscorbutic vitamin of apples. — Journ. of Pomology a. Horticult. Sc., Vol. IX, No. 3, str. 228—231.
15. Darlington C. D.: 1932. Recent advances in cytology. — London (Churchill).
16. Dorsey E.: 1936. Induced polyploidy in wheat and rye. — Journ. of Heredity, Vol. 27, No. 4, str. 155—160.
17. Erlanson E. W. 1929. Cytological conditions and evidences for hybridity in North American wild roses. — Botan. Gazette, Vol. 87, str. 443—506.
18. — 1934. Experimental data for a revision of the North American wild roses. — Botan. Gazette, Vol. 96, str. 197—259.
19. Faegri K.: 1937. Some fundamental problems of taxonomy and phylogenetics. — Botan. Review, Vol. 3, No. 8, str. 399—423.
20. Fagerlind F.: 1937. Embryologische, zytologische und bestäubungsexperimentelle Studien in der Familie *Rubiaceae* nebst Bemerkungen über einige Polyploiditätsprobleme. — Acta Horti Bergiani, Bd. 11, No. 9, str. 195—470.
21. Fischer A. und Schwanitz F.: 1936. Die Bedeutung der Polyploidie für die ökologische Anpassung und die Pflanzenzüchtung — Züchter, Bd. 8, H. 9, str. 225—231.
22. Frost H. B.: 1925. Tetraploidy in *Citrus*. — Proc. Nat. Acad. Sci., Vol. 11, str. 535—537.
23. Geitler L.: 1936. Vergleichend-zytologische Untersuchungen an *Myosotis*. — Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. 83, str. 707—724.
24. Haga T.: 1937. Genom and polyploidy in the genus *Trillium* I. Chromosome affinity between the genomes. — Japan. Journ. of Genetics, Vol. XIII, No. 3—4, str. 135—145.
25. Hagerup O.: 1927. *Empetrum hermaphroditum* (Lge) Hagerup. A new tetraploid, bisexual species. — Dansk. Botan. Arkiv, Bd. 5, No. 2, str. 1—17.
26. — 1928. Morphological and cytological studies of *Bicornes*. — Dansk. Botan. Arkiv, Bd. 6, No. 1, str. 1—27.
27. — 1932. Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Ökologie und Phylogenie. — Hereditas XVI, str. 19—40.



28. — 1933. Studies on polyploid ecotypes in *Vaccinium uliginosum* L. — *Hereditas* XVIII, str. 122—128.
29. — 1938. Studies on the significance of polyploidy. II. *Orchis*. — *Hereditas* XXIV, str. 258—264.
30. Håkansson A.: 1929. Über verschiedene Chromosomenzahlen in *Scirpus palustris* L. — *Hereditas* XIII, str. 53—60.
31. — 1933. Beiträge zur Polyploidie der Umbelliferen. — *Hereditas* XVII, str. 246—248.
32. Heilborn O.: 1933. Über Eutelie oder Zellkonstanz in pflanzlichen Geweben. (Methoden und Probleme). — *Sv. Botan. Tidskrift*. Bd. 27, H. 2, str. 161—201.
33. — 1934. The origin and preservation of polyploidy. — *Hereditas* XIX, str. 233—242.
34. — 1935. Reduction division, pollen lethality and polyploidy in apples. — *Acta Horti Bergiani*, Bd. 11, No. 7, str. 129—184.
35. Honing J. A.: 1928. *Canna* crosses. II. The chromosome numbers of *Canna glauca*, *C. glauca* × *indica* F<sub>1</sub>, *C. aureo-vittata* gigas. — Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool at Wageningen, Vol. 32, str. 1—14. (Cytuję za Müntzingem 1936).
36. Irmischer E.: 1936. Systematische und genetische Pflanzengeographie. — *Fortschritte d. Botanik*, Bd. V, str. 104—130.
37. Jenkin T. J.: 1933. Interspecific and intergeneric hybrids in herbage grasses. Initial crosses. — *Journ. of Genetics*, Vol. 28, No. 2, str. 205—264.
38. Jörgensen C. A.: 1925. Studies on *Callitrichaceae*. — *Dansk Botan. Tidsskrift*, Vol. 38.
39. — 1928. The experimental formation of heteroploid plants in the genus *Solanum*. — *Journ. of Genetics*, Vol. 19, No. 2, str. 133—211.
40. Kihara H.: 1930. Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. — Kihara H. und Nishiyama I. Genomaffinitäten in tri-, tetra- und pentaploiden Weizenbastarden. — *Cytologia*, Vol. 1, No. 3, str. 263—284.
41. — 1937. Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. VII. Kurze Übersicht über die Ergebnisse der Jahre 1934—36. — *Mem. Coll. Agr. Kyoto Imp. Univ.*, No. 41 (Genetic. Ser. No. 7), str. 1—61.
42. Kihara H. und Ono T.: 1927. Chromosomenzahlen und systematische Gruppierung der *Rumex*-Arten. — *Zeitschr. f. wiss. Biologie*, Abt. B., Bd. 4, H. 3, str. 475—481.
43. Kostoff D. and Kendall J.: 1931. Studies on certain *Petunia* aberrants. — *Journ. of Genetics*, Vol. 24, No. 2, str. 165—178.
44. — 1934. Studies on polyploid plants. III. Cyto-genetics of tetraploid tomatoes. — *Gartenbauwissenschaft*, Bd. 9, H. 1, str. 20—44.
45. Langlet O.: 1927. Zur Kenntnis der polysomatischen Zellkerne im Wurzelmeristem. — *Sv. Botan. Tidskrift*, Bd. 21, H. 4, str. 397—422.
46. Leván A.: 1936. Zytologische Studien an *Allium Schoenoprasum*. — *Hereditas* XXII, str. 1—128.

47. Lilienfeld F. A.: 1936. Karyologische und genetische Studien an *Fragaria*. II. Ist *Fragaria elatior* eine autopolyploide Pflanze. — Japan. Journ. of Botany, Vol. VII, No. 2, str. 119—149.

48. Liljefors A.: 1934. Über die normale und apospore Embryosackentwicklung in der Gattung *Sorbus*, nebst einigen Bemerkungen über die Chromosomenzahlen. — Sv. Botan. Tidskrift, Bd. 28, H. 2, str. 290—299.

49. Lindstrom E. W.: 1932. A fertile tetraploid tomato. — Journ. of Heredity, Vol. 23, No. 3, str. 115—121.

50. Lindstrom E. W. and Humphrey L. M.: 1933. Comparative cyto-genetic studies of tetraploid tomatoes from different origins. — Genetics, Vol. 18, str. 193—209.

51. Ljungdahl H.: 1924. Über die Herkunft der in der Meiosis konjugierenden Chromosomen bei *Papaver*-Hybriden. — Sv. Botan. Tidskrift, Bd. 18, H. 2, str. 279—291.

52. Lorz A.: 1937. Cytological investigations on five Chenopodiaceous genera with special emphasis on chromosome morphology and somatic doubling in *Spinacia*. — Cytologia, Vol. 8, No. 2, str. 241—271.

53. McCullagh D.: 1934. Chromosome and chromosome morphology in *Plantaginaceae*. I. — Genetica XVI, str. 1—44.

54. Manton I.: 1934. The problem of *Biscutella laevigata* L. — Zeitschr. f. ind. Abstamm.- u. Vererb.-Lehre, Bd. LXVII, H. 1, str. 41—57.

55. — 1935. The cytological history of Watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). — Zeitschr. f. ind. Abstamm.- u. Vererb.-Lehre, Bd. LXIX, H. 1, str. 132—157.

56. Marchal E. Em: 1907—1911. Aposporie et sexualite chez les mousses. — Bull. de l'Acad. Roy. de Belg.-Bruxelles. I. — 1907. II. — 1909. III. — 1911.

57. Matsuura H.: 1936. On karyo-ecotypes of *Fritillaria camschatcensis*. — Journ. of Fac. Sc. Hokkaido Imp. Univ. Ser. V, Vol. III, No. 5, str. 219—232.

58. Meurman O.: 1933. Chromosome morphology, somatic doubling and secondary association in *Acer platanoides* L. — Hereditas XVIII, str. 145—173.

59. — 1933—35. Some additional remarks to the question of polyploid *Acer platanoides* biotypes. — Mem. Soc. pro Fauna et Flora Fenn. 10, str. 74—76.

60. Michaelis P.: 1925. Über den Einfluss der Kälte auf die Reduktionsteilung von *Epilobium*. — Planta, Bd. 1, H. 5, str. 569—582.

61. Müntzing A.: 1936 a. The evolutionary significance of autopolyploidy. — Hereditas XXI, str. 263—378.

62. — 1936 b. The chromosomes of a giant *Populus tremula* L. — Hereditas XXI, str. 383—393.

63. — 1937 a. The effect of chromosomal variation in *Dactylis*. — Hereditas XXIII, str. 113—235.

64. — 1937b. Polyploidy from twin seedlings. — *Cytologia*, Fujii Jub. Vol. str. 211—227.

65. Müntzing A., Tometorp G. and Mundt-Petersen K.: 1936—37. Tetraploid barley produced by heat treatment. — *Hereditas* XXII, str. 401—406.

66. Nakamura M.: 1937. Cyto-genetical studies in the genus *Solanum*. I. Autopolyploidy of *Solanum nigrum* Linn. — *Cytologia*, Fujii Jub. Vol. str. 57—68.

67. Nawaszyń M.: 1927. Variabilität des Zellkerns bei *Crepis*-Arten in Bezug auf die Artbildung. — *Zeitschr. f. Zellf. u. mikr. Anat.* Bd. 4, str. 171—215.

68. — 1929. Studies on polyploidy. I. Cytological investigations on triploidy in *Crepis*. — *Univ. California Public. Agric. Sc.*, Vol. 2, No. 14, str. 377—400.

69. Němec B.: 1904. Über ungeschlechtliche Kernverschmelzungen. IV. Mitteilung. — *Sitzb. d. königl. böhm. Gesell. d. Wiss. in Prag.* str. 1—14.

70. Newton W. C. F. and Darlington C. D.: 1929. Meiosis in polyploids. I. — *Journ. of Genetics*, Vol. 21, str. 1—16.

71. Nilsson-Ehle H.: 1936. Über eine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula* L. — *Hereditas* XXI, str. 379—382.

72. Nilsson N. H.: 1920. Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche und gestörte Mendelzahlen bei *Oenothera Lamarckiana*. — *Hereditas* I, str. 41—67.

73. Nishiyama I.: 1934. The genetics and cytology of certain cereals. VI. Chromosome behaviour and its bearing on inheritance in triploid *Avena* hybrids. — *Mem. of Coll. of Agric. Kyoto Imp. Univ.*, No. 32, str. 1—157.

74. Nordenkiöld Hedda: 1937. Intra- and interspecific hybrids of *Phleum pratense* and *P. alpinum*. — *Hereditas* XXIII, str. 304—316.

75. Peterson D.: *Stellaria*-Studien. — *Botan. Notiser*, str. 279—419.

76. Peto F. H.: 1933. The cytology of certain intergeneric hybrids between *Festuca* and *Lolium*. — *Journ. of Genetics*, Vol. 28, No. 1, str. 113—156.

77. Piech K.: 1929. Poliploidalność w świecie roślinnym w związku z zagadnieniem powstawania nowych gatunków. — *Kosmos* B. Tom LIV, zes. III, str. 444—515.

78. — 1932. Znaczenie badań cytologicznych dla hodowli roślin w ogrodnictwie. — *Ogrodnictwo*, rocznik XXVIII, str. 139—150 i 169—212.

79. Povolocko, P. A.: 1935. An autotetraploid of *Nicotiana glauca* obtained by regeneration effected by growth hormones. — *C. R. (Doklady) Acad. Sci. de l'URSS*, Vol. 4, str. 77—80.

80. Randolph L. F.: 1932. Some effects of high temperature on polyploidy and other variations in maize. — Proc. of Nation. Acad. of Scien., Vol. 18, No. 3, str. 222—229.

81. — 1935. Cytogenetics of tetraploid maize. — Journ. of Agric. Research, Vol. 50, No. 7, str. 591—605.

82. Rohweder H.: 1935. Beiträge zur Systematik und Phylogenie der Genus *Dianthus* unter Berücksichtigung der karyologischen Verhältnisse. — Botan. Jahrbücher, Bd. LXVI, H. 3, str. 249—269.

83. — 1936. Die Bedeutung der Polyploidie für die Anpassung der Angiospermen an die Kalkgebiete Schleswig-Holsteins. — Beih. z. Bot. Cbl. Bd. LIV. Abt. A., str. 507—519.

84. Rosenberg O.: 1926—27. Die semiheterotypische Teilung und ihre Bedeutung für die Entstehung verdoppelter Chromosomenzahlen. — Hereditas VIII, str. 305—338.

85. Sakai K.: 1933—34. Studies on the chromosome numbers in alpine plants. I. — Japan. Journ. of Genetics, Vol. IX, str. 226—230.

86. Sakamura F. und Stow I.: 1926. Über die experimentell veranlasste Entstehung von keimfähigen Pollenkörnern mit abweichenden Chromosomenzahlen. — Japan. Journ. of Botany, Vol. III, No. 2, str. 111—137.

87. Sansome F. W. and Philp J.: 1932. Recent advances in plant genetics. — London.

88. Sansome F. W. and Silva S. S.: 1932. Polyploidy and vitamin C. — Biochemical Journ., Vol. XXVII, No. 6, str. 1935—1941.

89. Satina S. i Blackeslee A. F.: 1935. Cytological effects of a gene in *Datura* which causes dyad formation in sporogenesis. — Botan. Gazette, Vol. 96, str. 521—532.

90. Sax K.: 1936. Polyploidy and geographical distribution in *Spiraea*. — Journ. Arnold Arboret., Vol. XVII, str. 352—356.

91. Scheerer H.: 1937. Experimentelle und zytologische Untersuchungen innerhalb der *Veronica*-Gruppe *Pentasepala*. — Flora N. F. Bd. 31, str. 287—323.

92. Schlösser C. A.: Frosthärte und Polyploidie. — Züchter, Bd. 8, H. 3, str. 75—80.

93. Schwanitz F.: 1932. Experimentelle Analyse der Genom- und Plasmonwirkung bei Moosen. V. Protonemaregeneration aus Blättchen, Chloroplastengrösse, Chloroplastenzahl, assimilatorische Relation. — Zeitschr. f. ind. Abstamm.- und Vererb.-Lehre, Bd. LXII, str. 232—248.

94. Senjaninova M.: 1927. Beitrag zur vergleichend-karyologischen Untersuchung des Linneons *Valeriana officinalis* L. (*sensulato*). — Zeitschr. f. Zellf. u. mikroskop. Anat., Bd. 5, H. 5, str. 675—679.

95. Shimotomai N.: 1933. Zur Karyogenetic der Gattung *Chrysanthemum*. — Journ. of Sci. of Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 2, Vol. 2, str. 1—100.

96. Simonet M.: 1934. Stabilité chromosomique et parfaite constitution pollinique d'un hybride entre espèces à nombres inégaux et aneuploïdés de chromosomes (*Iris autosyndetica* Nob.) — Bull. Soc. Bot. de France, T. LXXI, str. 273—283.
97. — 1935. Contributions a l'étude cytologique et génétique de quelques *Agroryrum*. — C. R. Seanc. Acad. Sci., Paris, Vol. 201, str. 1210—1212.
98. Skalińska M.: 1937. The taxonomical value of two tetraploid groups of *Aquilegia*. — Bibl. Univ. Liberae Polonae, Ser. B, No. 4, str. 1—35.
99. Stockwell P.: 1935. Chromosome numbers of the *Cactaceae*. — Botan. Gazette, Vol. 96, No. 3, str. 565—570.
100. Sweschnikowa I.: 1929. *Vicia sativa* L. and *Vicia cracca* L. — Annals of Timiriasev Agric. Acad. 4, str. 1—22.
101. Tischler G.: 1935. Die Bedeutung der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig-Holsteins, mit Anblicken auf andere Florengebiete. — Botan. Jahrbücher, Bd. LXVII, H. 1, str. 1—36.
102. — 1937 a. Die Halligenflora der Nordsee im Lichte cytologischer Forschung. — Cytologia, Fujii Jub. Vol., str. 162—170.
103. — 1937 b. On some problems of cytotaxonomy and cytology. — Journ. of Indian Botan. Soc., Vol. XVI, No. 3, str. 165—169.
104. Turesson G.: 1926 a. Die Bedeutung der Rassenökologie für Systematik und Geographie der Pflanzen. — Fedde Repert. — Beihefte, Bd. XLI, str. 15—37.
105. — 1926 b. Studien über *Festuca ovina* L. I. Normalgeschlechtliche, halb- und ganzvivipare Typen nordischer Herkunft. — Hereditas VIII, str. 161—205.
106. — 1930. Studien über *Festuca ovina* L. II. Chromosomenzahl und Viviparie. — Hereditas XIII, str. 177—184.
107. — 1931 a. Studien über *Festuca ovina* L. III. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Chromosomenzahlen viviparer Formen. — Hereditas XV, str. 13—16.
108. — 1931 b. Über verschiedene Chromosomenzahlen in *Allium Schoenoprasum* L. — Botan. Notiser, str. 15—20.
109. — 1932. Die Pflanzenart als Klimaindikator. — Kungl. Fysiograf. Sällskapet i Lund Förhandlingar. Bd. 2, No. 4, str. 1—35.
110. Ufer M.: 1927. Vergleichende Untersuchungen über *Cleome spinosa*, *Cleome gigantea* und ihre *Gigas*-Formen. — Diss. Hamburg, str. 1—59.
111. De Vries H.: 1906. Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation. — Berlin.
112. Walter H.: 1927. Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. — Jena, Gustav Fischer.
113. Wettstein F.: 1924. Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Moose auf genetischer Grundlage I. — Zeitschr. f. ind. Abstamm.- u. Vererb.-Lehre, Bd. XXXIII, str. 1—236.

114. — 1928. Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Moose auf genetischer Grundlage. II. — *Bibliotheca Genetica*, Bd. X, str. 1—216.

115. Winge Ö.: 1933. A case of amphidiploidy within the collective species *Erophila verna*. — *Hereditas* XVIII, str. 181—191.

116. Winkler H.: 1916. Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. — *Zeitschr. f. Botanik*, Bd. VIII, str. 417—531.

117. — 1920. Verbreitung und Ursache der Parthenogenesis im Pflanzen- und Tierreiche. — Jena, Gustav Fischer.

118. Wulff H. D.: 1936. Die Polysomatie der Chenopodiaceen. — *Planta*, Bd. 26, H. 2, str. 275—290.

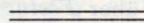
119. — 1937. Karyologische Untersuchungen an der Halophytenflora Schleswig-Holsteins. — *Jahrb. f. wiss. Botanik*, Bd. 84, H. 5, str. 812—840.

120. Yamamoto Y.: 1933. Karyotypes in *Rumex acetosa* L. and their geographical distribution. — *Japan. Journ. of Genetics*, Vol. VIII, str. 264—274.

121. — 1935. Karyogenetische Untersuchungen bei der Gattung *Rumex*. II.  $F_1$  — Bastard zwischen *Rumex acetosa* L. und *Rumex montanus* Desf. III. Eine autohexaploide Pflanze bei *Rumex acetosa* L. — *Japan. Journ. of Genetics*, Vol. XI, str. 6—17.

122. — 1936 a. Über das Vorkommen von triploiden Pflanzen bei Mehrlingskeimlingen von *Triticum vulgare* Vill. — *Cytologia*, Vol. 7, No. 3, str. 431—436.

123. — 1936 b. Ein haplo-diploides Zwillingsspaar bei *Triticum vulgare* Vill. — *Botan. Magazin Tokyo*, Vol. 50, str. 573—581.



STANISŁAW PAWŁOWSKI

## Zagadnienie moreny końcowej (czołowej).

### Definicja moreny wogóle.

Jak powstało i jak się rozwijało pojęcie „moreny“, wyjaśnił A. v. Böhm w zasłużonym dziele p. t. „Geschichte der Moränenkunde“ (Wiedeń 1901). Autor przeprowadził tam dokładną analizę literatury do r. 1900. Wątpię, czy dałoby się coś więcej w tej materii powiedzieć.

Z tej zasłużonej pracy dowiadujemy się (p. str. 60), iż w r. 1837 L. Agassiz, wzorując się na pojęciach moreny, podanych w pismach Besson'a, Coxe'a i Saussure'a, próbował ustalić pojęcie moreny w następujących słowach: „Tout le monde, en Suisse, connaît les glaciers et sait que leurs bords sont entourés de digues de blocs arrondis qu'on appelle des moraines, et qui sont continuellement poussées en avant ou abandonnées par les glaciers à mesure qu'ils avancent ou qu'ils se retirent“. Wynika z tego, iż Agassiz uważał wtedy za morenę tylko wały akumulacyjne z boków i z obu stron lodowca, czyli tylko — według naszych dzisiejszych pojęć — morenę końcową i flankową lodowca. W r. 1840 w swych „Etudes sur les glaciers“ podał inną, daleko szerszą definicję moreny, a mianowicie: „On donne dans les Alpes de Suisse française le nom des moraines à ces accumulations de roche qui sont adossées comme des remparts contre les flancs des glaciers ou qui s'élèvent à leur surface et les accompagnent dans toute leur longueur“. W innym piśmie w tym roku podał krótko „on donne le nom de moraines aux dépôts faits par les glaciers“.

Ugruntował to pojęcie moreny J. de Charpentier w swoim „Essai sur les glaciers“, wyrażając się krótko

(str. 44—45) „ces amas de débris portent en français le nom de moraines“. Od tego czasu weszło ono w tej formie do podręczników glaciologii. Jako „Trümmer der Gletscher“, są znane moreny u A. Heima (H. d. Gletscherkunde, Stuttgart 1884, str. 338—410). Także H. Hess (Die Gletscher, Braunschweig 1904, str. 179), idąc za Agassizem, definiuje morenę jako „allen Schutt, der auf-, in-, oder unter dem Gletscher transportiert und von diesem seiner Bewegung und Abschmelzung entsprechend abgelagert wird“. Taka definicja moreny jest znana w przeważnej części podręczników geologii i geografii. Także dzieła traktujące ogólnie o zlodowaceniu nie inaczej morenę pojmują (J. Geikie: The great Ice Age, Londyn 1894, str. 8 i i. F. E. Geinitz: Die Eiszeit, Braunschweig 1906, str. 14—18, W. B. Wright, The Quaternary Ice Age, Londyn 1914, str. 4, 5, 7 i i. P. Woldstedt, Das Eiszeitalter, Stuttgart 1929, str. 14 i i.).

To przypomnienie jest ważne, ponieważ — jak niżej zobaczymy — zaczyna się pojawiać tendencja, ażeby również inne utwory ekstramarginalne uważać za moreny końcowe i nazywać je wogóle morenami. Otóż zejście ze zgodnego stanowiska glaciologów, iż morenami są wyłącznie „les dépôts des glaciers“, grozi chaosem, który zaczyna się też w istocie do nauki w tej dziedzinie wkradać.

Ażeby wyjaśnić w związku z tym pojęcie moreny końcowej, należy wprzód choć najkrócej wspomnieć o podziale moren wogóle.

### Podział moren.

Pierwszy zaczął rozróżniać moreny w sposób możliwie ścisły L. Agassiz w r. 1840. Na klasyfikację moren zwrócił również uwagę D. Dollfuss-Ausset w dziele „Matériaux pour l'étude des glaciers“ z r. 1864 (str. 395—396). Pewne sugestie w tej dziedzinie posiadał T. C. Chamberlin (w r. 1878, 1883, 1891, 1893, 1894—1897), R. Credner (1878, 1880), A. Penck (w r. 1879, 1882, 1891) i inni badacze. Bardzo przyczynił się do sprecyzowania pojęcia moren A. Heim (w r. 1884). Próbę nowego sklasyfikowania utworów lodowcowych reprezentuje praca H. B. Woodworth'a (The ice-contact in the classification of glacial deposits. Amer. Geol. Minneapolis 1899, str. 80—86).



Mimo tych usiłowań panowało nie małe zamieszanie w nauce na polu klasyfikacji moren, skoro uznano za konieczne zwołanie konferencji międzynarodowej w r. 1899 w Gletsch w Szwajcarii i uporządkowanie tej sprawy. Konferencja, w której wzięli udział między innymi tacy badacze, jak E. Brückner, E. v. Drygalski, F. A. Forel, A. Heim, M. Lugeon, A. Penck, E. Richter, Sarasin, v. Toll, opracowała następujący projekt klasyfikacji moren, opierając się głównie na doświadczeniach zaczerpniętych z glaciologii alpejskiej i mając na myśli przede wszystkim potrzeby glaciologii alpejskiej (tab. I).

Podano także podział moren według ich składu petrograficznego oraz wyróżniono kilka typów moren przejściowych, ale klasyfikacje te nie posiadają większego znaczenia.

Lecz także klasyfikacja podstawowa okazała się niezbyt ścisła i spotkała się z ostrą krytyką v. Böhma. (Gesch. d. Moränenkunde... str. 220—244). A. v. Böhm stanął naprzód w obronie dawnych określeń na oznaczenie moren mianowicie „Gandecken“ i „Gufferlinien“, które to określenia wyparte zostały od czasu Agassiza przez ogólniejszy termin „moreny“. Potem zarzucił podziałowi brak jednolitości oraz pewną kompromisowość i sztuczność. Wykazał to specjalnie na przykładzie „moraine inférieure“ i „moraine de fond“, które to pojęcia się pokrywają. Najcięższy jednak zarzut był ten, że klasyfikacja jest klasyfikacją według położenia, a nie według genezy i że w niedostateczny sposób wyróżnia, za czym przemawiał na konferencji Forel, moreny świeżych, żyjących lodowców (moraines vivantes) od moren dawnych lodowców (moraines géologiques).

Wobec tego A. v. Böhm zaproponował własny podział (str. 245—263), który jednak w nauce się nie przyjął. Warto jednak ten podział przytoczyć, ponieważ jest to jedna z poważniejszych prób podziału moren, jakie się wyłoniły po konferencji szwajcarskiej (tab. II).

Hess (Die Gletscher str. 207) przyjął z małymi zmianami (Untermoränen zastąpił Grundmoränen i usunął drumliny) klasyfikację konferencji. Przyjęła się ona także zarówno w geografii (E. de Martonne: *Traité de géographie physique*... IV. wyd. 1929, str. 870—871), jak i w geologii (P. Woldstedt: *Das Eiszeitalter*... 1929, str. 14—15).

## Tab. I.

m. mouvantés moving m. Bewegte Mor. moreny w ruchu	m. superficielles surfact m. Obermor. m. powierzchniowe m. internes internal m. Innenmor. m. wewnętrzne m. inférieures basalm. Untermor. m. dolne	m. latérales lateral m. Seitenmor. m. boczne m. médianes medial m. Mittelmor. m. środkowe	m. riveraines flank m. Ufermor. m. flankowe m. frontales terminal m. Stirnmor. m. czołowe
m. déposées deposited m. abgelagerte Mor. moreny w spoczynku	m. remparts dumped m. Wallmor. m. wałowe	m. longitudinales longitudinal m. Längsmor. m. podłużne m. marginales border m. Rand- oder Endmor. m. krawędziowe lub końcowe	
	m. de fond ground m. Grundm. m. denne	m. profondes ground m. Grundmoränendecke m. denne drumlins drumlins Drumlins drumlins	
moraines moraines Moränen moreny			

Tab. II.

<p><b>Gletscher</b></p> <p>Oberflächenmor. Innenmor. Grundmor.</p>	<p>Seitenmor. Mittelmor. Deckmor. Siebmor.</p> <p>Adernor. Einschnasungsmor. Sohlenmor.</p>	<p>Wandermoränen</p> <p>Stapelmoränen oder Umwallungsmoränen</p> <p>Schwundmoränen</p>	<p>Ufermor. Stirnmor.</p> <p>Haldenmor. Feldmor.</p>	<p>Randmor. Endmor.</p> <p>Stapelmoränen</p> <p>Schwundmor.-Decke (Grundmor.-Decke) Schwund - Mittelmor. Drumlins</p>	<p>Eiszeit</p> <p>Schwundmoränen</p>
--	---	--	--	---	--------------------------------------

A jednak nie jest to klasyfikacja ścisła i A. v. Böhm, krytykując ją, miał wiele racji. Naprzód nie jest to klasyfikacja genetyczna. Gdy się jednak i na tę klasyfikację zgodzimy, to musimy stać na stanowisku, że klasyfikacja tylko wtedy jest dobra, kiedy podstawa podziału jest ta sama. Nie wolno stosować przy podziale kilku podstaw równocześnie, bo wywołuje to zamieszanie. To prawo logiczne nie zostało jednak zachowane w przypadku klasyfikacji konferencji. Skoro więc przeprowadzało się podział według położenia, to ani moreny wałowe (moraines remparts), ani moreny podłużne (moraines longitudinales), ani drumliny tu nie należą. Moreny wałowe bowiem zostały wyróżnione według kształtu, moreny podłużne według kierunku i rozciągłości, a drumliny ani według położenia, ani według kształtu, ani według kierunku. Klasyfikacja więc nie jest ani ścisła, ani wystarczająca.

Nas tu jednak specjalnie obchodzi ten szczegół, gdzie zostały umieszczone w tym podziale moreny końcowe.

Wystarczy porównać klasyfikację konferencji z klasyfikacją A. v. Böhma, ażeby zauważyć dużą różnicę w pojmowaniu moren końcowych. W klasyfikacji moreny wałowe (moraines remparts) dzielą się na podłużne i krawędziowe (moraines marginales), a te znowu na moreny flankowe (moraines riveraines) i na moreny czołowe (moraines frontales). Podział ten, za którym stał autorytet A. Pencka, jest ścisły i słuszny, zwłaszcza w odniesieniu do lodowców alpejskich. Nie ulega bowiem wątpliwości, że moreny flankowe są tak samo morenami krawędziowymi jak moreny czołowe. Pojęcie bowiem „moraines marginales“ jest szersze niż pojęcie „moraines riveraines“ lub „moraines frontales“.

Z tego powodu nie wydaje się rzeczą słuszną odróżnianie, jak to czynił A. v. Böhm, „Randmoränen“ od „Endmoränen“ oraz identyfikowanie „Randmoränen“ przy lodowcach dawnych z „Ufermoränen“ przy lodowcach istniejących lub „Endmoränen“ przy lodowcach dawnych ze „Stirnmoränen“ przy lodowcach istniejących. Znowu bowiem pojęcie „Endmoränen“ jest szersze od pojęcia „Randmoränen“. Nie każdy „koniec“ (Ende) obiektu jest „krawędzią“ tego obiektu. Są przedmioty, które się wogóle nie kończą krawędziami. Także pojęcie „Randmoränen“ jest szersze od pojęcia „Ufermoränen“ i obejmuje zarówno „Ufermoränen“ jak i „Stirnmoränen“. Lodowiec bowiem ma krawę-

dzie zarówno z boku jak i z frontu. To samo dotyczy pojęcia „Endmoränen“ i „Stirnmoränen“. Pojęcie „Endmoränen“ jest szersze, obejmuje jak słusznie konferencja przyjęła, „Ufermoränen“ i „Stirnmoränen“.

Z tego wniosek, iż nie można, jak się jednak pospolicie dzieje (por. P. Woldstedt: *Das Eiszeitalter*... str. 15 i wielu innych autorów), identyfikować moreny końcowe z morenami czołowymi. „Morena końcowa“ jest w każdym razie pojęciem szerszym aniżeli pojęcie „moreny czołowej“. Przy tym wszystkim pojęcie „moreny czołowej“ może być stosowane raczej przy lodowcach alpejskich lub przy wielkich językach (lobach) lodowców kontynentalnych na oznaczenie moreny znajdującej się u czoła wysuwającej się naprzód masy lodu. W obu zaś wypadkach należy rozumieć przez front lodowca tę jego stronę, w którą lodowiec wysuwa się najdalej od źródła jego pochodzenia. Oczywiście, w nowszych czasach zaszła potrzeba jeszcze innego podziału „moren końcowych“, o czym niżej.

#### Morena końcowa, jej geneza i rozwój pojęć.

Już bardzo wcześnie było wiadome, że moreny końcowe mogą powstawać zarówno przez procesy akumulacyjne lodowca jak i przez ruch lodowca. Besson (1777—1780), Saussure (1779), Coxe (1779) przyjmowali, iż moreny są to wały usypane u brzegów i u czoła lodowca z materiału przyniesionego przez lodowiec, a pochodzącego z otaczających go skał. Lecz już w r. 1776 referował N. Desmarest (*Sur le mouvement progressif des glaces, dans les glaciers et sur les phénomènes qui dépendent de ce déplacement successif. Observ. sur la physique, Paris 1779, str. 390*), że „les matériaux de ces terrasses (tu ma na myśli moreny czołowe) ont été visiblement accumulés dans ces parties par le frottement des glaçons qui usent le lit sur lequel ils se meuvent et qui poussent en même temps devant eux les débris qu'ils détachent du fond des bassins qu'ils se creusent“.

Morenami były przeto w drugiej połowie 18 wieku tylko moreny boczne lub czołowe, powstałe w postaci wałów, czy to na drodze procesów akumulacji lodowcowej, czy to na skutek ruchu lodowca. W tym pojęciu moreny flankowe i czołowe, jako wyłączne moreny, przetrwały do r. 1838, w którym to roku L. Agassiz rozciągnął pojęcie moreny i na moreny na lo-

\*

dowcu, rozróżniając na nim moreny środkowe (moraines médianes). W swoich „Etudes sur les glaciers“ .. (str. 113—114) wyjaśnia, że moreny flankowe i czołowe pochodzą w części z moren powierzchniowych, które dostają się na dno lodowca, ale przeważnie biorą początek z gruzowego materiału, który lodowiec w swym ruchu naprzód przesuwa, lub który znajduje się między lodowcem a ścianami go otaczającymi. Do moreny dostaje się ten materiał gruzowy, który lodowiec napotyka przy swoim ruchu na dnie. A więc, jakbyśmy dziś powiedzieli, materiał moreny dennej. Również Ch. Godofroy (Notice sur les glaciers, les moraines et les blocs erratiques des Alpes, Paris et Genève 1840, str. 23—24) sądzi, że moreny flankowe i czołowe powstały nie tyle przez transport i akumulację lodowca, ile przez ruch wygniatający lodowca i przez przesuwanie materiału morenowego na inne miejsce. W ten sposób na przykładzie lodowców alpejskich zostały już dość wcześnie rozróżniano dwa genetycznie różne typy moren końcowych.

Nie było jednak uporządkowanej terminologii moren końcowych. Dopiero D. Dollfus-Ausset (Matériaux pour l'étude des glaciers. Paris 1864—70, str. 412—413) rozróżnił moraines latérales (Seitenmoränen) od moraines riveraines (Ufermoränen). Moreny flankowe (moraines riveraines) są to „matériaux déposés sur les rives par suite du mouvement transversal et d'ablation du glacier“, podczas gdy „moraines latérales“ są to „matériaux sur les parties du dos du glacier rapprochés des rives d'encaissement“. Mniej udatne jest rozróżnienie „moraines terminales“ (débris sur la surface de la pente terminale du glacier, talus terminal, frontal) i „moraines frontales“ (blocs et fragments de roche sur le sol, en aval de la pente terminale du glacier).

Nie przyjęły się terminy wysunięte przez T. C. Chamberlina w r. 1878 (Observations on the Recent Glacial Drift of the Alps. Fr. Wisconsin Ac. Sc. vol. V, 1877/81, Madison 1882), który moreny czołowe powstałe przez wygniatanie przy ruchu lodowca zowie „peripheral moraines“. W r. 1883 T. C. Chamberlin zidentyfikował „peripheral moraines“ z „moraines of recession“ (Prelim. Paper on the Terminal Moraine. Ann. Rep. U. S. Geol. Surv. 1881/82, str. 400, Washington 1883), a w r. 1890 i 1891 (Boulders Belts distinguished from Boulder Trains. Bull. Geol. Soc. Am. N. York 1890, str. 27—

31; Sur la classification génétique des dépôts pléistocènes. *Compte R. C. Geol. Int. Washington 1891*, str. 182) rozróżniał trzy rodzaje moren końcowych, a mianowicie: 1) „dump moraines“ utworzone z materiału unoszonego na powierzchni lub w środku lodowca, który zbiera się przy końcu lodowca, 2) „push moraines“, które powstają przez mechaniczne ciśnienie lodu w czasie ruchu napród na luźny materiał spotykamy na drodze, 3) „lodge moraines“, której materiał pozostaje na miejscu pod cienkim końcem lodowca i jako wyraz submarginalnej akumulacji. Słusznie A. v. Böhm (l. c. str. 161) przypuszcza, że chodzi tu o morenę denną.

Niezwykle ciekawe jest też, iż N. S. Shaler (*Report on the Geology of Marthe's Vineyard Am. Rep. U. S. Geol. Sur., of Cape Ann., Massachussetts. Ibidem, IX, 1887/88, Washington 1889*, str. 529—611) już w latach 1885/86 i 1887/89 pisze krótko: „frontal or shoved moraines“ lub „formed when the materials have been pushed before the glaciers“.

Modny więc dziś pogląd w Europie, aby moreny dawnego zlodowacenia kontynentalnego uważać przeważnie za moreny powstałe na skutek ciśnienia lodowca niż jego akumulacji, ma więc swoją dość długą historię.

Równocześnie z tym potrzeba osobnej nazwy na oznaczenie moren zsuniętych (wyciśniętych) stała się bardzo aktualna z tą chwilą, kiedy zaczęły się mnożyć spostrzeżenia i wzmianki o efektach ciśnienia wywieranego na materiał złożony pod lodowcem w czasie jego ruchu naprzód (J. Geikie: „*The great Ice Age, Londyn, 1874*, str. 265; A. E. Nordenskjöld: *Ofversigt of Isfjordens.. Geol. Fören, Förh. Bd. II, str. 246*; Steenstrup: *Meddelser om Groenland, IV, str. 221*); L. Holmström: *Om moröner och terrasser. Ofv. K. Vet. Akad. Förh., Stockholm 1879, No. 2, str. 6*; A. Penck: *Die Gletscher Norwegens, Mitt. d. Ver. f. G. Leipzig 1879, str. 38*; R. Credner: *Über Schichtenstörungen im Untergrunde des Geschiebelehmes... J. d. D. Geol. Ges. Berlin 1880, str. 75—100*). To też wnet G. Berendt (*N. Jhrb. Min. Geol. Pal. 1881, str. 422—423*) zaproponował dla moren końcowych akumulacyjnych nazwę „Stürzmoränen“, a dla moren zsuniętych „Staumoränen“. A. Penck miał jednak już w r. 1879 (*Die Gletscher Norwegens... str. 38*) wątpliwości, czy można niskie wały morenowe z lodowców norweskich uważać za moreny czołowe,

skoro powstały one z materiału podłoża przez ruch posuwającego się naprzód lodowca. Te wątpliwości żywił Penck jeszcze w r. 1894, gdyż w swojej „Morphologie der Erdoberfläche“ nie wyróżnił moren końcowych zsuniętych. Przeciwnie mówi o tym (str. 406) procesie w ten sposób: „schreitet das Gletscherende..., so schiebt sich das Eis über die entstandene Endmoräne und den aufgeschütteten Sandr hinweg und erodiert beide. Zugleich kommt es während des Vorschreitens nicht zu Bildung der Endmoräne. Auch beim schnellen Rückschreiten des Gletschers kommt es nicht zur Bildung einer Endmoräne“. Za moreny końcowe uważa (str. 401) wały u czoła i brzegów lodowca i dzieli je na flankowe i czołowe. Moreną czołową jest morena końcowa tylko w ścisłym tego słowa znaczeniu.

Nieco inaczej wygląda sprawa moren końcowych zsuniętych w dziele Pencka „Die Vergletscherung der Deutschen Alpen..“ (Leipzig 1882, str. 117—127), w którym autor wspomina o morenach końcowych, które powstały z materiału moreny dennej przez wygniatanie. W pracy tej dzieli moreny końcowe na zbudowane 1) z materiału moreny dennej i powierzchniowej, 2) z materiału moreny powierzchniowej, 3) z materiału moreny dennej.

A. Heim (H. d. Gletscherkunde, Stuttgart 1885) jest zdania, że moreny końcowe powstają albo w czasie postoju lodowca (str. 356), albo w czasie jego ruchu naprzód (str. 361). W pierwszym przypadku morena powstaje ze zmieszania się z moreną denną, w drugim przypadku do moreny dennej dołącza się także kanciasty materiał, który spadł z lodowca.

Odtąd przyjęły się w nauce dwa wyżej wspomniane typy moren końcowych, znane oddawna, mianowicie moreny akumulacyjne (zwałowe) i moreny zsunięte. Rozróżnienie nastąpiło według rodzaju powstawania, a nawet według rodzaju materiału, co przy lodowcach typu alpejskiego było na ogół łatwe.

Trudności rozpoczęły się z chwilą, gdy zaczęto przenosić owe pojęcia na moreny końcowe dawnego zlodowacenia północno-europejskiego czy północno-amerykańskiego. Pokazało się bowiem, że zróżnicowanie moren końcowych co do rodzaju i co do pochodzenia materiału, z którego są zbudowane, jest tam daleko większe. Jako materiał budujący wchodzić zaczęła w rachubę nie tylko morena wewnętrzna i denna lodowca, lecz przede wszystkim utwory fluwioglacjalne, związane z moreną



denną, niekiedy utwory morskie lub jezienne, a potem utwory zandrowe, osadzone przed końcem lodowca, a nawet skały podłoża. Pokazało się, iż oprócz moren akumulacyjnych i zsuniętych istnieją przejścia i kombinacje tych dwóch typów (por. P. Woldstedt: *Das Eiszeitalter* ... str. 70), które można wyróżnić zarówno ze względu na materiał, jak ze względu na rodzaj powstania moreny końcowej. Bliżej zaczęto badać na Szpicbergu i Islandii proces powstawania moren zsuniętych (K. Gripp: *Untersuchungen an Gletschern und Moränen Spitzbergens*. J. d. Geol. G. 1927, str. 340—342; *Glaziologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition 1927*. Abh. d. Naturw. Ver. Hamburg 1929, H. 2—4, str. 149—249 i *Geologisches Zentralblatt*, Bd. 43, 1930, str. 132—136; K. Gripp-E. M. Todtmann: *Die Endmoräne des Green-Bay Gletschers auf Spitzbergen. Eine Studie zum Verständnis norddeutscher Diluvialgebilde*. Mitt. Geogr. G. Hamburg 1926, str. 43—75) oraz wpływ lodu martwego na powstawanie moren końcowych (E. M. Todtmann: *Einige Ergebnisse von glazialgeologischen Untersuchungen am Südrand des Vatna-Yökull auf Island* (1931 u. 1934). Z. d. Geol. G. 1936, str. 77—87).

W związku z tym E. M. Todtmann wyróżniła nawet (str. 79) obok moren końcowych akumulacyjnych i zsuniętych, moreny martwego lodu (Toteismoränen). Wyróżnienie to jednak nie jest trafne, ponieważ 1) rola martwego lodu jest chwilowa, 2) rola ta jest bierna, 3) objawia się w stworzeniu raczej zagłębień niż wzniesień w materiale akumulacyjnym i 4) zupełnie podobne efekty (krajobraz drobnych pagórków) wywołuje tak samo w obrębie moreny dennej jak i końcowej, przez co formy te od siebie odróżnić się nie dadzą.

Bardziej są znane kategorie moren końcowych, rozróżnione ze względu na ruch lodowca, potem ze względu na jego zasięg, powtarzalność zasięgu oraz czas powstawania itp. Mamy więc moreny progresyjne (Vorrückungsmoränen) i moreny recesyjne (Rückzugsmoränen), moreny zasięgowe główne i moreny zasięgowe stadialne, moreny z jednego zlodowacenia i moreny ponownie pokryte przez lodowiec („überfahrene Moränen“), moreny okresowe dłuższe i moreny jednoroczne.

Kategorie te nie wymagają bliższego wyjaśnienia. Jest rzeczą uderzającą, iż mało jest wśród nich określeń genetycz-

nych i że rzadko wyróżnia się typy moren skombinowanych. Lecz do tego zagadnienia jeszcze wrócimy.

Bardzo poważnie komplikuje sprawę moren końcowych zaliczenie do nich kamesów. Uczynił to pierwszy Th. F. Jamieson, uważając wprost kamesy szkockie za moreny końcowe (Quart. Journ. Geol. Soc. Londyn 1874, str. 328). Pogląd ten podzielili później F. Wahnschaffe (J. d. D. Geol. Ges. 1906, str. 10) i rozróżnił oprócz moren końcowych akumulacyjnych i zsuniętych moreny końcowe kamesowe. Pogląd ten Wahnschaffe podtrzymał jeszcze w r. 1924 (Geolog. Land-schaftstypen in Norddeutschland. Stuttgart 1924, str. 24), co nie pozostało bez wpływu na innych autorów. Tymczasem — jak mi się wydaje — kamesy nie dają się wcielić do moren końcowych. Jeszcze J. Geikie (The great Ice Age, 1877, str. 209) uważał kamesy za równoznaczne z eskerami. W literaturze amerykańskiej zaś przez kamesy rozumiano zawsze utwory osadzone w pobliżu krawędzi lodowca przez wody roztopowe, przy biernym zachowaniu się lodu. W literaturze niemieckiej P. Woldstedt, idąc prawdopodobnie za Wahnschaffem, twierdzi (Das Eiszeitalter.. str. 72), że kamesy nie dadzą się często oddzielić od wałów morenowych i że wały morenowe przechodzą niekiedy w utwory niezaburzone i warstwowane, że więc dlatego trzeba je uważać za moreny końcowe. W innym jednak miejscu (str. 99) widzi trudności w tym, czy kamesy dadzą się oddzielić od ozów. W rezultacie swych rozważań dochodzi do wniosku, że genetycznie kamesy tym się różni od ozu, że oz powstaje w szczelinach, a kamesy w szerszych przerwach w lodzie lub nawet w większych rozszerzeniach tej samej szczeliny, w której powstał już oz, tak że oz przechodzi w kamesy. Wobec takiej rozbieżności poglądów rzecz wymaga dalszego badania.

O ile zaś te badania przeprowadzone zostały na terenach, gdzie kamesy występują w większej ilości, a więc w Estonii i w okolicach Leningradu, to nie zdołano dotychczas stwierdzić niewątpliwiej przynależności kamesów do moren czołowych. F. Markus (Kameslandschaften Estlands. Z. d. D. Geol. G. 1930, str. 59) dochodzi do wniosku, badając genezę kamesów estońskich, że mogą one zarówno tworzyć część moreny końcowej lub ozu, jak również uchodzić za osobny krajobraz. Zaś K. K. Markow i W. S. Poretzky, opisując kamesy okolic Lenin-

gradu (Die spät- und postglaziale Geschichte des nordwestl. Teiles des Leningrader Gebietes. Z. f. Gletscherk. 1935, str. 113—115), nie łączą kamesów ani z morenami końcowymi, ani z ozami, lecz traktują jako samodzielne jednostki krajobrazowe.

To, co dziś możemy powiedzieć o kamesach, nie uprawnia przeto jeszcze do decyzji w sprawie ich przynależności genetycznej. Są to bowiem 1) albo nieregularnie rozrzucone pagórki, albo 2) krótkie grzbiety o niespokojnej powierzchni, szerokie na 100—300 m, albo 3) szerokie, płaskie wysoczyzny (plateaux, masywy), szerokie na kilka kilometrów i o niezdecydowanym kierunku. Wysokość względna tych form waha się od kilku do 20 metrów. Zbudowane są bez wyjątku z mniej lub więcej horyzontalnie ułożonych warstw piasku i żwiru, a przykryte niekiedy przez resztki moreny dennej (piaski zwałowe, głązy erracyjne). Wzniesienia kamesowe są poprzedzielane szerokimi dolinami lub kotlinami. Co do swej genezy, to kamesy powstają: 1) w szerokich szczelinach rozpadającego się lodowca, 2) w dolinach subglacjalnych (w myśl teorii Strandmark-Holsta), 3) w zagłębieniach poza lodowcem.

Mamy tu więc do czynienia z utworami sedymentacji rzecznej (pokrycie moreną denną nie jest konieczne, w każdym razie zjawilo się na kamesach później), które powstać mogły w analogicznych warunkach zarówno w strefie infraglacjalnej jak i w strefie ekstramarginalnej. Utwory powstałe w strefie infraglacjalnej trudno odróżnić i oddzielić od ozów, a utwory powstałe w strefie ekstramarginalnej trudno odróżnić od zandrów. To też nic dziwnego, że C. Schott (Die Formengestaltung der Eisrandlagen Norddeutschlands. Z. f. Gletscherkunde, 1933, str. 74) wyraża się krótko o kamesach Niemiec północnych, że są to „aufgestauchte Sander“ lub „durch besonders starke Tot-eisaufschmelzung veränderte Sanderbildungen“.

W tym stanie naszej wiedzy o kamesach, nie możemy uważać tych formacji tak bez wszystkiego za moreny końcowe lub nawet, jak chce K. Keilhack (Das Quartär. Grundzüge der Geologie, Bd. II, 1926, str. 468), za utwory podobne do moren („moränenartige Erscheinungen“).

Po zaliczeniu kamesów do moren końcowych stanęlibyśmy wobec konieczności rozszerzenia pojęcia moreny końcowej także na takie utwory i formacje, które wogóle nie są morenami, mimo że, co przyznajemy, są związane ze strefą marginalną

lodowca. Gdybyśmy to uczynili, w takim razie nic nie stałoby na przeszkodzie, ażeby zaliczyć do moren końcowych z jednej strony zandry, a z drugiej strony ozy. Musielibyśmy się zgodzić zasadniczo, iż trzecią siłą wywołującą zjawisko moreny końcowej są wody roztopowe lodowca.

Przyzna każdy, iż byłoby to za daleko idące. W konsekwencji bowiem zmuszeni bylibyśmy zmienić całkowicie (o 180°) nasze poglądy dotychczasowe na genezę moren końcowych. Do tak rewolucyjnych zmian nie uprawniają nas nawet te przykłady, w których kamesy są zrosnięte z morenami końcowymi. Moreny końcowe bowiem są także zrosnięte ze zandrami i z ozami. We wszystkich zaś tych wypadkach mówić możemy najwyżej o formach pośrednich, przejściowych, o zandro-morenach, o ozo-morenach, a więc także i o kameso-morenach (o ile ktoś obstaje przy kamesach jako osobnej formacji). Ale nie można z tego wyciągać wniosku, iż kamesy są wogóle morenami końcowymi.

Mniejszy kłopot jak kamesy sprawiają nam poniekąd zandry, które także pod różnymi postaciami zaliczane bywają w ostatnich czasach do moren końcowych, ale które występują w strefie ekstramarginalnej. W związku z tym pozostają różne formy przejściowe moren końcowych, niedostatecznie dotychczas uwzględniane, które niewątpliwie istnieją i które do nauki należy wprowadzić.

Zastanówmy się jednak przedtem w sposób jak najkrótszy nad strukturą i formą moren końcowych.

### **Morena końcowa, jej struktura i forma.**

Moreny końcowe składają się z różnych materiałów. Pierwsze co do znaczenia miejsce zajmują utwory morenowe. Przy lodowcach alpejskich są to moreny powierzchniowe, wewnętrzne i denne. Przy lodowcach kontynentalnych moreny denne, w nieznaczej mierze moreny wewnętrzne.

Przy lodowcach alpejskich jest to przeważnie gruby i średni materiał blokowy. Drobny bowiem materiał uległ szybkiemu transportowi przez siłę wód, a nawet przez częste splukiwanie. Bloki są ostrokanciaste lub słabo otoczone, zależnie od tego, czy pochodzą z moren powierzchniowych i wewnętrznych, czy z moreny dennej. Blokowy skład wyciska zasadnicze piętno na strukturze moren lodowców górskich.

Przy lodowcach kontynentalnych moreny końcowe składają się albo 1) z mało naruszonych płatów lub zwałów marglu lodowcowego, albo 2) z piasków pomieszanych ze żwirem, albo 3) ze zwałów wielkich lub średnich bloków pomieszanych z piaskiem, a mniej lub więcej otoczonych. Przeważnie bowiem pochodzą z moreny dennej. Większe nagromadzenia samych bloków przypisuje się powszechnie procesowi wymycia cząsteczek delikatniejszych z pierwotnej moreny czyli t. zw. przesortowaniu materiału.

Bloki pochodzą z okolic, które stanowią źródło lodowca lub ze skał podłoża miejscowego. Reprezentują petrograficzny charakter obszarów dotkniętych zlodowaceniem. Nie brak wśród nich skamielin. Rozmiary bloków są niekiedy zdumiewająco wielkie. Na ogół jednak bloki o średnicy 1—2 m uchodzą za wielkie. Są one zwykle nieregularnie rozrzucone; rzadsze są przykłady regularnego uporządkowania bloków. Znane jest zwietrzenie bloków, a w obszarach istniejących lodowców przykłady spękania skutkiem mrozów.

Jako dalsze składniki moren wchodzi 4) piaski warstwowane, 5) żwiry i otoczaki warstwowane, 6) ily warstwowane lub niewarstwowane. Piaski i żwiry warstwowane, o ile występują razem, są pochodzenia fluwioglacjalnego, jezierskiego lub morskiego przybrzeżnego. Części ilaste pochodzą z rozrta materiału morenowego lub są osadami jezior, rzadziej mórz. Piaski i drobne żwiry są zazwyczaj połączone ze sobą przy pomocy części ilastych.

Układ utworów 1), 2), 3) jest zazwyczaj chaotyczny. Są to bowiem utwory niewarstwowane i pomieszane ze sobą. Utwory 4), 5), 6) spoczywają na sobie poziomo lub są zaburzone. Zaburzenia są nieregularne w postaci uskoków i różnorodnych nasunięć lub regularne w postaci fałdów lub nasuniętych na siebie pod kątem skośnym łusek.

Stosunek utworów niewarstwowanych do warstwowanych jest tego rodzaju, że utwory niewarstwowane leżą z reguły bliżej lodowca, warstwowane dalej od lodowca. Bardzo często zaś łączą się i przechodzą jedne w drugie.

Najtypowszą formą moren końcowych, opisywaną od dawna we wszystkich podręcznikach, jest 1) forma wału akumulacyjnego. Wały są różnej wysokości, od najniższych do mających 30 i więcej metrów wysokości. Są one zazwyczaj przerwane

przez jeden lub przez kilka odpływów wód z tającego lodowca. W tym miejscu są obniżone i więcej zniszczone. Wały są proste lub wygięte w postaci półksiężyca, naśladującego kształt języka lodowcowego lub lobu. Stok wewnętrzny wału nie zawsze jest bardziej stromy niż stok zewnętrzny. Może być i przeciwnie. Wały mogą być pojedyncze lub złożone, tj. może istnieć kilka równoległych do siebie wałów, przy czym wysokość ich może być różna. Na powierzchni swej wały są lekko sfalowane i pełne drobnych form.

Idealne wały obserwuje się rzadko i raczej tylko przy istniejących lodowcach. Oprócz wałów równoległych do krawędzi lodowca, znane są, choć bardzo rzadko, wały z gruzu morenowego, prostopadłe do krawędzi lodowca. Utworzyły się one w szczelinach lub zostały wygniecione z dna.

Wały powstają przez akumulację lodowca, jest to wtedy t. zw. morena akumulacyjna czyli zwałowa, albo przez wy ciśnienie przez posuwający się naprzód lodowiec materiału znajdującego się przed lodem. Materiałem zsuniętym jest morena lodowca, czy to w ułożeniu pierwotnym, czy to już przesortowana, ale najczęściej są piaski ilaste, żwiry zandrowe. Materiał fluwioglacialny zostaje zwykle wyniesiony ponad pewien poziom i przybiera postać wału.

2) Drugą formą moren końcowych, często spotykaną w obrębie dawnych lodowców kontynentalnych, są szerokie grzbiety lub wzniesienia (plateaux) o nieregularnych odgałęzieniach, o powierzchni raczej spokojnej, choć lekkich na niej wzgórzach. Formy wału trudno się tu dopatrzeć. Wzniesienia są szerokie, a często łączą się ze sobą. Zbudowane są z moreny i utworów fluwioglacialnych; z reguły wykazują zjawiska naciskania lodowca.

3) Jako trzecią formę należy wymienić odosobnione i poprzedzielane obniżeniami pagórki. Występują one zwykle gromadnie, a formy ich są zazwyczaj zaokrąglone. Przypominają morenę denną pagórkowatą, a nawet stanowią przejście do tego typu form. Taką „kuppige Blockmoräne“ opisuje K. Gripp i E. M. Todtmann na Szpicbergu (Die Endmoräne des Green Bay Gletschers... l. c., str. 68).

Formom pojedynczych pagórków czy nawet wałów towarzyszą często formy wklęsłe, a więc nieregularne miseczki lub podłużne depresje niekiedy wypełnione przez jeziora. Nieregu-

larne miseczki powstały prawdopodobnie przy współudziale martwego lodu.

W każdym razie, gdy chodzi o formy, w których występują moreny końcowe lodowców kontynentalnych czy stanowiących przejście od lodowców kontynentalnych do górskich, o są to niewątpliwie wzniesienia, wyróżniające się pewnymi kształtami od innych i dominujące ponad najbliższym otoczeniem.

Dalszą charakterystyczną cechą moren końcowych jest to, iż występują raczej gromadnie niż pojedynczo. Tworzą mianowicie pewne „ciągi“ mniej lub więcej równoległe do dawnych krawędzi lodowca, przez co pozwalają na oznaczenie jego zasięgów.

Ogólne rozmiary i stan zachowania moren końcowych zależą od ilości przyniesionego i osadzonego przez lodowiec materiału, od niszczyelskiej pracy wód roztopowych, wreszcie od tego, czy lodowiec, cofając się, czynił to z pewnymi krótkimi postojami, czy też nie. Lodowiec, oscylując, mógł zniszczyć zbudowane poprzednio przez siebie formy lub, naciskając na nie, mógł je na nowo przetworzyć, albo pokryć nową moreną i zaokrąglić. Formy te zależą wreszcie od klimatu, w jakim moreny końcowe dzisiaj się znajdują. Denudacja i erozja wód płynących mogą wyrzeźbić istotne piętno na wygląd i postać moren. Na ogół stwierdza się wszędzie kształty raczej zaokrąglone niż zaostrome, formy raczej wypukłe niż wklęsłe.

### Próba definicji moreny końcowej.

Wydawało by się, iż po przeprowadzeniu dość dokładnej analizy pojęcia moreny końcowej, podanie jej definicji nie będzie trudne. A jednak tak nie jest. Trudności są większe niż przypuszczać można.

Jak wynika z historycznego rozwoju pojęcia moreny końcowej, już od drugiej połowy 18 stulecia przyjmowano, że morena końcowa jest specjalną formą akumulacji lodowcowej, specjalną, bo tworzącą się w warunkach specjalnych u końca lodowca, występującą nadto w osobnej postaci i powstającą w czasie postoju lodowca. Od najdawniejszych jednak czasów przyjmowano, że materiał morenowy w ten sposób osadzony jak i wszelki inny materiał złożony u czoła lodowca —

ulec może przesunięciu, a nawet zaburzeniu na skutek nacisku poruszającego się napród lodu.

W ten sposób wiązano z pojęciem moreny końcowej z jednej strony zjawisko akumulacji lodowcowej w czasie postoju lodowca, a z drugiej strony zjawisko przesuwania materiału akumulacyjnego czy innego w czasie ruchu lodowca. W tym przeciwieństwie obu zjawisk, mianowicie zjawiska postoju i zjawiska ruchu, tkwić będzie zawsze zasadnicza trudność w zdefiniowaniu moreny końcowej. Podczas gdy bowiem brak ruchu i związana z tym specjalna akumulacja ekstramarginalna całkowicie wystarczają, aby uczynić zadość pojęciu moreny końcowej, i oznaczają też niewątpliwie położenie krańcowe lodowca, to sam ruch lodowca i przesuwanie materiałów naprzód nie prowadzi jeszcze do powstania moreny końcowej i nie oznacza końca lodowca w danej fazie jego rozwoju. Oznacza tylko jego ruch naprzód.

Wątpliwą jest wobec tego rzeczą, czy można ograniczyć się w pojęciu moreny końcowej tylko do zjawiska ruchu i jego skutków, jak to właśnie proponuje K. Gripp (*Untersuchungen an Gletschern und Moränen Spitzbergens. Z. d. Geol. G. 1927, str. 341*), nie wszystkie bowiem wały lub garby, powstałe wskutek nacisku posuwającego się lodowca, są wogóle morenami i nie wszystkie zaburzenia przybierają postać wałów czy garbów.

Drugą trudnością, która się nasuwa przy tworzeniu definicji moreny końcowej, jest fakt, że przy zjawisku akumulacji morenowo-czołowej mamy do czynienia właściwie z jednym tylko materiałem, podczas gdy przy zjawisku ruchu i przesuwania mamy do czynienia z całą serią materiałów (moreną, fluwioglacjałem, utworami jeziernymi, morskimi, skałami podłoża itp.). Gdyby zjawisko ruchu obejmowało ten sam materiał, jaki występuje przy akumulacji, rzecz byłaby daleko prostsza. Mielibyśmy bowiem moreny końcowe o nieprzesuniętym lub przesuniętym i równocześnie zaburzonym materiale morenowym.

Skoro tak nie jest, musimy poprowadzić gdzieś granicę, zarówno gdy chodzi o ruch jak i o materiał. Nie możemy więc każdego ruchu lodowca uważać za ruch związany z jego oscylacjami, poprzedzającymi dłuższy postój, tak jak nie możemy każdego materiału przez te oscylacje dotkniętego uważać za materiał pochodzący z akumulacji postojowej. Wśród ruchów



oscylacyjnych będą tu należeć tylko ruchy, po których nastąpił dłuższy postój lodowca, a wśród materiału akumulacyjnego materiał świadczący o tym postoju, a więc przede wszystkim przesortowany i odpowiednio ułożony przy końcu lodowca materiał moreny dennej.

Wobec tego ewentualna definicja moreny końcowej mogłaby brzmieć jak następuje:

Morena końcowa jest to powtarzająca się u krańca lodowca specjalna forma akumulacji lodowcowej, związanej niekiedy z utworami fluwiogłacjalnymi z dodatkiem osadów morskich czy jeziernych, która to akumulacja odbyła się na miejscu w czasie postoju lodowca, ale której materiały albo zachowały swe dawne położenie, albo uległy w części lub w całości przesunięciu i zaburzeniu na skutek ruchu naprzód i nacisku lodowca.

W tej niedoskonałej zresztą definicji starano się pogodzić zjawisko akumulacji morenowo-czołowej i związanej z nią często akumulacji fluwiogłacjalnej ze zjawiskiem ruchu. Ta tradycyjna poniekąd definicja ma wśród innych braków i ten wielki błąd, że nie mówi o kolejności ruchu i postoju lodowca. Zwykle ruch wyprzedza akumulację, ale zdarza się i przeciwnie.

### Typy moren.

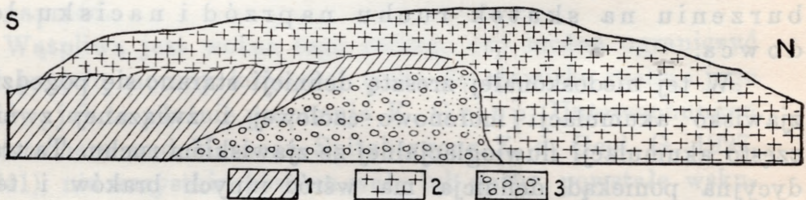
Dopiero ta, posiadająca patynę historii definicja pozwoli nam ustalić kilka typów moren końcowych. Typy te odpowiadają w przybliżeniu doświadczeniom, jakie zdołano zebrać w zakresie moren końcowych zarówno w zakresie dawnego zlodowacenia kontynentalnego europejskiego, jak zachowanych na Islandii, Szpicbergu i Grenlandii resztek tego zlodowacenia.

Z góry musimy jednak zaznaczyć, iż zachodzi potrzeba odróżnienia moren końcowych niewątpliwych, co do których nie ma większych zastrzeżeń, od moren wątpliwych lub nawet od pseudomoren.

Wśród moren niewątpliwych dadzą się wyróżnić trzy główne typy:

**I. Morena akumulacyjna właściwa** (Moraine terminale d'accumulation proprement dite — Aufschüttungsmoräne). Materiał

tej moreny osadzony został równoległe do krawędzi lodowca na drodze procesów akumulacyjnych lodowcowych. Znajduje się on w stanie od pierwotnego, w postaci dobrze zachowanych płatów moreny dennej, do pomieszanego (ryc. 1) i silnie przesortowanego, przy czym przesortowanie to nie wszędzie doprowadza do t. zw. moreny blokowej. Przeciwnie, bardziej częste są moreny końcowe, piaszczyste-żwirowe. Pod zwałami morenowymi stwierdza się niekiedy zachowaną morenę denną wraz z należącymi do niej utworami fluwioglacjalnymi. Materiał akumulacyjny może zachować się w stanie niezaburzonem, ale może także ulec zaburzeniom skutkiem oscylacyj lodowca. Zaburzenia te wszakże, o ile odbywają się w materiale niewarstwowanym, trudne są wogóle do ustalenia. Jako najczęstsze formy akumulacji znane są wały i pojedyncze pagórki. Nie bez wpływu na konfigurację



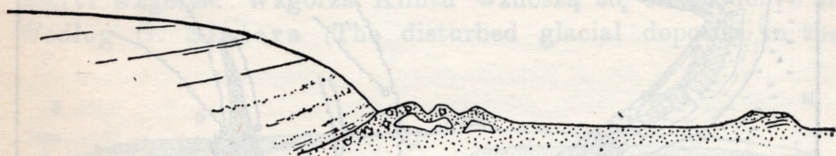
Ryc. 1.

Budowa moreny akumulacyjnej według H. Schrödera: 1 — margiel morenowy, 2 — zwały bloków, 3 — piaski i żwiry morenowe.

tej moreny jest martwy lód, który długi czas zachowuje się w jej wnętrzu (ryc. 2). Po stronie zewnętrznej moreny akumulacyjnej właściwej znajduje się zwykle niezaburzony stożek zandrowy. Ale znane są przykłady, gdzie go wogóle nie było, albo gdzie został już zniszczony.

**II. Morena zandrowa** (Moraine terminale de sandr — Sandrendmoräne). Nazwa jej pochodzi stąd, że morena końcowa akumulacyjna została tu wkomponowana w stożek zandrowy. A więc naprzód stożek ten uległ zaburzeniu na skutek ciśnienia oscylującego lodowca, przez co powstały fałdy, łuski itp. nasunięcia, a następnie po stronie dolodowcowej zaburzonych warstw stożka zaszły procesy normalnej akumulacji lodowcowej. Materiał morenowy spoczywa tu w części na zaburzonym stożku, a w części pomiędzy nim a końcem lodowca. Jest rze-

telną zasługą K. Grippa i E. M. Todtmann, że dokładnie zbadali i opisali typ moreny zandrowej na przykładzie Green Bay Gletscher na Szpicbergu (Die Endmoräne des Green Bay Gletschers l. c., (ryc. 3). Jest ciekawe, że zarówno zaburzony materiał zandrowy, jak materiał akumulacyjno-lodowcowy przybierają postać wałów równoległych do siebie i do krawędzi lodowca. Świadczy to o niewątpliwym związku obu utworów, które wyglądają przez to, jak utwory ze sobą zrosnięte. To uprawnia jeszcze bardziej do wyróżnienia typu moreny końcowej zandrowej. Pod względem morfologicznym mogą tu zdarzać się obok wałów w obrębie zandru formy szerokich grzbiętów a nawet płaskich wysoczyzn, w obrębie moren akumulacyjnych formy pagórków pojedynczych ale i płaskich wysoczyzn.

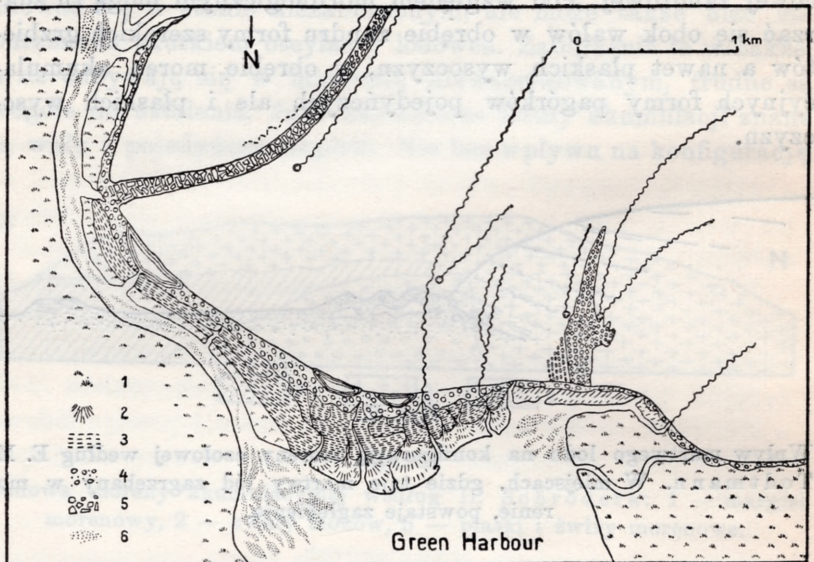


Ryc. 2.

Wpływ martwego lodu na konfigurację moreny czołowej według E. M. Todtmann. W miejscach, gdzie taje martwy lód zagrzebany w morenie, powstaje zagłębienie.

**III. Morena deltowa** (Moraine terminales de delta — Deltaendmoräne). Typ tej moreny wyróżniony na podstawie najbardziej znanego przykładu, jakim jest Salpausselkä (J. Leiviskä: Der Salpausselkä. Fennia 41 (1920), str. 1—388; M. Sauramo: Zur Frage des inneren Baus des Salpausselkä in Finnland. Z. f. Gletscherk. 1931, str. 300—315; V. Tanner: On the Nature of the Salpausselkä Ridges. Helsingfors 1933, str. 1—32). Ponieważ zaś powtarza się i na innych obszarach, a więc w Alpach (A. Penck: Salpausselkä in Oberbayern, Fennia 50), w Danii, Szwecji, Szpicbergu i i., przeto nie podobna go pomijać. Nie istnieje też zasadnicza wątpliwość, że Salpausselkä jest moreną końcową lodowca. Powstała ona jednak w specjalnych warunkach tj. u brzegu morza. Zdaniem Sauramo (str. 313) Salpausselkä składa się z dwóch rodzajów

materiałów: z moreny i z materiału przesortowanego. Morena znajduje się (ryc. 4) po wewnętrznej stronie Salpausselkä. Występuje w postaci nasuniętych na siebie a przedzielonych warstwami piasków i żwirów brył. Są one pochylone w stronę dawnego lodowca lub ułożone prawie poziomo; nie brak jednak fałdów, nasunięć i uskoków. Na tej typowej zaburzonej morenie końcowej spoczywa po stronie zewnętrznej materiał przesortowany, o charakterystycznej strukturze deltowej. Delta jest tu



Ryc. 3.

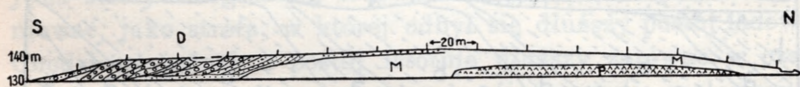
Morena czołowa lodowca w Green Bay na Szpicbergu według E. M Todtmann: 1 — terasy, 2 — stożki żwirowe, 3 — morena zsunięta 4 — morena akumulacyjna blokowa, 5 — morena środkowa blokowa 6 — ławice piasków.

nasadzona na morenę. Tak zbudowana morena ma postać wysokiego plateau o zmiennej szerokości. Jako dowody, że jest to morena końcowa, utworzona w czasie dłuższego postoju lodowca, należy wymienić zaburzony materiał morenowy, utwory deltowe i formę szerokiego, na dużej przestrzeni występującego wału.

Za moreny końcowe wątpliwe uchodzić muszą te moreny, które wykazują wprawdzie zjawiska ruchu i nacisku lodowca, ale nie kryją w sobie dostatecznie przekonujących dowodów,

że powstały w strefie marginalnej lodowca, a nie w czasie jego ogólnego posuwania się naprzód. Jednym z najciekawszych pod tym względem przykładów jest Lönstrup Klint w Danii, znakomicie opracowany przez A. Jessena (Lönstrup Klint. Danmarks Geolog. Undersögelse, II R., Nr 49, Kopenhaga 1931, str. 1—141, atlas).

W Lönstrup Klint, jak wynika z schematycznego profilu (Führer für die Exkursionen in Dänemark, Danmarks Geolog. Undersögelse, Kopenhaga 1928, str. 45), przedstawiającego część środkową Klintu (ryc. 5) obserwujemy nasunięte na siebie w postaci łusek warstwy fluwioglacjalnych ilów i piasków. Ponieważ na tych zaburzonych utworach spoczywają w ułożeniu poziomym piaski morenowe i t. zw. piaski z *Saxicava* (na nich są wydmy), przeto nie ulega wątpliwości, że po zaburzeniu warstw lodowiec pokrył wzgórze. Wzgórza Klintu wznoszą się od 20 do 70 m. Według G. Slatera (The disturbed glacial deposits in the



Ryc. 4.

Profil schematyczny północnego wału Salpausselkä według M. Sauramo  
P — skały podłoża, M — morena, D — utwory deltowe.

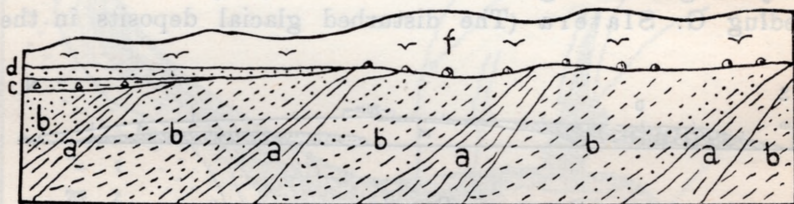
Neighbourhood of Lönstrup... Transa. of the R. Soc. of Edinburgh. Vol. IV, str. 11, „The deposits represent the final positions of inglacial material after the melting of the intersitial ice“, a według K. Grippa (Glaziologische und geolog. Ergebnisse der Hamburger Spitzbergen-Exped. 1927, l. c.) „Lönstrup Klint in N. Jutland dürften Reste einer gewaltigen halbmondförmigen Stauchmoräne sein“.

Słusznie A. Jessen ma zastrzeżenia przeciw obu tym twierdzeniom. Niewątpliwie bowiem lodowiec, będąc w ruchu, wywołał zaburzenia, ale zdarzyły się one na większej przestrzeni (4—5 km) niż opisane przez Grippa na Szpicbergu. Także i to ważne, że zaburzone łuski wznoszą się najwyżej w środku wzgórze a nie po stronie dolodowcowej. Poza tym nie mamy najmniejszego dowodu, że materiał, który uległ nasunięciom, pochodzi z akumulacji właściwej morenie końcowej. Ponadto ponowne pokrycie zaburzonych utworów przez lodowiec tym

bardziej zaciemnia sprawę i stawia nas wobec trudności rozstrzygnięcia, czy pokryte przez morenę denną utwory można uważać za dawną morenę końcową. Przed podobnymi trudnościami стоимy, gdy obserwujemy profil Ristinge Klint na Langenlandii albo profile na Rugii, czy też liczne profile utworów czwartorzędowych zaburzonych, znane z północnych Niemiec i z Polski już od z górą 60 lat.

W razie uznania tych utworów za moreny końcowe, mielibyśmy do czynienia z czwartym typem moreny końcowej, który możnaby nazwać moreną denną zsuniętą. Typ ten sprawiałby jednak nauce największy kłopot.

Podobne wątpliwości budzą wszelkie przykłady moren zsuniętych, zbudowanych z zaburzonych warstw zandrowych,



Ryc. 5.

Profil schematyczny przez Lönstrup Klint według „Führer f. d. Exkursionen“: *a* — margiel lodowcowy, *b* — piaski fluwioglacjalne, *c* — piaski morenowe, *d* — piaski z *Saxicava*, *f* — piaski lotne.

bez względu na to, czy owe warstwy są przykryte moreną denną czy nie (por. E. M. Todtmann: Einige Ergebnisse von glacialgeolog. Untersuchungen am Südrand des Vatna-Jökull., str. 82).

Pseudomorenami będą wysoczyzny lub szerokie grzbiety, zbudowane na wierzchu z moreny dennej a w spodzie z utworów fluwioglacjalnych (nawet interglacjalnych) o poziomym ułożeniu warstw, które zawdzięczają swoją morfologiczną odrębność tylko procesom denudacji i erozji wód płynących polodowcowych. Przykłady takich pseudomoren są bardzo liczne w obszarach starszych zlodowaceń. Tu należą w znacznej części wyróżnione swego czasu przez P. Tutkowskiego moreny południowego Polesia (Por. St. Pawłowski: Note préliminaire

sur le Quaternaire de la Polesie Méridionale. Compte-rendus du C. I. de Géographie, Varsovie 1934, vol. II, str. 76).

Kończąc ten krótki przegląd ważniejszych typów moren końcowych, nie mogę się powstrzymać od uwagi, że warunki, w jakich dochodzi do powstawania t. zw. moren zsuniętych na Szpicbergu, a które opisali K. Gripp i E. M. Todtmann, więcej zbliżają się do warunków, w których pracują lodowce alpejskie. Przeto do porównań ze zjawiskami i stosunkami, jakie mamy na nizinie holenderskiej, północno-niemieckiej i polskiej, nadają się lepiej doświadczenia zebrane w Islandii.

### Niektóre zagadnienia związane z morenami końcowymi.

Najważniejszym z tych zagadnień jest pytanie, czy i o ile moreny końcowe oznaczają w pewnym momencie najdalszy zasięg lodowca.

Przy rozpatrywaniu tego zagadnienia należy wyjść od pojęcia strefy marginalnej lodowca. Strefa ta da się łatwo zdefiniować, jako strefa, w której odbył się dłuższy postój lodowca. Chodzi tu jednak o postój istotnie dłuższy zarówno w czasie jak i w przestrzeni, a więc o postój w czasie geologicznym i o postój całego lodowca na dużej przestrzeni. Strefę marginalną podzielić można na: *a)* infra- i *b)* ekstramarginalną. Ze względu na moreny końcowe obchodzi nas tylko strefa ekstramarginalna.

Jej istotne cechy wyrażają się: 1) w związanej z postojem lodowca akumulacji lodowcowej lub lodowcowo-rzecznej, 2) w ruchach lodowca, 3) w charakterystycznych formach. W strefie ekstramarginalnej są znane następujące utwory: *a)* morena końcowa, *b)* morena denna, *c)* utwory fluwioglacjalne, *d)* osady jezior i mórz, *e)* utwory podłoża. Zachodzą także różnorodne połączenia tych utworów. Ruchy lodowca wywołują zaburzenia w pierwotnym układzie utworów. Procesy zaś akumulacyjne i denudacyjno-erozyjne oraz ruchy stwarzają pewne formy, z których najważniejszymi są różne wyniosłości, stożki zandrowe i doliny.

Z pośród tych zjawisk niektóre świadczą niewątpliwie o dłuższym postoju lodowca. Są nimi morena końcowa w dobrze nam znanych postaciach oraz stożek zandrowy. Gdzie te dwa zjawiska razem występują, tam napewno stwierdzamy dłuższe zatrzymanie się lodowca. Ale i każde z tych zjawisk z osobna

znaczy już strefę ekstramarginalną lodowca. Natomiast nie oznaczają tej strefy zjawiska znamionujące ruch lodowca. Zjawiska te bowiem mogą się zdarzyć i poza strefą marginalną na całym terenie posuwania się lodowca naprzód.

Ale w strefie marginalnej może brakować zarówno moren końcowych jak i zandrów. Moren końcowych może wogóle nie być tam, gdzie silnie działały wody płynące z tającego lodowca i zniszczyły je, albo na granicy starych zlodowaceń, gdzie moreny końcowe albo zostały zupełnie zniesione i zredukowane do pojedynczych bloków erratycznych, albo ze względu na wielką odległość od źródła pochodzenia lodowca wogóle się nie utworzyły w formie wyraźnej. Może wreszcie nie być moreny końcowej w miejscach, w których lodowiec urywa się nagle na krawędzi morfologicznej (obserwowałem takie zjawisko na lodowcu Blaaisen w północnej Norwegii (por. Lodowiec Blaaisen w Norwegii. Czasopismo Geograficzne 1937, str. 137—139) lub gdy lodowiec kończy się w morzu. Także i zandrów może nie być na wyniosłościach i na działach wodnych, bo tworzą się one przecież w specjalnych warunkach odpływu wód. Mogły też z czasem ulec zniszczeniu.

Nie w całej więc strefie ekstramarginalnej zjawiska moreny końcowej i zandrów zdarzać się mogą. Gdzie jednak występują w pewnym szerszym lub węższym pasie, tam na pewno oznaczają fazę postojową lodowca. Ale nawet, jak powiedzieliśmy — jedno z tych zjawisk, o ile występuje w odpowiednim rozwinięciu, już rzuca światło na zagadnienie postoju lodowca. Wystarczy spojrzeć na mapkę rozmieszczenia piasków zandrowych lub przypuszczalnie zandrowych w Polsce (fig. 6), ażeby pokusić się o pewne wnioski co do zasięgów lodowców w Polsce.

Tylko więc idea pewnego kompleksu form i zjawisk, wysunięta już dawno przez A. Pencka, idea pewnego aparatu właściwego strefie marginalnej, rokuje nadzieję, gdy chodzi o usunięcie wątpliwości przy oznaczaniu zasięgów dawnych lodowców. W związku z tym pozostaje badanie krajobrazów morenowych, które przyniosło już wiele dodatnich wyników.

Pozostaje jeszcze do pokonania wielka trudność, jaką przedstawia niepewność, które moreny końcowe lub które zandry należy łączyć ze sobą. Ale to prowadzi nas do innego ważnego zagadnienia, jakim jest oznaczenie wieku moren końcowych i ustalenie ich przynależności do różnych zlodowaceń.



Wiek ten i przynależność określamy na podstawie 1) kryteriów stratygraficznych (jest to bardzo ułatwione w przypadku zachowania się w morenie utworów morskich), 2) kryteriów petrograficznych (za pomocą współczynnika głazowego), 3) kryteriów morfologicznych. W tym ostatnim przypadku wchodzi w rachubę wysokość bezwzględna, wysokość względna, nachylenie, masywność oraz ilość wzgórz morenowych, wreszcie ogólny stan ich zachowania. 4) Ocenia się także wiek moren według



Ryc. 6.

Przybliżony obraz rozmieszczenia zandrów w Polsce: 1 — zandry lepiej poznane, 2 — zandry przypuszczalne.

ich położenia. Jeszcze niedawno obowiązywała w tym względzie zasada, że moreny najdalej położone od źródła zlodowacenia są najstarsze. Zasadę tę chcą obecnie obalić B. Eberl i J. Knauer (B. Eberl: *Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande...* Augsburg 1930; J. Knauer: *Die Ablagerungen der älteren Würm-Eiszeit (Vorrückungsphase) im süddeutschen und norddeutschen Vereisungsgebiet.* Abh. d. Geolog. Landesunters. am Bayr. Oberbergamt. Monachium 1935; Idem:

Sind die Pommerschen Moränen Vorrückungs- oder Rückzugs-moränen der Würmzeit. Z. f. Gletscherkunde, 1937, str. 227—232), dowodząc, że lodowiec würmski zarówno w Alpach jak w północnych Niemczech przesunął się przez uważane za najmłodsze pasy moren i sięgnął daleko poza ich obręb. Przeciwno temu, istotnie rewelacyjnemu i nie liczącemu się z morfologią terenu pogładowi, występują C. Troll (Die sog. Vorrückungsphase der Würm-Eiszeit und der Eiszerfall bei ihrem Rückgang. Sep. Mitt. Geogr. Ges. München 1936, str. 1—38) i P. Woldstedt (Bemerkungen zu meiner geologisch-morph. Übersichtskarte des nordd. Vereisungsgebietes. Z. Ges. f. E. Berlin 1935, str. 283). Niemniej stwierdzić można, iż chaos, jaki do nauki w tej dziedzinie zaczyna się wkładać, dowodzi niedostateczności naszych metod i niedostateczności naszych badań. Odpowiedź na pytanie, jaki jest wiek moren i do jakiego zlodowacenia moreny należą, dać mogą tylko dokładna analiza morfologiczna i pewne ustalenia stratygraficzne, przeprowadzone odnośnie do terenów przed- i pozamorenowych, nawet daleko od strefy marginalnej położonych.

O ile nawet w granicach jednego kraju zachodzą tak znaczne różnice w poglądach i metodach, to cóż mówić o tych różnicach między krajami europejskimi, mającymi u siebie do czynienia z opisywanymi zjawiskami. Jak bardzo różnią się te kraje między sobą w zapatrywaniach na ilość zlodowaceń i na ich zasięgi główne czy stadialne, na przebieg moren końcowych lub na wiek utworów, oraz w sposobach ich rozróżnienia i przedstawiania na mapach. Nawet w ramach młodszego zlodowacenia, które uchodzi za najważniejsze i najbardziej pewne, zaznaczają się dość duże rozbieżności. Stara się te sprzeczności pogodzić INQUA (Internationale Quartärvereinigung), która przygotowuje co kilka lat osobne zjazdy dyluwialne.

Zagadnienie moren końcowych jest w tym splocie trudności jedną z nich, ale jest to trudność jedna z największych.

## Sprostowanie.

W artykule moim (Kosmos, Seria B. T. LXIII, zesz. II): „Rodzaje polskich wiciowców roślinnych“ zaszła nieścisłość, którą należy sprostować. Wymienione między innymi rodzaje *Staszicella* i *Chałubińska* nie utrzymały się jako rodzaje i dlatego należy je w artykule skreślić. *Staszicella* należy do rodzaju *Glenodinium*. *Chałubińska* okazała się formą teratologiczną gat. *Peridinium aciculiferum*, na co zwróciła uwagę prof. dr J. Wołoszyńska w pracy: „Die Algen der Tatrseen und Tümpel“ ogłoszonej w Archiwum Biologii i Rybactwa. T. X. Suwałki, w r. 1936.

*Roman Dreżepolski*

W tym celu należało przede wszystkim zbadać teren, który jest przedmiotem niniejszego opracowania. W tym celu należało przede wszystkim zbadać teren, który jest przedmiotem niniejszego opracowania. W tym celu należało przede wszystkim zbadać teren, który jest przedmiotem niniejszego opracowania.

**Spis treści**

Wstęp 1  
1. Wstępne wiadomości 2  
2. Geologia i paleogeografia 5  
3. Geologia 10  
4. Paleogeografia 15  
5. Geologia i paleogeografia 20  
6. Geologia 25  
7. Paleogeografia 30  
8. Geologia i paleogeografia 35  
9. Geologia 40  
10. Paleogeografia 45  
11. Geologia i paleogeografia 50  
12. Geologia 55  
13. Paleogeografia 60  
14. Geologia i paleogeografia 65  
15. Geologia 70  
16. Paleogeografia 75  
17. Geologia i paleogeografia 80  
18. Geologia 85  
19. Paleogeografia 90  
20. Geologia i paleogeografia 95  
21. Geologia 100  
22. Paleogeografia 105  
23. Geologia i paleogeografia 110  
24. Geologia 115  
25. Paleogeografia 120  
26. Geologia i paleogeografia 125  
27. Geologia 130  
28. Paleogeografia 135  
29. Geologia i paleogeografia 140  
30. Geologia 145  
31. Paleogeografia 150  
32. Geologia i paleogeografia 155  
33. Geologia 160  
34. Paleogeografia 165  
35. Geologia i paleogeografia 170  
36. Geologia 175  
37. Paleogeografia 180  
38. Geologia i paleogeografia 185  
39. Geologia 190  
40. Paleogeografia 195  
41. Geologia i paleogeografia 200  
42. Geologia 205  
43. Paleogeografia 210  
44. Geologia i paleogeografia 215  
45. Geologia 220  
46. Paleogeografia 225  
47. Geologia i paleogeografia 230  
48. Geologia 235  
49. Paleogeografia 240  
50. Geologia i paleogeografia 245  
51. Geologia 250  
52. Paleogeografia 255  
53. Geologia i paleogeografia 260  
54. Geologia 265  
55. Paleogeografia 270  
56. Geologia i paleogeografia 275  
57. Geologia 280  
58. Paleogeografia 285  
59. Geologia i paleogeografia 290  
60. Geologia 295  
61. Paleogeografia 300  
62. Geologia i paleogeografia 305  
63. Geologia 310  
64. Paleogeografia 315  
65. Geologia i paleogeografia 320  
66. Geologia 325  
67. Paleogeografia 330  
68. Geologia i paleogeografia 335  
69. Geologia 340  
70. Paleogeografia 345  
71. Geologia i paleogeografia 350  
72. Geologia 355  
73. Paleogeografia 360  
74. Geologia i paleogeografia 365  
75. Geologia 370  
76. Paleogeografia 375  
77. Geologia i paleogeografia 380  
78. Geologia 385  
79. Paleogeografia 390  
80. Geologia i paleogeografia 395  
81. Geologia 400  
82. Paleogeografia 405  
83. Geologia i paleogeografia 410  
84. Geologia 415  
85. Paleogeografia 420  
86. Geologia i paleogeografia 425  
87. Geologia 430  
88. Paleogeografia 435  
89. Geologia i paleogeografia 440  
90. Geologia 445  
91. Paleogeografia 450  
92. Geologia i paleogeografia 455  
93. Geologia 460  
94. Paleogeografia 465  
95. Geologia i paleogeografia 470  
96. Geologia 475  
97. Paleogeografia 480  
98. Geologia i paleogeografia 485  
99. Geologia 490  
100. Paleogeografia 495

***Do p. z. Członków Towarzystwa!***

***Prezydium Towarzystwa uprasza o regularne  
wplacanie wkładek, stanowią one bowiem  
podstawę jego działalności.***

***Administracja czasopism prosi o niezwłoczne  
powiadomienie o każdej zmianie adresu.***

---

**KONTO TOWARZYSTWA W P. K. O.  
ZOSTAŁO ZMIENIONE NA  
511.230**

# KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO  
TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW  
IM. KOPERNIKA

WYCHODZI W DWU SERIACH PO 4 ZESZYTY ROCZNIE  
WE LWOWIE

SERIA A. ROZPRAWY:

Redaktor **Stanisław Kulczyński**, ul. św. Mikołaja 4.

SERIA B. PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH:

Redaktor **Dezydery Szymkiewicz**, ul. Nabelaka 22.

Administracja Serii A. Lwów, ul. Kochanowskiego 67. Prof. Dr A. Bant.

„ B. „ ul. Nabelaka 22.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Prenumerata: Seria A. — 10 zł, Seria B. — 6 zł.

Skład główny: Księgarnia „Książka“. Lwów, ul. Czarnieckiego 12.

Są do nabycia w administracji i w księgarniach roczniki Kosmosu  
Seria B. w cenie 30 gr. za arkusz. — Przy odbiorze kompletu  
10%<sup>0</sup> ustępstwa.

# WSZECHŚWIAT

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
PRZYRODNIKÓW IMIENIA KOPERNIKA

wychodzi w 6 zeszytach rocznie

pod redakcją

**JANA DEMBOWSKIEGO**

Adres redakcji i administracji:

**WILNO, ul. Zakretowa 1. 23. — P. K. O. 21.650.**

**Prenumerata roczna 12 zł., — półroczna 6 zł.**

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Wszechświat“ bezpłatnie.