

ZESZYT II.

1928.

ROCZNIK LIII.

# KOSMOS

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIEN NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



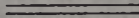
WE LWOWIE

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

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO L. 4.

## TREŚĆ.

W. Roszkowski. — Jan Tur (w 30-lecie pracy naukowej) . . .	118
D. Szymkiewicz. — Stosunki liczbowe w budowie roślin . . .	128
W. Friedberg. — Wymieranie zwierząt . . . . .	143
A. Namysłowska. — Obecny stan badań nad trypanosomjaza u roślin . . . . .	169
M. Skallińska. — Z zagadnień genetyki. I. Czystość gamet Mendla w świetle nowych badań cytologicznych . . .	182
T. Malarski. — Z fizyki koloidów. I. O naboju elektrycznym cząstki koloidalnej i o niektórych własnościach roztworów koloidalnym z nim związanych . . . . .	202
S. Ruzlewicz. — Z zagadnień matematyki. III. Co wiemy, a czego nie wiemy o liczbach całkowitych . . . . .	231
D. Szymkiewicz. — W sprawie drożyzny niemieckich czasopism naukowych . . . . .	241
<i>Sprawozdania i oceny . . . . .</i>	246
<i>Polska bibliografja przyrodnicza . . . . .</i>	254
<i>Spis czasopism . . . . .</i>	260
<i>Regulamin biblioteczny . . . . .</i>	275



„Przegląd Zagadnień Naukowych“ jest przeznaczony wyłącznie dla członków Towarzystwa i nie może być otrzymywany w drodze handlu księgarskiego.

Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.



# KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

---

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENI NAUKOWYCH POD REDAKCJĄ D. SZYMKIEWICZA.

---

ROCZNIK LIII.

ROK 1928.

ZESZYT II.

---

W. ROSZKOWSKI.

## JAN TUR

(w 30-lecie pracy naukowej)<sup>1)</sup>.

Niełatwą jest rzeczą w krótkim referacie zobrazować trzydziestoletnią działalność naukową dzisiejszego Jubilata. Działalność ta, zawarta w 106 pracach (nie licząc przeszło 200 artykułów popularnych) posiada wprawdzie jedną cechę, ułatwiającą referentowi zadanie: jest mianowicie jednolita, przedstawia się jak gmach o ściśle jednolitym stylu. Gmach ten jednak posiada bardzo bogatą, różnorodną ornamentykę; chcąc oddać jej całe bogactwo, musiałbym głębiej wejść w analizę szczegółów, na co z powodu braku czasu pozwolić sobie nie mogę.

Charakterystyczną cechą naukowej działalności Jubilata jest zamiłowanie do rozpatrywania zjawisk morfologii zwierzęcej nie z punktu widzenia statyki, lecz dynamiki. Nie tyle interesuje Jubilata kształt organizmu sam przez się, na jakimkolwiek stopniu rozwoju, lecz raczej jego stawanie się, a więc dynamiczna strona morfologii. I dlatego, przypuszczam, najulubieńszym polem pracy Jubilata jest teratogenja. W rozwojowych procesach potworów najbardziej bodaj uchwytne, najwyraźniejszy jest ów moment dynamiczny, wyrażający się w silnem odchyleniu z drogi rozwoju normalnego, a skierowaniu często na manowce rozwojowe.

---

<sup>1)</sup> Przemówienie wygłoszone na uroczystem posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Anatomo-Zoologicznego w Warszawie dnia 17 marca 1928.

To zamiłowanie do morfodynamiki uwidoczniła się również w fakcie, że wśród licznych prac Jubilata kilka tylko, i to młodzieńczych, poświęcono anatomji porównawczej, t. j. dziedzinie *par excellence* morfostatycznej. Mam tu na myśli prace Jubilata nad żeńskim aparatem moczopłciowym u szczura (1898), wykazującym najdalej wśród ssaków posunięty rozdział przewodów moczowego i płciowego, oraz silne zespolenie tego ostatniego z lechtaczką. I w tych jednak pracach z dziedziny napozór czystej morfostatyki, ulega Jubilat swej naturalnej skłonności do ujmowania zjawisk morfologicznych ze strony dynamicznej, co się przejawia w zestawieniu zebranych przez siebie faktów anatomicznych z anomaljami rozwoju zatoki moczopłciowej u innych ssaków, prowadzącymi do powstania t. zw. obupłciowości rzekomej.

Drugą dziedziną badań, w której zjawiska morfologiczne ujmuje się często ze strony statycznej, jest cytologja. Jednak Jubilat i tutaj patrzy na zjawiska raczej z dynamicznego punktu widzenia. Już sam tytuł pierwszej pracy, której ukazania się święcimy dziś trzydziestolecie, „O wpływie temperatury na podział jąder w blastomerach aksolotla“ (1897), wyraźnie na moment dynamiczny wskazuje. W późniejszych pracach cytologicznych Jubilata, w poszukiwaniu przyczyn powstawania potworności złożonych, sięga aż do komórki jajowej, notując skrętnie wszelkie anomalje, inne zagadnienia jakby tylko mimochodem poruszając. Szczególną uwagę Jubilata zwracają jaja dwujądrowe i wielojajowe pęcherzyki Graaf'a, opisane w pracy p. t. „Badania nad anomaljami jajnika ssaków“ (1912), gdyż oddawna już jaja wielojądrowe uważa on za możliwe źródło potworów złożonych. Mimochodem przy tych badaniach została rozwiązana sporna kwestja genezy t. zw. osłonki przezroczystej (*zona pellucida*) oocytów ssaków. Jedni z autorów uważali ją za wytwór komórek follikularnych, otaczających komórkę jajową, inni widzieli w niej produkt samej komórki jajowej. Jubilat znalazł w niektórych wielojajowych pęcherzykach dwa jaja przylegające do siebie na mniejszej lub większej przestrzeni, oddzielone tylko osłonką przezroczystą; ponieważ na tej przestrzeni niema komórek follikularnych, a *zona pellucida* jest pomimo to dobrze i zupełnie normalnie rozwinięta, stąd prosty wniosek, że musi ona być produktem samej komórki jajowej.



Podobnie w pracy nad oogenezą u chrabąszcza (1920) zwraca Jubilat przede wszystkim uwagę na t. zw. oocyty bliźniacze, t. j. oocyty, zawarte wprawdzie w osobnych komorach jajowych, lecz nie oddzielone od siebie przegrodą, składającą się normalnie z komórek follikularnych; wobec braku przegrody, cytoplazmy obu oocytów sąsiednich na pewnej przestrzeni łączą się ze sobą; jaja takie, jak i opisane w tejże pracy jaja dwujądrowe, Jubilat już niemal z pewnością, rozwijając w dalszym ciągu swą ulubioną ideę, uważa za materiał do wytworzenia potworów podwójnych. Równocześnie odkrywa Jubilat ciekawe utwory protoplazmatyczne w oocytach chrabąszcza, nazwane przez autora cytasteroidami. Utwory te, powstające w ośrodkowej części cytoplazmy, zupełnie układem swych nici cytoplazmatycznych przypominają znane z podziału komórki promienie astrosfery, różniąc się od tych ostatnich swą jednobiegunowością, oraz tem, że nic wspólnego z podziałem komórki nie mają. Jubilat utworom tym przypisuje rolę czynnika reorganizującego ośrodkową część cytoplazmy, przygotowującego ją na przyjęcie wytwarzanego w pobliżu cytasteroidów żółtka. Pozatem, kończąc z dziedziną cytologii, wymienię tylko krótko zawarte w obu powyższych pracach obserwacje nad ootomją wewnątrzjajnikową, t. j. samorzutnem odcięciem części zbyt wielkiego jaja (ciekawy proces autoregulacyjny), oraz o pracy o olbrzymich ciałkach biegunowych u ślimaka *Philine aperta* (1911).

Właściwem polem pracy Jubilata, wobec podkreślonego przezemnie zamięłowania do morfodynamiki, jest oczywiście dziedzina rozwoju organizmów; do niej należy olbrzymia większość prac Jego, przytem prace najważniejsze i najwybitniejsze. Za materiał do badań służyły przeważnie *Sauropsida*, t. j. gady i ptaki, ale w pracach doświadczalnych zakres badań został rozszerzony na ryby i bezkręgowce.

W dziedzinie embriologii normalnej zatrzymał się Jubilat przede wszystkim na wczesnych stadiach rozwojowych, szczególnie na procesach t. zw. gastrulacyjnych u gadów i ptaków. Za materiał obserwacyjny służyły mu: *Lacerta muralis*, *L. ocellata*, *Chalcides lineatus*, *Platydactylus mauretanicus*, *Tropidonotus natrix* z gadów, a perlica, indyk, kura, kaczka, gawron z ptaków, i wiele innych. Prace w tej dziedzinie są zbyt liczne, abym je mógł szczegółowo wszystkie omówić. Wymienię tylko,

że w rozwoju perlicy (1901) zostaje odkryty jako utwór normalny t. zw. węzeł tylny, t. j. rozszerzenie smugi pierwotnej w jej tylnym końcu, charakterystyczne dla rozwoju ssaków. U *Lacerta ocellata* (1903—1905) wykrywa Jubilat istnienie t. zw. smugi pierwotnej, znanej przedtem tylko u ptaków i ssaków, przez co wiąże ostatecznie rozwój gadów z rozwojem obu pozostałych grup owodniowców. W roku 1916 wychodzi piękna monograficzna praca p. t. „Badania nad rozwojem *Chalcides lineatus*“, a w roku następnym obszerne dzieło, owoc długoletnich badań porównawczych nad rozwojem *Sauropsida*, p. t.: „Nić osiowa i czop metastomalny w rozwoju owodniowców“. Obydwie te prace, obejmujące ogromną ilość materiału faktycznego z embriologii gadów i ptaków, zawierają i uzasadniają swoiste, indywidualne poglądy Jubilata na t. zw. procesy gastrulacyjne u owodniowców, poglądy zreasumowane i zaokrąglone w jedną całość w pracy z 1917 r. p. t. „Teoria mezostomy“. Przedewszystkiem obala Jubilat pogląd, podtrzymywany przez wielu autorów, jakoby w obrębie t. zw. płytki gastrulacyjnej miała na powierzchnię wychodzić entoderma. Utwór znany z embriologii gadów jako „czop metastomalny“ jest utworem ektodermicznym, niema więc nic wspólnego z czopem *Rusconi*'ego, utworem entodermy, znanym u płazów. Wogóle wszystkie utwory u owodniowców, którym dotychczas przypisywano znaczenie gastrulacyjne, jak t. zw. płytka gastrulacyjna i smuga pierwotna gadów, ptaków i ssaków, są utworami ściśle i wyłącznie ektodermicznymi, a rzekomo gastrulacyjne wpuklenia, powstające w obrębie tych utworów, posiadają tylko znaczenie mezodermotwórcze: wytwarzają mezodermę i strunę grzbietową. Więc środkowy listek zarodkowy wraz z *chorda dorsalis* tylko ektodermie zawdzięcza swe pochodzenie. Entoderma różnicuje się znacznie wcześniej *in situ*, zanim rozpoczną się owe rzekomo gastrulacyjne wpuklenia. Całość tych procesów, odbywających się w obrębie płytki gastrulacyjnej, a raczej, podług terminologii Jubilata płytki mezostomalnej, a więc powstanie prostomy i metastomy gadów, oraz homologicznej obu razem powyższym utworom brzozy pierwotnej ptaków i ssaków, jednym słowem całość procesów, prowadzących do wytworzenia struny grzbietowej i mezodermy, obejmuje Jubilat nazwą mezostomy. Podług więc zdania Jubi-



łata procesów, uważanych dotychczas u owodniowców za gastrulacyjne, nie można homologizować z istotnie gastrulacyjnymi procesami u bezowodniowców; innymi słowy, kręgowcom wyższym brak istotnej gastrulacji.

W rok później, w 1918 r. ukazuje się praca „O kormogenezie w rozwoju kręgowców wyższych“, poruszająca ciekawą sprawę homologji poszczególnych części tarczki zarodkowej u gadów, ptaków i ssaków. U gadów tarczka zarodkowa posiada dość znaczną grubość, dzięki przygotowaniu w niej z góry dużej ilości materiału ektodermicznego, który następnie zostaje zużyty do budowy ciała zarodka, do wytworzenia wszystkich jego organów (z wyjątkiem entodermicznych). To też pierwotny rozwój zarodka odbywa się całkowicie w obrębie tarczki zarodkowej; nie tylko wytworzenie mezodermy i struny grzbietowej, ale i układu nerwowego w okresie prostomy nie wykracza poza przedni kraniec tarczki, która jest tu istotnym terenem zarodkotwórczym, „embrjoplastem“ w terminologii Rabla. Inaczej przedstawia się sprawa z tarczką zarodkową ptaków i ssaków. Tu większą część pierwotnej tarczki zarodkowej zajmuje smuga pierwotna. Powstająca w niej bródka pierwotna nie zatrzymuje się w swym rozwoju ku tyłowi na tylnym końcu pierwotnej tarczki, lecz posuwa się dalej, pociągając za sobą rozrost samej tarczki. Węzeł Hansena, czyli przedni koniec smugi pierwotnej, siedlisko procesów strunotwórczych, leży w nieznaczej tylko odległości od przedniej krawędzi tarczki zarodkowej. A ponieważ ciało zarodka kształtuje się ku przodowi od węzła Hansena, musi tarczka zarodkowa rozrosnąć się ogromnie ku przodowi, by na tym nowonadbudowanym terenie mógł się ukształtować zarodek ptaka lub ssaka. To też pierwotna tarczka zarodkowa ptaków i ssaków nie jest utworem homologicznym całej tarczce gadów; jest ona ogniskiem chordulacyjno-mezodermotwórczym, odpowiadającym tylko tylnemu końcowi tarczki gadów.

Poza temi zagadnieniami, związanymi z gastrulacyjnymi procesami u owodniowców, interesował się Jubilat całym szeregiem innych zagadnień z dziedziny embrjologii normalnej. W pracy „O korelacji zarodkowej“ (1905) ustala godny uwagi fakt braku korelacji między ciałem zarodka a okolicami pozarodkowymi blastodermy. Wahania wielkości ciała zarodka nie

idą ręką w rękę z wahaniami okolic pozazarodkowych; ciało zarodka może się wcale nie rozwinąć lub też zginąć podczas rozwoju z tych, czy innych przyczyn (n. p. zabiegu eksperymentalnego), nie wpływa to wcale na rozwój okolic obwodowych; obydwie te części mają bardzo szeroką autonomję rozwojową. Tak samo brak korelacji między wielkością zarodka a masą żółtka u gadów i ptaków (1909).

Nie będę się zatrzymywał dłużej, z powodu braku czasu, nad innymi pracami z dziedziny embriologii normalnej. Wspomnę tylko mimochodem, że interesowała Jubilata kwestja pierwszych stadjów rozwojowych naczyń krwionośnych u *Sauropsida* (1905), asymetria wewnętrznych zarysów pola naczyniowego u ptaków (1915), zagadnienie „ogona“ u zarodka ludzkiego (1916), rozwój owodni u ptaków (1925, 1926); tutaj też wymienię pracę biometryczną nad wahaniami indywidualnymi jaj gawrona (1906).

Prosta obserwacja spotkanych w przyrodzie faktów nie wystarczyła Jubilatowi; już pierwszą swoją pracą o wpływie temperatury na podział jąder w jajach wkroczył on właściwie na teren embriologii doświadczalnej. Odkrycie radu dało mu możność wtargnięcia doświadczalnego w procesy rozwojowe wyższych kręgowców, co przedtem ze względów technicznych było utrudnione. Już wkrótce po odkryciu radu zostało stwierdzone jego szkodliwe działanie na skórę ludzką oraz jego zabójcze dla bakterij własności. Na rok przed doświadczeniami Jubilata zmarły niedawno Jan Danysz naświetlał promieniami radu gąsienice motyli, stwierdzając paraliżujący wpływ promieni na ruchy tych zwierząt. Równocześnie z Jubilatem G. Bohn stwierdził hamujące działanie radu na rozwój zarodków jeźowców; żaden z nich jednak nie zanalizował zmian wewnętrznych, zachodzących w zarodkach, ograniczając się poprostu do stwierdzenia faktu zahamowania rozwoju. Dopiero Jubilat przeprowadził mikroskopowe badania analityczne nad zmianami, wywołanymi w zarodku przez działanie promieni radowych. On pierwszy stwierdził niezmiernie doniosły, tak pod względem teoretycznym, jak i praktycznym, fakt elektywnego działania radu na tkanki zarodka. Nie będzie więc przesadą, gdy powiemy, że on dopiero wprowadził rad do badań embriologicznych.



Wyniki tych badań ogłoszone zostały w 17 pracach od 1904 do 1916 r. i zreasumowane w wykładzie p. t. „Wpływ promieni radu na rozwój organizmów“ (1916). Rozpocząwszy swe doświadczenia nad jajami ptaków (kura i kaczka), rozszerza je następnie na jaja aksolotla, rekina *Scyllium canicula*, oraz mięczaków *Philine aperta* i *Pholas candida*. Doświadczenia z radem mają tę dogodną stronę, że pozwalają łatwo zmieniać warunki eksperymentu, stopniować siłę naświetlania przez zmianę odległości obiektu naświetlanego od źródła promieni, zmieniać długość okresu naświetlania, wreszcie stosować naświetlanie w różnych okresach rozwoju.

Przy silnem naświetleniu w pierwszych okresach rozwoju jaja ptasiego nie tworzy się wcale część osiowa, czyli właściwe ciało zarodka. Mimo to części obwodowe zawiązka rozwijają się i rozrastają silnie na powierzchni żółtka, świadcząc dobitnie o wymienionej wyżej ogromnej autonomji obu składowych części zarodka.

Po naświetleniu słabszem ciało zarodka rozwija się z początku jakgdyby normalnie, wkrótce jednak zaczyna się rozpad niektórych jego części składowych. Najciekawszą jest rzeczą, że nie na wszystkie narządy zarodka rad działa w jednakowym stopniu i z jednakową siłą: niektóre narządy podlegają rozpadowi, podczas gdy inne rozwijają się normalnie; promienie więc radu wykazują ciekawą elektywność działania, niszcząc pewne określone narządy, pozostawiając inne nietkniętymi. Rozpadowi i zniszczeniu podlega przedewszystkiem zawiązek układu nerwowego rozwijającego się organizmu i zawiązki mięśni, podczas gdy struna grzbietowa i serce wraz z naczyniami krwionośnymi są przez rad oszczędzane. Rozpad zaczyna się zawsze od tyłu, od części ogonowej, posuwając się stopniowo ku przodowi, dlatego okolice głowy najdłużej zachowują swój kształt normalny. W najdalej posuniętych stadjach takiego rozpadu otrzymywał Jubilat zarodki, ciało których składało się tylko ze struny grzbietowej i serca z naczyniami. Fakty te znów świadczą o braku korelacji między poszczególnymi częściami zarodka, czyli o wybitnej autonomji rozwojowej różnych narządów.

Takie same wyniki otrzymuje Jubilat po naświetlaniu jaj ptasich przed początkiem wylęgu, gdy zarodek pozostaje jak-

gdyby w stanie życia utajonego i gdy poszczególne narządy zarodka jeszcze się nie wytworzyły. Jajo, po naświetleniu włożone do wylęgarni, wytwarza z początku ciało zarodka, które wkrótce podlega niszczącemu rozpadowi, jak w doświadczeniach poprzednich. Przy naświetlaniu jaja w późniejszych stadiach rozwojowych znów wynik ten sam, znów rozpad mózgu, rdzenia i zawiązków mięśni w tej samej kolejności i w ten sam sposób. To też z doświadczeń tych wyciąga Jubilat wnioszek, że „wobec niszczącego działania promieni radowych rdzeń jest rdzeniem, mózg mózgiem, a zawiązki mięśni — zawiązkami mięśni, bez względu na to, czy rad działa na narząd już uformowany, czy na formujący się, czy nawet na „drzemiący“ dopiero w jaju przed początkiem wylęgu“.

Zasadniczy wynik doświadczeń: stwierdzenie elektywnego działania radu na organizm, sformułowany przez Jubilata już w 1904 r., został następnie przez szereg badaczy, między innymi przez Oscara Hertwiga, w zupełności potwierdzony. Wynik ten posiada doniosłe nie tylko teoretyczne, ale i praktyczne znaczenie, gdyż przecież elektywne działanie radu stanowi zasadniczą podstawę radjoterapii.

Jeżeli teraz od dziedziny embriologii doświadczalnej powrócę znów do opisowej, a mianowicie do prac Jubilata z dziedziny teratogenji, to czynię to przedewszystkiem z powodu, że tę dziedzinę specjalnie przez niego umiłowaną pragnę na końcu omówić. Mógłbym tu jednak zwrócić uwagę, na co położył nacisk Jubilat w swym wykładzie p. t. „Metody mechaniki rozwojowej, a samorzutne zboczenia zarodkowe“ (1918), że potwór jest zawsze wynikiem jakiegoś przez samą przyrodę dokonanego eksperymentu, z którego czasami, przy umiejętnem wejrzeniu w stosunki morfologiczne potwora, bardzo wiele da się odczytać, pomimo że ani metoda, ani środki działania eksperymentatora nie są nam znane. Co więcej, często przyroda urządza tego rodzaju doświadczenia, jakich sami, przy pomocy dostępnych nam środków technicznych, dokonać nie jesteśmy w stanie. Jako przykład mogę przytoczyć wspomniane na początku mego referatu obserwacje Jubilata nad genezą *zonae pellucidae*. Dzisiejsze nasze środki techniczne nie pozwalają na taką ingerencję w rozwój oocytu ssaka, aby, nie zmieniając naturalnych tego rozwoju warunków, usunąć oocyt,



choćby częściowo od zetknięcia z komórkami follikularnymi. Anormalne samorzutne umieszczenie dwóch oocytów w jednym pęcherzyku Graafa w ten sposób, że na dość znacznej przestrzeni stykają się one bezpośrednio, pozwoliło na rozstrzygnięcie kwestji. Prace Jubilata z dziedziny teratogenji zawierają wiele przykładów podobnych.

Ogromna większość prac Jubilata do tej właśnie dziedziny się odnosi, niepodobna ich tu bodajby wyliczyć. Dlatego też ograniczę się do zaznaczenia niektórych tylko zagadnień, trzymając się ustalonego podziału potworów na pojedyncze i złożone.

Jako pierwszy przykład teoretycznie ciekawej, aczkolwiek lekkiej tylko potworności pojedynczej, wymienię występowanie w zarodku kurczęcia procesów t. zw. gastrulacyjnych, a podług terminologii Jubilata mezostomalnych, w postaci prostomy (1901), a więc typu gadziego, a nie ptasiego. Pomimo że smuga pierwotna była rozwinięta dość normalnie, wpuklenie ogranicza się do przedniej okolicy smugi i jest zorjentowane poprzecznie do jej przebiegu. Wskazuje to, że typ wpuklenia mezostomalnego nie jest związany korelacyjnie ze stopniem wydłużenia smugi pierwotnej.

Kilka prac poświęcił Jubilat blastodermom bez zarodków, czyli t. zw. potworom „bezpostaciowym“ (1903, 1907, 1908, 1911). W blastodermach tego rodzaju część osiowa zarodka nie rozwija się zupełnie, a pomimo to pole naczyniowe zwykle, choć nie zawsze, rozrasta się mniej lub więcej normalnie. O teoretycznym znaczeniu tego rodzaju potworów dla kwestji korelacji poszczególnych części zarodka już wspominałem. Z pośród kilku opisanych przez Jubilata nowych typów tych potworów pozwolę sobie omówić jeden, szczególnie ciekawy ze względu, że rozstrzyga on sporną kwestję genezy krwi. Typ ten spotkał Jubilat u gawrona (1908). Pomimo niewielkich rozmiarów blastodermy, posiadała ona bogato rozgałęzioną sieć naczyniową. Przekroje wykazały, że cała blastoderma składała się wyłącznie z parblastu, bez śladu ektodermy i mezodermy. Bogato rozwinięta sieć naczyniowa stanowi argument na korzyść entodermicznego pochodzenia krwi, która oczywiście nie mogła rozwinać się z mezodermy, wobec nieobecności tej ostatniej. Mamy więc znów przykład rozstrzygnięcia spornej w embriologii normalnej kwestji na podstawie materiału teratogenetycznego.

W związku z kwestją genezy krwi pozostaje inny jeszcze typ anomalji, opisany w 1906 r. pod nazwą parablasteru podzarodkowego. Są to utwory powstałe na skutek nienormalnego rozmnażania się elementów parablasteru, tworzących swoiste skupienia, ułożone w jamie podzarodkowej. Wewnątrz tych skupień entodermiczno-parablastycznych powstają nieraz prawdziwe utwory naczyniowe wraz z hematocytami, pomimo absolutnej nieobecności w tych miejscach materiału mezodermicznego.

Szereg cennych prac (1906—1925) zajmuje się jedną z najciekawszych form potworności zarodkowej, którą wprawdzie nie Jubilat odkrył, lecz której nadał powszechnie dziś przyjęte miano platyneurji, a której formy zarodkowe Rabaud zdołał związać z potwornościami płodów zupełnie ukształtowanych (cyklopja i tarń dwudzielna, *Spina bifida*). Potworność zarodkowa polega na nienormalnym rozwoju zawiązka układu nerwowego, który, zamiast zamknąć się w cewkę, rozrasta się wszedź i na płask, tworząc szeroką płytkę, przy równoczesnem skróceniu zarodka. W przypadkach silniej wyrażonej anomalji pozostałe części składowe zarodka, a przedewszystkiem masa mezodermiczna, również rozrastają się na szerokość. Pomimo, że postać tej potworności była już dawniej znana, Jubilat pierwszy znalazł i zbadał zarodki, u których potworność ta występowała w stopniu maksymalnym, obejmując całą płytkę nerwową, a więc cały zarodek. Już w 1906 r. wyjaśnia zjawisko t. zw. schistopojezy płytek mięśniowych, t. j. charakterystycznego rozszczepienia zbyt na szerokość rozrośniętych protosomitów na równoległe ułożone szeregi; rozszczepienie to jest wyrazem autoregulacji, przeprowadzonej za pomocą rozbicia zbyt szerokich zawiązków mięśniowych na węższe, co oczywiście prowadzi do zwiększenia ich ilości i ułożenia w kilku szeregach. W obszernej pracy p. t. „Nowe badania nad rozwojem układu nerwowego potworów platyneurycznych“ (1915) zamyka Jubilat dalsze obserwacje nad tego rodzaju autoregulacją, zachodzącą w obrębie układu nerwowego. Nadmiernie rozszerzona płytkę nerwowa przy próbach wytworzenia mózgu i rdzenia nie przekształca się w jedną dużą cewkę, lecz rozpada się na kilka podłużnych części, ułożonych równoległe, z których każda tworzy cewkę samodzielną. Żadna z tak powstałych cewek nie jest nigdy większą od cewki normalnej, z czego wyciąga Ju-



bilat wniosek, że „wielkość absolutna danego zawiązka, różnicującego się na danym poziomie poprzecznym, nie może przekroczyć wielkości normalnej“. I jeszcze jeden ciekawy fakt, zaobserwowany na tym materiale, muszę zaznaczyć. W niektórych z tych utworów rdzeniowych, powstałych przez schistopojezę płytki nerwowej, światło rdzenia tworzy się w sposób nieznanym dotychczas w rozwoju kręgowców wyższych, a występujący stale i normalnie w rozwoju rdzenia ryb kościstych: przez swoiste rozsunięcie się komórek wewnątrz spoistego pierwotnie pasma rdzeniowego.

Nie mogę pominąć bez krótkiej bodajby wzmianki dwóch niezmiernie rzadkich postaci potworności zarodkowych, opisanych przez Jubilata. Pierwsza z nich, nazwana enterotelją (1915), spotkana u kaczki, polega na obrośnięciu tylnej okolicy zarodka przez entodermę, przyczem parablasy tworzy rodzaj sklepienia nad wsuniętą podeń częścią ogonową. Drugi nowy typ stanowi kardjocefalja (1911, 1922), gdy zawiązek serca ze swego położenia normalnego przesuwa się ku przodowi, przed głowę, przyczem przednia krawędź mózgowia zagina się ku górze i ku tyłowi.

Jeśli można powiedzieć, że wogóle morfogenja potworów bardzo leży na sercu Jubilata, to specjalnie sprawa genezy potworów złożonych musi zapewne tkwić w samym centrum Jego serca, gdyż sprawie tej najwięcej poświęcił czasu i uwagi w ciągu całej swej działalności naukowej. Niemal połowa prac Jego traktuje o zarodkowych potwornościach złożonych, a zebrana przez Niego kazuistyka takich potworów przenosi liczebnie całość notowaną w dotychczasowej literaturze światowej. Za materiał służyły Mu niemal wyłącznie gady i ptaki, w kilku tylko pracach dotyka, jakby mimochodem, mięczaków (*Philine aperta*).

W sprawie genezy potworności złożonych panowały i do dzisiaj jeszcze częściowo panują dwa przeciwstawne sobie poglądy. Według jednego, potwór taki powstaje drogą zrastania się, konkrescencji, dwu lub kilku pierwotnie niezależnych od siebie zawiązków. Drugi pogląd wychodzi akurat z odwrotnego założenia: podwójny (względnie potrójny itd.) zarodek powstaje przez podział, rozszczepienie jednolitego pierwotnie zawiązka.

Teoria pierwsza, dopatrująca się genezy potworów złożonych w zroście, ma poza sobą pewne argumenty, których między innymi i sam Jubilat dostarczył w swej pracy p. t.: „*Sur les pontes anormales chez Philine aperta*“ (1910). U tego ślimaka, podobnie jak i u kręgowców, spotyka się czasami t. zw. osobniki potwororodne („*individus monstripares*“ według terminu Chabry'ego), wykazujące stałą skłonność do składania jaj nienormalnych. U *Philine aperta* nienormalność polega na zamykaniu w każdej skorupce jajowej nie jednej, jak bywa zwykle, lecz dwu i więcej komórek jajowych. U niektórych osobników ilość takich podwojonych jaj może dochodzić do 50% ogółu jaj złożonych. Każde z jaj zawartych we wspólnej skorupce zachowuje naogół swoją zupełną niezależność i w większości przypadków rozwijające się larwy są zupełnie normalne. Czasami jednak obserwował Jubilat, że dwa początkowo niezależne zarodki zrastają się ze sobą najróżnorodniejszymi okolicami ciała, często nieodpowiadającymi sobie wzajemnie. Powstawanie więc potworów złożonych u *Philine aperta* drogą zrostu zawiązków pierwotnie zupełnie niezależnych, rozwijających się z jaj odrębnych, zostało z całą pewnością przez samego Jubilata stwierdzone.

Pogląd drugi, dopatrujący się genezy potworów złożonych w niekompletnem rozszczepieniu pierwotnie jednolitego zawiązka, znajdował swe oparcie w danych embriologii doświadczalnej, gdy sztucznie odsunięte nieco od siebie, ale pozostające w pewnej łączności dwa pierwsze blastomery, np. lancetnika lub płaza, wytwarzają dwa organizmy połączone ze sobą na mniejszej lub większej przestrzeni wspólną okolicą ciała.

W sprawie genezy potworów złożonych u owodniowców, zdaniem Jubilata, obserwacje powyższe nie mogą być brane pod uwagę. Nie można przenosić rezultatów obserwacji z jednej grupy zwierzęcej na grupę zupełnie inną, bez uwzględnienia różnic między niemi, istniejących w charakterze komórek jajowych, w sposobie ich powstawania i w swoistych warunkach rozwoju zarodków. To też bardzo dawno przeciwstawił się Jubilat, o ile chodzi o kręgowce wyższe, obu wyżej wymienionym teorjom, wyjaśniającym genezę złożonych potworności. Już w pracy o podwójnym zarodku jaszczurki *Mabuia multifasciata* z 1904 r. a potem w pracy specjalnej o teorii kongres-



cencji z 1906 r. wykazuje niemożliwość zastosowania tej teorii do kręgowców wyższych, gdyż jest ona zupełnie sprzeczna ze wszystkimi danymi morfogenji tej grupy. Równocześnie w 1904 r. ukazuje się praca wymierzona przeciw teorii blastotomji, t. j. rozszczepienia jednolitego pierwotnie zawiązka, jako domniemanego źródła potworów złożonych. W tej pracy Jubilat, opierając się na pomiarach wielkości zarodków normalnych i złożonych u *Sauropsida*, stwierdza, że wielkość każdego poszczególnego osobnika, wchodzącego w skład systemu złożonego, nie jest wcale mniejszą od wielkości osobników pojedynczych, normalnych, czego jednak, podług zdania Jubilata, należałoby oczekiwać, jeśliby zarodek podwójny powstał z podziału zarodka pojedynczego. Wielkość układu podwójnego ujmuje Jubilat we wzór  $2n - c$  (względnie  $3n - c$  dla układów potrójnych itd.), gdzie  $n$  oznacza wielkość zarodka normalnego, pojedynczego, a  $c$  wyraża, inny w każdym poszczególnym systemie złożonym, wymiar okolicy wspólnej.

Przeciwstawiawszy się obu panującym teorjom, zwrócił Jubilat uwagę na możliwość rozwoju potworności złożonych z jaj wielojądrowych, jak już o tem na początku mego referatu wspominałem. Przez całe życie broni Jubilat konsekwentnie tego punktu widzenia w licznych pracach, reasumując ostatecznie swe poglądy w pracy p. t. „W sprawie genezy potworów złożonych (1925), i w niedawno wydanej książce: „Potwory i ich rozwój“ (1927).

W swych wnioskach ostatecznych opiera się Jubilat na faktach zaobserwowanych przez siebie i swych uczniów stosunkowo częstego występowania jaj wielojądrowych u ssaków, ptaków i gadów (przyczem obserwacje nad dwiema ostatnimi grupami pochodzą wyłącznie z pracowni Jubilata: z badań p. C. Orlikowskiej i p. G. Dehnela). Dalszym faktem wziętym pod uwagę jest znane i potwierdzone przez Jubilata i Jego uczniów istnienie samiec potwororodnych, w potomstwie których znacznie częściej niż u innych występują potworności tak proste, jak i złożone, dowodząc istnienia u danego osobnika jakiegoś rodzaju predyspozycji do wydawania na świat potworów; fakt taki najłatwiej da się wytłumaczyć swoistemi, potwororodnymi właściwościami jajnika. Wreszcie za fakt decydujący i ostatecznie rozstrzygający kwestję uważa Jubilat obserwacje

dokonane przez swego ucznia i asystenta p. G. Dehnela, który w jajniku takiej potwororodnej samicy żółwia rzeczywiście znalazł kilkadziesiąt oocytów o dwu lub trzech jądrach. Z faktów tych wyciąga Jubilat wnioszek, który dosłownie przytaczam: „Jednym słowem, można dziś, mojem zdaniem, wypowiedzieć się w sposób zupełnie kategoriyczny, że geneza potworów złożonych u kręgowców wyższych niechybnie bierze swe źródło w pierwotnym, wewnątrzjajnikowym zdwojeniu (lub potrojeniu itd.) aparatu jądrowego oocytów“. Prawdopodobną genezę bliźniąt t. zw. monochorjalnych u ssaków upatruje Jubilat w rozwoju ich z jaj oddzielnych, ale pochodzących z jednego pęcherzyka Graaf'a.

Nie będę wchodził w analizę opisanych przez Jubilata potworów złożonych, wspomnę tylko, że obejmują one cały szereg form przedtem nieznanych, a z wielu względów ciekawych. Nie mogę jednak pominąć milczeniem próby sklasyfikowania tych różnych, a na pierwszy rzut oka, gdy każdy niemal potwór złożony zdaje się posiadać bardzo wybitne cechy indywidualne, niepoddających się żadnej klasyfikacji form. Podział swój opiera Jubilat na wzajemnych stosunkach osobników, wchodzących w skład układu złożonego. Dwa lub więcej osobników, rozwijających się na jednej blastodermie, zachowujących zupełną niezależność kształtotwórczą w okolicach samodzielnych, opanowanych przez jeden tylko z tych ośrodków twórczych, mogą jednak na terenie wspólnym współdziałać ze sobą, tworząc wspólnym wysiłkiem wspólne narządy, pracując harmonijnie i w jednakowym kierunku. Tego typu układy potwornościowe nazywa Jubilat potworami synergetycznymi. Lecz na jednej blastodermie mogą się rozwijać dwa osobniki niezależne od siebie zupełnie, często antagonistycznie zachowujące się względem siebie; są to potwory asynergetyczne. W sposobie ujęcia tej klasyfikacji jakże wyraźnym jest właściwy Jubilatowi morfodynamiczny punkt widzenia.

Wspomniałem już, że ilość opisanych przez Jubilata potworów złożonych przekracza całość, notowaną dotychczas w literaturze. Większość z nich odnosi się do potworności podwójnych, ale mamy wśród nich niezmiernie rzadkie, a ciekawe układy potrójne. O jednym z nich wyraził się znakomity teratolog francuski Raoud, że ten jeden potwór posiada war-



tość całej kolekcji. Pomimo to uważa Jubilat, że praca Jego w tej dziedzinie wciąż jeszcze znajduje się we wstępnym stadium badań, w okresie zbierania materiału, jak o tem świadczą własne Jego słowa z 1925 roku:

„Pozwalam sobie twierdzić, że materiał dotychczasowy, odnoszący się do rozwoju zarodków wielotwórczych. . . . niezmiernie jest jeszcze szczupły i dalsze w tym zakresie badania z jak największą starannością prowadzone być winny. Nie obawiając się zarzutu, z którym się spotykałem w ciągu mojej, niemal trzydziestoletniej w tym kierunku pracy, że wagę zbyt wielką do kazuistycznych przykładam przyczynków, twierdzić nie przestanę, że najdrobniejszy pozornie fakt w tej dziedzinie — nieraz doniosłej może nabrać wartości w zestawieniu ze zbyt dotychczas szczupłą resztą znanych, zbadanych i porządnie opisanych przypadków. Zdaniem mojem cała ta dziedzina badania morfologicznego kryje w sobie skarby nieprzebrane, o niedocenianej jeszcze do dzisiaj rozległości i głębokości syntez przewidzieć się dających“.

W zakończeniu nie mogę się powstrzymać, aby nie wspomnieć o jednej jeszcze umiłowanej dziedzinie zainteresowań Jubilata, która dotychczas, niestety, uzewnętrzniła się tylko w kilku artykułach popularnych, oraz w wykładach uniwersyteckich. Jest nią dziedzina historii biologji, specjalnie embriologii 17 i 18 stulecia, której Jubilat jest znawcą niepowszednim, i którą z zamiłowaniem się zajmuje; na przyszłym obchodzie jubileuszowym z pewnością referent, który będzie omawiał działalność dzisiejszego Jubilata, i z tą dziedziną będzie miał do czynienia.

D. SZYMKIEWICZ.

## Stosunki liczbowe w budowie roślin.

Rośliny wykazują liczne prawidłowości w swojej postaci i budowie. Wykazują przede wszystkim często symetrię bardzo dokładną, którą każdy zna w kwiatach, którą można obserwować także u form mikroskopowych, takich jak okrzemki i desmidja. Poza temi prawidłowościami natury geometrycznej można zauważyć u roślin pewne stałe stosunki ilościowe, związki natury czysto arytmetycznej. Najciekawszym faktem tego rodzaju jest występowanie liczb z szeregu Fibonacciego.

Szereg Fibonacciego jest to szereg liczb całkowitych, w którym pierwszymi wyrazami są 1 i 2, zaś każdy następny tworzy się przez sumowanie dwóch poprzednich:

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, . . . .

Wyprowadzenie wzoru na wyraz ogólny tego szeregu nie jest zadaniem łatwym. Otrzymuje się przytem wzór dosyć złożony:

$$S_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left[ \left( \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^{n+1} - \left( \frac{1 - \sqrt{5}}{2} \right)^{n+1} \right]$$

Nazwa szeregu pochodzi od nazwiska włoskiego matematyka Leonarda Pisano zwanego Fibonacciego, który w r. 1202 zajmował się tym szeregiem przy obliczeniach ilości potomstwa pochodzącego z jednej pary królików. W matematyce ten szereg nie odgrywa żadnej poważniejszej roli, w botanice natomiast znalazł bardzo szerokie zastosowanie. Już Kepler w r. 1611 zwrócił uwagę na to, że liczby szeregu Fibonacciego występują często w budowie kwiatów. Dokładniej ta kwestja została zbadana pod koniec wieku XIX przez Ludwiga (2—8), który wykazał, że liczebność części składowych w skupieniach homologicznych organów u roślin bywa naj-



częściej równa jednej z liczb szeregu Fibonacciego albo parzystej wielokrotnej którejkolwiek z tych liczb. Jest to t. zw. prawo Ludwiga.

Prawo Ludwiga należy rozumieć statystycznie. To znaczy, że jeżeli ma wystąpić jakaś liczba z szeregu Fibonacciego, dajmy na to 21, nie znaczy to bynajmniej, żeby to miało miejsce na wszystkich okazach danego gatunku. Owszem, mogą występować na poszczególnych okazach liczby zarówno większe, jak i mniejsze: 20 i 22, 19 i 23 i t. d. Najczęściej jednak wystąpi dana liczba 21.

Nietrudno jest przytoczyć liczne przykłady na prawo Ludwiga. Zwłaszcza złożone (*Compositae*) stanowią ulubiony obiekt do tego rodzaju obserwacji. Ilość kwiatów języczkowych w koszykach tych roślin, o ile kwiaty te są ułożone w jeden okółek na obwodzie kwiatostanu, podlega zawsze prawu Ludwiga. Naprzykład pospolity na naszych polach rumianek bezwonny (*Chrysanthemum inodorum*) dał w pewnej serii obserwacyjnej, wykonanej przez Ludwiga (2), następujące wyniki:

Liczebność języczków . . . .	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Częstość występowania tych liczebności . . . . .	1	—	1	—	1	4	14	60	11	4	2	1

Właściwości takiego statystycznego szeregu rozdzielczego ujawniają się szczególnie wyraźnie w przedstawieniu graficznym, jeżeli liczebności języczków weźmiemy za odcięte, zaś częstości ich występowania za rzędne (Rys. 9). Otrzymuje się w ten sposób krzywa (dokładniej mówiąc wielobok) ze szczytem, odpowiadającym najczęstszej liczebności.

W podobny sposób można wykazać także inne liczby z szeregu Fibonacciego. Jest to zadanie tem łatwiejsze, im dana liczba jest mniejsza, bo wtedy najczęstsza liczebność występuje w większej procentowo ilości przypadków. Według obserwacji autora (9) można przytoczyć następujące przykłady dla liczebności kwiatów języczkowych.

Starzec Fuchsa (*Senecio Fuchsii*).

4	5	6	7
12	478	8	2

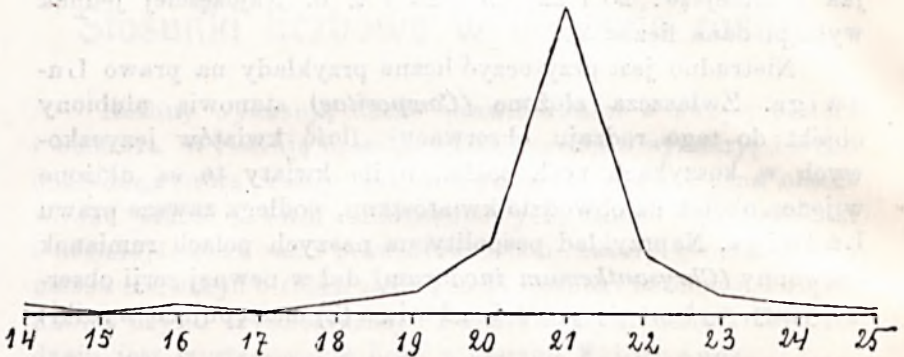
Starzec nadrzeczny  
(*Senecio sarracenicus*).

6	7	8	9
5	31	82	2

Starzec lepki  
(*Senecio viscosus*).

11	12	13	14
4	19	173	4

Dla wielkich liczebności potrzeba o wiele więcej danych. Naprzykład stokrotka (*Bellis perennis*) ma najczęściej 34 języ-



Rys. 9.

czki, ale to ujawnia się dopiero gdzieś mniej więcej przy tysiącu danych. Ludwig (7) przy pomocy swoich uczniów zliczył 12 tysięcy koszyków i otrzymał następujący wynik:

Liczebność języczków	Częstość tych liczebności	Liczebność języczków	Częstość tych liczebności
12	3	28	193
13	2	29	276
14	11	30	237
15	7	31	366
16	16	32	499
17	9	33	565
18	17	34	812
19	12	35	644
20	20	36	582
21	42	37	472
22	48	38	526
23	52	39	511
24	71	40	503
25	74	41	476
26	111	42	535
27	160	43	374

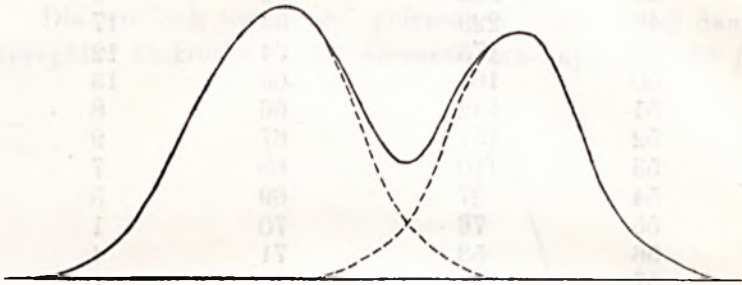


Liczebność języczków	Częstość tych liczebności	Liczebność języczków	Częstość tych liczebności
44	340	59	27
45	319	60	30
46	259	61	9
47	242	62	8
48	229	63	17
49	175	64	12
50	161	65	13
51	142	66	8
52	157	67	9
53	110	68	7
54	87	69	5
55	76	70	1
56	53	71	4
57	49	72	1
58	35		

Jeżeli się powyższe dane o stokrotce przedstawi w formie krzywej, rzuci się w oczy, poza pewnemi przypadkowemi nieprawidłowościami, jakie zawsze występują w podobnych przypadkach, oprócz głównego szczytu przy 34, drugi niższy, przy 42. Obecność tego drugiego szczytu świadczy o istnieniu osobnej odmiany stokrotki o większej niż zwykle ilości języczków w kłoskach. Odmiana ta nie została wprawdzie wydzielona z mieszaniny form występujących w przyrodzie, istnienie jej jednak jest niewątpliwe, gdyż w innym podobnym przypadku wydzielenie to przez selekcję zostało przeprowadzone. Mianowicie de Vries (11) dla *Chrysanthemum segetum* z materiału, dającego wieloszczytową krzywą zmienności, wyosobnił odmiany o 13, 21, 26 i 34 języczkach.

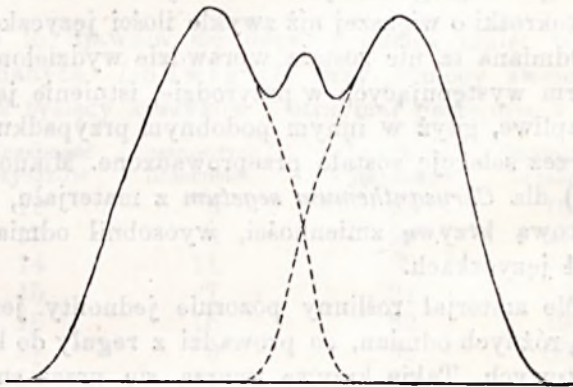
Wogóle materiał roślinny pozornie jednolity jest nieraz mieszaniną różnych odmian, co prowadzi z reguły do krzywych wieloszczytowych. Takie krzywe tworzą się przez sumowanie prostych jednoszczytowych krzywych, z których każda pochodzi od poszczególnej odmiany (rys. 10). Sumowanie krzywych może jednak dać w pewnych przypadkach nowe szczyty w miejscach, gdzie ich niema w krzywych składowych. Tak będzie z reguły wtedy, jeżeli krzywe składowe silnie zachodzą na siebie. Dodatkowy szczyt krzywej sumarycznej może być przytem niższy od szczytów krzywych składowych (rys. 11) albo wyższy od nich (rys. 12). W przypadku, w którym ilość

osobników jednej odmiany jest znacznie większa od ilości osobników drugiej, jeden ze szczytów krzywych składowych może zniknąć, zaznaczając się tylko załamaniem krzywej wypadkowej (rys. 13). Może się wreszcie zdarzyć, że przy składaniu dwóch



Rys. 10.

zbliżonych do siebie krzywych oba szczyty znikną, a na ich miejsce zjawi się pomiędzy nimi trzeci, który nie będzie reprezentował żadnej cechy danej rośliny (rys. 14).



Rys. 11.

Jako przykład tych różnych krzywych wypadkowych można przytoczyć przedewszystkiem wyniki, otrzymane przez Ludwiga (2) przy liczeniu promieni w baldachach *Pimpinella Saxifraga*. Roślina ta ma dwie odmiany o 8 i o 13 promieniach. Z pięciu różnych grup osobników wypadły wyniki następujące:



Grupa osobników	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	—	—	—	—	3	6	32	38	81	61	52	24	16	18	4	3	1
2	11	24	29	76	70	97	97	63	74	27	15	12	2	—	—	—	—
3	4	16	19	46	31	51	49	29	30	15	1	6	1	—	—	—	—
4	11	24	30	83	84	118	139	109	160	91	69	37	18	19	4	3	1
5	5	7	6	20	28	40	44	31	38	10	14	6	1	1	—	—	—

Grupa Nr. 1 składała się wyłącznie z osobników należących do odmiany „13<sup>a</sup>”. Wszystkie inne grupy zawierały obie odmiany „8<sup>a</sup>” i „13<sup>a</sup>”, ale w różnej proporcji. Występują w nich poza zasadniczymi szczytami 8 i 13 jeszcze dodatkowe szczyty przy 10 i 11. Grupy Nr. 2 i 3 odpowiadają krzywej rys. 12, grupy Nr. 4 i 5 — krzywej rys. 13. Naturalnie dodatkowe szczyty 10 i 11 nie odpowiadają żadnym odmianom badanej rośliny.



Rys. 12.

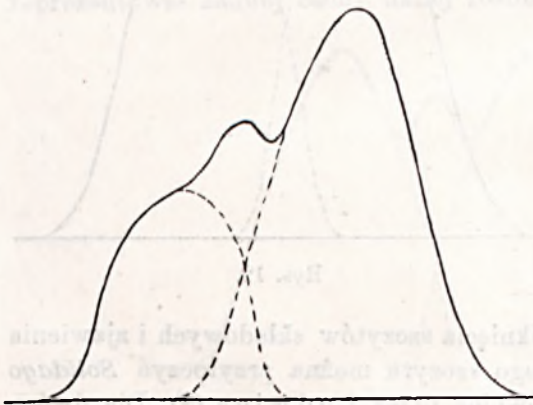
Jako przykład zniknięcia szczytów składowych i zjawienia się w ich miejsce nowego szczytu można przytoczyć *Solidago Virga aurea* zbadany również przez Ludwiga (8). Dla dwóch różnych grup osobników otrzymał on następujące wyniki odnośnie do kwiatów jęczyzkowych:

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grupa I.	2	5	20	33	38	24	10	4	2	—	—	1
Grupa II.	6	11	18	28	20	14	3	—	—	—	—	—

Grupa II składa się oczywiście z odmiany o 8 języczkach. Grupa I zawiera prawdopodobnie oprócz osobników o 8 języczkach jeszcze odmianę o 10 języczkach; świadczy o tem załamanie krzywej przy tej liczbie.

Bardzo ciekawy przykład krzywej aż 5-szczytowej ogłosił Ludwig (4) dla liczebności kwiatów w baldachach pierwiosnka (*Primula officinalis*) (rys. 15).

Liczebność kwiatów w baldachach	Częstość tych liczebności	Liczebność kwiatów w baldachach	Częstość tych liczebności
1	1	12	19
2	13	13	21
3	78	14	10
4	54	15	6
5	237	16	4
6	173	17	5
7	116	18	3
8	188	19	2
9	76	20	—
10	108	21	—
11	56	22	1



Rys. 13.

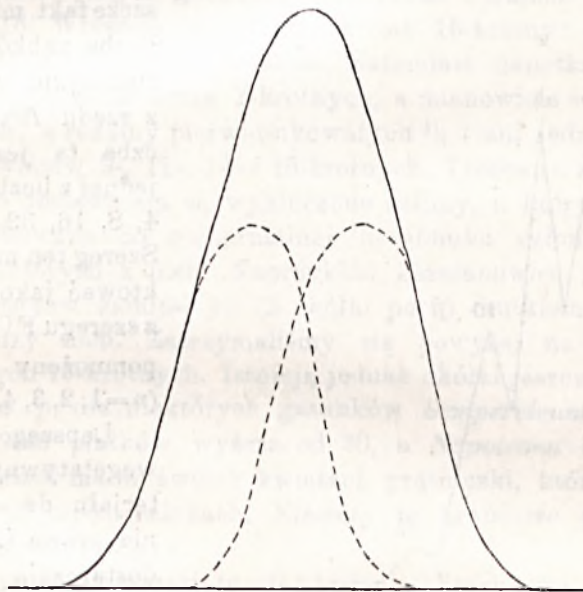
Wszystkie szczyty tej krzywej odpowiadają albo wprost wyrazom szeregu Fibonacciego, albo liczbom, będącym ich podwojeniem. Prawo Ludwiga w tym przypadku znajduje bardzo jaskrawe potwierdzenie. Tak samo drugi szczyt dla *Bellis perennis* odpowiada temu prawu,

gdyż 42 jest podwójną liczbą 21 z szeregu Fibonacciego.

Prawo Ludwiga nie jest niezłomnym prawem natury i znane są rośliny, do których się ono nie stosuje. Niektórzy autorowie nawet odmawiają mu nazwy „prawa“ i mówią tylko o „prawidle“. Bliższe zbadanie tego zagadnienia wykazuje jednak, że wyjątki z prawa Ludwiga stają się bardzo rzadkie,



jeżeli się ograniczy w odpowiedni sposób jego zakres, jeżeli się będzie brało do porównania tylko takie skupienia organów, które są ściśle homologiczne względem siebie, jeżeli wreszcie nie będzie się brało pod uwagę szczytów dodatkowych, wynikających tylko ze składania elementarnych krzywych i nie reprezentujących żadnych szczególnych odmian. Jako przykład rozpatrzmy bliżej takie skupienia homologicznych organów, w których te organy są ułożone w okólek. Przekonamy się, że w tym przypadku wyjątki z prawa Ludwiga są przy



Rys. 14.

należytem traktowaniu zagadnienia tak rzadkie, że dotychczas napotkano ich tylko jeden.

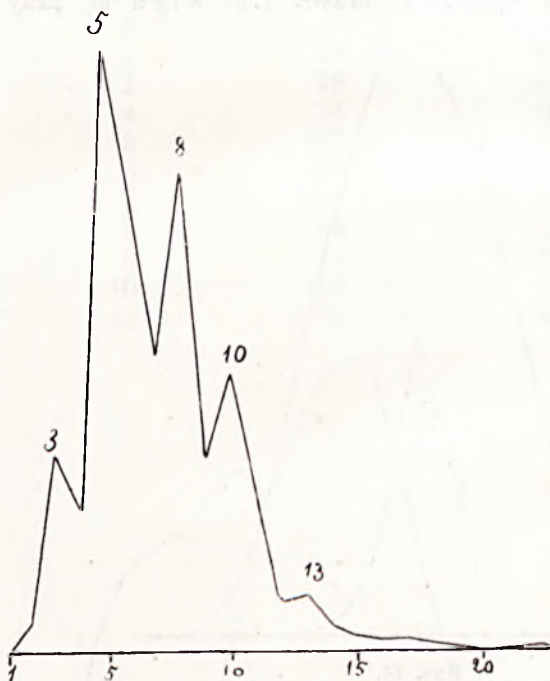
Rozpatrzmy po kolei rozmaite okółki. Rozpocznijmy od liści wegetatywnych. Liczebności w tego rodzaju okólkach są przeważnie niewielkie: 2 (n. p. u wargowych), 3 (n. p. u oleandra), 4 (n. p. u czworolista [*Paris quadrifolia*]). Bardziej złożone okółki liściowe są rzadkie. Na szczególną uwagę zasługiwałby rodzaj *Casuarina*. Niestety są to drzewa podzwrotnikowe, trudno dostępne. Z roślin krajowych większą ilość

liści w okólkach mają skrzypy (*Equisetum*); występują tam ilości: 3, 6, 12, 24, to znaczy

$$3 \times 2^n \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

Wszystkie te liczby odpowiadają prawu Ludwiga. Można przytem sprecyzować to prawo w ten sposób, że nie wszystkie parzyste wielokrotne wyrazów szeregu Fibonacciego mogą być wzięte, lecz te tylko, które powstają przez pomnożenie przez

$2^n$ . Za tem samym przemawia inny jeszcze fakt, mianowicie liczba ząbków w peristomjum u mchów z rzędu *Bryales*. Liczba ta jest równa jednej z liczb szeregu: 4, 8, 16, 32, 64, 128. Szereg ten można traktować jako wyraz 2 z szeregu Fibonacciego pomnożony przez  $2^n$  ( $n=1, 2, 3, 4, 5, 6$ ).



Rys. 15.

Lepszego od liści wegetatywnych materiału do sprawdzenia prawa Ludwiga dostarczają kwiaty, w których różne części (płatki, pręciki, owocolistki) są zwykle ułożone w okółki. Spotykamy w tych okólkach różne liczby, począwszy od 2 aż do trzydziestu kilku i może nawet jeszcze większych. Dla lepszego przedstawienia tej kwestji napiszmy kolejne liczby całkowite, poczynając od 2, i zaznaczmy w tym szeregu tłustym drukiem wszystkie te, które są identyczne z wyrazami szeregu Fibonacciego, albo stanowią ich parzyste wielokrotne, otrzymane przez pomnożenie przez  $2^n$ :

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, ...



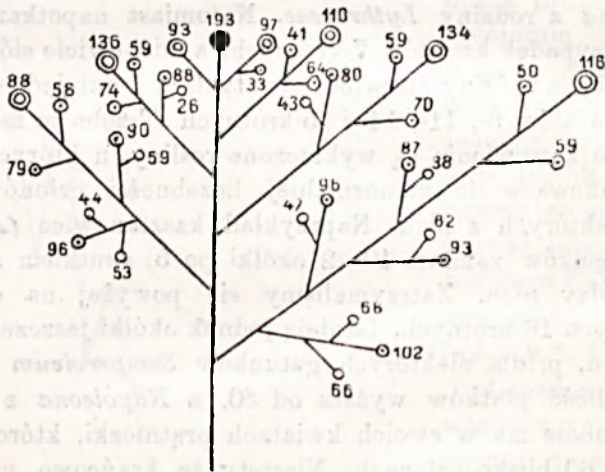
Otóż można wykazać w różnych kwiatach okółki o liczebnościach, zaznaczonych w tym szeregu przez tłusty druk, natomiast, poza jednym tylko wyjątkiem, nie spotkamy w kwiatach okółków, których liczebność jest równa którejkolwiek z pozostałych liczb szeregu. Istotnie są znane kwiaty 2-krotne (*Circaea*, *Majanthemum*), 3-krotne (większość jednoliściennych), 4-krotne (*Cornus*, *Daphne*, *Epilobium*), 5-krotne (większość dwuliściennych), 6-krotne (*Lythrum Salicaria*), 8-krotne (*Dryas octopetala*), 10 i 12-krotne (niektóre gatunki *Sempervivum*). W kwiatach różnych gatunków *Helleborus* i *Nuphar* płatki są w ilości 13. Wreszcie jest znany kwiat 16-krotny: *Lafoënsia puniceifolia* z rodziny *Lythraceae*. Natomiast napotkano tylko jeden przypadek kwiatów 7-krotnych, a mianowicie siódmaczek (*Trientalis*) z rodziny pierwiosnkowatych <sup>1)</sup>, i ani jednego przypadku kwiatów 9-, 11-, 14- i 15-krotnych. Trzeba tu zaznaczyć, że z tego zestawienia są wykluczone rośliny, u których okółki są zredukowane do nienormalnej liczebności członów przez zanik niektórych z nich. Na przykład kasztanowiec (*Aesculus*) ma 7 pręcików zamiast 10 (2 okółki po 5) skutkiem zaniku 3 z pomiędzy nich. Zatrzymaliśmy się powyżej na okółkach kwiatowych 16-krotnych. Istnieją jednak okółki jeszcze bardziej złożone, n. p. dla niektórych gatunków *Sempervivum* jest podawana ilość płatków wyższa od 30, a *Napoleona* z rodziny *Lecythidaceae* ma w swoich kwiatach prątniczki, które tworzą okółki o 60 blisko członach. Niestety te krańcowe przypadki nie są jeszcze zbadane.

Najlepszego materiału do badania liczebności członków w okółkach dostarczają złożone (*Compositae*), u których kwiaty języczkowe tworzą bardzo często prawidłowy okółek na obwodzie koszyków. Liczne przykłady z tej dziedziny były już przytoczone powyżej. Otóż jeżeli postawić pewne ograniczenie, o którym zaraz będzie mowa, to wszystkie dotychczas znane przypadki tego rodzaju okółków będą stosowały się do prawa Ludwiga.

Wspomniane ograniczenie dotyczy wyboru koszyków używanych do liczenia kwiatów języczkowych, gdyż różne koszyki tego samego okazu nie są w zupełności homologiczne, nie są

<sup>1)</sup> Bardzo ciekawe studjum biometryczne nad siódmaczką ogłosił Charlier p. t.: „A statistical description of *Trientalis europaea*“ (Arkiv för Botanik, XII, 1913).

przeto w zupełności porównywalne. Różnią się one nieraz znacznie ilością zawartych w nich kwiatów, w tej liczbie także ilością kwiatów języczkowych, jak to pierwszy stwierdził Haacke (1). Najwięcej ma ich koszyk szczytowy, mniej koszyki boczne. Koszyk szczytowy rozwija się najwcześniej i zakwita pierwszy. Później po kolei w miarę oddalenia od szczytu zakwitają koszyki boczne. Ilość zawartych w nich kwiatów wzrasta w miarę oddalania się od szczytu, tak że najmniejszy jest koszyk położony na pierwszej gałęzi. To samo powtarza się na każdej gałęzi z osobna. Czasem różnice



Rys. 16.

między różnymi koszykami są ogromne, n. p. u *Inula Conyza*. Rys. 16 przedstawia schemat kwiatostanu z pewnego okazu wziętego na chybił trafił (10). Liczby oznaczają tu całkowitą ilość kwiatów (kwiaty obwodowe różnią się od środkowych). W innych przypadkach różnice są mniejsze, czasem nawet nieznaczne. Są one jednak zawsze. Jeżeli zatem bierze się wszystkie koszyki z pewnej ilości okazów, wówczas porównuje się ze sobą rzeczy niezupełnie porównywalne. Otrzymuje się wtedy nieraz odnośnie do ilości kwiatów języczkowych wyniki niezgodne z prawem Ludwiga. Jeżeli się jednak będzie brało z każdego okazu tylko koszyk szczytowy, zgodność z tym prawem zostaje przywrócona.



Dla zilustrowania powyższych wywodów można przytoczyć *Senecio subalpinus*. Vogler (12) zliczył kwiaty języczkowe na 2213 koszykach, wziętych bez względu na ich położenie w kwiatostanie i otrzymał następujące wyniki:

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
2	5	6	31	45	87	169	240	310	366	348	287	183	66	32	12	3	—	1

Najczęstszą liczebnością kwiatów języczkowych wypada z tego zestawienia 19, liczba nie należąca do szeregu Fibonacciego, ani nie stanowiąca parzystej wielokrotnej żadnego wyrazu tego szeregu. Zupełnie inaczej wypada rezultat, jeżeli się weźmie koszyki szczytowe. Autor tego artykułu wykonał takie zliczenie na materiale zebranym w Tatrach na Iwaniackiej polanie. Wyniki były następujące:

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	—	1	4	5	3	8	9	11	16	11	1	2	1

Najczęstszą liczebność wypada tu 21, zgodnie z prawem Ludwiga.

Dochodzimy w ten sposób do ostatecznego wniosku, że w zastosowaniu do okółków, po odpowiednim ograniczeniu jego zakresu, prawo Ludwiga stosuje się w zupełności, z jedynym wyjątkiem kwiatów siódmaczka (*Trientalis*).

Co się tyczy zastosowań prawa Ludwiga do skupień organów, nie będących okółkami, to zagadnienie nie jest jeszcze należycie opracowane. Jest jednak prawdopodobnem, że rzecz ma się tak samo, jak z okółkami. Przy odpowiednim określeniu badanego materiału statystycznego skupienia te będą się stosowały do prawa Ludwiga bez wyjątku albo z bardzo nielicznymi wyjątkami. Wyjątki przy bliższem zbadaniu okażą się z pewnością w ogromnej większości tylko pozorne, spowodowane przez użycie niejednolitego materiału albo przez wystąpienie dodatkowych szczytów przy sumowaniu krzywych.

W szczególności prawo Ludwiga stosuje się doskonale do baldachów, jak to już zresztą widzieliśmy na przykładzie

pierwiosnka (*Primula officinalis*) (rys. 4) i *Pimpinella Saxifraga*. Rozmaite baldaszkowate (*Umbelliferae*), zbadane przez Ludwiga (2), dały przy liczeniu promieni baldachów krzywe ze szczytowymi wartościami z szeregu Fibonacciego, z wyjątkiem jedynie *Aegopodium Podagraria*. Wyjątek ten jednak jest być może powodowany przez niejednorodność materiału. Ludwig bowiem zmieszał razem baldachy szczytowe i boczne, tymczasem wykazują one różnice podobne do tych, jakie widzieliśmy u złożonych: szczytowe są silniej rozgałęzione od bocznych.

Do prawa Ludwiga stosują się także groniaste i główkowate kwiatostany motylkowatych. Badacz ten otrzymał dla nich przeważnie wieloszczytowe krzywe (16, 7, 8). Najwybitniejsze szczyty należały do szeregu Fibonacciego, n. p.:

<i>Lotus corniculatus</i> 5,	<i>Medicago sativa</i> 16,
<i>Medicago falcata</i> 8,	<i>Trifolium repens</i> 55,
<i>Lathyrus pratensis</i> 10,	<i>Trifolium pratense</i> 89.

Najciekawsze są w tym wykazie gatunki koniczyny (*Trifolium*) ze względu na występujące u nich dalekie wyrazy szeregu Fibonacciego. Niestety, autor nie podaje dla nich szeregu rozdzielczego. Rzecz ta wymaga jeszcze ponownego i dokładniejszego zbadania.

Wogóle kwiatostany motylkowatych nie są jeszcze należycie zbadane, a to głównie z powodu dużej liczebności kwiatów w nich zawartych. Podobnie rzecz się ma z kwiatostanami złożonych. Co do tych ostatnich można przytoczyć następujące dane Ludwiga (3):

Nazwa rośliny	Najczęstsze ilości		
	Kwiatów języczkowych	Kwiatów rurkowych	Jednych i drugich razem
<i>Senecio Fuchsii</i> . . . . .	5	8	13
<i>S. nemorensis</i> . . . . .	5	16	21
<i>Solidago Virga aurea</i> . . . . .	8	16	24
<i>Centaurea Cyanus</i> . . . . .	8	21	29
<i>Achillea Millefolium</i> . . . . .	5	18	23



Dwie ostatnie rośliny nie stosują się do prawa Ludwiga. Rzecz ta zresztą wymaga sprawdzenia, gdyż koszyki do liczenia były brane bez uwzględnienia ich położenia na roślinie.

Kończąc te wywody, trzeba na ostatku raz jeszcze podkreślić, że badania biometryczne mogą wydać wyniki wolne od przypadkowości tylko wtedy, jeżeli operują materiałem jednolitym pod względem morfologicznym. Właściwym warjantem nie jest poszczególny organ rośliny czy też poszczególne skupienie homologicznych organów, lecz osobnik. Skutkiem tego z każdego osobnika należy brać pod uwagę tylko jeden organ, względnie tylko jedno skupienie homologicznych organów. Pozatem trzeba uważać na to, żeby poszczególne osobniki były naprawdę odrębnymi osobnikami, a nie częściami tegoż samego osobnika. Tylko osobniki powstałe w drodze płciowej mogą być uważane za odrębne jednostki biologiczne. Wszystkie natomiast osobniki, pochodzące od jednego osobnika w drodze wegetatywnej, stanowią wszystkie razem jedno indywiduum, pojedynczy warjant w materiale statystycznym.

Z obszernej literatury omawianego zagadnienia podają tylko najważniejsze rzeczy. W pracy (13) Voglera można znaleźć dalsze informacje.

## LITERATURA.

1. Haacke W. Entwicklungsmechanische Untersuchungen. I. Ueber numerische Variation typischer Organe und korrelative Mosaikarbeit. — Biol. Centralbl. XVI (1906) 481 i nast.
2. Ludwig F. Ueber Variationskurven und Variationsflächen der Pflanzen. Botanisch-statistische Untersuchungen. — Botanisches Centralblatt. LXIV (1895) 1—8, 33—41, 65—72, 97—105.
3. Ludwig F. Weiteres über Fibonaccikurven. — Bot. Centr. LXVIII (1896). 1—8.
4. Ludwig F. Eine fünfgepfelge Variationskurve. — Ber. Deutsch. Botan. Ges. XIV (1896). 204—207.
5. Ludwig F. Beiträge zur Phytarithmetik. — Bot. Centr. LXXI (1897). 257—265.
6. Ludwig F. Variationskurven von Lotus, Trifolium und Medicago. — Deutsche Botanische Monatshefte XV (1897). 294—296.
7. Ludwig F. Ueber Variationskurven. — Bot. Centr. LXXV (1898). 97—167, 178—183.

8. Ludwig F. Ueber Variationspolygone und Wahrscheinlichkeitskurven. — Beihefte zum Bot. Centralbl. IX (1900). 89—111.
9. Szymkiewicz D. Studja biometryczne nad gatunkami rodzajów *Senecio* i *Ligularia*. Próba zastosowania metod statystycznych do systematyki. — Kosmos XLVIII (1922). 548—603.
10. Szymkiewicz D. Recherches biométriques sur les Composées. — Acta Soc. Bot. Pol. I (1923). 168—184.
11. De Vries H. Ueber Curvenselection bei *Chrysanthemum segetum*. — Ber. Deutsch. Botan. Ges. XVII (1899). 84—98.
12. Vogler P. Variation der Anzahl der Strahlenblüten bei einigen Kompositen. — Beihefte z. Bot. Centralbl. Erste Abteilung. XXV (1910). 387—396.
13. Vogler P. Probleme und Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Blüten und Blütenständen. — Jahrbuch 1910 der St-Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. St. Gallen (1911).

*Z Pracowni Botanicznej Wydziału Rolniczo-Leśnego  
Politechniki Lwowskiej.*



W. FRIEDBERG.

## Wymieranie zwierząt.

Jeżeli paleontologję nazywamy nauką o wymarłych zwierzętach, jest w tem określeniu pewna niedokładność. Naturalnie zwierzęta epok ubiegłych, z małemi wyjątkami, nie żyją już dzisiaj i dlatego też słusznie uważamy je za wymarłe. Inaczej jednakowoż rzecz się przedstawi, jeżeli będziemy pamiętać o tem, że zwierzęta dzisiejsze pochodzą od dawnych, że więc są późniejszymi ogniwami tego samego łańcucha. Jeżeli np. uważamy słusznie mastodonty za poprzedników słoni dzisiejszych w szeregu filogenetycznym, to ściśle biorąc nie nazwiemy ich typem wymarłym, lecz czasowym poprzednikiem słonia. W podobny sposób nie wymarłyby zwierzęta, będące czasowemi poprzednikami konia, jak *Eohippus*, *Miohippus* i inne, chociaż w obu przypadkach mamy przed sobą szereg wymarłych już rodzajów.

Nie wynika z tego, aby nie było nietylko gatunków i rodzajów, ale także i większych działów, jak rodzin, rzędów, czy klas, które wymarły zupełnie, nie pozostawiając po sobie następców. Nie będziemy ich wyliczać, bo szereg ich jest zbyt długi. Jeżeli przypomnimy sobie bodaj pobieżnie systematykę paleontologiczną, wymienimy nader łatwo kilka ważniejszych przykładów.

W kambrze i sylurze znajdujemy tak znamienne dla tych utworów graptolity, których stanowisko jest do pewnego stopnia problematyczne, chociaż bywają naogół uważane za stulbiopławy (*Hydrozoa*). Tak częste w sylurze, że dały początek czarnym łupkom graptolitowym, są one już w dewonie rzadkie, a poza karbon nie przechodzą. Między szkarłupniami znajdujemy dwa działy zupełnie wygasłe. Są to zbliżone do liljow-

ców kambryjskie, sylurskie i dewońskie *Cystoidea* (pęchezowce), a nadto karbońskie i permskie *Blastoidea*; zwłaszcza ostatnie, mające kielich tylko z 13 płytek złożony, stanowią w sobie zamkniętą grupę zwierząt.

Między wszystkimi zwierzętami bezkręgowymi tworzą jednakowoż głowonogi, zwłaszcza czteroskrzelne, najlepszy przykład wymierania bardzo licznej i kiedyś dominującej grupy zwierzęcej. Wprawdzie z łodzиковatych żyje jeszcze ostatnia pozostałość, a jest nią łodzik (*Nautilus*), jednakowoż cały szereg innych rodzajów, jak *Orthoceras*, *Cyrtoceras*, *Lituites*, jest zupełnie wymarły i nie przechodzi poza erę paleozoiczną. Jeżelibyśmy nawet to uwzględnili, że pewne ortocerasy dały w triasie początek belemnitom o słabo rozwiniętym rostrum (*Aulacoceras*), to przecież nieliczne tylko gatunki dały im początek, a inne ortocerasy i wszystkie inne rodzaje tego działu wymarły. Nieco inaczej jest z amonitami, które rozpoczynają się w górnym sylurze, dochodzą szybko do bardzo silnego rozwoju, dostarczając w całej mezozoicznej erze najlepszych skamielin przewodnich, ale które wymierają ostatecznie z końcem perjodu kredowego. To samo zjawisko widzimy także u belemnitów; rozpoczęte w triasie, dają w jurze i w kredzie cały szereg skamielin przewodnich pierwszorzędного znaczenia, ale giną już z końcem kredy.

Jeżeli zwrócimy się ku zwierzętom kręgowym, zauważymy to samo. Możemy powiedzieć, że stegocefale, paleozoiczne płazy, wytworzyły najstarsze gady (*Theromorpha*), z których wzięły początek niektóre ssaki, ale nie znamy wcale zwierząt, któreby wzięły początek z takich mezozoicznych gadów, jak *Ichthyosauria*, *Pterosauria*, *Sauropterygia* i przeważna część dziwojaszczurów (*Dinosauria*), przeciwnie musimy uważać te wszystkie gady za zupełnie wymarłe.

Skoro paleontologia stwierdza wymarcie całych grup zwierzęcych, możnaby jeszcze dodać, że znamy liczne grupy, które już minęły szczyt swego rozwoju, obecnie zbliżają się ku upadkowi i są, jak mówimy, na wymarciu. Z niższych zwierząt są takim działem ramienionogi (*Brachiopoda*), które były w sylurze u szczytu rozwoju, poczem nastąpił ich ustawiczny upadek. Z łodzиковatych znamy tylko łodzika w czterech gatunkach, jakkolwiek były one, jak mówiliśmy, w sylurze



bardzo częste. Podobnie możemy uważać liljowce za dział wymierający, pomiędzy gadami *Rhynchocephalia*, a ze zwierząt ssących trąbowce. Wymieranie gatunków zwierzęcych możemy śledzić także w czasach historycznych, przykładem *Rhytina Stelleri*, *Alca impennis*, *Dinornis* (moa), *Bos primigenius* (tur), ale tutaj zaznaczyła się już niszczyielska działalność człowieka, dlatego też o tem będziemy jeszcze mówili przy innej sposobności.

Należy zaznaczyć, że są rodzaje, czy nawet większe działy zwierząt o prostszej budowie, mało zróżnicowane co do kształtu i rzeźby powierzchni, jak przeważna część otwornic, które nie są obfite w gatunki i są czasowo długotrwałe, jak jednokomorowa *Lagena*, znana od syluru do dni dzisiejszych, lub również tak długotrwały ramienionóg *Lingula*, o gładkiej skorupce. W przeciwieństwie do nich wytwarzają inne rodzaje szybko wielką ilość gatunków, okazują wielką skłonność do zróżnicowania, a takie są czasowo krótkotrwałe. Rozwój zwierząt może się więc odbywać albo zwolna, albo też szybko, niejako eksplozywnie, albo anastroficznie, jak mówi Walther. Po anastrofach następuje zwyczajnie upadek.

Z wymarłych grup zwierzęcych jedne istniały przez krótszy czas, inne przez dłuższy. Amonity, które pojawiają się w górnym sylurze, dochodzą w triasie i w dolnej jurze do najwyższego stopnia rozwoju, podczas kredy zmniejsza się ich ilość, a z jej końcem wymierają. To samo mogliśmy powiedzieć o wymarłych rakach, zwanych trylobitami. Początku ich nie znamy, bo już w kambrze pojawiają się jako dział silnie zróżnicowany. W dolnym sylurze są u szczytu rozwoju, a w górnym rozpoczyna się już zmniejszanie ilości gatunków, które w dewonie postępuje dalej. W karbonie jest już tylko jedna rodzina (*Proetidae*), której ostatni przedstawiciel (*Phillipsia*) wymiera w permie.

Jeżeli rozpatrujemy działy wyżej zorganizowane, widzimy krótszy czas ich istnienia. Z płazów stegocefale istnieją od karbonu do triasu włącznie, dziwojaszczury z gadów od triasu do kredy, ale częstsze stają się dopiero w jurze, *Pterosauria* żyją tylko w jurze i w kredzie. Znacznie krótszym jest czas trwania niektórych rzędów zwierząt ssących, ograniczonych tylko do dolnego trzeciorzędu (paleogen), jak *Creodontia*, *Condylarthra*.

Jeżeli mówimy o czasie trwania rodzajów, czy działów zwierzęcych, należy pamiętać na to, że perjody geologiczne nie odpowiadają równym okresom czasu, lecz starsze z nich dłuższym, niż młodsze. Wiemy dobrze, że nie możemy w latach podawać wieku jakiegoś perjodu geologicznego, jakkolwiek pewne, chociażby tylko stosunkowe rezultaty, dały próby czynione na podstawie obliczenia zawartości ciał radioaktywnych. Na tej podstawie obliczył Barel długość er w sposób następujący:

era kenozoiczna . . . . .	55—65 mil. lat
„ mezozoiczna . . . . .	135—180 „ „
„ paleozoiczna . . . . .	360—540 „ „
„ algonkjańska i archaiczna	1200—1400 mil. lat.

Z tych liczb wynika, że działy zwierząt ograniczone na erę paleozoiczną, jak graptolity i trylobity, żyły dłużej, niż mezozoiczne, a tem więcej kenozoiczne.

Wymieranie gatunków, czy wyższych jednostek systematycznych, jest rzeczą, która nie ulega wątpliwości, trudniejszym jest jednakowoż wytłumaczenie tego zjawiska. Przypatrzymy się obecnie różnym teorjom, które w tej mierze powstały.

Pierwszym, który usiłował tłumaczyć wymieranie był Jerzy Cuvier. Do znanego swego dzieła o trzeciorzędowych ssakach najbliższej okolicy Paryża „Recherches sur les ossements fossiles“ dodał w r. 1812 rozprawkę „Discours préliminaire“, którą później w kilku wydaniach osobno powtórzył. W pracy tej sądzi Cuvier, że kilkakrotnie na ziemi powstawały gwałtowne katastrofy, które następowały nagle i niszczyły cały świat zwierzęcy, ten więc musiał zostać na nowo stworzony. Te zapatrywania, znane pod nazwą teorii kataklizmów, trwały długo, a podtrzymywane były autorytetem Cuviera, który, jak wiadomo, bronił trwałości gatunków.

Profesor Déperet w Lyonie w książce wydanej w r. 1907 „Les transformations du monde animal“ broni poniekąd Cuviera, twierdząc, że nie mówi on nigdzie o nowem stwarzaniu zwierząt, niszczonech przez ogólne katastrofy, lecz jedynie o kataklizmach, które niszczyły świat zwierzęcy na znacznych przestrzeniach, a na te obszary miałyby później przybyć zwierzęta z innych okolic, Cuvier mówi więc o immi-



gracji zwierząt, nie zaś o ich nowem stwarzaniu. Katastrofy uważał on za nagłe, a będące rozmaitej natury. Jedne z nich spowodowały zapadnięcie obszarów lądowych i zatopienie istniejącego świata zwierzęcego, innymi zaś były górotwórcze działania, wskutek których dna morza stawały się lądem suchym. Można by powiedzieć, że mówił on o transgresjach i regresjach morza, chociaż wiemy obecnie, że zjawiska te nie są nagłe, lecz powolne.

Teorię kataklizmów rozszerzył, nadawszy jej przesadne znaczenie, inny francuski paleontolog Alcide d'Orbigny. Znane są jego zasługi naukowe jako autora wielu dzieł paleontologicznych i „Paléontologie française“; badał on głównie zwierzęta bezkręgowce, a w swem dziele „Wstęp do paleontologii stratygraficznej“ z r. 1850 podał już 18.000 gatunków tych zwierząt, rozłożywszy je chronologicznie na 27 pięter. Wydawało mu się, że żaden gatunek nie przechodzi z jednego piętra do drugiego, dlatego też rozszerzywszy i przesadziwszy zapatrywania Cuviera mówi on o zupełnem wymieraniu fauny z końcem każdego piętra i o jej ponownem stworzeniu z końcem następnego. Pierwsze stworzenie miałoby wedle niego nastąpić z początkiem syluru, drugie z początkiem dewonu, a po nich dalsze.

Specjalnym terenem studjów d'Orbigny'ego była jura i kreda, a w ostatniej widzimy w rzeczywistości, że wielka ilość grup zwierzęcych ginie, nie przechodząc do trzeciorzędu. D'Orbigny ujmował gatunki w zbyt ciasne granice, dlatego też nie widział przechodzenia gatunków z warstw niżej leżących we wyższe. W każdym razie było błędem z jego strony przyjmowanie ogólnych katastrof, błędem twierdzenie, że z jednego perjodu do drugiego nie przechodzą wcale gatunki zwierzęce, a zupełnie nienaukowym i dowolnym przypuszczenie tylokrotnych stwarzań, ile było perjodów geologicznych, czy pięter.

Wiemy dobrze, że początki teorii zmienności istniały już przed Darwinem i że jednym z pierwszych, chociaż nie pierwszym, który mówił o kolejnym rozwoju świata zwierzęcego, był Lamarck. Nie mówimy tutaj o jego zapatrywaniach na przyczyny zmienności, lecz zaznaczymy, że naogół nie wierzył w wymieranie, lecz sądził, że zwierzęta dawne

istnieją jeszcze, mimo zmian późniejszych, w swych głównych typach. Wedle niego mogłyby tylko wyginąć wielkie zwierzęta lądowe, chociaż uważał on za możliwe, że niektóre z nich, jak *Falaeotherium*, *Megatherium*, *Mastodon* utrzymały się w jakimś nieznanym zakątku ziemi. Lamarck był przeto przeciwnikiem teorii Cuviera o ogólnych katastrofach, nie wierzył nadto w wymieranie gatunków, a tę jego myśl ponowił po stu latach Steinmann, o czym pomówimy później.

Darwin uważał za główną przyczynę wymierania walkę o byt i ustawiczne doskonalenie się gatunków. Formy nowe, powstałe z powodu zmienności osobników każdego potomstwa, wśród których walka o byt wybierała najlepsze, doskonalały się ciągle, natomiast wymierają formy pośrednie, nie mogące się wykazać cechami korzystnymi. W myśl tych zapatrywań musiały więc wymierać formy gorzej przystosowane do walki o byt, ewentualnie musiały zniknąć nawet i dobrze uzbrojone, jeżeli miały lepiej przystosowanych konkurentów, a także musiały zniknąć i formy pośrednie, czem możnaby tłumaczyć brak pośrednich ogniw.

Darwin zajmował się paleontologią niewiele, a o wymieraniu zwierząt mówił również niewiele, natomiast cały szereg paleontologów zabierał później głos w tej sprawie. Jakkolwiek nie można zaprzeczyć samej walki o byt, przecież wielu nadało jej przesadne znaczenie. Nawet wśród obecnej fauny moglibyśmy dać tylko bardzo nieliczne przykłady na wygasanie gatunków zwierzęcych pod wpływem walki o byt, gdyż oprócz szczura śniadego, wypieranego w Europie od XVIII. w. przez szczura rudego, przybysza ze wschodu, ilość takich gatunków będzie znikomo mała. Zwolennicy przekonań, że zwierzęta tępią się wzajemnie we walce o byt, znajdują dzisiaj już nie wielu zwolenników. Przykładem dawnych zapatrywań, które dominowały przed 40—50 laty, są zapatrywania Kokena lub Neumayra. Ostatnie znajdujemy w jego „Dziejach ziemi“. Otóż paleontolog wiedeński przypuszczał, że trylobity wymarły dlatego, ponieważ z końcem paleozoicznej ery rozwinęły się silnie amonity, które były zwierzętami drapieżnymi. W rzeczywistości należy na to zwrócić uwagę, że w czasie największego rozkwitu trylobitów (dolny sylur) żyły inne głowonogi (ortocery) nie mniej drapieżne i również



wtedy będące u szczytu rozwoju, które wygasają równocześnie z trylobitami.

Z końcem kredy zaczyna się wymieranie amonitów i całego szeregu wielkich gadów; Neumayr i Koken upatrują związek między tem zjawiskiem, a pojawieniem się w kredzie ryb kostnoszkieletowych, których żarłocznosci ofiarą miałyby paść amonity. Można by odpowiedzieć, nie licząc fantastyczności tego założenia, że ryby kostnoszkieletowe znamy już pręcej (od jury). Jeszcze dziwniejszym byłby związek pomiędzy wymieraniem wielkich gadów morskich, jak ichtjozaury i plezjozaury, a pojawieniem się wielkich żarłaczy z końcem ery mezozoicznej, któreby te gady wytępić miały. Jedne nie ustępują drugim co do żarłocznosci i wymiarów, chociaż zapewne gady były większe od ryb, dlatego też nie widzieliśmy przyczyny, dlaczego nie miało być odwrotnie, jak przypuszczał Koken. Należy w każdym razie przyznać, że Neumayr wyraża się ostrożnie, nie uważając swych przypuszczeń za pewne. W kilku przypadkach nie potrafił dać przyczyny, dla których wyginęły takie zwierzęta, jak fuzuliny i nummality między otwornicami, a rudysty ze ślimaków, chociaż mówi, iż może nie znamy zwierząt, które je wytępiły. Walkę o byt rozumie Neumayr także w ten sposób, że wymarł cały szereg zwierząt, ponieważ dla nich zmieniły się warunki bytu (np. z powodu braku pokarmu), a do zmienionych zwierzęta te przystosować się nie mogły.

Jakkolwiek zmiana warunków bytu mogła wpływać niekorzystnie na zwierzęta, to przecież nie brakło pod tym względem przesady. Mówiono np., że wyginęły wielkie, trawożerne dinozaury, ponieważ dla nich brakło pokarmu. Depéret wyraża się, że takie tłumaczenie jest całkiem śmieszne, gdyż nawet dla tak wielkiego zwierzęcia jak *Diplodocus* nie brakło nigdy roślinności na olbrzymich bagniskach. Często przyjmowano przyczyny fantastyczne, któreby należało poprzednio sprawdzić. Mówiąc o wymieraniu wielkich dinozaurów zwracano uwagę na to, że równocześnie z nimi żyły już ssaki, małe lecz zwinniejsze od tych gadów, o lepiej rozwiniętym mózgu, podczas gdy dinozaury miały czaszkę małą i mózg słabo rozwinięty. W rzeczywistości nawet w kredzie, gdy dinozaury wymierały, jest ssaków niewiele, są one małe i brak u nich jeszcze różnicowań na zwierzęta drapieżne.

Nawet w ostatnich czasach pojawiają się przesadne zdania o wzajemnem zjadaniu się zwierząt. W swej ogólnej paleontologii, której ostatni zeszyt ukazał się przed kilku miesiącami, twierdzi J. Walther, że ryby spoudoste, które pojawiły się z końcem paleozoicznej ery, zjadły korale paleozoiczne, liczne małże, ramienionogi i trylobity.

Ci wszyscy, którzy mówią o przyczynach wymierania gatunków, widzą je albo w czynnikach zewnętrznych, albo też w wewnętrznych, a więc zależnych od samych organizmów. My także rozpatrzemy z kolei jedne i drugie.

Z przyczyn zewnętrznych postawimy na pierwszym miejscu transgresje i regresje morza, w ogólności zmiany między lądem i morzem. Dzisiaj wiemy, że te ruchy odbywają się na ogół zwolna, a więc nie w formie szybko przebiegających i gwałtownych katastrof. Nagłe, jak np. wybuch wulkanu na wyspie Krakatau w r. 1883, podczas którego ta wyspa wyleciała w powietrze, mogłyby teoretycznie zniszczyć, ale tylko bardzo izolowany i rzadki gatunek zwierzęcy, będący już na wymarciu. Katastrofy tego rodzaju nie są nigdy tak wielkie, aby mógł ulec zupełnemu zniszczeniu ląd rozległy, a zarazem z nim swoista fauna, nie znajdująca się na innych obszarach. Przy transgresjach, które następują zwolna, zwierzęta mogą się na czas cofnąć na inne obszary. Jeżeliby transgresja morza, a więc zapadanie się lądu, objęła nawet tak wielkie wyspy jak Madagaskar, to przecież, jak mówi Steinmann, mogłyby się równocześnie wytworzyć jakieś nowe połączenia, któreby zezwoliły zagrożonej faunie wyemigrować na czas w inne obszary. Jeżeli pozostaniemy przy tym przykładzie, a więc, jeżeli mamy na uwadze obszar dawnej Gondwany, która, jak wiemy, uległa tak wielkiemu zniszczeniu, że z niej zachowały się jedynie resztki, to wprawdzie musimy przypuścić, że część gatunków ją zamieszkujących zginęła bezpowrotnie, ale przecież ogólny charakter fauny zachował się jeszcze na pozostałych obszarach (małpiatki). Co więcej wiemy, że fauna i flora Gondwany zdołała się nawet rozprzestrzenić poza swój obszar, skoro przez jakieś połączenia wyspowe, czy lądowe, przeszła Tetydę i dostała się aż w okolice nad Dźwiną w północnej Rosji (*Pareiosaurus*, *Glossopteris*).



Zmniejszenie się lądów z powodu powolnego zalewania przez morze może mieć jednakowoż inny skutek. Oto zagęszcza się fauna na pewnym obszarze, istniejąca równowaga zostaje naruszona i rozpoczyna się ujemne działanie tego, co nazywamy walką o byt w szerszym tego słowa znaczeniu (wzajemna konkurencja, brak pokarmu), przez co może wyginąć niejeden gatunek. W ten sposób tłumaczono, jak mówiliśmy już, wymieranie wielkich dinozaurów w północnej Ameryce. Znaną jest jednakowoż rzeczą, że zwierzęta te żyły także np. w Afryce środkowej (Tendaguru) i że tam także wyginęły z nieznanym nam przyczyn.

Transgresja morza musiała także oddziaływać na zwierzęta morskie, których obszar zamieszkania uległ zmianie. Mogły przy tem powstać nowe połączenia, mogło przy tem nastąpić mieszanie się faun z gubne dla niejednego ze zwierząt, ale na ogół nie należy się przy tem spodziewać zmian wielkich. Nastąpią w każdym razie wędrówki, czy zmiany w rozmieszczeniu, gdyż dawne płytkie miejsca staną się głębszemi, z powodu czego przybrzeżna fauna będzie musiała opuścić dotychczas zajmowane miejsca, a przenieść się na nowe obszary płytkiego morza, które były dotąd lądem stałym. Ponieważ transgresje odbywają się z wolna, przeto nastąpią wędrówki, a nie wymieranie fauny.

Przy regresjach morza znajdzie się fauna morska w warunkach niekorzystnych, gdyż większa ilość osobników będzie teraz na małej przestrzeni. Zmieniają się głębokości morza i cały szereg zwierząt będzie musiał się do nich dostosować, przy czem niejedna forma zaginie. O wiele większe skutki nastąpią z tej przyczyny, że izolowane teraz zbiorniki wodne zmieniają zawartość soli. W klimacie suchym zagęszcza się sól i powstaną jeziora słone, w klimacie wilgotnym i przy obfitym dopływie wody rzecznej, ulegną jeziora wysłodzeniu. Zmniejszenia zawartości soli nie znosi większa część zwierząt i dlatego wymiera. Klasycznym tego przykładem są losy fauny morskiej miocenijskiego morza na wschodnich obszarach Europy, które, oddzielone od reszty, zamieniło się na wielkie półsłone jezioro sarmackie. Odrazu wymiera cały szereg zwierząt, mianowicie korale, jeżowce, ramienionogi, a także przeważna część ślimaków i małży, z których pozostają nieliczni tylko przedstawicieli

ciele. Jakkolwiek ta fauna ma jeszcze charakter morskiej, chociaż o bardzo małej zawartości soli, to przecież później, w pliocenie, wysłodzenie czyni większe postępy, powstają t. zw. warstwy kongerjowe i lewentyjskie, których niema na ziemiach polskich, lecz są w północnej Jugosławji, w Rumunji i południowej Rosji. Jakkolwiek podczas tego zmniejszenia się zawartości soli zniknęła cała fauna morza Śródziemnego, to przecież na tych tylko obszarach, które uległy wysłodzeniu, ale zachowała się ona w pozostałej reszcie miocenijskiego morza Śródziemnego, którego pozostałością jest obecne morze Śródziemne. Wymarła natomiast cała fauna sarmacka, ponieważ całe morze sarmackie uległo wysłodzeniu, jakkolwiek pewne zmienione jej pozostałości żyją w morzu Kaspjskiem i Aralskiem, a po części w Czarnem, ponieważ te morza są poniekąd pozostałością morza sarmackiego.

Podobne wypadki znane są także z dawnych okresów geologicznych. Dewońska pustynia, względnie na niej będące jeziora słone, zniknęła zupełnie, również wielkie pustynne obszary triasowego pstrego piaskowca. Jeżeli weźmiemy pod uwagę olbrzymie przestrzenie, które zajmował dewoński old red w Europie i w Pół. Ameryce, zrozumiemy wówczas, że swoisty świat pustyń i wód na nich się znajdujących musiał ulec zniszczeniu, o ile ostatni nie przystosował się częściowo podczas nowych transgresyj do późniejszych wód o normalnej zawartości soli. Jednakowoż i tutaj można zauważyć, że pozostałości wód pustynnych musiały znajdować schronienie na innych obszarach, skoro dewońskie ryby dwudyszne (*Dipterus*) żyły później w triasie (*Ceratodus*) a nawet żyją obecnie w Australji (*Neoceratodus*), chociaż na bardzo już od poprzednich oddalonych stanowiskach.

Połączenie pierwotnie rozdzielonych lądów może spowodować mieszanie się fauny, zgubne dla niektórych gatunków. Ameryka południowa była czas długi oddzielona od północnej. W trzeciorzędzie rozwinęły się w pierwszej olbrzymie szczerbaki, jak *Megatherium*, wielkości słonia, *Grypotherium*, *Myloodon*. W pliocenie połączyły się obie Ameryki, z północnej przeszły na południową liczne zwierzęta, jak konie, mastodonty, ale także i koty drapieżne (*Smilodon*), których przedtem na niej nie było. Zwyczajnie, lecz częściowo tylko słusznie, upatruje się przyczynę wymarcia tych wielkich szczerbaków w tem,



że zostały wytępione przez przybyłe drapieżniki. Prawdopodobnie jednakowoż jest i tutaj nieco przesady, gdyż także ów *Smilodon* nie przeżywa pliocenu, a niejeden z tych rzekomo przez niego tępionych leniwców dochodzi do plejstocenu, a nawet (*Grypotherium*) do początku doby obecnej, chociaż nie można temu zaprzeczyć, że tak znaczne zmieszanie się fauny i będąca z tem w związku wzmożona wzajemna konkurencja musiała na szereg zwierząt wpłynąć ujemnie.

Innym czynnikiem, który oddziaływa niszcząco na świat zwierzęcy, są zmiany klimatu. Właściwie o klimacie epok ubiegłych wiemy jeszcze nie wiele, wiemy jednakowoż, że wielkie zmiany były podczas pojawienia się epok lodowych, które były w algonkjanie, karbonie (na południowej półkuli) i w plejstocenie. Wiemy dobrze, że to ostatnie oziębienie w Europie spowodowało znaczne wędrowki zwierząt, z jednej strony z okolic nawiedzonych przez lodowce ku południowi, z drugiej strony zwierząt polarnych na obecnie oziębione obszary. Gdyby doba lodowa nie była się kilkakrotnie pojawiła w Europie, byłoby zniszczenie świata zwierzęcego, a także roślinnego niezbyt wielkie, ale dwukrotne przybycie lodowca spowodowały wymarcie całego szeregu istot, o ile nie zdołały się one cofnąć na południe.

Zmiany klimatu mogą być jednakowoż zgubne nawet wtedy, gdy gatunek je przeżyje, przez to, że zmieniają się warunki otoczenia, napływają bowiem nowe zwierzęta, które tworzą konkurencję osobnikom poprzednim. Cały szereg ginie, zmienia się więc liczebność gatunku, który, znacznie przetrzebiony, może już łatwo wymrzeć. Wiemy dobrze, że po cofnięciu się lodowców pozostały niektóre gatunki na ograniczonej przestrzeni, mianowicie tam, gdzie zachował się klimat zimny, a więc na wysokich górach, przykładem kozica i świstak. Ponieważ mają one ograniczony zasięg, mógł człowiek łatwo je tępić, idąc więc ku zagładzie. Wydawałoby się mogło, że zmiany klimatyczne dadzą się odczuć tylko zwierzętom lądowym, a nie morskim, ponieważ zmiany temperatury mórz są mniej wydatne. Tak jednakowoż nie jest. Zmiana zimnych prądów morza na ciepłe lub odwrotnie, która jest możliwa po zmianie rozkładu lądów i mórz, może spowodować wyniszczenie pewnych gatunków. Często wymienianym przy-

kładem jest ryba *Lopholatilus chamaeleonticeps*, dawniej częsta u wschodnich wybrzeży Ameryki północnej, która jednakowoż w marcu r. 1882 prawie zupełnie wyginęła wskutek zmiany prądu ciepłego, a więc z powodu oziębienia się wody. Dodać jednakowoż należy, że po pewnym czasie znowu pojawiła się ta ryba na tych samych obszarach. Niedawno wypowiedział Walther zdanie, że zlodowacenie plejstocenijskie spowodowało oziębienie wody oceanów i wymarcie fauny głębinowej, obecna miałaby wytworzyć się dopiero po dobie lodowej. Zbyt wiele faktów przemawia jednakowoż przeciw temu zapatrywaniu, wiemy np., że w obecnej faunie głębinowej jest wiele typów starych, które, jak np. niektóre liljowce, już w mezozoicznej erze, względnie w trzeciorzędzie, zaczęły zamieszkiwać głębiny oceanów.

W jednej z ostatnich prac twierdzi W. Łoziński, że olbrzymi wzrost mezozoicznych gadów, zwłaszcza dinozaurów, był spowodowany przez intensywne insolację ówczesną, tem większą, że promienie pozafioletkowe nie bywały pochłaniane przez czystą atmosferę owej ery, ubogiej w wybuchy wulkaniczne. Dopiero z końcem ery mezozoicznej wzmożła się czynność wulkaniczna, działanie insolacji, a więc i promieni pozafioletkowych było osłabione, wskutek czego nastąpiły dla tych wszystkich gadów gorsze warunki, a więc w rezultacie ich wymarcie.

Nie wchodzimy w kwestję, czy obfite promienie pozafioletkowe były przyczyną olbrzymiego wzrostu dinozaurów, chociaż wydać się może dziwnem, dlaczego obfitość tych promieni nie działała ożywczo na rozwój zwierząt ssących, które przeciwnie były małe i jakoby wstrzymane w rozwoju i dla czego wytwarzanie się form wielkich widzimy także w innych okresach czasu, w których wybuchy wulkaniczne były wcale potężne. W każdym razie należy zaznaczyć, że z końcem ery mezozoicznej wymiera cały szereg zwierząt z różnych działów, zarówno lądowych, jak i wodnych, wobec czego trzeba nam szukać ogólnej przyczyny tego zjawiska.

W ten sposób nie widzielibyśmy w czynnikach zewnętrznych jedynych przyczyn powodujących wymieranie gatunków. Bezsprzecznie są one ważne. Z powodu zmian w rozkładzie lądów i mórz, również z powodu wahań klimatycznych wy-



ginał niejeden gatunek i rodzaj, ale przyczyny te nie są ani jedyne, ani decydujące. Steinmann mówi o tych czynnikach, jak też o wielu innych, że one niszczą tylko boczne gałęzie drzewa rodowego, przycinając je w ten sposób, jak ogrodnik przycina gałęzie, ale całokształt fauny żyje i dzisiaj.

Nie możemy pominąć niszczyielskiej działalności człowieka, której Steinmann przypisuje dominujące znaczenie. Autor ten zwrócił na to uwagę, że człowiek pierwotny, znajdujący się na poziomie kultury myśliwca, a więc nie mający stałych siedzib, lecz żywiący się jedynie upolowanym łupem, miał zwierzynę łowną niszczyć w sposób nadzwyczajny. Używał on już wtedy najrozmaitszych metod łowieckich, kopał np. doły na mamuty. W ten sposób miałyby on również polować na nosorożce włochate i na cały szereg zwierząt dyluwjalnych, któreby miały wyginąć tylko z jego przyczyny. Nietylko w Europie, gdzie zagęszczenie ludności było i w tych przedhistorycznych czasach większe, postępowała zdaniem Steinmanna niszczyielska działalność człowieka, ale także i w innych krajach. Z tej przyczyny miałyby wyginąć w południowej Ameryce wielkie szczerbaki.

O ile Steinmann zwrócił uwagę na niszczyielską do pewnego stopnia działalność dawnego człowieka, o tyle ma on rację, chociaż nie brak w tem pewnej przesady. W każdym razie już człowiek plejstoceniński polował na wielkie olbrzymy tych czasów, jak na mamuta, nosorożca, lub tura, a dowodzą tego nietylko kości tych zwierząt, znajduwane w dawnych osadach ludzkich, ale także rysunki i malowidła znalezione w pieczarach zamieszkiwanych przez niego, przedstawiające sceny z polowań na te zwierzęta. Mimo tego nie możemy się zgodzić ze zdaniem Steinmanna, jakoby wkroczenie człowieka było przyczyną wytępienia zwierząt plejstocenijskich, mamutów np. nie wytępił wcale człowiek, gdyż niejedne z obszarów przez nie zamieszkiwanych (np. Syberja) były bardzo słabo zaludnione. Nie ulega jednakowoż wątpliwości, że człowiek występował nieraz niszcząco, tępiąc niektóre gatunki zwierzęce; były to jednakowoż prawie zawsze gatunki rzadsze, mające już lokalne tylko rozprzestrzenienie, a tępił je więcej człowiek późniejszy, zwłaszcza obecny, zaopatrzone w broń palną, niż człowiek pierwotny, który miał tylko łuk i oszczep do walki.

Skoro, jak powiedzieliśmy, nie mogły być czynniki zewnętrzne tą główną przyczyną, która spowodowała wymieranie gatunków, to należałoby szukać przyczyn wewnętrznych, a więc tkwiących w samym organizmie. Już dawno twierdził włoski paleontolog Giovanni Brocchi, że jak ograniczone jest co do czasu trwanie życia jednostki, tak też ograniczone jest i życie gatunku, który ma również swój czas młodości, dojrzałego wieku i starości. Okres życia jednostek zwierzęcych jest różny, gdyż u najniższych wynosi on tylko minut kilka, u najwyższych nawet kilka pokoleń ludzkich, gdyż np. słonie mają żyć do 200 lat, a tego samego wieku dochodzą niektóre papugi, żółwie zaś może i dłuższego. W podobny sposób bywa różny czas trwania rodzajów i gatunków, gdyż znane są nawet nader krótkotrwałe, znamienne tylko dla małych geologicznych okresów, jak przeważna część amonitów, cały szereg ślimaków i małży, z ramienionogów tylko na dewon ograniczone rodzaje *Stringocephalus* i *Uncites*, ale obok nich są długowieczne formy, jak przeważna część otwornic, niektóre ramienionogi, np. *Lingula*. Jakkolwiek szereg autorów odrzuca zdanie Brocchiego jako witalistyczne i nie tłumaczące mechanizmu wymierania, to przecież zdanie to jako oparte na szeregu obserwacji jest słuszne. Zittel np., jakkolwiek naogół odrzuca zapatrywania Brocchiego, to przecież pisze: „W niektórych przypadkach, zdaje się jedynie starość spowodowała wymarcie form. Bardzo stare szczepy należą na ogół do trwałych i ubogich w gatunki. Zdaje się, że one utraciły zdolność rozrodczą i znajdują, jak osobnik bliski zgonu, w stadjum uwiądu starczego“. Dziwną jest rzeczą, że szereg autorów odrzuca możliwość ograniczonego trwania gatunków, albo też z pewną rezerwą odnosi się do tego faktu, a przecież nie można temu zaprzeczyć, te typami długotrwałymi są np. z ramienionogów wspomniana już *Lingula*, albo *Rhynchonella*, między małżami *Nucula*, między głowonogami *Nautilus*. R. Hörnes pisze: „Bez wątpienia zawdzięczają te rodzaje swą długotrwałość temu, że nie były zmuszone przez zmianę warunków bytu, albo też przez walkę o byt do przyjęcia takich przystosowań, które okazawszy się z biegiem czasu pożytecznymi, spowodowałyby ich szybki rozwój i szybkie, dalekie rozmieszczenie geograficzne, które później zaś, przy zmianie warunków bytu,



okazałyby się szkodliwymi. Są także między członkonogami i kręgowcami tak długotrwałe typy, możnaby przy tem zwrócić uwagę na rodzaje *Limulus*, *Accipenser*, *Ceratodus* lub *Hateria*. Ich długotrwałości nie należy przypisywać jakiejś odrębnej sile życiowej, ale temu, że ich budowa była przystosowana do pierwotnych warunków bytu, a te dla nich nie zmieniły się od czasów bardzo dawnych“.

Wiemy, że gatunki zwierzęce są zmienne, wypowiedziano jednakowoż nieraz zdanie, że zmienność rodów zwierzęcych jest ograniczona. Paleontolog amerykański Cope zwrócił na to uwagę, że tylko te organizmy mogą się dalej rozwijać, które nie rozwinęły się jednostronnie, a więc w jednym tylko kierunku. Ponieważ te ostatnie nie mogą się już doskonalić w dalszym ciągu, przeto rozwój ich jest już u schyłku. Przykładem może być nadmierny rozwój niektórych narządów służących do obrony, czy do napaści. U kotów rozwijają się kły silnie, u plioceńskich i mioceneńskich, wymarłych rodzajów *Machairodus* i *Smilodon*, u których były bardzo wielkie, silnie zgięte i zazębione, doszły do najdalej posuniętego stopnia rozwoju. Jednakowoż w miarę rozrostu kłów mogły te zwierzęta coraz gorzej paszczę otwierać, wskutek czego zbyt daleko posunięta specjalizacja stała się dla nich zgubna.

Na głowie tworzą się często u zwierząt narośla, a więc rogi służące do obrony. O ile stały się zbyt wielkie, zawadzały zwierzęciu, które musiało nosić ciężar zbyt wielki i zgoła niepotrzebny. Dla nosorożca jest róg wystarczającą bronią, jednakowoż u górnokredowego dinozaura *Triceratops* było rogów więcej, gdyż oprócz rogu na kości nosowej, były jeszcze na szczycie głowy dwa wielkie wyrostki, może opatrzone rogami, jak u wołu, a nadto na karku kostna kryza, może powleczone rogową tarczą. Tak uzbrojone zwierzę było ociężałe i niezgrabne i dlatego też rychło wymarło.

Rogi u jeleni pojawiają się w ten sposób, że najstarsze z nich mają rogi nierozwidlone, a dopiero z biegiem czasu następuje ich coraz obfitsze rozwidlenie. Rozrastają się one u niektórych gatunków tak silnie, że stają się balastem utrudniającym chód, a są także zgubne podczas walk. Przykładem jest jeleni olbrzymi (*Megaceros euryceros*), znany z całej Europy,

a w najlepszych okazach z torfów Irlandji, który zaginął właśnie z powodu daleko posuniętej specjalizacji.

Nie będziemy mnożyć przykładów, które nam wykazują, że daleko idąca specjalizacja była zgubną dla wielu zwierząt i że w niej mieści się już zaród śmierci. Olbrzymie siekacze mamuta i mastodontów były ciężarem zgoła niepotrzebnym.

Belgijski paleontolog Dollo wypowiedział w r. 1893 zdanie, że rozwój zwierząt odbywa się skokami, nie jest wsteczny i że wogóle ma pewne granice. To ogólne zdanie, ujęte przez niego w rodzaj prawidła, a stwierdzone danymi z paleontologii, orzeka, że rozwój żadnego gatunku nie może powracać wstecz drogą raz już odbytą. Skoro więc np. u mastodontów rozwinęły się zbyt silnie siekacze, stając się im raczej ciężarem niż pomocą, nie mogły one maleć z biegiem czasu, lecz przeciwnie gatunek ten musiał wyginąć z powodu zbyt daleko posuniętej specjalizacji. W podobny sposób nie mógł utracić *Triceratops* zbyt wielkich narośli na głowie, a jeleni olbrzymi zamienić w szeregu generacyj zbyt silnie wybujałych rogów.

Wiemy, że niektóre ssaki przystosowały się do życia we wodzie, przekształciwszy odnóże na pletwy, są to np. wieloryby i foki. Nie mogą one z powrotem odtworzyć odnoży chodowych i żyć na lądzie, lecz muszą aż do wymarcia pozostać we wodzie, nawet gdyby w niej pogorszyły się dla nich warunki bytu.

Zdaje się, że to zdanie Dolla odpowiada naogół faktom. Obecność tak zwanych ceratytów kredowych t. j. takich amonitów kredowych, których linja lobowa z typu amonitowego miała przejść z powrotem do ceratytowego, mogłaby pozornie przemawiać przeciw ogólnemu znaczeniu prawa Dolla. Obecnie zaczyna się jednakowoż przeważać zapatrywanie, że te amonity są dalszym ciągiem niektórych ceratytów triasowych, których linja lobowa nie uległa przemianie w amonitową, lecz przetrwała do kredy.

Już te z obserwacji faktów wyciągnięte wnioski przemawiają za tem, że rozwój zwierząt jest ograniczony. W r. 1899 wypowiedział paleontolog włoski Daniel Rosa zdanie, że te gatunki wyginęły, których rozwój dalszy został wstrzymany, ponieważ przestały wytwarzać nowe odmiany. U działu tak liczego w rodzaju i gatunki, a zarazem tak zmiennego jak

trylobity w czasie od kambru do syluru, pozostaje u ich schyłku w karbonie i permie tylko jeden rodzaj *Phillipsia*. Z łodziko-watych, w które obfituje sylur i dewon, wymierają w triasie wszystkie rodzaje oprócz łodzika (*Nautilus*), który jest naj-częstszy w jurze i w kredzie, a obecnie u schyłku. W całym tym tak długotrwałym rodzaju jest nader trudne wyróżnienie gatunków, ponieważ gładka skorupa, bez żeberk i kolców nie daje wydatnych różnic. To samo można powiedzieć o wielu dział-łach zwierząt ssących np. o wielkich południowo-amerykańskich toksodontach, które są w miocenie liczniejsze, ale w pliocenie pozostawiają jednego tylko reprezentanta t. j. rodzaj *Toxodon*. Widocznie w tych wszystkich przypadkach była już u schyłku zdolność zwierząt do zmiany.

Paleontolog francuski Depéret wymienia w książce wy-danej w r. 1907 dwa prawa paleontologiczne. Pierwsze z nich orzeka, że z rozwojem rodowym rośnie wielkość zwierząt, dru-gie zaś, że rody zwierząt ulegają specjalizacji. Przypatrzmy się im w tej formie, w jakiej je przedstawia Depéret, za-znaczymy jednakowoż zaraz, że nie możemy tu mówić o pra-wach w ścisłym tego słowa znaczeniu, lecz że są to tylko uogól-nienia faktów obserwowanych, ważne we wielu wypadkach, ale zapewne nie we wszystkich.

Pierwsze prawo zwiększania się z szeregiem rodowym wy-miarów ciała, jest, jak zaznacza Depéret, trudniejsze do stwierdzenia u zwierząt bezkręgowych, ponieważ ich pnie ro-dowe nie zostały tak dokładnie zbadane, jak u zwierząt krę-gowych. Takie rodzaje, jak *Cerithium* między ślimakami, lub *Pecten* między małżami, jeżeli je pojmujemy w dawnym, szer-szem znaczeniu, nie są jednolitego pochodzenia, lecz jednoczą w sobie kilkanaście pni rodowych, z których każdy należałoby śledzić z osobna. Z otwornic podaje on jako przykład rodzaj *Orbitolina*, który pojawia się w dolnej kredzie alpejskiej jako mały gatunek, mierzący tylko kilka milimetrów w średnicy, jest nim *O. conoidea*, w cenomanie żyje *O. concava*, gatunek przypłaszczony i znacznie większy, ma bowiem średnicę 3 cm. Niektóre inne czasowo pośrednie gatunki zajmują też co do wielkości pośrednie miejsce. Podobne przykłady podaje on u amonitów, u których widzimy kilka szczepów, dających u swego schyłku bardzo wielkie formy, jak *Pinacoceras* w triasie,



*Arietites* w liasie, lub *Pachydiscus* w senonie. W dziale skorpiaaków zasługuje na uwagę rodzaj *Limulus*, rozpoczynający się w liasie małymi formami, jak *L. priscus*, w jurze jest większy od niego *L. Walchi*, w oligocenie większy *L. Decheni*, a największy *L. polyphemus* żyje dzisiaj w zatoce meksykańskiej.

Licniejszych przykładów dostarczają kręgowce. Z płazów podaje Depéret jako przykłady stegocefale z działu *Labirynthodontia*, które w dolnym karbonie rozpoczynają się mniejszymi formami, jak *Loxonema*, lub *Anthracosaurus*, o czasce tylko 35 cm długiej, w triasie natomiast, gdy kończył się ten ród, żyły rodzaje jak *Metopias*, lub *Mastodonsaurus*, o czasce do metra długiej. To samo możemy powiedzieć o gadach. Dinozaury, które u schyłku swego doszły długości 30 cm, rozpoczynają się w triasie formami wielkości ptaka. Z rzędu *Pterosauria* rozpoczynają się *Pterodactyloidea* w górnej jurze formami wielkości wróbla, a już w kredzie kończą swe istnienie w olbrzymim rodzaju *Pteranodon*, którego siąg skrzydeł dochodził 7 m. U zwierząt ssących widzimy prawie na każdym kroku potwierdzenie zapatrywań Depéreta. Trąbowce rozpoczynają się w eocenie rodzajem *Moeritherium*, wielkości tapira, o małych jeszcze siekaczach, w oligocenie Egiptu żyje *Palaeomastodon* o dłuższych siekaczach, o miernie długiej trąbie, wielkości małego nosorożca. Większym od nich był *Mastodon*, na ogół wielkości słonia, lecz w niektórych najmłodszych gatunkach, jak *M. arvernensis* (pliocen) i *M. americanus* (plejstocen) od niego większy.

Nie będziemy powtarzać wszystkich przykładów, które podaje Depéret, dodamy wszakże, że nader wyraźnie można widzieć kolejne zwiększanie się wzrostu w rodzinie koni. Dolnoeocénski *Eohippus* był bardzo małym zwierzęciem, gdyż za ledwie 30 cm wysokim, górnococénski *Orohippus* 40 cm, a młodsze gatunki były nieco wyższe, nim wreszcie wytworzyły konia dzisiejszego.

Zdaje się jednakowoż, że nie możemy tutaj mówić o ogólnem prawie, lecz o często, chociaż nie zawsze, zachodzącym fakcie, że w szczepach rodowych następują po sobie formy coraz większe. W każdym razie zwiększanie się wymiarów i wytwarzanie form bardzo wielkich nie było dla zwierząt korzystnem i mogło przyspieszyć wymarcie.

Drugie prawo Depéreta nazywamy prawem specjalizowania się szczepów rodowych. Otóż w czasie rozwoju ulegają szczepy specjalizacji, ale w ten sposób, że nie specjalizuje się cały organizm, lecz tylko niektóre jego narządy, względnie pewna ich grupa. Przeważnie idzie tutaj o specjalizację organów wykonujących pewną czynność np. organów lokomocji. Przykładem może być przemiana nogi chodowej o 5 palcach na nogę półstopochodną, a tej w palcochodną i wreszcie w kopytną, co nastąpiło u zwierząt parzystokopytnych i nieparzystokopytnych.

Inym przykładem są wedle Depéreta *Sirenia*, u których nastąpiło przystosowanie do pływania przez zamianę odnóży przednich na pletwy i przez utratę odnóży tylnych; zamianie ulega równocześnie uzębienie, u najstarszych, eocen-skich przedstawicieli, jeszcze zupełne. U oligocen-skiego rodzaju *Halitherium* tracą się już siekacze, a kły rosną, równocześnie wydłużają się odnóża przednie, a tylne marnieją, gdyż miednica jest już bardzo mała, a kość udowa kształtu sztabki. U miocen-skiego rodzaju *Metaxytherium* jest wprowadzie jeszcze miednica, ale brak na niej stawu na kość udową, która już zanikła zupełnie, a u dzisiaj żyjącego rodzaju *Halicore* (diugon), brak prawie zupełnie miednicy.

Nie będziemy podawać innych przykładów jednostronnej specjalizacji, które podaje Depéret. Tworzenie się narośli na głowie można obserwować u wielu zwierząt. Z gadów miał je np. *Ceratosauros* i *Triceratops* (dinozaury), także wielki, plejsto-cen-ski żółw *Miolania*, a mają je także niektóre obecnie żyjące jaszczurki. Z ptaków ma je tylko kazuar, u zwierząt ssących są wcale częste, jak u wymarłych titanoterjów, albo u niektórych amblypodów (*Uintatherium*, *Loxolophodon*). Wydawałoby się, że wytworzenie tego rodzaju środków obronnych, czy napastniczych jest wynikiem walki o byt i że zachowały się te właśnie zwierzęta, które miały te środki bardzo dobrze wykształcone. W rzeczy samej było inaczej; najsilniej wykształciły się one u zwierząt obecnie już wymarłych, czyli daleko posunięta specjalizacja jest już oznaką starości szczepu.

To ostatnie prawo Depéreta odpowiada w zupełności prawu Copego o zachowaniu się jedynie niezbyt specjalizowanych typów zwierzęcych. Depéret twierdzi jednakowoż,

że wszystkim zwierzętom jest właściwa dążność do specjalizowania się w pewnym kierunku, któraby była w ostatecznym wyniku przyczyną wymierania.

Wiemy, że te prawa Depéreta nie są ścisłymi prawami, lecz w każdym razie przemawiają za tem, że rozwój zwierząt nie jest nieograniczony, lecz że ma swój kres, do którego dochodzą jedne typy prędszej, inne później.

Mówiono także o epidemjach jako o przyczynach wymierania, a ponieważ bakterje były już w paleozoicznej erze, względnie zapewne już przedtem, przeto możemy przyjmować obecność bakteryj chorobotwórczych już u dawnych zwierząt. Jednakowoż obecne spostrzeżenia wykazują, że po upływie pewnego czasu, przez który bakterje działają zabójczo na dany gatunek i go dziesiątkują, następuje okres przyzwyczajania się, w którym działanie ich słabnie. Także inne choroby, jak np. u bydła spowodowane przez osławioną muchę tse tse (*Glossina morsitans*), jakkolwiek czynią znaczne spustoszenia, to przecież nie doprowadzają do wyniszczenia gatunku, gdyż po upływie stosunkowo krótkiego czasu powraca dawna ilość osobników. Dodać możnaby, że ta mucha jest znana już z miocenu Ameryki Północnej, chociaż dzisiaj, jak wiemy, żyje tylko w Afryce.

Mimo tak licznych zastrzeżeń wytłumaczyć nam mogą wymieranie tylko przyczyny wewnętrzne. Niezabitowski w swej monografji mamuta i nosorożca staruńskiego także porusza zagadnienie wymierania gatunków i pisze w ten sposób:

„Co do mnie, to sądziłbym, podobnie jak G. Brocchi, że z wymieraniem gatunków ma się rzecz podobnie, jak z wymieraniem osobników. Przyczyny jednej i drugiej jednak, jak sądzę, należy szukać w składzie chemicznym komórek. Ciała białkowate, tworzące protoplazmę i jądro komórek, odznaczają się wielką różnorodnością tak pod względem składu, jak i budowy chemicznej, a to do tego stopnia, że u zwierząt wyższych np. nie tylko komórki różnych gatunków (niemożność transplantacji tkanek), ale nawet komórki różnych osobników tego samego gatunku różnią się chemicznie między sobą“.

„Znamienną cechą połączeń białkowych jest dalej ich niestalość. Połączenia stanowiące istotę komórek po pewnym czasie ulegają przemianom, sprowadzającym zwyrodnienie komórek i ich rozpad t. j. śmierć, jeżeli skład ich nie ulegnie zmianie



(odświeżeniu), czy to przez zmianą pokarmu, czy też, co ważniejsza, przez zespolenie z komórką drugiego osobnika. Że zmiana pokarmu wpływa na odświeżenie protoplazmy i jądra komórek, tego dowodzą znane doświadczenia wykonane nad wymoczkami, które mnożą się początkowo przez szereg pokoleń zapomocą bezpośredniego podziału, w końcu jednak giną, jeżeli im się uniemożliwi zespolenie. Przez zmianę jednakowoż jakości pokarmu można czas ten podziałów znacznie przedłużyć i śmierć ich odwlec. Za wpływem zmiany pokarmu na odświeżenie przemawia również i ta okoliczność, że pasorzyty roślinne i zwierzęce potrzebują niemal zawsze dwóch osobników (żywicieli), zwykle do różnych gatunków należących, aby odbyć całkowity swój rozwój. Za tem również przemawiałby i fakt, że zwierzęta za młodu biorą inny pokarm niż w stanie dojrzałym, a to samo możnaby powiedzieć i o roślinach“.

„Że zespolenie dwóch komórek służy do odświeżenia chemicznego składu protoplazmy i jądra komórkowego, za tem przemawia to, iż po szeregu bezpośrednich podziałów u wymoczków musi nastąpić koniecznie ich zespolenie, jeżeli osobniki mają się nadal utrzymać przy życiu. Dalej przemawia za tem jeszcze między innymi i to, że u osobników, u których występuje partenogeneza, po pewnej większej lub mniejszej liczbie pokoleń partenogenetycznych, występują pokolenia płciowe i przychodzi do zapłodnienia“.

„Chemiczny skład komórki może więc być odświeżony przez pokarm, co służy do zachowania osobnika, lub przez zespolenie, co służy do zachowania gatunku. Działanie jednego i drugiego czynnika nie jest nieograniczone. Gdy pierwszy niedopisuje, ginie osobnik, gdy zaczyna niedopisywać drugi, ginie gatunek“.

„Skład chemiczny komórek różnych osobników i gatunków jest różny, to też i czas ich istnienia nie jest jednakim. To jednak zdaje się być pewnem, że im więcej jest skomplikowana budowa chemiczna komórek, tem prędzej się one starzeją, i giną, co odpowiadałoby teorjom, jakie postawili Cope i Rosa“.

Wymieranie gatunku musi być poprzedzone zmniejszeniem się liczby osobników, którego przyczyną mogłoby być albo zmniejszona płodność zwierzęcia, albo też skrócenie czasu

życia osobników. Mała płodność niekoniecznie musi spowodować wymieranie gatunku, jeżeli czas życia osobników jest długi. Znana jest mała siła rozrodcza słoni, które rodzą po jednym młodem i co  $2\frac{1}{2}$  lat tylko. Jednakowoż mimo tego byłoby w Indjach i w Afryce słoni bardzo wiele, gdyby ich człowiek nie mordował bezrozumnie. Przed 50 laty obliczał Brehm ilość rok rocznie zabijanych słoni w samej Afryce na około 55.000 osobników. Gorzej jest, jeżeli skraca się czas życia osobników, które żyjąc krótko, produkują mniejszą ilość potomstwa, względnie nie wydają go wcale, gdy giną już w zbyt młodym wieku. W niedawno wydanej pracy, o resztkach nosorożca włoskiego na obszarze Wielkopolski, zestawił Niezabitowski wiek badanych osobników, których 39.6% zginęło w wieku młodym, zanim doszły do zupełnej zdolności rozrodczej, 52.9% w wieku dojrzałym, a tylko 7.5% dochodziło do wieku późnego. Te cyfry wskazują na to, że już wtedy, był nosorożec gatunkiem wymierającym.

Na całkiem odmiennym stanowisku stanął Steinmann w książce wydanej w r. 1908 „Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre“. Odwołując się na dawne zdanie Lamarcka, twierdzi on, że główne działy zwierząt i roślin nie wymarły, lecz przeszły w inne dzisiaj żyjące. Wymarcie i wyniszczenie typów zwierzęcych miałyby nastąpić jedynie tylko pod wpływem niszczyielskiej działalności człowieka. Inną jest rzeczą, o czym mówiliśmy już, że Steinmann przesadził tę działalność, ale niektóre z zapatrywań głoszonych przez niego, jakkolwiek zrazu gwałtownie zwalczane, zostały przez szereg paleontologów przyjęte i dlatego im się przypatrzeć należy.

Dla kilku działów zwierząt bezkręgowych, opatrzonych skorupą, a wymarłych przypuszcza Steinmann, że one z biegiem czasu utraciły skorupę i przeszły w zwierzęta bezskorupne. Stałoby się tak z hippurytami, małżami, które z końcem kredy wymierają zupełnie. Steinmann rekonstruuje hippuryta, otrzymuje zwierzę podobne kształtem do ascidji (osłonice) i sądzi, że hippuryty utraciwszy skorupę, przeszły w te zwierzęta.

Zupełne wymarcie amonitów z końcem kredy stanowi bardzo znamieny, a niewytłumaczony objaw. Nie mamy wypadku,

aby grupa zwierząt, tak liczna w rodzaju i gatunki, wymarła tak nagle, gdyż nawet w górnej kredzie jest amonitów jeszcze wiele. Wszelkie tłumaczenia, jak starość szczepu, czego dowodem mają być formy rozkręcone, częste w kredzie, chociaż znane już w dewonie (*Bactrites*) i w triasie (*Rhabdoceras*) nie tłumaczą nam wedle niego tego zjawiska. Steinmann twierdzi, że amonity utraciły skorupę i żyją dzisiaj jako niektóre głowonogi dwuskrzelne, np. ośmiornice, a jedynym rodzajem, który zachował skorupę, jakkolwiek tylko częściowo w niej mieszka, jest żeglarek (*Argonauta*). Zwyczajnie tłumaczy się obecność skorupy u tego rodzaju (tylko u samicy) jako nabytek późniejszy, Steinmann jednakowoż, rozpatrując jej rzeźbę, dochodzi do wniosku, że przedstawia cechy oddziedziczone po przodkach, któremi miały być amonity.

Zaznaczyć należy, gdybyśmy nawet przyjęli zapatrywania Steinmanna, że ilość gatunków ośmiornic i pokrewnych rodzajów jest stosunkowo niewielka w porównaniu z tą niezmierną ilością amonitów, które żyły kiedyś, wymarcie gwałtowne nastąpiło w każdym razie, chociażby niektóre formy amonitów przeszły w niektóre głowonogi dwuskrzelne, nie licząc tego, że ośmiornice żyły już w kredzie.

Trylobity są działem zwierząt, który wymiera z końcem paleozoicznej ery. Jak się wyraża Steinmann, ich wymarcie jest z tej przyczyny zagadkowe, ponieważ nie można ich uważać za dział zwierząt wysoko zorganizowanych, któryby musiał już wymrzeć z powodu daleko posuniętej specjalizacji. Można by przypuścić, że one żyją dalej i to albo jako zwierzęta morskie, albo jako lądowe. Mogłyby te zmiany iść także w tym kierunku, że one utraciły skorupę wapienną, a otrzymały chitynową. Może powstały z nich niektóre owady, jak przypuszcza Handlirsch, także niektóre inne skorupiaki, jak np. dziesięcionogie, albo równonogie.

W kręgowcach są przykłady Steinmanna liczniejsze. Ryby pancerne syluru i dewonu uważa on za pochodne trylobitów i sądzi, że nie wymarły zupełnie, lecz że częściowo żyją jako niektóre ryby spodouste. Stegocefale uważa za stadjum pierwotniejsze, z którego później wytworzyły się różne działy gadów. Nie są więc gady jednego pochodzenia, przeciwnie różne z nich wzięły początek od różnych działów stegocefalów.



Przechodząc do sprawy pochodzenia gadów i ssaków, zastanawia się Steinmann nad przyczyną powstawania u nich krwi ciepłej i dochodzi do wniosku, że należy jej szukać w zwiększeniu się ilości pobieranego pokarmu, a także w tem, że z tej przyczyny stały się więcej ruchliwe i zwinne. Otóż Steinmann jest zdania, że właściwymi gadami są tylko te, które dzisiaj istnieją, wymarłe zaś gady lądowe (*Theromorpha*, *Dinosauria*), morskie (*Ichthyosauria*, *Plesiosauria* i *Mosasauria*), a także żyjące w powietrzu (*Pterosauria*) miały krew ciepłą, były ruchliwe i dlatego też nie powinny być zaliczane do gadów. Steinmann nazywa je też *Metareptilia* i wyróżnia w nich *Avireptilia* i *Mammoreptilia*. Utracąc one miały z biegiem czasu swą powłokę pancerną, wskutek czego zwiększyłyby się ich ruchliwość, a dostawały sierść. Steinmann zwraca też uwagę na pancernika i na łuskowca, u których się częściowo wytworzyły włosy, obok jeszcze pozostałych pancerzy i łusek.

Ptaki wywodzi z gadów, ale nie z jednej linii, lecz z kilku. Niektóre biegusy wyprowadza z gada *Ceratops*, który miał także narodzić się na nosie. Zagadkowego ptaka *Phororhacus* z miocenu Patagonji, o czasce przeszło pół metra długiej, uważa za będącego w pewnej łączności z triasowym gadem *Belodon*.

Więcej przykładów podaje Steinmann omawiając pochodzenie zwierząt ssących. Trzy znane rzędy gadów morskich: *Ichthyosauria*, *Plesiosauria* i *Mosasauria* żyją wedle niego dalej w tej formie, że *Ichthyosauria* (rybojaszczury) zamieniły się na delfiny, *Plesiosauria* skróciwszy szyję dały potwale a *Mosasauria* wieloryby bezzębne. To tłumaczenie spotkało się z bardzo wielkimi sprzeciwami. Jeżeli można mówić o pewnym podobieństwie delfinów i rybojaszczurów, jest to tylko podobieństwo ogólne, a trudno mówić o genetycznym związku, już chociażby z tej przyczyny, że brak czasowej łączności, gdyż delfiny pojawiają się dopiero w miocenie, a rybojaszczury giną już w kredzie dolnej, a rzekome ich resztki z górnej kredy są wątpliwe. W trzeciorzędzie żyły wielkie, ociążałe zwierzęta, zwane amblypodami. Jednym z nich jest północnoamerykański *Coryphodon*, o pięciopalcowych odnóżach i nieco poziomo ustawionych siekaczach szczęki dolnej. Steinmann zwraca na to uwagę, że do niego jest nieco podobny hipopotam, zbliżony we wielu szczegółach budowy, np.

w poziomem ustawieniu siekaczy szczęki dolnej, jednakowoż, ponieważ hipopotamy mają 4 palce, przeto zaliczają je do całkiem innego działu zwierząt t. j. do parzystokopytnych i stawiają je w pobliżu świń, z którymi mają niewiele wspólnego.

Jeżeli pamiętamy o tem, pisze Steinmann, że przy redukcji palców zwierzęta 5-palcowe zamieniają się na 4-palcowe, wówczas różnica między zwierzętami parzystokopytnymi i nieparzystokopytnymi nie będzie zasadniczą. Trudno zgodzić się na to tłumaczenie. Można wskazać i na to, że hipopotamy pojawiają się bardzo późno, bo w pliocenie Indyj, *Coryphodon* zaś wymiera już w dolnym eocenie. Inne amblypody, mianowicie *Dinoceratidae* giną również w eocenie północnej Ameryki bez pozostawienia potomków. Steinmann uważa morsy za ich pozostałość, ponieważ ociężałym kształtem i silnymi siekaczami w górnej szczęce najwięcej przypominają dinocerasy, morsy jednakowoż pojawiają się dopiero w pliocenie i żadnych przejść pomiędzy temi dwoma rodzajami zwierząt wykazać nie możemy.

Te zapatrywania Steinmanna zostały bardzo nieprzychylnie przyjęte. Zarzucano mu, że objawy konwergencji bierze za dowody faktycznego pokrewieństwa, że wnioskuje po-  
 łożenie i t. p. Obecnie przycichł częściowo ten głos potępienia i niektóre ze sposobów tłumaczenia wskazane przez Steinmanna znalazły zastosowanie. Mimo tego nie można twierdzić jakoby zwierzęta nie wymierały, przeciwnie wymierają one z wolna, bo przecież całe tłumaczenie Steinmanna stara się dowieść tego, że niektóre typy uważane za wymarłe, żyją jeszcze, ale są to zawsze formy nieliczne i będące już prawie na wymarciu, jak morsy, hipopotamy, albo też biegusy.

Na tem kończymy nasze rozpatrywania. Musimy powiedzieć, że przyczyny wymierania są rozmaitej natury. Nie bez pewnego wpływu są czynniki zewnętrzne, a więc rozkład lądów i mórz, zmiany klimatu, ale głównie działają tutaj czynniki wewnętrzne, które powodują starzenie się szczepów, następujące jednakowoż w rozmaitem tempie, szybkim u tych, które zróżnicowały się szybko, a powolnym u tych, które nie okazują skłonności do szybkiej specjalizacji.

Nie należy sądzić, że stwierdzenie wymierania dowodzi rychłego końca świata zwierzęcego. Przeciwnie, rozwija się on dalej i tętni, jak dawniej, zdrowym życiem, chociaż odpadła niejedna

gałąź i chociaż i wymarło niejedno pośrednie ogniwo, w podobny sposób, jak dzisiejsze pokolenie ludzkie jest dalszym ciągiem poprzednich, dawno już wymarłych pokoleń, chociaż niejedyn ród, nawet zasłużony, wymarł bez pozostawienia potomków.

Na jedną rzecz jednakowoż mało zwracano uwagi. Dlaczego wymieranie odbywa się głównie w pewnych geologicznych okresach, zwłaszcza na granicy kredy i trzeciorzędu, a więc z końcem mezozoicznej ery, kiedy wymierają amonity i belemnity, z małży inoceramów i hippuryty, cały szereg gadów i innych zwierząt? Dlaczego inny taki moment widzimy na przełomie między paleogenem a neogenem (nummulity, cały szereg ssaków), nie mówiąc już o wymieraniach poprzednich, a więc z końcem paleozoicznej ery i z końcem kambru? Ma się mimowoli wrażenie, że można tutaj mówić o pewnej okresowości tego objawu, o pewnym rytmie, którego tętno czujemy, chociaż nie znamy przyczyn jego.

Widocznie w tej kwestji nie wiemy jeszcze wszystkiego, lecz zbliżyliśmy się tylko do rozwiązania zagadnienia, możemy przeto i dzisiaj zakończyć słowami Staszica, wypowiedzianymi przed stu przeszło laty: „Wszystkie tłumaczenia przyczyn tych skutków, tych powszechnych całego świata zmian są jeszcze nadwczesne. Trzeba nam jeszcze więcej uwag, więcej działań natury zbioru i poznania <sup>1)</sup>“.

### Niektóre prace dotyczące tego zagadnienia.

Ch. Depéret: *Les transformations du monde animal*, Paris 1907.

R. Hoernes: *Das Aussterben der Arten und Gattungen*, Graz 1911.

W. Łoziński: Niewidzialny czynnik geologiczny, *Rocznik Pol. Tow. Geol.* t. IV. 1927.

E. Niezabitowski: Szczątki nosorożca włochatego znalezione na ziemi wielkopolskiej, Poznań 1926, II. *Rocz. Muz. Wielkopol.*

E. Niezabitowski: Wykopaliska staruńskie, Lwów 1914, str. 174—177.

J. Siemiradzki: *Teorja ewolucyjna w świetle współczesnej paleontologii*, Lwów 1916, Księga Pamiątkowa ku czci Bol. Orzechowicza.

G. Steinmann: *Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre*, Leipzig 1909.

*Z Zakładu Paleontologicznego Uniwersytetu Poznańskiego.*

<sup>1)</sup> S. Staszic: *O ziemiorodztwie gór dawnej Sarmacji*, rozprawa I, Warszawa 1805.



A. NAMYSŁOWSKA.

## Obecny stan badań nad trypanosomjązą u roślin.

Ogólną nazwą trypanosomjaz obejmuje się choroby, występujące u ludzi, zwierząt, a jak to wykazały badania ostatnich niecałych lat 20, także i u roślin, wywołane przez trypanosomy. Te ostatnie są to jednokomórkowe organizmy z klasy *Flagellata*, rzędu *Binucleata*, bardzo rozpowszechnione we krwi kręgowców i przewodzie pokarmowym zwierząt bezkręgowych.

Pierwszy Valentin (56) w r. 1841 zauważył w krwi pstrąga jakiś żywo poruszający się organizm, który następnie opisał. W 2 lata później Gruby (56), opisując podobny organizm z krwi żaby, nadał mu ze względu na jego postać, nazwę „*Trypanosoma*“ (to *τρύπανον* — świder).

Jednakże dopiero od r. 1880 postępują naprzód badania nad trypanosomjązą, a to dzięki pracom Evansa, Levisa, Crookshanka, Danilewskiego, Mitrofanowa, Bruce'a i w. in.

Do r. 1901 uważano choroby wywołane przez trypanosomy za wyłączny przywilej zwierząt i dopiero pod koniec tegoż roku uczony angielski Dutton (56) znalazł trypanosomy we krwi chorego Europejczyka, zamieszkałego nad brzegiem Gambji. W r. 1903 Castellani (56) znalazł w płynie mózgowo-rdzeniowym murzynów z Ugandy, chorych na śpiączkę, trypanosomy identyczne z *Trypanosoma gambiense* Dutton. Tak więc został ustalony związek przyczynowy między *Trypanosoma gambiense* a śpiączką, która jest ostatniem stadium długotrwałych i rozmaitych objawów chorobowych, fizycznych

i psychicznych, wywołanych obecnością trypanosom we krwi. Od tego czasu datuje się wzmożony rozwój badań nad trypanosomami, co pociąga za sobą zapoznanie się dokładniejsze z ich morfologią, rozpowszechnieniem, chorobotwórczością i umiejętnością unieszkodliwiania ich w zakażonym organizmie.

W r. 1909 Lafont (34) znajduje na wyspie Mauritiusa w soku mlecznym różnych wilczomleczów (*Euphorbiaceae*) wiciowca, którego nazwał później *Leptomonas davidi*.

Za jego przykładem idzie szereg badaczy, znajdując tego pasorzyta przeważnie w różnych miejscowościach krain tropikalnych i subtropikalnych: Donovan (1909), Vincent (1909), Bouet i Roubaud (1911), Léger (1911), Noc i Stevenel (1911), Rodhain i Bequaert (1911), França (1911–1920), Pons, Vanderbranden i Bequaert (1913), Visentini (1914), Migone (1916), Laverani Franchini (1920–1923), Sergent (1921) i t. d. W krajach umiarkowanych występuje *Leptomonas* znacznie rzadziej, dotychczas bowiem znany jest tylko z Portugalji, Włoch, a ostatnio z Szwajcjarji i Francji, [gdzie był znaleziony na znacznej wysokości (1200–1500 m)]. Z roślin dotkniętych trypanosomją są znane przede wszystkim liczne gatunki (przeszło 20) z rodziny *Euphorbiaceae*, następnie kilka gatunków z rodziny *Asclepiadaceae*, *Apocynaceae*, także *Urticaceae*<sup>1)</sup>.

Nie wszyscy uczeni są ze sobą zgodni co do konsekwencji, jakie pociąga za sobą dla rośliny obecność tych pierwotniaków, zwanych ogólnie leptomonadami. Badania França (8 i 10) zdają się jednak bezsprzecznie potwierdzać mniemanie Lafonta o chorobotwórczości pasorzyta. Choroba nie jest tu jednak ogólna, nie dotyka całej rośliny, lecz, jak kładą na to nacisk Lafont i França, jest zlokalizowana do poszczególnych części, n. p. niektórych gałązek lub nawet tylko liści. Zakażone części przez czas dłuższy niczem nie zdradzają swego chorobliwego stanu. Z czasem dopiero listki żółkną, więdną i opadają, a chore gałązki ulegają atrofji. U *Euphorbiaceae*, jak to zgodnie podkreślają Lafont (34), França (8–10), Franchini (19), a ostatnio

<sup>1)</sup> Franchini (19) podaje, iż w soku wyciśniętym z liści chorej kapusty znalazł wiciowce, które jeszcze liczniej występowały w obsiadających je pluskwiakach. (Flagellose du chou et des punaises du chou. Bull. Soc. Path. Exot. t. 15 1922).

Auberbot (3) i Strong (52), sok mleczny przede wszystkim zdradza stan chorobliwy rośliny. Ilość jego znacznie się zmniejsza, staje się wodnisty, skrobia ulega degeneracji i stopniowemu zanikowi, co wszystko razem powoduje wycieńczenie rośliny i wreszcie śmierć. Rzadko jednak te objawy są tak wyraźne i pociągają za sobą tak daleko idące konsekwencje. W każdym razie w najłżejszym wypadku powodują pasorzyty conajmniej powstrzymanie w rozwoju dotkniętych nimi części.

Już Lafont (36) kojarzył występowanie trypanosomjazy u wilczomleczów z obecnością na nich pluskwiaków. Udało mu się też rzeczywiście (1911) znaleźć w przewodzie pokarmowym jednego z nich leptomonady. Gatunek ten, uznany przez Horwatha za nowy i nazwany *Nysius euphorbiae*, byłby więc jednym z przenosicieli leptomonad. Przy pomocy tego pluskwiaka Lafont zakaził zdrowe gałązki chorej *Euphorbia hypericifolia* oraz jeden okaz rośliny zdrowej. W tym samym roku Bouet i Roubaud w Dahomeju (4), przenosząc pluskwiaki *Dieuches humilis* R. z chorego wilczomleczu na zdrowy, zdołali uzyskać zakażenie tego ostatniego. W Portugalji França (9 i 10) (1920) posługiwał się również z dodatnim wynikiem pluskwiakiem *Stenocephalus agilis* przy próbach przeszczepiania leptomonad u *Euphorbia segetalis* i udało mu się nadto wcale dokładnie prześledzić rozwój pasorzyta w przenosicielu. *Stenocephalus agilis*, który zawierał leptomonady nie tylko w przewodzie pokarmowym, ale i w ssawce i gruczołach ślinowych, a ponadto formy encystowane w rectum, został przez França uznany jako pierwszy żywiciel pasorzytniczego wiciowca (hôte primitif).

Laveran i Franchini (39) (1921), idąc śladami França poszukiwali w Bolonji przenosicieli leptomonad. Na 200 owadów złapanych na chorych okazach *Euphorbia falcata* i rzadziej *E. dulcis*, w 2 przypadkach zaobserwowali leptomonady w przewodzie pokarmowym: u *Nysius sp.* i *Lygaeus sp.* Dwukrotnie również znaleźli organizmy podobne do *Leishmania* w przewodzie pokarmowym *Calocoris chenopodii*. Wśród owadów przez nich zebranych brakło najzupełniej *Stenocephalus agilis*, co by wskazywało, iż rolę jego tutaj objąć musiały inne owady. Franchini (29) przypuszcza, że prócz pluskwiaków przenosicielami leptomonad mogą być i muchy.



Galli Valerio (1921) w swoich poszukiwaniach w Szwajcarii kładł też nacisk na występowanie chorych wilczomleczów i równoczesną obecność zakażonych *Stenocephalus agilis*.

Aubertot (1 i 2), który znalazł *L. davidi* u wilczomleczów w Alzacji, a następnie (1925) badał okolice Termignon (Sabaudja) (3) i znalazł tam typowego *L. davidi* na wysokości 1300—1500 m, przyczem 25% okazów było zakażonych, podaje, iż obserwował podobnego, aczkolwiek nie identycznego *Leptomonasa*, w przewodzie pokarmowym *Lygaeus saxatilis*, bardzo w tej okolicy rozpowszechnionego.

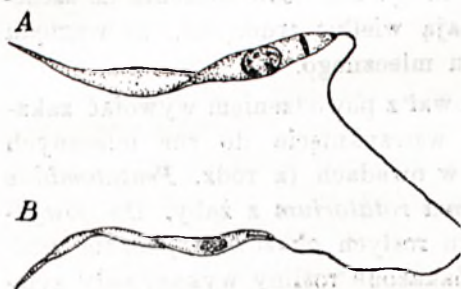
Badania Holmesa (1924 i 25) w Maryland (St. Zjedn. A. P.), które wykazały obecność *Herpetomonas elmassiani* w rurach mlecznych *Asclepias syriaca*, rzucają podejrzenie na pluskwiaka *Oncopeltus fasciatus*, jako przenosiiciela leptomonad, ponieważ w jego przewodzie pokarmowym oraz gruczołach ślinowych znalezione zostały również wiciowce, aczkolwiek różniące się nieznacznie od występujących w roślinie. Strong (52) podaje pluskwiaka *Chariesterus cuspidatus* D. za przenosiiciela leptomonad w Ameryce centralnej. Badając tam szereg mleczowatych roślin tropikalnych, znalazł pasorzytnicze wiciowce w trzech gatunkach wilczomleczów: *Euphorbia hypericifolia*, *E. pilulifera*, *E. callitrichoides*, przyczem przewod pokarmowy występującego tam wyżej wzmiankowanego pluskwiaka zawierał je także. W braku infekcji u roślin danej okolicy nie znajdował również zakażonych okazów *Chariesterus cuspidatus*. Nadto zbadane przez niego jaszczurki *Cnemidophorus lemniscatus gaigei* R., żyjące w tych samych okolicach, wykazały obecność licznych leptomonad w swym przewodzie pokarmowym, przyczem przeważały formy bez witki oraz encystowane. W żołądku jaszczurek znajdowały się pokruszone części pluskwiaka.

Dotychczas znane są 3 gatunki pasorzytniczych wiciowców roślinnych: *Leptomonas* (= *Herpetomonas*) *davidi*, *elmassiani* i *bordasi*. Jakkolwiek stanowisko systematyczne, rola pasorzytnicza i owady przenosiiciele tych pierwotniaków nie są jeszcze dokładnie poznane, należą jednak bezwątpienia do rodziny *Trypanosomidae*. Co do rodzaju, to obie nazwy rodzajowe *Leptomonas* i *Herpetomonas*, uważane są za synonimy

i cieszą się jednakiem prawem obywatelstwa, aczkolwiek nie wszyscy autorowie są co do tego zgodni.

Lafont (34) pierwszy nazwał znalezionej przez siebie wiciowca *Leptomonas davidi* i nazwa ta utrzymała się dla wszystkich znalezionych u wilczomleczów wiciowców. Czy mamy tu do czynienia rzeczywiście z jednym, czy też większą ilością gatunków, przyszłość dopiero okaże.

Morfologia *Leptomonas davidi* L. podług Lafonta przedstawia się jak następuje: Obserwując świeży sok mleczny roślinny pod mikroskopem, można zauważyć niedużego, smukłego, dosyć ruchliwego wiciowca z zaostrzonym tylnym końcem



Rys. 17.

A. *Leptomonas elmassiani* (podług F. Holmes'a), długość ciała 12–16  $\mu$ . — B. *Leptomonas davidi* (podług Lafont'a) długość ciała 18–20  $\mu$ .

ciała, 1, 2, albo i trzykrotnie śrubowato skręconego wzdłuż swej osi (rys. 17). Na preparatach maza-nych<sup>1)</sup>, barwionych metodą Leishmanna lub Giemzy, zauważyć można wśród bledszej plazmy wyraźne jądro i bardzo blisko przedniego końca ciała t. zw. blefaroblast lub kinetonucleus z wychodzącą zeń witką, długości 11–15  $\mu$ . Błony falującej, typowej dla właściwych trypanosom, nie zaobserwowano. Długość ciała waha się od 18–20  $\mu$  (podług Aubertot do 23  $\mu$ ) na 1,5–2  $\mu$  szerokości.

Po raz pierwszy Noc i Stenevel (56) otrzymali sztuczne zakażenie z rośliny na roślinę za pośrednictwem pipety Pasteura. Od tego czasu próby takie robione były wielokrotnie z dodatnim wynikiem. Nadto robiono próby zakażenia roślin trypanosomami zwierzęcymi oraz ludzkimi. Laveran i Franchini (38) zaszczepiali zdrowym okazom *Euphorbia pilosa* i *E. sauliana* kultury *Herpetomonas ctenocephali* var. *chattoni*,

<sup>1)</sup> W czasie swej pracy miałam możność przejrzeć oryginalne preparaty gatunku *Lept. elmassiani* M., przysłane mi łaskawie przez p. F. Holmes'a z Boyce Thompson Institute, za co mu najuprzejmiej dziękuję.

a kulturami z kala-azar<sup>1)</sup> zakażali *Euphorbia ipecacuanha* z wynikami dodatnimi. Również udało im się lekko zakażić dwie białe myszy sokiem mlecznym chorej *Euphorbia nereifolia*. Jednakowoż podobne doświadczenia z myszami, zakażonymi sokiem mlecznym chorych wilczomleczów, robione przez França (8—10), jak również później Bruniego (57), dały wynik ujemny. Myszy zginęły w kilka godzin i pasorzytów w nich nie znaleziono. Szybka śmierć nastąpiła najprawdopodobniej wskutek silnych własności trujących samego soku mlecznego. Podobnie świnki morskie giną w 24 godzin po zastrzyknięciu im normalnego soku mlecznego, rozpuszczonego w buljonie. To też, jak to już twierdził Migone, doświadczenia ze szczepieniem zwierząt przedstawiają wielkie trudności, ze względu na wybitną toksyczność soku mlecznego.

Franchini (15) próbował z powodzeniem wywołać zakażenie wilczomleczów przez wstrzyknięcie do rur mlecznych wiciowców pasorzytujących w owadach (z rodz. *Pentatomidae* i *Muscidae*) oraz *Trypanosoma rotatorium* z żaby. Do powyższych doświadczeń użył kilku roślinnych okazów *Euphorbia geniculata* i 2 okazy *E. esula*. Zakażone rośliny wykazywały symptomy podobne, jak zachorzałe spontanicznie: rośliny lub ich części zostają powstrzymane w rozwoju, bledną, więdną, usychając czasami. Sok mleczny staje się wodnisty, a skrobia ulega degeneracji, ilość jej się zmniejsza aż do zupełnego zaniku w przypadkach cięższych. Co do wiciowców, to te, przeniesione do soku mlecznego, tracą przeważnie witkę, przekształcając się w formy podobne do *Leishmania*.

Strong (52) robił liczne doświadczenia, zakażając sokiem mlecznym zarażonych wilczomleczów myszy, młode psy, świnki morskie oraz małpy, ale w żadnym wypadku nie udało mu się drogą przeszczepienia zakażić roślinnymi wiciowcami kręgowce. Wyniki ujemne dało także zakażenie kręgowców leptomonadami z przewodu pokarmowego pluskwiaka *Chariesterus cuspidatus* D. Natomiast rezultaty pozytywne otrzymał Strong z małpami, szczepiąc im pasorzytnicze wiciowce pochodzące z jaszczurki *Cnemidophorus lemniscatus gaigei*.

<sup>1)</sup> Choroba człowieka, występująca w Indjach, wywoływana przez *Leishmania donovani*.



Hodowla sztuczna pasorzytniczych pierwotniaków żyjących w roślinach przedstawia jak wiadomo wiele trudności. I tak nie udało się n. p. dotychczas otrzymać kultury *Leptomonas davidi*.

Na płytkach Nöllera (żelatyna + odwłókniona krew końska) udaje się hodowla fitoameb i niektórych trypanosomidów, jak to wykazał Franchini, ale do r. 1922 nie udało się wyhodować pasorzytów wilczomleczów w pożywce płynnej.

Frank P. Worther z powodzeniem hodował amebę pochodzącą z trzciny cukrowej (*Phytamoeba sacchari*) w soku z tej rośliny lub w soku roślinnym z dodatkiem roztworu różnych cukrów. Wychodząc z formy encystowanej, otrzymał osobniki wegetatywne różnej wielkości, posiadające zdolność ruchu.

Migone (44) hodował *Lept. elmassiani*, pochodzącego z *Morrenia odorata* (*Asclepiadaceae*) w pożywce złożonej z żelatyny i krwi ludzkiej. Otrzymana kultura była bardzo bogata w osobniki z witką i bez witki, a działanie jej okazało się toksycznym dla zwierząt<sup>1)</sup>.

W ciągu 1922 r. miał Franchini (16) sposobność obserwowania w ogrodzie botanicznym w Bolonji chorego okazu *Euphorbia cereiformis*, w mleczu którego znalazł drobnego, okrągłego pierwotniaka, obdarzonego ruchem ameboidalnym i spróbował otrzymać zeń kulturę. Pierwsze kultury zrobione w wrześniu 1922 r. na pożywce z żelatyny i krwi ludzkiej i trzymane w temperaturze pokojowej, badane w październiku wykazały znikomą tylko ilość drobnych, okrągłych pierwotniaków z ruchami ameboidalnymi. Przeniesione do próbek z pożywką *NNN*<sup>2)</sup> i umieszczone w temp. 26°C nie wykazały zwiększonej ilości pasorzytów. W marcu 1923 r. mając możliwość otrzymania soku mlecznego z *E. cereiformis*, przygotował Franchini pożywkę z równych części buljonu i soku mlecznego *E. cereiformis* i, wysterylizowawszy ją, wysiał zawartość obu próbek z pożywki *N. N. N.*, zawierającą bardzo nieliczne pasorzyty. W 20 dni później otrzymał piękną kulturę wiciwców typu *Herpetomonas*. Pasorzyt, nie posiadający witki

<sup>1)</sup> Pracy oryginalnej nie miałam, a sprawozdawca nie podaje dla jakich zwierząt.

<sup>2)</sup> Nowy, Neal, Nicolle: żelatyny 14 gr + Na Cl 6 gr + H<sub>2</sub>O 900 cm<sup>3</sup>.

w roślinie, stał się w pożywce typowym wiciowcem. Kultury przeszczepione następnie do pożywek z buljonu + krew końska i żelatyny + krew ludzka (podług Migone'a) rozwijały się doskonale. Franchini zaznacza przytem, iż zależnie od składu pożywki, w postaci pasorzyta występują wybitne zmiany. Powtarzając przeszczepienia na świeże pożywki z buljonu + krew i buljonu + mlecz roślinny, regularnie co 2 miesiące, utrzymuje je Franchini dotychczas w dobrym stanie.

Ostatnio Nieschulz (47) opisał wiciowca pochodzącego z kultury Franchini'ego, którego hodował na płytkach agarowych Nöllera dla trypanosom z dodatkiem krwi końskiej, co wpływa dodatnio na hodowlę, jak to już stwierdził Franchini. Optymalna temperatura wynosiła 25°C, jakkolwiek rosły i w temperaturze pokojowej, chociaż wolniej. Preparaty mikroskopowe robił Nieschulz ze świeżych kilkudniowych kultur, utrwalając podług Schaudinna (w sublimacie z alkoholem + 2% *acidium aceticum glaciale* i barwiąc hematoksyliną Heidenheina, 1 godz. w bejcu i 1 godz. w barwiku przy temp. 37°C).

Zbadany dokładnie przez Nieschultza wiciowiec różnił się wybitnie pod względem wymiarów od *Leptomonas davidi*, a przytem zasadniczą różnicę stanowiła obecność u niego t. zw. rhizoplastu t. j. przedłużenia plazmatycznego wewnątrzkomórkowego witki. Nieschulz proponuje dlań nazwę *Herpetomonas euphorbiae*.

Prócz wiciowców, spotyka się w roślinach i inne pierwotniaki. Franchini (24, 25 i 27), badając rośliny mleczowate z „Jardin des Plantes“ w Paryżu, okazy cieplarniane oraz rosnące na swobodzie, niejednokrotnie znajdował w ich soku liczne ameby. W niektórych przypadkach udało mu się otrzymać kultury; tak n. p. hodował ameby pochodzące z soku mlecznego *Strophantus Rigali* i *scandens* na płytkach Nöllera i obserwował wewnątrz plazmy pasorzytów ciała krwi w rozmaitych stadjach trawienia. Ameba, pochodząca z tych kultur, dała się przeszczepić na rectum kota, działając patogenicznie (19). Opisuje nadto Franchini amebę, wyhodowaną z soku mlecznego *Ficus carica*, która w swoim rozwoju przechodzi stadjum wiciowca. Hodował ją również na płytkach Nöllerowskich, przyczem protoplazma ameby zawierała



liczne ciała krwi, mniej lub więcej strawione. W zanieczyszczonych kulturach ameby rozwijały się gorzej i nie żywiły się znajdującymi się tam bakterjami. Zachowywały się więc analogicznie do ameb chorobotwórczych z przewodu pokarmowego człowieka.

Jako fakt nader interesujący należy również sygnalizować wykrycie przez Laverana i Franchini'ego (40) licznych spirochet występujących w soku rośliny mleczowatej *Euphorbia peplus* oraz goszczących na niej pluskwików.

W Polsce trypanosomjaza roślin nie była jeszcze badana. Z inicjatywy więc prof. E. Lubicz Niezabitowskiego, kierownika Zakładu Biologii Ogólnej Uniwersytetu Poznańskiego, zajęłam się tą kwestją. Zaczęłam swoje poszukiwania wiosną 1927 r. Okazy zbierałam począwszy od 30 kwietnia, przez maj, czerwiec i następnie wrzesień w najbliższej okolicy samego Poznania, a więc w ogródkach na Sołacz, w parku dendrologicznym i w lesie na Golęcinie. Zbadałam rośliny następujące: 103 okazy *Euphorbia cyparissias*, 12 ok. *E. helioscopia*, 38 ok. *E. peplus* z rodziny *Euphorbiaceae*, 8 ok. *Taraxacum officinale* i 11 ok. *Tragopogon pratensis* z rodz. *Compositae*, 9 ok. *Chelidonium majus* z rodz. *Papaveraceae* — wszystkie z wynikiem ujemnym. Również wynik ujemny dały badania następujących roślin egzotycznych z cieplarni parku Wilsona w Poznaniu: *Euphorbia caput medusae*, *E. pendula*, *E. grandidens*, *E. resinifera*, *E. globulus*, *E. submamilaria*, *Cryptostegia madagascariensis*, *Landalphia watsonia*, *Codiaeum variegatum*, *Ficus lyrata*, *F. religiosa* i *Ficus sp.* W ciągu miesięcy lipca i sierpnia zbierałam materiał w okolicy Mszany Dolnej (przeszło 400 m n. p. m.). Zbadanych zostało 104 okazy *Euphorbia amygdaloides*, 102 okazy *E. stricta*, i 167 okazów *E. cyparissias*, wszystkie z wynikiem ujemnym. Do badań brałam świeży sok mleczny, przekroje tkanek, oraz preparaty mazane z soku mlecznego. Preparaty mazane po wyschnięciu utrwalane były przez 10 min. alkoholem absolutnym i barwione Giemzą, 2 krople barwika na 1 cm<sup>3</sup> wody.

Wykrycie pasorzytniczych pierwotniaków w soku roślinnym otwarło badaniom naukowym z dziedziny fitopatologii nowe pole pracy, z którego korzyści realne osiągnąć może nie tylko roślina, ale być może i patologia ludzka. Jest bardzo prawdo-



podobne, iż niektóre mało poznane lub nieznanne choroby roślin, przypisywane bliżej nieoznaczonym virusom, mają swą przyczynę w obecności pierwotniaków. Być może również nie będzie zbyt śmiałym przypuszczenie, iż w stosunku do zwierząt i ludzi służą rośliny niekiedy jako żywicieli przejściowi dla wirusów chorób, wywoływanych przez pierwotniaki. Badając choroby roślin, trzeba się będzie odtąd liczyć z faktem różnic morfologicznych istniejących między pierwotniakami pochodzącymi z roślin i zwierząt. Wiadomo jest bowiem, że zależnie od środowiska zmienia się postać pierwotniaka. Pasożyty, które n. p. w organizmie ludzkim (*Leishmania*) są drobne, okrągławe i nie posiadają witek, przybierają w kulturach postać wydłużonych wiciowców. Osiągnięto już wiele, stwierdzając, że pierwotniaki pochodzenia roślinnego mogą być hodowane w pożywece z krwi zwierząt kręgowych, że ameba pochodząca z roślin zdolna jest żywić się czerwonymi ciałkami krwi i może się rozmnażać w jelicie zwierzęcem. Pierwotniaki żyjące w roślinach, co do których przypuszczano początkowo, iż występują tylko w okolicach podzwrotnikowych, znalezione zostały następnie w kilku krajach o klimacie umiarkowanym. Byłoby więc pożądanem, aby we wszystkich krajach robiono poszukiwania i zbadano owe pierwotniaki celem ustalenia ich rozpowszechnienia oraz ich znaczenia patogenicznego. Negatywne wyniki moich badań nie przesądzają jeszcze wcale kwestji znalezienia trypanosomjazy roślinnej w Polsce.

## SPIS LITERATURY.

(Nieoznaczone \* znam jedynie z referatów).

1. Aubertot M. Présence du *Leptomonas davidi* Lafont chez une Euphorbe d'Alsace — C. R. Soc. Biol. t. 89, 1923\*.
2. Aubertot M. La flagellose des Euphorbes en Alsace — Bull. de l'Assoc. philom. d'Alsace et de Lorraine, 1924.
3. Aubertot M. La flagellose des Euphorbes dans la Haute-Maurienne — Ann. Soc. lin. de Lyon. T. 72, 1925\*.
4. Bouet et Roubaud. Sur la présence au Dahomey et le mode de transmission du *Leptomonas davidi* Laf., flagellé parasite des Euphorbes — C. R. Soc. Biol. t. 70, 1911.
5. Fantham H. B. Some flagellates in plants — R. Soc. Trop. Med. Hyg. t. 19, 1926.

6. França C. Sur l'existence en Portugal de *Leptomonas davidi* Laf. dans le latex d'*Euphorbia peplus* L. et *E. segetalis*. — Bull. Soc. Path. Exot. t. 4, 1911.
7. França C. Quelques notes sur *Leptomonas davidi* Laf. Ibid. 1911.
8. França C. La flagellose des Euphorbes. Arch. f. Protist. t. 34, 1914\*.
9. França C. L'insecte transmetteur de *Leptomonas davidi*. — Bull. Soc. path. Exot. 12, 1919.
10. França C. La flagellose des Euphorbes. II. — Ann. Inst. Pasteur. t. 34, 1920\*.
11. França C. Sur 2 phytoflagellés (*Leptomonas Elmassiani* Migone et *L. Bordasi* sp. n.) — Ann. Soc. Belge Med. trop. t. I. 1921.
12. França C. Sur les flagellés parasites des latex — Bull. Soc. Path. Exot. t. 15, 1922.
13. França C. Encore quelques considérations sur la flagellose des Euphorbes — Ibid.
14. Franchini G. Sur les protozoaires des plantes — Botanical Abst. Bd. 13. — 1924.
15. Franchini G. Inoculation de flagellés d'insectes dans le latex des Euphorbes — Bull. Soc. Path. Exot. t. 16, 1923\*.
16. Franchini G. Sur un protozoaire d'*Euphorbia cereiformis* et sur sa culture — Ibid\*.
17. Franchini G. Nouvelles recherches sur les protozoaires des plantes à latex — Ibid\*.
18. Franchini G. Sur un flagellé particulier d'une Urticacée (*Ficus benjamina*) — Ibid\*.
19. Franchini G. Sur les protozoaires des plantes. II. — Ann. de l'Inst. Pasteur. t. 37, 1923\*.
20. Franchini G. Sur un flagellé d'une Asclepiadacée (*Araujia angustifolia*) — Bull. Soc. Path. Exot. t. 16, 1923\*.
21. Franchini G. Nouvelles recherches sur les trypanosomes des Euphorbes et sur leur culture — Ibid. 15, 1922.
22. Franchini G. Sur un trypanosome du latex de 2 espèces d'Euphorbes.
23. Franchini G. Sur un flagellé nouveau du latex de 2 Apocynées — Ibid.
24. Franchini G. Amibes et autres protozoaires de plantes à latex du Muséum de Paris. — Ibid\*.
25. Franchini G. Flagellés et amibes d'une Urticacée exotique, *Ficus parietalis*. — Ibid.
26. Franchini G. Essais d'inoculation de différents protozoaires dans le latex des Euphorbes — Ibid\*.
27. Franchini G. Sur une amibe des figuiers de plein air de la région parisienne et sa culture — Ibid\*.
28. Franchini G. Sur un flagellé de Lygaeide. (*Critidia oxc.* sp. n.) — Ibid.



29. Franchini G. Protozoaires de Muscides divers capturés sur des Euphorbes — Ibid\*.
30. Franchini G. Particularités de culture de certains flagellés. De la culture des Leishmania dans le milieu de Yoshida — Ibid\*.
31. Galli-Valerio. B. La flagelliase des Euphorbes en Suisse — Schweiz. Med. Woch. nr. 50, 1921.
32. Holmes, F. O. The relation of *Herpetomonas Elmassiani* M. to its plant and insect hosts — Biol. Bull. vol. 49, 1925\*.
33. Holmes, F. O. *Herpetomonas flagellates* in the latex of milkweed in Maryland. *Phytopatology*. vol. 14, 1924\*.
34. Lafont, A. Sur la présence d'un parasite de la classe des flagellés dans le latex de l'*Euphorbia pilulifera* — C. R. S. Biol, t. 66, 1909\*.
35. Lafont, A. Sur la présence d'un *Leptomonas*, parasite de la cl. des Flagellés, dans le latex de 3 Euphorbes — Ann. Inst. Past. t. 24, 1910.
36. Lafont, A. Sur la transmission du *Leptomonas davidi* des Euphorbes par un hémiptère *Nysius euphorbiae* — C. R. Soc. Biol, t. 70, 1911\*.
37. Lafont, A. Observations sur *Leptomonas davidi* — Bull. Soc. Path. Exot. t. 4, 1911.
38. Laveran, A. et Franchini, G. Contribution à l'étude de la flagellose des Euphorbes — Bull. Soc. Path. Exot, t. 13, 1920\*.
39. Laveran, A. et Franchini, G. Contribution à l'étude des insectes propagateurs de la flagellose des Euphorbes. — Ibid, t. 14, 1921\*.
40. Laveran, A. et Franchini, G. Spirochetose de punaises des Euphorbes et du latex. *Hid*, t. 14, 1921\*.
41. Léger, A. Présence du *Leptomonas davidi* Laf. dans l'*Euphorbia pilulifera* du Haut-Sénégal et Niger. — Ibid. t. 4, 1911.
42. Mesnil, F. La flagellose ou „leptomoniase“ des Euphorbes et des Asclepiadacées. — Ann. d. Sci. Nat. Bot, t. 3, 1921\*.
43. Mesnil, F. Hémiptères des Euphorbes parasitées de *Leptomonas davidi*. — Bull. Soc. Path. Exot. t. 6.
44. Migone, L. E. Un nouveau flagellé des plantes: *Leptomonas Elmassiani*. — Ibid, t. 9. 1916.
45. Migone, L. E. Flagelados de las plantas. — Revista de la Soc. científica del Paraguay, nr. 3, 1922.
46. Nieschulz, O. Unsere bisherigen Kenntnisse von d. Flagellatenkrankheit d. Pflanzen. — Ztschrft. f. Pflanzenkrankheiten u. Gallenkunde, T. 32, 1922\*.
47. Nieschulz, Zur Morphologie d. Kulturformen einer *Herpetomonas* aus *Euphorbia cereiformis*. — Centralbl. f. Bakt. n. Paras. T. 61, 1924\*.
48. Noc, F. et Stévenel, L. Présence à la Martinique de *Leptomonas davidi* Laf. — Bull. Soc. Path. Exot, t. 4, 1911.



49. Piras, L. et Bruni, N. La flagellosi delle euforbie in Liguria. — *Igiene Moderna*, nr. 9. 1922.
50. Rodhain, I. et Bequaert, J. Présence de *Leptomonas* dans le latex d'une euphorbe congolaise. — *Bull. Soc. Path. Exot.*, t. 4, 1911.
51. Sergent, E. Existence de *Leptomonas davidi* dans le latex d'euphorbes d'Algérie (*E. peplodes*). — *Arch. Inst. Past.*, t. I, 1921.
52. Strong, R. P. Investigations upon flagellate infections. — *Americ. Journ. Tropic. Med.*, t. 4, 1924\*.
53. Vercellana, G. La flagellosi delle euforbie nella Provincia d. Parma. — *Igiene Moderna*, nr. II, 1923.
54. Visentini, A. La flagellosi delle euforbie in Italia. — *Rendic. d. R. Accad. d. Lincei*, t. 23. 1914.
55. Zotta, G. La *Leptomonadiose* spontanée chez *Cynanchum acutum*, *Asclepiadacée* autochtone en Roumanie. — *C. R. Soc. Biol.* t. 9, 1924.
56. Laveran, A. et Mesnil, F. Trypanosomes et Trypanosomiases. Paris. 1912. Masson et Cie\*.
57. Bruni, N. Recherches sur quelques phytoparasites de nature protozoaire. — *Bull. Soc. Path. Exot.* 18. 1925\*.

M. SKALIŃSKA.

## Z zagadnień genetyki.

### I.

#### „Czystość gamet“ Mendla w świetle nowych badań cytologicznych.

Koncepcja „czystości gamet“ sformułowana przez Mendla jeszcze zanim poznane było zjawisko podziału redukcyjnego, poprzedzające tworzenie komórek rozrodczych, jest właściwie najistotniejszą podstawą jego teorii rozszczepiania się mieszańców. Mendel twierdził, że w komórkach rozrodczych organizmu zawarte są zawiązki cech, przyczem u mieszańców w komórkach rozrodczych może znajdować się zawiązek albo cechy dominującej, albo też recesywnej jednej pary, nigdy zaś oba razem, gdyż te zawiązki wykluczają się wzajem z gamety. To wykluczanie się ich wzajemne stanowi ów bliżej wówczas niezbadany mechanizm powstawania gamet „czystych“, t. zn. nie posiadających charakteru mieszańca. Przy łączeniu się dwóch gamet czystych, o jednakowych zawiązkach cech dziedzicznych powstaje organizm, nie posiadający charakteru mieszańca — homozygota; w najprostszym przypadku zostaje odtworzona jedna z form rodzicielskich. Jeśli zaś ulegają zespoleniu dwie gamety o różnych zawiązkach cech, powstaje t. zw. heterozygota, mieszaniec.

W drugim dziesięcioleciu wieku bieżącego pojawiają się próby paralelizacji zjawiska rozszczepiania, obserwowanego w potomstwie mieszańców, z procesem podziału redukcyjnego. Próby te zostają uwieńczone wypracowaną przez Morgan'a teorią lokalizacji czynników genetycznych w chromosomach.



Komórki somatyczne organizmów posiadają, jak wiadomo, podwójną czyli diploidalną liczbę chromosomów; przy powstawaniu komórek rozrodczych ulega ona zredukowaniu do połowy na skutek procesu podziału redukcyjnego czyli heterotypowego. Po zapłodnieniu następuje rekonstrukcja liczby diploidalnej, charakterystycznej dla danego organizmu, dzięki połączeniu haploidalnego czyli pojedynczego garnituru chromosomów gamety męskiej (ojcowskiej) z kompleksem chromosomów gamety żeńskiej (macierzystej).

Proces podziału heterotypowego ma przebieg ściśle określony: w większości przypadków liczba chromosomów jest parzystą; kształt i wielkość ich w pewnych przypadkach może być jednakowa, w innych zaś konstatujemy wyraźne różnice postaci i rozmiarów poszczególnych chromosomów. W obrębie diploidalnego garnituru każdy typ chromosomów reprezentowany jest dwa razy; jeden z nich wprowadzony jest do zygoty przez gametę męską, drugi zaś przez żeńską; dwa chromosomy, stanowiące jedną parę, są ekwiwalentne. Podział redukcyjny nie sprowadza się poprostu do rozdzielania garnituru chromosomów na oba jądra potomne w liczbie, będącej arytmetyczną połową liczby diploidalnej, lecz polega on na rozmieszczeniu po jednym chromosomie z każdej pary w każdym jądrze potomnym. Tak zatem w normalnym podziale heterotypowym dwa chromosomy, stanowiące jedną parę, czyli chromosomy homologiczne, kierują się stale do biegunów przeciwnych, na skutek czego tylko jeden z nich, albo ojcowski, albo też macierzysty dostaje się do każdego jądra potomnego. Ten prawidłowy rozdział każdej pary na oba jądra potomne jest konsekwencją procesu konjugacji chromosomów w stadjum djakinezy; dwa chromosomy homologiczne łączą się w tem stadjum parami, a następnie zlewają się ze sobą całkowicie, tworząc t. zw. „biwalenty“; w metafazie chromosomy ulegają znów rozdzielaniu i zdążają do przeciwległych biegunów. Ten właśnie mechanizm reguluje rozmieszczenie chromosomów homologicznych, tak że obecność jednego z nich „wyklucza“ obecność drugiego w powstającej komórce rozrodczej.

Ze stanowiska teorii Morgana, lokalizującej czynniki genetyczne w chromosomach, przyjmujemy, że obecność chromo-



somu ojcowskiego w komórce rozrodczej wprowadza zawartą w nim pewną grupę czynników genetycznych organizmu ojcowskiego, wykluczając przez to obecność grupy czynników, zlokalizowanych w homologicznym chromosomie macierzystym. Dlatego więc komórka rozrodcza mieszańca jest „czysta“, że oba chromosomy homologiczne uległy rozdzieleniu, dzięki czemu oba kompleksy zawartych w nich czynników genetycznych nie mogą być w niej jednocześnie obecne.

Zjawisko t. zw. sprzężenia (*linkage*) czynników genetycznych jest potwierdzeniem hipotezy lokalizacji czynników w chromosomach. Według Morgan'a przekazywanie czynników w grupach, których elementy występują łącznie, wskazuje na położenie ich w jednym chromosomie. Takie grupy czynników genetycznych występują u każdego organizmu w liczbie, odpowiadającej haploidalnej liczbie chromosomów. Tak np. u muszki owocowej *Drosophila melanogaster*, która jest objektem badań Morgan'a, występujące w rozszczepieniu czynniki genetyczne dają się podzielić na cztery wyraźne grupy, odpowiadające czterem chromosomom garnituru-haploidalnego. Według poglądów współczesnych więc mechanizm rozszczepienia „mendlujących“ czynników wiąże się z mechanizmem podziału redukcyjnego. Czystość gamet jest złączona nierozdzielnie z ich haploidalną liczbą chromosomów. Koncepcja czystości gamet została potwierdzona w szeregu doświadczeń nad mieszańcami zwierzęcymi i roślinnymi, które w potomstwie ulegają prawidłowemu rozszczepieniu mendlowskiemu.

Przez czas jakiś w genetyce rozpowszechniony był pogląd, że prawa rozszczepienia stosują się do mieszańców pomiędzy odmianami jednego gatunku, nie zaś do mieszańców różnych gatunków, które jakoby dawać miały mieszańce pośrednie, utrzymujące się w typie. Obecnie jednakże wiadomo dzięki nowszym badaniom, że w zasadzie i mieszańce gatunkowe ulegają rozszczepieniu mendlowskiemu. Mechanizm rozszczepienia z punktu widzenia cytologii musi tu być taki sam, jak u mieszańców odmianowych.

Teoretycznie biorąc jednak, pomiędzy mieszańcami gatunkowymi a odmianowymi, istnieją różnice, wpływające ze stopnia pokrewieństwa form krzyżowanych. Oczywiście i nie wszystkie mieszańce gatunkowe są równoważnościowe pod tym

względem, zależnie od tego, czy użyte były do krzyżowania gatunki bliżej, czy też dalej od siebie stojące pod względem systematycznym. W związku z oddaleniem systematycznym zmniejsza się też płodność mieszańca; łącznie z częściową bezpłodnością występować mogą nieprawidłowości w rozszczepieniu naskutek zaburzeń towarzyszących powstawaniu komórek rozrodczych.

Dopóki nieznany był związek, zachodzący pomiędzy procesem podziału redukcyjnego a rozszczepieniem mendlowskim, prowadzone badania miały charakter wyłącznie morfologiczny. Spotykane rzadka w literaturze genetycznej wiadomości o mieszańcach nierozszczepiających przyjmowano z pewnym niedowierzaniem, jako przedstawiające niezrozumiałe wyjątki od prawa Mendla.

Obecnie wiadomem jest nietylko, że prawo rozszczepiania mieszańców, odkryte przez Mendla, jest morfologicznym wyrazem stwierdzonej przez niego „czystości gamet“, lecz nadto, że ową czystość gamet można zidentyfikować z obecnością haploidalnego garnituru chromosomów gamety, w przeciwstawieniu do diploidalnego garnituru chromosomów zygoty. Stąd wniosek, że normalny przebieg podziału redukcyjnego u mieszańców jest pierwszym momentem, warunkującym prawidłowe rozszczepienie drugiego pokolenia mieszańców. U mieszańców pomiędzy odmianami, u których niema różnic w budowie karjologicznej, naogół przebieg podziału heterotypowego jest prawidłowy, jak u form czystych. Płodność ich jest również zupełnie normalna i rozszczepienie przebiega zgodnie z prawami Mendelizmu.

Natomiast u mieszańców gatunkowych garnitur chromosomów obu form krzyżowanych wykazuje niejednokrotnie różnice, dotyczące wielkości lub też liczby chromosomów.

Naogół pod tym względem mieszańce gatunkowe pozwalają rozróżnić trzy typy:

1. Gatunki rodzicielskie mogą posiadać chromosomy w jednakowej liczbie, podobnie jak odmiany jednego gatunku.
2. Gatunki rodzicielskie mogą posiadać różne liczby chromosomów, przyczem liczba chromosomów jednego gatunku jest wielokrotną liczby chromosomów gatunku drugiego. W stosunku do normalnej diploidalnej liczby jednego z gatunków,



drugi posiadać będzie garnitur chromosomów tetraploidalny, heksaploidalny i t. d.

3. Liczba chromosomów jednego gatunku rodzicielskiego jest większa, niż drugiego, nie będąc jednak wielokrotną tej liczby. Np. 6 i 8 chromosomów u różnych gatunków rodzaju *Crepis*; 60, 58 i 46 chromosomów u trzech gatunków motyli *Pygaera*.

W pierwszym przypadku naogół następuje normalne powiązanie chromosomów w pary podczas podziału redukcyjnego. Jest to pierwszy warunek jego prawidłowego przebiegu, dzięki czemu mogą powstawać normalne płodne gamety.

Niekiedy jednak chromosomy form rodzicielskich, chociaż występują w liczbie jednakowej, różnią się od siebie wielkością, i wówczas nie odbywa się prawidłowa konjugacja ich w profazie podziału redukcyjnego. W innych przypadkach, przy garniturze chromosomów zupełnie jednakowym zarówno pod względem liczby, jak i wielkości, pomimo prawidłowo przebiegającej konjugacji, znaczna większość komórek rozrodczych ulega degeneracji. Jest rzeczą możliwą, że w grę wchodzi tu zaburzenia zupełnie innej kategorii, np. dysharmonja pomiędzy karjologiczną budową komórki rozrodczej a jej plazmą. Cytolog niemiecki Tischler oraz inni badacze stwierdzili, że normalny przebieg podziału redukcyjnego może poprzedzać tworzenie całkowicie bezpłodnego pyłku u mieszańców.

Jest rzeczą oczywistą, że tylko w razie normalnej płodności mieszańców oczekiwać możemy prawidłowego rozszczenia mendlowskiego; jeśli bowiem zachodzi fakt eliminacji gamet, to poszczególne typy mogą mu ulegać w rozmaitym stopniu, co wpływa na zakłócenie rozszczenia.

Z kolei rozpatrzymy drugi przypadek, mianowicie gdy formy rodzicielskie posiadają różne liczby chromosomów, przy czem liczba jednego gatunku jest wielokrotną liczby gatunku drugiego. Naogół tak znaczne różnice w liczbie chromosomów są poważną przeszkodą dla prawidłowego przebiegu podziału redukcyjnego. Wyjątkowo tylko obserwowano w takich przypadkach tworzenie płodnych, zdolnych do rozwoju gamet. Ljungdahl opisała w r. 1924-ym proces tworzenia komórek rozrodczych u mieszańca pomiędzy dwoma gatunkami maku, różniącymi się bardzo znacznie liczbą chromosomów; mianowicie



*Papaver nudicaule* posiada 14 chromosomów (liczba haploidalna = 7) natomiast u *Papaver striatocarpum* liczba diploidalna wynosi 70, haploidalna zaś = 35. Pomimo tak znacznej różnicy podział przebiega prawidłowo u mieszańca, który posiada 42 chromosomy (7 + 35). P. Ljungdahl zaobserwowała, że proces konjugacji chromosomów odbywa się u mieszańca w sposób następujący: siedm chromosomów *Papaver nudicaule* tworzy pary z siedmioma chromosomami *P. striatocarpum*, pozostałe zaś 28 chromosomów tego ostatniego gatunku konjugują pomiędzy sobą, tworząc 14 par. Ogółem zatem powstaje 21 par; po podziale ich każde jądro potomne otrzymuje po 21 chromosomów, z łączenia się zaś gamet o 21 chromosomach powstają zygoty posiadające po 42 chromosomy. Podczas przebiegu podziału u mieszańca tego nie dają się zauważyć obserwowane często u mieszańców nieprawidłowości, jak występowanie pojedynczych, nie związanych w pary chromosomów, wyrzucanie ich poza obręb wrzeciona i t. d. Konjugacja chromosomów *P. striatocarpum* między sobą nasuwa przypuszczenie, że przedstawia on typ dekaploidalny tj. taki, w którym haploidalny garnitur 7 chromosomów reprezentowany jest dziesięć razy w komórkach somatycznych; to czyni zapewne możliwym proces konjugacji pomiędzy homologicznymi chromosomami w obrębie garnituru chromosomów jednej z roślin rodzicielskich.

Zachodzi pytanie, czy powstałe w ten sposób gamety możemy nazwać „czystymi“. Ze względu na odbiegające od typu powiązanie chromosomów w diakinezie, w powstających gametach nie następuje rozdział chromosomów macierzystych i ojcowskich; nie posiadają więc one charakteru gamet „czystych“ choćby dlatego, że liczba chromosomów ich jest pośrednią pomiędzy obu formami rodzicielskimi; garnitur chromosomów *P. nudicaule* występuje w gamecie zawsze razem z czternastoma chromosomami pochodzącymi od *P. striatocarpum*. Gamety są triploidalne; łącząc się w zygoty, dają stale typy o jednakowej liczbie chromosomów, mianowicie rośliny heksaploidalne. Jest więc jasne, że w potomstwie mieszańców tych nie mogą zjawić się typy rodzicielskie, które typowo obserwujemy jako kombinację, wytworzoną wskutek rozszczepienia mendelowskiego. U omawianego mieszańca gatunkowego *Papaver*

tworzenie „czystych“ gamet zostaje zakłócone przez proces autosyndezy pomiędzy chromosomami jednego z rodziców.

Opisany powyżej proces autosyndezy należy jednak do przypadków bardzo rzadkich. Zazwyczaj różnice w liczbie chromosomów obu form krzyżowanych pociągają za sobą znaczne zakłócenia w przebiegu podziału redukcyjnego.

Jeszcze w r. 1903 i 1904-ym Rosenberg skonstatował liczne nieprawidłowości w mitozach allotypowych u mieszańca pomiędzy *Drosera rotundifolia* a *D. longifolia*, prawdopodobnie występujące w związku z różnicami w liczbie chromosomów obu form rodzicielskich: mianowicie u *Drosera rotundifolia* zredukowana liczba chromosomów wynosi 10, u *Drosera longifolia* zaś — aż dwadzieścia. Gdy w komórkach macierzystych pyłku mieszańca zachodzi konjugacja chromosomów, nie wszystkie chromosomy mogą powiązać się w pary, lecz tworzy się tylko 10 par. Nie znajdujące par chromosomy *D. longifolia* pozostają poza wrzecionem w cytoplazmie, gdzie następnie ulegają degeneracji. Dalszy rozwój komórek rozrodczych ulega zahamowaniu; mieszańiec ten jest całkowicie bezpłodny.

Inny przebieg posiada podział redukcyjny u mieszańców pomiędzy gatunkami pszenic, różniącemi się liczbą chromosomów.

Cytolog japoński Kihara badał mieszańce pomiędzy gatunkiem tetraploidalnym (z grupy „*Emmer*“ o 28 chromosomach) a heksaploidalnym (z grupy „*vulgare*“ o 42 chromosomach). Mieszańiec ma 35 chromosomów, z których 14 pochodzi od „*Emmer*“, a 21 od „*vulgare*“. Jest to więc mieszańiec pentaploidalny. Podczas podziału heterotypowego tworzy się 14 par, i pozostaje 7 chromosomów pojedynczych. Czternaście bivalentów ulega podziałowi, naskutek czego jądra potomne otrzymują po 14 chromosomów; natomiast chromosomy pojedyncze pozostają przez jakiś czas rozrzucone w cytoplazmie, a następnie każdy z nich ulega podłużnemu podziałowi, poczem chromosomy potomne kierują się ku biegunom. W ten sposób ostatecznie na każdym biegunie grupuje się po 21 chromosomów. Według amerykańskiego badacza Sax'a szczegóły pierwszego podziału są nieco inne: mianowicie 7 univalentów zostają rozdzielone na bieguny bez uprzedniego podziału — najczęściej po 3 i 4. Podczas podziału homeotypowego według Kihara występuje 14 dzielących się chromosomów oraz 7, które podziałowi nie ulegają.



Jądra potomne otrzymują zatem, prócz owych 14 rozchodzących się prawidłowo na bieguny, również część niedzielących się chromosomów — po 3 lub 4. Według obserwacji Sax'a zaś ulegają tu podziałowi wszystkie chromosomy zarówno pojedyncze, jak i te, które były powiązane w pary. Jak widzimy, ostateczny wynik podziału jest ten sam w obu przypadkach, gdyż różnica sprowadza się jedynie do opóźnienia momentu podziału niekonjugujących chromosomów.

Bez względu na te różnice w szczegółach, obserwacje obu badaczy zgodnie wykazały, że konjugacja u mieszańca pentaploidalnego ma miejsce tylko pomiędzy 28 chromosomami. Najprawdopodobniej więc 14 chromosomów pszenicy *Emmer* konjuguje z 14 chromosomami *Triticum vulgare*; ze względu jednak na poliploidalność obu typów rodzicielskich nie jest też wykluczone, że 14 chromosomów każdego z rodziców łączy się między sobą, tworząc po 7 par. Zagadnienie to jest doniosłe teoretycznie ze względu na przebieg rozszczepienia mieszańców: w pierwszym przypadku bowiem muszą ulec rozdzielaniu homologiczne chromosomy obu form rodzicielskich. A więc w stosunku do tych 14 par powstawałyby gamety „czyste”. W drugim przypadku natomiast, t. j. wówczas, jeśliby 14 chromosomów *Emmer* tworzyło 7 odrębnych par, a 14 z pośród 21 chromosomów *vulgare* tworzyło 7 drugich par, każda nowopowstająca komórka otrzymywałaby stale po 7 chromosomów *Emmer* i tyleż *vulgare* z konjugantów, prócz kilku uniwalentów z *vulgare*. Taki przebieg podziału, wykluczający zasadniczo możliwość rozdziału garniturów chromosomów obu form rodzicielskich, prowadziłby do wytworzenia gamet, które łącząc się w zygoty nigdy nie mogłyby odtworzyć typów krzyżowanych, byłyby „nieczyste”, gdyż zawierałyby obok siebie homologiczne chromosomy ojcowskie i macierzyste. (W omawianym przykładzie źródłem zakłócenia rozszczepienia prawidłowego jest nadto obecność uniwalentów, pochodzących od *vulgare*). Mieszańce pszenic nie są dogodnym objektem dla badania omawianego zagadnienia, a to z dwóch względów: 1. chromosomy *Emmer* i *vulgare* nie dają się rozróżnić pod mikroskopem, gdyż rozmiary ich są jednakowe, a więc nie można na drodze badań cytologicznych ustalić, czy zachodzi tu allosyndeza, czy też autosyndeza; 2. analiza genetyczna potomstwa jest niemal że niemożliwa ze względu



na wysoki procent bezpłodności mieszańców pierwszego pokolenia.

Wyświetlenia tego zagadnienia moglibyśmy oczekiwać od badań nad mieszańcami płodnymi, których formy rodzicielskie różnią się między sobą wielkością chromosomów, lub ich kształtem. Najnowsza literatura cytologiczno-genetyczna przynosi nam wyniki badań, które choć w części mogą przyczynić się do rozstrzygnięcia omawianego problemu. Badania Tischlera (1927) dotyczą *Ribes Gordonianum*, którego formy rodzicielskie — *R. sanguineum* i *R. aureum* mają wprawdzie jednakową liczbę, lecz różnią się wielkością chromosomów. Mianowicie *R. sanguineum* ma duże chromosomy, *R. aureum* zaś — małe. Tischler w badaniach swoich położył specjalny nacisk na sposób wiązania się chromosomów i wykazał, że duże chromosomy *R. sanguineum* konjugują tylko między sobą, i podobnie małe *R. aureum* łączą się ze sobą, tworząc 4 mniejsze biwalenty. Zamiast więc normalnego procesu allosyndezy zachodzi tu autosyndeza, którą można stwierdzić dzięki różnicy w wielkości chromosomów form krzyżowanych. Powstające wskutek takiej konjugacji w profazie podziału redukcyjnego komórki rozrodcze zawierają zawsze połowę garnituru chromosomów jednego z rodziców i połowę drugiego. Nadto, według słów Tischler'a, zachodzi tu w obrębie każdego garnituru powiązanie chromosomów nie homologicznych; niema tu więc prawidłowego rozdziału chromosomów homologicznych obu form rodzicielskich, niema powstawania „czystych gamet“. Rekonstrukcja typów rodzicielskich wobec tego nie może tu nastąpić. Ponieważ więc konjugujące cztery pary każdej z form rodzicielskich nie składają się z chromosomów homologicznych, a więc przypuszczalnie i nie jednoznacznych, wytworzone komórki rozrodcze nie są identyczne co do składu genetycznego, co powinnyby znaleźć swój wyraz w niejednorodności potomstwa. Jednakże *Ribes Gordonianum* jest mieszańcem całkowicie bezpłodnym, i dlatego nie możemy badań cytologicznych nad nim prowadzonych uzupełnić morfologiczno-genetyczną analizą potomstwa.

Collins i Mann (1923) poczynili interesujące obserwacje nad mieszańcami gatunków o różnej liczbie oraz kształtach chromosomów. Badania ich dotyczą *Crepis setosa* × *C. biennis*. Pierwszy gatunek posiada 4, drugi zaś 20 chromosomów po re-

dukcji. W djakinezie znajdujemy 4 uniwalenty oraz 10 par, które, jak sądzą autorzy, powstały wyłącznie z powiązania chromosomów *C. biennis*. Ponieważ zachodzą tu różnice w kształtach chromosomów obu form rodzicielskich, przypuszczenie autosyndezy poparte jest dowodem karjologicznym, podobnie jak w omawianych badaniach Tischlera. Różnicę jednak stanowi pewien ważny szczegół; oto przypuszczalnie w *Crepis biennis* mamy formę poliploidalną; autosyndeza zachodzi więc w tym przypadku pomiędzy homologicznymi chromosomami jednej z form rodzicielskich.

Mieszance *Crepis setosa* × *C. biennis* są płodne. Drugie pokolenie składa się z roślin, posiadających po 24 lub po 25 chromosomów, żaden z typów rodzicielskich zaś nie zostaje zrekonstruowany.

W związku z omawianymi przykładami nietypowego przebiegu podziału redukcyjnego u mieszańców, których jedna forma rodzicielska posiada liczbę chromosomów, będącą wielokrotną liczbą drugiego z rodziców, zasługujące na uwagę przebieg tworzenia komórek rozrodczych u mieszańców rodzaju *Rosa*. Badania cytologiczne i genetyczne nad różami zawdzięczamy Taekholm'owi, oraz dwojgu badaczom angielskim Blackburn i Harrison. Naogół zostały poznane mieszance róż o rozmaitej liczbie chromosomów: triploidalne, tetraploidane, pentaploidalne, heksaploidalne. Zasadnicza liczba haploidalna stanowi 7 chromosomów, przyczem szczególnie przebieg podziału u niektórych z tych mieszańców polega na tem, że bez względu na absolutną liczbę chromosomów konjugacja ma miejsce tylko między 14 chromosomami, które tworzą 7 biwalentów. Widocznie dwa kompleksy są albo identyczne, albo też w każdym razie tak zbliżone do siebie, że mogą konjugować. Pozostałe chromosomy natomiast w liczbie 7 u mieszańców triploidalnych, 14 (u mieszańców tetraploidalnych) 21 u (mieszańców pentaploidalnych) lub nawet 28 (u mieszańców heksaploidalnych), pozostają jako uniwalenty. Przy podziale redukcyjnym komórki macierzystej makrospory u form pentaploidalnych, np. u *Rosa tomentosa*, 7 biwalentów prawidłowo ulega rozdzieleniu na oba bieguny, natomiast wszystkie uniwalenty gromadzą się na jednym biegunie. Jedno z jąder potomnych więc zawiera tylko 7 chromosomów, drugie zaś — aż 28 ra-



zem z 21 uniwalentami. Tylko ostatnie mogą dalej się rozwijać, tak że powstający woreczek zarodkowy posiada tu zawsze komórkę jajową o 28 chromosomach. Czyż gamety takie można nazwać „czystymi“?... Przy powstawaniu mikrospor przeciwnie zdolnymi do rozwoju okazują się tylko 7-chromosomowe ziarna pyłku, wobec czego przy zapłodnieniu każdorazowo następuje rekonstrukcja 35 chromosomowej zygoty, która jest w ten sposób „zrównoważonym pentaploidem“. Dzięki takiemu mechanizmowi roślina utrzymuje się w typie w stosunku do większości cech; rozszczepieniu ulegać mogą tylko te nieliczne cechy, których czynniki zawarte są w 7 konjugantach. Heterozygotyczna natura takich roślin ujawnia się dopiero przy krzyżowaniu ich z gatunkami czystymi; np. z *Rosa tomentosa*, „zrównoważony pentaploid“ o 35 chromosomach, krzyżowany z *R. pimpinellifolia*, tetraploidem o 28 chromosomach, wiążących się prawidłowo w 14 par w djakinezie, daje odmienne rezultaty w zależności od tego, która z roślin użyta jest jako matka. Jeśli *Rosa tomentosa* jest zapyłona pyłkiem *R. pimpinellifolia*, mieszańiec posiada 42 chromosomy, z których 28 pochodzi od komórki jajowej organizmu macierzystego, a 14 od organizmu ojcowskiego. Ten mieszańiec matroklinalny jest znany pod nazwą *Rosa Sabini*. Krzyżowanie odwrotne dać powinno mieszańca z mniejszą liczbą chromosomów, mianowicie 14 chromosomów *Rosa pimpinellifolia* + 7 chromosomów *R. tomentosa*, czyli razem 21 chromosomów z przewagą typu macierzystego.

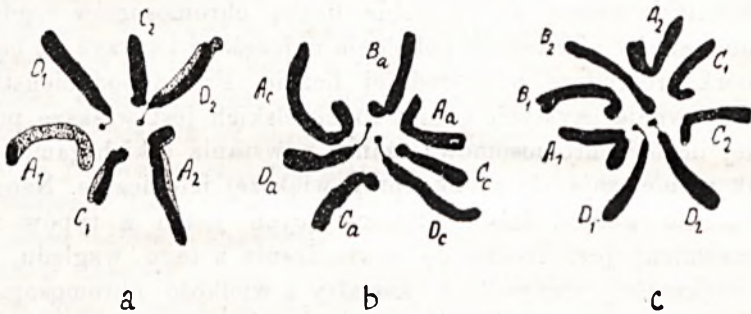
Konjugacja chromosomów jest, jak wiadomo, owym mechanizmem, zabezpieczającym rozdział chromosomów homologicznych na oba bieguny przeciwne. Proces ten sprawia, że do jąder potomnych przejść może tylko po jednym chromozomie z każdej pary: albo ojcowski, albo macierzysty chromosom. W przypadkach, gdy u mieszańca konjugacja chromosomów ulega zakłóceniu, całkowicie lub częściowo, niema owego regulatora, który rozmieszcza na bieguny przeciwne chromosomy jednej pary, dzięki czemu niekonjugujące chromosomy nie ulegają prawidłowemu rozmieszczeniu. W pewnych przypadkach mogą one ulec całkowitemu wyeliminowaniu, jak przy tworzeniu mikrospor u mieszańców pentaploidalnych *Rosa*; w innych mogą wszystkie razem przejść do jednego jądra potomnego, np. w zdolnych do rozwoju makrosporach u tychże mie-



zańców. Naogół jednak proces rozdzielania uniwalentów odbywa się grą przypadku, według prawa wielkich liczb. Najczęściej więc komórki potomne otrzymują prócz konjugantów po połowie uniwalentów mniej więcej; występują tu chromosomy obu form rodzicielskich, pomieszane ze sobą. Jeśli konjugacja wogóle się nie odbywa, wszystkie chromosomy zostają rozdzielone grą przypadku, i nie jest bynajmniej wykluczona możliwość, że chromosomy homologiczne znajdą się po podziale w jednym jądrze potomnym. Niema tu więc konieczności powstawania czystych gamet, wpływającej z procesu allosyndezy. Przypadkowe wytworzenie gamet o czystym kompleksie chromosomów form rodzicielskich nie jest wprawdzie niemożliwością, lecz prawdopodobieństwo powstania takich kombinacji jest niewielkie, zwłaszcza tam, gdzie formy rodzicielskie różnią się od siebie liczbą chromosomów i gdzie u mieszańców pierwszego pokolenia najczęściej tworzyć się będą komórki rozrodcze o pośredniej liczbie. Prawdopodobieństwo występowania czystych gamet rodzicielskich jest większe przy małej liczbie chromosomów; szanse powstania takich gamet jednak zmniejszają się szybko przy większej ich liczbie. Naogół powstanie gamet, ściśle odtwarzających jeden z typów rodzicielskich, jest trudne do stwierdzenia z tego względu, że w większości przypadków kształty i wielkość chromosomów obu form rodzicielskich nie przedstawiają wyraźnych różnic. Wyjątkowo dogodnym objektem jest badany przez M. Nawaschin'a (1926) mieszaniec *Crepis capillaris* × *C. aspera*. (Rys. 18). Pierwsza z obu form rodzicielskich posiada 3 chromosomy, druga zaś — 4 chromosomy jako liczbę haploidalną. Mieszaniec ma 7 chromosomów, pomiędzy którymi występują różnice wielkości oraz kształtów, nadto niektóre z nich posiadają t. zw. „trabanty“. Dzięki temu zespół chromosomów *C. capillaris* może być odróżniony od zespołu chromosomów *C. aspera*. Konjugacja chromosomów u omawianego mieszańca wogóle nie odbywa się, ale na skutek bardzo małej ich liczby, 7 uniwalentów ulega rozmieszczeniu na bieguny, tak że w pewnej liczbie wytworzone zostają i czyste gamety. Niewielka liczba chromosomów zwiększa też szanse powstawania takich gamet, które ściśle odpowiadają obu formom rodzicielskim. Mieszaniec w mowie będący posiada słabą płodność: wśród

kilkunastu osobników potomstwa pojawiły się jednak typy, odpowiadające rodzicielskim, co niewątpliwie przemawia za większą żywotnością gamet „czystych“.

Dokładna analiza karjologiczna drugiego pokolenia mieszańców *Crepis capillaris* × *C. aspera* jednak wykazała, że niektóre osobniki są mieszańcami triploidalnymi, posiadającymi np. podwójny garnitur chromosomów *C. capillaris* obok pojedynczego *C. aspera* lub też naodwrot. Świadczy to, że część gamet omawianego mieszańca rozwija się bez uprzedniego podziału redukcyjnego. Powstające gamety diploidalne po zapłodnieniu dają osobniki triploidalne o 10 lub 11 chromosomach, przyczem diploidalny zespół chromosomów jednego z gatunków wpływa na zwiększenie podobieństwa morfologicznego mieszańca do jednej z form rodzicielskich. Oczywiście w przy-



Rys. 18.

Płytki somatyczne: a — *Crepis capillaris*; b — *C. capillaris* × *C. aspera*, mieszańiec 1-go pokolenia; c — *C. aspera*. U mieszańca małe litery a oznaczają chromosomy pochodzące od *aspera*, c — od *capillaris*. (Według Na was chin'a).

padkach powstania gamet bez uprzedniego podziału redukcyjnego, zawierają one diploidalne zespoły chromosomów, tak jak komórki somatyczne mieszańca. Takie komórki rozrodcze przedstawiają wyraźne przeciwieństwo gamet „czystych“. Są one właśnie par excellence „nieczyste“, podobnie jak każda inna komórka ciała mieszańca.

Jeden z pierwszych przypadków powstania gamet diploidalnych obserwowany był przez Federley'a u mieszańców gatunkowych motyli z rodzaju *Pygaera*. Gatunki *Pygaera anachoreta*, *P. curtula* i *P. pigra* różnią się między sobą liczbą chromosomów. Przy krzyżowaniu *P. anachoreta* ( $n=30$ ) i *P. curtula* ( $n=29$ ) powstają mieszańce o 59 chromosomach. Chromosomy obu form

rodzicielskich jednak nie konjugują w okresie dojrzewania komórek rozrodczych i podział redukcyjny wogóle nie następuje. Tylko osobniki męskie z pośród mieszańców pierwszego pokolenia są częściowo płodne; gamety ich zawierają po 59 chromosomów t. zn. są one diploidalne. Przy krzyżowaniu tych samców z którąś z form rodzicielskich powstają zygoty triploidalne, przyczem wszystkie osobniki powstałe tą drogą są jednakowe, co wydawało się dawniej zupełnie niezrozumiałe z punktu widzenia Mendelizmu. Poznanie zjawiska tego z punktu widzenia cytologii pozwoliło stwierdzić związek pomiędzy brakiem rozszczenia a brakiem podziału redukcyjnego i dało przyczynowe powiązanie tych procesów.

Jeśli czystość gamet i zjawisko rozszczenia są konsekwencją podziału redukcyjnego mieszańca, to rzadkie mieszańce nierozszczenia mogą właśnie przedstawiać typy powstałe z niezredukowanych komórek rozrodczych.

Takie mieszańce zostały opisane niedawno przez Tschermak'a i Bleier'a (1926). Mieszańce pomiędzy *Aegilops ovata* a różnymi gatunkami pszenic („*Aegilotriticum*“) znane były jeszcze wcześniej, lecz wszystkie były całkowicie bezpłodne. Obaj wymienieni autorzy otrzymali po skrzyżowaniu *Aegilops ovata* z *Triticum dicoccoides*, oraz z *Triticum durum* mieszańce płodne utrzymujące się w typie. Liczba haploidalna chromosomów form krzyżowych jest jednakowa = 14; analiza karjologiczna ustaliła, że wszystkie mieszańce piątego i szóstego pokolenia posiadały liczbę haploidalną chromosomów = 28. Musiało więc nastąpić podwojenie liczby chromosomów i prawdopodobnie całkowity podwójny kompleks chromosomów *Aegilops* zawarty jest obok całkowitego podwójnego kompleksu *Triticum* w komórkach somatycznych tych mieszańców. Przypuszczalnie w niektórych komórkach rozrodczych nie odbył się podział redukcyjny, tak iż zachowały one pełną liczbę somatyczną 28 chromosomów. Łączenie się takich diploidalnych gamet dało początek tetraploidalnym osobnikom o 56 chromosomach. To podwojenie liczby chromosomów jest też przyczyną płodności mieszańców oraz zupełnego braku rozszczenia w potomstwie.



Podobne zjawisko znane jest u rośliny ozdobnej *Primula Kewensis*, mieszańca pomiędzy *P. floribunda* a *P. verticillata*. Ta roślina nie ulega rozszczepieniu w potomstwie, a płodność jej stoi w związku ze zdwojeniem liczby chromosomów, wskutek czego powstające gamety jako „nieczyste“, łącząc się w zygoty, odtwarzają zawsze postać mieszańca.

Do tej samej kategorii zjawisk należy zapewne opisana przez Blackburn i Harrison (1924) *Rosa Wilsoni* z Bangor, N. Wales. Jest to przypuszczalnie mieszańec matroklinalny pomiędzy *Rosa pimpinellifolia* ♀ × *R. tomentosa* ♂. Podczas gdy krzyżówka odwrotna (omawiana wyżej *Rosa Sabini*) posiada bardzo słabą płodność, *Rosa Wilsoni* jest całkowicie płodna, a jednocześnie zamiast przewidywanej liczby 21 chromosomów posiada ona 42 chromosomy. A zatem przypuszczalnie i tutaj mamy mieszańca, którego postać uległa ustaleniu dzięki nieodbyciu się podziału redukcyjnego, i w związku z tem roślina uzyskuje normalną płodność.

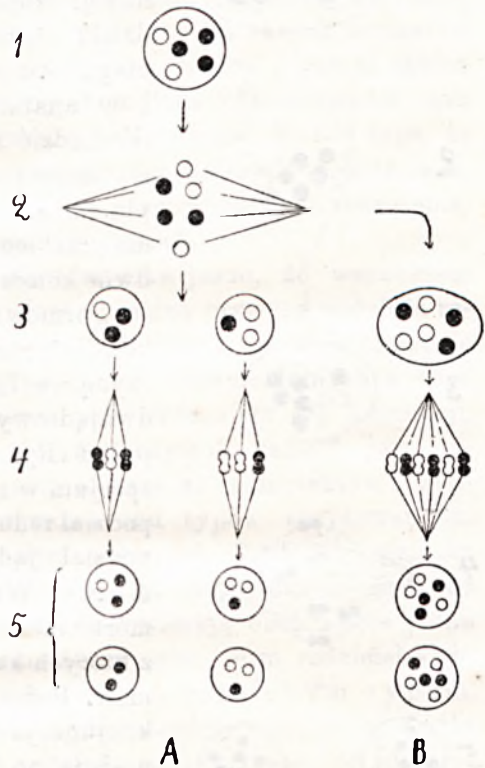
Wyżej przytoczone przykłady nie dotyczą bezpośrednich obserwacji nad zakłóceniem przebiegu podziału redukcyjnego, lecz sprowadzają się właściwie do konstatowania stanu faktycznego u płodnych mieszańców o podwojonym garniturze chromosomów.

W ostatnich czasach jednakże zjawiają się badania dotyczące mechanizmu powstawania gamet diploidalnych u roślin.

Mianowicie Rosenberg (1926) prześledził proces tworzenia diploidalnych komórek rozrodczych u mieszańców *Hieracium*, uważanych poprzednio za czyste gatunki. Rosenberg wykazał, że podział heterotypowy ulega przerwaniu w późnej profazie lub nawet w metafazie; poczem następuje restytucja jądra diploidalnego, którego chromosomy dzielą się wzdłuż w przygotowaniu do podziału homeotypowego. Niezakończony podział heterotypowy przechodzi więc w diploidalną jednojądrową interkinezę, co prowadzi do wytworzenia diploidalnych komórek rozrodczych. Taki podział nazywa Rosenberg „podziałem semiheterotypowym“. Liczne mieszańce gatunkowe *Hieracium* utrzymują się w typie dzięki wytwarzaniu diploidalnych makrospor i rozwojowi zarodka bez zapłodnienia. Pyłek tych mieszańców często bywa zdegenerowany.

Powstawanie diploidalnych oraz tetraploidalnych gamet było obserwowane przez Karpechenko (1927) u mieszańców pomiędzy kapustą a rzodkiewką (*Raphanus sativus* × *Brassica oleracea*). Tylko nieznaczna ilość osobników  $F_1$  okazała się częściowo płodna. Komórki macierzyste pyłku posiadają po 18 chromosomów, po 9 z każdej rośliny rodzicielskiej.

Chromosomy kapusty i rzodkiewki nie konjugują pomiędzy sobą, tak iż w djakinezie i metafazie pierwszego podziału widoczne są tylko uniwalenty, w liczbie 18. Zazwyczaj ulegają one grą przypadku rozdzielaniu na bieguny, tak, iż jądra potomne otrzymują często niejednakowe liczby chromosomów. Podczas drugiego podziału uniwalenty ulegają podziałowi i rozmieszczeniu mniej więcej prawidłowemu na jądra podobne. Jednakże w ogromnej większości przypadków następuje degeneracja wytworzonych komórek rozrodczych. Podział opisany powyżej prowadzi do powstawania komórek o zredukowanej liczbie chromosomów, chociaż przebieg redukcji nie

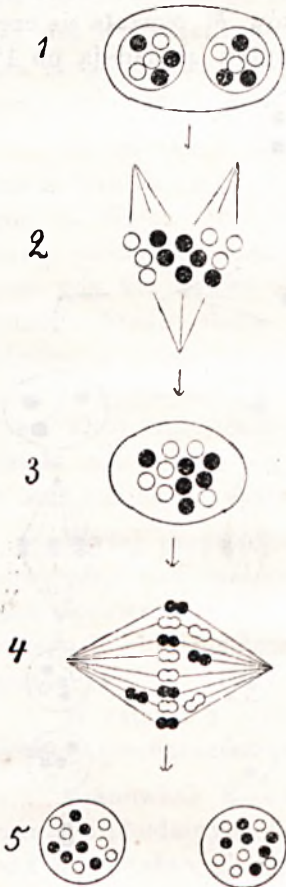


Rys. 19.

Schemat podziału komórek macierzystych pyłku mieszańca  $F_1$  *Raphanus* × *Brassica*. A. — Normalny przebieg. B. — Tworzenie gamet tetraploidalnych. (Według Karpechenko). 1. Diakineza. — 2. Metafaza pierwszego podziału. — 3. Telofaza pierwszego podziału. — 4. Metafaza drugiego podziału. — 5. Telofaza drugiego podziału.

jest prawidłowy z powodu braku konjugacji. Jak stwierdził autor, są one niezdolne do dalszego rozwoju. Karpechenko obserwował jednak również proces powstawania komórek rozrodczych zdolnych do rozwoju, posiadających 18, a nawet 36 chromoso-

mów, a więc diploidalnych oraz tetraploidalnych. Diploidalne ziarna pyłku powstają ze zwykłych 18 chromosomowych komórek



Rys. 20.

Schemat przedstawiający tworzenie gamet tetraploidalnych u mieszańca  $F_1$  *Raphanus* × *Brassica*. (Według Karpechenko). 1. Diakineza. — 2. Metafaza pierwszego podziału. — 3. Telofaza pierwszego podziału. — 4. Metafaza drugiego podziału. — 5. Telofaza drugiego podziału.

macierzystych (Rys. 19); zatrzymanie tego kompleksu chromosomów jest rezultatem braku konjugacji i redukcji dzięki przerwaniu procesu podziału heterotypowego. Wrzeciono ulega tu słabemu wykształceniu i w anafazie chromosomy, zamiast rozchodzić się ku biegunom, skupiają się znowu, tworząc jedno jądro diploidalne. Po drugim podziale, który ma przebieg normalny, powstają tylko dwie komórki.

Formowanie się tetraploidalnych komórek rozrodczych ma swoją przyczynę, według autora, w występowaniu dwujądrowych komórek macierzystych pyłku (Rys. 20). W komórkach arche-sporjum w mitozach, poprzedzających podział redukcyjny, zachodzi niekiedy podział jądra bez podziału komórki. Wskutek tego powstają komórki macierzyste z dwoma jądrami, z których każde zawiera 18 chromosomów. Podczas diakinezy nie zachodzi konjugacja chromosomów i każde jądro posiada po 18 uniwalentów. Podczas metafazy pierwszego podziału oba wrzeciona łączą się ze sobą, tworząc jedno szerokie wrzeciono z 36 uniwalentami. Podobnie jak podczas tworzenia się gamet diploidalnych, tak i w tym przypadku zostaje sformowane tylko jedno jądro; podział redukcyjny zostaje przerwany. Podczas drugiego podziału każdy z 36 uniwalentów ulega przepołowieniu i w rezultacie powstają dwa jądra



potomne o tetraploidalnej liczbie chromosomów. Zamiast tetrad powstają dyady, podobnie jak przy tworzeniu gamet diploidalnych. W drugim pokoleniu mieszańców występują więc osobniki tetraploidalne oraz niekiedy i heksaploidalne, powstałe przypuszczalnie jako produkt połączenia gamet diploidalnych z tetraploidalnymi. Rośliny tetraploidalne odzyskują normalną płodność i wytwarzają gamety diploidalne na skutek normalnie przebiegającego podziału redukcyjnego. Każda z gamet takich posiada całkowity haploidalny kompleks chromosomów obu form rodzicielskich — *Brassica* i *Raphanus*. Wobec tego, że zespoły te nie ulegają rozdzieleniu w dalszych pokoleniach, tworzące się jednakowe gamety są przyczyną braku rozszczepienia, a więc powstania mieszańców stałych.

Z powyższych przykładów wynika jasno, że warunkiem powstawania czystych gamet jest normalny przebieg podziału redukcyjnego; brak rozszczepienia mendlowskiego w potomstwie mieszańców, które powstały z gamet tetraploidalnych a więc „nieczystych“, jest znakomitem potwierdzeniem tej koncepcji.

Należy jednak zaznaczyć, że „czystość gamet“ jest pojęciem względnym, stosowanym zawsze do kompleksów czynników (względnie chromosomów) obu typów krzyżowanych. W stosunku do gamet *Brassica* albo też *Raphanus*, gamety diploidalne mieszańca tetraploidalnego *Raphanus* × *Brassica* są niewątpliwie „nieczyste“, gdyż zawierają obok siebie pełne haploidalne kompleksy chromosomów obu form rodzicielskich.

Taka roślina jednak jest nowym ustalonym typem. Wszystkie jej tworzące się komórki rozrodcze otrzymują, dzięki prawidłowemu przebiegowi podziału redukcyjnego, po 18 chromosomów, z których 9 pochodzi od *Brassica* i 9 od *Raphanus*.

Jeśli abstrahujemy od pochodzenia takiej nowej formy, musimy uznać, że ten kompleks chromosomów w jej gametach jest właśnie „czysty“ w stosunku do jej konstrukcji zygotycznej i charakterystyczny dla niej, jako dla nowej formy.

Badania nad krzyżowaniem takich nowopowstałych typów z innymi mogą rzucić światło na istotną wartość ich nie tylko z punktu widzenia morfologii genetycznej, ale i karjologii: mianowicie trwałości i odrębności nowopowstałych kompleksów chromosomalnych.

Poruszając zagadnienie czystości gamet, sprowadziliśmy je wyłącznie do budowy karjologicznej komórek rozrodczych. Jest to zrozumiałe z tego względu, że zygota jest mieszańcem właściwie tylko pod względem swej budowy jądrowej; cytoplazma nie tylko gamet, ale i zygot jest „czysta“, gdyż zawsze zostaje przekazana organizmowi potomnemu wyłącznie przez matkę za pośrednictwem komórki jajowej.

Warszawa, luty 1928 r.

## LITERATURA.

Blackburn K. i Harrison. Genetical and Cytological Studies in Hybrid Roses I. — The British Journal of Experim. Biology, Vol. I. 1924.

Blackburn K. Chromosomes and Classification in the genus Rosa. — American Naturalist Vol. LIX. 1925.

Collins i Mann. Interspecific Hybrids in *Crepis*. — Genetics VIII. 1923.

Federley. Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermato-genese der Schmetterlinge *Pygaera anachoreta*, *curtula* und *pigra*, sowie einiger ihrer Bastarde. — Zeitschr. f. indukt. Abstammungs u. Vererbungslehre IX. 1913.

Federley. Bilden Chromosomenkonjugation, Mendelspaltung und Fertilität bei Species-bastarden einen Dreibund? — Hereditas vol. IV. 1923.

Karpechenko. The Production of Polyploid Gametes in Hybrids. — Hereditas vol. IX. 1927.

Kihara H. Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und die Sterilität in den Bastarden. — Mem. of Coll. of Science Kyoto Imp. Univ. I. 1924.

Ljungdahl. Über die Herkunft der in der Meiosis konjugierenden Chromosomen bei Papaver-Hybriden. — Svenska Bot. Tidskrift 18. 1924.

Morgan. Physical Basis of Heredity. 1919.

Morgan. The Theory of the Gene. 1926.

Nawaschin M. Über die Veränderung von Zahl und Form der Chromosomen infolge der Hybridisation. — Zeitschr. f. Zellforschung u. mikr. Anat. 6. 1927.

Rosenberg. Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. Bd. 21. 1903.

Rosenberg. Über die Tetradenteilung eines *Drosera*-Bastards. — Tamze. Bd. 22. 1904.

Rosenberg. Die semiheterotypische Teilung und ihre Bedeutung für die Entstehung verdoppelter Chromosomenzahlen. — Hereditas VIII. 1926.

Skalińska M. Sur les causes d'une disjonction non typique des hybrides du genre *Aquilegia*. — Acta Soc. Bot. Pol. Vol. V. 1928.

Skalińska M. — Études sur la stérilité partielle des hybrides du genre *Aquilegia*. — Verh. d. V-ten Intern. Congr. f. Vererbungswiss. Vol. II. 1928.

Tischler. Die cytologischen Verhältnisse bei pflanzlichen Bastarden. — Bibliographia Genetica I. 1925.

Tischler. Chromosomenstudien bei *Ribes Gordonianum* und seinen Eltern. — Planta. Arch. f. wiss. Botanik, Bd. 4. 1927.

Täckholm. Zytologische Studien über die Gattung *Rosa*. — Acta Horti Bergiani VII. 1922.

Tschermak und Bleier. Über fruchtbare Aegilops-Weizenbastarde. — Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. XLIV. 1926.

---

---



T. MALARSKI.

## Z fizyki koloïdów.

### I.

#### O naboju elektrycznym cząstki koloidalnej i o niektórych własnościach roztworów koloidalnych z nim związanych.

§ 1. Nader charakterystyczną własnością roztworów koloidalnych jest to, że roztwory te, badane za pomocą t. zw. *obserwacji ultramikroskopowej*<sup>1)</sup>, wykazują mnóstwo pojedynczych cząstek unoszących się w cieczy. Ale to nie wszystko. Cząstki te, rozsiane po całym roztworze, wykonują w nim bezładne, niustające ruchy. Spoglądając w ultramikroskop, widzimy piękny, niezapomniany obraz ruchu mnóstwa cząstek, przypominający ruch mrówek w mrowisku. I widzi się rzecz bardzo dziwną: cząstki martwe, n. p. cząstki złota lub srebra, unoszą się w łonie cieczy i poruszają się w niej jak żywe indywidua, podniecone agitacyjną działalnością. Obrazy takie widzi się zawsze, o ile tylko widzialne pod ultramikroskopem cząstki nie są za wielkie co do rozmiarów. Oto pierwsze wrażenie, jakie wynosi się z obserwacji. Często jest jeszcze obraz tem urozmaicony, że cząstki mają różne barwy, jak to szczególnie pięknie występuje przy roztworze koloidalnym metalicznego srebra.

Ruchów tych, tak zwanych ruchów Browna — na cześć botanika angielskiego tego nazwiska, który je obserwował

---

<sup>1)</sup> Opis urządzenia do obserwacji ultramikroskopowej znaleźć można n. p. w książkach: R. Zsigmondy, *Kolloidchemie*, Leipzig 1922 r. str. 12; Th. Svedberg, *Die Existenz der Moleküle*, Leipzig 1912 r. str. 98 i dalsze; zob. też § 8 niniejszego artykułu.

po raz pierwszy jeszcze w latach 1826—1830<sup>1)</sup> — nie umiano długi czas wytłómaczyć, nie wiadano, co jest ich przyczyną. Dziś, dzięki A. Einsteinowi<sup>2)</sup> i rodakowi naszemu Marjanowi Smoluchowskiemu<sup>3)</sup>, którzy podali wspólnie i niezależnie od siebie teorię tych ruchów, tłómaczymy je, jako efekty bombardowania wielkich co do rozmiarów, w porównaniu z molekułami cieczy, cząstek, zawieszonych w niej, przez molekuły tejże cieczy, pogrążone w t. zw. ruchu cieplnym. Ruch Browna jest według teorii tej odbiciem tego, co się dzieje między molekułami cieczy, jest naocznym obrazem stosunków, panujących w świecie molekularnym. Ultramikroskop wynaleziony w r. 1903 przez Siedentopfa i Zsigmondy'ego<sup>4)</sup>, odkrył nam ten świat, przewidziany przez fantazję teoretyków (Maxwell, Clausius, Boltzmann) i przyczynił się do zwycięstwa i ugruntowania atomistyczno-kinetycznego poglądu na zjawiska przyrody.

Temu ruchowi Browna podlega każda cząstka koloidalna. Gdy ona ma rozmiary znaczne, ruch ten jest powolny odpowiednio do wielkiej masy cząstki; gdy ma rozmiary małe, ruch będzie żywszy i to tem żywszy im mniejsza jest masa cząstki<sup>5)</sup>.

§ 2. Cząstka koloidalna podlega dalej działaniu siły ciężkości, tak samo jak podlega jej każda masa znajdująca się w polu grawitacyjnym ziemi, ale znajdując się w cieczy, doznaje ona, na zasadzie prawa Archimedesesa, także parcia w kierunku pionowym ku górze. Gdy oznaczymy objętość cząstki przez  $v$ , jej gęstość przez  $\rho$ , gęstość cieczy przez  $\rho_0$ , a przyspieszenie ziemskie przez  $g$ , to na siłę wypadkową, działającą na cząstkę, otrzymujemy wzór:

$$f = v\rho g - v\rho_0 g = v g (\rho - \rho_0) = m g \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right), \quad . \quad . \quad (1)$$

przyczem oznaczono  $v\rho = m$  (masa cząstki).

<sup>1)</sup> R. Brown, Phil. Mag. 4, 161 (1828); 6, 161 (1829), 8, 41 (1830) Ann. d. Phys. (2) 14, 294 (1828).

<sup>2)</sup> A. Einstein, Ann. d. Phys. (4), 17, 549 (1905), (4), 19, 37 (1906).

<sup>3)</sup> M. Smoluchowski, Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie 577 (1906); Ann. d. Phys. (4), 21, 756 (1906), 25, 205 (1908). Prace Smoluchowskiego zebrane są w dziele: „Pisma Marjana Smoluchowskiego“ wydanem przez Akademię Umiejętności w Krakowie.

<sup>4)</sup> H. Siedentopf i R. Zsigmondy, Ann. d. Phys (4), 10, 1 (1903).

<sup>5)</sup> Zob. T. Malarski, Kosmos, Serja B, 1927, str. 307.

Jeśli będzie zatem  $\rho > \rho_0$ , t. zn. gdy cząstka będzie miała większą gęstość niż ciecz, to wtedy powinna ona opaść na dno naczynia. Gdy natomiast będzie  $\rho < \rho_0$ , to wtedy powinna ona wypłynąć na powierzchnię cieczy. Czyli roztwór, zawierający cząstki o gęstości większej od gęstości cieczy, powinien się strącić, tak jak osiada n. p. piasek w wodzie, a w przypadku cząstek o gęstości mniejszej od gęstości cieczy, roztwór winien wydzielić cząstki na powierzchni cieczy, tak jak się gromadzi oliwa na powierzchni wody lub śmietanka na mleku.

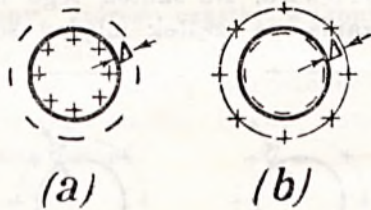
Efekty te, żądane przez zasadnicze prawo hydrostatyki, nie sprawdzają się jednak w przypadku roztworów koloidalnych, gdyż n. p. cząstki srebra albo złota koloidalnego trzymają się w łonie cieczy całymi latami, a i cząstki oliwy rozproszone we wodzie można też przez długi czas utrzymywać w tym stanie. Okazuje się jednak, że i roztwór koloidalny można wprowadzić w stan osadzania się, o ile stworzy się po temu takie warunki, że cząstki koloidalne będą się łączyć na cząstki większe, czyli jak powiadamy, gdy roztwór zacznie koagulować. Wtedy cząstki, zbijając się w większe agregaty, opadają w kierunku dna naczynia (w przypadku cząstek o gęstości większej niż gęstość cieczy). Taki osiadający dla t. zw. obserwacji makroskopowej roztwór, wzięty pod ultramikroskop, okazuje najwyraźniej połączenia cząstek po dwie, po trzy lub kilka, które z biegiem czasu tworzyć zaczynają całe zbiorowiska. Te dwie obserwacje, wzięte porównawczo, pouczają nas dobitnie, że łączenie się cząstek jest przyczyną osiadania substancji rozproszonej w cieczy czyli t. zw. sedymentacji roztworu<sup>1)</sup>.

§ 3. Otóż jedną z bardzo ważnych kwestij w fizyce koloidów i w całej w ogóle nauce o koloidach jest zagadnienie przyczyn utrzymywania się cząstek jakiejś substancji w rozpuszczalniku o różnej od tej substancji gęstości. Jest to pytanie dotyczące t. zw. stałości roztworu koloidalnego. W pytanie to wchodzi sprawa własności elektrycznych cząstek koloidalnych albo, jak się często mówi, sprawa naboju elektrycznego tych cząstek.

<sup>1)</sup> R. Zsigmondy. Kolloidchemie, str. 52; Th. Svedberg. Colloid chemistry, New York (1924), str. 96 i dalsze.



W celu uzyskania możliwie prostego obrazu do rozważań nie będziemy tu roztrząsać szczegółowo tych spraw, pozostawiając niektóre z nich na później. Podajemy jednak na razie, że w teorii roztworów koloidalnych przyjmuje się, iż na powierzchni cząstki koloidalnej istnieje t. zw. *podwójna warstwa elektryczna*. Ta podwójna warstwa elektryczna ma tu polegać na tem, że na powierzchni cząstki koloidalnej — przyjmujemy ją w naszych rozważaniach jako kulkę — usadowiony jest nabój elektryczny jednego znaku, a tuż koło powierzchni, w cieczy, znajduje się nabój elektryczny równej wielkości, ale znaku przeciwnego. Co do rozmieszczenia tych nabojelektrycznych, robimy tu znowu najprostsze przyjęcie, mianowicie takie, że są one rozmieszczone na powierzchniach



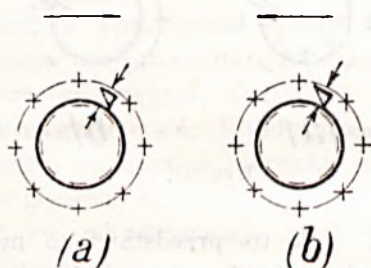
Rys. 21.

dwu współśrodkowych kul, z których jedną jest powierzchnia cząstki, a druga znajduje się w cieczy, w odległości  $\Delta$  od pierwszej. Otrzymuje się w ten sposób takie obrazy, odpowiednio do dwu możliwości nabojelektrycznych samej cząstki, jak to przedstawiono na rysunkach 21 a i 21 b. Odległość  $\Delta$  nosi nazwę *grubości podwójnej warstwy elektrycznej*. Według obrazów tych, cząstka koloidalna przedstawia zatem — elektrycznie rzecz biorąc — pewnego rodzaju *kondensator elektryczny*. Cząstkę koloidalną o ustroju jak na rys. 21 a, nazywamy *dodatnią*, zaś cząstkę o ustroju jak na rys. 21 b *ujemną*.

Nim posuniemy się dalej, trudno zamilczeć pytania, które się same narzucają: Jak dochodzi się do koncepcji przedstawionego powyżej ustroju cząstki koloidalnej? Jeśli budowa cząstki jest istotnie taka (lub podobna) jak tu przedstawiono, to skąd biorą się ładunki elektryczne, składające się na podwójną warstwę? Czy są one istotnie tak rozmieszczone jak tu przyjęto? — a jeśli nie, to jak? I wiele jeszcze takich pytań. Na te pytania lub na wyłaniające się jeszcze inne podamy odpowiedzi w dalszych częściach niniejszego artykułu. Już tu jednak zaznaczyć pragniemy, że odpowiemy tylko częściowo, raz z tego powodu, że brak tu miejsca na rozpatrzenie szcze-

głowe wielu kwestyj, a powtóre i z tego jeszcze powodu, że jest jeszcze wiele rzeczy nieznanych. Na razie powiemy jeszcze to, że powszechnie uważa się *jony* za te czynniki, które składają się na podwójną warstwę elektryczną. Jony, tworzące wewnętrzną okładkę kondensatora, uważa się jako trwale złączone z cząstką koloidalną, a jony usadowione w cieczy, czyli te, które stanowią zewnętrzną okładkę kondensatora, jako mogące się poruszać w cieczy.

Pomyślmy teraz roztwór koloidalny, czyli ciecz, w której znajduje się wiele cząstek rodzaju jak przedstawiono na rys. 21 *a* (lub 21 *b*), co do których zakładamy, że są wszystkie jednakie. Jak mówiliśmy, cząstki te wykonują w cieczy ruch Browna. Na skutek tego istnieją rozliczne możliwości zderzania się cząstek między sobą. Cóż się jednak stanie, gdy



Rys. 22.

dwie jednakie cząstki pędząc ku sobie zbliżą się dostatecznie? Obraz taki mamy przedstawiony na rys. 22 dla dwu cząstek ujemnego roztworu koloidalnego. Biorąc rzeczy elektrycznie, nie trudno odpowiedzieć co się stanie przy zbliżaniu się cząstek. Otóż pomimo tego, że siła elektryczna wywarta przez

cząstkę na zewnątrz jest równa zero, przy zbliżaniu się cząstek wystąpi działanie odpychające, gdyż działanie jonów zewnętrznych przeważy. Pod impetem pędzących ku sobie dwu cząstek, zewnętrzne okładki obu kulistych kondensatorów ulegną deformacji (jony w cieczy są ruchome), ale wkrótce cząstki odskoczą od siebie. Podwójne warstwy elektryczne cząstek działają zatem na podobieństwo elastycznych zderzaków, czyli są czynnikiem zapobiegającym łączeniu się cząstek. Aby więc mogło nastąpić złączenie się cząstek, trzeba w jakiś sposób albo zmniejszyć, albo usunąć ich nabój elektryczny. Wtedy dopiero znika owo działanie zapobiegające łączeniu się cząstek, na mocy sił przyciągających, które przyjmuje się jako występujące zawsze w świecie molekularnym. Te siły przyciągające stanowią czynnik skupiający cząstki bardzo rozdrobione w roztworach. Wytwarzająca się podwójna warstwa elektryczna na powierzchni

skupiających się w wielkie agregaty cząstek kładzie kres temu skupianiu.

§ 4. Cząstki koloidalne opatrzone nabojami elektrycznymi nie będą się zatem łączyć. Ale dlaczegoż one mimo to nie osiadają? Z gruba rzeczy biorąc, mówi się często, że ruch Browna jest tym czynnikiem, który zapobiega osiadaniu rozworu koloidalnego (mamy tu na myśli roztwór o cząstkach gatunkowo cięższych od cieczy, w której one się unoszą). Takie uzasadnienie nie wyjaśnia jednak dostatecznie stosunków istotnie panujących w roztworze.

Aby tę rzecz przedstawić bardziej wyczerpująco, sięgnijmy do teorii gazów. Otóż, jak wiadomo, gaz podlegający sile ciężkości, czyli układ fizyczny, którego cząstki wykonują według teorii kinetycznej ruchu bezładne, o charakterze ruchów Browna, układa się tak, że w miarę wznoszenia się nad powierzchnię ziemi, ciśnienie jego maleje. Prawo zmniejszenia się tego ciśnienia ma znaną postać:

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{d_0 g}{p_0} \cdot z} \quad (2)$$

przyczem oznaczają:  $p_0$  ciśnienie gazu przy powierzchni ziemi,  $d_0$  gęstość gazu w tem miejscu,  $z$  wzniesienie ponad ziemię,  $p$  ciśnienie gazu w wysokości  $z$ ,  $g$  przyspieszenie ziemskie. Prawo to ważne jest dla każdego gazu, pod założeniem, że w całym słupie gazu panuje ta sama temperatura i że przyspieszenie ziemskie nie ulega zmianie z wysokością. Mimo że w atmosferze ziemskiej nie spełniają się ściśle te założenia, dla rozważań, o które tu chodzi, mogą one być przyjęte bez skrupułów.

Gdy zastosujemy we wzorze (2) związek:

$$p = n \frac{R}{N} \Theta \quad (3)$$

znany z teorii gazów, przyczem oznaczają:  $n$  koncentrację cząstek gazu (liczbę cząstek gazu w  $cm^3$ ),  $R$  tak zwaną stałą gazową (dla jednej cząsteczki gramowej gazu),  $N$  stałą Avogadry (liczba molekuł w cząsteczce gramowej),  $\Theta$  temperaturę w skali absolutnej, a nadto uwzględnimy, że

$$d_0 = n_0 \cdot m \quad (4)$$



gdzie  $n_0$  liczba cząstek gazu w  $cm^3$  przy ziemi w temperaturze  $\Theta$ ,  $m$  masa jednej cząstki, to wtedy, po uwzględnieniu jeszcze, że  $p_0 = n_0 R \Theta / N$ , wzór (2) łatwo jest przekształcić do postaci:

$$n = n_0 \cdot e^{-\frac{N}{R\Theta} mgz}, \quad \dots \quad (5)$$

która podaje zmianę koncentracji cząstek gazu z wysokością.

Smoluchowski wykazał<sup>1)</sup>, że wzór (5) stosuje się także do roztworów koloidalnych, z tą tylko różnicą, że w miejsce siły ciężkości  $mg$  jednej cząstki, występującej w wykładniku wyrażenia (5), przychodzi siła  $f$  określona wzorem (1), t. j. siła jakiej podlega cząstka koloidalna będąc zawieszoną w cieczy. A zatem wykazał, że koncentracja cząstek w roztworze koloidalnym zmienia się według prawa:

$$n = n_0 \cdot e^{-\frac{N}{R\Theta} v g (\rho - \rho_0) z}, \quad \dots \quad (6)$$

Gdy uwzględnimy tu, że objętość cząstki koloidalnej  $v = \frac{m}{\rho}$ , to zamiast (6) możemy napisać:

$$n = n_0 \cdot e^{-\frac{N}{R\Theta} mg \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) z}, \quad \dots \quad (6a)$$

Aby przedstawić rzeczy wyraziście, przy poparciu materiałem liczbowym, zaczerpniętym z doświadczenia, weźmy pod uwagę dwa roztwory koloidalne tej samej substancji, ale takie, że jeden z nich posiada cząstki mniejsze, a drugi większe. Jeżeli objętości cząstek tych roztworów oznaczymy przez  $v_1$  i  $v_2$ , a umieścimy je w oddzielnych naczyniach (dostatecznie wysokich), to koncentracje tych roztworów będą się zmieniać z wysokością  $z$ , według wzorów:

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= n_0 \cdot e^{-\frac{N}{R\Theta} v_1 (\rho - \rho_0) g z} \\ n_2 &= n_0 \cdot e^{-\frac{N}{R\Theta} v_2 (\rho - \rho_0) g z} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

pod założeniami, że oba roztwory posiadają przy dnach naczyń tę samą koncentrację cząstek  $n_0$ .

Jako pierwszy z tych roztworów weźmy taki, którego cząstki mają promień  $r_1 = 20 \mu\mu = 2 \cdot 10^{-6} cm$ , a jako drugi, roz-

<sup>1)</sup> Bull. de l'Academie des Sc. de Cracovie, str. 601 (1906 r.); Ann. d. Phys. (4) 21, 756 (1906).

twór, którego cząstki są zaledwie dwa razy większe od pierwszych, t. zn. mają promień  $r_2 = 40 \mu\mu = 4 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ . Cząstki te mają objętości:

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \frac{4\pi}{3} r_1^3 = \frac{4\pi}{3} (2 \cdot 10^{-6})^3 \text{ cm}^3 = \frac{32 \cdot \pi}{3} \cdot 10^{-18} \text{ cm}^3 = \\ &= \approx 33.5 \cdot 10^{-18} \text{ cm}^3 \\ v_2 &= \frac{4\pi}{3} r_2^3 = \frac{4\pi}{3} (4 \cdot 10^{-6})^3 \text{ cm}^3 = \frac{256 \cdot \pi}{3} \cdot 10^{-18} \text{ cm}^3 = \\ &= \approx 2.68 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^3 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Znając te objętości, obliczamy bez trudności współczynniki stojące w wykładnikach przy  $z$ , o ile zdecydujemy się na określone roztwory koloidalne. Przyjmijmy tu roztwory koloidalne srebra, o temperaturze  $20^\circ \text{ C}$  czyli  $\Theta = 293^\circ \text{ abs}$ . Ponieważ gęstość srebra wynosi  $\rho = 10.5 \text{ gr/cm}^3$ , a gęstość wody  $\rho_0 = 1 \text{ gr/cm}^3$ , zaś stałe pozostałe mają wartości:  $N = 60.6 \cdot 10^{22}$ ,  $R = 8.31 \cdot 10^7 \text{ ergów/stop.}$ ,  $g = 981 \text{ cm/sek.}^2$ , przeto posługując się wartościami na  $v_1$  i  $v_2$  jak obliczono w (8), otrzymujemy:

$$\frac{N}{R\Theta} v_1 (\rho - \rho_0) g = \frac{60.6 \cdot 10^{22} \cdot 33.5 \cdot 10^{-17} \cdot 9.5 \cdot 981}{8.31 \cdot 10^7 \cdot 293} \cdot \frac{1}{\text{cm}} = 7.772 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\frac{N}{R\Theta} v_2 (\rho - \rho_0) g = \frac{60.6 \cdot 10^{22} \cdot 2.68 \cdot 10^{-16} \cdot 9.5 \cdot 981}{8.31 \cdot 10^7 \cdot 293} \cdot \frac{1}{\text{cm}} = 62.16 \frac{1}{\text{cm}}$$

Wobec tego wypadają następujące wzory na zmiany koncentracji cząstek z wysokością, dla przyjętych dwu roztworów:

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= n_0 \cdot e^{-7.772 \cdot z} \quad (\text{cząstki mniejsze}) \\ n_2 &= n_0 \cdot e^{-62.16 \cdot z} \quad (\text{cząstki większe}) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

z tem, że przy obliczeniach należy  $z$  wyrażać w  $\text{cm}$ .

O ile idzie o samo obliczenie koncentracji cząstek w różnych wysokościach, to najpraktyczniejsze jest następujące postępowanie. Biorąc n. p. pierwszy z wzorów (9), otrzymujemy po zlogarytmowaniu:

$$\lg_e \frac{n_1}{n_0} = -7.772 \cdot z,$$

co po zamianie na logarytm o zasadzie 10 daje:

$$\lg_{10} \frac{n_1}{n_0} = -0.43429 \cdot 7.772 \cdot z = -3.375 \cdot z \quad (10)$$

Gdy będziemy w ostatnim wzorze podstawić różne wartości na  $z$  (wyrażone w  $cm$ ), to obliczymy już łatwo stosunki  $n_1/n_0$  dla różnych wysokości.

W tabelicy I mamy podane wartości stosunków  $n_1/n_0$  i  $n_2/n_0$  dla wysokości: 0, 100  $\mu$ , 200  $\mu$ , 300  $\mu$ , . . . . (1  $\mu=10^{-4} cm$ ).

Tabela I.

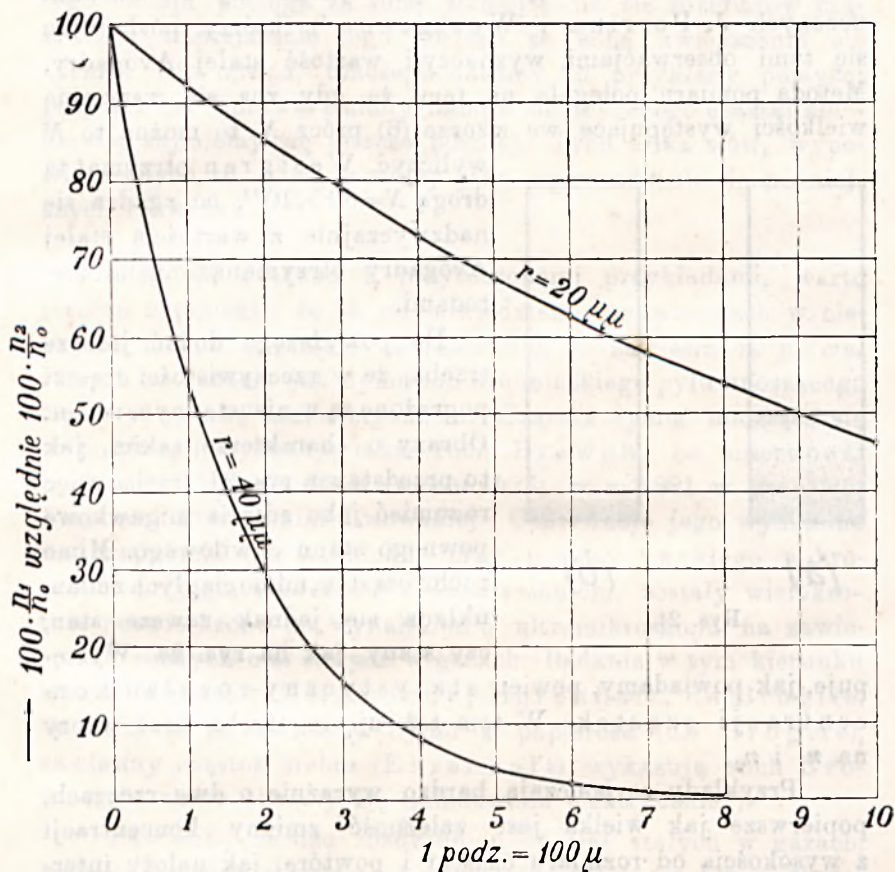
$z$ w $\mu$	$n_1/n_0$	$n_2/n_0$
0	1·0000	1·0000
100	0·9252	0·5383
200	0·8560	0·2891
300	0·7920	0·1549
400	0·7328	0·0832
500	0·6780	0·0443
600	0·6273	0·0240
700	0·5804	0·0129
800	0·5370	0·0069
900	0·4960	0·0037
1000	0·4597	0·0020

ponad dna naczyń, a na rysunku 23 wykreślono dotyczące krzywe, przyjmując jako rzędne wartości  $100 \cdot n_1/n_0$  względnie  $100 \cdot n_2/n_0$ , a odcięte tak, że jednostka długości na rysunku odpowiada 100  $\mu$ . Jak widać, przy cząstkach o promieniu 40  $\mu\mu$ , mamy znacznie szybsze zanikanie koncentracji z wysokością, aniżeli przy cząstkach 20  $\mu\mu$ . Nie trudno już na oko ocenić, jak szybko zanikałaby koncentracja przy cząstkach n. p. o promieniu 400  $\mu\mu$ . W tym przypadku szłoby to już tak szybko, że praktycznie prawie wszystkie cząstki byłyby przy dnie naczyń.

Aby przedstawić poglądowo stosunki te, dodano rys. 24, który podaje w ogólnych zarysach różnicę w rozkładzie cząstek, w przypadku dwu roztworów o różnych cząstkach. Obraz (a) odpowiada roztworowi o cząstkach mniejszych, a obraz (b) roztworowi o cząstkach większych. Naturalne też jest, że obrazy te uzmysławiają stosunki panujące w roztworach bardzo rozcieńczonych. Gdy weźmiemy roztwór koloidalny tak rozcieńczony, że n. p.  $n_0=100$  (cząstek w  $cm^3$  roztworu u dna naczyń), to w przypadku roztworu którego cząstki mają pro-



mień  $20 \mu\mu$ , będzie 92 cząstki w wysokości  $100 \mu$ , 85 cząstek w wysokości  $200 \mu$ , 79 cząstek w wysokości  $300 \mu$  i t. d., jak to wynika z kolumny drugiej tabeli I. Obserwując taki roztwór w różnych wysokościach, za pomocą ultramikroskopu, dostrzeżemy obrazy o charakterze jak na rys. 24. Gdybyśmy wzięli



Rys. 23.

do obserwacji roztwór nierozcieńczony, nie można by zaobserwować w ultramikroskopie zmiany koncentracji z wysokością, z powodu za wielkiej liczby cząstek. N. p. zwyczajny roztwór koloidalny srebra wykazujący dość silne zabarwienie w obserwacji makroskopowej (gołym okiem w naczyniu) zawiera miliardy cząstek w  $cm^3$ . Przyjąwszy więc, że  $n_0 = 10^9$ , otrzymu-

jemy  $0.92 \cdot 10^9$  cząstek w wysokości  $100 \mu$ ,  $0.85 \cdot 10^9$  cząstek w wysokości  $200 \mu$  i t. d.

Pragniemy tu wreszcie zwrócić uwagę na to, że to co wyżej powiedziano, to nie czysta tylko teoria, obserwacje takie były wykonywane i to nie tylko jakościowo, ale i ilościowo. Z rozlicznych badań tego rodzaju wymieniamy tu badania uczonych J. Perrina i Westgrena <sup>1)</sup>, którzy, posługując się temi obserwacjami, wyznaczyli wartość stałej Avogadry. Metoda pomiaru polegała na tem, że gdy zna się wszystkie wielkości występujące we wzorze (6) prócz  $N$ , to można to  $N$  wyliczyć. Westgren otrzymał tą drogą  $N = 60.5 \cdot 10^{22}$ , co zgadza się nadzwyczajnie z wartością stałej Avogadry otrzymaną innemi metodami.



Rys. 24.

Do powyższego dodać jeszcze trzeba, że w rzeczywistości cząstki pogrążone są w nieustannym ruchu. Obrazy o charakterze takim, jak to przedstawia rys. 24, trzeba więc rozumieć jako zdjęcia migawkowe pewnego stanu chwilowego. Mimo ruchu cząstek, mimo ciągłych zmian, układa się jednak zawsze stan, czy stany, jak na rys. 24. Wystę-

puje, jak powiadamy, pewien statystyczny rozkład koncentracji cząstek. W tem też ujęciu trzeba brać wzory na  $n_1$  i  $n_2$ .

Przykłady te pouczają bardzo wyraźnie o dwu rzeczach, popierwsze jak wielka jest zależność zmiany koncentracji z wysokością od rozmiaru cząstki i powtóre, jak należy interpretować osady. Uczą one, że już bardzo mała zmiana rozmiaru cząstki, przesuwa bardzo znacznie ułożenie się cząstek z wysokością.

<sup>1)</sup> J. Perrin. *Comptes Rendus*, 146, 967, (1908); 147, 530, 591 (1908); 152, 1165, 1380, (1911); *Phys. Zeitschr.* 11, 470 (1910).

A. Westgren. *Zeitschr. f. anorg. Chem.* 89, 63 (1914); 93, 231 (1915); zob. też referat J. Perrina, w *Abhandlungen der Deutschen Bunsen Gesellschaft*, Bd. III, 1914 r., str. 125.



I tu znowu wchodzą w grę własności elektryczne cząstki koloidalnej, wchodzi pojęcie t. zw. naboju elektrycznego cząstki, który każda cząstka koloidalna posiada z natury. Doświadczenie okazuje bowiem, że ze zmianą tego naboju, występuje zmiana rozmiarów cząstek. Okazuje, że zwiększenie tego naboju pociąga za sobą zmniejszenie się rozmiarów cząstek, a zmniejszenie jego pociąga za sobą zwiększenie się tychże. Oto powód, dlaczego daliśmy tu przykłady powyżej przytoczone. Sprawą zmiany naboju elektrycznego cząstki koloidalnej zajmiemy się jeszcze później. Tych kilka słów, wypowiedzianych tu, niech posłużą jako wprowadzenie do późniejszych rozważań.

§ 5. W związku z przytoczonymi przykładami, warto jeszcze nadmienić, że to, co powiedziano o zawiesinach w cieczach, można przenieść bezpośrednio do zawiesin n. p. ciał stałych w gazach, jak dymu lub drobnutkiego pyłu unoszącego się w powietrzu atmosferycznym. Cząstki dymu, unoszące się w powietrzu wykonują także ruch Browna, co obserwował pierwszy Łukasz Bodaszewski<sup>1)</sup> w r. 1881 w Pracowni Fizycznej Politechniki Lwowskiej. Obserwacje jego wykonane nad cząstkami par salmiaku, przy pomocy zwykłego mikroskopu, przyjęte wówczas z niedowierzaniem, zostały wielokrotnie potwierdzone po wynalezieniu ultramikroskopu na zawiesinach różnych ciał stałych w gazach. Badania w tym kierunku wykonali potem: Zsigmondy, Ehrenhaft, de Broglie, Weiss. N. p. zawiesiny dymu z papierosa (de Broglie), zawiesiny cząstek srebra (Ehrenhaft) wykazują ruch Browna, a nadto okazały się naładowane elektrycznie<sup>2)</sup>.

Zawiesiny bardzo rozdrobnionych ciał stałych w gazach, wykonując ruch Browna i podlegając działaniu siły ciężkości i parciu Archimedes'a, muszą się układać z wysokością

<sup>1)</sup> Ł. Bodaszewski, Kosmos, 6, 49 (1881); Chem. Centralblatt 12, 209 (1881). M. Smoluchowski, Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie t. 6, 257 (1906); Ann. d. Phys. 21, 774 (1906) Ewolucja teorii atomistycznej, Kraków, nakładem Akad. Umiej. 1911 r.; Th. Svedberg, Die Existenz d. Moleküle, str. 117.

<sup>2)</sup> Zob. n. p. referat J. Perrina w Abb. d. Deutsch. Bunsen Ges. Bd. III, str. 187.





Warto tu wskazać na to, co skłoniło fizyków do przyjęcia podwójnej warstwy elektrycznej na powierzchni rozgraniczającej dwie substancje, w naszych więc rozważaniach na powierzchni zetknięcia ciała stałego z cieczą. Rzecz miała swój początek w związku z objaśnieniem zjawisk, które otrzymały nazwy elektroosmozy i elektroforezy. Pierwsze z tych zjawisk polega na tem, że gdy weźmie się rurkę włoskowatą, n. p. szklaną, wypełnioną wodą, to po przyłożeniu do końców tej rurki różnicy potencjałów elektrycznych otrzymuje się ruch wody w kierunku pola elektrycznego (od końca rurki o potencjale wyższym ku końcowi rurki o potencjale niższym). Drugie znowu na tem, że gdy znajdują się we wodzie drobne zawiesiny n. p. szkła, a wytworzy się pole elektryczne między dwiema elektrodami metalicznymi wstawionymi do wody, to w tem polu elektrycznym poruszają się te zawiesiny w kierunku przeciwnym jak przedtem t. j. w kierunku przeciwnym jak przebiegają linja pola elektrycznego.

Elementarną teorię tych zjawisk postawił G. Quinke. Helmholtz ujął rzeczy w formę matematyczną, oparłszy się na równaniach hydrodynamicznych dla cieczy lepkich, i podał teorię dla rurek włoskowatych. Smoluchowski uogólnił tę teorię i rozszerzył ją do diafram porowatych<sup>1)</sup>. Zajmowali się też tą kwestją Lamb, Perrin i inni.

Ostateczne rezultaty rachunków teorii ścisłych oddaje następująca teoria elementarna. Przyjmijmy (Quinke, Helmholtz), że na powierzchni zetknięcia ciała stałego z cieczą powstaje podwójna warstwa elektryczna, której jedna okładka znajduje się w ciele stałym, a druga w cieczy (obraz jak na rys. 25). Jeśli pomyślimy rurkę włoskowatą (n. p. szklaną) wypełnioną wodą, o promieniu wewnętrznym  $R$  i o długości  $L$ , a przyłożymy do jej końców różnicę potencjałów  $V_1 - V_2$  (przyczem zakładamy że  $V_1 > V_2$ ), to pole elektryczne, rozciągające się między elektrodami (zob. rys. 25), o natężeniu:

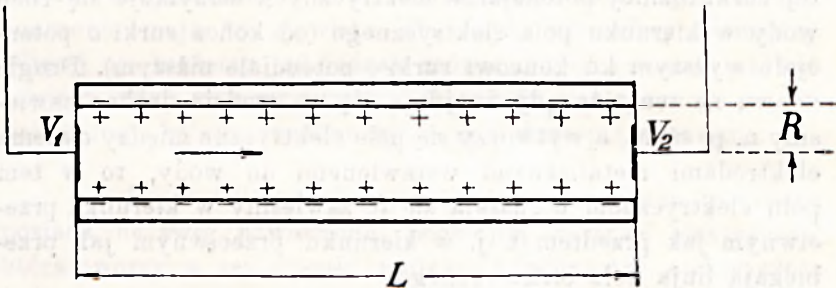
$$E = \frac{V_1 - V_2}{L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

<sup>1)</sup> Zob. M. Smoluchowski; Graetza Handbuch d. Elektr. u. d. Mag.; tom II, str. 379. Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie 182 (1903 r.).



spowoduje ruch naboju elektrycznych, tworzących wewnętrzną okładkę podwójnej warstwy elektrycznej, w kierunku od strony lewej ku prawej. Te naboje elektryczne pociągną za sobą ciecz (uzasadnienie tego zob. § 7) i mamy w ten sposób objaśniony powód ruchu cieczy.

Jeśli potraktujemy rurkę włoskową z podwójną warstwą elektryczną jako cylindryczny kondensator elektryczny o pojemności  $C'$  a różnicę potencjałów między okładkami tego



Rys. 25.

kondensatora oznaczymy przez  $S$  (tak samo jak przedtem), to z uwagi na to, że pojemność takiego kondensatora wynosi:

$$C' = \frac{KS}{4\pi\Delta} \dots \dots \dots (14)$$

otrzymujemy na nabój elektryczny jego wewnętrznej okładki wzór:

$$Q' = C' \varphi = \frac{KS\varphi}{4\pi\Delta} \dots \dots \dots (15)$$

Oznaczają tu:  $S$  powierzchnię poboczniczy walca,  $K$  stałą dielektryczną wody,  $\Delta$  grubość podwójnej warstwy elektrycznej. Należy nadmienić, że jakkolwiek wzór (14), przyjęty tu na pojemność kondensatora cylindrycznego, nie jest ogólnie biorąc dokładny, ale tylko przybliżony dla  $\Delta$  bardzo małych, może on tu właśnie być stosowany, gdyż grubość podwójnej warstwy elektrycznej jest bardzo mała. Dla wskazania jaka to jest, co do rzędu wielkości, ta grubość podwójnej warstwy elektrycznej, podajemy, że według pomiarów J. Stocka<sup>1)</sup>, ucznia Smoluchowskiego, wykonanych w Zakładzie Fizycznym Uni-

<sup>1)</sup> Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Ser. A. 1912 r.



wersytetu Lwowskiego, wynosi ona dla kwarcu i nitrobenzolu  $4 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$ .

Pole elektryczne o natężeniu  $E$  działać będzie na ten nabój siłą:

$$F = EQ' = \frac{EK S \varphi}{4\pi \Delta} \dots \dots \dots (16)$$

Ta to właśnie siła wprawia ciecz w ruch. Ruchowi cieczy będzie przeciwdziałał opór tarcia wewnętrznego cieczy, który wynosi:

$$F' = \eta \frac{S \cdot v}{\Delta} \dots \dots \dots (17)$$

przyczem  $S$  i  $\Delta$  mają te same znaczenia co przedtem, zaś  $\eta$  oznacza współczynnik lepkości cieczy,  $v$  chyżość przepływu cieczy przez kapilarę.

Ruch ustalony przepływu cieczy przez rurkę włoskowatą nastąpi wtedy, gdy stanie się:

$$F' = F, \dots \dots \dots (18)$$

a z tego warunku otrzymuje się, po podstawieniu wartości za  $F$  i  $F'$  według (16) i (17), następujący wzór:

$$\varphi = \frac{4\pi \eta v^2}{EK} \dots \dots \dots (19)$$

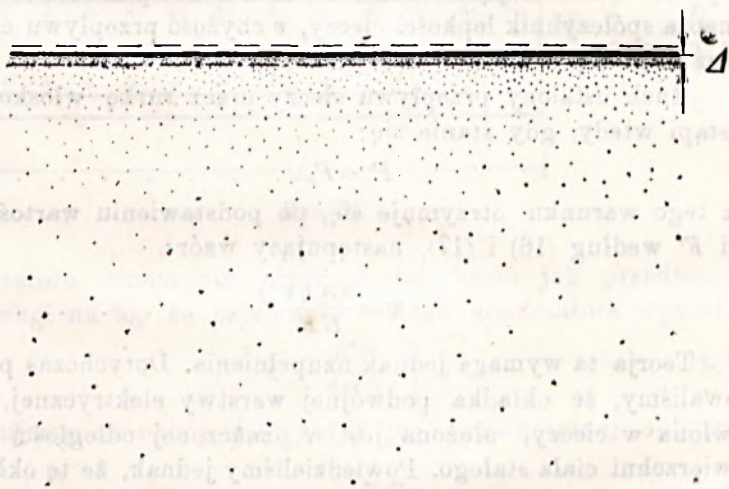
Teorja ta wymaga jednak uzupełnienia. Dotychczas przyjmowaliśmy, że okładka podwójnej warstwy elektrycznej, usadowiona w cieczy, ułożona jest w oznaczonej odległości  $\Delta$  od powierzchni ciała stałego. Powiedzieliśmy jednak, że tę okładkę tworzą jony unoszące się w cieczy. Otóż trudno pomyśleć, by te jony układały się akurat i koniecznie tylko w odległości  $\Delta$  od powierzchni ciała stałego. Narzuca się samo przez się przyjęcie, że raczej tak nie będzie. Wszak jony pogrążone są w ciągłym ruchu i podlegają działaniu pola elektrycznego rozciągającego się od powierzchni ciała stałego. Skoro zaś są przyciągane przez tę powierzchnię, to znajdują się one tu w podobnej sytuacji jak cząstki koloidalne w cieczy, podlegające ruchowi Browna i działaniu siły ciężkości. Tylko tu pole ciężkości zastąpione jest polem elektrycznym. Nadto wchodzić też będzie w grę wzajemne działanie jonów na siebie, jako utworów na-

<sup>1)</sup> Co do tej relacji zobacz jeszcze str. 40.

elektryzowanych. Staje się przeto zrozumiałe, że te jony będą miały rozkład przestrzenny.

Gdy przyjmie się zatem, że jony jednego znaku, n. p. anjony tworzą jedną okładkę podwójnej warstwy, która usadowiona jest na powierzchni ciała stałego, a jony drugiego znaku t. j. katjony tworzą drugą okładkę tej warstwy, ale przestrzennie rozmieszczoną, to otrzymuje się dla powierzchni płaskiej lub kulistej takie obrazy, jak to przedstawiono na rys. 26 i 27.

I przy takiej jednak podwójnej warstwie, o okładce dyfuzyjnej — jak ją nazwał Gouy — można mówić o grubości



Rys. 26.

jej, w tem znaczeniu, że zastępujemy ją dla celów rachunkowych pewną powierzchniową okładką, równoważną poprzedniej. Odległość tej fikcyjnej powierzchni od pierwszej okładki będzie właśnie tą grubością. Jest jasne, że ze wzrostem rozproszenia jonów zewnętrznej okładki w głąb cieczy będzie ta grubość wzrastać i naodwrot.

Obraz powyżej przedstawiony jest najprostszy. W rzeczywistości są te rzeczy na pewno daleko bardziej skomplikowane. Gouy przyjmuje n. p., że podwójna warstwa elektryczna zbudowana jest z dwu dyfuzyjnych warstw jonowych. Nie będziemy się tu jednak dalej zapuszczać w te kwestje. Intere-

sujących się tem skierowujemy do oryginalnej pracy G. Gouya<sup>1)</sup> i do prac A. Gyemanta<sup>2)</sup>, O. Sterna<sup>3)</sup> i innych.

§ 7. Do powyższego trzeba jeszcze dodać kilka słów o t. zw. *hydratacji jonów* czyli o zjawisku polegającym na tem, że jony stanowią ośrodki dokoła których skupiają się molekuly wody neutralne elektrycznie. Nietrudno zdać sobie z tego



Rys. 27.

sprawę, że tak będzie, jeśli pojmiemy jon jako ciało naelektryzowane i posiadające bardzo małe rozmiary. Ciało takie, pomyślane w próżni, musi posiadać własności punktowego naboju elektrycznego, znane z elektrostatyki. Taki nabój elektryczny wytwarza koło siebie pole elektryczne, którego natężenie, będąc największe przy powierzchni, maleje szybko

<sup>1)</sup> G. Gouy, Journ. de phys. (4) 9, 457 (1910).

<sup>2)</sup> A. Gyemant, Zeitschr. f. Phys. 17, 190 (1923); zob. też tegoż autora Grundzüge der Kolloidphysik, Vieweg & Sohn, 1925 r. str. 19.

<sup>3)</sup> O. Stern, Zeitschr. f. Elektrochemie 30, 508 (1924 r.).



z odległością od niej. Gdy znajdą się w takim polu neutralne elektrycznie molekuly wody, to zostają one spolaryzowane i przyciągnięte przez to ciało. Jest zrozumiałe, że tam gdzie pole jest najsilniejsze, tam wystąpi najsilniejsza polaryzacja i działanie przyciągające. Ponieważ zaś pole słabnie szybko z odległością, przeto działanie to będzie z odległością szybko zanikać. Wynika z tego odrazu to, czego żąda teoria ścisła<sup>1)</sup> i co potwierdza doświadczenie, że jon będzie tem silniej zhydratyzowany im mniejsze ma on wymiary.

Dokoła jonu, znajdującego się we wodzie, tworzy się zatem otoczka z tej cieczy, silnie przywierająca do jonu. Gdy więc jon porusza się w wodzie n. p. pod działaniem pola elektrycznego, to będzie on ciągnął za sobą tę otoczkę, a ta, z powodu tarcia wewnętrznego cieczy, będzie pociągać za sobą warstwy cieczy do niej przylegające. Należy tu podnieść, że to ujęcie rzeczy jest bardzo użyteczne. Zyskujemy w ten sposób wyjaśnienie znanego zjawiska porywania wody przez jony w niej wędrujące, tłumaczy się w sposób prosty powolność ruchu jonów pod działaniem pola elektrycznego i t. d.

§ 8. Przechodzimy teraz do zjawiska *elektroforezy*, mającego szczególne znaczenie w teorii koloidów. Jak zaznaczono w § 6, chodzi tu o ruch zawiesin w cieczy pod działaniem pola elektrycznego. Dla teorii koloidów jest to zjawisko z tego powodu bardzo ważne, że na tej samej podstawie co drobne (mikroskopowe) zawiesiny różnych ciał w cieczach (sposrządzenia Quincke'go), poruszają się też w polu elektrycznym cząstki roztworów koloidalnych.

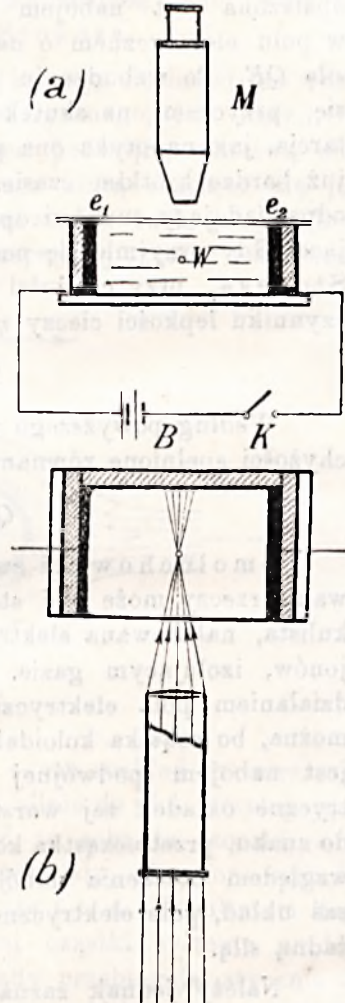
O ile chodzi o obserwację tego ruchu na cząstkach koloidalnych, to najlepiej posłużyć się obserwacją ultramikroskopową. Szkic urządzenia do tego celu przedstawia rys. 28. Bierze się więc małą kamerę<sup>2)</sup> zaopatrzoną w dwie elektrody  $e_1$  i  $e_2$ , które łączy się z baterją elektryczną  $B$ . Przez roztwór koloidalny, znajdujący się w tej kamerze, przepuszcza się wąską wiązkę światła z silnego źródła (najlepiej użyć do tego lampy elektrycznej łukowej), które pada na naczynko w miejscu za-

<sup>1)</sup> Zob. A. Gyemant, loc. cit. Grundzüge etc. p. 27 i dalsze.

<sup>2)</sup> Sporządzić ją można łatwo n. p. według przepisu podanego przez The Svedberga w dziele cyt. na str. 1 niniejszego artykułu, u Svedberga zob. str. 102.

znaczonem na rysunku literą  $w$ , w kierunku prostopadłym do płaszczyzny rysunku. Na rys. 28 *b* mamy tę wiązkę światła widzianą z góry (tak jak ją widać w mikroskopie). Najwygodniej jest wytworzyć ją za pomocą obiektywu mikroskopowego, użytego jako kondensor. Gdy przy tym urządzeniu nastawi się mikroskop  $M$  na stożek światła w roztworze, to widać w obrębie niego cząstki koloidalne, które bez pola elektrycznego wykonują tylko ruch Browna. Po załączeniu baterji, przy pomocy klucza  $K$ , cząstki podlegają dwu ruchom: ruchowi Browna i ruchowi wywołanemu działaniem pola elektrycznego. Pierwszy z tych ruchów jest bezładny, drugi odbywa się w oznaczonym kierunku, przy cząstkach koloidalnych ujemnych ku anodzie, przy dodatnich odwrotnie. Oba te ruchy kombinują się i cząstka koloidalna poddana działaniu słabego pola elektrycznego porusza się ku elektrodzie, ślaniając się jak pijana na boki. Przy silnym polu elektrycznym zaciera się ruch Browna i widzimy tylko zdecydowany ruch prostoliniowy. Chyżość tego ruchu można łatwo zmierzyć, jest to t. zw. *chyżość elektroforezy* <sup>1)</sup>.

Wyjaśnienie zjawiska elektroforezy, zdanie sprawy z mechanizmu, który prowadzi do tego ruchu, nie jest rzeczą prostą. Wielu autorów tłómaczyło też zjawisko elektroforezy w sposób niewłaściwy. Traktowano je po prostu w ten sposób, że pole elektry-



Rys. 28.

<sup>1)</sup> Przykład obliczania tej chyżości podany jest w § 11.



czne rozciągające się przez ciecz, w której znajdują się naelektryzowane zawiesiny, działa na zawiesinę w ten sposób, jak działa pole elektryczne na ciało naelektryzowane według rozumienia stosowanego w elektrostatyce. Skoro zawiesina opatrzona jest nabojem elektrycznym  $Q$ , a znajduje się w polu elektrycznym o natężeniu  $E$ , to na zawiesinę działa siła  $QE$ . Po wzbudzeniu pola elektrycznego cząstka rozpędza się, przyczem, na skutek wzrostu chyżości, wzrasta też opór tarcia, jaki napotyka ona podczas ruchu w cieczy. Po pewnym, już bardzo krótkim czasie, ustala się chyżość cząstki, tak by odpowiadający ruchowi opór tarcia równoważył siłę popędzającą. Gdy przyjmie się postać cząstki jako kulistą, to według Stokesa, przy chyżości ruchu  $v$ , promieniu kulki  $r$  i współczynniku lepkości cieczy  $\eta$ , opór tarcia wynosi:

$$T = 6\pi\eta r v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Według powyższego ujęcia miałyby być po ustaleniu się chyżości spełnione równanie:

$$QE = 6\pi\eta r v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Smoluchowski zwrócił uwagę na to<sup>1)</sup>, że takie traktowanie rzeczy może być stosowane tylko wtedy, gdy cząstka kulista, naładowana elektrycznie, porusza się, w wolnym od jonów, izolującym gazie. Ruchu cząstek koloidalnych, pod działaniem pola elektrycznego, w ten sposób objaśniać nie można, bo cząstka koloidalna posiada nabój elektryczny, który jest nabojem podwójnej warstwy. Ponieważ naboje elektryczne okładek tej warstwy są sobie równe i przeciwne co do znaku, przeto cząstka koloidalna, wzięta jako układ, posiada względem otoczenia nabój elektryczny równy zeru. Na taki zaś układ, pole elektryczne nie może, jako na całość, działać żadną siłą.

Należy jednak zaznaczyć, że równanie z oporem Stokesa będzie ważne i dla cząstek koloidalnych, ale w odniesieniu do sił, które wywołują ruch cząstek przez działanie na masę cząstki. Będzie więc ono ważne n. p. dla ruchu cząstki

<sup>1)</sup> Zob. Graetza Handbuch, str. 384.

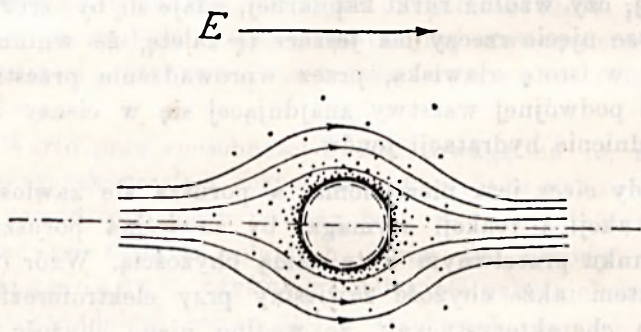


koloidalnej pod działaniem siły ciężkości. W tym przypadku ustali się chyżość ruchu cząstki na podstawie wzoru:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho - \rho_0) = 6 \pi \eta r v \quad . . . . (22)$$

gdzie lewa strona oznacza siłę poruszającą (zob. wzór (1)) cząstkę, zaś prawa oznacza opór Stokesa.

Mechanizm działania, mocą którego dochodzi do ruchu zawiesiny pod wpływem pola elektrycznego, jest inny. Gdy przyjmiemy, że zawiesina opatrzona podwójną warstwą elektryczną spoczywa w wodzie, przez którą rozciąga się pole elektryczne, to pole to będzie wprawiać w ruch jony składające się na okładkę podwójnej warstwy tej cząstki, usadowioną



Rys. 29.

w wodzie, która — jak już wiemy — ma rozkład przestrzenny. Jony mają jednak otoczki z wody, silnie do nich przylegające. Poruszające się jony będą ciągnąć za sobą te otoczki, a za nimi będą, przez tarcie wewnętrzne wody, ciągnięte sąsiadujące warstwy wody, za temi dalsze i t. d. Rezultatem tego będzie powstanie koło powierzchni cząstki systemu prądów wody. Gdy przyjmie się, że te prądy przebiegają stycznie do powierzchni cząstki, a więc według przybliżonego modelu jak na rysunku 29, to obliczenie <sup>1)</sup> oparte na równaniach hydrody-

<sup>1)</sup> Zob. Smoluchowski, Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie 182 (1903); także A. Gyemant, Grundzüge loc. cit. str. 86, gdzie znajduje się przejrzyste i eleganckie przedstawienie tej rzeczy.

namicznych dla cieczy lepkich prowadzi do tego rezultatu, że chyżość cieczy w odległości znacznie przewyższającej rozmiary zawiesiny wyraża się wzorem:

$$v = \frac{E \cdot K \cdot \varphi}{4 \pi \eta}, \quad \dots \quad (23)$$

Jest to ten sam rezultat, który daje elementarna teoria elektroosmozy. Wielkości występujące w tym wzorze mają to samo znaczenie jak we wzorze (19). Zaznaczyć jeszcze tylko trzeba, że  $\varphi$  oznacza tu różnicę potencjałów między wnętrzem cieczy, a temi jej miejscami koło powierzchni zawiesiny, w obrębie których jeszcze odbywa się ruch cieczy. To, że wzór (23) musi się stosować także dla przypadku ruchu cieczy koło ściany płaskiej, czy wzdłuż rurki kapilarnej, zdaje się być zrozumiałe. Powyższe ujęcie rzeczy ma jeszcze tę zaletę, że wniknięto tu głębiej w istotę zjawiska, przez wprowadzenie przestrzennej okładki podwójnej warstwy znajdującej się w cieczy i przez uwzględnienie hydratacji jonów.

Gdy ciecz jest nieruchoma, a porusza się zawiesina, to zasada akcji i reakcji wymaga, by zawiesina poruszała się w kierunku przeciwnym z tą samą chyżością. Wzór (23) podaje zatem także chyżość zawiesiny przy elektroforezie. Jest on tem charakterystyczny, że według niego chyżość ta nie zależy zupełnie ani od rozmiaru zawiesiny ani od jej kształtu, co przez porównanie z wzorami na chyżość zawiesiny wynikającymi z relacji (21) lub (22) wydaje się być dziwne. Ale tu dochodzi do rozstrzygającego głosu doświadczenie, które poucza, że istotnie chyżość elektroforetyczna nie zależy od rozmiaru cząstki i od jej postaci. Fakt ten stwierdzić łatwo w obserwacji ultramikroskopowej elektroforezy koagulującego roztworu koloidalnego. Widzi się tu jaknajwyraźniej, jak cząstki pojedyncze, ich skupienia po dwie, po trzy lub więcej i wreszcie całe ich zbiorowiska, mające kształt płatów nieregularnej budowy, suną, po założeniu pola elektrycznego, z temi samymi chyżościami, przez pole widzenia mikroskopu.

Ten rezultat obserwacji przemawia zatem na korzyść wzoru (23) i stanowi poparcie teorii, która tego wzoru dostarcza.



§ 9. Wynika z tego, że gdy chodzi o obliczenie naboju elektrycznego cząstki koloidalnej, to nie można się do tego celu posługiwać wzorem:

$$Q = \frac{6 \pi \eta r v}{E} \dots \dots \dots (24)$$

wynikającym z relacji (21), jak to dawniej czyniono, ale trzeba się posłużyć wzorem (11 a):

$$Q = K \varphi r \left( 1 + \frac{r}{\Delta} \right) \dots \dots \dots (25)$$

wynikającym z koncepcji cząstki koloidalnej, przedstawiającej elektrycznie kulisty kondensator. Wielkość  $\Delta$  występująca we wzorze (25) należy, w myśl uzupełnień które podaliśmy uważać za grubość warstwy podwójnej dwupowierzchniowej, zastępującej rzeczywistą podwójną warstwę o okładce dyfuzyjnej.

Warto przy sposobności zwrócić uwagę na to, że nie są to rzeczy tak proste i oczywiste, jakby się to wydawać mogło, Jako dowód tego niech posłuży fakt, że nawet taki autorytet w dziedzinie nauki o koloidach, jakim jest uczony niemiecki R. Zsigmondy <sup>1)</sup>, używał do obliczania naboju elektrycznego cząstki koloidalnej wzoru (24) i zaprzestał tego po uwagach Smoluchowskiego.

Do bardzo ciekawych rezultatów dochodzi się, gdy rozpatrzy się wzór (25) pod kątem widzenia dyfuzyjnej okładki podwójnej warstwy elektrycznej. Gdy mianowicie koncentracja jonów w roztworze jest znaczniejsza, to wtedy gromadzi się ich dużo koło powierzchni cząstki i wtedy  $\Delta$  (pojęte tak jak dopiero co podano) będzie małe. Gdy natomiast koncentracja jonów w roztworze będzie mała, to wtedy  $\Delta$  będzie wzrastać. Gdy wreszcie znajdzie się cząstka koloidalna w roztworze bardzo rozcieńczonym, to wtedy będzie  $\Delta$  już tak wielkie w porównaniu z  $r$ , że stosunek  $\frac{r}{\Delta}$  będzie do pominięcia wobec 1

<sup>1)</sup> Zob. jego dzieło Kolloidchemie, wydanie z r. 1912, str. 51, ust. 24 d; w wydaniu tego dzieła z r. 1920, nie zamieścił on już tego sposobu obliczania naboju cząstki koloidalnej.



i wtedy wzór (25) daje następujące wyrażenie na nabój cząstki koloidalnej:

$$Q = K \varphi r \dots \dots \dots (26)$$

t. zn. cząstka koloidalna posiada taki nabój elektryczny, jak kulka naelektryzowana o promieniu  $r$  umieszczona w medjum o stałej dielektrycznej  $K$  i posiadająca potencjał  $\varphi$ . W ten sam zaś sposób rozumiemy nabój elektryczny jonu. Nabój elektryczny jonu byłby zatem granicznym przypadkiem naboju elektrycznego cząstki koloidalnej. Jest to rezultat bardzo ważny, gdyż prowadzi do tego, by jony ujmować z punktu widzenia teorii podwójnych warstw elektrycznych, traktując je jako układy o jednej okładce takiej warstwy usadowionej na jonie, a drugiej znajdującej się na odległych jonach znaku przeciwnego. Zaznaczyć należy, że to ujęcie rzeczy znalazło już zastosowanie, stanowi ono rdzeń Debye'a i Hückela teorii elektrolitów silnych<sup>1)</sup>.

§ 10. Omówimy jeszcze jedną ważną kwestję, mianowicie zagadnienie rozkładu potencjału elektrycznego między ciałem stałym i cieczą.

Przy dwupowierzchniowej podwójnej warstwie elektrycznej, t. zn. warstwie Helmholtza, przyjmowało się, że na powierzchni zawiesiny miał potencjał wartość  $\varphi_a$  a na drugiej, powierzchni usadowionej w cieczy wartość  $\varphi_i$ . Ten ustrój dwupowierzchniowy podwójnej warstwy elektrycznej pociągał za sobą zmianę potencjału o wartość  $\varphi = \varphi_i - \varphi_a$ , która występuje we wzorze (19), wyprowadzonym pod powyższymi założeniami. Taka zmiana potencjału skokiem jest jednak nienaturalna. Najnaturalniejsze jest przyjęcie, że potencjał przechodzi stopniowo od wartości  $\varphi_a$  w ciele stałym do wartości  $\varphi_i$  w cieczy. Otóż podwójna warstwa dyfuzyjna znosi gładko takie ciągłe przejście potencjału. Freundlich<sup>2)</sup> i Smoluchowski<sup>3)</sup> dają taki obraz tego przejścia jak to mamy uwidocznione na rys. 30. Płaszczyzna  $pp$  wyobraża tu powierzchnię zetknięcia

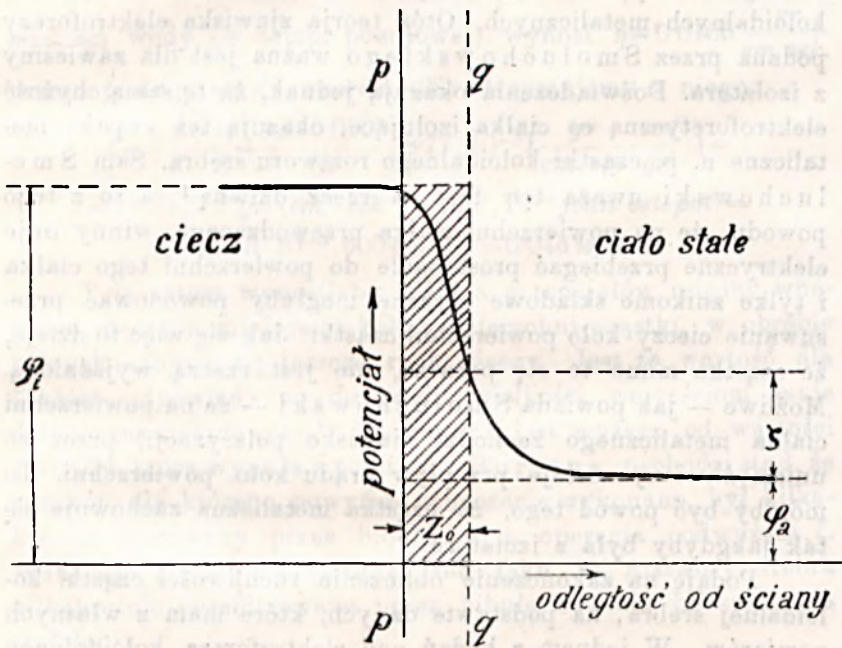
<sup>1)</sup> Phys. Zeitschr. 24, 185 (1923).

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Elektrochemie 15, 161 (1909); Kapillarchemie (1923), str. 342.

<sup>3)</sup> Graetza Handbuch d. El. u. d. Magn. str. 393.

ciała stałego z cieczą. Na lewo od niej znajduje się ciecz (n. p. woda) o potencjale  $\varphi_1$ , a na prawo ciało stałe (n. p. szkło) o potencjale  $\varphi_2$ . Krzywa podaje przejście potencjału w sposób ciągły od wartości  $\varphi_2$  do wartości  $\varphi_1$ .

Do powyższego dodać należy przyjęcie, jakie się robi w teorii zjawisk elektrokinetycznych co do warstw cieczy przylegających do ciała stałego. Przyjmuje się mianowicie, że przy ruchu cieczy koło powierzchni ciała stałego nie biorą udziału w ruchu warstwy cieczy przylegające do ściany.



Rys. 50.

Gdy więc przyjmie się, że warstwa cieczy o grubości  $z_0$  zawarta między płaszczyznami  $pp$  i  $qq$  na rys. 30 jest tą warstwą cieczy trwale przylegającą do ściany, to częściom ruchomym cieczy nie odpowiada różnica potencjałów  $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ , ale odpowiada im różnica potencjałów  $\zeta$ , którą mamy na rysunku zaznaczoną. Ta różnica potencjałów  $\zeta$  jest jak widać mniejsza od różnicy potencjałów  $\varphi$ . Stosownie do tego we wzorze (23), który jest ważny zarówno dla zjawiska elektroosmozy jak i dla zjawiska elektroforezy, powinien wchodzić



nie potencjał  $\varphi$  ale potencjał  $\zeta$ , który otrzymał nazwę potencjału elektrokinetycznego. Uzasadnienie zaś tego mamy w tem, że  $\varphi$  wypisane we wzorze (23) oznacza różnicę potencjałów między wnętrzem cieczy a temi jej miejscami koło powierzchni ciała stałego, w obrębie których jeszcze się ruch cieczy odbywa. Wzór (23) ma zatem mieć postać:

$$v = \frac{EK\zeta}{4\pi\eta} \dots \dots \dots (23 a)$$

§ 11. Wypada tu jeszcze powiedzieć kilka słów o cząstkach koloidalnych metalicznych. Otóż teoria zjawiska elektroforezy podana przez Smoluchowskiego ważna jest dla zawiesiny z izolatora. Doświadczenia okazują jednak, że tę samą chyżość elektroforetyczną co ciała izolujące, okazują też cząstki metaliczne n. p. cząstki koloidalnego roztworu srebra. Sam Smoluchowski uważa ten fakt za rzecz dziwną<sup>1)</sup> a to z tego powodu, że na powierzchni ciała przewodzącego winny linje elektryczne przebiegać prostopadle do powierzchni tego ciała i tylko znikome składowe styczne mogłyby powodować przesuwanie cieczy koło powierzchni cząstki. Jak się więc to dzieje, że cząstka mimo to się porusza, nie jest rzeczą wyjaśnioną. Możliwe — jak powiada Smoluchowski — że na powierzchni ciała metalicznego zachodzi zjawisko polaryzacji, przez co uniemożliwiony zostaje przepływ prądu koło powierzchni. To mógłby być powód tego, że cząstka metaliczna zachowuje się tak jakgdyby była z izolatora.

Podaję na zakończenie obliczenie ruchliwości cząstki koloidalnej srebra, na podstawie danych, które mam z własnych pomiarów. W jednym z badań nad elektroforezą koloidalnego roztworu srebra, sporządzonego metodą Brediga (srebro rozpylone w wodzie przy pomocy łuku elektrycznego prądu stałego), znaleziono, że w polu elektrycznym wytworzonym różnicą potencjałów 6·3 *wolta*, pomiędzy elektrodami oddalonymi o 0·8 *cm*, przebywała cząstka koloidalna drogę  $s=78 \mu$  w czasie  $t=3\cdot4$  *sekundy*. Chyżość cząstki wynosiła zatem:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{78 \mu}{3\cdot4 \text{ sek}} = \frac{78 \cdot 10^{-4} \text{ cm}}{3\cdot4 \text{ sek}} = \approx 23 \cdot 10^{-4} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$$

<sup>1)</sup> Zob. Graetza Handbuch d. El. u. d. M., str. 412.



Natężenie pola elektycznego, pod którego działaniem odbywał się ruch cząstki wynosiło:

$$E = \frac{V_1 - V_2}{l} = \frac{6.3 \text{ woltów}}{0.8 \text{ cm}} = \frac{6.3 \text{ jedn. est. pot}}{0.8.300 \text{ cm}} = \\ = 2.62.10^{-2} \text{ gr}^{1/2} \text{ cm}^{-1/2} \text{ sek}^{-1}$$

Ruchliwość elektroforetyczna cząstki czyli stosunek:

$$\frac{v}{E} = \frac{23.10^{-4} \text{ cm. sek}^{-1}}{2.62.10^{-2} \text{ gr}^{1/2} \text{ cm}^{-1/2} \text{ sek}^{-1}} = 8.77 \cdot 10^{-2} \frac{\text{cm}^{3/2}}{\text{gr}^{1/2}}$$

Ponieważ, stała dielektryczna wody  $K=81$ , zaś współczynnik lepkości wody (w temp. pokojowej) wynosi  $\eta=0.0105 \frac{\text{gr}}{\text{cm. sek}}$  przeto posługując się wzorem (23) otrzymujemy z niego:

$$\zeta = \frac{4\pi\eta v}{K E} = \frac{4\pi \cdot 0.0105}{81} \cdot 8.77 \cdot 10^{-2} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm. sek}} \cdot \frac{\text{cm}^{3/2}}{\text{gr}^{1/2}} \right) = \\ = 14.3 \cdot 10^{-5} \text{ gr}^{1/2} \text{ cm}^{1/2} \text{ sek}^{-1} = 14.3 \cdot 10^{-5} \text{ jedn. est. pot.} = \\ = 14.3 \cdot 10^{-5} \cdot 300 \text{ woltów} = 0.043 \text{ woltów.}$$

Tyle zatem wynosiłaby różnica potencjałów między wnętrzem cieczy a miejscami koło powierzchni cząstki, w obrębie których odbywa się jeszcze ruch cieczy. Jest to wartość dla  $\zeta$  która odpowiada co do rzędu wielkości wartościom jakie dotychczas znajdowano<sup>1)</sup>. To, że ona jest wyższa od wartości  $\zeta=0.034$ , która wypada z pomiarów Bur t o n a, pochodzi stąd, że roztwór, dla którego powyższe oznaczenie wykonano, był kilkakrotnie filtrowany przez bibułę, a ta operacja podwyższa  $\zeta$ . Wskazuje zresztą na to także ten fakt, że roztwory srebra kilkakrotnie przefiltrowane przez bibułę zyskują ogromnie na stałości<sup>2)</sup>.

Różnica potencjałów  $\varphi$  między wnętrzem cieczy a ciałem stałym, czyli t. zw. potencjał Nernsta, jest znacznie większa. Wskazują na to jaknajwyraźniej pomiary. I tak, H a b e r i K l e m e n s i e w i c z, mierząc  $\varphi$  dla przypadku zetknięcia się szkła z roztworem, znaleźli, że przy przejściu od 1/2000 norm.

<sup>1)</sup> Zob. H. Freundlicha, Kapillarchemie (1923 r.), tablica 81, na str. 349.

<sup>2)</sup> Na co wskazałem w pracy p. t.: „Ze studjów nad filtrowaniem hydrosoli“ ogłoszonej w Sprawozdaniach i Pracach Polsk. Tow. Fiz. zeszyt 4, 1925 r.

roztworu alkalicznego do 1/2000 norm. roztworu kwaśnego opadał potencjał Nernsta o 0.43 wolta. Z pomiarów zaś Cameron a i Oettingera<sup>1)</sup>, w których mierzyli oni t. zw. potencjał przepływu<sup>2)</sup> w kapilarach szklanych w tych samych warunkach i przy tych samych roztworach, wypada na ubytek  $\zeta$  tylko o 0.015 wolta. Wynika z tego, że  $\varphi$  i  $\zeta$  są wielkościami różnymi, zgodnie z przedstawieniem rzeczy na rys 30.

Na zakończenie wyrażam p. Łukaszczy Doroszowi, asystentowi Zakładu Fizyki III, serdeczne podziękowanie za wykonanie rysunków i za sprawdzenie rachunków.

*We Lwowie, w styczniu 1928.*

*Zakład Fizyczny Politechniki.*

<sup>1)</sup> Zob. H. Freundlicha *Kapillarchemie* (1923 r.) str. 341.

<sup>2)</sup> Co do tej wielkości zob. n. p. u Smoluchowskiego w *Graetz Handbuch d. E. u. d. Magn.* str. 370 lub podr. The Svedberga, *Colloid Chemistry*, str. 179 i dalsze.

S. RUZIEWICZ.

## Z zagadnień matematyki.

### III

Co wiemy, a czego nie wiemy o liczbach całkowitych.

W artykule niniejszym zajmuję się pewnymi własnościami liczb całkowitych, względnie określonych zbiorów tych liczb. Niektóre z tych własności są dobrze znane szerokiemu ogółowi, inne są znane tylko osobom zajmującym się matematyką. Ponadto przytaczam szereg kwestyj o liczbach całkowitych, które do dziś nie zostały rozstrzygnięte. Część matematyki, zajmująca się zagadnieniami o liczbach całkowitych, nosi nazwę teorii liczb.

Liczby całkowite są to liczby

.....-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3,.....

Liczby całkowite 1, 2, 3, .... (a więc całkowite dodatnie) nazywamy też naturalnymi.

Wiadomo, że suma, różnica i iloczyn dwóch liczb całkowitych jest zawsze liczbą całkowitą, natomiast dzielenie jednej liczby całkowitej przez drugą nie zawsze jest w zbiorze liczb całkowitych wykonalne, t. j. nie zawsze istnieje liczba całkowita, któraby była wynikiem dzielenia jednej liczby całkowitej przez drugą. Gdy dla jakichś dwóch liczb całkowitych  $a$  i  $b$  dzielenie liczby  $a$  przez  $b$  jest wykonalne w zbiorze liczb całkowitych, wówczas mówimy, że  $a$  jest podzielne przez  $b$ , lub że  $b$  jest dzielnikiem liczby  $a$ . Więc n. p. 5 jest dzielnikiem 10, 3 jest dzielnikiem 12, 7 jest dzielnikiem 28, natomiast 4 nie jest dzielnikiem 22 i t. p.

Przy badaniu podzielności liczb całkowitych wystarczy ograniczyć się do liczb naturalnych, liczba bowiem 0 nie jest



dzielnikiem żadnej liczby, z drugiej strony 0 jest podzielne przez każdą liczbę całkowitą różną od 0; co się zaś tyczy podzielności liczb całkowitych różnych od 0, to, jak wiemy z tzw. prawidła znaków, wszystkie cztery twierdzenia: „ $b$  jest dzielnikiem  $a$ “, „ $b$  jest dzielnikiem —  $a$ “, „—  $b$  jest dzielnikiem  $a$ “, „—  $b$  jest dzielnikiem —  $a$ “ są prawdziwe tylko jednocześnie. W dalszym przeto ciągu, mówiąc o podzielności (wzgl. niepodzielności) liczby  $a$  przez  $b$ , ograniczać się będziemy do przypadku, w którym  $a$  i  $b$  są liczbami naturalnymi.

Każda liczba naturalna jest, jak wiadomo, podzielna przez 1 i przez siebie samą, każda zatem większa od 1 posiada dwa co najmniej dzielniki: 1 i siebie samą.

Niektóre liczby naturalne posiadają więcej dzielników; np. 24 posiada dzielniki 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24, a więc ma 8 dzielników.

Liczby naturalne, większe od 1, które posiadają dwa tylko dzielniki, nazywamy pierwszymi. Takimi są liczby:

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, . . . .

Liczby pierwsze grają w teorii liczb pierwszorzędną rolę. Okazuje się bowiem, że każda liczba naturalna większa od 1 albo sama jest liczbą pierwszą, albo możemy ją otrzymać przez wymnożenie przez siebie odpowiednio dobranych liczb pierwszych, przyczem okazuje się dalej, że można to uczynić tylko w jeden sposób w tem znaczeniu, że nie można użyć do zbudowania tejsamej liczby raz jednych, innym razem innych liczb pierwszych, lub użyć jakiejś liczby pierwszej raz w tej, raz w innej ilości jako czynnika.

Np. 43 jest liczbą pierwszą;  $1650 = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 11$  i t. p.

Liczby naturalne większe od 1, które nie są pierwsze, nazywamy złożonymi. Liczby 1 nie uważa się ani za liczbę pierwszą, ani za złożoną. Z powyższych rozważań wynika, że każda liczba naturalna większa od 1 jest podzielna przez jakąś liczbę pierwszą: gdy bowiem jest ona liczbą pierwszą, to, (ponieważ każda liczba naturalna jest podzielna przez samą siebie), jest podzielna przez liczbę pierwszą, gdy zaś jest złożoną, to jest podzielna przez każdą z liczb pierwszych, przez których wymnożenie liczba ta powstała.

Zbiór liczb pierwszych posiada zatem tę własność, że każda liczba naturalna większa od 1 albo sama do tego zbioru

należy, albo da się zbudować przez wymnożenie wyłącznie liczb tego zbioru.

Właściwości takiej nie posiada żaden zbiór liczb naturalnych który nie zawiera w sobie wszystkich liczb pierwszych. Gdybyśmy wzięli np. jakiś zbiór liczb naturalnych, w którym nie byłoby liczby 5, to z liczb tego zbioru nie moglibyśmy przez mnożenie zbudować każdej liczby naturalnej, gdyż liczby 5 nie otrzymalibyśmy z żadnych liczb zbioru przez ich wymnożenie.

W naturalny sposób powstaje teraz pytanie, czy liczb pierwszych, a więc tych liczb, z których możemy zbudować każdą liczbę naturalną większą od 1, jest ilość skończona, czy też nie? To, że z liczb pierwszych możemy otrzymać każdą liczbę naturalną większą od 1, a więc nieskończenie wiele liczb, nie jest dowodem, że liczb pierwszych jest nieskończenie wiele, bo przecież z jednej tylko liczby pierwszej, np. 2, możemy zbudować przez mnożenie nieskończenie wiele liczb:

$$2, 2 \cdot 2 = 4, 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8, 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16, \dots$$

Pytanie, ile jest liczb pierwszych, zrodziło się już w starożytności i w starożytności odpowiedział na nie genialny matematyk grecki Euklides (żył w III. w. przed Chr. w Aleksandrji). Wykazał on, że liczb pierwszych jest nieskończenie wiele, a wykazał to w sposób tak zadziwiająco prosty, a przytem tak piękny, że przytoczę tutaj jego rozumowanie:

Gdyby liczb pierwszych była skończona tylko ilość a więc gdyby wśród nich istniała największa liczba  $p$ , to mnożąc je wszystkie przez siebie i dodając do iloczynu 1, otrzymalibyśmy liczbę naturalną, większą od 1:

$$2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot p + 1.$$

Liczba ta nie byłaby podzielna przez żadną liczbę pierwszą, gdyż dzielona przez którąkolwiek z nich dawałaby zawsze na resztę 1. Lecz, jak widzieliśmy wyżej, każda liczba naturalna większa od 1 jest przez jakąś liczbę pierwszą podzielna. Dochodzimy więc do sprzeczności przyjmując, że ilość liczb pierwszych jest skończona. Widzimy zatem, że liczb pierwszych jest nieskończenie wiele.

Sposób łatwego otrzymywania kolejnych liczb pierwszych podał matematyk grecki Eratosthenes (żył również, jak Euklides, w III. w. przed Chr. w Aleksandrji). Sposób ten



jest następujący: Wypisujemy kolejne liczby naturalne, począwszy od 2. Zaliczając 2 do zbioru liczb pierwszych, wykreślamy z pozostałego zbioru (a więc rozpoczynając liczenie od 3) co drugą liczbę, a więc każdą liczbę większą od 2 i podzieloną przez 2. Pierwsza liczba, która nie została wykreślona, a więc w tym wypadku 3, nie jest podzielna przez 2, nie jest zatem podzielna przez żadną liczbę pierwszą mniejszą od niej, a że musi być przez jakąś liczbę pierwszą podzielna, więc sama jest pierwszą. Dołączając znów 3 do zbioru liczb pierwszych, wykreślamy dalej, rozpoczynając od 4, co trzecią liczbę, a więc wszystkie liczby podzielne przez 3, z wyjątkiem samej liczby 3 (przy liczeniu liczby wykreślone w poprzednim stadium liczymy tak, jakby nie były wykreślone, a więc np. rozpoczynamy liczenie co trzeciej liczby od 4, chociaż 4 zostało już poprzednio wykreślone). Pierwsza liczba, która pozostała niewykreślona ani w pierwszym ani w drugim stadium (jest nią liczba 5), musi być liczbą pierwszą. Jakkolwiek twierdzenie, że 5 jest liczbą pierwszą wynika z tabliczki mnożenia i najprostszych twierdzeń o liczbach całkowitych, przeprowadzimy tu rozumowanie, jakie przeprowadza się przy postępowaniu Eratosthena, gdyż w tym stadium zrozumiemy już, dlaczego postępowanie to doprowadza nas do samych liczb pierwszych. Otóż obecnie niema już w naszej tablicy żadnej liczby podzielnej przez 2, ani żadnej liczby podzielnej przez 3, z wyjątkiem liczb pierwszych 2 i 3. Jakąż własność musi mieć pierwsza z kolei po 3 niewykreślona liczba? Nie jest ona podzielna przez żadną liczbę pierwszą od niej mniejszą (a więc ani przez 2, ani przez 3), ponieważ wszystkie liczby złożone, podzielne przez jedną z takich liczb, wykreśliliśmy z tablicy. Ponieważ zaś musi liczba ta, jako większa od 1, być przez jakąś liczbę pierwszą podzielna, więc musi być sama liczbą pierwszą. Jest zatem 5 liczbą pierwszą. Począwszy teraz od 6, wykreślamy co piątą liczbę (nie uwzględniając przy tem liczeniu, że niektóre liczby zostały już wykreślone w poprzednich stadiumach), a więc wykreślamy wszystkie liczby podzielne przez 5. Teraz więc żadna liczba niewykreślona w jednym z dotychczasowych stadiumów, oprócz 2, 3, 5, nie jest podzielna ani przez 2, ani przez 3, ani przez 5. Pierwsza z kolei napotkana niewykreślona liczba, t. j. 7, musi więc być (o czem przekonywamy



się, rozumując jak o liczbie 5) liczbą pierwszą. Dalej, rozpoczynając liczenie od 8, wykreślamy co 7 liczbę z kolei i tak postępujemy dalej. Otrzymujemy w ten sposób tablicę, w której pozostały, jako niewykreślone, same liczby pierwsze. Oto tablica z otrzymanymi w ten sposób liczbami pierwszymi, nie przewyższającymi 100<sup>1)</sup>:

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Tablica otrzymana sposobem Eratosthena s a n o s i n a z w ę „sita Eratosthena”. Oczywiście metoda otrzymywania liczb pierwszych przy pomocy sita Eratosthena nie daje nam dowodu na to, że liczb tych jest nieskończenie wiele, nie wiemy bowiem *a priori*, czy po jakimś stadjum wykreślenia nie okaże się, że wszystkie liczby, począwszy od jakiejś, zostały już wykreślone.

Widzimy, jak niezmiernie prosty, a nawet mechaniczny jest sposób uzyskiwania kolejnych liczb pierwszych przy pomocy sita. Wydawałoby się zatem, że rozkład liczb, jaki otrzymujemy po „przesianiu”, czyli rozkład liczb pierwszych, jest niezmiernie prosty, że np. łatwo przewidzieć, ile wynosi np. tysięczna z kolei liczba pierwsza, że istnieją jakieś proste wzory, pozwalające nam to obliczyć. Okazuje się jednak, że tak nie jest. Rozkład liczb pierwszych jest bardzo skomplikowany, liczby te są rozrzucone bardzo nieregularnie.

Wzoru, pozwalającego nam obliczyć liczbę pierwszą, znajdującą się na oznaczonym z kolei miejscu (np. tysięczną, milionową i t. p.), nie posiadamy.

Nie wiemy dotychczas, czy istnieje nieskończenie wiele par tzw. sąsiednich liczb pierwszych, t. j. dwóch liczb pierwszych, między którymi znajduje się jedna tylko liczba złożona (oczywiście parzysta). Parami takimi są np.:

3, 5; 5, 7; 11, 13; 17, 19; 29, 31;.....

<sup>1)</sup> Liczby wykreślone są wydrukowane czcionkami zwykłymi, pozostałe tłustymi.

Nie wiemy zatem, czy można znaleźć nieskończenie wiele takich par liczb pierwszych  $p$  i  $q$ , by było

$$p - q = 2.$$

Podobnie nie wiemy, czy istnieje nieskończenie wiele par liczb pierwszych  $p$  i  $q$  takich, by było

$$p - q = 4,$$

jak to np. zachodzi dla  $p=17$ ,  $q=13$ . Również nie umiemy odpowiedzieć na podobne pytanie, gdy różnica liczb pierwszych ma wynosić 6, 8 i t. d., a więc ogólnie: nie wiemy, czy dla danej liczby parzystej istnieje nieskończenie wiele par liczb pierwszych, których różnica daje tę liczbę. Ale więcej nawet: nie wiemy, czy dla każdej liczby parzystej istnieje choćby jedna tylko para liczb pierwszych, których różnicą byłaby ta liczba.

Podobnie nie wiemy, czy każda liczba parzysta większa od 2 jest sumą dwóch liczb pierwszych. Zagadnienie to, postawione przez Goldbacha, nie zostało dotychczas rozwiązane. Gdyby odpowiedź wypadła twierdząco, wówczas każda liczba naturalna większa od 1 dałaby się przedstawić jako suma co najwyżej trzech liczb pierwszych. Istotnie, mielibyśmy wówczas:

$$2=2, \quad 3=3, \quad 4=2+2, \quad 5=2+3, \quad 6=3+3,$$

dla liczb zaś większych od 6 mielibyśmy, w przypadku, gdy liczba jest parzysta, wprost rozkład na sumę dwóch liczb pierwszych, w przypadku zaś gdy jest nieparzysta, przedstawiłibyśmy ją jako sumę liczby 3 i liczby parzystej dającej się już rozłożyć na sumę dwóch liczb pierwszych. Dotychczas jednak nietylko nie wiemy, czy każda liczba naturalna większa od 1 da się przedstawić jako suma co najwyżej trzech liczb pierwszych, ale nawet nie potrafimy odpowiedzieć na pytanie, czy da się ona przedstawić jako suma co najwyżej np. 1,000,000 liczb pierwszych. Zagadnienia powyższe nie zostały dotychczas rozwiązane pomimo tego, że pracowali nad nimi najwybitniejsi matematycy i pomimo, że inne zagadnienia, które wydawałyby się może trudniejsze, zostały rozwiązane, i to stosunkowo łatwo.

I tak np. wiemy, że każda liczba naturalna da się przedstawić jako suma czterech kwadratów liczb całkowitych nieujemnych. Np. mamy:

$$3=1^2+1^2+1^2+0^2; \quad 7=2^2+1^2+1^2+1^2;$$

$$27=5^2+1^2+1^2+0^2=4^2+3^2+1^2+1^2=3^2+3^2+3^2+0^2 \text{ i t. d.}$$



Podobnie wiemy, że każda liczba naturalna da się przedstawić jako suma dziewięciu sześciątów liczb całkowitych nieujemnych, jak np.

$$15 = 2^3 + 1^3 + 1^3 + 1^3 + 1^3 + 1^3 + 1^3 + 1^3 + 0^3.$$

Podobne zagadnienie dla wyższych potęg, postawione z końcem XVIII. w. przez Waringa, rozwiązał przed kilkunastu laty znakomity współczesny matematyk niemiecki Hilbert, dowodząc twierdzenia: Dla każdego wykładnika  $n$  istnieje liczba  $k$  (zależna jedynie od tego wykładnika) taka, że każda liczba naturalna da się przedstawić jako suma  $k$  składników, będących  $n$ -temi potęgami liczb całkowitych nieujemnych. Oczywiście, gdy dla danego  $n$  jakaś liczba  $k$  posiada własność wymienioną w twierdzeniu Hilberta, to posiada ją także każda liczba większa od  $k$ , gdyż do  $k$  składników, będących  $n$ -temi potęgami liczb całkowitych nieujemnych, dających w sumie rozkładaną liczbę, możemy bez zmiany sumy dodać dowolną ilość  $n$ -tych potęg liczby 0. Można więc postawić pytanie, ile wynosi dla danego wykładnika  $n$  najmniejsza taka liczba  $k$ . Tę najmniejszą liczbę oznaczamy  $r$ . Z tego, co powiedzieliśmy wyżej, wynika, że dla  $n=2$  jest  $r \leq 4$ , a że np. 7 nie da się przedstawić jako suma trzech kwadratów, jest  $r=4$ . Dla  $n=3$  jest  $r \leq 9$ , a że np. 23 nie da się, jak łatwo sprawdzić, przedstawić jako suma ośmiu sześciątów, więc mamy  $r=9$ . Dla  $n=4$  wiemy dotychczas tylko tyle, że liczba  $r$  wynosi nie mniej, niż 19 (gdyż np. 79 nie da się rozłożyć na sumę 18 czwartych potęg), a z drugiej strony wykazano, że liczba ta nie przekracza 37. Jeszcze mniej wiemy o liczbie  $r$  dla wykładników większych niż 4.

Wspomnieliśmy powyżej, że liczby pierwsze są rozmieszczone nieregularnie i że o rozmieszczeniu ich wiemy bardzo mało. Coś wiemy jednak o tem rozmieszczeniu; wiemy np., że istnieją dowolnie długie ciągi kolejnych liczb, z których żadna nie jest pierwsza, a więc że liczby pierwsze nie występują zbyt gęsto. Że tak jest, możemy się przekonać w następujący sposób:

Ażeby znaleźć 100 kolejnych liczb, z których żadna nie jest pierwsza, wystarczy utworzyć liczby:



$$1) 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 99 \cdot 100 \cdot 101 + 2$$

$$2) 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 99 \cdot 100 \cdot 101 + 3$$

$$3) 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 99 \cdot 100 \cdot 101 + 4$$

$$99) 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 99 \cdot 100 \cdot 101 + 100$$

$$100) 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 99 \cdot 100 \cdot 101 + 101.$$

Pierwsza z wypisanych liczb jest podzielna przez 2, druga przez 3, trzecia przez 4, . . . setna przez 101 (ponieważ każdy składnik odnośnej liczby jest podzielny przez 2, wzgl. 3, . . . wzgl. 101).

W podobny sposób znaleźlibyśmy 1000, 10.000 i t. p. kolejno po sobie następujących liczb, z których żadna nie byłaby pierwsza.

Inny dowód na twierdzenie, że liczb pierwszych jest nieskończenie wiele, podał w XVIII. w. słynny matematyk niemiecki Euler. Dla uniknięcia nieporozumień muszę tu nadmienić, dlaczego często podaje się w matematyce kilka różnych dowodów na to samo twierdzenie. Robi się to nie dlatego, jakoby pewien dowód nie był dość przekonujący o prawdziwości twierdzenia, takich bowiem „dowodów“ nie uważa się w matematyce wogóle za dowody, a twierdzenie pozostaje niedowiedzione. Cel tu jest inny: dając na jakieś dowiedzione już twierdzenie inny dowód, przeprowadzamy odmienne rozumowanie, które daje nam nieraz możliwość wykrywania i dowodzenia nowych twierdzeń. Takim bardzo płodnym dowodem okazał się właśnie dowód Eulera na twierdzenie Euklidesa o nieskończonej ilości liczb pierwszych. Sam Euler wysnuł z swego dowodu wniosek, że stosunek ilości liczb pierwszych zawartych między 1 a pewną liczbą  $n$  do ilości wszystkich liczb naturalnych zawartych w tych granicach, zdąży do 0, gdy liczbę  $n$  zwiększamy. Innymi słowy znaczy to: Skoro posuniemy się odpowiednio daleko w ciągu liczb naturalnych i zatrzymamy się na jakiegokolwiek liczbie, to ilość liczb pierwszych aż do tego miejsca wynosić będzie mniej, niż  $\frac{1}{10}$  ilości wszystkich liczb aż do tego miejsca, skoro posuniemy się odpowiednio jeszcze dalej w ciągu liczb naturalnych, to potem zatrzymując się na jakiegokolwiek liczbie, zobaczymy, że ilość liczb pierwszych aż do tego miejsca wynosi mniej niż  $\frac{1}{100}$  ilości wszystkich liczb do tego miejsca i t. d.

Ale myśl, zawarta w dowodzie Eulera, przyniosła naszej znajomości rozmieszczenia liczb pierwszych jeszcze inną przysługę. Oto liczby naturalne ustawione w porządku rosnącym tworzą, jak wiadomo, postęp arytmetyczny

$$1, 2, 3, 4, 5, \dots,$$

tzn., że, począwszy od drugiej, każda liczba otrzymuje się z poprzedniej przez dodanie tej samej liczby, tzw. różnicy postępu, w tym wypadku 1. W wypisanym postępie znajduje się, w myśl twierdzenia Euklidesa, nieskończenie wiele liczb pierwszych. Zachodzi pytanie, czy własności tej nie posiada każdy postęp arytmetyczny? Że tak nie jest, jest odrazu widoczne, bo np. w postępie, którego pierwszym wyrazem jest 10, a różnicą 20, a więc w postępie

$$10, 30, 50, 70, \dots$$

niema wogóle liczb pierwszych, gdyż każda jego liczba jest podzielna przez 10, a więc złożona z conajmniej dwóch czynników: 2 i 5. Gdy jednak utworzymy postęp w ten sposób, że pierwszy jego wyraz i różnica nie mają żadnego wspólnego dzielnika większego od 1, wówczas, jak to wykazał matematyk niemiecki Lejeune-Dirichlet (XIX. w.), w postępie takim znajduje się nieskończenie wiele liczb pierwszych. A więc np. w postępie

$$3, 8, 13, 18, 23, \dots$$

(pierwszy jego wyraz 3 i różnica 5 nie są jednocześnie podzielne przez żadną liczbę większą od 1), jest nieskończenie wiele liczb pierwszych.

Lejeune-Dirichlet otrzymał wymienione twierdzenie, modyfikując (co prawda, znacznie) dowód Eulera na twierdzenie Euklidesa. W ten sposób uzyskał on uogólnienie twierdzenia Euklidesa i to właśnie dzięki temu, że Euler, rozumując inaczej niż Euklides, uTORował drogę do dowodu twierdzenia ogólniejszego.

Wiemy zatem, że w każdym postępie arytmetycznym, w którym pierwszy wyraz i różnica nie mają wspólnego dzielnika większego od 1, znajduje się nieskończenie wiele liczb pierwszych. Nie wiemy natomiast, czy istnieje nieskończenie wiele liczb pierwszych w ciągu liczb

$$1^2+1, 2^2+1, 3^2+1, 4^2+1, \dots$$



Gdybyśmy w ostatnim zagadnieniu zastąpili kwadraty liczb przez ich sześciiany, zagadnienie stałoby się banalne, w ciągu bowiem

$$1^3+1, 2^3+1, 3^3+1, \dots$$

niema, oprócz pierwszego wyrazu, liczb pierwszych, gdyż jak wiadomo, liczba  $a^3+1$  jest podzielna przez  $a+1$ .

Możnaby zatem ogólniej zapytać, jakie warunki muszą spełniać współczynniki  $a, b, c, \dots, l$ , by, skoro w wielomianie

$$ax^n + bx^{n-1} + cx^{n-2} + \dots + l,$$

wstawiać będziemy kolejno  $x=1, 2, 3, \dots$ , otrzymać zbiór liczb, w którym znajduje się nieskończenie wiele liczb pierwszych. Pytanie to może być przy obecnym stanie nauki uważane za bardzo trudne. Wiadomo tylko, że w otrzymanym zbiorze liczb znajdują się napewno liczby złożone (oczywiście z wyjątkiem przypadku, gdy jedynie  $l$  jest różne od 0 i jest przytem liczbą pierwszą).

Nie wiemy również, czy jest nieskończenie wiele liczb pierwszych postaci

$$2^n - 1$$

a także postaci

$$2^n + 1,$$

t. j. wśród liczb

$$0, 1, 3, 7, 15, 31, 63, 127, \dots$$

względnie

$$2, 3, 5, 9, 17, 33, 65, 129, \dots$$

Pierwsze z pytań pozostaje w związku z kwestją istnienia nieskończenie wielu parzystych liczb tzw. doskonałych. Liczbą doskonałą nazywamy liczbę naturalną, dla której suma wszystkich mniejszych od niej dzielników jest równa tej liczbie. Liczbą doskonałą jest np. 6. Istotnie, dzielnikami liczby 6 mniejszemi od 6 są liczby 1, 2, 3, a suma ich wynosi 6. Podobnie 28 jest liczbą doskonałą. Wykazano, że liczba parzysta wtedy i tylko wtedy jest doskonałą, gdy da się przedstawić w postaci

$$2^{n-1}(2^n - 1),$$

gdzie  $2^n - 1$  jest liczbą pierwszą. Znamy dotychczas 12 liczb pierwszych postaci  $2^n - 1$ , a więc wiemy, że istnieje conaj-



mniej 12 liczb parzystych doskonałych. Nie wiemy jednak czy jest więcej i czy jest ich nieskończenie wiele.

Czy istnieje choćby jedna liczba doskonała nieparzysta, dotychczas nie wiemy.

Drugie z postawionych wyżej pytań, t. j. kwestja, czy istnieje nieskończenie wiele liczb pierwszych postaci  $2^n + 1$ , pozostaje w związku z możliwością pewnych konstrukcyj geometrycznych, mianowicie z kwestją możliwości podziału okręgu koła na pewną ilość równych części, jedynie przy pomocy cyrkla i linjału.

Wiadomo, że okrąg koła daje się w powyższy sposób podzielić na  $2^\alpha$  równych części ( $\alpha$  dowolna liczba naturalna). Wiemy dalej, że skoro okrąg daje się podzielić na  $k$  i na  $l$  równych części, liczby zaś  $k$  i  $l$  nie mają żadnego wspólnego dzielnika większego od 1, to okrąg daje się podzielić również na  $kl$  równych części. Zagadnienie możliwości podziału okręgu koła przy pomocy cyrkla i linjału na  $m$  równych części zostało rozstrzygnięte w ten sposób, że okrąg daje się tak podzielić, wtedy i tylko wtedy, gdy  $m$  przedstawia się w postaci

$$2^\alpha p_1 p_2 \dots p_i,$$

gdzie  $\alpha$  jest liczbą całkowitą nieujemną, zaś  $p_1, p_2, \dots, p_i$  są samymi liczbami pierwszymi, a okrąg daje się podzielić na  $p_1, p_2, \dots, p_i$  równych części.

Całe zatem zagadnienie o możliwości podziału okręgu koła na pewną ilość równych części przy pomocy cyrkla i linjału sprowadza się do zagadnienia, na jakie ilości, będące liczbami pierwszymi nieparzystymi, równych części da się okrąg podzielić. Zagadnienie to rozstrzygnął w 1 połowie XIX. w. jeden z największych matematyków wszystkich czasów, matematyk niemiecki Gauss. Wykazał on, że na to, by okrąg koła dał się podzielić przy pomocy cyrkla i linjału na  $p$  równych części, gdzie  $p$  jest liczbą pierwszą nieparzystą, potrzeba i wystarcza, by  $p$  było postaci  $2^n + 1$ . Więc np. okrąg koła da się w powyższy sposób podzielić na

$$2^1 + 1 = 3, \quad 2^2 + 1 = 5, \quad 2^4 + 1 = 17, \quad 2^8 + 1 = 257 \dots$$

równych części (a więc także np. na  $2^2 \cdot 5 \cdot 17 = 340$ ), nie da się natomiast podzielić na takich części np. 7, 11, 13. Nie wiemy

jednak, czy liczb pierwszych postaci  $2^n + 1$  jest ilość skończona, czy też nie.

Przykłady rozwiązanych i nierozwiązanych zagadnień o liczbach całkowitych można mnożyć bez końca. Nie jest to oczywiście celem niniejszego artykułu. Chodziło mi tylko o wskazanie, że już najprostsze zagadnienia o tak podstawowych tworcach matematycznych, jakimi są liczby całkowite, dały pole do pracy całym generacjom matematyków, a możliwość rozwiązania już dziś niektórych z nich, nawet przy współczesnych bardzo rozwiniętych teoriach matematycznych, wydaje się problematyczna.

---

D. SZYMKIEWICZ.

## W sprawie drożyzny niemieckich czasopism naukowych.

Powszechnie znaną jest rzeczą, że obecna cena niemieckich czasopism naukowych jest nadmiernie wysoka w porównaniu do cen przedwojennych. Wprawdzie ceny teraz są wogóle znacznie wyższe, jednak podwyższenie cen niemieckich wydawnictw nie stoi w żadnym stosunku do podwyższenia kosztów druku i papieru, w przeciwieństwie do wydawnictw innych krajów, które podrożały tylko w stopniu odpowiadającym ogólnej wyższości cen. Jest to ze strony Niemców złośliwa szykana, pewnego rodzaju odwet za przegraną wojnę.

Ten stan rzeczy wywoływał już od dłuższego czasu narzekania we wszystkich krajach, nawet w Ameryce, opływającej w dolary. Ograniczano się jednak tylko do słownych protestów. Ostatnio jednak zaznaczył się odruch czynny przeciwko tej nieznośnej sytuacji. Nastąpił on, rzecz ciekawa, w Anglii, pomimo znanych sympatji tego kraju do Niemiec. W ostatnich numerach „Nature“, z datami 31 marca, 7 kwietnia i 12 maja<sup>1)</sup> ukazały się w tej sprawie ostre artykuły. Najciekawszy z nich, pisany przez Wilfrida Bonsera, bibliotekarza Biblioteki Lekarskiej w Londyńskim University College, zawiera informacje, które warto jest powtórzyć.

Przedewszystkiem zestawia Bonser tytułem przykładu ceny ważniejszych czasopism poświęconych fizjologii zwierząt za rok 1927, naturalnie w angielskiej walucie (pierwsza liczba oznacza funty, druga — szylingi, trzecia — pensy).

---

<sup>1)</sup> Piszę ten artykuł 17 maja.



**Czasopisma angielskie.**

	Tomów	Cena
Biochemical Journal . . . . .	1	£ 3 — 0 — 0
British Journal of Experimental Biology	1	2 — 0 — 0
Heart . . . . .	1	1 — 17 — 6
Journal of Physiology . . . . .	2	2 — 10 — 0
Physiological Abstracts . . . . .	1	2 — 2 — 0
Proceedings of the Royal Society of London, Series B . . . . .	1½	1 — 10 — 0
Quarterly Journal of Experimental Physiology . . . . .	2	3 — 12 — 0
Ogółem . . . . .	9½	16 — 11 — 6

**Czasopisma amerykańskie.**

	Tomów	Cena
American Journal of Physiology . . . . .	4	£ 7 — 4 — 4
Journal of Biological Chemistry . . . . .	4	6 — 0 — 0
Journal of General Physiology . . . . .	2	2 — 15 — 0
Physiological Reviews . . . . .	1	1 — 12 — 6
Ogółem . . . . .	11	17 — 11 — 6

**Czasopisma niemieckie.**

	Tomów	Cena
Berichte über die gesammte Physiologie . . . . .	4½	£ 13 — 10 — 0
Biochemische Zeitschrift . . . . .	12	17 — 8 — 0
Ergebnisse der Physiologie . . . . .	1	4 — 12 — 6
Jahresbericht über die gesammte Physiologie . . . . .	1	4 — 18 — 0
Pflügers Archiv f. die gesammte Physiologie	3	9 — 12 — 0
Zeitschrift für Biologie . . . . .	1½	3 — 0 — 0
Zeitschrift für physiologische Chemie . . . . .	10½	8 — 8 — 0
Ogółem . . . . .	33½	61 — 8 — 6

**Inne czasopisma.**

	Tomów	Cena
Annales de physiologie . . . . .	1	£ 1 — 7 — 6
Archives italiennes de biologie . . . . .	1	2 — 2 — 0
Archives internationales de physiologie . . . . .	2	2 — 5 — 6
Do przeniesienia . . . . .	4	5 — 15 — 0

	Tomów	Cena
Z przeniesienia . . . . .	4	£ 5 — 15 — 0
Archives néerlandaises de physiologie . . . . .	1	1 — 12 — 6
Archivo di fisiologia . . . . .	1	2 — 2 — 0
Bulletin de la Société de Chimie Physio- logique . . . . .	1	0 — 15 — 0
Journal de physiologie . . . . .	1	1 — 5 — 0
Skandinavisches Archiv für Physiologie . . . . .	3	3 — 3 — 0
Ogółem . . . . .	11	14 — 12 — 0

Z powyższego wykazu wypada rezultat bardzo ciekawy, że czasopisma niemieckie kosztują więcej, niż wszystkie inne razem wzięte. Bonser, omawiając te dane, pomija motywy polityczne sprawy, podnosi tylko rozwlekłość prac niemieckich i twierdzi, że ich objętość dałaby się zmniejszyć do połowy. Pozatem podaje rzecz najciekawszą, a mianowicie, że Królewskie Towarzystwo w Londynie (Royal Society of London), a więc najpoważniejsza instytucja naukowa w Anglii, zaprzestała abonowania szeregu czasopism niemieckich, przeważnie tych, które są wydawane przez firmę Springer, w tej liczbie Pflüger's Archiv für gesammte Physiologie i Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Za przykładem Królewskiego Towarzystwa mają pójść inne instytucje.

Sprawa powyższa ma także niemałe znaczenie dla nas, większe nawet niż dla Anglików wobec ograniczonych fundusów, któremi rozporządza nauka w Polsce. Wystarczy przerachować podane powyżej kwoty chociażby tylko 40 zł. za funt angielski, ażeby otrzymać ogromne jak na nasze stosunki liczby. Przyłączenie się do akcji angielskiej ze strony polskiej byłoby ze wszechmiar pożądanem. Naturalnie nie chodzi tu bynajmniej o bojkotowanie niemieckiej nauki. Trzeba jednak tę sprawę uregulować dla dobra kultury naukowej całego świata cywilizowanego. Powinna nią zająć się Liga Narodów, która przecież ma do tego odpowiednie agendy (Komitet Współpracy Intelektualnej).

## Sprawozdania i oceny.

Jan Dembowski. *Zasady biologji ogólnej*. Biblioteka Polskiego Przyrodniczego Towarzystwa Pedagogicznego. Nr. 1. Wydawnictwo M. Arcta. Warszawa, 1927, str. 186. Z 13 ma rysunkami w tekście.

Treść pracy została zawarta w 13-tu rozdziałach: 1. Klasyfikacja nauk biologicznych. 2. Pojęcie i definicja życia. 3. Śmierć. 4. Zmienność organizmów. 5. Teorja Weismanna. 6. Mechanika rozwoju. 7. Regeneracja i transplautacja. 8. Teorja ontogenezy. 9. Dziedziczność. 10. Płciowość. 11. Psychologia zwierząt. 12. Organizm jako całość. 13. Mechanizm i witalizm.

Książka niniejsza, jak mówi autor w przedmowie, „nie jest żadnym systematycznym kursem biologji, ani też nie zawiera jakiegokolwiek nowej teorji biologicznej“. Jest ona „próbą przedstawienia niektórych faktów biologicznych ze stanowiska jednolitego poglądu“. W przeciwstawieniu do obszernego podręcznika prof. J. Wilczyńskiego, gdzie sam przedmiot biologji nie został jasno ujęty, lecz zato obiektywnie przedstawiono mnóstwo faktów i teorji. autor stara się sprecyzować pojęcie biologji i następnie w sposób niezmiernie subiektywny omawia jej podstawy i najnowsze zdobycze „Biologjā“ autor nazywa „naukę o czynnościach ustrojów, w ścisłym związku z ich naturalnem otoczeniem i z ich przeszłością“. Zacieśnwszy w ten sposób ramy biologji ogólnej do zjawisk fizjologicznej natury, autor niezawsze pozostaje wierny swej definicji, gdyż następnie rozpatruje przeważnie zjawiska z dziedziny morfologii. Subiektywizm w wyborze tematów autor posuwa tak daleko, że z pewnej grupy zjawisk wybiera tylko fakty dowolne, które go interesują, tak że mówiąc o zmienności nie wspomina o „czystych linjach“ Johanna s e n a, w wykładzie o dziedziczności nie wspomina ani o M e n d l u, ani o mendelizmie, natomiast z łatwością odrzuca najbardziej uznane teorje, rzucając paradoksy i mało troszcząc się o argumenty rzeczowe.

Literaturę autor nigdzie nie cytuje; od czasu do czasu rzuci jakieś nazwisko, a czasem i o to się nie kłopotuje, opowiadając, jak w bajce: „Dwaj autorzy amerykańscy“ stwierdzili to i to (str. 156), a jacy, gdzie i kiedy, to czytelnika nie powinno interesować.

Poświęciwszy dziedziczności dwa rozdziały, autor dochodzi do wniosku, że „dziedziczność nie stanowi żadnego samodzielnego problemu, ani też nie jest jakimkolwiek prawem powszechnem“ (str. 130 i 173).



Uporawszy się w ten sposób z zagadnieniem dziedziczności, które okazało się złudzeniem, autor w kilku zdaniach rozprawia się i z teorią komórkową. „Wszechwładna niegdyś teoria komórkowa została zarzucona, jako nieodpowiadająca faktom“ (str. 174).

Zwalczając lokalizowanie plazmy zarodkowej w chromosomach i odrzucając teorię determinantów, autor używa takiego argumentu: „Nikt nie udowodnił jednak, że tylko chromosomy są jednakowe. Oba rodzaje komórek wydzielają przy oddychaniu jednakowy dwutlenek węgla, a przecie napewno nie jest on plazmą zarodkową“. Gdzie Rzym? gdzie Krym?...

Z krytyką teorii chromosomów i mendelizmu autor wystąpił i na forum międzynarodowym w artykule: „Zur Kritik der Faktoren- und Chromosomenlehre“ (Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. XLI. 1926. str. 216—247), gdzie występuje z tak ryzykowną tezą, jak ta, że mendelizm cofnął o 50 lat rozwój biologii. Rozprawka ta spotkała się z ostrą lecz słuszną odprawą jednego ze znanych specjalistów, O. L. Mohra (tamże str. 248—251), który wykazał, że autor błędnie cytuje fakty, nie zna dokładnie niektórych prac z omawianej dziedziny, przez dowolnie ułożone cytaty przypisuje Morganowi poglądy, jakich ten nie wypowiedział. Słowem jest tu ten sam dość lekkomyślny stosunek do zagadnień naukowych, jaki cechuje i polską książkę. Książka ta zawiera niewątpliwie wiele słuszych uwag, porusza bardzo ciekawe zagadnienia, lecz tytułem swoim wprowadza w błąd czytelnika. Pisana popularnie, porusza szereg zagadnień, których czytelnik, pragnący się czegoś nauczyć, nie jest w stanie krytycznie ocenić; dla naukowca zaś zawiera zbyt wiele balastu niepotrzebnego i zbyt mało argumentów naukowych.

Chcąc śledzić tok myśli autora i wnikać w jego argumentację, należy mieć przynajmniej pewność, że fakty przytaczane przez niego są prawdziwe. Tymczasem, niestety, tak nie jest, jak się o tem mogłem przekonać z niektórych argumentów zaczerpniętych z dziedziny botaniki.

Tak np. niski wzrost roślin w górach autor przypisuje „działaniu silnego światła, które, jak wiadomo, hamuje wzrost“ (str. 15); ani mu przez myśl nie przychodzi, że czynnikiem decydującym tutaj jest nie tylko światło, lecz również i temperatura, a mianowicie różnica między temperaturą gleby i powietrza, dnia i nocy, co zresztą można znaleźć w każdym podręczniku ekologii roślin.

O nasionach autor wygłasza taką maksymę. „Suche nasiona nie są żywe. Że zaś mogą one wydać żywą roślinę, dowodzi, iż w określonych warunkach życie może powstać z materji martwej“ (str. 32)... Przypominają się czasy, gdy uczeni nie dziwili się, że myszy mogą powstać z mąki, a robaki z sera. Autor twierdzi, że mendelizm cofnął biologję o lat 50, sam zaś w swoim poglądzie na nasiona cofa się co najmniej o lat 500 wstecz. Roślinę kwiatową *Bryophyllum calycinum* należącą do tej samej rodziny, co i nasz rozchodnik (*Sedum*) autor zalicza do glonów! (str. 108).

Pisząc o akcie zapłodnienia u skrętnicy (*Spirogyra*), autor mówi „Udział obu komórek w akcie zapłodnienia jest jednakowy, a zatem nie mamy żadnego powodu odróżniać płęć męską i żeńską“ (str. 141), tymczasem fakty wyglądają inaczej, gdyż jedna gameta pozostaje pasywną i nie opuszcza swego miejsca, druga zaś zachowuje się aktywnie i przelewa się do komórek innej nici.

Na str. 142 autor pisze, mówiąc o grzybach rdzawnikowatych: „Na liściach berberysu teleutospory kielkują“, co znów nie jest zgodne z prawdą, gdyż teleutospory nigdy nie kielkują na liściach berberysu, w dodatku faktu zlewania się dwóch jąder w jedno przed wytworzeniem się teleutospory nie można uważać za akt płciowy.

Widzimy więc, że przykłady, zaczerpnięte z botaniki, oparte są na błędnych wiadomościach z tej dziedziny.

Trudno więc dziwić się, że botanik, któryby chciał od autora czegoś się dowiedzieć z pokrewnej dziedziny, nie może mieć żadnego zaufania do przytaczanych faktów.

Wszystkie dowodzenia autora zmiierają do jednego celu, żeby dowieść, że w organizmach znajduje się „substancja twórcza“. Autor wierzy, że „sprowadzenie zjawisk życia do prostej jednolitej jednostki, jaką jest substancja twórcza ustroju, może oddać nauce nieocenione usługi“, że takie ujęcie zjawisk „może się okazać nader płodną hipotezą badawczą“.

Aczkolwiek autor, jak już zaznaczyłem, unika wszędzie cytowania autorów i przez to jest złym informatorem, tu popełnia jeszcze i niewdzięczność wobec swego ojca duchowego H. Driescha, wypowiadającego podobne poglądy na zagadnienie życia. Tak więc trzeba było przepłynąć „ocean faktów“ współczesnej biologii, staczać homeryczne boje z wrogami rzeczywistości i urojonemi, bryzgać w oczy botanikom pianą ignorancji, zalepić sobie uszy woskiem, jak Odysseusz, żeby nie słyszeć głosów syren-genetyków i cytologów, aby wylądować w końcu przy „*nisus formativus*“ scholastyków, aby stwierdzić, że w organizmie tkwi jakaś „*virtus creativa*“, jakby powiedział bohater Moliera.

Dla jakich czytelników została napisana książka? Bliższe wyjaśnienie znajdujemy w przedmowie autora, który twierdzi, że ci, co dużo umieją, posiadają „zamało naiwności, aby budować coś szerszego“. „Teorje“, pisze dalej autor, „mogą być naiwne, mogą przeczyć sobie, lub zaprzeczać faktom, ale powinny wskazywać nową drogę“.

Na takich więc czytelników, którzy tę cechę charakterystyczną dla nowych teoryj posiadają w wysokim stopniu, prawdopodobnie liczy autor.

Bolesław Hryniewiecki.

Dezydery Szymkiewicz. *Botanika*. Podręcznik dla szkół akademickich. Ryciny wykonał Stanisław Kulczyński. Lwów. Nakład i własność K. S. Jakubowskiego, 1928.



Dziwne są dzieje podręczników botaniki w Polsce. Pierwszy nasz podręcznik wogóle „Botanika dla szkół narodowych“, wydany przez Komisję Edukacji Narodowej w 1785 roku, był dziełem do pewnego stopnia zbiorowem; prospekt bowiem do tego dzieła napisał Dr. Paweł Czenpiński, a treść podług tego prospektu opracował wybitny nasz przyrodnik samouk, proboszcz Ciechanowiecki na Podlasiu ks. Krzysztof Kluk; dzieło to było „roztrzęsione od Towarzystwa do Xiąg Elementarnych“ na dwudziestu czterech posiedzeniach (w tym 12 posiedzeń było poświęcone całowicie naszemu podręcznikowi); a w posiedzeniach tych brali udział tacy uczeni, jak twórca pierwszej gramatyki polskiej Kopczyński Onufry, znakomity pedagog i pisarz Piramowicz, filozof Narbutt Kazimierz, pedagog ks. Koblanski, znany autor „Fircyka w Zalotach“ Franciszek Zabłocki i inni. Podręcznik ten był swojego rodzaju arcydziełem i znacznie się wyróżniał z pośród ówczesnych podręczników zachodu. Niestety, niewielki był z niego pożytek; wypadki bowiem końca XVIII i początku XIX wieku osłabiają znacznie rozwój oświaty w Polsce, kiedy zaś zastąpiło ponowne ożywienie i powstały placówki naukowe w Wilnie w Warszawie lub Krzemieńcu, podręcznik ten był już nieco przestarzały, a niefortunnie przerobiony przez Wierzbickiego i wydany w 1833 roku prawdopodobnie nie był bardzo używany; zresztą zastąpił go drugi również doskonały podręcznik ks. Stanisława Bonifacego Jundziłła, prof. Uniwersytetu w Wilnie. W 1841 roku wyszedł olbrzymi encyklopedyczny podręcznik prof. Uniwersytetu w Krakowie Czerwiakowskiego, a w 1848 roku T. Chałubiński przełożył podręcznik Jussiego. W późniejszych czasach już nie zdobyliśmy się na napisanie podręcznika na poziomie akademickim. Zwłaszcza w latach przedwojennych potrzeba opracowania podręcznika botaniki na poziomie uniwersyteckim, wskutek ożywienia się ruchu przyrodniczego wśród młodzieży, była niesłychanie nagła — została ona jednak w sferze projektów, próby zaś tłumaczeń z języków obcych nie dały rezultatów. Że jednak w tej dziedzinie mieliśmy nadzwyczajne niewyżyskane możliwości, dowodzi fakt, że tak wybitni polscy uczeni, jak Stassburger, Rothert lub Raciborski piszą albo podręczniki, albo odpowiednie rozdziały w encyklopedjach w językach obcych. Pałącą tę niezmiernie sprawę podjął Dr. Szymkiewicz, prof. Politechniki Lwowskiej, autor licznych prac naukowych zwłaszcza w dziedzinie klimatologii i florystyki. „Botanika“ Prof. Szymkiewicza jest więc pierwszym podręcznikiem akademickim tego przedmiotu w Wolnej i Niepodległej Polsce. To też ocenę dzieła Prof. Szymkiewicza postaramy się dać z całą możliwą sumiennością i życzliwością, a jednocześnie czytelnikom postaramy się wskazać, na co mają zwrócić uwagę co dopełnić lub ewentualnie poprawić.

Układ każdego podręcznika musi być do pewnego stopnia kompromisowy; dadzą się naogół wyróżnić dwa typy podręczników botaniki: jeden, którego przykładem może służyć klasyczny podręcznik niemiecki „Lehrbuch der Botanik“ w pierwszym wydaniu opracowany przez wybitnych botaników z prof. Edwardem Strassburgerem na



cele; podręcznik ten, którego ukazało się już kilkanaście wydań, jest podzielony na morfologję z anatomją, fizjologję i systematykę; każdy z tych działów jest omówiony oddzielnie. Podobnie również jest ułożony znakomity francuski podręcznik Bonnier'a i Leclerc du Sablon'a „*Cours de Botanique*“. W drugim natomiast typie podręcznika, jak np. podręczniki angielskie, autorzy za linję przewodnią biorą którąkolwiek z gałęzi botaniki, np. morfologję lub systematykę, i z tego punktu widzenia rozpatruje życie rośliny — inne działy botaniki wtedy schodzą oczywiście na plan drugi. Każdy z tych typów podręczników ma swe zalety lub wady, nie mniej z każdego można się nauczyć przedmiotu. Prof. Szymkiewicz poszedł drogą pośrednią, a mianowicie całość podzielił na dwie części: morfologję i fizjologję; nie jest więc podręcznik prof. Szymkiewicza „naśladownictwem obcych wzorów, lecz ma układ zupełnie oryginalny“.

„Jako nić przewodnią w uszeregowaniu wiadomości morfologicznej służy autorowi podział systematyczny świata roślinnego z uwzględnieniem form kopalnych na równi z gatunkami żyjącymi w obecnej epoce geologicznej“.

W części morfologicznej autor omawia wszystkie grupy roślinne w porządku systematycznym, przedstawia ich cechy charakterystyczne, ich budowę morfologiczną i anatomiczną, sposób rozmnażania, rozmieszczenie geograficzne i inne.

Podane przy rozmaitych grupach roślinnych tabele ułatwiają zorientowanie się w ich podziałach. Sam jednak układ systematyczny, może dogodny pod względem pedagogicznym, winien być omówiony z punktu widzenia naukowego. Autor pisze, że „system przyjęty w jego książce różni się tylko nieznacznie od systemów Englera i Wettsteina“. (Podr. str. 42). Tych różnic autor nie podaje, tak że uczący się nie będzie się mógł w nich zorientować; tymczasem system przyjęty przez prof. Szymkiewicza w istocie różni się bardzo od systemu Wettsteina i o tych różnicach czytelnik może się przekonać z rozdziału „Systematyka“ tomu VII. botanicznego „Poradnika dla samouków“. Również autor pominął zupełnie stronę filogenetyczną systematyki. Nie przeczę, że dziś dokładne zorientowanie się w rozmaitych kierunkach filogenetycznych jest bardzo trudne, niemniej jednak dziś systematyka roślin bez filogenezy jest suchą, a przedewszystkiem nie uzasadnioną. I właśnie przez filogenezę systematyka roślin się ożywia, zaciekawia i jest skutkiem tego łatwiejsza do nauczenia się. Obok swego bezprzecnie wielkiego znaczenia naukowego — ma również filogeneza roślin i swe doniosłe znaczenie metodyczno-pedagogiczne. Przez wykazanie bowiem pokrewieństw tworzy się pewna ciągła konstrukcja myślowa systematyki roślin dość plastyczna, dzięki której systematyki roślin można się nauczyć o wiele łatwiej, aniżeli poznając rozmaite grupy roślinne bez wniknięcia w ich pokrewieństwo. Oparłszy się na zjawiskach filogenetycznych, autor nie pisałby o kwiatach jesionu: „wreszcie, rzecz zupełnie niezwykła, kwiaty (jesionu) nie mają wcale okwiatu“ (Podr. str. 627), lecz omówił to zjawisko zgodnie ze współczesnymi poglądami. Niestety, w literaturze

polskiej niema zupełnie prac lub artykułów, któreby wyświeślały współczesne poglądy nad filogenezą roślin, tak że samouk z konieczności musi sięgać do literatury obcej. Rozmaite grupy roślinne zostały potraktowane dość nierównomiernie; tak np. rodzina baldaszkowych (Podr. str. 569), tak ważna we florze polskiej, została przytoczona bez przykładów zaledwie w kilku wierszach.

Pewną trudność uczący się znajduje przy uświadamianiu sobie pojęcia nazwy glonu. Jeżeli bowiem wpadnie mu w ręce która z prac algologicznych, to zobaczy, że pojęcie w nich glonów jest o wiele szersze niż w podręczniku prof. Szymkiewicza; autor bowiem wykluczył z nich wiciowce, siemieniowce i sinice. Glony, które u starych systematyków miały wartość systematyczną, u systematyków współczesnych mają raczej wartość biologiczną i oznaczają wszystkie niższe zielone organizmy roślinne (plechowce samożywne), a więc sinice, wiciowce, siemieniowce, zielenice, ramienice i glony morskie: krasnorosty i brunatnice; w systemie Wettsteina glony zostają rozbite na kilka typów. W podręczniku prof. Szymkiewicza nazwa glony (algae) ma znów wartość systematyczną, ale bardziej ograniczoną, niż u systematyków dawnych; glony w podręczniku naszym tworzą typ, do którego należą: zielenice, brunatnice, krasnorosty i ramiennice i pod tym względem system w podręczniku prof. Szymkiewicza różni się zasadniczo od systemu Wettsteina.

Przy takim oparciu się na systematyce, morfologia i anatomja schodzą niejako na plan drugi i zostają rozproszone wśród typów systematycznych. Morfologia roślin nasiennych jest omawiana dwa razy (Podr. str. 399—410 i 501—572). Autor zebrał bardzo dużo materiału i przedstawił całokształt zagadnienia jasno i ciekawie. Natomiast pominął zupełnie stronę rozwojową; jestto, moim zdaniem, brak wielu podręczników na poziomie uniwersyteckim; roślina w nich jest przedstawiona już niejako gotowa ukształtowana — natomiast sądzę, że podejście do rośliny ze strony rozwojowej, przedstawienie jej kształtowania się od kiełkowania do wyrośnięcia w roślinę ułatwi zrozumienie jej budowy. Również tak ważne zjawiska jak rozwój drzew, bylin, roślin jednorocznych w ich zależności od zmian klimatycznych muszą stanowczo być w morfologii poruszane I przy sposobności jeszcze jedna uwaga: w wielu czy podręcznikach, czy to w wydawnictwach popularnych ustawicznie widzimy mieszanie dwóch terminów: pęd i łodyga. W drugiej części morfologii naszego podręcznika („Ogólna morfologia okrytozależkowych“) autor unika tej nieściśłości i prawie wszędzie wprowadza termin pęd w istotnym jego słowa znaczeniu; natomiast w rozdziale „Ogólna morfologia nasiennych“ czytamy np. rozgałęzienie łodygi u roślin nasiennych“ (str. 405), albo „wierzchołek wzrostowy łodygi“ (str. 409); o wiele dokładniej byłoby „rozgałęzienie pędu u roślin nasiennych“ albo „wierzchołek wzrostowy pędu“; autor naszego podręcznika jeszcze bardziej skomplikował sprawę wprowadzając termin „gałęzie“; wskutek czego spotykamy się np. z następującym zdaniem: „gałęzie zawsze różnią się od głównej łodygi, gałęzie drugiego rzędu od gałęzi pierwszego rzędu



i t. d. (str. 404). Dalej termin „bylina“ autor bardzo zwęża, uważając za byliny rośliny zielone wieloletnie, wytwarzające tylko korzenie przybyszowe. („W przeciwieństwie do bylin rośliny drzewiaste, jednoroczne i dwuletnie zachowują swój korzeń główny“) (Podr. str. 502); nie jest to jednak zgodne z ogólnie przyjętym pojęciem bylin, wśród których widzimy liczne rośliny zielne wieloletnie, zachowujące swój korzeń główny, jak np. mniszek, glistewnik i wiele innych.

Podobnie jak morfologia, została rozproszona i anatomja roślin; autor najprzód omawia tkanki roślin naczyniowych głównie na przykładach roślin kwiatowych, poczem omawia oddzielnie budowę anatomiczną paprotników i roślin nasiennych.

Drugą część podręcznika obejmuje fizjologję. Napisana jest bardzo dobrze; samouk lub słuchacz uniwersytetu znajdzie tu przedstawiony całokształt współczesnych zagadnień. Może tylko zbyt pobieżnie autor potraktował morfologję doświadczalną, nie poruszając wcale takich zagadnień, jak regeneracja, biegunowość, rytmika.

Bardzo miłe jest uwzględnianie i cytowanie przez autora prac polaków; prawdopodobnie przez pośpiech autor nie wymienił prac prof. E. Godlewskiego nad oddychaniem roślin. Przy każdym rozdziale autor podaje jeszcze literaturę specjalną; szkoda tylko, że została pominięta polska literatura popularyzacyjna.

Dzieło to zdobi 853 rysunki przerysowane lub oryginalnie artystycznie wykonane przez prof. Stanisława Kulczyńskiego; tylko po co ten rysunek pospolitego *Polytrichum* (rys. 249) koniecznie podług Schenka rysowany; czyż nie łatwiej było dać oryginalny?

Niniejsze uwagi, jak widzimy, w zupełności nie obniżają poziomu dzieła, które dla literatury podręcznikowej ma duże znaczenie; trudno jest oczywiście w podręczniku o wyczerpanie wszystkich zagadnień, to też każdy podręcznik winien być dopełniony przez artykuły, w którychby znalazł studjujący zagadnienie nie poruszane w podręczniku. Zawdzięczając więc prof. Szymkiewiczowi, studenci szkół akademickich, a więc nie tylko przyrodnicy, lecz i leśnicy, ogrodnicy i rolnicy mają narzeczcie podręcznik z którego mogą korzystać.

*January Kołodziejczyk.*

Inż. Czesław Bieźanko. *Wzory i równania w chemji nieorganicznej*. Podręcznik dla uczniów i studentów. Poznań 1928.

W podręczniku swym autor daje odpowiedź na pytanie: „jak się uczyć wzorów chemicznych?“.

Wzory chemiczne oraz układanie równań chemicznych wiele narzeczca trudności uczącym się chemji. Niejednokrotnie też słyszy się narzekania wśród młodzieży gimnazjalnej a także i uniwersyteckiej, że w chemji jest zbyt wiele materiału pamięciowego. Młodzież gimnazjalna przeważnie uczy się wzorów chemicznych na pamięć, a młodzież akademicka ma nieraz wiele kłopotu, jak dobrać spólczynniki, aby ułożyć równanie chemiczne.



Wszystkim tym wielkie korzyści oddać może książka prof. Bieżanki, który w pracy swej kategorycznie przeciwstawia się uczeniu się pamięciowemu wzorów chemicznych. Po gruntownem przestudjowaniu podręcznika Bieżanki można sobie doskonale uporządkować cały szereg podstawowych wiadomości z chemji, które zazwyczaj, we wszystkich dotychczasowych podręcznikach szkolnych i uniwersyteckich, są traktowane zbyt zwięzłe i łatwo ulegają zapomnieniu.

Książka Bieżanki wypełnia tę poważną lukę metodyczną i pedagogiczną, a przeto zasługuje na wprowadzenie wśród szerokich mas uczącej się młodzieży, jako dobry podręcznik pomocniczy, niezbędny przy nauce chemji.

F. M.

---

---

## Polska Bibliografia Przyrodnicza.

W niniejszym zeszycie prace geologiczne są zestawione przez p. Olgę Pazdrową, prace zoologiczne przez p. Dr. M. Młodzianowską-Dyrdowską.

### Antropologia.

**Jachimowicz J.** Badania nad zmiennością nerwów: pośredniego, promieniowego i łokciowego. — Pamiętnik I Zjazdu Anat.-Zool. w Warszawie. Warszawa (1927). 103.

**Lipcówna D.** Badania antropologiczne na 700 noworodkach. — Pam. I Z. A. Z. (1927). 107—108.

**Loth E.** Antropomorfologia mięśni szyi. — Pam. I Z. A. Z. (1927). 91.

**Reicher M.** O wroście twarzy człowieka przed urodzeniem. — Pam. I Z. A. Z. (1927). 90—91.

**Rosiński B.** Dobór małżeński. — Pam. I Z. A. Z. (1927). 105—106.

**Stołyhkowa E.** Zagadnienie doboru płciowego, a współczynnik podbieństwa małżonków. — Pam. I Z. A. Z. (1927) 106—107.

**Wolińska T. i Pruska H.** Obwody podudzia oraz długość i szerokość stopy u uczniów i uczenic szkół poznańskich, ze szczególnem uwzględnieniem asymetrii tych pomiarów. — Przegl. Antropol. II. 4 (1927). 130—140.

**Wrzosek A.** Asymetria twarzy. — Przegl. Antropol. II. 4 (1927). 123—130.

### Astronomja.

**Banachlewicz T.** La trigonométrie sphérique et les voies nouvelles de l'astronomie mathématique. — Bull. Intern. Acad. Polon. Sc. Lettres. Série A. Année 1927 (1927). 1—16, ryc. 1—3.

### Botanika.

**Czczotowa H.** Element atlantycki we florze Polski. — Rozpr. Polsk. Akad. Umiej. Serja A/B. LXV, LXVI (1928). 221—286, ryc. 1—53 (mapy).

**Degen A.** Zwei neue Rosen aus der Hohen Tatra. — Magyar Botanikai Lapok. XXVI (1928). 13—15.

**Gałęzyński B.** Drzewa liściaste, leśne i alejowe. — Nakładem autora. Piaseczno pod Warszawą (1928). 1—192, ilustr.

**Ossowski A.** Studja nad powstawaniem olejków, balsamów i żywic. — Praca przedstawiona w Uniwersytecie Warszawskim celem uzyskania stopnia doktora farmacji. Warszawa (1928). 1—67, tabl. I—VII.

**Paczoski J.** Istota lasu. — Polska na I Międzynarodowym Kongresie Leśnym w Rzymie w 1926 roku. Warszawa (1928). 103—108.

**Pawłowski B.** O kilku nowoodkrytych lub mało znanych roślinach polskich. — Spraw. Kom. Fizjogr. LXII (1927). 209—217, ryc. 1, (mapa).

**Ralski E.** Nowe stanowisko brzozy karłowatej w Polsce. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 2 (1928). 209—212.

**Sokołowski M.** O górnej granicy lasu w Tatrach. — Zakłady Kórnickie. Zakład Badania Drzew i Lasu. Nr. 1. Kraków (1928). 1—188, ryc. 1—60, tabl. 4 (mapy).

**Sokołowski M.** Wyniki badań nad przebiegiem granicy lasu w Tatrach. — Polska na I Międzynarodowym Kongresie Leśnym w Rzymie w 1926 roku. Warszawa (1928). 109—125, ryc. 1—2.

**Suza J.** Przyczynę do znajomości flory porostów w Polsce. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 2 (1928). 212—219.

**Wilezyński J.** Über das Vorkommen der Saussurea Porcii Deg. im Czeremosz - Quellgebiete. — Magyar Botanikai Lapok. XXVII (1928). 65—69.

**Zabłocki J.** Tertiäre Flora des Salzlagers von Wieliczka, Erster Teil. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 2 (1928). 174—208, tabl. VII—XI.

**Zaloski K.** Über die in Polen gefundenen Arten der Gruppe Penicillium Link. I, II und III Teil. — Bull. Internat. Acad. Polon. Sc. Lettres. Série B. Année 1927 (1928). 417—563, tabl. XXXVI—LXI.

## Genetyka.

**Kuntze R.** Genetische Analyse der Färbungsvariabilität des Blattkäfers *Melasoma aenea* L. — Zschr. f. induct. Abstammungs- und Vererbungslehre. XLVII (1928). 125—146, tabl. II.

**Skalińska M.** Sur les causes d'une disjonction non typique des hybrides du genre *Aquilegia*. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 2 (1928). 141—173, ryc. 5—8.

## Geofizyka.

**Grabowski L.** O odwzorowaniach płaskich wiernokątnych eliipsoidy obrotowej, w których pewien wybrany południk odwzorowuje się jako linja prosta (oś  $x$ -ów). — Czasopismo Techniczne. Rocznik 1928 (1928), stronic osiem.

**Stenz E.** Observations de la radiation solaire et de l'opacité atmosphérique faites à Jokkomokk pendant l'éclipse du Soleil du 29 mai 1927. — Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Tom 186 (1928). 997—999.



## Geografja.

**Czarnota T.** Prace kartograficzne Józefa Kornela Witkowskiego.— Wiadomości Służby Geograficznej. I (1927). 337—368, jeden portret i dwie mapy.

**Kreutzlanger J.** Prace i zamiary Wojskowego Instytutu Geograficznego. — Przegląd Geograficzny. VII (1927). 82—87.

## Geologia.

**Bleda F.** Nummulty i ortofragminy eocenu z Pasiecznej koło Nadwórnej. — Rocznik Pol. Tow. Geol. IV (1928). 170—203. Tabl. I.

**Czarnocki J.** Kambr i jego fauna w środkowej części Gór Świętokrzyskich. — Sprawozd. Pol. Inst. Geol. IV. 1—2 (1927). 189—208.

**Janczewski E. W.** Badania grawimetryczne na Podkarpaciu. — Sprawozd. Pol. Inst. Geol. IV. 1—2 (1927). 145—186. Tabl. XXI.

**Jaskólski S.** Złoża oolitowych rud żelaznych obszaru częstochowskiego. — Rocznik Pol. Tow. Geol. IV (1928). 1—85. Tabl. I—VII.

**Kreutz St. et Gaweł A.** Essai d'une caractéristique des roches dans le profil Borysław - Mraśnica - Schodnica. — Mémoire de la I. Reunion de L'Association Karp. en Pologne (1926—1927). 23—71.

**Łoziński W.** Niewidzialny czynnik geologiczny (promienie nadfioletowe). — Rocznik Pol. Tow. Geol. IV. (1928). 93—105.

**Morozewicz J.** Badania terenowe wykonane w lecie r. 1926. — Sprawozd. Pol. Inst. Geol. IV 1—2 (1927). 1—XXI.

**Niewestin A.** Badania geologiczne warstw nadredenowych niecki bytomskiej. — Rocznik Pol. Tow. Geol. IV (1928). 135—163.

**Nowak J.** Nouvelles données sur l'ensemble de la tectonique des Karpates et de l'avant-pays en Pologne. — Mémoire de la I Réunion de L'Association Karp. en Pologne (1926—1927). 71—93.

**Nowak J.** Uwagi geologiczne o fosforytach Niezwiskich. — Przemysł Chemiczny XI (1927). 709—721, ryc. 1—2, mapa 1.

**Rogala W.** Nouvelles données pour la stratigraphie des Karpates. — Mémoire de la I Réunion de L'Association Karp. en Pologne. (1926—1927). 93—105.

**Świderski B.** Sur quelques problèmes de la géologie des Karpates orientales polono-roumaines. — Mémoire de la I Réunion de L'Association Karp. en Pologne (1926—1927). 105—135.

**Szajnocha W.** Dolina Brennicy pod Skoczowem na Śląsku Cieszyńskim. — Rocznik Pol. Tow. Geol. IV (1928). 106—134.

**Tołwiński K.** Géologie des Karpates polonaises orientales de Borysław jusqu'au Pruth. — Mémoire de La I Réunion de L'Association Karp. en Pologne (1926—1927). 135—158.

**Tołwiński K.** Z geologii południowej strefy przedgórze polskich Karpat Wschodnich. — Sprawozd. Pol. Inst. Geol. IV. 1—2 (1927). 246—258, tabl. XXIII.

### Ochrona Przyrody.

Ochrona Przyrody. Organ Państwowej Rady Ochrony Przyrody Zeszyt 7. Kraków (1928). 1—145, ryc. liczne, tabl. 1—IV.

**Sokołowski J.** W jaki sposób młodzież może chronić ptaki. — Wydawnictwa Państwowej Rady Ochrony Przyrody. Nr. 12. Bez daty i miejsca wydania, str. 1—4, ryc. 1—3.

**Sokołowski J.** Skrzynki dla ptaków. — Wydawnictwa Państwowej Rady Ochrony Przyrody. Nr. 14. Bez daty i miejsca wydania, str. 1-4, ryc. 1—3.

**Szafer W.** Sprawozdanie z działalności Państwowej Rady Ochrony Przyrody w roku 1926. — Wydawnictwa Państw. Rady Ochr. Przyrody Nr. 9. Kraków (1927). 1—19.

**Szafer W.** Sprawozdanie z działalności Państwowej Rady Ochrony Przyrody w r. 1927. — Wydawn. Państw. Rady Ochr. Przyrody Nr. 13. Kraków (1928). 1—16.

**Szafer W.** Rezerваты leśne. — Polska na I Międzynarodowym Kongresie Leśnym w Rzymie w 1926 roku. Warszawa (1928). 126—132, mapa 1.

**Sztolerman J.** Międzynarodowa Liga Ochrony Żubra. — Polska na I Międzynarodowym Kongresie Leśnym w Rzymie w 1926 r. Warszawa (1928). 163—170.

### Zoologia.

**Alexandrowicz J. S.** Notes sur l'innervation du tube digestif des Céphalopodes. — Arch. de Zool. expérim et génér. LXVII, 2 (1928), 69—90.

**Chylewski Wl.** Ueber das Vorkommen des Caput ulnare des m. pronator teres in der Primatenreihe. — Pamiętnik I Zjazdu Anat.-Zool. w Warszawie. Warszawa (1927). 102—103.

**Dehnel G.** Spostrzeżenia nad embriologią cietrzewia (*Lyrurus tetricus* L.) (1927). — Ibid. 83—84.

**Demel K.** Kilka uwag o wpływie Wisły na połowy szprotów i śledzi u naszych brzegów. — Arch. Hydrob. i Ryb. II 3—4 (1928). 175—182.

**Drzewicki St.** Wpływ usunięcia gruczołu tarczowego na proces linienia się jaszczurek. — Pam. I Z. A. Z. (1927). 62—63.

**Drzewicki St.** *Lacerta agilis* forma typica L. i *Lacerta agilis* var. *erythronota* Fitz. — Ibid. 63.

**Dyrdowska Marja.** Z badań nad fauną mięczaków Poznańskiego. — Ibid. 70—71.

**Ejsmont L.** Nouvelles recherches sur les Trématodes hématophages (*Spirhpalum polesianum* n. g., n. sp., le Trématode du sang d'*Emys orbicularis*). — Ibid. 76—77.

**Frey Lucja.** Etude anatomo-clinique d'un cas d'anévrisme cirsoïde de la moëlle. — Ibid. 98—99.

**Fuchsówna J. i Sawczyńska J.** Zachowanie się heterochromosomu podczas spermatogenezy u ważki *Aeschna grandis* L. — *Ibid.* 65.

**Frydrychewicz J.** Żerowanie gąsienic Brudnicy nieparki (*L. dispar* L.) w świetle cyfr i pewne dane z jej biologii. — *Rocz. Nauk. Roln. i Leśn.* XIX. 2 (1928). 171—186.

**Fuliński B.** Ze spostrzeżeń nad Wirkami krajowemi. — *Pam. I Z. A. Z.* (1927). 73.

**Grodziński L.** Układ naczyń krwionośnych śluzicy. — *Ibid.* 59.

**Grzybowski J.** Badania filogenetyczne nad tętnicą trzewną i jej rozgałęzleniami w szeregu Naczelných. — *Ibid.* 104.

**Grzybowski J.** O kostnym namiocie mózdku. — *Ibid.* 104—105.

**Haj F.** Badania nad rozwojem podocznego worka limfatycznego u pstrągów. — *Ibid.* 60.

**Hirschler J.** Sprawa aparatu Golgi'ego u Pierwotniaków (Protozoa). — *Ibid.* 61.

**Hirschlerowa Z.** Badania cytoologiczne nad gruczołem tarczycowym płazów. — *Ibid.* 62.

**Jachimowicz J.** Spostrzeżenia nad blastodermami „pierścieniowatymi“ u ptaków. — *Ibid.* 79—81.

**Jakubski A. W.** Z badań nad biologią czerwca polskiego (*Margarodes polonicus* CKll. — *Ibid.* 63—65.

**Jakubski A. W.** Biblijografia faunistyczna ziem Polski po rok 1880. — *Ibid.* 71—72.

**Jakubski A. W.** przy współpracy M. Dyradowskiej. Biblijografia fauny polskiej do roku 1880. Tom I. — *Polska Akademia Umiejętności. Prace Monograficzne Komisji Fizjograficznej.* III. (1927) I—XXIII, 1—470.

**Janicki L.** Badania nad budową serc limfatycznych u jaszczurek. — *Ibid.* 60.

**Konopaekł M.** Zachowanie się mitochondrjów w czasie rozwoju zarodków żaby. — *Pam. I Z. A. Z.* (1927). 95—96.

**Kraczkiewicz Z.** Badania nad rozwojem mezodermy u potworów płatyneurycznych. — *Ibid.* 81—82

**Kwaśniewski T.** Spostrzeżenia nad anomaljami jajnika u ssaków. — *Ibid.* 84—86.

**Loth E.** O asymetrii kręgów szyjnych u wielorybowatých. — *Ibid.* 104.

**Manteuffel L.** Hepatofor — przyrząd do hepatografji. — *Ibid.* 109—110.

**Marciniak T.** Der Ascensus Medullae spinalis bei den menschlichen Phöten. — *Ibid.* 92—93.

**Marciniak T.** Beiträge zur Morphologie des kurzen Kopfes des biceps femoris beim Menschen. — *Ibid.* 93—94.

**Marciniak T.** Ueber der Innervation des Musculus transversus menti beim Menschen. — *Ibid.* 98.

**Messing Z.** Szczeliny wrodzone w tkance mózgu. — *Ibid.* 99—101.



**Młodzianowska-Dyrdowska M.** Slimaki lądowe skorupowe w Poznaniu i właściwości ich rozmieszczenia. — Prace Kom. Mat.-przyrodn. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu, Serja B. IV (1928). 1—91, mapy 1—4, tabl. I—VIII.

**Monné L.** Badania nad chromosomami w karjokinezach somatycznych dżdżownicy *Allolobophora foetida*. — Ibid. 66.

**Orlikowska C.** Dwujądrowe oocyty u ptaków. — Ibid. 82—83.

**Paleolog K.** Badania nad sercami limfatycznymi węzłów. — Ibid. 60.

**Poliński W.** Układ krwionośny *Strophocheilus oblongus* Müll. — Ibid. 89—90.

**Poplewski R.** Polaryzacja stawów. — Ibid. 108—109.

**Ruszkowski J. W.** Z badań nad muchami zbożowymi w Poznaniu w latach 1921—1927. — Roczn. Nauk Roln. i Leśn. XIX 2 (1927). 241—248.

**Sitowski L.** O pasorzytach barczatki (*Dendrolimus pini* L.) i mniszki (*Lymantria monacha* L.). — Roczn. Nauk Roln. i Leśn. XIX. 1 (1928). 1—12.

**Słoniński P.** O barwieniu drobnych naczyń krwionośnych benzydynam. — Pam. I. Z. A. Z. (1927). 74—75.

**Słoniński P.** W sprawie zmienności sezonowej u *Triathra* (*Fiinia*) *longiseta* E. — Ibid. 75—76.

**Słoniński P.** Nowa metoda ujawniania układu naczyniowo-pokarmowego u meduz. — Ibid. 87—89.

**Sokołowski J.** Fauna owadów prostoskrzydłych (Orthoptera) województwa poznańskiego. — Prace Komisji Mat.-przyrodn. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu, Serja B. IV (1928). 1—71.

**Szaniłowski W.** O anomaljach naśladowczych ektodermy w stadjach wczesnych rozwoju ptaków. — Ibid. 77—79.

**Tur J.** Zagadnienia wytyczne embriologii potworów złożonych. — Ibid. 7—58.

**Zalewski A.** Naczynia chłonne torebki stawowej u człowieka. — Ibid. 97—98.

**Zweibaum J. i Elkner A.** O układzie wakuolarnym w komórkach tkanki łącznej hodowanej in vitro. — Ibid. 94—95.

## Spis czasopism

znajdujących się w Bibliotece Polskiego Towarzystwa  
Przyrodników im. Kopernika we Lwowie.

Zestawił

**Dr. ZDZISŁAW PAZDRO**

bibliotekarz T-wa.

*Stan z dnia 1 lutego 1928.*

*Przy każdym czasopiśmie jest wskazany tom, od którego zaczyna się serja  
posiadana przez Towarzystwo.*

- Acta Forestalia Fennica (Suomen Metsälietäelinen Seura—Finska Forstamt-  
fundet — Helsinki). XXIII 1923.
- Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis (Latvijas Universitātes Bota-  
niskā Dārza Raksti — Riga). I 1926.
- Acta Instituti et Horti Botanici Universitatis Tartuensis (Dorpatensis). —  
I. 1926.
- Acta Societatis Botanicorum Poloniae (Organ Polskiego Towarzystwa Bo-  
tanicznego — Warszawa). I. 1923.
- Actas y Memorias — Sociedad Espanola de Antropologia, Etnografia  
y Prehistoria — Madrid. I. 1922.
- Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles (Verhandlungen  
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft — Bern). CVI.  
1925.
- Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. LXXVII. 1925.
- Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg. XXII. 1922.
- Abhandlungen des Sächsischen Geologischen Landesamt. — (Leipzig).  
I. 1927.
- Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen Naturforschenden  
Gesellschaft — (Frankfurt a/M.). XIV. 1891.
- Abstract — Bulletin of Nela Research Laboratory — (Cleveland — Ohio).  
I. 1922.
- Akwarjum i terrarjum. Warszawa I. 1925.
- Allatani Közlemenyek a Kiraly Magyar Természettudományi Társula-  
Allattani Szakosztályának Evnegyedos Foyóirata — (Journal trit  
mestriel publié par la Section de Zoologie de la Société Royale  
des Sciences Naturelles de Hongrie — Budapest). XXII. 1926.

- American Journal of Sciences — (New Haven). XI. 1926. (Nowa Serja).
- Anales del Instituto Geologico de Mexico — (Mexico). I. 1923.
- Annales du Service Botanique de la Direction Générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. III. 1925.
- Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille. XX. 1925.
- Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. XXV. 1913.
- Annals of Missouri Botanical Garden. XIII. 1926.
- Annual Reports the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1920.
- Annual Report of the Bureau of American Ethnology — (Smithsonian Institution — Washington). 1927.
- Annual Report of the Geological Survey Department — (Uganda Protectorate — Eutebbe). 1925.
- Annual Report of the Michigan Academy of Science (Ann Arbor). I. 1900.
- Annual Report of the Smithsonian Institution (Washington). 1926.
- Annuario del Museo Zoologico della Regia Università di Napoli. V. 1922. (Nowa Serja).
- Anvari — Junta de Ciències Naturals — (Barcelona). III. 1918.
- Archivio per Antropologia e la Etnologia — (Società Italiana d'Antropologia e Etnologia — Firenze). LII. 1922.
- Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. IV. 1925.
- Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro. I. 1907.
- Archiwum Pracowni Mineralogicznej Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. I. 1925.
- Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität zu Graz. 1927.
- Arkiv för Botanik utgivet av Kungl. Svenska Vetenskapsakademien — (Stockholm). XIX. 1924.
- Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi utgivet av Kungl. Svenska Vetenskapsakademien — (Stockholm). IX. 1924.
- Archiv für Molluskenkunde — (Deutsche Malakozoologische Gesellschaft — Frankfurt a/M.) 1927.
- Arkiv für Naturkunde Ostbaltikums herausgegeben von der Naturvorschauer Gesellschaft bei der Universität Dorpat. XIV. 1920.
- Arkiv för Zoologi utgivet av Kungl. Svenska Vetenskapsakademien — (Stockholm). XVII. 1925.
- Aus Natur und Museum. Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft — (Frankfurt a/M.). X. 1870.
- Ateneum Wileńskie, czasopismo naukowe, poświęcone badaniom przeszłości Ziemi Wielkiego Księstwa Litewskiego. — (Wilno). IV. 1927.
- Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena. I. 1921.
- Atti della Società Italiana die Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano. LXIV. 1926.
- Avhandlingar och uppsatser — Sveriges Geologiska Undersökning — (Stockholm). CCCXXV. 1923.
- Badania geograficzne nad Polską północno-zachodnią. — (Wydawnictwo Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Poznańskiego). I. 1926.



- Berg und Hüttenmännisches Jahrbuch der Montanischen Hochschule in Leoben. LXXV. 1927.
- Beiblatt zu den Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel in Zürich. I 1925.
- Beiträge zur Geologie der Schweiz — Geotechnische Serie (herausgegeben von der Geotechnischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft). XI. 1923.
- Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme — (wyd. Schweizerische Botanische Gesellschaft — Zürich). 1927.
- Bericht der Freiburger Geologischen Gesellschaft — (Freiberg). X. 1924.
- Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft — (Frankfurt a/M). X. 1870.
- Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft — (Zürich). 1927.
- Bibliografja Geologiczna Polski (wyd. Polski Instytut Geologiczny — Warszawa). I. 1914.
- Biblioteka Puławska — (wyd. Państwowy Instytut Naukowy Gospodarstwa wiejskiego w Puławach). I. 1923.
- Biblioteka Zakładu Polityki Agrarnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego — (Warszawa). III. 1923.
- Biologiske Meddelelser det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab — (København). VI. 1926.
- Biologické Spisy Vysoké školy Zvěrolékařské v Brně — (Publications Biologiques de l'École des Hautes Études Vétérinaires — Brno). I. 1922.
- Biuletėn Etnograficznego Towaristwa — (Bulletin des Vereins für Ethnographie — Kiew). I. 1927.
- Biuletėn Gosudarstvennoho Izdatielstwa — (Moskwa) XV. 1927.
- Biuletėn Kabinetu Antropologii ta Etnologii imenia Chw. Wowka (Bulletin du Laboratoire d'Anthropologie et d'Ethnologie fondé a l'honneur de Th. Wolkow — Akademie des Sciences d'Ukraine — Kiew). I. 1925.
- Biuletėn Moskowskoho Obszczestwa Ispytatelej Prirody — (Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou). XXXI 1917.
- Biuletyn Obserwatorjum Astronomicznego w Wilnie. I. 1921.
- Biuletyn Stacji Geologicznej w Borystawiu — (Państwowy Instytut Geologiczny — Wydział naftowo-solny). VII. 1925.
- Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Peru. C. 1921.
- Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de la Republica Argentina — (Cordoba). XXIX. 1926.
- Boletín del Instituto Geológico de Espana — (Madrid). VIII. 1926.
- Boletín del Instituto Geológico de Mexico — (Mexico). XL. 1923.
- Boletín do Dirección General des Minas, Geologia e Hidrologia — Republica Argentina — (Buenos Aires). VI. 1919.
- Bolletino dei Musei di Zoologia e Anatomia Comparata della R. Università di Torino. XL. 1925.
- Bolletino del R. Ufficio Geologico d'Italia — (Roma). LI. 1926.

- Boletim do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio — (Rio de Janeiro). XV. 1926.
- Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro. I. 1925.
- Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa. XLV. 1927.
- Botanikai Közlemenyek a Kiraly Magyar Természuttudományi Tarsulat Növénytani Szakosztalynának Folyóirata — (Budapest). XXIII. 1926.
- Bulletin de la Societat de Ciénces Naturals de Barcelona „Club Muntanyec“. I. 1912.
- Bulletin de la Station Océanographique de Salammbô. I. 1924.
- Bulletin of the University Geological Survey of Kansas — (Topeka). I. 1913.
- Bulletin de la Section Scientifique de l'Academie Roumaine — (Bucarest). IX. 1925.
- Bulletin de la Société d'Anthropologie de Bruxelles. XL. 1925.
- Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. — (Bruxelles). XXXVI. 1926.
- Bulletin de la Société Botanique de Genève XVI. 1924. (II Série).
- Bulletin de la Société Française de Minéralogie — (Paris). XLVIII. 1926.
- Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. (Alger). XVI. 1925.
- Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse XLIX. 1921.
- Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique — (Bruxelles). LVII. 1924.
- Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles — (Lausanne). LVI. 1926.
- Bulletin d'information — Organe de la Société pour les relations culturelles entre l'U. R. S. S. et l'étranger — (Moscou). 1927.
- Bulletin du Jardin Botanique de l'État — (Ministere de l'Agriculture — Bruxelles). X. 1924.
- Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle — (Paris). 1926.
- Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres — (Cracovie). 1928.
- Bulletin International de l'Académie des Sciences Médicales à Varsovie. 1921.
- Bulletin of Bureau of American Ethnology — (Smithsonian Institution — Washington). LIX. 1918.
- Bulletin of Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College (Cambridge — Mass.). XX. 1878.
- Bulletin of State of Illinois Natural History Survey — (Urbana). XV. 1924.
- Bulletin of the Cornell University Agricultural Experiment Station — (Ithaca). No. 439. 1925.
- Bulletin of the Geological Society of China — (Peking). III. 1924.
- Bulletin of the Geological Survey of China — (Peking). VI. 1924.
- Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia Medica — (Cincinnati — Ohio). I. 1911.

- Bulletin of the Netherlands East Indian Volcanological Survey — (Bandong — Java). I. 1927.
- Bulletin of the New York Botanical Garden. XII. 1924.
- Bulletin of the New Zealand Geological Survey — (Wellington). I. 1906.
- Bulletino dell'Orto Botanico della R. Università di Napoli. VIII. 1926.
- Bulletins of the Geological Survey of Victoria — (Melbourne). XLIV. 1925.
- Buletinul Gradini Botanice si al Muzeului Botanic de la Universitatea din Cluj — (Bulletin du Jardin et du Musée Botaniques de l'Université de Cluj). IV. 1924.
- Buletinul Facultatii de Stiinte din Cernauti I. 1927.
- Contributions from the Brooklyn Botanic Garden. XLII. 1924.
- Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University — (Cambridge Mass.). LXXIII. 1924.
- Contributiuni Botanice din Cluj — (Contributions botaniques de Cluj). I. 1927.
- Compte rendu des séances de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. XLII. 1925.
- Comunicações dos Servicos Geológicos de Portugal — (Lisboa) XIII. 1919.
- Czasopismo geograficzne, poświęcone sprawom nauczania geografji — (wyd. Towarzystwo Geograficzne — Lwów). I. 1923.
- Czasopismo Przyrodnicze — Organ Towarzystwa Przyrodniczego im. St. Staszica w Łodzi. I. 1927.
- Choroby i szkodniki roślin, kwartalnik poświęcony ochronie roślin w Polsce — (Warszawa). I. 1925.
- Chronik der Ukrainischen Ševčenko - Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg. IV. 1900.
- Chronika Naukovoho Towaristwa imeni Szewczenka u Lwowi. 56. 1916.
- Contributions du Laboratoire de Botanique de l'Université de Montréal. I. 1920.
- Časopis Československe společnosti Entomologicke — (Acta Societatis Entomologicae Čechosloveniae — Praha). XVIII. 1921.
- Časopis pro mineralogii a geologii. Organ Československé Společnosti pro Mineralogii a Geologii v Praze) I. 1923.
- Danmark Geologiske Undersogelse — (Kobenhavn). XV. 1925.
- Dansk Botanisk Arkiv utgivet av Dansk Botanisk Forening — (Kobenhavn). IV. 1924.
- Department Bulletin — United States Department of Agriculture (Washington). 1350. 1926.
- Department Circular of United States Department of Agriculture (Washington). 362. 1926.
- Documentos de la Comisión Científica Nacional — (Republica de Colombia — Ministerio de Obras Publicas). II. 1922.
- Eesti loodusteaduse archiiv välja autu Loodusuurijate Seltsi poolt Tartu Ülikooli juure — (Archiv für die Naturkunde Estlands — Tartu). X. 1924.



- Eżegodnik Russkoho Paleontologiczeskoho Obszczestwa — (Leningrad). 1927.
- Fauna Brasilense (Publicación Museu Nacional do Rio de Janeiro). I. 1925.
- Folia Cryptogamica — (Magyarország Vivágtalan növényeire vonatkozó közlemenyek — Szeged). I. 1926.
- Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen — Zeitschrift der Ungarischen Geologischen Gesellschaft — Budapest). 1927.
- General Bulletin of the University of Santo Thomas (Royal and Pontifical) — (Manila). 1925.
- Geologica Hungarica, fasciculi ad illustrandam notionem geologicam et palaeontologicam Regni Hungariae (Budapest). I. 1914.
- Geological Survey Bulletin — Southern Rhodesia — (Bulavayo). I. 1913.
- Geoloszki Anály Bálkanskoga Połnostwa — (Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique — Institut Géologique de l'Université à Beograd). I. 1889.
- Geograficzeskij Westnik udawajemyj Geograficzeskim Instytutom (Leningrad). II. 1923.
- Giornale di Bibliografia tecnica internazionale — (Bologna). III. 1927.
- Glasnik Hrvatskoga Naravoslovnoga Društva — (Zagreb). VI. 1891.
- Godisznik na Sofijskija Universitet. Fizyko-matematiczeski Fakultet — (Annuaire de l'Université de Sofia. Faculté Physico-mathématique). XXI. 1924.
- Godowej Obzor mineralnych resursow S. S. S. R. — (Leningrad). 1926.
- Hygienic Laboratory Bulletin — Treasury Department — United States Public Health Service — (Washington). 114. 1920.
- Imperial Geological Survey of Japan Report (Tokyo). 91. 1924.
- Informacjonnyj Biuleteń Izdaniye Wsesojuznoho Obszczestwa Kulterojazy z zagranicej — (Moskwa). 1927.
- Izwjestija Akademji Nauk Sojuza Sowieckich Socialisticeskich Respublik — (Bulletin de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S.) — (Leningrad). 1926.
- Izwjestija Geograficzeskoho Instituta — (Bulletin de l'Institut Géographique — Leningrad). III. 1922.
- Izwjestija Geologiczeskoho Komiteta — (Bulletins du Comité Géologique — Leningrad). XLV. 1926.
- Izwjestija Gławnoho Botaniczeskoho Sada S. S. S. R. — (Bulletin du Jardin Botanique Principal de l'U. R. S. S. — Leningrad). XXII. 1923.
- Izwjestija Kiewskoho Botaniczeskoho Sada — (Bulletin du Jardin Botanique de Kieff). I. 1924.
- Izwjestija Otdelenija Russkoho Jazyka i Słowesnosti Akademji Nauk — (Leningrad). XXX. 1926.
- Izwjestija Saratowskoho Obszczestwa Jestestwojspiratelej — (Saratow). 1926.
- Izwjestija Stauropolskoho Entomologiczeskoho Obszczestwa — (Acta Societatis Entomologicae Stauropolitanae). I. 1925.

- Izwjestija Tomskoho Gosudarstwennoho Uniwersiteta — (Berichte der Tomsker Staats-Universität), 77. 1926.
- Izvjješća botaničkog Zavoda svenčilišta u Zagrebu — (Acta Botanica Instituti Botanici Universitatis Zagrebensis). I. 1925.
- Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch India — (Bandoeng-Java). LIV. 1925.
- Jaaresverslag Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijng gebied te Heerlen. 1925.
- Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. LXI. 1925.
- Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg. 1925.
- Jahresbericht des Niedersächsischen Geologischen Vereins — (Hannover). X. 1917.
- Jahresberichté und Mitteilungen des Oberheinishen Geologischen Vereins — (Stuttgart). XIV. 1925.
- Japanese Journal of Botany — Transactions and Abstracts — (Tokyo). 1927.
- Journal of the Faculty of Science Imperial University of Tokyo — Section of Botany. I. 1925.
- Journal of the Faculty of Science Imperial University of Tokyo — Section II of Geology, Mineralogy, Geography and Seismology. I. 1925.
- Journal of the New York Botanical Garden. XXVIII. 1927.
- Journal of the Royal Microscopical Society — (London). XLVI. 1926.
- Knihovnia Československé Společnosti Zeměpisné v Praze. V. 1927.
- Knihovnia Státního Geologického Ústavu Československé Republiky — (Praha). I. 1921.
- Kosmos (wydaw. Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika — Lwów). I. 1876.
- Kosmos — Przegląd zagadnień naukowych — (Wyd. Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika — Lwów). LII. (1927).
- Kronika dentystyczna — (miesięcznik poświęcony wszystkim gałęziom dentystyki, chorobom jamy ustnej, oraz sprawom zawodowym — Warszawa). IX. 1914.
- Kryptogamische Forschungen, herausgegeben von der Kryptogamenkommission der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heinishen Flora — (München). VI. 1924.
- Kwartalnik litewski — (wydawnictwo poświęcone zabytkom przeszłości, dziejom, krajoznawstwu i ludoznawstwu Litwy, Białorusi i Inflant — Petersburg). I. 1910.
- La feuille des Jeunes Naturalistes — (Paris). 325—457. 1897—1908.
- Latvijās Universitātes Salīdzinošās Anatomijas un Experimentālās Zooloģijas Institūta Darbi — (Arbeiten aus dem vergleichend-anatomischen und experimental-zoologischen Institut der Lettländischen Universität — Riga). XII. 1924.

- Leaflets from the United States Department of Agriculture — (Washington). IX. 1927.
- Man a monthly record of antropological science, published under the direction of the Royal Antropological Institute of Great Britain and Ireland — (London). XXVII. 1927.
- Matematikai és Természettudományi Értesítő. A. N. Tud. Akadémia III. Osztályának Folyóirata — (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Ungarischen Akademie der Wissenschaften) — (Budapest). XLIII. 1926.
- Matematisk-fysiske Meddelelser der Kgl. Danske Videnskabernes Selskab — (København). VII. 1926.
- Materiały po obszczej i przykładnoj geologii — (Leningrad). 1927.
- McGill University Publications in Botany — (Montréal). VI. 1921.
- McGill University Publications in Geology, Mineralogy and Metallurgy — (Montréal). IV. 1918.
- McGill University Publications in Zoology — (Montréal) I. 1917.
- Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening — (København). VI. 1921.
- Meddelelser fra det Zoologiske Museum — (Kristiania). I. 1922.
- Mededeelingen van het Geologisch Bureau voor het Nederlandsch Mijngebied — (Haarlem). I. 1925.
- Meddelanden från Göteborgs Botaniska Trädgård — (Acta Horti Gothobugensis). I. 1924.
- Mémoire of Cornell University — Agricultural Experiment Station — (Ithaca). 91. 1925.
- Mémoire of the Geological Survey—Union of South Africa — (Pretoria). XXIII. 1925.
- Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark— (Copenhague). XI. 1927.
- Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord — (Alger). I. 1926.
- Mémoires de la Société National des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg XXXIX. 1913.
- Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles — (Lausanne). II. 1926.
- Memoirs of the Geological Survey of Ireland — (Dublin). 1922.
- Memoirs of the Geological Survey of Uganda — (Eutebbe). I. 1925.
- Memoirs of the Geological Survey of Victoria — (Melbourne). XV. 1925.
- Memória Anual - Junta de Cênces Natural — Barcelona. 1919.
- Memoria de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. (Ministerio de Agricultura de la Nación — Rep. Argentina — Buenos Aires). 1921.
- Memorias del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. I. 1925.
- Mémoires e estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra. I. 1926.
- Memorie della Società Italiana die Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano LXIV. 1926.



- Minnesota Studies in Plant Science — (University of Minnesota-Minneapolis). I. 1924.
- Mitteilungen aus dem Institut für allgemeine Botanik in Hamburg. VI. 1924.
- Mitteilungen aus dem Mecklenburgischen Geologischen Landesanstalt. XXXV. 1924.
- Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora (München). IV. 1925.
- Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien. XVI. 1923.
- Mitteilungen der Wiener Mineralogischen Gesellschaft. 70. 1915.
- Mitteilungen der Thüringischen Botanischen Vereins — (Weimar). XXXVII. 1927.
- Mycological Notes — (Cincinnati—Ohio). 67. 1922.
- Mykologia, měsíčník pro pěstování a šíření znalosti hub po stránce vědecké i praktické — (Organ Československého Klubu Mykologického v Praze). I. 1924.
- Nasza Szkoła. (Organ Polskich Towarzystw Oświatowych i Nauczycielstwa prywatnych szkół polskich w Brazylii — Kurytyba). II. 1925.
- Natural History — Journal of the American Museum of Natural History — (New York). XVIII. 1918.
- Nauka Polska, jej potrzeby, organizacja i rozwój. — Rocznik Kasy im. Mianowskiego — (Warszawa). III. 1920.
- Nederlansch Kruidkuning Archief — (Verlagen en Mededeelingen der Nederlandsche Botanische Vereeniging). 1924.
- Norges Geologiske Undersøgelse — (Oslo). 124. 1924.
- Norsk Entomologisk Tidsskrift — (Norsk Entomologisk Forening — Oslo). I. 1920.
- Norsk Geologisk Tidsskrift utgivet av Norsk Geologisk Forening — (Oslo). VII. 1923.
- Notas y Resúmenes — Instituto Espanol de Oceanografía — (Madrid). Ser. II. Vol. IX 1926.
- Notes de la Station Océanographique de Salammbô. I. 1925.
- Notes et mémoires de la Station Océanographique de Salammbô. I. 1925.
- Notizblatt des Botanischen Gartens und Museum zu Berlin. 89. 1926.
- Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt. V Folge. VII. 1925.
- O Museu Nacional — (Rio de Janeiro). 1920.
- Obszczestwo Iżuczennija Mandżurskoho Kraja — Sekcija Jestestwoznajija — (Charbin). I. 1925.
- Ogrodnictwo — Miesięcznik wydawany przez Towarzystwo Ogrodnicze w Krakowie. XXI. 1925.
- Ohio Journal of Sciences — (Columbus) XXVI. 1926.
- Ohio State University Bulletin — (Columbus). XXXI. 1926.
- Okólnik Obserwatorjum Krakowskiego. Nr. 25. 1927.
- Paleontological Bulletin of the New Zealand Geological Survey — (Wellington). 1. 1913.

- Pamiętnik Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach. I. 1921.
- Papers of Michigan Academy of Sciences, Arts and Letters — (Ann Arbor). I. 1921.
- Polska Gazeta Lekarska — (Lwów). V. 1926.
- Polski Przegląd Kartograficzny — (Lwów) I. 1923.
- Polskie Archiwum Nauk Biologicznych i Lekarskich — (Lwów). I. 1902.
- Posiedzenie Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego — (Warszawa) I. 1922.
- Prace Akademii Górniczej w Krakowie. I. 1925.
- Prace geograficzne wydawane przez Eugenjusza Romera — (Lwów). V. 1925.
- Prace Komisji Matematyczno- przyrodniczej — Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Serja A. t. II. Serja B. t. III. 1925.
- Prace meteorologiczne i hydrograficzne — (Państwowy Instytut Meteorologiczny) — (Warszawa). Serja F. z. I. 1924.
- Prace monograficzne Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności — (Kraków). I. 1925.
- Práce Moravské Přírodovědecké Společnosti — (Acta Societatis Scientiarum Naturalium Moraviae — Brno). I. 1924.
- Prace Polskiego Instytutu Geologicznego — (Warszawa). II. 1927.
- Prace wykonane w Zakładzie Geograficznym Uniwersytetu Warszawskiego.
- Prace Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Wilnie. III. 1925.
- Prace Zakładu Biologii Ogólnej Uniwersytetu Stefana Batorego w Wilnie. I. 1923.
- Prace Zakładu Maszynoznawstwa Rolniczego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie I 1922.
- Prace zoologiczne Polskiego Państwowego Muzeum Przyrodniczego. — (Warszawa). I. 1922.
- Proceedings and report — Ashmolean Natural History Society of Oxfordshire — (Oxford). 1926.
- Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. LXV. 1914.
- Proceedings of the Lahore Philosophical Society. III. 1921.
- Proceedings of the Leeds Philosophical and Literary Society — Scientific Section — (Leeds). I. 1925.
- Proceedings of the Royal Society of Canada — (Ottawa). 1926.
- Przegląd gazowniczy — (Lwów). I. 1921.
- Przegląd gazowniczy i wodociągowy — (Kraków). III. 1923.
- Przemysł chemiczny — Miesięcznik poświęcony sprawom polskiego przemysłu chemicznego — (Warszawa). IV. 1920.
- Przyroda i Technika — Miesięcznik wydawany staraniem Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika — (Lwów). IV. 1925.
- Przyrodnik — Miesięcznik poświęcony naukom przyrodniczym — (Cieszyn). I. 1924.

- Public Health Bulletin — Treasury Department — United States Public Health Service — (Washington). XXXVII. 1916.
- Publicaciones — Dirección General de Minas, Geología e Hidrología (República Argentina — Buenos Aires). I. 1924.
- Publications of the Puget Sound Biological Station of the University of Washington (Seattle). I. 1917.
- Publicazioni della Stazione Zoologica di Napoli. VI. 1925.
- Quarterly Summary and Meteorological Readings — Royal Botanic Society of London. XXXII. 1927.
- Raboty Wołżskoj Biologiczeskoj Stancii — (Saratow). V. 1921.
- Ricerche eseguite nell'istituto di Anatomia e Fisiologia Comparata della Regia Università di Pavia. 1924.
- Records of the Geological Survey of Victoria — (Melbourne). IV. 1925.
- Report on the Science Museum — (London). 1920.
- Reprints of the P. H. Reports of the Treasury Department — United States Public Health Service — (Washington). 153. 1918.
- Review of the Manchuria Research Society (Charbin). 1926.
- Revista de Ciencias — (Lima). XXX. 1927.
- Revista de la Sociedad Matemática Española — (Madrid). I. 1911.
- Revista matemática Hispano-americana — (Sociedad Matemática Española y Laboratorio-Seminario Matemática Española — Madrid). I. 1926.
- Revista Muzeului Geologic-mineralogic al Universității din Cluj. I. 1924.
- Revue de Zoologie Agricole et Appliquée publiée par la Société d'Étude et de Vulgarisation de la Zoologie agricole — (Bordeaux). XXIV. 1925.
- Rocznik Akademji Umiejętności w Krakowie. 1909.
- Rocznik astronomiczny Obserwatorium Krakowskiego. VI. 1928.
- Roczniki chemji — (Organ Polskiego Towarzystwa Chemicznego — Warszawa). I. 1921.
- Roczniki nauk rolniczych i leśnych — (Poznań). IX. 1923.
- Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Krakowie. I. 1921.
- Rocznik Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Wilnie. II. 1908.
- Rocznik Zakładu Polityki Agrarnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego — (Warszawa). I. 1922.
- Rozprawy Státniho Geologického Ústavu Československe Republiky — (Praha). I. 1926.
- Rozprawy Akademji Nauk Lekarskich — (Warszawa). I. 1921.
- Rozprawy biologiczne z zakresu medycyny weterynaryjnej rolnictwa i hodowli — (Lwów). III. 1925.
- Rozprawy Wydziału Matematyczno-przyrodniczego Polskiej Akademji Umiejętności — (Kraków). Serja III. t. 23/24. 1923.
- Ruch filozoficzny — (Lwów). V. 1920.
- Russkij Archiw Anatomii, Histologii i Embriologii — (Archives russes d'anatomie, d'histologie et d'embriologie) — (Leningrad III. 1925.
- Russkij Antropologiczeskij Žurnal — (Journal russe d'anthropologie). XV. 1926.



- Russkij Zoologičeskij Žurnal — (Moskwa). VII. 1927.
- Russkoje Entomologičeskoe Obozrenije — (Organ Russkoho Entomologičeskoho Obszczestwa — Leningrad). XIV. 1914.
- Sbornik Československé Společnosti Zeměpisne — (Praha). I. 1895.
- Sbornik Klubu Přírodovědeckého v Praze. 1914.
- Sbornik Státního Geologického Ústavu Republiky Československé — (Praha). I. 1919.
- Sbornik Vysoké Školy Zemědělské v Brně — Bulletin de l'École Supérieure d'Agronomie). 1924.
- Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Pr. LXIII. 1922.
- Short Report of the Southern Rhodesia Geological Survey — (Salisbury). I. 1924.
- Silva Fennica — Suomen Metsätieteellinen Seura — (Helsinki). I. 1926.
- Sitzungsberichte der Anthropologischen Gesellschaft zu Bonn. 19.0.
- Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften — (München). 1924.
- Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften — (Berlin). 1926.
- Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft „Isis“ in Dresden. 1924.
- Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock. N. F. IV. 1912.
- Sitzungsberichte und Abhandlungen — „Flora“ — Sächsische Gesellschaft für Botanik und Gartenbau in Dresden. 1915.
- Spisy Lékařské Fakulty Masarykovy University — (Brno) — (Publications de la Faculté de Médecine) 1922.
- Spisy Přírodovědeckou Fakultou Masarykovy University — (Brno) — (Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk). I. 1921.
- Sprawozdania i Prace Polskiego Towarzystwa Fizycznego — (Warszawa). I. 1920.
- Sprawozdania i Prace Polskiego Towarzystwa Przyrodniczego im. Staszica w Łodzi. I. 1927.
- Sprawozdania Komisji Fizjograficznej — Polska Akademia Umiejętności — (Kraków). III. 1869.
- Sprawozdania Państwowego Instytutu Meteorologicznego — (Warszawa). 1926.
- Sprawozdania Polskiego Instytutu Geologicznego — (Warszawa). I. 1920.
- Sprawozdania Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach — (Suwałki). I. 1922.
- Sprawozdania Towarzystwa Naukowego we Lwowie. I. 1921.
- Sprawozdania z czynności i posiedzeń Polskiej Akademji Umiejętności — (Kraków). XIX. 1914.
- Sprawozdania z działalności Zakładów Ochrony Lasu i Entomologii w Skiernewicach. I. 1922.
- Studies in Biological Sciences — the University of Minnesota — (Minneapolis). I. 1913.

- Svensk Botanisk Tidskrift, utgiven av Svenska Botaniska Föreningen — (Stockholm). XX. 1926.
- Sylwan — Organ Polskiego Towarzystwa Leśnego — (Lwów). XL. 1922.
- Tartu Ülikooli Juures oleva Loodusuurijate Seltsi Aruanded — (Sitzungsberichte der Naturforscher Gesellschaft bei der Universität Tartu). XXIV. 1915.
- Technical Bulletin — United States Department of Agriculture — (Washington). XXI. 1927.
- Trabajos del Instituto de Botánica y Farmacología — Facultad de Ciencias Médicas de Buenos Aires. XLII. 1924.
- Trabajos del Instituto de Botánica y Farmacología — (Buenos Aires). XLI. 1920.
- Trabajos de Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. V. 1924.
- Transactions and Proceedings of the Botanical Society of Edinburgh. XXIX. 1927.
- Transactions and Proceedings of the Royal Society of South Australia — (Adelelaide). I. 1926.
- Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences — (New Haven). XXVII. 1925.
- Transactions of The Royal Geological Society of Cornwall — (Pensance). XV. 1927.
- Transactions of the Royal Society of Canada of Section III Mathematical, Chemical and Physical Sciences — (Ottawa). 1926.
- Transactions of the Royal Society of Canada of Section IV — Geological Sciences — (Ottawa) 1926.
- Transactions of the Royal Society of Canada of Section V — Biological Sciences — (Ottawa). 1926.
- Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arst and Letters — (Madison). 1926.
- Travaux de la Société Bulgare de Sciences Naturelles — (Sofia). 1927.
- Travaux de la Station Biologique de Roscoff — (Paris). I. 1923.
- Travaux du Laboratoire d'Anatomie et d'Histologie comparées de la Sorbonne — (Paris) I. 1923.
- Travaux Géographiques Tchèques -- (Praha). I. 1901.
- Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona. III. 1920.
- Trudy Azowsko-Czernomorskoj Nauczno-Promistowoj Ekspedycji — (Abhandlungen der Wissenschaftlichen Fischerei-Expedition im Azowschen und Schwarzen Meer — Kertsch). I. 1926.
- Trudy Charkowskoho Obszczestwa Ispitatelej Prirody pri Ukrgławna-uke — (Travaux de la Société de Naturalistes de Charkov). I. 1925.
- Trudy Gosudarstwennoho Dalnewostocznoho Uniwersiteta — (Władywostok). I. 1926.
- Trudy Leningradskoho Obszczestwa Jestestwojispitatelej — (Travaux de la Société des Naturalistes de Léningrad). LIV. 1923.
- Trudy Sungarijskoj riecznoj biologiczeskoj stancii — (Obszczestwo Izučennija Mandžurskoj Kraja — Charbin). I. 1925.



- Trudy Osoboj Zoologiczeskoj Laboratorii i Sewastopolskoj Biologiczeskoj Stancii — (Leningrad). II. 1926.
- Trudy Peterhowskoho Estestwennno-naucznoho Instytuta — (Travaux de l'Institut des Sciences Naturelles de Peterhoff). I. 1925.
- Trudy pro prikladnoj entomologii — Gusudarstwennyj Institut Oпитnoj Agronomii — (State Institute of Experimental agronomy - Worsk on applied entomology — Leningrad). I. 1926.
- Trudy Russkaho Entomologiczeskaho Obszczestwa u St. Petersburga. XLI. 1914.
- Ta Pepragmena tou Geologikou Grafeion — (Compte-rendus du Bureau Géologique de Grece — Athenai). XII. 1925.
- University of California Chronicle — (Berkeley). I. 1893.
- University of California Publications in American Archaeology and Ethnology — (Berkeley). I. 1903.
- University of California Publications in Botany — (Berkeley). I. 1903
- University of California Publications in Classical Philology — (Berkeley). I. 1903.
- University of California Publications in Geological Sciences — (Berkeley). I. 1896.
- University of California Publications in Pathology — (Berkeley). I. 1903.
- University of California Publications in Philology — (Berkeley). I. 1904.
- University of California Publications in Physiology — (Berkeley). I. 1903.
- University of California Publications in Zoology — (Berkeley). I. 1902.
- University of Michigan Studies — Scientific Series. I. 1914.
- Verhandlungen der Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg — (Berlin — Dahlem). LXIII. 1922.
- Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt — (Wien). 1920.
- Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte — (Heidelberg). LXXXIX. 1926.
- Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. XXXV. 1923.
- Verhandlungen des Naturhistorisch - medizinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. XV. 1924.
- Verhandlungen der Physikalisch - medizinischen Gesellschaft zu Würzburg. I. 1925.
- Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft — (Bern). CVI. 1925.
- Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. LXXII. 1922.
- Veröffentlichungen der Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich. I. 1924.
- Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening in København. L. XXV. 1925.
- Vijesti Geološkoga Zavoda u Zagrebu. I. 1925.
- Welsh Plant Breeding Station - University College of Wales — (Aberystwyth). 1921.
- Wetenschappelijke Mededeelingen Dienst van den Mijnbouw in Nederlandsch Indie — (Bandoeng). IV. 1926.



- Westnik Geologičeskogo Komiteta — (Bulletin du Comité Géologique — Leningrad). 1927.
- Westnik Moskovskoj Gornoj Akademii — (Moskwa). I. 1922.
- Wiadomości Meteorologiczne — Państwowy Instytut Meteorologiczny — (Warszawa). 1923
- Wiedza i życie — miesięcznik poświęcony popularyzacji wiedzy, oraz samokształceniu — (Warszawa). XII. 1917.
- Winnickaja Filja Wsenarodnoj Biblioteki Ukrainy pry Wseukraińskij Akademii Nauk — Kabinet Wyuczuanija Podollija — (Winnica) I. 1924.
- Wisła — Miesięcznik poświęcony krajoznawstwu i ludoznawstwu. XVIII. 1903.
- Wochenbericht der Gesellschaft für Kulturelle Verbindung der Sowjetunion mit dem Auslande — (Moskwa). 1927.
- Year Book the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1923.
- Zapiski Etnograficznego Towaristwa — (Mitteilungen des Verein für Ethnographie — Kiev). I. 1925.
- Zapiski Gornoho Instituta — (Annales de l'Institut des Mines — Leningrad). VII. 1926.
- Zapiski Imperatorskoj Akademii Nauk — (St. Petersburg). XXIII. 1874.
- Zapiski Kiewskoho Obszczestwa Jestestwojspitatelej — (Kijów). XXIII. 1914.
- Zapiski Kijiwskoho Silsko - gospodarskoho Instytutu — (Memoirs of the Agricultural Institute of Kyiv). I. 1926.
- Zapiski Krimskoho Obszczestwa Jestestwojspitatelej i Ljubitelej Prirody. VIII. 1926.
- Zapisnici Srpskog Geoloskog Društva — (Comptes rendus des séances de la Société Géologique de Serbie — Belgrade). I. 1897.
- Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1926.
- Zeitschrift für Ethnologie — Organ der Berliner Gesellschaft für Anthropologie und Urgeschichte. LVII. 1925.
- Zeměpisná knihovna (Praha). I. 1904.
- Zbirnik Matematyczno - prirodopisno - likarskij Sekciji Naukowoho Towaristwa imeni Szewczenka u Lwowi — (Sammelschrift der Mathematisch - naturwissenschaftlich - ärztlichen Sektion der Šewčenko Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg). VI. 1909.
- Zbirnik prać Biologicznoho Instytutu imeni Omelczenka — (Travaux de l'Institut Biologique — Académie des Sciences de l'Ukraine — Kiev). I. 1926.
- Zpráva o činnosti Moravského Zemského Výzkumného Ústavu Zemědělského v Brně. 1926.

## Regulamin biblioteczny

### Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika.

1. Nazwa Biblioteki: „Biblioteka Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika we Lwowie”.

2. Siedziba: Lwów.

3. Wszyscy członkowie Towarzystwa mogą korzystać z Biblioteki na równych prawach.

4. Technika wypożyczania: Każdy członek Towarzystwa może korzystać z Biblioteki Towarzystwa tylko za pośrednictwem Zarządu Oddziału Towarzystwa w następujący sposób: każdy Oddział wybiera referenta bibliotecznego, który utrzymuje kontakt z Biblioteką. Na jego ręce przesyła się zamówienia na żądane dzieła z podpisem członka. Referent biblioteczny przesyła zamówienie kontrasygnowane swoim podpisem wprost do Zarządu Biblioteki. Biblioteka wysyła książki na ręce referenta.

5. Ilość wypożyczonych książek: Jeden członek może mieć wypożyczonych w sumie 10 tomów (maximum), przyczem 2 broszury liczy się za 1 tom.

6. Poszczególnych numerów bieżących czasopism lub sprawozdań Towarzystwa i wszelkich wydawnictw ciągłych nie wypożycza się, aż po skompletowaniu tegoż w tom lub rocznik.

7. Termin zwrotu. Książki wypożycza się na przeciąg 2 miesięcy, licząc od daty wysłania.

8. Koszt opakowania i wysyłki ponosi wypożyczający.

9. Odpowiedzialność za zwrot lub uszkodzenie (zniszczenie oprawy, podarcie, kreślenie na książkach lub wydzieranie ilustracji), chyba że uszkodzenie w chwili wypożyczania jest zaznaczone na rewersie, przyjmują na siebie Zarządy Oddziałów.

10. O ile wypożyczający pragnie zatrzymać książkę ponad 2 miesiące jest obowiązany przed upływem terminu prosić o prolon-gatę, która może mu być udzielona, o ile nikt tymczasem tego samego dzieła nie żąda.

11. O ile wypożyczający nie zwróci książki w przepisany termin, posyła mu referent biblioteczny Zarządu Oddziału urgens w liście nieopłaconym, zawiadamiając o tem Zarząd Biblioteki.



12. O ile żądanie zawarte w urgensie nie zostanie uwzględnione do 3 tygodni, posyła się powtórny urgens z tem samym wezwaniem. O ileby ten drugi urgens nie pociągnął zwrotu książek w wspomnianym terminie, udaje się referent do władz państwowych o pomoc.

13. Bibliotekarzowi przysługuje prawo wysyłania urgensów do referentów bibliotecznych, o ile nastąpi zwłoka w zwrocie książek, wymieniona w punkcie 11 i 12.

14. O ile wypożyczający zmusi Bibliotekę skutkiem niezastosowania się do urgensów do udania się o pomoc do władz państwowych lub nie zastosuje się do punktów 16 i 17 tegoż regulaminu, traci on prawo do korzystania z Biblioteki na czas ustalony przez Komisję Biblioteczną Zarządu Głównego Towarzystwa.

15. Każdą książkę wypożycza się za osobnym rewersem. Tomy i roczniki tego samego czasopisma mogą być wypożyczone za jednym i tym samym rewersem.

16. Pożyczający książki ma o każdej zmianie mieszkania zawiadomić referenta i bibliotekarza.

17. Jeśli wypożyczający wyjeżdża za granicę, obowiązany jest wszystkie wypożyczone książki zwrócić.





# KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO  
TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW  
IM. KOPERNIKA.

SERJA A. ROZPRAWY

WYCHODZI ROCZNIE W 4 ZESZYTACH.

Redaktor odpowiedzialny: Prof. Dr. Ignacy Zakrzewski.

Komitet Redakcyjny:

Członkowie Zarządu Głównego T-wa zamieszkali we Lwowie.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Dla nieczłonków prenumerata w księgarniach.

Skład główny: Książnica - Atlas Lwów, ul. Czarnieckiego 12.

Adres Redakcji: Prof. Dr. Ignacy Zakrzewski, Lwów, ul. Jabłonowskich 8.

Adres Administracji: Prof. Dr. F. Stroński, Lwów, ul. Długosza 8.

Wkłádki członków T-wa przyjmują Skarbnicy Oddziałów :

Bydgoszcz, Prof. R. Kwieciński, ul. Zaczysze 8.

Katowice, Prof. Wł. Głębnik, ul. Batorego 7.

Kraków, Prof. B. Dyakowski, ul. Kochanowskiego 19.

Lwów, Dr. G. Poluszyński, ul. św. Mikołaja 4.

Poznań, Prof. J. Szulczewski, ul. Poznańska 58 A.

Sosnowiec, Inż. Jerzy Szydłowski, Pr. S. Handl. Szenowska 17.

Warszawa, Dyr. Inż. E. Korb, Al. 3-go Maja 18.

Wilno, Prof. Inż. W. Kraszewski, Nowogrodzka 22.

## PRZYRODA i TECHNIKA

CZASOPISMO, POŚWIĘCONE NAUKOM PRZYRODNICZYM I ICH ZASTOSOWANIU.

Wydawane przez Polskie Towarzystwo Przyrodników im.  
Kopernika (Bydgoszcz, Kraków, Lwów, Poznań, Sosnowiec,  
Warszawa, Wilno).

Delegat Zarządu Głównego Pol. Tow. Przyr. im. Kopernika  
i Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego prof. dr. E. Romer.

Redaktor Dr. M. Koczwarą.

Wychodzi raz na miesiąc z wyjątkiem lipca i sierpnia.

ADRES REDAKCJI :

Lwów, Uniwersytet, Instytut Bo-  
taniczny, ul. św. Mikołaja 4.

ADRES ADMINISTRACJI :

Książnica-Atlas, Lwów, ul. Czarnieckiego 1. 12. P. K. O. 149.598.

Prenumerata roczna zł. 8.40. Członkowie Pol. Tow. Przyr. im. Ko-  
pernika otrzymują czasopismo bezpłatnie.

Składy główne :

KSIĄŻNICA-ATLAS, Oddział w Warszawie, ulica Nowy Świat 1. 59.

KSIEGARNIA św. WOJCIECHA, Poznań, plac Wolności 1, Lublin  
i Wilno. GEBETHNER i WOLFF, Kraków, Rynek główny 23. —

LUDWIK FISZER, Katowice, Poprzeczna 1. — R. JASIELSKI, Stanisławów.