

P1528

ZESZYT IV.

1928.

ROCZNIK LIII.

KOSMOS

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ 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.

	Str.
D. Szymkiewicz. — Promieniowanie jako czynnik klimatyczny. I. Promieniowanie krótkofalowe. (Tablice II—IV)	417
J. Trojan. — O syntezie cukrów	452
A. Łomnicki. — Zagadnienia statystyki matematycznej. Część pierwsza. Statystyka jednej zmiennej	477
D. Szymkiewicz. — Jeszcze słów kilka o stosunkach liczbowych w budowie roślin	507
E. Żyliński. — O liczbach Fibonacciego w statystyce biologicznej	511
S. Kulczyński. — Teorja Wegenera i jej stosunek do paleobotaniki	517
B. Fułiński. — Zagadnienie dojrzewanja płciowego osobników męskich u kregowców i człowieka	532
J. Dembowski. — O potrzebie i możliwości definicji życia	549
H. Reguiski. — IV. Zjazd Fizyków Polskich	565
<i>Polska bibliografja przyrodnicza</i>	571
<i>Spis czasopism znajdujących się w Bibliotece Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika. (Uzupełnienie)</i>	580
B. Hryniewiecki. — <i>O poziom-naszych książek popularno-naukowych. (Z powodu „Zasad biologji ogólnej“ dra J. Dembowskiego)</i>	585
Komunikat	590

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

Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.

ROCZNIK LIII.

1928.

KOSMOS

SERJA B.

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



WE LWOWIE.

NAKŁADEM POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA. Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.
PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, ULICA LINDEGO L. 4.



rcin.org.pl

SPIS RZECZY.

	Str.
A. Kozikowski. — Działalność naukowa prof. Zygmunta Mokrzeckiego	1
Z. Krzysikówna. — O związku między promieniami β i γ . (Referat na podstawie prac p. L. Meitner)	10
S. Gąsiorowski. — Sztuczna benzyna	24
E. Żyliński. — Z zagadnień matematyki. II. O podstawach matematyki	42
D. Szymkiewicz. — Przyczynek do kwestji przystosowywania się organizmów do otoczenia	54
K. Sembrat. — O roli tarczycy w organizmie kręgowców	57
W. Roszkowski. — Jan Tur (w 30-lecie pracy naukowej)	113
D. Szymkiewicz. — Stosunki liczbowe w budowie roślin	128
W. Friedberg. — Wymieranie zwierząt	143
A. Namysłowska. — Obecny stan badań nad trypanosomją u roślin	169
M. Skalińska. — 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 koloidalnych z nim związanych	202
S. Ruziewicz. — Z zagadnień matematyki. III. Co wiemy, a czego nie wiemy o liczbach całkowitych	231
D. Szymkiewicz. — W sprawie drożyzny niemieckich czasopism naukowych	241
W. Nechay. — Teorja Wegenera pod względem geologicznym	277
M. z Demblińskich Rózkowska. — Pochodzenie skamielin narzutowych ze szczególnem uwzględnieniem Wielkopolski	294
R. Dreżepolski. — Ewolucja jądra i jego rola u Euglenin	312
A. Łomnicki. — Z zagadnień matematyki. IV. Rachunek prawdopodobieństwa i jego zastosowania	325
S. Kulczyński. — Ogród flory polskiej	340
J. Tokarski. — Opad tajemniczego pyłu w Polsce w d. 26—27 kwietnia 1928 r. (Szczegółowa analiza materiału z województwa stanisławowskiego i lwowskiego)	350
D. Szymkiewicz. — Przyczynek do genezy grzbiecistych kwiatów	358
D. Szymkiewicz. — Promieniowanie jako czynnik klimatyczny. I. Promieniowanie krótkofalowe. (Tablice II—IV)	417
J. Trojan. — O syntezie cukrów	452

	Str.
A. Łomnicki. — Zagadnienia statystyki matematycznej. Część pierwsza. Statystyka jednej zmiennej	477
D. Szymkiewicz. — Jeszcze słów kilka o stosunkach liczbowych w budowie roślin	507
E. Żyliński. — O liczbach Fibonacciego w statystyce biologicznej . .	511
S. Kulczyński. — Teoria Wegenera i jej stosunek do paleobotaniki .	517
B. Fułiński. — Zagadnienie dojrzewania płciowego osobników męskich u kręgowców i człowieka	532
J. Dembowski. — O potrzebie i możliwości definicji życia	549
H. Reguński. — IV. Zjazd Fizyków Polskich	565
<hr/>	
<i>Sprawozdania i oceny</i>	84, 246, 367
<i>J. Dembowski.</i> — <i>Odpowiedź prof. B. Hryniewieckiemu</i> . .	369
<i>B. Hryniewiecki.</i> — <i>O poziom naszych książek popularnonaukowych. (Z powodu „Zasad biologji ogólnej“ dra J. Dembowskiego)</i>	585
<i>Polska Bibliografja Przyrodnicza</i>	72, 254, 373, 571
<i>Spis czasopism znajdujących się w bibliotece Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika</i>	260, 580
<i>Regulamin biblioteczny</i>	275
<i>Spis członków Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika w r. 1927</i>	90
<i>Komunikaty</i>	70, 112, 412, 590

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENÍ NAUKOWYCH POD REDAKCJĄ D. SZYMKIEWICZA.

ROCZNIK LIII.

ROK 1928.

ZESZYT IV.

D. SZYMKIEWICZ.

Promieniowanie jako czynnik klimatyczny.

I. Promieniowanie krótkofalowe.

(Tablice II—IV).

Znaczenie promieniowania jako czynnika klimatycznego nie potrzebuje długich wyjaśnień. Promieniowanie jest głównym źródłem energii na ziemi. Pod jego przemożnym wpływem odbywają się wszystkie zjawiska geologiczne, meteorologiczne i biologiczne. Decyduje ono o temperaturze powietrza i ziemi, powoduje zmianę dnia i nocy, zimy i lata. Promieniowanie dostarcza zielonym roślinom energii potrzebnej do syntezy związków organicznych, jedyne go źródła pożywienia dla wszystkich istot żyjących. Promieniowanie wywiera silny wpływ na człowieka, wpływ zbawienny lub zgubny, zależnie od okoliczności i t. d. i t. d. Wobec powyższego nie od rzeczy będzie przedstawić obecny stan badań nad promieniowaniem i wskazać, w jakim kierunku powinny być te badania prowadzone, by czyniły zadość wymogom klimatologii.

Musimy przedewszystkiem wyjaśnić dokładniej istotę zagadnienia. Przez każdy punkt przestrzeni przechodzą we wszystkich kierunkach pęki promieni. Ściśle rzecz ujmując, trzeba zbadać osobno promieniowanie idące w każdym z tych kierunków. Trzeba wymierzyć jego natężenie, a nadto, ponieważ promieniowanie jest zawsze mieszaniną różnych fal, trzeba zbadać jego skład spektroskopowy. Tego rodzaju badanie, ujmowane w całej jego rozciągłości, jest zbyt trudne, jakkol-

wiek wykonalne. Dla uproszczenia rozpatruje się nie każdy kierunek osobno, lecz całość promieniowania, padającego na płaszczyznę, umieszczoną w danym punkcie, bez względu na to, z jakiego kierunku promienie przychodzą. Bierze się przytem osobno promieniowanie padające na jedną stronę płaszczyzny, osobno na drugą.

Rozpatruje się w ten sposób przedewszystkiem, jakie promieniowanie pada z góry, na poziomą płaszczyznę; nazwijmy to promieniowanie górnem. Odmienne będzie promieniowanie padające na taką płaszczyznę z dołu; nazwijmy je dolnem. Inne jeszcze będzie promieniowanie boczne, padające na płaszczyznę pionową. To ostatnie będzie się zmieniało bardzo silnie zależnie od orjentacji płaszczyzny względem stron świata. Wreszcie można rozpatrywać wszelkiego rodzaju promieniowanie skośne. Oprócz tego wszystkiego można jeszcze rozważać, w jakim położeniu płaszczyzna umieszczona w danym punkcie otrzyma najwięcej energii promienistej; będzie to promieniowanie maksymalne, które przychodzi skośnie z góry, z wyjątkiem krajów podzwrotnikowych, gdzie jest czasem identyczne z górnem. Najważniejszym jest promieniowanie górne i maksymalne. To też będziemy się zajmowali niemi najwięcej.

Ważną dalej rzeczą jest wybór jednostki dla pomiaru natężenia promieniowania. Jednostka bezwzględna, erg na sekundę i kwadratowy centymetr, jest zbyt mała i dlatego weszło w powszechne użycie określanie promieniowania w gramowych kalorjach na minutę i na kwadratowy centymetr. Tej jednostki będziemy się stale trzymali. Zamiast niej Napier Shaw zaproponował używanie kilowattów na kwadratowy dekametr. Taka jednostka jest nieco mniejsza od poprzedniej:

$$1 \text{ gr. cal/min cm}^2 = 1.161 \text{ KW/Dm}^2.$$

Propozycja ta, poza krajami anglosaskimi, nie spotkała przychylnego przyjęcia.

Podając natężenie promieniowania, trzeba nietylko wskazać charakter użytej jednostki, ale nadto, według jakiej skali aktynometrycznej pomiar został dokonany, czy według skali Ångströma, czy też Abbota. Wartości obliczone według pierwszej z nich są mniejsze od wartości drugiej w stosunku:

$$\frac{\text{Abbot}}{\text{Ångström}} = 1.034.$$

Do tej kwestji powrócimy jeszcze w dalszym ciągu tego artykułu.

Jak to już było wspomniane powyżej, do poznania promieniowania potrzeba nie tylko wymierzenia jego natężenia, ale i określenia jego składu spektroskopowego. Promieniowanie jest zawsze mieszaniną rozmaitych fal, o różnej długości i różnem działaniu. Ściśle rzecz biorąc, trzeba wymierzyć osobno natężenie każdego rodzaju fal. Jest to zadanie bardzo trudne, jakkolwiek wykonalne. Dla uproszczenia dzieli się zwykle widmo na niewielką ilość części i każdą z nich traktuje się osobno.

Promieniowanie naturalne składa się z dwóch odrębnych części: krótkofalowego i długofalowego. Promieniowanie krótkofalowe składa się z fal o długości nie przewyższającej 3μ . Dalej idzie przerwa w widmie, sięgająca gdzieś do 6μ , skąd zaczyna się promieniowanie długofalowe, osiągające maksimum natężenia około 9μ i wygasające gdzieś około 13μ . Pochodzenie tych dwóch rodzajów promieniowania jest całkiem różne. Promieniowanie krótkofalowe pochodzi od słońca albo bezpośrednio albo pośrednio po rozproszeniu w atmosferze. Natomiast promieniowanie długofalowe jest wytwarzane przez atmosferę. Charakter fizyczny tych dwóch rodzajów promieniowania jest tak różny, że staje się koniecznem osobne rozpatrzenie jednego i drugiego. Omawianie zagadnienia podzielimy wobec tego na dwie części: pierwsza obejmie promieniowanie krótkofalowe, druga — długofalowe. W drugiej części omówimy także osobno promieniowanie dolne, zarówno długofalowe jak i krótkofalowe. Trzeba do tego wszystkiego dodać, że istnieje jeszcze jeden rodzaj promieniowania naturalnego, promieniowanie przenikliwe, o bardzo krótkiej fali, podobne do promieniowania γ . Pochodzi ono z mgławic. Znaczenie jego nie jest jeszcze wyjaśnione i zajmować się niem nie będziemy wcale.

Promieniowanie krótkofalowe składa się, jak już wspomniałem, z dwóch części: z bezpośredniego promieniowania słońca i z promieniowania rozproszonego. Pierwsze jest znacznie silniejsze od drugiego. Widmo jego rozpoczyna się około 0.3μ , osiąga maksimum natężenia około 0.6μ i niknie około 3μ . Posiada ono określony kierunek w każdej chwili, oznaczony przez położenie słońca. Promieniowanie rozproszone

określonego kierunku nie ma i przychodzi ze wszystkich kierunków, najsilniejsze z części nieba położonej w pobliżu słońca. O ile niebo jest pokryte chmurami, skład światła rozproszonego jest mniej więcej taki sam jak bezpośredniego. Niebo jasne natomiast daje promieniowanie o maksimum przypadającym na fale krótsze, o czym świadczy błękitna barwa pogodnego nieba. Promieniowanie bezpośrednie działa tylko w dni pogodne, rozproszone natomiast jest czynne stale.

Jakkolwiek promieniowanie bezpośrednie działa jednocześnie z rozproszonym, musimy traktować je oddzielnie, a to z powodów metodycznych, gdyż do pomiaru promieniowania bezpośredniego potrzebne są inne przyrządy, aniżeli do rozproszonego. W ten sposób przechodzimy do części instrumentalnej omawianego zagadnienia, która jest szczególnie ważna, gdyż pomiary promieniowania należą do najtrudniejszych pomiarów fizycznych. Szczególnie trudny jest pomiar promieniowania rozproszonego.

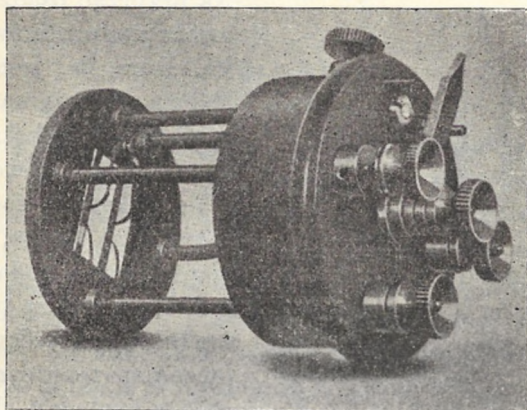
Przyrządy, służące do pomiaru promieniowania, noszą nazwę aktynometrów. O ile służą do pomiaru bezpośredniego promieniowania słonecznego, nazywane są pyrheljometrami. Aktynometry są dwojakiego rodzaju: bezwzględne i względne. Bezwzględne dają możliwość obliczenia natężenia promieniowania bez pomocy innych aktynometrów. Aktynometry względne muszą być natomiast cechowane przez porównanie z bezwzględnymi, aby mogły dać natężenie promieniowania. Bez tego dają tylko liczby względne, to znaczy wskazują, ile razy jedno promieniowanie jest silniejsze od drugiego, przyczem wyniki są tylko wtedy porównywalne, o ile są otrzymane przy pomocy tego samego przyrządu. Pyrheljometry mierzą promieniowanie bezpośrednie maksymalne.

Pomiar promieniowania może być bezpośredni albo pośredni. Przy pomiarach bezpośrednich porównuje się natężenie promieniowania danego z promieniowaniem wzorcowym. Takie są pomiary fotometryczne. Częściej jednak obserwuje się zmiany zachodzące pod wpływem promieniowania w ciałach umyślnie do tego celu wybranych, t. zw. ciałach aktynometrycznych, i według tych zmian sędzi się o promieniowaniu. Można obserwować rozgrzewanie się, zmiany chemiczne, wysyłanie wolnych elektronów i t. d. Ztąd też mamy aktynometry cieplne,

chemiczne, elektryczne i t. d. Najważniejsze z nich są ciepłe i te tylko będziemy rozpatrywali.

Rozpatrzmy najpierw pyrheljometry bezwzględne, które stanowią podstawę całej techniki pomiarowej. Otóż rzecz się komplikuje tu od samego początku przez to, że istnieją dwa rodzaje przyrządów tego rodzaju, dających nieco odmienne wyniki. Są to z jednej strony przyrządy szwedzkie Ångströma, z drugiej zaś amerykańskie Abbota. Stąd pochodzą dwie skale w pomiarach promieniowania, o których już wspomniałem powyżej.

Przyrządy szwedzkie są wszystkie jednego typu. Jest to t. zw. elektryczny pyrheljometr kompensacyjny.



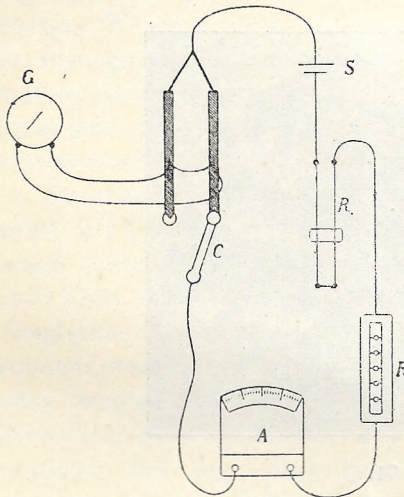
Rys. 71.

Przyrząd ten został skonstruowany przez K n u t a Å n g s t r ö m a w Upsali w r. 1893. Główną częścią składową pyrheljometru Ångströma, jak go dla skrócenia będziemy nazywali, są dwa cienkie (0.02 mm grubości), wyczernione, manganinowe¹⁾ paski napięte na ebonitowej ramce (rys. 71). Od spodu dotykają tych pasków spojenia termostosu, złożonego z miedzi i konstantanu²⁾. Spojenia te są elektrycznie od pasków izolo-

¹⁾ Manganin jest aljażem miedzi, manganu i niklu (84 Cu + 12 Mn + 4 Ni). Odznacza się małą zmiennością oporu elektrycznego pod wpływem temperatury.

²⁾ Konstantan jest aljażem miedzi i niklu (60 Cu + 40 Ni). Używa się często do termostosów z powodu tego, że wytwarza stosunkowo duże siły elektromotoryczne.

wane warstwą lakieru, termicznie zaś ściśle z niemi złączone skutkiem cienkości warstwy izolacyjnej. Ramka ebonitowa jest umocowana na ebonitowym korku przy pomocy pięciu metalowych drążków, które przechodzą przez korek na wylot i służą do łączenia pasków i termostosu z elektrycznymi przyrządami mierniczymi, względnie ze źródłem prądu. To łączenie uskutecznia się przy pomocy czterech spinek i jednego komutatora umocowanych na dolnej stronie korka. Dwie spinki łączą termostosy z czułym galwanometrem. Dwie inne służą do doprowadzenia prądu do jednego z pasków, przyczem, przestawiając komutator, można puszczać prąd do jednego albo drugiego paska według wyboru.



Rys. 72.

Na przyrząd osadza się metalowa rura, umocowana na korku. Rura ta jest opatrzona trzema diafragmami, w których są prostokątne wycięcia naprzeciwko pasków, tak że, o ile przyrząd zostanie skierowany na słońce, promieniowanie będzie padało tylko na paski i to będzie tylko bezpośrednie promieniowanie z wyłączeniem rozproszonego. Specjalny ruchomy ekran, umieszczony u wylotu rury, pozwala zasłaniać jeden albo drugi pasek przyrządu przed działaniem słońca.

Działanie przyrządu jest następujące. Po skierowaniu przyrządu ku słońcu, odsłonięty pasek rozgrzewa się, powodując prąd w termostosie, co się ujawnia natychmiast przez wychylenie galwanometru G (rys. 72). Po kilku sekundach temperatura paska ustala się. Przy pomocy akumulatora S puszcza się teraz prąd przez zasłonięty pasek, regulując jego natężenie działaniem opornic R w ten sposób, aby się temperatury obu pasków zrównały. Natężenie takiego prądu mierzy się przy pomocy amperomierza A . W tym stanie pasek zasłonięty otrzymuje tyleż energii od prądu elektrycznego, ile jej

oświetlonemu paskowi dostarcza promieniowanie. To daje możliwość obliczyć natężenie promieniowania.

Oznaczmy natężenie promieniowania przez Q . Jeżeli szerokość paska będzie s , długość — d (jedno i drugie w *cm*), zdolność absorbcyjna powierzchni pasków a , to pasek oświetlony otrzyma od promieniowania energję

$$E = a s d Q.$$

Jeżeli następnie oznaczymy opór jednego *cm* długości paska przez r (w ohmach), natężenie zaś prądu przez i (w amperach), otrzymamy energję prądu dostarczoną paskowi w ciągu minuty w gramowych kalorjach:

$$E = 0.24 \times 60 r d i^2.$$

Ztąd otrzymamy równanie

$$Q = \frac{0.24 \times 60 r}{a s} i^2.$$

W powyższem równaniu zdolność absorbcyjna a jest równa 0.98. Wartość ta jest zależna od sposobu czernienia pasków. Sposób przyjęty przez Ångströma polega na elektrolitycznem czernieniu platyną z dodatkowem zakopceniem sadzą. Wszystkie inne wielkości, wchodzące do równania, mogą być także wymierzone i przez to wskazania tego aktynometru są niezależne od wszelkich innych aktynometrów. Wskazania te są zgodne ze sobą w granicach 1%.

Pyrheljometr Ångströma był przez lat 15 uważany za wzorzec pierwszorzędny do pomiarów promieniowania, dopóki Abbot nie podał tego w wątpliwość (patrz: *Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution*. Tomy II i III). Prace tego amerykańskiego badacza doprowadziły do wartości promieniowania nieco większych od wartości otrzymanych przez Ångströma. Wyniki Abbota zasługują na szczególną uwagę przez to, że skonstruował on dwa różne aktynometry i otrzymał przy ich pomocy zgodne wyniki. Skala aktynometryczna Abbota jest przez to pewniejsza od skali Ångströma, która opiera się na jednym tylko typie aktynometrów. Przyczyny rozbieżności między szwedzkimi a amerykańskimi przyrządami nie są jeszcze całkowicie wyjaśnione. Jedną z przyczyn jest w każdym razie t. zw. efekt brzeżny, który powoduje w pyrheljometrach Ångströma systema-

tyczny błąd wielkości około 1·3%. Efekt ten jest wywoływany przez to, że wycięciom w diafragmach jest nadawana szerokość nieco mniejsza od długości pasków, ażeby promieniowanie nie rozgrzewało ramki, na której paski są napięte. Skutkiem tego oba końce pasków są zacienione na przestrzeni od 1 do 2 mm z obu stron. Oprócz efektu brzeżnego działa ujemnie na wskazania przyrządów Ångströma jeszcze ta okoliczność, że pasek oświetlony jest ogrzewany przez promieniowanie z jednej tylko strony, podczas gdy pasek zacieniony ogrzewa się prądem w całej masie. Stąd pochodzi błąd, wynoszący około 0·5%. Razem oba te źródła obciążają wskazania pyrheljometru Ångströma błędem 1·8%. Ponieważ różnica między skalami wynosi 3·4%, zostaje jeszcze wartość 1·6%, która jest, być może, powodowana przez jakieś wady amerykańskich przyrządów. Rzecz cała wymaga jeszcze sprawdzenia przy pomocy przyrządów innej konstrukcji, np. przy pomocy lodowego pyrheljometru, w rodzaju przyrządu, skonstruowanego przez Wołoszina. Jakkolwiek używa się obecnie przeważnie skali amerykańskiej, prawda, być może, leży gdzieś po środku.

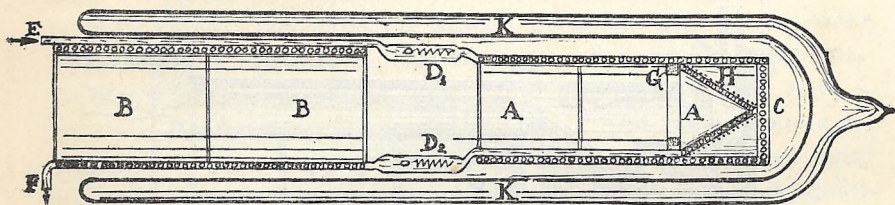
Podając natężenie promieniowania, trzeba zawsze wskazywać, według której skali pomiar jest wykonany.

Aktynometry absolutne Abbota otrzymały nazwy: pyrheljometru z prądem wody (water-flow pyrheljometer) i wodnego pyrheljometru z mieszadłem (water-stir pyrheljometer). Jeden i drugi są zbudowane na zasadzie wodnego kalorymetru. Promieniowanie jest pochłaniane przez wyczernioną wewnętrzną powierzchnię walcowatego naczynia ze stożkowatym dnem, wzorowanym na absolutnie czarnem ciele Kirchhoffa. W ten sposób osiąga się zupełne pochłanianie promieniowania, czego nie można zrobić z płaską wyczernioną powierzchnią w pyrheljometrze Ångströma.

Pyrheljometr z prądem wody był skonstruowany przez Abbota po trzyletnich próbach w roku 1906 (Annals of the Astrophysical Observatory II, str. 39—47, tabl. XI—XII). Następnie w formie nieco zmienionej przyrząd ten był wykonany w dwóch egzemplarzach w latach 1907 i 1909 (Annals III, str. 52—64, rys. 4—7). W tej ostatecznej formie pyrheljometr z prądem wody przedstawia się, jak następuje (rys. 73). Komora, chłonna promieniowanie (A), ma formę rury o średnicy

3,5 cm, opatrzonej diafragmami i zakończonej płaskim dnem (C), do którego przytyka swoim wierzchołkiem stożek (H), wstawiony w głąb rury. Przed komorą, dla zabezpieczenia jej od przypadkowych wpływów zewnętrznych, jest umieszczony rurkowy „przedsionek“ (B), opatrzony diafragmami. Do tego samego celu służy flaszka Dewara (K), obejmująca cały przyrząd.

Promieniowanie zostaje pochłonięte w komorze A, przeważnie przez stożek H, i zamienione na ciepło. Ilość tego ciepła jest mierzona przy pomocy prądu wody, która płynie po spiralnie zwiniętych rurkach w podwójnych ściankach komory. Woda wchodzi do przyrządu przez rurkę E, przeprowadzoną nazewnątrz od przedsionka, przechodzi przez rozszerzenie D_1 , gdzie się mieści elektryczny oporowy termometr, płynie następnie po spiralnych zwojach przez boczną ścianę komory A aż do jej dna C, potem po coraz bardziej zmniejszających się



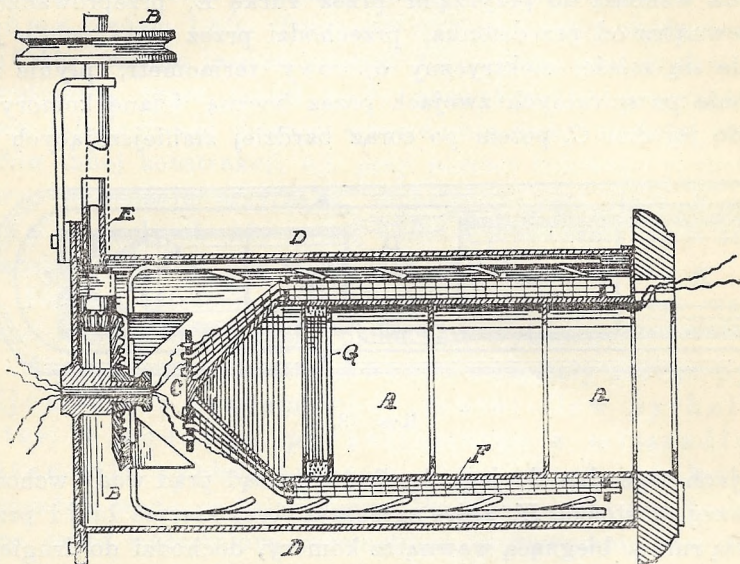
Rys. 73.

zwojach tego dna do jego środka. Stamtąd prąd wody wchodzi do zwojów stożka H, które zataczają coraz szersze łuki i przez prostą rurkę, biegnącą wewnątrz komory, dochodzi do drugiego termometru D_2 . Wreszcie woda wchodzi do spirali, biegnącej w ściankach przedsionka, i wypływa nazewnątrz przez rurkę F.

Wiedząc, ile wody przepływa przez przyrząd w ciągu minuty i jakie podniesienie temperatury przy tem następuje, można obliczyć energję promieniowania. Trzeba do otrzymanej w ten sposób wartości dodać straty ciepła, nieuniknione przy wszelkich kalorymetrycznych pomiarach. Do tego celu służą dwie cewki, z których jedna (G) jest umieszczona przed stożkiem H, druga zaś przebiega w zwojach o zmiennej średnicy po zewnętrznej stronie tego stożka. Przez jedną albo drugą cewkę można przy pomocy prądu elektrycznego wprowadzić do przyrządu wiadomą ilość ciepła i skontrolować, jaka część

tego ciepła rozproszy się w otoczeniu, nie pochłonięta przez prąd wody. Wyniki, osiągnięte przy pomocy opisanego pyrheljometru, okazały się zgodne ze sobą do $\frac{1}{2}\%$.

Dla skontrolowania pyrheljometru z prądem wody Abbot skonstruował w r. 1912 jeszcze jeden kalorymetryczny pyrheljometr oparty na innej zasadzie, wodny pyrheljometr z mieszadłem (water-stir pyrhelimeter), opisany w „Annals“ w tomie III, str. 64—71 (rys. 74). W tym przyrządzie komora, chłonna promieniowanie (*A*), jest walcowata ze stożkowatym dnem (*C*). Mieści się ona w naczyniu kalorymetrycznym (*D*),



Rys. 74.

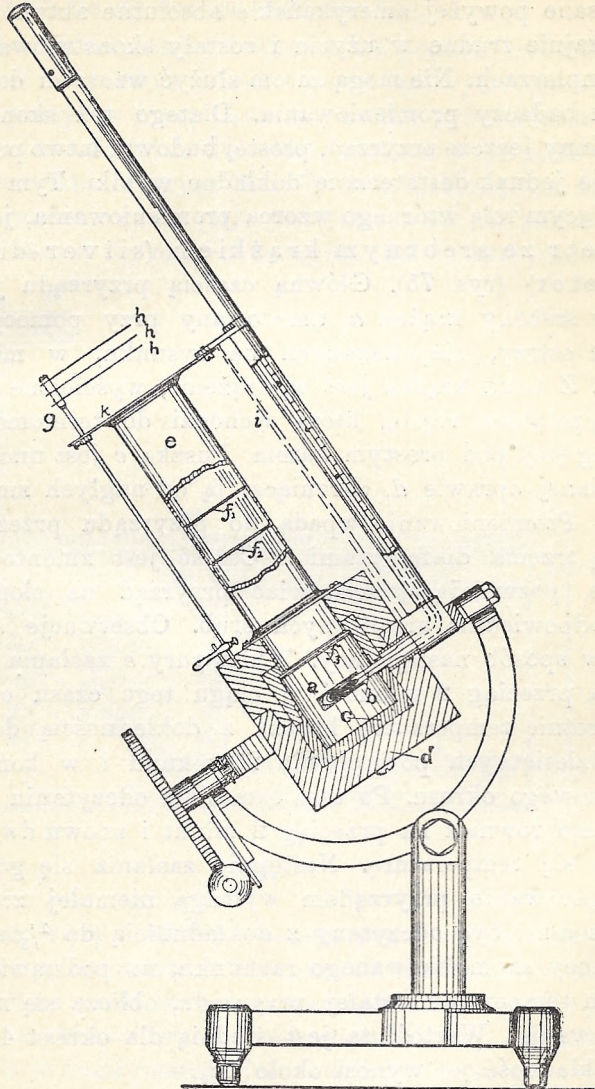
wypełnionem wodą i zabezpieczonem przed utratą ciepła przez okłady z waty, niepokazane na rysunku. Podniesienie temperatury, wywołane przez promieniowanie, mierzy się przy pomocy oporowych termometrów *F*, umieszczonych przy ściankach komory. Woda w kalorymetrze jest ciągle mieszana przy pomocy mieszadła, wprawianego w ruch przy pomocy mechanizmu *BE*. Kontrola utraty ciepła jest dokonywana przy pomocy cewki *G*. Wskazania tego pyrheljometru okazały się zgodne ze wskazaniami pyrheljometru z prądem wody w granicach 1% . W ten sposób została ugruntowana w r. 1913 amerykańska skala akty-

nometryczna, zwana smitsonjańską albo skalą Abbota. Wartości jej są wyższe od skali Ångströma o 3·4%, jak to już było wspomniane poprzednio.

Opisane powyżej amerykańskie absolutne aktynometry są nadzwyczajnie trudne w użyciu i zostały skonstruowane tylko w 4 egzemplarzach. Nie mogą zatem służyć wzorcem dostępnym dla ogółu badaczy promieniowania. Dlatego też skonstruował *Abbot* inny jeszcze przyrząd, prostej budowy, łatwo przenośny, który daje jednak dostatecznie dokładne wyniki. Tym przyrządem, grającym rolę wtórnego wzorca promieniowania, jest pyrheliometr ze srebrnym krążkiem (*silver-disc pyrheliometer*) (rys. 75). Główną częścią przyrządu jest wyczerniony srebrny krążek *a*, umocowany przy pomocy trzech stalowych ostrzy, niepokazanych na rysunku, w miedzianej puszcze *C*. Z boku krążka jest wydrążenie, wyścielone warstwą stali i wypełnione rtęcią, która wchodzi do termometrycznej rurki *b*, zgiętej pod prostym kątem. Puszka *c* jest umieszczona w drewnianej oprawie *d*, chroniącej ją od nagłych zmian temperatury. Promieniowanie wpada do przyrządu przez rurę *e*, opatrzoną trzema diafragmami *f*. Całość jest zmontowana na podstawie, pozwalającej nastawiać przyrząd na słońce przy pomocy odpowiednio urządzonych śrub. Obserwacje są dokonywane w sposób następujący. Wylot rury *e* zasłania się ekranem *h* na przeciąg 2 minut i w ciągu tego czasu odczytuje się dwukrotnie temperaturę krążka z dokładnością do dwóch znaków dziesiętnych po upływie 20 sekund i w końcu tego dwuminutowego okresu. Po tem ostatniem odczytaniu odsłania się przyrząd również na przeciąg 2 minut i znowu dwukrotnie odczytuje się temperaturę. Następnie zasłania się go znowu i t. d. Operowanie przyrządem wymaga niemałej zręczności, gdyż czas musi być odczytany z dokładnością do $\frac{1}{5}$ sekundy. Przy pomocy skomplikowanego rachunku, na podstawie obserwowanych temperatur i stałej przyrządu, oblicza się natężenie promieniowania. Wartość ta jest średnią dla okresu 4-minutowego. Dokładność jej wynosi około 1%.

Pyrheliometr ze srebrnym krążkiem został wykonany w wielu egzemplarzach i dostarczony do różnych krajów jako wtórny wzorec skali amerykańskiej. Polska otrzymała jeden egzemplarz dla Instytutu Geofizyki Uniwersytetu Lwowskiego

dzięki staraniom prof. Arctowskiego. Jako przyrząd mierzniczy aktynometr ten posiada przez prostotę konstrukcji zaletę wielkiej trwałości. Wadą jego jest natomiast to, że nie daje



Rys. 75.

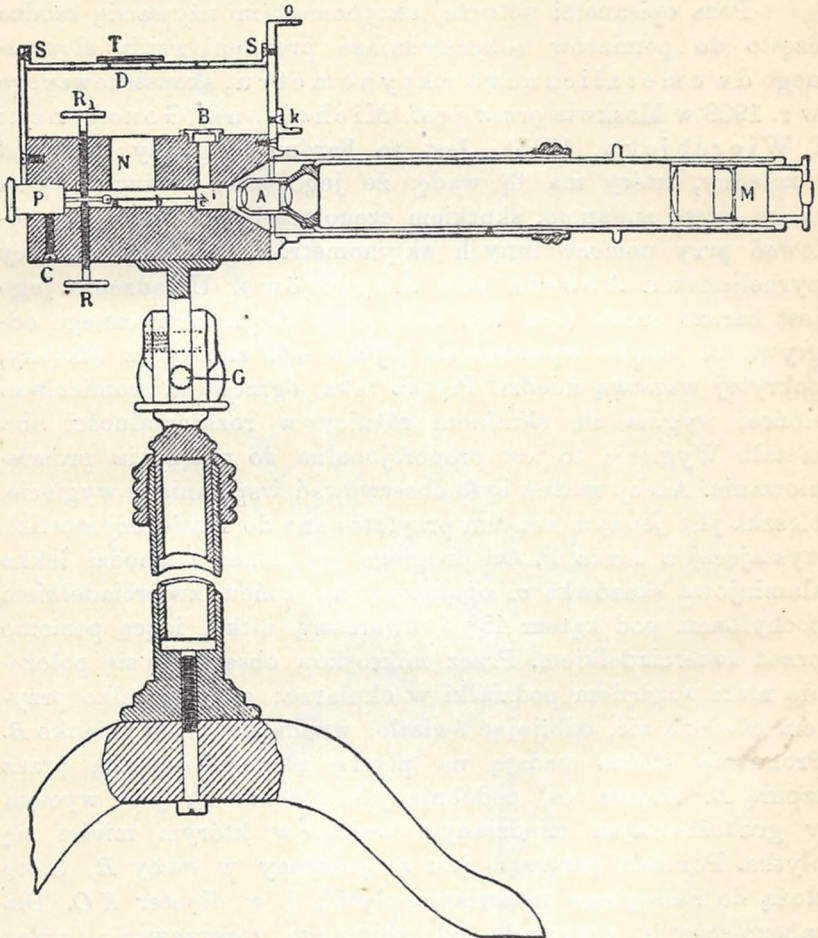
on wskazań dla danej chwili, tylko średnie wartości dla okresu czterominutowego, w ciągu którego promieniowanie może się

zmienić. Pod tym względem pyrheljometr Ångströma ma wyższość, dając wartości chwilowe. Zato ten ostatni przyrząd czasem zmienia cokolwiek swoją stałą pod działaniem wstrząśnięć podczas transportu a także skutkiem zmian w zaczerpnięciu pasków.

Poza opisanymi powyżej aktynometrami używa się bardzo często do pomiarów bezpośredniego promieniowania słonecznego dwumetalicznego aktynometru, skonstruowanego w r. 1908 w Moskwie przez prof. Michelsona (Gorczyński i Wierzbicka, 1915). Jest to bardzo wygodny przyrząd względny, który ma tę wadę, że jego stała instrumentalna ulega łatwo zmianom, skutkiem czego trzeba go często kontrolować przy pomocy innych aktynometrów, np. przy pomocy pyrheljometru Abbota albo Ångströma. Urządzenie jego jest bardzo proste (rys. 76). Rolę ciała aktynometrycznego odgrywa tu cienka wyczerniona płytką *ab*, złożona z platyny, pokrytej warstwą miedzi. Płytką taką, ogrzewaną promieniami słońca, wygina się skutkiem różnicy w rozszerzalności obu metali. Wygięcie to jest proporcjonalne do natężenia promieniowania. Ażeby można było obserwować wspomniane wygięcie, blaszka jest jednym końcem przylutowana do mosiężnej sztabki, wystającej z korka *P*. Od drugiego jej końca odchodzi lekka aluminiowa szarówka *c*, opatrzona na końcu zwierciadłem pochylonem pod kątem 45° i kwarcową nitką, idącą poziomo przed zwierciadłem. Przez mikroskop obserwuje się położenie nitki względem podziałki w okularze; zwierciadło przytęm oświetla nie, odbijając światło, wpadające przez okienko *B*. Promienie słońca padają na płytkę aktynometryczną przez szparę *N*. Szpara ta, podobnie jak okienko *B*, jest wycięta w grubościennym miedzianym walcu, w którym mieści się płytką. Pozatem przyrząd jest zaopatrzony w śruby *R*, które służą do należytego ustawiania płytki, i w diopter *KO*. Dla zabezpieczenia przyrządu od zbytniego rozgrzewania przez słońce, jest on osłonięty przez wypolerowaną blaszkę *S*, w której są dwa otwory naprzeciwko okienka *B* i szpary *N*. Ten drugi otwór może być zasłonięty przez ekran *T*.

Aktynometr Michelsona jest dosyć czuły i płytką w nim przyjmuje położenie równowagi w czasie, nie przewyższającym 20 sekund. Obserwacje są prowadzone w ten sposób, że się

odczytuje położenie nici przy zasłoniętej szparze, zaraz po odczytaniu szparę się otwiera i po 20 sekundach odczytuje się znowu, poczem zaraz zasłania się szparę i po 20 sekundach odczytuje się jeszcze raz. Od odczytu przy otwartej szparze



Rys. 76.

odczytuje się średnią obu odczytów przy szparze zasłoniętej. Otrzymaną w ten sposób różnicę mnoży się przez stałą przyrządu, wyznaczoną przez porównanie z aktynometrem wzorco-

wym. Wartości promieniowania, otrzymane w ten sposób, są dokładne w granicach 2%.

Przy pomocy opisanych powyżej aktynometrów dokonano wielkiej ilości pomiarów bezpośredniego promieniowania słońca w najrozmaitszych krajach, między innymi także w Polsce (prace Gorczyńskiego, Stenza i Orkisz). Dokładną bibliografię tych pomiarów podaje Kimball w swojej rozprawie z r. 1927. Ogólny ich wynik da się streścić w tem, że natężenie maksymalnego bezpośredniego promieniowania bardzo mało się zmienia na powierzchni kuli ziemskiej na przestrzeni od równika do 70° szerokości geograficznej. W szczególności mniemanie o wielkiej sile promieniowania w strefie międzyzwrotnikowej należy do legend.

Dla uzasadnienia powyższego przytoczę następujące dane. W Abisko (Laponja szwedzka, 68° szerokości geograficznej) Funke obserwował w lipcu i sierpniu 1914 maksyma dzienne promieniowania słońca, zmieniające się w granicach od 1.04 do 1.36 *gr. cal/min cm²* ze średnią wartością 1.27¹⁾, Gorczyński zaś podczas swojej podróży do Siamu w lecie 1923 stwierdził pomiędzy 4° i 14° szerokości geograficznej północnej maksyma promieniowania wahające się w granicach od 1.11 do 1.36. Nieco silniejsze jest promieniowanie w suchych stepowych i pustynnych okolicach, np. w oazie Touggourt w Saharze obserwował Gorczyński wiosną 1924 maksyma promieniowania, zmieniające się w granicach od 1.32 do 1.44 ze średnią wartością 1.38.

Nawet w górach, gdzie powietrze jest bardzo przezroczyste, promieniowanie nie jest wiele silniejsze. Jako przykład przytoczę maksymalne bezpośrednie promieniowanie w południe w Davos (1600 *m*) i w Potsdamie (80 *m*)²⁾. Różnice nie przewyższają 30%, jeżeli nie liczyć zimy.

¹⁾ Te dane, jak i wszystkie następne, są obliczone według skali Abbota, z wyjątkiem przypadków, w których wskazana jest skala Ångströma.

²⁾ Promieniowanie w Potsdamie odpowiada bardzo blisko warunkom, panującym w Polsce, przynajmniej w środkowej jej części. Nie przytaczam tu warszawskiej serii pomiarów Gorczyńskiego, gdyż jej wartości są cokolwiek za małe z powodu zadymienia atmosfery miejskiej.

M i e s i ą c	Potsdam	Davos
Styczeń	1·01	1·38
Luty	1·12	1·46
Marzec	1·12	1·49
Kwiecień	1·27	1·49
Maj	1·28	1·47
Czerwiec	1·27	1·45
Lipiec	1·20	1·38
Sierpień	1·17	1·44
Wrzesień	1·22	1·45
Październik	1·17	1·45
Listopad	0·99	1·37
Grudzień	0·97	1·35

Oczywiście tak małe różnice w natężeniu promieniowania nie mogą wytłumaczyć krańcowych różnic w klimatach, obserwowanych na kuli ziemskiej. Nie jest to rzecz dziwna, jeżeli weźmiemy pod uwagę, że zajmowaliśmy się dotychczas tylko natężeniem bezpośredniego maksymalnego promieniowania. Tymczasem decydujące znaczenie dla klimatu posiada ilość całkowitej, bezpośredniej i rozproszonej energii promienistej, padającej w ciągu dnia na jednostkę poziomej powierzchni. Ilość ta zależy od kąta nachylenia, pod którym promienie słońca padają na powierzchnię ziemi, i od czasu trwania nasłonecznienia.

Co do kąta nachylenia promieni, kąt ten wzrasta z szerokością geograficzną. W pobliżu równika w południe promienie padają pionowo lub niewiele odchylają się od pionu. W miarę oddalania się od równika stają się one coraz bardziej pochyle i skutkiem tego coraz mniej energii promienistej przypada na jednostkę poziomej powierzchni. Wynikają stąd ze zmianą szerokości geograficznej dla bezpośredniego promieniowania górnego o wiele większe różnice, aniżeli dla promieniowania maksymalnego, o którym dotychczas była mowa. Widoczne to jest z poniższej tabeli, w której maksymalne promieniowanie bezpośrednie jest przyjęte za jednostkę.

Szerokość geograficzna	Bezpośrednie górne promieniowanie w południe
0°	1·00—0·92
10°	1·00—0·83
20°	1·00—0·73
30°	0·99—0·60
40°	0·96—0·45
50°	0·89—0·28
60°	0·80—0·11
70°	0·69—0·00

Nie mniejsze różnice wykazuje promieniowanie skutkiem różnic w czasie nasłonecznienia, który zmienia się silnie z szerokością geograficzną w zależności od długości dnia, a nadto w zależności od zachmurzenia. Przy niebie zachmurzonym bezpośrednio promieniowanie zostaje pochłonięte przez chmury i pozostaje tylko promieniowanie rozproszone, którego natężenie jest kilkakrotnie słabsze od promieniowania bezpośredniego. Ponieważ zaś zachmurzenie interwenjuje wszędzie, a na znacznych przestrzeniach kuli ziemskiej, między innymi w Polsce, niebo jest częściej zachmurzone niż pogodne, badanie promieniowania bezpośredniego do celów klimatologicznych jest niewystarczające. Narówni z niem musi być uwzględnione promieniowanie rozproszone. Trzeba do celów klimatologicznych mierzyć całkowite promieniowanie krótkofalowe, które pada na daną powierzchnię.

Badania nad całkowitem promieniowaniem są dopiero w swoich początkach i niewiele można wskazać punktów na kuli ziemskiej, gdzie są one prowadzone systematycznie. Jedną z głównych przyczyn tego stanu rzeczy są przede wszystkim trudności pomiarów promieniowania rozproszonego. Ponieważ ten rodzaj promieniowania niema określonego kierunku i przychodzi ze wszystkich części sklepienia niebieskiego, aktynometr musi być odsłonięty, co znowu pociąga za sobą wystawienie go na wszelkiego rodzaju przypadkowe wpływy zewnętrzne, przede wszystkim ze strony wiatru i ze strony długofalowego promieniowania atmosfery. Wobec tego staje się koniecznym

zabezpieczenie aktynometru przy pomocy półkulistego klosza z jakiegoś możliwie przezroczystego i bezbarwnego szkła. Szkło musi być tak dobrane, ażeby w jednakowym stopniu chłonęło różne rodzaje promieni, co naturalnie daje się osiągnąć tylko w pewnym stopniu. Wspomniany powyżej klosz chroni przyrząd od działania wiatru i zatrzymuje długofalowe promieniowanie atmosfery, ale zato sam wytwarza długofalowe promieniowanie, które wprowadza bardzo niewygodne zakłócenie do pomiarów, bo natężenie jego, zależnie od temperatury klosza, jest zmienne. W ten sposób aktynometr jest wystawiony na działanie krótkofalowego promieniowania, pochodzącego bezpośrednio lub pośrednio od słońca, a nadto na działanie długofalowego promieniowania, wytwarzanego przez ochronny klosz.

Wszystkie przyrządy do pomiaru promieniowania całkowitego są zbudowane według tej samej zasady. Zawierają one dwa ciała aktynometryczne, z których jedno pochłania promieniowanie całkowicie, drugie zaś w nieznacznym stopniu. Pierwsze rozgrzewa się silniej od drugiego. Różnica temperatur, wymierzona przy pomocy termostosu albo oporowego termometru, jest przyjmowana za miarę promieniowania. Cechowanie przyrządów odbywa się przy pomocy pyrheljometrów z użyciem rur, zatrzymujących promieniowanie rozproszone.

Jedno z ciał aktynometrycznych w omawianych przyrządach jest zawsze wyczernione, drugie zaś może mieć błyszczącą metalową powierzchnię albo też może być wybielone. Mamy wobec tego dwa rodzaje aktynometrów do pomiaru całkowitego promieniowania krótkofalowego.

Pierwszy rodzaj takich aktynometrów, które możemy nazwać czarno-metalicznymi, jest reprezentowany przez aktynometr Callendara (Callendar sunshine recorder) i przez solaryometr Molla-Gorczyńskiego.

Aktynometr Callendara jest najdawniejszym przyrządem do pomiaru promieniowania całkowitego, skonstruowanym w r. 1906. Nie mogłem nigdzie w dostępnej mi literaturze znaleźć rysunku ani fotografii tego przyrządu i dlatego ograniczam się do pobieżnego opisu. Aktynometr ten składa się z dwóch par platynowych drucików nawiniętych na mikowe ramki. Jedna para drucików ma błyszczącą powierzchnię, druga jest wyczerniona. Czarne i błyszczące druciki są umieszczone

w szachownicę pod szklanym kloszem. Jedne i drugie są czynne jako oporowe termometry. Są one włączone do mostku Whitstona. Samopiszący galwanometr zapisuje na obracającym się walcu różnicę temperatur. Przyrząd jest wyrabiany przez angielską firmę Cambridge Instrument Co i kosztuje około 100 funtów angielskich.

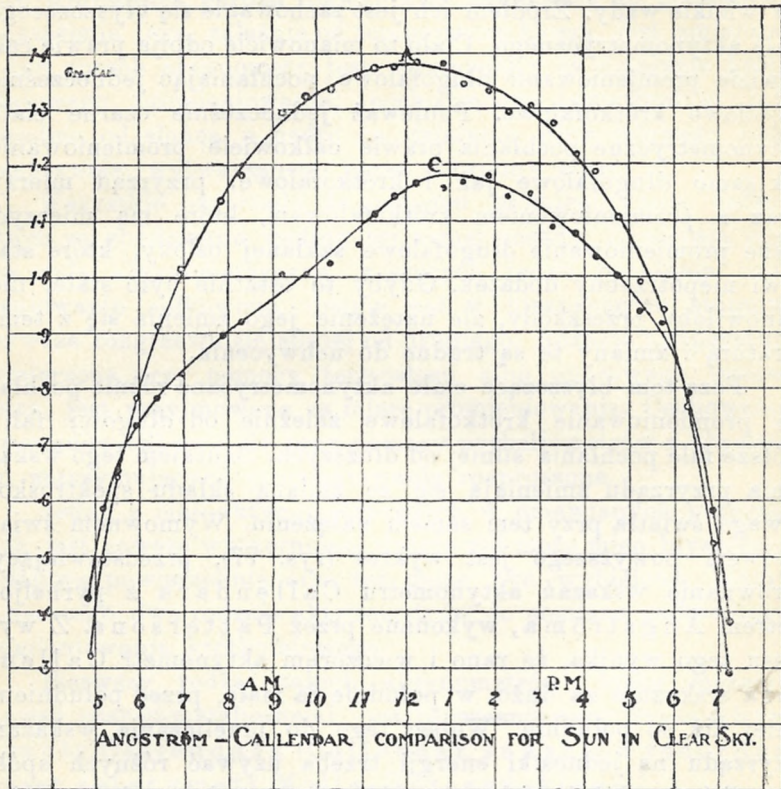
Pomimo swojej wysokiej ceny, aktynometr Callendara ma wielkie wady. Źródłem ich jest zachowanie się błyszczącego ciała aktynometrycznego. Ciało to mianowicie odbija prawie całkowicie promieniowanie długofalowe, pochłaniając jednocześnie częściowo krótkofalowe. Ponieważ jednocześnie czarne ciało aktynometryczne pochłania prawie całkowicie promieniowanie tak samo długofalowe jak i krótkofalowe, przyrząd mierzy wraz z promieniowaniem krótkofalowym, które ma mierzyć, także promieniowanie długofalowe szklanej osłony, które stanowi niepotrzebny dodatek. Gdyby to ostatnie było stałe, nie stanowiłoby przeszkody, ale natężenie jego zmienia się z temperaturą i zmiany te są trudne do uchwycenia.

Poza tem błyszczące ciało aktynometryczne różnie pochłania promieniowanie krótkofalowe zależnie od długości fali: krótsze fale pochłania silniej od dłuższych. Skutkiem tego wskazania przyrządu zmieniają się ze zmianą składu spektroskopowego światła przy tem samym natężeniu. Wymownem świadectwem powyższego jest wykres (rys. 77), przedstawiający porównanie wskazań aktynometru Callendara z pyrheljometrem Ångströma, wykonane przez Pattersona. Z wykresu tego wynika, że rano i wieczorem aktynometr Callendara wskazuje za dużo, w południe za mało, przed południem mniej niż po południu. Wobec tego do przeliczania wskazań przyrządu na jednostki energii trzeba używać różnych współczynników zależnie od pory dnia i stopnia zachmurzenia. Kimball zadał sobie trud wyznaczenia tych współczynników, które można znaleźć w jego publikacji z r. 1914.

Na tej samej zasadzie, co aktynometr Callendara, jest oparty solarymetr Molla-Gorczyńskiego. Główną częścią przyrządu jest termostos Molla. Składa się on (rys. 78) ze spłaszczonych wyczernionych na szczycie kołków miedzianych (*B*), ustawionych w podwójne rzędy na metalowej podstawie (*A*), od której są one elektrycznie izolowane. Kołki te

*

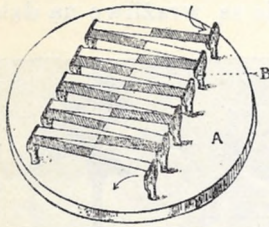
są połączone ze sobą w zygzak przy pomocy cienkich blaszek złożonych w połowie swojej długości z manganinu, w drugiej zaś połowie z konstantanu. Porządek tych metali zmienia się przy przejściu od jednej blaszki do następnej. Otrzymuje się w ten sposób baterję termostosów, spiętych w szereg i mających spojenia kolejno zaczernione i błyszczące. Różnica temperatur między spojeniami wytwarza prądy termoelektryczne,



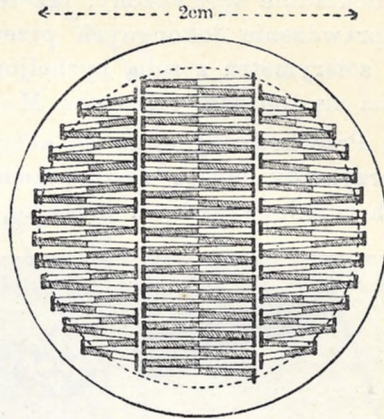
Rys. 77.

które przy większej ilości termostosów są dosyć silne, by umożliwić używanie skazówkowych galwanometrów z mechanicznem zapisywaniem. Termostosy Molla zawierają takich elementarnych termostosów do 80. W tym ostatnim przypadku są one ustawione w trzy rzędy (rys. 79) na powierzchni koła o 2 cm średnicy. Rzędy te naturalnie są połączone ze sobą elektrycznie w szereg.

Termostos Molla odznacza się nadzwyczajną wrażliwością i osiąga stan równowagi termicznej w ciągu 2 sekund. Przyczyną tego jest nadzwyczajna cienkość blaszek, wynosząca około 5μ (0.005 mm). Tak cienkie dwumetalowe blaszki mogą być otrzymane tylko w ten sposób, że się dwie płytki stosunkowo grube są na początku spajane srebrem, a następnie walcowane. (Rys. 80). Otrzymaną w ten spo-



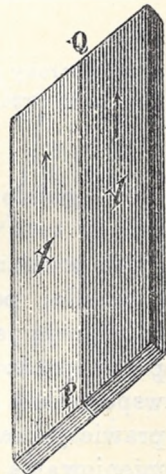
Rys. 78.



Rys. 79.

sób dwumetaliczną płytkę rozcina się następnie na wąskie paski prostopadłe do szwu spojenia.

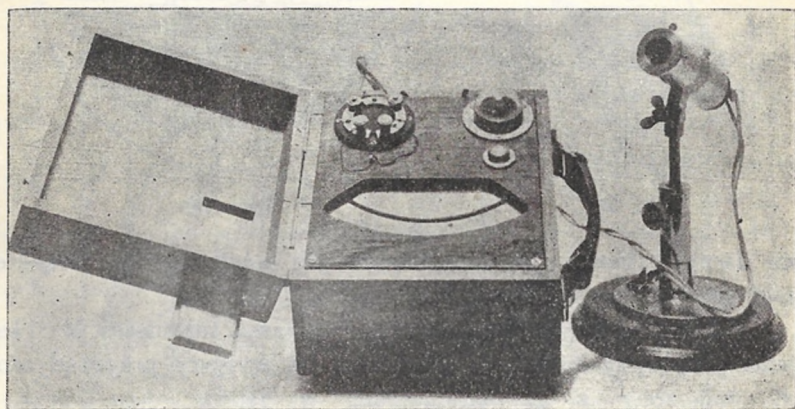
Do pomiaru całkowitego promieniowania termostos Molla został przykryty szklanym kloszem. Dla wygody przyrząd ten jest połączony z galwanometrem w jedną całość w formie skrzynki. (Rys. 81). Przez użycie samopiszącego galwanometru można go używać do stałego rejestrowania promieniowania. Oprócz tego Gorczyński zastosował termostos Molla do pomiarów bezpośredniego promieniowania słonecznego przez opatrzenie go w rurkową osłonę (rys. 81, prawa część). Taki przyrząd został nazwany przez niego „tubą pyrhelometryczną”. Opisane powyżej przyrządy są wyrabiane przez firmę Richard w Paryżu, użytkowując gotowe termostosity Molla fabrykacji firmy Kipp w Delft (Holandia). Solarymetr w skrzynce, tak jak jest pokazany po lewej stronie rys. 81, kosztuje około 1200 zł.



Rys. 80.

Solarymetr Molla-Gorczyńskiego jest bardzo wygodnym przyrządem zarówno do oddzielnych obserwacji, jako też do stałego rejestrowania. Posiada on jednak te same wady, co aktynometr Callendara. Niestety, nie został on jeszcze tak dokładnie sprawdzony, jak ten ostatni. Nie można uważać za sprawdzenie dokonanych przez Gorczyńskiego porównań solarymetru z tubą pyrheljometryczną, bo w tej ostatniej mieści się ten sam termostos Molla, co w solarymetrze.

Przechodzimy teraz do aktynometrów czarno-białych. Są to przyrządy lepsze od poprzednio opisanych czarno-metalowych przede wszystkim przez to, że nie są wrażliwe na działa-

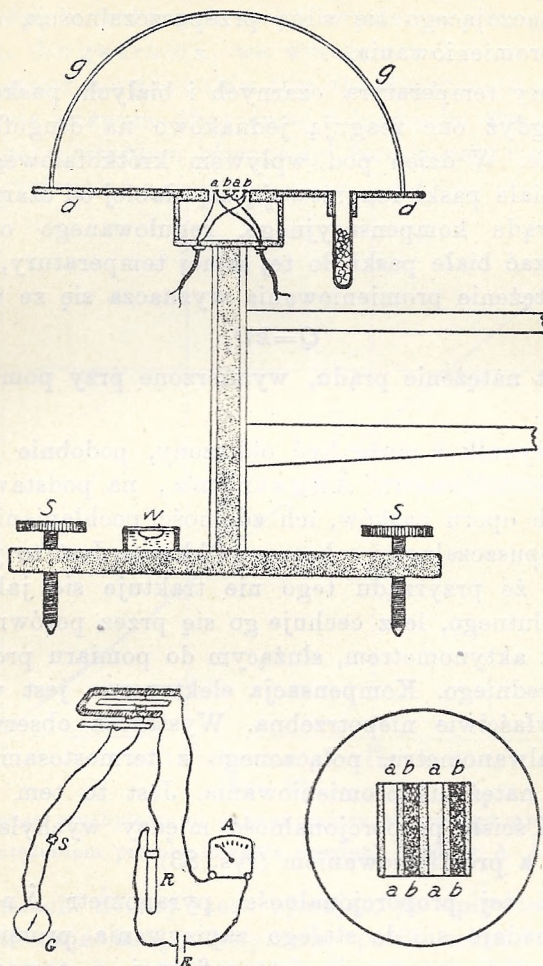


Rys. 81.

Z lewej strony solarymetr Molla-Gorczyńskiego, z prawej — termostos Molla opatrzony rurkową osłoną do pomiarów bezpośredniego promieniowania słonecznego.

nie długofalowego promieniowania. Jedno ciało aktynometryczne jest w tych przyrządach wybielone przy pomocy substancji, która pochłania równie dobrze promieniowanie długofalowe, jak czernidło, pokrywające drugie ciało aktynometryczne. Taką substancją jest tlenek magnu, który zresztą może być zastąpiony przez tlenek cynku wygodniejszy w użyciu. Poza to wspomniane białe substancje odznaczają się jeszcze tem, że prawie jednakowo odbijają różne rodzaje krótkofalowego promieniowania (do 3μ), a mianowicie od 80 do 85%. Zdolność odbijająca tych substancyj dla długofalowego promieniowania

(o fali 9μ i temu podobnych) wynosi 2.5% , podczas gdy czerń platynowa ma mniej więcej 2% . Skutkiem powyższego wskazania czarno-białych aktynometrów nie zależą od składu spektroskopowego promieniowania.



Rys. 82.

Pierwszy taki aktynometr skonstruował Anders Ångström w roku 1919 pod nazwą pyranometru. Zasada tego przyrządu jest taka sama jak pyrheljometru Knuta Ångströma. Główną częścią przyrządu (rys. 82) są tu także cienkie (0.02 mm grubości) manganinowe paski, ale jest ich

cztery, dwa czarne (*b*) i dwa białe (*a*), napięte naprzemian na ebonitowej ramce. Dwa termostosy dotykają tych pasków od spodu, kontrolując ich temperaturę przy pomocy galwanometru *G*. Wszystko jest przykryte kloszem *g* ze szkła zwanego „uwjolem“, odznaczającego się silną przepuszczalnością dla krótkofalowego promieniowania.

W nocy temperatura czarnych i białych pasków jest jednakowa, gdyż one reagują jednakowo na długofalowe promieniowanie. W dzień pod wpływem krótkofalowego promieniowania białe paski rozgrzewają się słabiej od czarnych. Przy pomocy prądu kompensacyjnego, regulowanego opornicą *R*, można ogrzać białe paski do tej samej temperatury, jaką mają czarne. Natężenie promieniowania wyznacza się ze wzoru:

$$Q = ki^2,$$

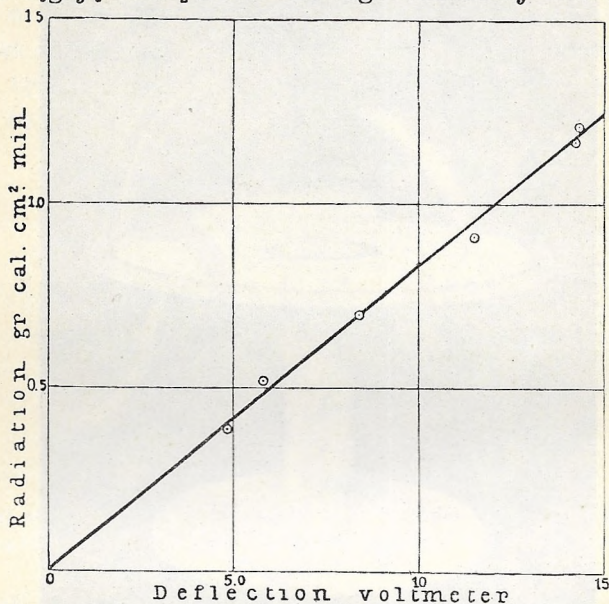
gdzie *i* jest natężenie prądu, wymierzone przy pomocy amperomierza *A*.

Spółczynnik *k* może być obliczony, podobnie jak to się robi dla pyrheljometru Ångströma, na podstawie danych dotyczących oporu pasków, ich zdolności pochłaniania i na zasadzie przepuszczalności ochronnego klosza. Jest to jednak tak kłopotliwe, że przyrzędu tego nie traktuje się jako aktynometru absolutnego, lecz cechuje go się przez porównanie z jakimkolwiek aktynometrem, służącym do pomiaru promieniowania bezpośredniego. Kompensacja elektryczna jest w nim wobec tego właściwie niepotrzebna. Wystarczy obserwować odchylenia galwanometru, połączonego z termostosami, by móc wyznaczyć natężenie promieniowania. Jest to tem łatwiejsze, że zachodzi ścisła proporcjonalność między wychyleniami galwanometru a promieniowaniem (rys. 83).

Dzięki tej proporcjonalności pyranometr Ångströma doskonale nadaje się do stałego zapisywania promieniowania. Wymaga tylko rejestracji fotograficznej z powodu małego natężenia prądu termoelektrycznego. Zresztą Ångström skonstruował niedawno nowy model pyranometru bez kompensacji ale z kilkudziesięcioma paskami, który daje tak silne prądy termoelektryczne, że można do niego stosować rejestrację mechaniczną. Ten nowy model różni się jeszcze tem od starego, że niema w nim osobnych termostosów, lecz paski są zło-

żone z dwóch różnych metali i funkcjonują same jako termostoty. Jest to jakgdyby termostot Molla, tylko z pobielonemi spojeniami w miejsce błyszczących. Wspomniany nowy model pyranometru nie jest jeszcze opisany; informacje, które tu podają, pochodzą z osobistych moich wrażeń z wizyty w Sztokholmie u A. Ångströma, we wrześniu r. b.

Pyranometr Ångströma jest dla klimatologii przyrządem nadzwyczajnie ważnym. Przy dużej dokładności (2%) jest dosyć czuły, osiągając stadjum równowagi termicznej mniej więcej



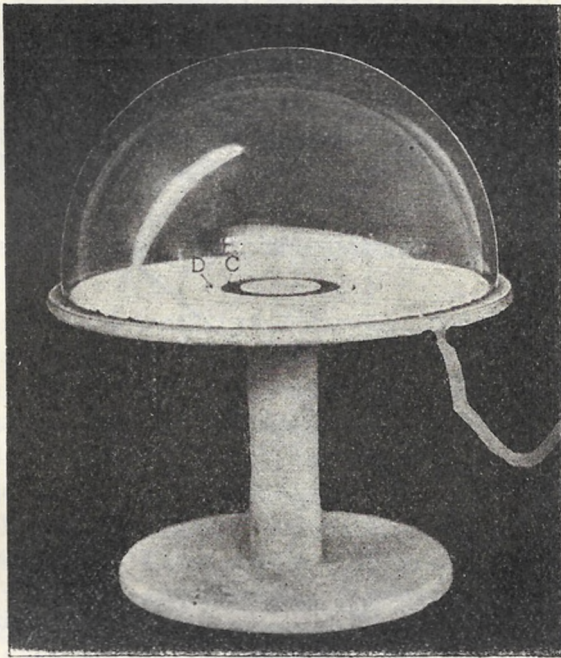
Rys. 83.

Zależność między wychyleniami galwanometru złączonego z pyranometrem (odcięte) a natężeniem promieniowania (rzędne). Według A. Ångströma.

po 50 sekundach. Ściślej rzecz ujmując, po upływie 10 sekund galwanometr daje 60% odchylenia, po 30 sekundach — 94% i po 45 sekundach — 98%. Jest to zatem przyrząd powolniejszy od solarymetru Molla-Gorczyńskiego, szybciej reagujący natomiast od aktynometru Callendara, który osiąga 94% wychylenia dopiero po 5 minutach. Cena jego jest dosyć wysoka: wraz z akcesorjami kosztuje on (łącznie z wycechowaniem) 950 koron szwedzkich. Wyrabia go mechanik Lindblad w Sztokholmie. W Polsce mieliśmy dotychczas

jeden tylko egzemplarz, zakupiony dla Stacji Botaniczno-rolniczej we Lwowie. Ostatnio drugi egzemplarz został nabyty dla Stacji Ekologicznej Wydziału Rolniczo-lasowego Politechniki Lwowskiej w Dublanach.

Na podobnej jak pyranometr Ångströma zasadzie jest oparty „termoelektryczny pyrheljometr“ Kimballa i Hobbsa skonstruowany w r. 1923. W tym aktynometrze oba ciała



Rys. 84.

Termoelektryczny pyrheljometr Kimballa i Hobbsa.

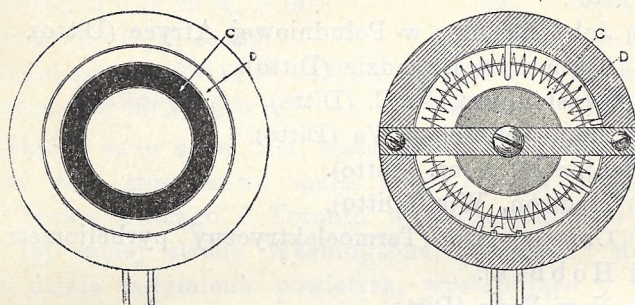
D — białe, *C* — czarne ciało aktynometryczne.

aktynometryczne, czarne i białe, mają postać cienkich miedzianych pierścieni (rys. 84). Biały pierścień jest większy od czarnego, jego wewnętrzna średnica jest cokolwiek mniejsza od zewnętrznej średnicy czarnego. Wnętrze czarnego pierścienia jest wypełnione białym krążkiem (rys. 85, lewa część). Na zewnątrz białego pierścienia, grającego rolę ciała aktynometrycznego, jest umocowany szeroki biały pierścień, podtrzymujący ochronny klosz. Od spodu dotykają ciała aktynometrycznych

termostosy, połączone w szereg w ilości 20—50. Dają one prąd dość silny, by dopuścić użycie mechanicznej rejestracji.

Opisany powyżej aktynometr Kimballa i Hobbsa został wprowadzony do niektórych stacyj w Stanach Zjednoczonych zamiast używanego tam przedtem aktynometru Callendara. Jest to przyrząd według wszelkiego prawdopodobieństwa dostatecznie dokładny, chociaż, zdaje się, jeszcze nie wypróbowany należycie. W handlu go dotychczas nie ma.

Na tem kończymy ten przydługi nieco wykład wiadomości o aktynometrach, jakie są obecnie używane. Wykład ten nie jest bynajmniej kompletny, wybrałem z obszernego materiału tylko rzeczy najważniejsze. Z przeglądu przyrządów, które są do dyspozycji, widzimy, że są to wszystko rzeczy



Rys. 85.

Z lewej strony: ciała aktynometryczne termoelektrycznego pyrheljometru Kimballa i Hobbsa wraz z akcesorjami widziane z góry; *C* — czarne ciało, *D* — białe.

Z prawej strony: to samo widziane od spodu, widoczne są liczne termostoty przylegające spójniami do obu ciał aktynometrycznych.

bardzo drogie, zbyt drogie, by mogły być używane na zwykłych stacjach meteorologicznych. Nadto są one na ogół trudne w użyciu. Można je częściowo zastąpić przez mniej dokładne ale zato proste i tanie aktynometry termometryczne. Tą kwestją zajmę się w osobnym artykule.

Z powyższego przedstawienia rzeczy wypływa, że do celów klimatologicznych nadają się właściwie tylko takie aktynometry, które pozwalają mierzyć całkowite promieniowanie, a także osobno promieniowanie rozproszone. Jest tylko 15 punktów na kuli ziemskiej, gdzie są lub były prowadzone systema-

tycznie pomiary całkowitego promieniowania z zastosowaniem samoczynnego zapisywania. Punkty te i główne otrzymane z nich wyniki są zestawione w pracy Kimballa z roku 1927. Są to punkty następujące (w nawiasie jest podane instrumentarium).

- 1) Stocksund pod Sztokholmem (Pyranometr Ångströma).
- 2) Słuck (Pawłowski) pod Leningradem (Termoelektryczny aktynometr systemu Crova-Sawinoff, o którym nie mam dokładniejszych informacji).
- 3) Davos Platz (Pyranometr Ångströma).
- 4) Rothamsted w Anglii (Aktynometr Callendara).
- 5) South Kensington pod Londynem (Ditto).
- 6) Lourenço Marques w portugalskich koloniach afrykańskich (Ditto).
- 7) Johannesburg w Południowej Afryce (Ditto).
- 8) Toronto w Kanadzie (Ditto).
- 9) Washington, D. C. (Ditto).
- 10) Mount Weather, Va (Ditto).
- 11) Lincoln, Nebr. (Ditto).
- 12) Madison, Wis. (Ditto).
- 13) Chicago, Ill. (Termoelektryczny pyrheljometr Kimballa i Hobbsa).
- 14) New York (Ditto).
- 15) Habana (Ditto).

Podam tu najważniejsze wyniki, osiągnięte przez te pomiary.

Przedewszystkiem ciekawą jest rzeczą, ile energii promienistej krótkofalowej otrzymują różne miejsca na kuli ziemskiej w ciągu roku na *kw. cm.* poziomej powierzchni. W zestawieniu, które tu podaję, dane są wzięte z artykułu Kimballa po przeliczeniu z kilowatt-godzin i dekametrów na kalorie i centymetry, z wyjątkiem danych o Stocksundzie, wziętych z publikacji A. Ångströma z roku 1928. Liczby te nie zupełnie są porównywalne, ponieważ odnoszą się do różnych okresów, ale dają ogólnie dobre pojęcie o rzeczy. Zestawiam dane w porządku wzrastającej szerokości geograficznej, stawiając osobno dwie stacje górskie, położone wyżej niż 1000 metrów nad poziomem morza. Obok nazwy podaję szerokość geograficzną i wysokość nad poziomem morza, a nadto okres, w któ-

rym obserwacje były dokonywane. Ilość energii jest obliczona w tysiącach gramowych kaloryj.

Habana (23° 09' N, 40 m)	158·9	(1925—1926)
Lourenço Marques (25° 58' S, 459 m)	146·0	(1915—1919)
Washington (38° 56' N, 127 m)	125·4	(1914—1922)
Mount Weather (39° 04' N, 540 m)	128·2	(1912—1914)
New York (40° 46' N, 48 m)	84·3	(1924—1927)
Lincoln (40° 50' N, 373 m)	138·6	(1915—1925)
Chicago (41° 47' N, 210 m)	77·0	(1923—1927)
Madison (43° 05' N, 297 m)	120·2	(1911—1925)
Toronto (43° 40' N, 116 m)	91·7	(?)
South Kensington (51° 30' N, 37 m)	67·7	(1913—1920)
Rothamsted (51° 48' N, 128 m)	71·6	(1922—1924)
Stocksund (59° 23' N, 57 m)	75·3	(1922—1927)
Słuck (59° 41' N, 40 m)	60·5	(1913—1919)
Johannesburg (26° 11' S, 1800 m)	151·3	(1908—1910)
Davos (46° 48' N, 1600 m)	149·9	(1920—1921)

Niektóre dane są w tem zestawieniu wątpliwe. Zastanawiającem jest stosunkowo mała ilość energii promienistej w New Yorku, Chicago i Toronto w porównaniu do położonych w tej samej strefie Washingtonu, Lincolnu i Madisonu. Może tu działa zadymienie powietrza, występujące w wielkich miastach. Na ogół jednak powyższe zestawienie daje jasny obraz tego, jak ilość energii promienistej na przestrzeni od 25° do 60° szerokości geograficznej zmniejsza się do połowy. Wzniesienie ponad poziom morza znowu podnosi ilość energii promienistej, niewiadomo tylko w jakim stopniu, bo dla Davos brak porównania ze stacjami, położonemi w pobliżu, ale na niższym poziomie, zaś w Johannesburgu promieniowanie jest prawie takie same jak w Lourenço Marques, położonem na tej samej szerokości geograficznej o 1350 metrów niżej. Niewiadomo wreszcie, jak się przedstawiają te stosunki w pobliżu równika.

Ilość energii promienistej, otrzymywanej przez ziemię, zmienia się ze zmianą pór roku. Różnice te są tem większe, im bliżej bieguna jest położona dana miejscowość. Ilustrują to wykresy Kimballa, zreprodukowane na tablicach II i III. Tablica II przedstawia stacje wschodniej półkuli, tablica III — zachodniej. Energia jest podana w kilowatt-godzinach na kwa-

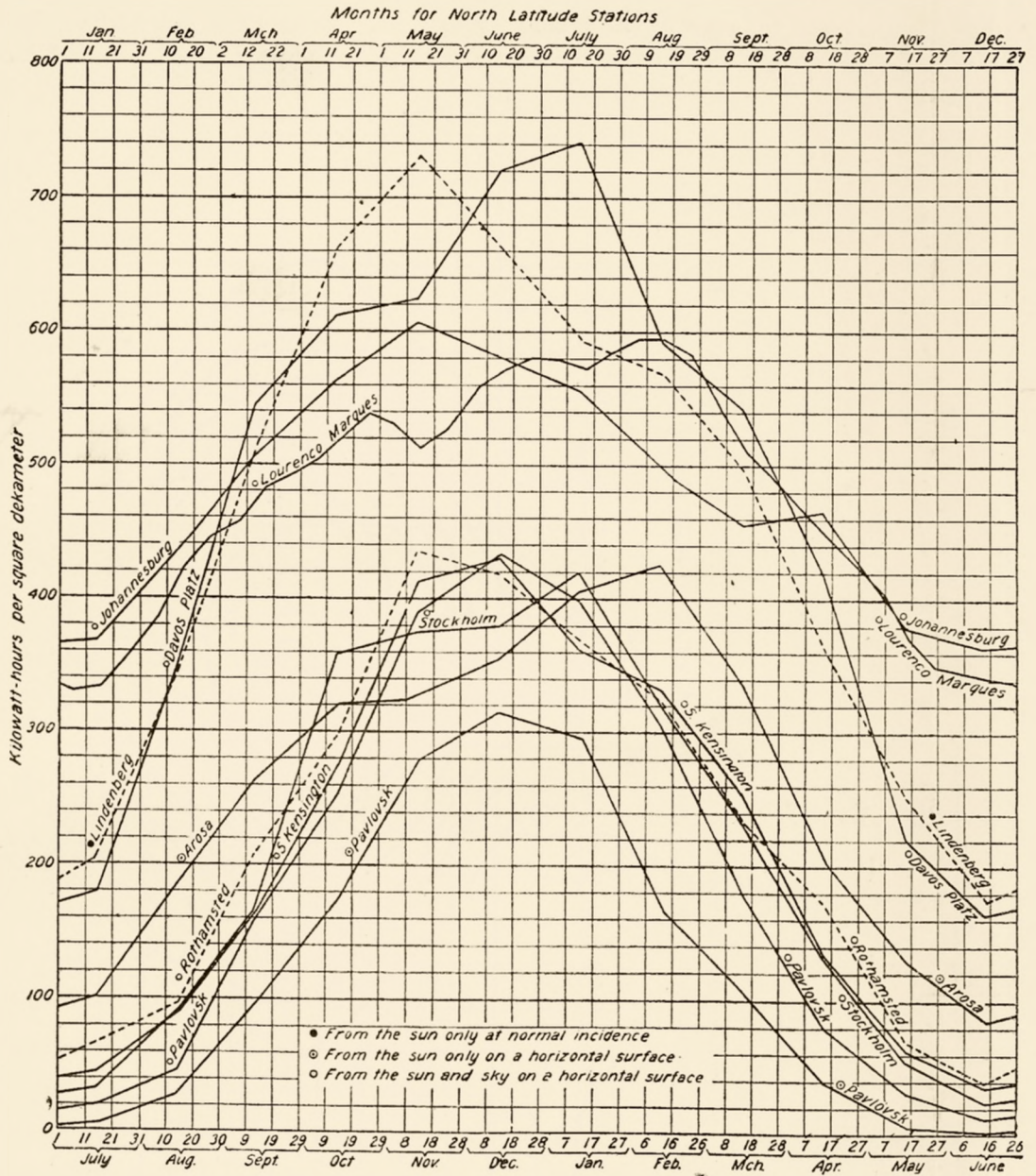
dratowy dekametr. Na tablicy II u góry są podane miesiące dla północnej półkuli, u dołu — dla południowej. Dla wschodniej półkuli podane są oprócz wykresów całkowitego promieniowania, padającego na poziomą powierzchnię, to znaczy oprócz górnego całkowitego promieniowania, jeszcze 3 wykresy inne: maksymalne bezpośrednie promieniowanie dla Lindenbergu w Niemczech ($52^{\circ}13'N$, $106\ m$), oraz górne bezpośrednie promieniowanie dla Słucka i dla Arosa w Szwajcarji ($46^{\circ}47'N$, $1860\ m$). Uderzającą jest wielka różnica między górnym promieniowaniem bezpośrednim dla tej ostatniej miejscowości a górnym promieniowaniem całkowitem dla Davos, mającego podobny klimat. Prawdopodobnie zachodzą tu jakieś niedokładności: albo dane dla Arosa są za małe, albo dane dla Davos są za duże.

Ze wszystkich posiadanych danych najcenniejsze są te, które zostały otrzymane przez Andersa Ångströma w Stocksund pod Sztokholmem. Są one zestawione przez niego w publikacji z r. 1928. Przytoczę niektóre z tych danych dla lepszego zilustrowania tego, co mogą dać podobne obserwacje.

Przedewszystkiem bardzo ciekawe są zapisy promieniowania, otrzymane w poszczególnych dniach, różne w zależności od stanu zachmurzenia. Tablica IV daje tego kilka typowych przykładów, poczynając od prawie całkiem jasnego nieba w dniu 14 czerwca 1927 do zupełnie pochmurnego w dniu 4 marca 1925.

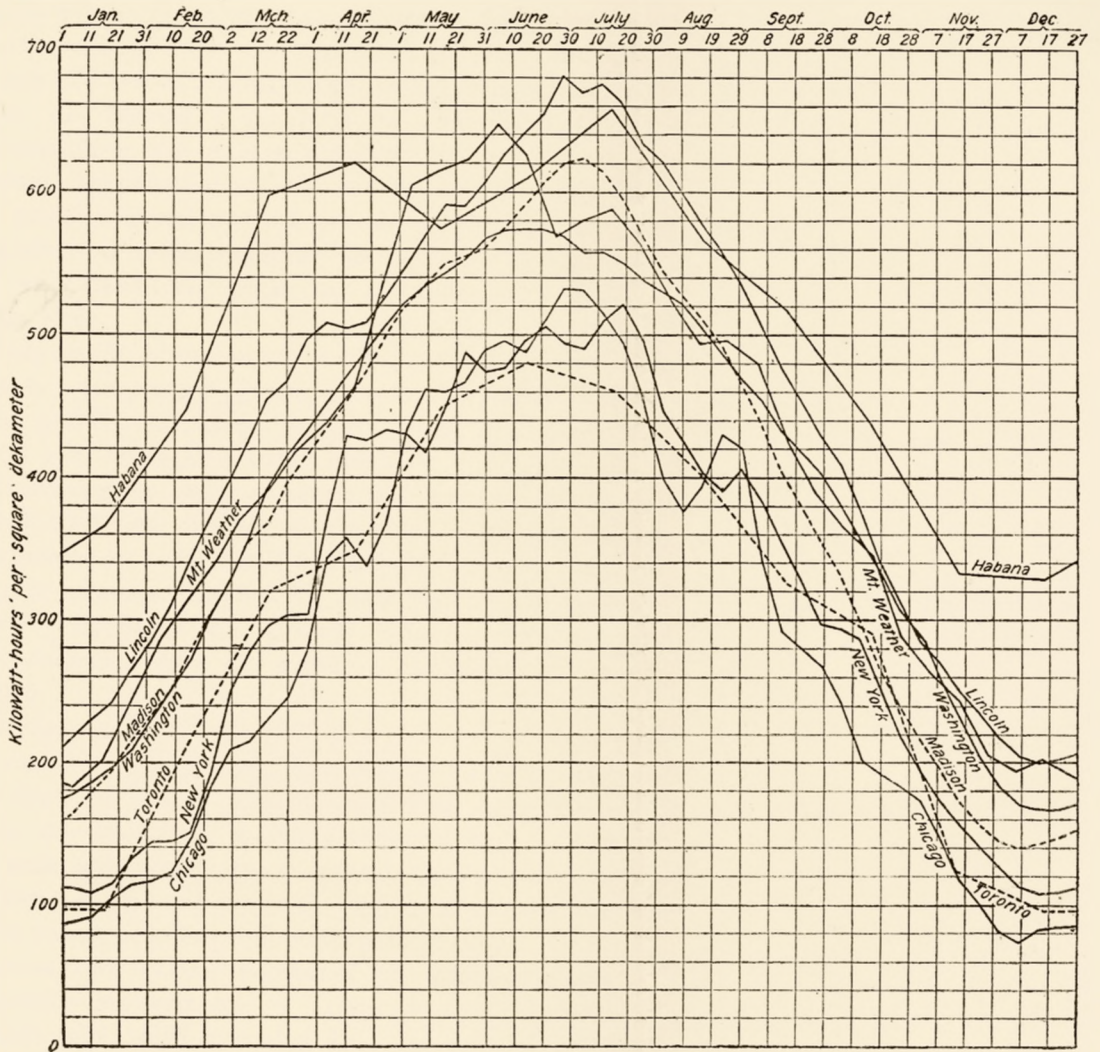
Z powyższych wykresów widoczne jest, że wahania w natężeniu promieniowania już w ciągu jednej godziny mogą być bardzo znaczne, bo nawet czterokrotne. Nie mniejsze są wahania z dnia na dzień; np. w ciągu kwietnia 1926 w południe promieniowanie zmieniało się w granicach od 1.13 do 0.11 (według skali Ångströma), to znaczy dziesięciokrotnie. Wszystko to odnosi się do promieniowania górnego i to w miejscowości stosunkowo daleko położonej na północy. Promieniowanie całkowite maksymalne w miejscowościach położonych bliżej równika może wykazywać z dnia na dzień i z godziny na godzinę różnice nawet dwudziestokrotne. Z tego wypływa bardzo wyraźnie, jak dalece niedostateczne są do celów klimatycznych pomiary samego tylko promieniowania bezpośredniego.

TABLICA II.



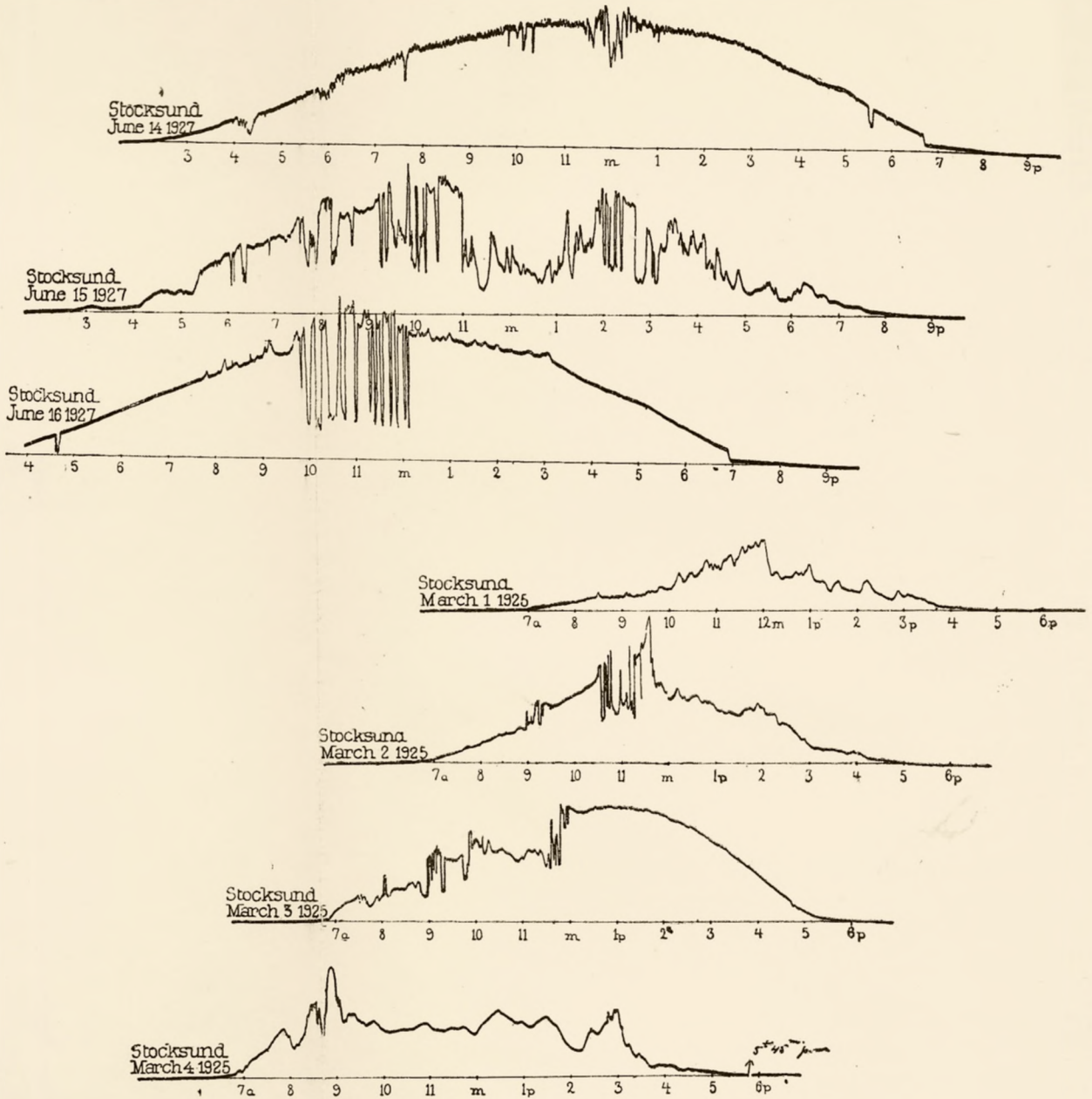
Według Kimballa.

TABLICA III.



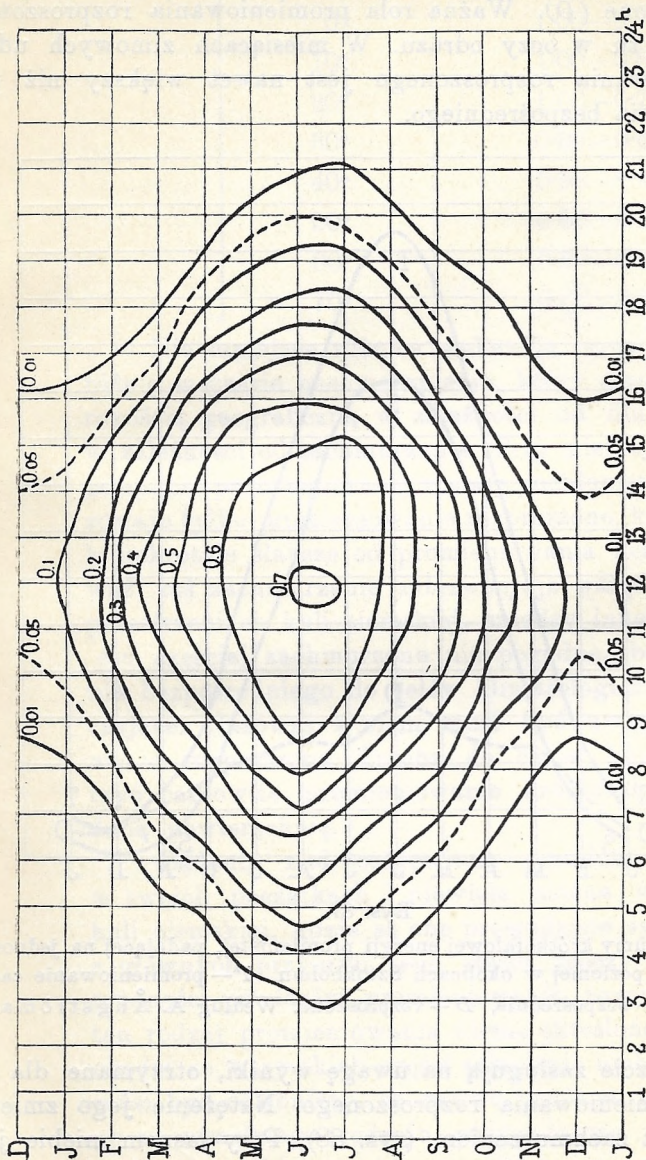
Według Kimballa.

TABLICA IV.



Według A. Ångströma.

Na podstawie omawianych obserwacji ułożył A. Ångström bardzo ciekawy wykres izoplei całkowitego promieniowania dla okolic Sztokholmu (rys. 86). Z tego wykresu można

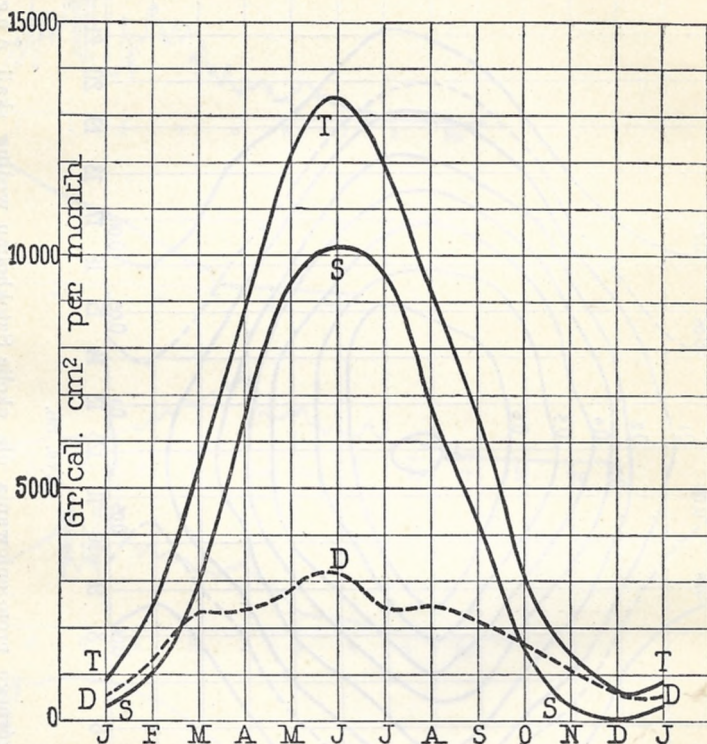


Rys. 86.

Izoplety całkowitego górnego promieniowania dla okolic Sztokholmu według skali Ångströma.
Na osi odciętych są godziny dnia, na osi rzędnych — miesiące. Według A. Ångströma.

z łatwością wywnioskować, jakie jest średnie promieniowanie o danej godzinie w danej porze roku.

Dalej bardzo ciekawe jest porównawcze zestawienie graficzne (rys. 87) ilości energii, dostarczonej na jednostkę powierzchni poziomej przez promieniowanie bezpośrednie (S) i rozproszone (D). Ważna rola promieniowania rozproszonego rzuca się tu w oczy odrazu. W miesiącach zimowych udział promieniowania rozproszonego jest nawet większy niż promieniowania bezpośredniego.



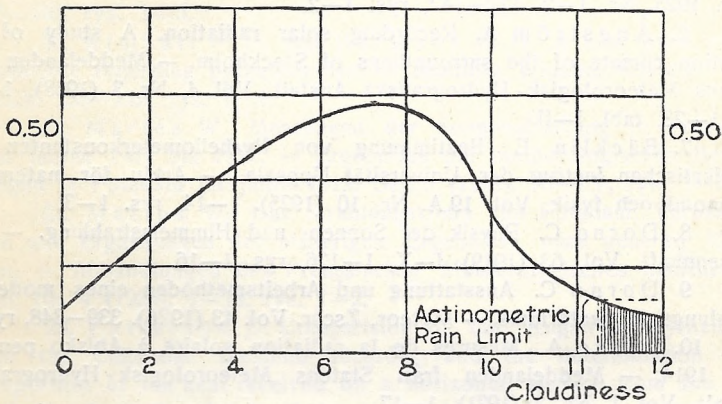
Rys. 87.

Miesięczne sumy krótkofalowej energii promienistej, padającej na jednostkę powierzchni poziomej w okolicach Sztokholmu. T — promieniowanie całkowite, S — bezpośrednie, D — rozproszone. Według A. Ångströma.

Wreszcie zasługują na uwagę wyniki, otrzymane dla samego promieniowania rozproszonego. Natężenie jego zmienia się silnie z zachmurzeniem (rys. 88). Przy jasnym niebie jest ono słabe i wynosi przy odległości słońca od zenitu, nie przenoszącej 30° , około $0.1 \text{ gr. cal/min cm}^2$. Przy częściowym za-

chmurzeniu wzrasta ono skutkiem odbicia promieni słońca od chmur i może dochodzić do $0.5 \text{ gr. cal na cm}^2$ poziomej powierzchni na minutę. Krzywa przy silnym zachmurzeniu zniża się i przy całkowitem zachmurzeniu spada poniżej wartości, odpowiadającej jasnemu niebu. Wartość jest zaznaczenia, że podczas deszczu promieniowanie nie przewyższa zwykle pewnej granicy niewiele różnej od promieniowania jasnego nieba.

Powyższe przedstawienie rzeczy oczywiście nie wyczerpuje tematu. Zajmowaliśmy się w niem głównie całością pro-



Rys. 88.

Zmiany promieniowania rozproszonego w zależności od zachmurzenia wyrażonego w skali 12-stopniowej. Z prawej strony wykresu pokazane jest kreskowaniem promieniowanie w czasie deszczu. Według A. Ångströma

mieniowania, mało zwracając uwagi na jego skład spektroskopowy. Uwzględnienie wszystkich zagadnień przerasta ramy artykułu. Wiele dalszych danych może czytelnik znaleźć w książce Dorno p. t. „Physik der Sonnen und Himmelsstrahlung“.

Na zakończenie składam serdeczne podziękowanie p. p. prof. Arctowskiemu i dr. Stenzowi za pomoc w gromadzeniu bardzo rozproszonej literatury.

LITERATURA.

1. Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution. Vol. II (1908), Vol. III (1913).
2. Abbott C. G. The silver disc pyrheliometer. — Smithsonian Miscellaneous Collections Vol. 56, Nr. 19 (1911). 1—10, tabl. 1.
3. Ångström A. A new instrument for measuring sky radiation. — Monthly Weather Review. Vol. 47 (1919). 795—797, rys. 1—2.
4. Ångström A. Some problems relating to the scattered radiation from the sky. — Monthly Weather Review. Vol. 47 (1919). 797—798, rys. 1.
5. Ångström A. On radiation and climate. — Geografiska Annaler. 1925, Nr. 1—2. 122—142, rys. 1—2.
6. Ångström A. Recording solar radiation. A study of the radiation climate of the surroundings of Stockholm. — Meddelanden från Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt. Vol. 4, Nr. 3 (1928). 1—36, rys. 1—23, tabl. I—II.
7. Bäcklin E. Bestimmung von Pyrheliometerkonstanten am Physikalischen Institut der Universität Uppsala. — Arkiv för matematik, astronomi och fysik. Vol. 19 A. Nr. 10 (1925). 1—14, rys. 1—3.
8. Dorno C. Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. — Die Wissensch. Vol. 63 (1919). I—X, 1—126, rys. 1—16.
9. Dorno C. Ausstattung und Arbeitsmethoden eines modernen Strahlungsobservatoriums. — Meteor. Zschr. Vol. 43 (1926). 339—348, rys. 1.
10. Funke A. Mesures de la radiation solaire à Abisko pendant l'été 1914. — Meddelanden från Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt. Vol. I, Nr. 3 (1921). 1—17.
11. Gorczyński W. O spadku promieniowania słonecznego w części czerwonej widma, zaobserwowanym między Europą a równikiem. (Z wyników wyprawy naukowej polskiej do Siamu w r. 1923). — Wiadomości Meteorologiczne. Rocznik 1923. 85—92, mapa 1.
12. Gorczyński W. O nowych przyrządach termoelektrycznych do pomiarów promieniowania słonecznego. — Wiadomości Meteorologiczne. Rocznik 1924. Stronic 10, rysunków 11.
13. Gorczyński L. Mesures de l'intensité totale et partielle du rayonnement solaire effectuées en 1924 en Afrique Française du Nord et spécialement à l'oasis saharienne de Touggourt. — Annales du Service Botanique de Tunisie. Année 1925, fasc. 1. 1—59, rys. 1—4.
14. Gorczyński L. Solarimeters and solarigraphs. Simple instruments for direct readings of solar radiation intensity from sun and sky. — Monthly Weather Review. Vol. 54 (1926). 381—384, fig. 1—5.
15. Gorczyński L. Ueber Solarimeter und einige andere thermoelektrische Instrumente für Sonnenstrahlungsmessungen. — Meteorologische Zeitschr. Vol. 44 (1927). 5—12, rys. 1—8.
16. Gorczyński L. Some results obtained by testing solarimeters with pyrheliometric tubes. — Monthly Weather Review. Vol. 55 (1928). 488—490, fig. 1—3.

17. Gorczyński W. i Wierzbicka W. O aktynometrze płytkowym Michelsona i o wynikach pomiarów porównawczych z pyrheljometrem elektrycznym. — Sprawozdania z posiedzeń Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. VIII (1915). 213–242, rys. 1–2.

18. Kimball H. H. The total radiation received on a horizontal surface from the sun and sky at Mount Weather, Va. — I. Standardisation of Callendar recording pyrhelimeters — II. Measurements of the total radiation received on a horizontal surface. — Monthly Weather Review. Vol. 42 (1914). 474–487, rys. 1–9.

19. Kimball H. H. Measurements of solar radiation intensity and determinations of its depletion by the atmosphere with bibliography of pyrhelimetric measurements. — Monthly Weather Review. Vol. 55 (1927). 155–169, rys. 1–3.

20. Kimball H. H. and Hermann E. H. A new form of thermoelectric recording pyrhelimeter. — Monthly Weather Review. Vol. 51 (1923). 239–242, rys. 1–4.

21. Marten W. Messungen der Sonnenstrahlung in Potsdam in den Jahren 1909 bis 1912. — Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1912. Berlin (1913). XI–LV, rys. 1–5.

22. Marten W. Das Strahlungsklima von Potsdam. Verbesserungen und Ergänzungen der bisherigen Ergebnisse nach neueren Messungen. — Abhandlungen des Preussischen Meteorologischen Instituts. Vol. VIII, Nr. 4 (1926). 1–18, rys. 1–2.

23. Patterson J. Comparison of the Ångström pyrhelimeter and the Callendar sunshine recorder and the determination of the proportion of the heat received on a horizontal surface from the diffuse radiation from the sky to that received from the sun. — Meteorological Service of Canada. M. S. 50. Ottawa (1912). 1–21, fig. 1–3.

24. Stenz E. O potrzebie obserwatorjum słonecznego. — Rocznik Astronomiczny Obserwatorjum Krakowskiego (1925), str. 3.

25. Stenz E. O zmianie skali pyrhelometrycznej w pomiarach natężenia promieniowania słonecznego w Polsce. — Wiadom. Meteor. 1923. 65–70.

26. Stenz E. Przyczynek do teorii aktynometru. — Sprawozdania i prace Pol. Tow. Fizycznego. Zeszyt 5 (1925). 51–55.

27. Wołoszin F. E. O nowym pyrheljometrze lodowym. — Wiadomości Meteorologiczne. Rocznik 1926, 59, rysunek jeden.

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

J. TROJAN.

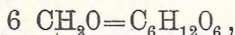
O syntezie cukrów.

Wielka zagadka przyrody wytwarzania w żywych organizmach wprost nieograniczonej ilości związków węgla, zupełnie różnych we własnościach fizycznych, a o bardzo prostym i przeważnie jednakowym jakościowym składzie pierwiastków, otoczona była przez długi okres czasu tajemniczą zasłoną.

Przypuszczano, że do wytwarzania tych związków potrzebny jest koniecznie, oprócz składających dane połączenie pierwiastków, także czynnik wyższy, t. zw. siła żywa. Dopiero pierwsza synteza związku organicznego, a mianowicie mocznika, dokonana przez Wöhlera bez udziału tej „siły żywej“ zwyczajnymi metodami ze substancyj mineralnych, obaliła te przypuszczenia i teorie. Przekonano się, że zasadniczo wszystkie te związki można otrzymać na drodze syntezy. Przekonanie to potwierdzało otrzymywanie z każdym rokiem coraz większej ilości połączeń organicznych na drodze całkowitej syntezy, czy to wprost ze związków mineralnych, czy też pośrednio z substancyj organicznych, otrzymanych już syntetycznie. Żmudne te badania rozciągnęły się na całą chemję związków węgla, nie wyłączając też tak ważnej i koniecznej dla życia żywych organizmów grupy węglowodanów. Związki te są przeważnie wytwarzane przez rośliny przez asymilację bezwodnika węglowego i następną ich syntezę w żywym organizmie. Stamtąd też czerpiemy potrzebne nam do życia ilości tych związków, nie oglądając się w życiu praktycznym na możliwość otrzymywania ich na drodze syntetycznej, ponieważ roślina jest dla nas w tym przypadku najtańszym warsztatem pracy. Rozwiązanie jednak ciężkiego problemu budowy cukrów prostych, jak i polisacha-

rydów napotykało stale na trudności sztucznego otrzymywania związków identycznych z naturalnemi. Walka prowadzona na tem polu przez rozum ludzki z tajnikami przyrody nie została jeszcze do dziś zupełnie zakończona. Żmudne badania szeregu wybitnych uczonych, prowadzone od przeszło 50 lat nad syntezą cukrów, dały już w każdym razie bardzo dużo pomyślnych rezultatów i zdołały już w wielu przypadkach całkowicie oświetlić omawiane sprawy.

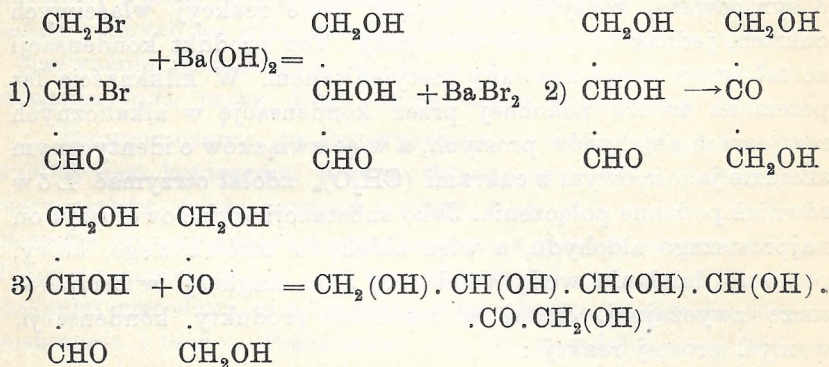
Jako pierwszą próbę szczęśliwego rozwiązania kwestji otrzymywania cukrów na drodze laboratoryjnej należy wymienić badania Butlerowa, wydane w r. 1861. Badacz ten przez działanie wody wapiennej na trójksoymetylen otrzymał produkt o syropowatej konsystencji, dający wiele reakcyj właściwych cukrom, jednak optycznie nieczynny. Ten produkt kondensacji został przez niego nazwany metylenitanem. W kilkanaście lat potem na drodze podobnej przez kondensację w alkalicznych roztworach aldehydów prostych, a więc związków o identycznym składzie jakościowym z cukrami $(\text{CH}_2\text{O})_n$ zdołał otrzymać Löw również podobne połączenia. Jako substancji wyjściowej użył on najprostszego aldehydu, a więc aldehydu mrówkowego, który, poddany działaniu wody wapiennej albo magnezji w temperaturze zwyczajnej, dawał w rezultacie produkty kondensacji, w myśl prostej reakcji:



nazwane przez niego formozą albo metozą.

Wymienione jednak pierwsze syntetyczne cukry nie przedstawiały pewnych chemicznych indywiduów, lecz były skomplikowaną mieszaniną różnych cukrów. Już sam sposób postępowania nie gwarantował, że kondensacja ma w całości dojść do heksoz, a więc cukrów zawierających sześć atomów węgla w cząsteczce, i na niej się zatrzymać, nie wytwarzając produktów o krótszym lub dłuższym łańcuchu węglowym. Biorąc zaś jeszcze pod uwagę możliwość całego szeregu izomeronów wzoru $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, widzimy, jak bardzo mogła być złożona ta mieszanina. Ponieważ wymienieni autorowie nie dysponowali jeszcze odpowiednio opracowanemi metodami rozdzielu tych cukrów, nie mogli dojść do dokładnej charakterystyki otrzymanych produktów.

Dopiero genialne prace E. Fischera zdołały celowo przeprowadzić syntezę i przez wynalezienie środków dla wyosabniania i charakterystyki poszczególnych cukrów doprowadzić rzeczywiście do otrzymania czystych indywiduów chemicznych. Droga, którą poszedł Fischer, była znacznie zmieniona. Jako produktu wyjściowego użył on dwubromku akroleiny, który przez ostrożny rozkład wodą barytową przechodzi w aldehyd glicerynowy (1). Ten zaś ulega częściowo samorzutnemu przejściu w dwuoksyaceton (2). Mieszanina tych dwu związków łączy się na podstawie kondensacji aldolowej w cukier, nazwany przez Fischera akrozą (3). Reakcje powyższe możemy przedstawić następującymi równaniami:



Jak to w późniejszych pracach Fischer wykazał, do otrzymania identycznych produktów można dojść wprost przez utlenienie gliceryny i następną kondensację pod wpływem alkali. Środkami utleniającymi, które w tym przypadku mogą być użyte, są brom i soda, rozcieńczony kwas azotowy, ewentualnie katalityczne działanie czerni platynowej. Dalszy przebieg reakcji jest identyczny z podanym poprzednio wzorem.

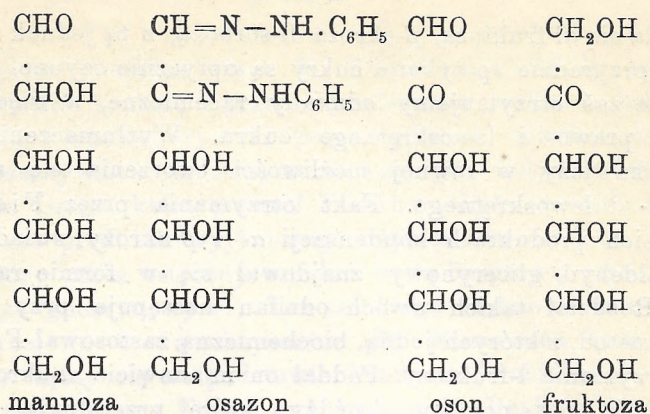
Do wyosobnienia otrzymanego produktu użył Fischer fenylhydrazyny z kwasem octowym, otrzymując w ten sposób mieszaninę osazonów, z których wyosobnił α - i β -akrosazon. Posługując się tą samą metodą, poddał rewizji wyniki, otrzymane przez Löwa, i stwierdził, że w syropie, nazwanym przez niego formozą, znajduje się również β -akroza. Otrzymane w powyższy sposób cukry okazały się w dalszym ciągu identyczne z naturalnymi, występującymi w przyrodzie. I tak α -akroza

okazała się dl-fruktozą, β -akroza dl-sorbozą, z tą jednak różnicą, że w przyrodzie spotykane cukry są optycznie czynne, syntetycznie zaś otrzymujemy odmiany racemiczne, a więc równe ilości prawo- i lewoskrętnego cukru. Wytłumaczenie tego zjawiska leży w równej możliwości tworzenia się związku prawo- i lewoskrętnego. Fakt otrzymania przez Fischera w swoich produktach kondensacji α - i β -akrozy świadczy, że już aldehyd glicerynowy znajdował się w formie racemicznej. Rozdział takich dwóch odmian następuje przy pomocy kilku metod, z których jedną, biochemiczną, zastosował Fischer do otrzymania l-fruktozy. Poddał on mianowicie α -akrozę fermentacji przy pomocy drożdży, które przerabiają jedynie naturalną d-fruktozę, zaś l-fruktozę pozostawiają nietkniętą.

Dalsze uciążliwe doświadczenia, mające na celu otrzymanie z syntetycznych cukrów na drodze czysto chemicznej związków ważnych i rozpowszechnionych w przyrodzie, jak d-glukoza i d-fruktoza, zostały również przez Fischera w następujący sposób pomyślnie zakończone.

Otrzymana na drodze syntetycznej α -akroza, poddana redukcji amalgamatem sodowym, przechodzi w sześćoatomowy alkohol α -akryt, który jest dl-mannitem. Ten zaś, utleniony rozcieńczonym kwasem azotowym, daje dl-mannozę, która pod wpływem bromu przechodzi w kwas dl-mannowy. Do tego momentu mamy ciągle do czynienia z optycznie nieczynnymi odmianami racemicznymi. Celem rozłożenia tych dwóch odmian została użyta metoda Pasteura, polegająca na wytwarzaniu soli powyższych kwasów z optycznie czynnymi zasadami, jak morfina lub strychnina, przez co sole kwasów d- i l-mannowego przestawały być swojemi odbiciami zwierciadlanymi i różniły się w pewnych własnościach fizycznych, jak w rozpuszczalności i zdolności krystalizacyjnej. Na podstawie więc wspomnianych różnic zostały one na drodze cząstkowej krystalizacji rozdzielone. Po rozłożeniu tych soli i redukcji kwasów otrzymane zostały optycznie czynne mannozy, z których d-mannoza została użyta do dalszych przemian w kierunku wytworzenia d-fruktozy.

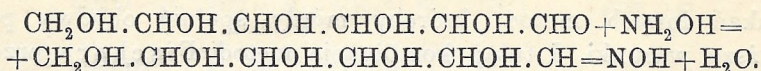
d-Mannoza daje pod wpływem fenylohydrazyny i kwasu octowego osazon, który działaniem kwasu solnego, ewentualnie benzaldehydu, przechodzi w oson, a po redukcji w d-fruktozę:



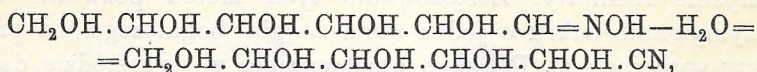
Reakcja powyższa jest w chemii cukrów bardzo ważna, pozwala bowiem na przeprowadzenie każdej aldozy w ketozę.

W celu otrzymania syntentycznie d-glukozy musimy posługiwać się własnościami kwasów heksonowych, które, ogrzewane z pirydyną lub chinoliną, ulegają tej zmianie, że ugrupowanie przestrzenne na węglu, sąsiadującym z grupą karboksylową, ulega zmianie, wskutek czego powstaje kwas stereoizomeryczny, nie będący antimerem. Użycie więc tej metody umożliwi przejście kwasu d-mannowego w kwas d-glukonowy, który po redukcji daje d-glukozę. W ten sposób dzięki powyżej opisanym metodom jesteśmy w stanie dokonać całkowitej syntezy wszystkich najważniejszych naturalnych heksoz, spotykanych w przyrodzie.

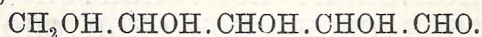
Z podanych szczegółów wynika, że najdostępniejsze dla syntezy są właśnie heksozy i że kondensacje aldolowe, czy to wychodzące z najprostszego aldehydu tłuszczowego — aldehydu mrówkowego, czy też z jego polimeronu aldehydu glicerynowego, w głównej ilości produktów kondensacji zatrzymują się na tej długości łańcucha węglowego. Dokładne analizy otrzymywanych produktów kondensacji metodami stosowanymi przez Fischera wykazały również obecność pentoz, których wykrycie polega na znanej ich reakcji tworzenia furfurołu przy destylacji z kwasem solnym. Wyosobnienie tych produktów przy tak małej procentowej zawartości nie dało się pomyślnie przeprowadzić. Dlatego do otrzymania pentoz, jak też cukrów o dłuższym lub krótszym łańcuchu węglowym, trzeba było



Otrzymany w ten sposób oksym przy pomocy środków odwadniających przechodzi w nitryl:

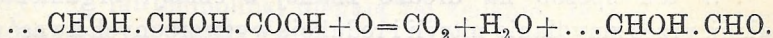


który przez działanie amonjakaalnym tlenkiem srebra odszczepia kwas cyjanowodorowy i daje w rezultacie cukier o jeden atom węgla krótszy:



W przykładzie podanym otrzymaliśmy z heksozy pentozę.

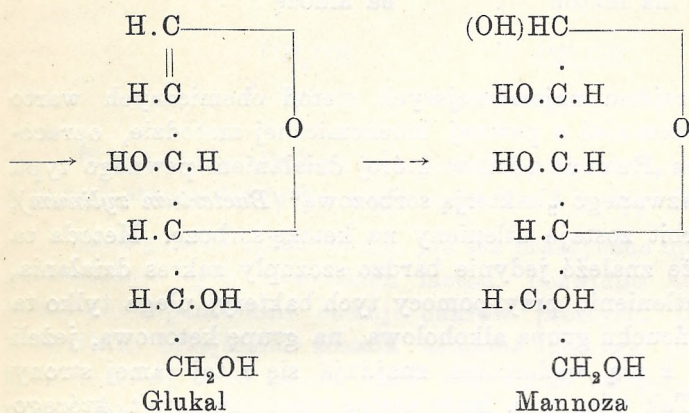
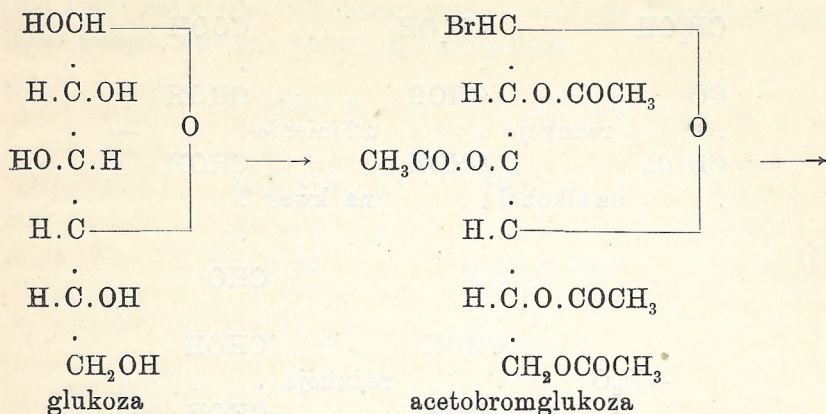
Drugą metodą, dochodzącą do tego samego celu, co ostatnio wymieniony sposób, jest metoda Ruffa, polegająca na utlenieniu kwasów aldonowych nadtlenkiem wodoru w obecności katalitycznie działającego octanu żelaza



Otrzymujemy więc aldozę krótszą o jeden atom węgla od użytego kwasu.

Przechodząc w dalszym ciągu zdobycze wiedzy na polu syntezy cukrów, nie można pominąć milczeniem metody całkowitego przejścia od związków nieorganicznych do cukrów, zastosowanej przez Stoklasę i współpracowników. Badacze ci przez działanie wodoru *in statu nascendi* na dwuwęglan potasu przy równoczesnym działaniu, raz promieniami ultrafioletowymi, drugi raz solami radowymi i emanacją, otrzymali w rezultacie aldehyd mrówkowy i mieszaninę cukrów. Analiza tych produktów wykazała obecność heksoz, a także pentoz i metylopentoz.

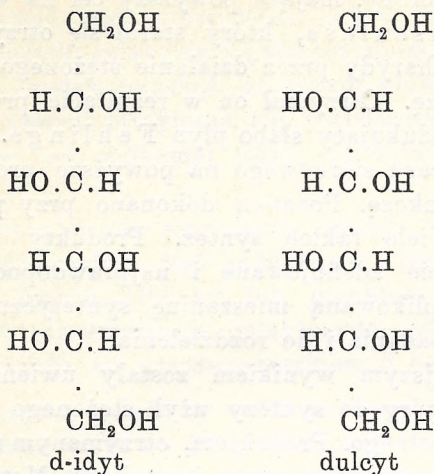
W ostatnich latach została ogłoszona metoda Bergmanna i Schottego, mająca również na celu syntetyczne opanowanie chemii cukrów. Przy jej zastosowaniu z nienasyconych połączeń, otrzymanych przez redukcję bromo-acetylo-pochodnych cukrów działaniem pyłu cynkowego i kwasu octowego, możemy otrzymywać cukry przez utlenienie kwasem nadbenzoesowym. Podany niżej przykład wyjaśni przebieg reakcji stosowanych przy tym sposobie postępowania:



Dzięki wymienionym przejściom, wychodząc z glukozy, otrzymaliśmy mannozę. Szerszego znaczenia w syntezie cukrów prostych metoda ta nie może znaleźć ze względu na to, że produktem wyjściowym są już cukry, a tylko może służyć do przemian jednych gatunków w drugie. Znalazła ona natomiast zastosowanie przy syntezach cukrów złożonych, jak to zobaczymy przy omawianiu tego działu.

Dla całokształtu obrazu, przedstawiającego metody chemiczne, stosowane przy syntezie cukrów prostych, przy których koniecznym jest przeprowadzanie jednych cukrów w drugie, należy poznać ważną reakcję, która ma na celu przeprowadzenie ketoz w aldozy. Przebieg tych reakcji możemy przedstawić następującymi równaniami:

nie może zaś ulegać utlenieniu przez te bakterje alkohol d-ityd, albo dulcyt, których wzory są następujące:



Wymienione alkohole nie posiadają sąsiadujących ze sobą z jednej strony łańcucha węglowego 2 i 3 grupy OH.

Szczegółowe opracowanie, jak też praktyczne ujęcie i przeprowadzenie tych wszystkich metod, pozwoliło na zupełnie konkretne opanowanie chemji cukrów prostych. Dzięki tym wszystkim przejściom została ustalona budowa przestrzenna tych cukrów, a co zatem idzie wszystkich związków pochodnych, jak kwasów cukrowych i alkoholi wielowartościowych o prostym łańcuchu węglowym. Jeżeli weźmiemy n. p. pod uwagę, że w przypadku tylko aldoheksoz istnieje możliwość 16 różnych konfiguracji przestrzennych, to widać, jak wiele potrzeba było pracy i stosowania całego szeregu wymienionych przemian chemicznych, by zupełnie pewnie ustalić, której właśnie z tych 16 możliwości odpowiada jakaś znana heksoza. Te właśnie wszystkie metody syntetycznego otrzymywania cukrów prostych, a co zatem idzie i stosowanie koniecznej przemiany jednego cukru w drugi, pozwoliły pomyślnie rozwiązać te wszystkie trudności.

Drugim problemem, który do dzisiaj nie został jeszcze w zupełności wysświetlony, jest synteza polisacharydów, począwszy od dwusacharydów, jak sacharoza, maltoza i inne,

a skończywszy na wielkich kompleksach cząsteczkowych, jak skrobia, celuloza.

Pierwsze próby, mające powyższy cel na względzie, były to badania Musculus'a, który starał się otrzymywać syntetycznie polisacharydy przez działanie stężonego kwasu siarkowego na glukozę. Otrzymał on w rezultacie produkt zbliżony do dekstryn, redukujący słabo płyn Fehlinga. Działanie rozcieńzonego kwasu siarkowego na powyższe produkty dawało z powrotem glukozę. Poza tem dokonano przy pomocy podobnych metod wiele takich syntez. Produkty te jednak nie zostały należycie zdefiniowane i najprawdopodobniej przedstawiały skomplikowaną mieszaninę syntetycznych dekstryn, trudnych do zbadania i do rozdzielenia.

Pomyślniejszym wynikiem zostały uwieńczone badania Fischera, który do syntezy użył stężonego roztworu glukozy i kwasu solnego. Produktem, otrzymanym tutaj, był dwusacharyd, nazwany przez niego izomaltozą. Metoda, której do tego celu użył Fischer, jest następująca: 100 gr glukozy rozpuszcza się w 400 gr kwasu solnego o c. wł. 1,19 i pozostawia się w temperaturze 10 do 15° na przeciąg 15 minut. Po tym czasie wlewa się płyn, zabarwiony na brązowo, do 4 kg absolutnego alkoholu, przy ciągłym jego mieszaniu. Izomaltoza pozostaje w roztworze, podczas gdy cały szereg innych produktów rewersyjnych wypada. Z tego roztworu zostaje ona przy pomocy eteru wytrącona. Do charakterystyki tego cukru został użyty jego osazon, ponieważ sam cukier w stanie czystym nie został dotychczas otrzymany.

Dalsze badania, prowadzone w tym kierunku, wykazały, że produkt surowy działania kwasu solnego na glukozę składa się z 67,7% glukozy, 17,6% izomaltozy, 8% maltozy i 6,7% różnych polisacharydów. Wyniki te wskazują jasno, że powyższe metody nie mogą być użyte do celowej syntezy, mającej na widoku otrzymanie pewnych z góry określonych produktów. Nie jesteśmy bowiem w stanie opanować przebiegu reakcji, która może przechodzić w dowolnym kierunku, nie dając nam w rezultacie produktów jednolitych, ale całą mieszaninę skomplikowanych polisacharydów. Dlatego też dalsze metody starają się, wychodząc z pewnych pochodnych cukrów, prowadzić reakcję w jednym tylko kierunku i otrzymywać produkty

zgóry już przewidziane. Do nich należy przedewszystkiem zaliczyć metodę Fischera i Armstronga, którzy przez działanie aceto-chlorglukozy na sodowe pochodne glukozy i galaktozy otrzymali trzy syntetyczne cukry, a to galaktozydo-glukozę, glukozido-galaktozę i galaktozydo-galaktozę. Nie zdołano na tej drodze uzyskać glukozido-glukozy. Wprawdzie po przejściu reakcji otrzymuje się rozpuszczalny osazon tego cukru, ale w tak znikomej ilości, że dotychczas nie został zbadany.

Postępowanie dla wszystkich trzech syntez podanych wyżej dwusacharydów jest jednakowe. Zmieniamy jedynie odpowiednio użycie glukozy lub galaktozy. Dla przykładu podam sposób otrzymywania galaktozydo-galaktozy. Do tego celu przygotowuje się przedewszystkiem 3 roztwory:

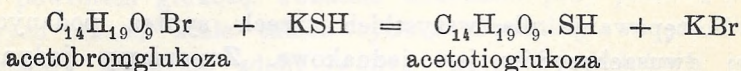
- 18 gr czystej galaktozy w 90 cm wody,
- 2,3 gr sodu w 70 cm 96% alkoholu,
- 36 gr aceto-chlorgalaktozy w 80 cm alkoholu.

Wszystkie 3 roztwory zostają naprzód ochłodzone do 0°, po czym miesza się dwa pierwsze. Po powtórnem dokładnem ochłodzeniu wlewa się roztwór aceto-chlorgalaktozy i pozostawia przez 3 dni w temperaturze pokojowej. Po tym czasie zmydla się połączenia acetylowe przez dodatek 15 cm 33% ługu sodowego. Po 12-godzinnem zmydłaniu otrzymany produkt zakwasza się kwasem octowym i odparowuje w próżni. Dalszy ciąg oczyszczania polega na odfermentowaniu pozostałych jeszcze monoz przy pomocy czystej kultury drożdży fermentacji górnej i przeprowadzeniu pozostałych syntetycznych cukrów w osazony, które po kilkakrotnej krystalizacji z gorącego toluolu dają produkt czysty i jednolity. W identyczny zupełnie sposób dochodzimy do syntezy wspomnianych dwóch innych cukrów.

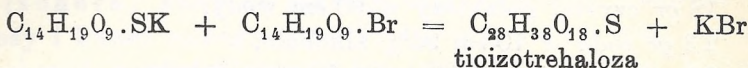
Pewną zmianą i postępem w wyżej wymienionej metodzie jest zastosowanie bromoacetylo-pochodnych cukrów, które przez działanie węglanem srebra dają dwu- i czterosacharydy typu trehalozy. Na drodze tej syntezy została otrzymana izotrehaloza. Jako produkt wyjściowy służyła acetobromglukoza rozpuszczona w absolutnym eterze, która, poddana działaniu węglanu srebra i następnie wielkiej ilości wody, dawała w rezul-

tacie przeważnie czterosacharydy i produkt uboczny, izotrehalozę $C_{12}H_{22}O_{11}$, w postaci pochodnej acetylowej.

Jeżeli będziemy poddawać bromoacetylopo pochodne cukrów w alkoholowym roztworze działaniu wodorosiarczku potasu, to otrzymamy wtedy syntetyczne dwusacharydy, w których cząsteczka cukru wyjściowego połączona jest zapomocą atomu siarki. Reakcję, która tutaj przechodzi, możemy przedstawić następującymi wzorami:

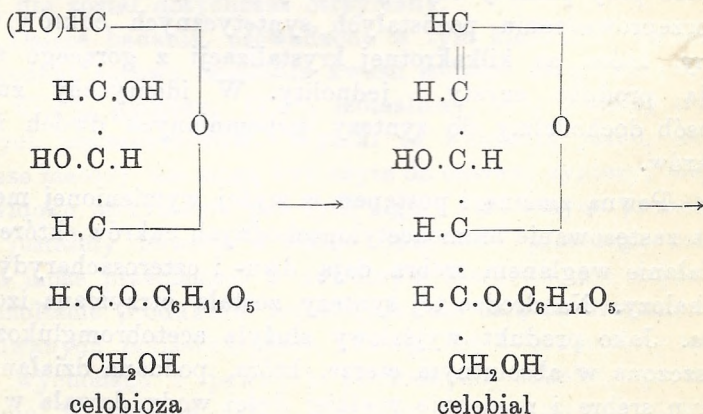


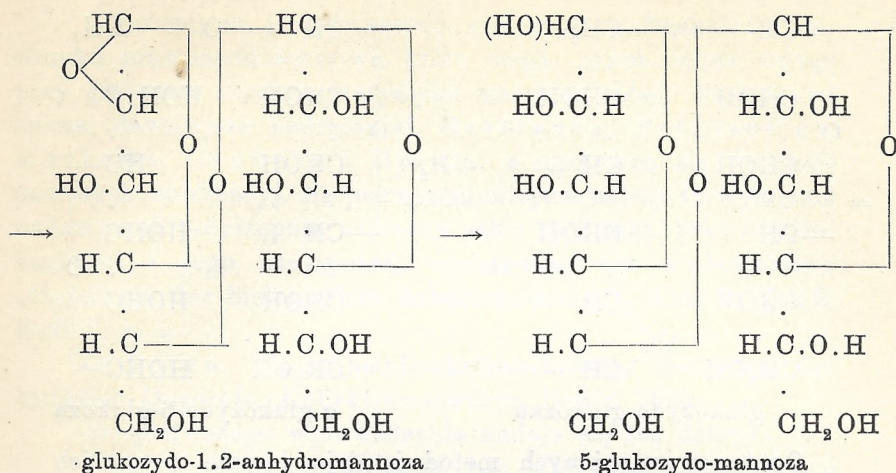
Powstała tutaj grupa wodorosiarkowa daje z nadmiarem ługu potasowego sól potasową, ta zaś łączy się z cząsteczką acetobromglukozy i przechodzi w tioizotrehalozę



Używając selenowodoru i potasu, otrzymujemy analogiczne syntetyczne połączenie z tą różnicą, że miejsce siarki zajmuje w tym przypadku selen.

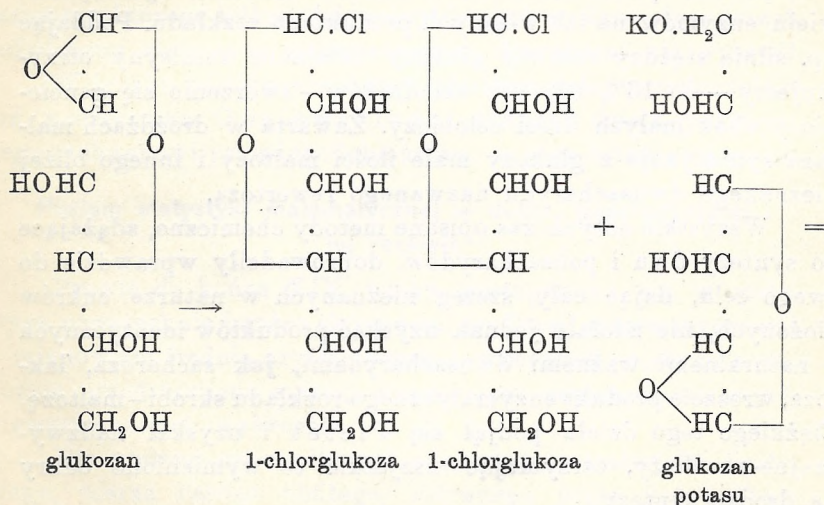
Wspomniana już przy syntezie cukrów prostych metoda Bergmanna i Schottego znalazła również zastosowanie przy otrzymywaniu nowych dwusacharydów. Takim przykładem jest przejście z celobiozy przez acetobromcelobiozę i celobial do 5-glukozydo-mannozy:

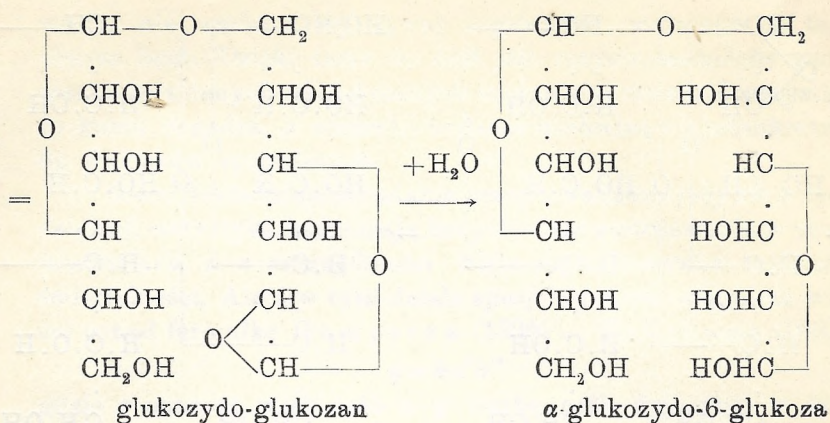




Z przykładu tego wynika, że tą drogą możemy dojść do całego szeregu nieznanych dwusacharydów.

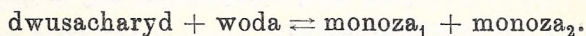
Również możemy otrzymywać nowe syntetyczne dwusacharydy, wychodząc z 1-chlorglukozy, która według metody Picteta powstaje działaniem kwasu solnego na glukozan. Otrzymana 1-chlorglukoza pod wpływem glukozanu potasu daje w rezultacie glukozydo-glukozan, który, gotowany z wodą, przechodzi w α -glukozydo-6-glukozę:





Oprócz wymienionych metod istnieją jeszcze pewne ich modyfikacje, oparte jednak o te same zasady.

Zupełnie odmienny sposób postępowania stanowią próby syntetycznego otrzymywania dwusacharydów przy pomocy enzymów. Postępowanie to opiera się na hamowaniu, a nawet wstrzymaniu reakcji hydrolizy pod wpływem nagromadzenia się produktów rozkładu. Wskutek tego w pewnych przypadkach możemy dojść do układu równowagi, wyrażającego się następującym równaniem odwracalnym:

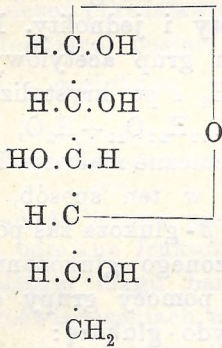


W ten sposób zostało stwierdzone działanie syntetyczne wielu enzymów na ich własnych produktach rozkładu. Poddając np. silnie stężony roztwór glukozy działaniu emulsyny otrzymujemy — do 16% użytych składników — tworzenie się genciobiozy obok małych ilości celobiozy. Zawarta w drożdżach maltaza syntetyzuje z glukozy małe ilości maltozy i innego bliżej nieznanego dwusacharydu nazwanego rewertozą.

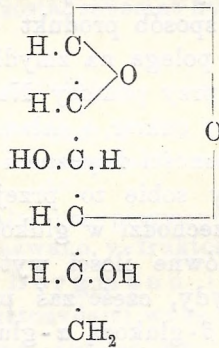
Wszystkie dotychczas opisane metody chemiczne, zdążające do syntezy dwu i polisacharydów, doprowadziły wprawdzie do swego celu, dając cały szereg nieznanych w naturze cukrów złożonych, nie zdołały jednak uzyskać produktów identycznych z naturalnymi ważnymi dwusacharydami, jak sacharoza, laktoza, wreszcie produkt enzymatycznego rozkładu skrobi — maltozę. Ciężkiego tego dzieła podjął się Pictet i uzyskał nadzwyczajne rezultaty, otrzymując wszystkie te wymienione cukry na drodze syntezy.

Pierwsze próby tych prac polegały na stwierdzeniu, w jakiej właściwie formie znajdują się cukry proste, wchodzące w skład danych dwusacharydów. Przez destylację skrobi w próżni otrzymał Pic t e t związek nazwany lewoglukozaem, który, jak dalsze badania stwierdziły, jest bezwodnikiem wewnętrznym β -glukozy. Wyniki te wskazują, że w skład skrobi wchodzi również glukoza w formie β . Ponieważ w pewnych warunkach działania na skrobię otrzymujemy 100% maltozy, widać, że do syntezy tego cukru nie wystarczy użyć jedynie normalnej glukozy w postaci α , lecz również w postaci β .

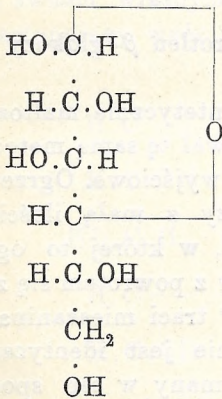
Obydwie te formy różnią się jedynie układem jednej grupy wodorotlenowej, tak że wzory ich są następujące:



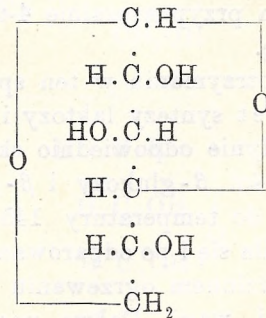
α -glukoza



glukoza



β -glukoza



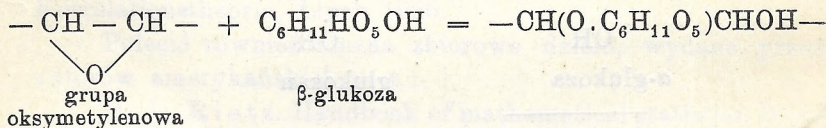
lewoglukoza

*

Na podstawie tych spostrzeżeń przeprowadził Pictet w następujący sposób syntezę maltozy.

Równocząsteczkowe ilości α - i β -glukozy ogrzewa się w próżni do temperatury 160°C . W tym momencie zaczyna się wspomiana mieszanina topić, po krótkim jednak czasie zestala się z powrotem, przyczem temperatura utrzymuje się stale na wysokości 160°C . Otrzymany w ten sposób produkt kondensacji zawiera nie tylko dwusacharydy, lecz także wyższe polisacharydy, od których uwalnia się przez ekstrakcję przypuszczalnej maltozy alkoholem.

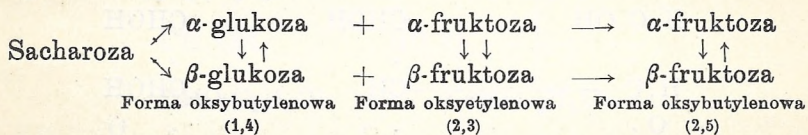
Tak otrzymany alkoholowy roztwór odparowuje się w próżni i acetyluje, celem łatwiejszego oczyszczenia. Substancję acetylowaną przekształca się z absolutnego alkoholu, otrzymując w ten sposób produkt czysty i jednolity. Dalszy ciąg postępowania polega na zmydleniu grup acetylowych metodą Zemplena przy pomocy NaOCH_3 i po krystalizacji z alkoholu dostajemy cukier o składzie $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$, posiadający wszystkie własności fizyczne i chemiczne maltozy. Teoretycznie przedstawiamy sobie to przejście w ten sposób, że w 160° α -glukoza przechodzi w glukozan, β -glukoza zaś pozostaje niezmienną. Główne ilości wytworzonego glukozanu łączą się na polisacharydy, część zaś przy pomocy grupy oksymetylenowej daje z β -glukozą α -glukozydo-glukozę:



przy czem przypuszczalnie 4-ty wodorotlen β -glukozy wchodzi w reakcję.

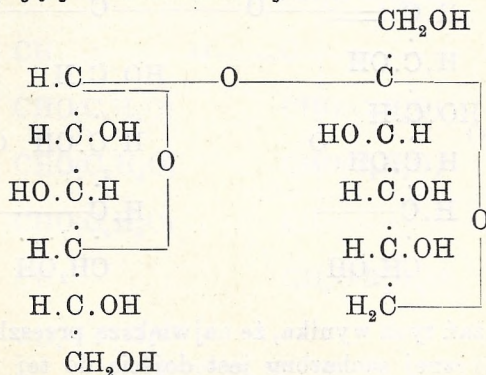
Po otrzymaniu w ten sposób syntetycznie maltozy podjął się Pictet syntezy laktozy i zastosował tę samą metodę, zmieniając jedynie odpowiednio składniki wyjściowe. Ogrzewał więc równe ilości β -glukozy i β -galaktozy z małą ilością ZnCl_2 w próżni do temperatury $145\text{--}150^{\circ}\text{C}$, w której to ogrzewana masa topiła się i po odparowaniu wody z powrotem się zestalała. Po półgodzinnem ogrzewaniu do 175° traci mieszanina 5–6% pierwotnej wagi. Dalsze postępowanie jest identyczne z poprzednio podanem dla maltozy. Otrzymany w ten sposób produkt kondensacji po odpowiednim oczyszczeniu zgadzał się we wszystkich własnościach fizycznych i chemicznych z laktozą.

Pozostawał jeszcze najtrudniejszy problem do rozwiązania — synteza sacharozy, której otrzymanie na drodze laboratoryjnej napotykało stale na trudności dokładnego wniknięcia w jej budowę. Dlatego też pierwsze badania poszły w tym kierunku i starały się jasno i ściśle określić formę i sposób powiązania składających ją cukrów. Już doświadczenia prowadzone przez Fischera skłoniły go do przyjęcia tej tezy, że jeden z cukrów w sacharozie znajduje się w innej formie, niż spotykany jest w przyrodzie, a więc w pewnej nietrwalej postaci, która natychmiast po hydrolizie przechodzi samorzutnie w formę trwałą. Długoletnie badania angielskich uczonych Purdiego i Irvina, a następnie Hawortha i Lawa potwierdziły te przypuszczenia i wykazały, że cukrem tym jest fruktoza. Na podstawie tych doświadczeń przedstawiony został schemat hydrolizy sacharozy w następującej postaci:

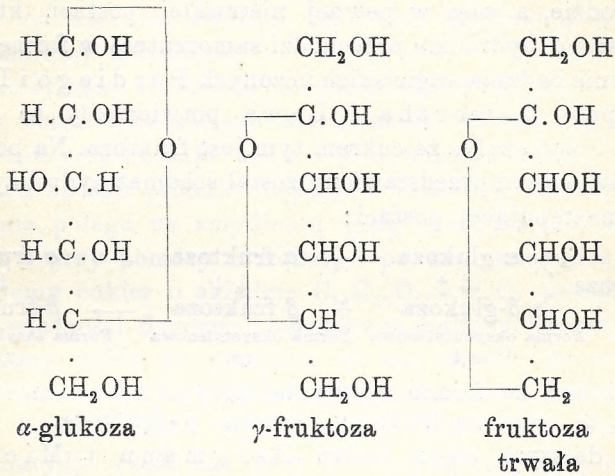


Z tego widać, że formie nietrwalej przypisywano mostek etylenowy i tę odmianę fruktozy nazwano γ -fruktozą.

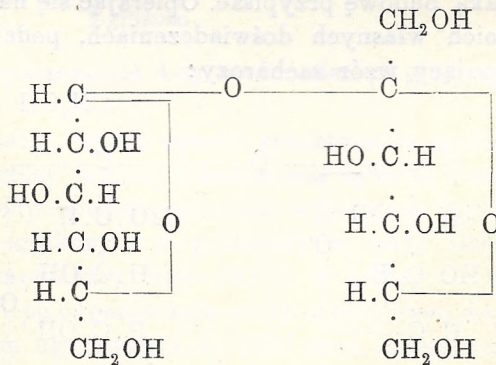
W dalszym ciągu badań Bergmann i Micheley w swoich doświadczeniach nad ketozydami wykazali, że związki takie, zawierające mostek tlenowy amilenowy, rozkładają się równie łatwo jak sacharoza i na tej podstawie należy również sacharozie taką budowę przypisać. Opierając się na tych danych jak i na swoich własnych doświadczeniach, podał Haworth (1923) następujący wzór sacharozy:



W ostatnich jednak latach pojęcia te uległy znów zmianie i na podstawie prac Levene'a, Hawortha i innych należy przyjąć, że forma trwała cukrów zawiera wiązanie amylenowe, a nie butylenowe. Wskutek tego ulegną zmianie wzory cukrów w tym kierunku, że przypisywany im dotychczas typ tlenku butylenu zostanie zmieniony na tlenek amyleny i tak α -glukozie, γ -fruktozie i fruktozie trwałej odpowiedzą następujące wzory:



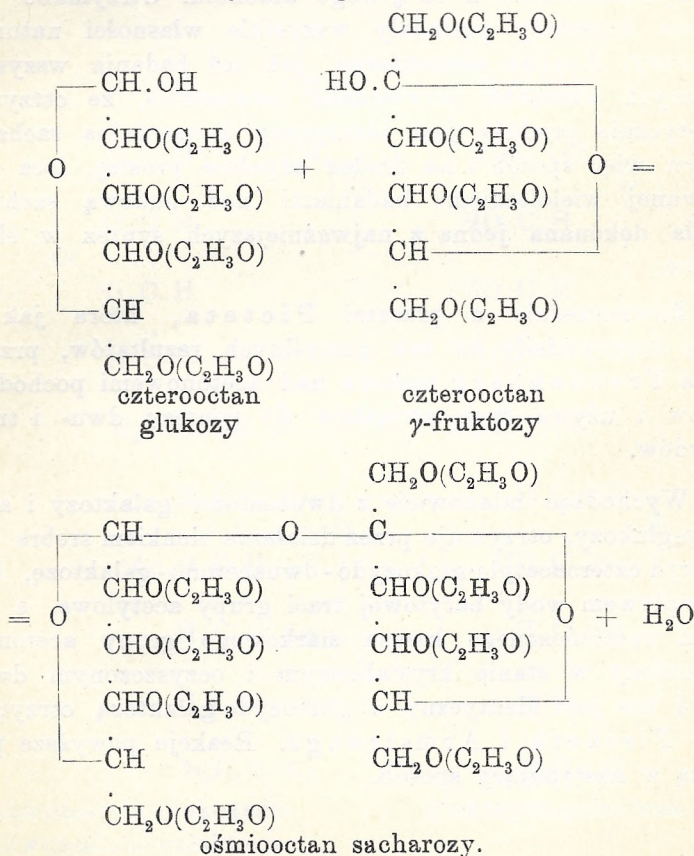
Według więc podanych zmian ostateczny wzór sacharozy wygląda następująco (Haworth 1927):



Z rozważań tych wynika, że największą przeszkodą w otrzymaniu syntetycznej sacharozy jest dojście do tej właśnie nie-

trwałej formy fruktozy — fruktozy γ . Zadanie to zostało rozwiązane przez Picteta w bieżącym roku. Polegając na pracy Ohlego, który stwierdził, że pochodne acetylowe fruktozy dają w roztworze układ równowagi formy β i γ , poszli Pictet i Vogel tą właśnie drogą w celu uzyskania γ -fruktozy. Po otrzymaniu czteroocianu fruktozy i po wydzieleniu octanu normalnej fruktozy, otrzymali drugi czteroocian fruktozy, różniący się jednak znacznie od pierwszego w własnościach fizycznych. Wydatek tego produktu był stosunkowo mały, bo ze stu części produktu wyjściowego wydzielono 6.5 części czteroocianu γ -fruktozy.

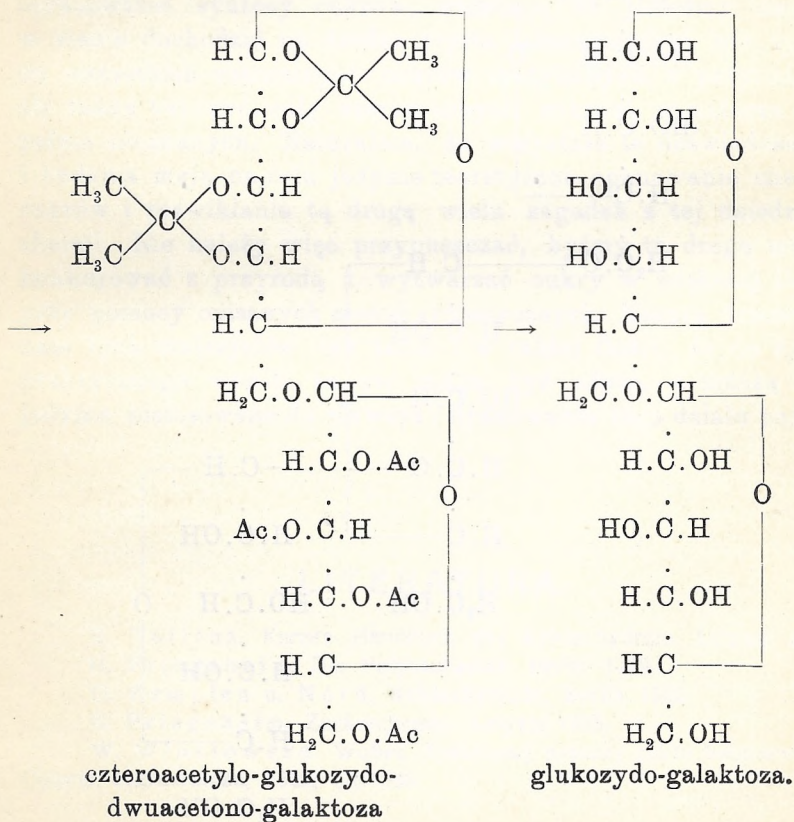
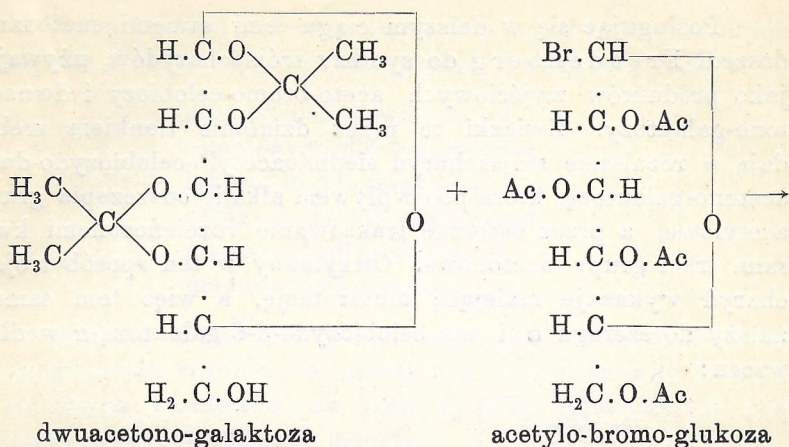
Pozostawało jeszcze przeprowadzenie kondensacji czteroocianu glukozy z otrzymanym wyżej czteroocianem γ -fruktozy na ośmioocian sacharozy według wzoru:



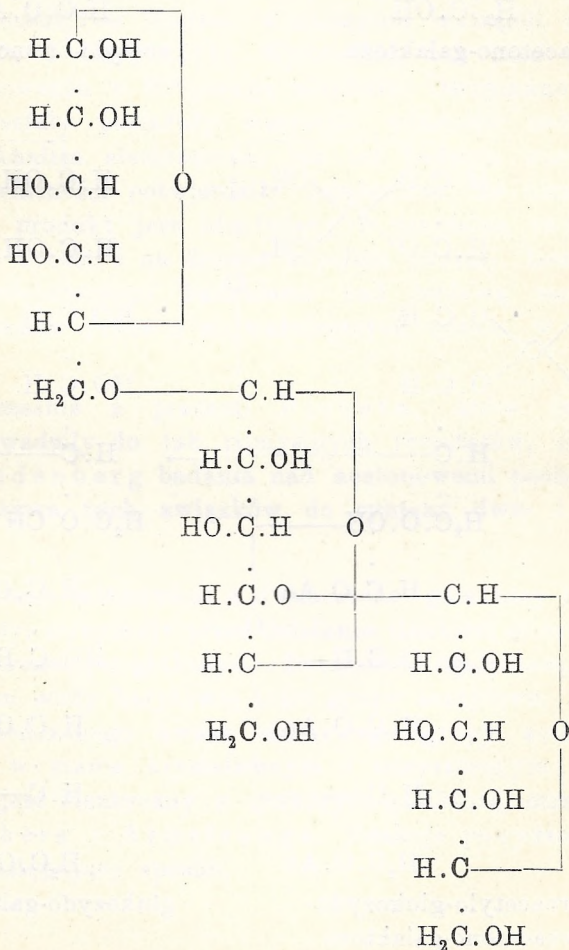
Pictet i Vogel przeprowadzili tę czynność w następujący sposób. Po 4 gramy każdego czteroocetanu rozpuścili w 100 *ccm* absolutnie suchego chloroformu i wstrząsali ten roztwór przez 15 godzin w obecności P_2O_5 (4 gr.) i małej ilości $ZnCl_2$. Po tym przeciągu czasu roztwór odcedzili i po odparowaniu go w próżni do suchości wyekstrahowali alkoholem ośmioocetan sacharozy, który po oczyszczeniu przez krystalizację z alkoholu okazał się identyczny z ośmioocetaniem otrzymanym z naturalnej sacharozy. Zmydlenie otrzymanego produktu przeprowadzili wymienieni autorowie metodą Zemplena przy pomocy $NaOCH_3$. Otrzymany po tej reakcji biały proszek rozpuścili we wodzie, a następnie wytrącili mieszaniną alkoholu i eteru (5:1). Wydzielony tak osad poddali przekrystalizowaniu z 80%-owego alkoholu. Otrzymane w rezultacie kryształy posiadały wszystkie własności naturalnej sacharozy. Analiza elementarna, jak też badania wszystkich fizycznych własności potwierdziły ostatecznie, że otrzymany syntetycznie produkt jest identyczny z naturalną sacharozą. W ten więc sposób i na drodze zupełnie prostej, lecz przygotowanej wieloletnimi badaniami nad budową sacharozy została dokonana jedna z najważniejszych syntez w chemii cukrów.

Równocześnie z pracami Picteta, które jak widzimy doprowadziły do tak pomyślnych rezultatów, przeprowadza Freudenberg badania nad acetonowemi pochodniami cukrów i używa tych związków do syntezy dwu- i trójсахarydów.

Wychodząc mianowicie z dwuacetonogalaktozy i acetylobromoglukozy, otrzymuje przez działanie tlenkiem srebra dwusacharyd czteroacetyloglukozydo-dwuacetonogalaktozę, która pod wpływem wody barytowej traci grupy acetylowe, a działaniem rozcieńczonego kwasu siarkowego grupy acetonowe. Wydzielony w stanie krystalicznym i oczyszczonym dwusacharyd nie jest identyczny z glukozydogalaktozą otrzymaną przez Fischera i Armstronga. Reakcje powyższe przechodzą w następujący sposób.



Posługując się w dalszym ciągu temi samemi metodami, doszedł Freudenberg do syntezy trójsacharydów, używając jako produktów wyjściowych aceto-bromo-celbiozy i dwuacetonogalaktozy. Związki te przez działanie tlenkiem srebra dają w rezultacie trójsacharyd siedmioacetylo-celbiozydo-dwuacetonogalaktozę, która pod wpływem alkalijskich odczyszcza grup acetylowe, a przez ostrożne traktowanie rozcieńczonemi kwasami traci grupy acetonowe. Otrzymany w ten sposób trójsacharyd wykazuje malejącą mutarotację, a więc tem samem należy do szeregu α i jest celbiozydo- β -6-galaktozą- α według wzoru:



Na tej drodze, używając różnych produktów wyjściowych, otrzymał Freudenberg następujące syntetyczne cukry:

glukozydo- β -6-galaktozę- β
celobiozydo- β -6-galaktozę- α
laktozydo- β -6-galaktozę
galaktozydo- β -6-galaktozę- β
mannozydo-6-galaktozę- α
mannozydo-1-mannozę.

Badania Freudenberga nad temi połączeniami nie zostały jeszcze zakończone, należy więc się spodziewać dalszych pomyślnych rezultatów na polu syntezy wielocukrów przy pomocy powyżej opisanej metody.

Przeglądając podane wszystkie metody, mające na celu opracowanie syntezy cukrów, widzimy, że jesteśmy dzisiaj w stanie dochodzić na drodze czysto laboratoryjnej nie tylko do wszystkich naturalnych cukrów spotykanych w przyrodzie, ale także tworzyć cały szereg innych cukrów, w naturze zupełnie nieznanymi. Naturalnie, że wszystkie te doświadczenia i badania mają na celu jedynie teoretyczne opanowanie chemji cukrów i rozwikłanie tą drogą wielu zagadek z tej dziedziny chemji. Nie należy więc przypuszczać, byśmy tą drogą mogli konkurować z przyrodą i wytwarzać cukry w większej ilości przy pomocy opisanych metod syntetycznych. Natura dostarcza nam tych materiałów tak tanio i w takiej ilości, że do życia praktycznego wyniki te nie mogą być użyte, a muszą być jedynie zastosowane do rozwoju i opanowania tego działu nauki.

LITERATURA.

- B. Tollens. Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate. Leipzig 1914.
H. Pringsheim. Die Polysacharide. Berlin 1923.
G. Zemplen u. Nord. Kohlenhydrate. Berlin 1922.
H. Pringsheim. Zuckerchemie. Leipzig 1925.
W. Włostowska. Wobec dokonanej syntezy cukru trzcinowego.
Gazeta cukrownicza, 1928, str. 336.

K. Freudenberg, A. Noe u. E. Knopf. Zur Kenntniss der Aceton-Zucker, XI: Synthese einer 6-glukosido-galaktose. Ber. d. D. Chem. Ges. 1927, str. 238.

K. Freudenberg, A. Wolf, E. Knopf u. S. H. Zaheer. Zur Kenntniss der Aceton-Zucker, XIV: Synthesen weiterer Di- u. Trisaccharide aus Galaktose, Glukose und Mannose. Ber. d. D. chem. Ges. 1928, str. 1743.

K. Freudenberg, H. Toepfer u. C. Andersen. Zur Kenntniss der Aceton-Zucker, XV: Versuche zur Synthese von Disacchariden. Ber. d. D. Chem. Ges. 1928, str. 1750.

Z Instytutu Technologji Rolniczej Politechniki Lwowskiej w Dublinach.

ANTONI ŁOMNICKI.

Zagadnienia statystyki matematycznej¹⁾.

Część I. Statystyka jednej zmiennej.

Wstęp. Literatura przedmiotu.

Zagadnienia statystyki matematycznej i najściślej z niemi związane zagadnienia rachunku prawdopodobieństwa znajdują się dzisiaj w centrum zainteresowań nie tylko statystyków, lecz także najwybitniejszych matematyków doby obecnej. Dowodem niebywałego rozkwitu tej młodej nauki w ostatnich dziesiątkach lat jest olbrzymia ilość poważnych prac oryginalnych z tej dziedziny i doskonałych podręczników, mnożących się z roku na rok. Na Międzynarodowym Kongresie Matematyków, który się odbył w tym roku w Bolonji, na ogólną liczbę 400 referatów, 46 odnosiło się do rachunku prawdopodobieństwa i do statystyki. Sądzę zatem, że rzut oka na te zagadnienia jest na czasie, dając z jednej strony zachętę matematykom do pracy w tej dziedzinie, z drugiej zaś informując badaczy, stosujących statystykę, o środkach matematycznych, potrzebnych do umiejętnego opanowania metod pracy w statystyce. Główny nacisk kładę w tym artykule na matematyczną stronę zagadnień, zgodnie z kierunkiem mych własnych zainteresowań. Uważam za pożądane, aby sąd o praktycznej wartości nowych metod wyszedł z innej strony, a mianowicie ze strony fachowców, stosujących te metody w praktyce.

W toku dalszych rozważań znajdzie wprawdzie czytelnik wszędzie przytoczoną odpowiednią literaturę, chcąc jednak jak

¹⁾ Treść tego artykułu była przedmiotem mego wykładu na Kursie Naukowo-Dydaktycznym dla nauczycieli matematyki i fizyki w szkołach średnich d. 22 X. 1928.

najlepiej spełnić zadanie informowania, podam już tutaj najważniejsze prace, obejmujące całokształt przedmiotu.

Najlepsze, zwięzłe wprowadzanie w statystykę matematyczną, zwłaszcza dla praktyka, podaje:

C. V. L. Charlier. Vorlesungen über die Grundzüge der mathematischen Statistik. Lund - Hamburg 1920.

Znakomitym podręcznikiem, stojącym na gruncie nawskróś społecznym i napisanym z dużym rozmachem i talentem, jest przełożony z duńskiego podręcznik:

A. Fisher. The mathematical theory of probabilities and its application to frequency curves and statistical methods. Vol. I. 2 ed. New - York 1923.

Ostatniem słowem dzisiejszej statystyki matematycznej jest francuski podręcznik:

G. Darmon. Statistique mathématique. Paris 1928.

Najobfitszy materiał matematyczny zawiera:

Ch. Jordan. Statistique mathématique, Paris. 1927.

Szczegółowy wykład metod Pearsona podaje:

W. P. Elderton. Frequency curves and correlation. London 1927.

Najgłębszem ujęciem teorii korelacji jest książka rosyjskiego badacza Czuprowa, p. t.:

A. Tschuprow. Grundbegriffe und Grundprobleme der Korrelationstheorie. Lipsk 1925.

Polecić również można zbiorowe dzieło, wydane przez 9 autorów amerykańskich p. t.:

H. L. Rietz. Handbook of mathematical statistics. Boston - New York - Chicago - San Francisco 1924.

W języku polskim posiadamy: „Zarys metod statystycznych“ (Warszawa 1913) prof. J. Czekanowskiego, który przeszczepił na nasz grunt metody angielskiej szkoły Pearsona.

Ponadto w r. 1921 wydał Z. Limanowski przekład podręcznika angielskiego p. t.: G. U. Yule. Wstęp do teorii statystyki (Warszawa 1921).

Z pośród licznych czasopism, poświęconych statystyce, wymienimy tu tylko dwa najpoważniejsze:

Biometrika. Wychodzi w Londynie, dotychczas 20 tomów.

Metron. Rivista internazionale di statistica. Roma.

Wymienię tu jeszcze szereg nowszych podręczników rachunku prawdopodobieństwa, które mogą oddać cenne usługi przy głębszym studjum statystyki matematycznej. Pominę tu znane, dawniejsze podręczniki Bertranda, Poincaré'go, Markowa, Czubera i Borela, a ograniczę się do najnowszych publikacyj. Na pierwszym miejscu należy tu wymienić nadzwyczaj przystępnie napisany szkic rachunku prawdopodobieństwa i jego zastosowań, opracowany dla wydawnictwa „Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden“, Abt. V, Teil 2, Heft 7, p. t.:

G. Pólya. Wahrscheinlichkeitsrechnung, Methoden der kleinsten Quadrate, Kollektivmasslehre. Berlin 1925.

Do pierwszego wprowadzenia nadaje się też dobrze:

J. L. Coolidge (Deutsch von F. Urban). Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Lipsk 1927.

Za najlepszy z istniejących podręczników rachunku prawdopodobieństwa uważam dwutomowe dzieło p. t.:

G. Castelnovo. Calcolo di probabilità. Bologna 1925 — 1928.

Najwyższymi środkami matematycznymi operuje:

P. Lévy. Calcul des probabilités. 1925.

W końcu zwrócimy uwagę na wydawany pod kierunkiem É. Borela 4-tomowy traktat p. t.:

É. Borel. Traité du calcul des probabilités et de ses applications, z którego kilkanaście zeszytów już wydano, lecz zeszyt, poświęcony statystyce matematycznej, dotychczas nie wyszedł.

W języku polskim nie mamy, niestety, prócz przestarzałego już podręcznika Gosiewskiego, żadnego dzieła, poświęconego rachunkowi prawdopodobieństwa, w jego dzisiejszej szacie.

Poziom statystyki matematycznej w dobie, poprzedzającej jej rozkwit.

Prawie do końca XIX wieku posługiwano się w statystyce powszechnie bardzo skromnymi środkami matematycznymi, a mianowicie średnią arytmetyczną i procentem prostym, a graficznie przedstawiano szeregi statystyczne zapomocą surowych, niewyrównanych wykresów.

Nie umiano uporządkować odpowiednio materiału liczbowego, nieraz bardzo obfitego, zebranego przez liczne obser-

wacje, nie umiano wysnuwać logicznych wniosków z tego chaosu liczb. Dzięki temu do dziś jest rozpowszechnione mniemanie, że z danych statystycznych można wyprowadzić wszystko, co komu dogadza, a rozmaici badacze dochodzą niejednokrotnie do wniosków sprzecznych.

Nieco dokładniejsze badania przeprowadzano jedynie w tych działach statystyki, które mają bezpośrednie zastosowanie w ubezpieczeniach, a w szczególności wiele się zajmowano tablicami śmiertelności. Ale i w tym dziale specjalnym nie osiągnięto więcej ponad formułkę Gompersa (1825) — Makehama (1860):

$$y = ka^x b^{cx}$$

gdzie x oznacza wiek osób a y liczbę osób żyjących w tym wieku; k , a , b , c są liczbami stałymi, dobranymi odpowiednio do obserwowanej grupy ludności. Formułka ta, nadająca się dość dobrze do interpolacji tablic śmiertelności, nie ma jednak dostatecznego uzasadnienia teoretycznego; ma ona zatem jedynie charakter formułki empirycznej.

Podobną wartość ma wzór:

$$y = ax^{-b} e^{-cx},$$

podany przez ekonomistę Pareto (1906), na obliczenie ilości y osób, posiadających dochód roczny większy od x .

Jeszcze słabsze uzasadnienie ma znane prawo Malthusa (1803) o wzrastaniu ilości ludności według szeregu geometrycznego, a mianowicie według wzoru:

$$l = l_0 e^{k(t-t_0)}$$

przy czym l_0 i l oznaczają początkową i końcową liczbę ludności w czasach t_0 i t . Wiara w prawdziwość tego prawa, nie opartej na żadnych danych statystycznych, zaważyła poważnie na rozwoju społeczeństw, zwłaszcza w zestawieniu z drugim rzekomo statystycznym prawem, orzekającym, że zasoby środków żywności wzrastają w postępie arytmetycznym. Nie jest wykluczonem, że wiara w prawdziwość tego prawa stała się jedną z przyczyn wyludnienia się Francji¹⁾.

Dzisiejsza statystyka nie odważa się stawiać tak śmiałych hipotez, poprzestaje na skromniejszych wynikach, lecz uzasadnia je ścisłą analizą matematyczną.

¹⁾ Dyskusja, próby dowodzenia i wnioski z trzech omówionych tutaj formułek znaleźć można w przestarzałej już dziś książce: H. Laurent. „Statistique mathématique“. (Paryż 1908).

Prawo błędów Gaussa i jego rola w statystyce.

Scharakteryzowany powyżej niski poziom statystyki matematycznej odnosi się do statystyki społecznej i biologicznej. Tymczasem już od czasów Gaussa i Legendre'a posługiwano się przy pomiarach geodezyjnych, astronomicznych i fizycznych pewnym bardzo dogodnym narzędziem matematycznym, wyprowadzonym z rachunku prawdopodobieństwa, a mianowicie teorią błędów i metodą najmniejszych kwadratów. Gauss i Laplace dowiedli, że przy pewnych bardzo szerokich założeniach przypadkowe błędy, występujące przy wielokrotnych pomiarach tej samej wielkości (t. j. odchylenia od średniej arytmetycznej z wszystkich tych pomiarów), czynią zadość następującemu „prawu błędów“. Prawdopodobieństwo, że błąd będzie zawarty między liczbą a a liczbą b , dąży do liczby P_a^b :

$$P_a^b = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_a^b e^{-\frac{x^2}{2}} dx.$$

Błędy a , b , x należy tu wyrażać nie zapomocą jednostek, używanych przy pomiarze (np. *cm*, *kg*, 1°), lecz za jednostkę należy obrać tak zwany błąd średni σ , którego definicję i znaczenie podamy niebawem. Wzór ten podaje wielkość pola, zamkniętego linią krzywą o równaniu:

$$(1) \quad y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

osią x -ów i rzędnymi w punktach $x=a$, $x=b$.

Przy wykresie tej funkcji dogodniej jest użyć na osi y -ów jednostek 5 razy większych aniżeli na osi x -ów (co wychodzi ostatecznie na to, że zamiast funkcji podanej wzorem

(1) wykreślamy funkcję $y = \frac{5}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$). Wtedy otrzymujemy

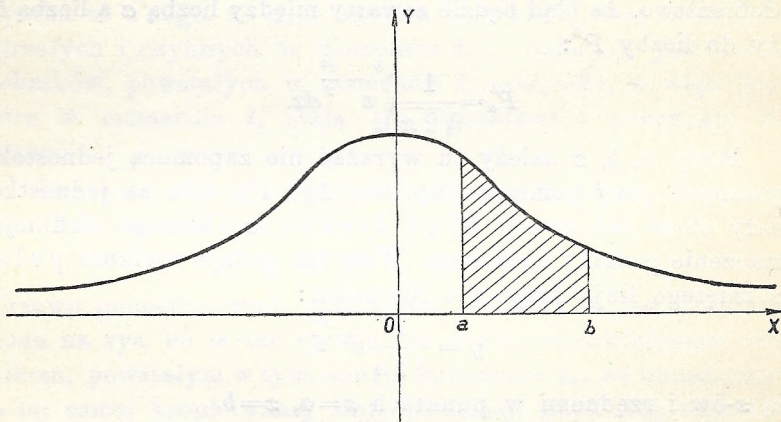
linię, przedstawioną na rys. 89, używaną w bardzo wielu zagadnieniach statystyki praktycznej.

Zaznaczyć jednak należy, że Gauss nie sprecyzował dostatecznie założeń, przy których to twierdzenie, zwane normalnym prawem błędów, jest prawdziwe. Dopiero głębsze badania, przeprowadzone w najnowszych czasach przez Poincarego (1912), Lindeberga (1922) i Lévy'ego (1925), pozwoliły ująć te warunki w sposób ścisły i wyczerpujący.

Gdy się te warunki nie spełniają, prawo normalne nie spełnia się. Widzimy stąd, że prawo to nie jest jedynym możliwym prawem rozkładu błędów, jak to do niedawna błędnie mniemano.

Ponadto należy pamiętać o tem, że jest to prawo graniczne, t. j. błędy rozkładają się tak tylko wtedy, gdy ilość (n) pomiarów wzrasta nieograniczenie; tymczasem przy pomiarach, a tak samo w statystyce, mamy zawsze do czynienia z skończonym n , czasem nawet nie bardzo wielkiem. Wtedy zaś rozkład może bardzo znacznie odbiegać od tego rozkładu normalnego nawet w przypadku, gdy są spełnione założenia, o których wspomnieliśmy powyżej.

Pomimo to prawo Gaussa odgrywało, odgrywa i będzie odgrywać zasadniczo ważną rolę w statystyce. Lévy dopuszcza



Rys. 89.

w swych badaniach nieskończenie wiele rozmaitych praw błędów: funkcje, przedstawiające te prawa, tworzą nawet całą „przestrzeń funkcyjną“; otóż prawo Gaussa jest punktem zerowym tej przestrzeni, jest jakgdyby początkiem układu spólrzędnych i stąd jego ważna rola w tych wszystkich zagadnieniach.

Teorię błędów, opartą na prawie Gaussa, zastosował do statystyki po raz pierwszy Quetelet w połowie XIX wieku. Wprowadził on do statystyki pojęcie typu statystycznego, nazywając tym terminem takie indywidualium, którego wszystkie cechy są średniami arytmetycznymi cech, obserwowanych w całej

populacji; przyczem takie indywiduum, taki indywidualny typ, może nawet nie mieć żadnego reprezentanta w badanej populacji. Otóż łatwo stwierdzić, że to pojęcie typu jest sprzeczne samo w sobie, albowiem bywa często, że średnia arytmetyczna jednej cechy wyklucza średnią arytmetyczną drugiej. Tak np. dla zbioru kwadratów o bokach 1, 2, 3, 4, 5 średnią arytmetyczną boku jest $\frac{1+2+3+4+5}{5} = 3$ a średnią arytmetyczną pola jest $\frac{1^2+2^2+3^2+4^2+5^2}{5} = 11$, zatem kwadrat „typowy“ pod względem pola ma bok $\sqrt{11} = 3.32$, a więc nie jest „typowym“ pod względem długości boku. Podobnie np. badając przeciętną długość i przeciętny ciężar rozmaitych nasion tego samego gatunku, przekonamy się, że indywiduum typowe pod względem długości nie jest nigdy typowe pod względem ciężaru. Trzeba więc zarzucić pojęcie typu ze względu na wszystkie cechy, a poprzestać na pojęciu typowej wartości jednej cechy. Quetelet traktował odchylenia wartości każdej obserwowanej cechy od wartości typowej zupełnie tak samo, jak przypadkowe błędy spostrzeżeń, i starał się przedstawić te odchylenia zapomocą krzywej Gaussa. Istotnie, w niektórych przypadkach dochodzi się w ten sposób do wystarczającego ujęcia zjawiska statystycznego. Tak np. szereg statystyczny, otrzymany z badania stosunku ilości noworodków ludzkich płci męskiej do wszystkich noworodków w jakiejś grupie ludności (np. w całym państwie) przez cały szereg lat, daje się ująć z krzywą Gaussa. Profesor Raciborski podczas jednego z swych odczytów w Tow. Kopernika demonstrował bardzo przekonujący przykład stosowania się zjawiska biologicznego do prawa Gaussa. Oto posortował zbiór nasion fasoli według ich długości, wsypując okazy o tej samej długości do jednej próbówki. Zestawił następnie kilkanaście takich próbówek obok siebie w jednym szeregu, na tej samej podstawie w ten sposób, że środkowa próbówka zawierała okazy o średniej (typowej) długości, próbówki z lewej strony zawierały okazy krótsze, a z prawej dłuższe. Wystąpił wówczas bardzo wyraźnie rozkład, zbliżony do krzywej Gaussa. Z poprzednich uwag jednak wynika, że odmienny obraz, niesymetryczny, otrzymalibyśmy, sortując te fasole według ich ciężaru.

*

Od czasów Queteleta sądzono, że wszystkie szeregi statystyczne powinny czynić zadość prawu Gaussa, jakkolwiek rzeczywistość przeczyła temu w jaskrawy nieraz sposób. Mimoto rozciągano z uporem szeregi statystyczne na prokrustowym łożu prawa Gaussa, jak się dosadnie wyraził A. Fisher (l. c. str. 181). Bezskuteczność tych usiłowań okazuje jasno, że normalny rozkład odchyień zdarza się w szeregach statystycznych zupełnie wyjątkowo, z reguły zaś otrzymujemy linje krzywe (krzywe rozkładu czyli krzywe frekwencji) zupełnie odmiennej natury. Ten fakt podkopał zaufanie w stosowalność matematyki do statystyki i opóźnił na długie lata rozwój statystyki matematycznej.

Prawo Gaussa w rachunku prawdopodobieństwa.

Celem głębszego wniknięcia w rolę prawa Gaussa w statystyce musimy sięgnąć do pewnych najprostszych zagadnień rachunku prawdopodobieństwa, ściśle związanych z prawem Gaussa. Weźmy pod uwagę urnę, zawierającą 2 kule białe i 3 czarne, różniące się tylko barwą; wiemy, że prawdopodobieństwo wyjęcia kuli białej jest $p = \frac{2}{5}$ a czarnej $q = 1 - p = \frac{3}{5}$. Przy 100 takich ciągnięciach, przyczem każdym razem wyciągniętą kulę wkładamy napowrót do urny, są możliwe rozmaite kombinacje. Albo 100 razy wyciągniemy kulę białą, prawdopodobieństwo takiej kombinacji jest jednak niezmiernie małe: $p^{100} = (\frac{2}{5})^{100} = 0.4^{100}$. Albo wyciągniemy 99 razy kulę białą a 1 raz czarną i to w 100 rozmaitych sposobów, a mianowicie za pierwszym razem wyciągamy kulę czarną a potem 99 razy białą, lub za drugim razem czarną a pozatem zawsze białą i t. d.; prawdopodobieństwo takiej kombinacji jest $100 p^{99} q^1$. Albo 98 razy wyciągniemy kulę białą a 2 razy czarną w rozmaitem uporządkowaniu; prawdopodobieństwo tego zdarzenia jest:

$$\frac{100 \cdot 99}{1 \cdot 2} p^{98} q^2 = \binom{100}{2} p^{98} q^2.$$

Ogólnie prawdopodobieństwo, że r razy wyciągniemy kulę białą a zresztą kulę czarną, jest:

$$\binom{100}{100-r} p^r q^{100-r}.$$

Wszystkie te prawdopodobieństwa można otrzymać odrazu jako odpowiednie wyrazy w rozwiniętej potędze dwumianu

$$(p+q)^{100}.$$

Ogólnie w próbie, złożonej z n ciągnięć, prawdopodobieństwo wyciągnięcia r kul białych a $n-r$ czarnych jest:

$$(2) \quad \binom{n}{n-r} p^r q^{n-r} = \binom{n}{r} p^r q^{n-r}.$$

Rozważania rachunku prawdopodobieństwa upraszczają się znacznie i zyskują na wyrazistości, gdy oprócz pojęcia prawdopodobieństwa wprowadzimy także pojęcie wartości średniej, czyli wartości prawdopodobnej, czyli nadziei matematycznej¹⁾. Jeżeli zmienna x musi przybrać którąś z wartości $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, a istnieje prawdopodobieństwo p_1 , że ta wartość będzie x_1 , prawdopodobieństwo p_2 , że ta wartość będzie x_2 it. d., to sumę

$$(3) \quad E(x) = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n$$

nazywamy nadzieją matematyczną zmiennej ewentualnej (lub zmiennej przypadkowej), lub wartością średnią, lub też wartością prawdopodobną tej zmiennej. Ponieważ pewnem jest, że zmienna x przybierze jedną z tych wartości, przeto

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1.$$

Wobec tego wzór nasz możemy też przedstawić w postaci:

$$E(x) = \frac{p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n},$$

a to znaczy, że $E(x)$ jest tak zwaną średnią arytmetyczną ważoną (z wagami p_1, p_2, \dots, p_n), i stąd nazwa: wartość średnia.

¹⁾ Pojęcie to, nadzwyczaj płodne w rachunku prawdopodobieństwa, rozwinął systematycznie rosyjski matematyk Czebyszew, a cała szkoła rosyjskich matematyków (np. Markow, Kolmogorow) uzyskała bardzo daleko idące rezultaty, posługując się konsekwentnie tem pojęciem. Zasadnicze twierdzenia o nadziei matematycznej znaleźć można w każdym nowszym podręczniku rachunku prawdopodobieństwa (np. Markow). Szczególnie jasnem wydaje mi się przedstawienie tej teorii w pracy L. Bortkiewicza (Polaka) p. t. Iterationen, w której autor ponadto rozwija szereg głębokich myśli o słynnem „prawie wielkich liczb“.

Tak np., gdy w jakimś ciągnięciu są do wygrania sumy:

$$x = 10.000 \text{ zł}, 5.000 \text{ zł}, 1.000 \text{ zł}, 200 \text{ zł}.$$

z prawdopodobieństwami

$$p = \frac{1}{1000}, \frac{3}{1000}, \frac{15}{1000}, \frac{100}{1000},$$

to nadzieja matematyczna wygranej jest:

$$E(x) = \frac{1}{1000} \cdot 10000 + \frac{3}{1000} \cdot 5000 + \frac{15}{1000} \cdot 1000 + \frac{100}{1000} \cdot 200 = 60$$

i tyle powinien kosztować los takiej loterii. Cena losu powinna zatem być wartością średnią wygranych, czyli średnią arytmetyczną ważoną.

Zastosujmyż to pojęcie do ciągnięć z urny, zawierającej 2 kule białe i 3 czarne. Przy jednym ciągnięciu albo wyciągnę 0 kul białych, na co jest prawdopodobieństwo q , albo 1 kulę białą, na co jest prawdopodobieństwo p . Tutaj $x_1 = 0$, $p_1 = q$, $x_2 = 1$, $p_2 = p$, zatem

$$E(x) = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p = \frac{2}{5}.$$

A teraz rozważmy próbę, złożoną z $n = 100$ ciągnięć. Tu można dowieść, że nadzieja matematyczna wyciągnięcia kuli białej w 100 ciągnięciach jest $100 \cdot E(x)$ czyli $100 \cdot p$ t. j. $100 \cdot \frac{2}{5}$ czyli 40. Zatem w 100 ciągnięciach spodziewamy się średnio wyciągnąć 40 kul białych, to znaczy, że gdy wykonamy wiele razy po 100 prób, to przeciętnie powinniśmy mieć 40 kul białych. Ogólnie nadzieja matematyczna, że w n ciągnięciach wyciągnę kulę białą, jest:

$$E(s) = n \cdot p$$

Literą s oznaczyliśmy tu zmienną ewentualną, podającą wszystkie możliwe ilości kul białych, wyciągniętych w n ciągnięciach.

Obliczmy teraz, jakie jest prawdopodobieństwo P_o , że w n ciągnięciach wyciągnę właśnie dokładnie np kul białych, t. j. tyle, ile wynosi nadzieja matematyczna czyli wartość średnia.

Na podstawie wzoru (2) otrzymujemy:

$$(5) \quad P_o = \binom{n}{np} p^{np} q^{nq}$$

$$(\text{np. dla } n = 100, p = \frac{2}{5}, q = \frac{3}{5} \text{ jest } P_o = \binom{100}{40} p^{40} q^{60}).$$

Jest to zarazem największe prawdopodobieństwo z pośród wszystkich $\binom{n}{r} p^r q^{n-r}$, jak to łatwo okazać, porównując P_0 z wyrażeniami o wykładnikach większych od np i mniejszych od np .

Zbadajmy teraz, jakie są prawdopodobieństwa rozmaitych możliwych odchyień od tej wartości średniej np ; a więc jakie jest prawdopodobieństwo P_1 , odchylenia 1, t. j. że wyciągniemy $np+1$ razy kulę białą, a $nq-1$ razy kulę czarną, jakie jest prawdopodobieństwo P_2 , odchylenia 2, t. j. że wyciągniemy $np+2$ razy kulę białą a $nq-2$ razy kulę czarną, ogólnie: jakie jest prawdopodobieństwo P_l odchylenia l , że wyciągniemy $np+l$ razy kulę białą a $nq-l$ razy kulę czarną i odpowiednio dla ujemnych wartości l . Stosując ogólny wzór (2), otrzymamy:

$$(6) \quad P_l = \binom{n}{np+l} p^{np+l} q^{nq-l}$$

jako prawdopodobieństwo, że odchylenie od średniej wartości wynosi l jednostek.

Gdy ilość ciągnięć w każdej próbie wzrasta nieograniczenie, t. j. gdy n dąży do nieskończoności, to P_l dąży do zera. Natomiast można udowodnić, że, gdy odchylenia l zmierzmy jednostką:

$$(7) \quad \sigma = \sqrt{pqn}$$

tj. utworzymy $\frac{l}{\sqrt{pqn}}$, a prawdopodobieństwa P_l odwrotnością

tej jednostki, t. j. utworzymy $P_l: \frac{1}{\sqrt{pqn}}$ i nazwiemy:

$$(8) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{l}{\sqrt{pqn}} = x, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \left(P_l: \frac{1}{\sqrt{pqn}} \right) = y,$$

to

$$(9) \quad y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

to zaś jest znane nam już prawo błędów Gaussa.

Jeżeli zatem wykreślimy na osi x -ów odchylenia l , zmierzone jednostką σ , a jako rzędne prawdopodobieństwa $P_0, P_1, \dots, P_l, \dots$ tych odchyień, wyrażone w jednostkach $\frac{1}{\sigma}$,

to otrzymamy rozkład tych prawdopodobieństw, zbliżony do krzywej Gaussa; przechodząc zaś do granicy, otrzymamy dla n , dążącego do nieskończoności, zupełnie dokładnie krzywą Gaussa. Jak widzimy, jest to ściśle twierdzenie matematyczne, nie oparte na żadnych empirycznych hipotezach statystycznych. Podaje nam ono poprostu, w jaki sposób zdążają do nieskończoności poszczególne wyrazy dwumianu $(p+q)^n$, gdy n dąży do nieskończoności, przy czym $p+q=1$ i obie liczby są dodatnie. Przy dowodzie używaliśmy wprawdzie pewnego modelu, a mianowicie urny z kulami białymi i czarnymi, ale uczyniliśmy to jedynie dla uprzyśtępnienia abstrakcyjnych rozważań matematycznych. Mogliśmy zaś od początku mówić zupełnie abstrakcyjnie o zbiorze z 5 elementów a, b, c, d, e zamiast o zbiorze 5 kul, o stosunku liczby elementów wybranych np. a, b do liczby wszystkich elementów, tj. o stosunku $\frac{2}{5}$, zamiast o prawdopodobieństwie $p=\frac{2}{5}$, o kombinacjach 100 elementów, wziętych ze 100 zbiorów, o elementach $(a_1, b_1, c_1, d_1, e_1), (a_2, b_2, c_2, d_2, e_2) \dots (a_{100}, b_{100}, c_{100}, d_{100}, e_{100})$ — zamiast o próbach złożonych ze 100 ciągnięć, liczyć, ile z tych kombinacyj zawiera same elementy a_i, b_i lub 99 elementów a_i, b_i , i t. d., badać stosunek ilości takich kombinacyj do liczby wszystkich wogóle możliwych kombinacyj i w podobny sposób moglibyśmy przeprowadzić do końca wszystkie rozważania w odniesieniu do abstrakcyjnych zbiorów elementów.

W statystyce ma się zawsze do czynienia nie z granicznym wzorem (9), odnoszącym się do $n \rightarrow \infty$, lecz z przybliżonym wzorem:

$$(10) \quad P_i \approx \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{i^2}{2\sigma^2}}$$

który dla skończonych n nie jest ściśle.

W tem też tkwi pierwsza przyczyna niezgodności szeregów statystycznych, gdzie zawsze n jest skończone, z idealną krzywą Gaussa. Do tej kwestji powrócimy jeszcze w dalszym ciągu.

Błąd średni. Teorja dyspersji.

Obecnie zwrócimy uwagę na jeden zasadniczo ważny punkt naszych rozumowań, a mianowicie na liczbę σ .

Jednostka σ , służąca do mierzenia odchyień, która się sama z koniecznością nasunęła przy dowodzie wzoru (9),

odgrywa niezmiernie ważną rolę tak w samym rachunku prawdopodobieństwa, jak i w jego zastosowaniach w statystyce i w teorii błędów. Znaczenie tego σ wystąpi jeszcze wyraźniej z następujących prostych rozważań matematycznych. Widzieliśmy, że w n ciągłeniach może wypaść $s=0, 1, 2, 3, \dots, n$ kul białych, jednak „średnio“ wypada np kul białych, to znaczy: nadzieja matematyczna zmiennej ewentualnej s , podającej ilość kul białych w n ciągłeniach z urny o składzie: 2 kule białe i 3 czarne, jest np (przyczem $p=\frac{2}{5}$ w naszym przykładzie). Mogą jednak występować rozmaite odchylenia od tej wartości średniej, t. j. nowa zmienna ewentualna: $z=s-np$ czyli odchylenie od średniej wartości może przybierać rozmaite wartości $0, 1, 2, 3, \dots, l, \dots, -1, -2, \dots$ z prawdopodobieństwami $P_0, P_1, P_2, P_3, \dots, P_l, \dots, P_{-1}, P_{-2}, \dots$ (według wzorów (5) i (6)). Gdybyśmy zapytali o „średnią wartość“ tych odchyłeń, czyli o nadzieję matematyczną zmiennej ewentualnej $z=s-np$, to otrzymalibyśmy wartość zero. Albowiem:

$$E(z) = E(s-np) = E(s) - E(np)$$

na podstawie twierdzenia, że nadzieja matematyczna różnicy równa się różnicy nadziei matematycznych; widzieliśmy zaś już, że $E(s)=np$, a $E(np)=np$, bo np jest liczbą stałą.

Natomiast „średnia wartość“ kwadratów odchyłeń,

t. j. $E(z^2) = E(s-np)^2 = P_0 \cdot 0^2 + P_1 \cdot 1^2 + P_2 \cdot 2^2 + \dots + P_{-1} \cdot (-1)^2 + P_{-2} \cdot (-2)^2 + \dots$ wypada już różna od zera, a mianowicie:

$$(11) \quad E(s-np)^2 = pqn,$$

jak to łatwo okazać, opierając się na zasadniczych twierdzeniach o nadziei matematycznej.

Drugi pierwiastek z tego średniego kwadratu odchyłeń, czyli \sqrt{pqn} ma, jak widzimy, tę samą wartość, co jednostka σ . A zatem: *jednostka σ do mierzenia odchyłeń jest drugim pierwiastkiem z średniej wartości* (czyli: nadziei matematycznej) *kwadratu odchyłeń.*

Z tego powodu tę jednostkę σ nazwano **średnim błędem** zmiennej ewentualnej s (np. w naszym przykładzie średnim błędem liczby kul białych, wyciągniętych w próbach, złożonych z n ciągłeni) lub **dyspersją** tej zmiennej.

Ta druga nazwa pochodzi stąd, że im większą wartość ma to σ , tem bardziej rozpraszają się wartości s od swej średniej wartości $n \cdot p$. Anglicy nazywają σ standard deviation.

Całe to zagadnienie rachunku prawdopodobieństwa, polegające na wielokrotnem powtarzaniu prób, złożonych z n ciągnięć z urny o stałym składzie, nazywamy schematem Bernoulliego. W tym schemacie odchylenia od wartości średniej spełniają normalne prawo błędów czyli prawo Gaussa, a dyspersja w tym schemacie wyraża się wzorem:

$$\sigma = \sqrt{pqn}.$$

O każdym schemacie, w którym dyspersja wyraża się tym wzorem, mówimy, że posiada dyspersję normalną.

Dopiero po tych przygotowaniach możemy dokładnie zrozumieć, na czem polega zastosowanie prawa Gaussa do statystyki. Każdy badany zbiór statystyczny, czyli t. zw. populację, uważamy za urnę, w której są zmieszane osobniki tak jak kule w urnie. „Przyroda, to urna, której skład badamy“ — oto określenie zadań statystyki, podane przez Quetelet'a. By dokładnie wyjaśnić, jak się to badanie odbywa, skonstruujemy przykład zbliżony do faktycznie wykonanych w statystyce praktycznej badań. Weźmy pod uwagę ludność, w której rocznie rodzi się 1,000.000 dzieci. Ten milion noworodków uważamy za kule, zmieszane w urnie, przy czem tyle jest kul białych, ile jest noworodków płci męskiej, a tyle czarnych, ile płci żeńskiej. Nie mogąc przeprowadzać co roku badań z całą tą populacją, wybieramy co roku 5000 noworodków i notujemy ich płeć (przyczem oczywiście w statystyce praktycznej staramy się ten wybór upodobnić do ciągnięć z urny, a więc bierzemy obserwacje częściowo z wielkich miast, częściowo z małych, częściowo z okolic górskich, częściowo z nizinnych i t. p.). Taka grupa 5000 spostrzeżeń stanowi próbę złożoną z $n = 5000$ ciągnięć.

Czyniąc te spostrzeżenia przez N lat otrzymujemy następujące liczby chłopców:

$$s_1, s_2, s_3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad s_N$$

przyczem tasama liczba może się w tym szeregu wielokrotnie powtarzać. Tworząc średnią arytmetyczną tych liczb, t. j.

$$\frac{s_1 + s_2 + s_3 + . \quad . \quad . \quad . \quad + s_N}{N}$$

dowiadujemy się, ile „średnio“ chłopców przypada na każdą grupę 5000 noworodków; przypuścimy, że otrzymaliśmy na tę średnią wartość 2570. Identyfikujemy tę średnią z matematyczną nadzieją liczby kul białych w 5000 ciągnięciach z urny o nieznanym składzie, to znaczy kładziemy:

$$2570 = n \cdot p$$

czyli:
$$2570 = 5000 \cdot p$$

a stąd otrzymujemy:
$$p = 0.514$$

a zatem przypuszczalny skład urny jest: 514.000 kul białych na 1.000.000 kul ogółem.

Następnie badamy dyspersję szeregu s_1, s_2, \dots, s_N ; w tym celu notujemy, ile razy występuje w tym szeregu liczba 2570, np. a_0 razy. Stosunek $\frac{a_0}{N}$, zwany częstością czyli frekwencją, identyfikujemy z prawdopodobieństwem odchylenia O od wartości średniej, t. j. z otrzymaniem w teorii P_0 .

Następnie notujemy, ile razy występuje odchylenie 1, t. j. w ilu wypadkach ilość urodzonych chłopców wynosiła 2571, np. w a_1 wypadkach; stosunek (frekwencję) $\frac{a_1}{N}$ identyfikujemy z P_1 i w ten sposób postępujemy dalej, aż wyczerpiemy cały szereg. Tworzymy średni kwadrat odchyień; t. j.

$$\frac{a_0}{N} \cdot 0^2 + \frac{a_1}{N} \cdot 1^2 + \frac{a_2}{N} \cdot 2^2 + \dots + \frac{a_i}{N} \cdot l^2 + \dots = \sigma_1^2$$

i tę sumę identyfikujemy z σ^2 .

U w a g a: tę sumę można też obliczyć wprost, nie zbierając liczb s_1, s_2, \dots, s_N w grupy, a mianowicie tworzy się wprost średnią arytmetyczną z sumy kwadratów wszystkich odchyień:

$$\frac{(s_1 - np)^2 + (s_2 - np)^2 + \dots + (s_N - np)^2}{N} = \sigma_1^2$$

Powinniśmy otrzymać z tego rachunku wartość npq tj.

$$5000 \cdot 0.514 \cdot 0.486 = 1249.02 = \sigma^2$$

czyli:
$$\sigma = 35.3.$$

Z licznych spostrzeżeń, wykonanych faktycznie, okazało się, że istotnie dyspersja, obliczona bezpośrednio ze spostrzeżeń stosunku ilości noworodków płci męskiej do ilości wszystkich noworodków, zgadza się z teoretyczną dyspersją $\sigma = \sqrt{npq}$.

Mając te dwie liczby: np i σ , wykreślamy krzywą frekwencji w taki sam sposób, w jaki wykreślaliśmy krzywą

rozkładu prawdopodobieństw (na str. 481), t. j. na osi x -ów odcinamy odchylenia, podzielone przez σ , a na osi y -ów stosunki (frekwencje) $\frac{a_0}{N}$, $\frac{a_1}{N}$, $\frac{a_2}{N}$, ..., pomnożone przez σ . Okazuje się, że w tym przypadku otrzymujemy zupełnie wystarczającą zgodność z krzywą Gaussa.

Schemat Bernoulliego ujmuje więc to zjawisko w sposób wystarczająco dokładny: rozkład odchyień jest normalny i dyspersja również normalna.

Wobec tego ostateczny wynik badań nad płcią noworodków można sformułować w następujący sposób: to zjawisko statystyczne da się zastąpić wyciąganiem kul z urny o stałym składzie 514.000 : 1.000.000.

Stosunek ten można uważać za pewien rodzaj stałej biologicznej, niezależnej od czasu, miejsca i składu ludności. Spostrzegane odchylenia od tego stałego stosunku mają charakter przypadkowych błędów obserwacji.

Taka zgodność zdarza się jednak nader rzadko. Najczęściej dyspersja σ_1^2 , obliczona z spostrzeżeń, nie zgadza się nawet w przybliżeniu z wartością npq , otrzymaną również z tych samych spostrzeżeń, t. j. z dyspersją normalną, właściwą schematowi Bernoulliego; oznaczmy ją literą σ_B . Otrzymujemy z reguły albo $\sigma_1^2 < npq$ t. j. $\sigma_1 < \sigma_B$ i wtedy szereg statystyczny ma dyspersję podnormalną, albo $\sigma_1^2 > npq$ t. j. $\sigma_1 > \sigma_B$ i wtedy szereg ma dyspersję nadnormalną.

Widzimy stąd, że schemat Bernoulliego nie nadaje się do ujmowania wszystkich zjawisk statystycznych: nie każde zjawisko da się upodobnić do ciągnięć z urny o stałym składzie. Trzeba zatem obmyśleć nowe schematy, bardziej skomplikowane, posiadające dyspersję podnormalną lub nadnormalną. Jasne ujęcie i częściowe rozwiązanie tych zagadnień, zasadniczo ważnych dla statystyki, jest zasługą niemieckiego badacza Lexisa („Zur Theorie der Massenerscheinungen in der menschlichen Gesellschaft“ 1877). Okazało się, że już Poisson w r. 1837 („Recherches sur la probabilité des jugements“) miał w swych badaniach do czynienia z schematem o dyspersji podnormalnej. W tym schemacie Poissona każde z n ciągnięć wykonuje się z innej urny; skład tych n urn odpowiada prawdopodobieństwom: $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$.

Oznaczmy średnią arytmetyczną tych prawdopodobieństw literą p , t. j.

$$p = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n}.$$

Wykonujemy N takich prób, złożonych z n ciągnień, przy czem skład urny zmienia się tylko od ciągnięcia do ciągnięcia, ale pozostaje niezmienny od próby do próby. Okazuje się, że nadzieja matematyczna wynosi wtedy:

$$E(s) = np,$$

tak samo jak w schemacie Bernoulliego, natomiast dyspersja σ_P wyraża się tu wzorem:

$$\sigma_P^2 = npq - \sum_{k=1}^n (p_k - p)^2$$

a więc jest mniejsza od normalnej dyspersji npq .

Taki schemat Poissona otrzymuje się np., jeżeli wykonujemy n ciągnień z jednej urny w ten sposób, że nie wrzucamy do urny z powrotem wyciągniętej kuli.

Okazuje się, że schemat Poissona, jakkolwiek ma dyspersję podnormalną, to jednak spełnia normalne prawo błędów, a więc krzywa rozkładu odchyłeń jest dokładnie krzywą Gaussa.

W statystyce praktycznej schemat Poissona znajduje jednak jeszcze rzadsze zastosowanie, aniżeli schemat Bernoulliego: dyspersja podnormalna zdarza się niezmiernie rzadko. Charlier (l. c.) podaje, że w swych badaniach tylko raz znalazł szereg statystyczny o dyspersji podnormalnej, a mianowicie liczby porodów bliźniąt w n rozmaitych prowincjach Szwecji badane przez szereg N lat.

Celem wyjaśnienia możliwości dyspersji nadnormalnej, podał Lexis następujący schemat. Wykonujemy n ciągnień z jednej urny, o składzie wyrażonym prawdopodobieństwem p_1 ; następnych n ciągnień wykonujemy już z innej urny, o prawdopodobieństwie p_2 , itd., a ostatnich n ciągnień wykonujemy z urny o składzie p_N . Średnią arytmetyczną tych prawdopodobieństw nazwijmy literą p t. j. $\frac{p_1 + p_2 + \dots + p_N}{N} = p$. Nadzieja matematyczna wypadnie teraz także:

$$E(s) = np,$$

natomiast na dyspersję σ_L otrzymuje się wzór:

$$\sigma_L^2 = npq + (n^2 - n) \sum_{r=1}^N (p_r - p)^2$$

a więc widocznie $\sigma_L > \sigma_B$, dyspersja jest nadnormalna. Okazuje się jednak (Cantelli w r. 1918), że schemat ten nie spełnia normalnego prawa błędów. Można jednak obmyśleć także takie schematy o nadnormalnej dyspersji, które czynią zadość normalnemu prawu błędów.

Praktyka statystyczna wykazała, że dyspersja nadnormalna jest zjawiskiem najpospolitszym.

Prócz tych schematów stworzono cały szereg innych schematów, wykazujących dyspersję bądźto nadnormalną (schemat Borela, polegający na ciągnięciach kul całemi „gronami“ np. po 100 kul związanych z sobą) bądźże podnormalną. Szereg interesujących prac o takich schematach ogłosili w ostatnich latach Pólya i Eggenberger, którzy zbudowali schematy, nadające się do badania statystycznego chorób zakaźnych. („Die Wahrscheinlichkeitsansteckung“, 1924).

Jasnym jest, że przy pomocy tych badań statystyk może wysnuwać rozmaite bardzo ważne wnioski o składzie badanej populacji.

By ocenić stopień tego odbiegania szeregu statystycznego od idealnego, najprostszego schematu Bernoulliego, wprowadzono współczynnik dyspersji, zwany też współczynnikiem Lexisa, a mianowicie stosunek spostrzeżonej dyspersji σ do odpowiedniej dyspersji schematu Bernoulliego:

$$L = \frac{\sigma}{\sqrt{npq}} = \frac{\sigma}{\sigma_B}$$

W schemacie Poissona wartość tego współczynnika jest mniejsza od jedności: $L < 1$, natomiast w schemacie Lexisa jest zawsze $L > 1$. Ale co więcej, w schemacie Lexisa L mało różni się od 1 dla małych n , a im większe n , tem silniej przewyższa L jednostkę. Fakt ten może dawać powód do niepożądanych złudzeń. Jeżeli ktoś wykonał próbę złożoną z małej ilości ciągnięć, otrzyma dyspersję bardzo mało różną od dyspersji normalnej i może nabrać fałszywego sądu o składzie populacji. Dopiero przy próbach, złożonych z wielkiej ilości ciągnięć, uwydatni się właściwy charakter dyspersji. To prawo,

orzekające, że dla małych liczb występuje pozorna zgodność z schematem normalnym (Bernoulliego), nazwał L. Bortkiewicz „*prawem małych liczb*“ („Das Gesetz der kleinen Zahlen“. Leipzig, 1898).

Dla uniknięcia tej niepożądaney własności współczynnika Lexisa, wprowadzono inne wielkości, służące do oceniania stopnia dyspersji. I tak Charlier wprowadził współczynnik zaburzenia (coefficient of disturbancy, Störungskoeffizient), wyrażający się wzorem:

$$e = 100 \frac{\sqrt{\sigma^2 - \sigma_B^2}}{np},$$

który już nie zależy od liczby n w tym stopniu, co współczynnik Lexisa.

Z tego krótkiego zarysu teorii dyspersji widzimy, jak z jednej strony statystyka praktyczna korzysta z gotowych wyników matematyki, z drugiej zaś pobudza matematyków do nowych badań, domagając się rozwiązania rozmaitych nowych zagadnień.

Wyższe charakterystyki. Problem momentów.

Teorja dyspersji nie wyczerpuje bynajmniej wszelkich matematycznych zagadnień statystyki. Można by powiedzieć, że jest to tylko wzniesienie się o jeden szczebel ponad dawną statystykę, operującą jedynie pojęciem średniej arytmetycznej. Średnia arytmetyczna szeregu, nazwijmy ją literą m_1 , jest pierwszą liczbą charakterystyczną szeregu statystycznego, a dyspersja σ drugą. Jasnym jest jednak, że do zupełnego scharakteryzowania dowolnego szeregu liczbowego nie wystarczają dwie liczby. Chcąc wprowadzić dalsze liczby charakterystyczne czyli charakterystyki szeregów liczbowych, uogólnijmy odpowiednio postępowanie, które prowadzi do średniej arytmetycznej, czyli do nadziei matematycznej zmiennej ewentualnej x . Jeżeli zmienna x przybiera wartości:

$$(12) \quad x_1, x_2, \dots, x_n$$

z prawdopodobieństwami:

$$(12 a) \quad P_1, P_2, \dots, P_n,$$

to „średnia wartość“ zmiennej x wyraża się wzorem:

$$m_1 = P_1 x_1 + P_2 x_2 + \dots + P_n x_n.$$

Wzorowi temu możemy nadać odpowiednią interpretację mechaniczną. Uważajmy $P_1 P_2 \dots P_n$ za masy, a $x_1 x_2 \dots x_n$ za ich odległości od początku układu, to m_1 przedstawia moment statyczny, czyli moment pierwszego stopnia tego szeregu mas. W podobny sposób możemy utworzyć moment bezwładności, czyli moment drugiego stopnia m_2 :

$$m_2 = P_1 x_1^2 + P_2 x_2^2 + \dots + P_n x_n^2.$$

Otóż ten moment drugiego stopnia pozostaje w bezpośrednim związku z dyspersją σ , a mianowicie łatwo można okazać, rozwijając wzór (11) na str. 489, że

$$\sigma^2 = m_2 - m_1^2.$$

To nasuwa nam myśl, aby dalsze charakterystyki szeregu (12), (12 a) zbudować z momentów wyższych stopni, a mianowicie:

$$m_3 = P_1 x_1^3 + P_2 x_2^3 + \dots + P_n x_n^3,$$

ogólnie:

$$(13) \quad m_r = P_1 x_1^r + P_2 x_2^r + \dots + P_n x_n^r.$$

Jako m_0 wprowadza się $P_1 x_1^0 + \dots + P_n x_n^0$ czyli:

$$m_0 = P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1.$$

Jasnym jest, że im więcej momentów podamy, tem dokładniej szcharakteryzujemy dany szereg liczb (12), (12 a). Do zupełnego wyznaczenia tego szeregu wystarczy podanie $2 \cdot n$ momentów, chodzi tu bowiem o obliczenie $2 \cdot n$ niewiadomych $x_1 x_2 \dots x_n$, P_1, P_2, \dots, P_n z $2n$ równań postaci (13). To zagadnienie, dość proste dla skończonych szeregów liczbowych, nazywa się zagadnieniem momentów.

Jeżeli zmienna x przebiega w sposób ciągły, to aby podać prawdopodobieństwo każdej wartości x , musimy podać całą funkcję frekwencji (np. krzywą Gaussa) $f(x)$, a momenty przedstawia się wtedy już nie sumami, ale całkami postaci:

$$m_r = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) x^r dx.$$

Mając podany ciąg takich całek, chcemy odwrotnie znaleźć prawo frekwencji, t. j. funkcję $f(x)$. Jest to bardzo trudne zagadnienie matematyczne, zwane ogólnem zagadnieniem momentów. W matematyce znanem oddawna jest zagadnienie poniekąd analogiczne: znając wartości pochodnych ja-

kiejs funkcji w jednym punkcie, zbudować tę funkcję; rozwiązaniem tego zagadnienia jest wzór Taylora. Tutaj jednak mamy podane zupełnie odmienne wartości, a mianowicie pewne całki i to nie z samej funkcji $f(x)$, tylko z iloczynów $x \cdot f(x)$, i z tych danych trzeba zbudować funkcję. Problem momentów był przedmiotem licznych badań wybitnych matematyków (np. Stieltjesa) a został rozwiązany dopiero po r. 1920 przez niemieckich matematyków Hamburgera i Hausdorffa.

Oto kilka przykładów zastosowania wyższych momentów do statystyki.

Głębokie badania Charliera pozwoliły do dwóch charakterystyk m_1 i σ dołączyć dwie dalsze, służące do jeszcze subtelniejszej analizy szeregów statystycznych, do wzniesienia się w badaniach statystycznych na jeszcze wyższy szczebel doskonałości. Jedna z tych charakterystyk, zwana „skośnością“ S , wyraża się w bardzo prosty sposób zapomocą trzeciego momentu m_3 , a mianowicie:

$$S = \frac{1}{2} (3 m_1 - m_3)$$

a druga, zwana „ekscesem“ E , jest znowu ściśle związana z czwartym momentem m_4 , a mianowicie:

$$E = \frac{1}{8} (3 - 6 m_2 + m_4).$$

Skośność służy do oceniania asymetrii krzywej frekwencji w porównaniu z normalną krzywą Gaussa, a eksces wskazuje wzniesienie się najwyższego punktu krzywej frekwencji ponad najwyższy punkt normalnej krzywej Gaussa.

Pearson znów zbudował przy pomocy m_3 i m_4 trzecią charakterystykę szeregów statystycznych, zwaną wskaźnikiem asymetrii, a mianowicie:

$$\alpha = \frac{\sqrt{\beta_1} (\beta_2 + 3)}{2(5\beta_2 - 6\beta_1 - 9)}$$

przyczem: $\beta_1 = \frac{m_3^2}{m_2^3}$ a $\beta_2 = \frac{m_4}{m_2^2}$; momenty są tu liczone nie względem punktu $x=0$, lecz względem punktu $x=m_1$, t. j. względem środka ciężkości mas P_1, P_2, \dots, P_n . Wzór ten otrzymał Pearson, stosując pewne przybliżone metody do wzoru:

$$\alpha = \frac{m_1 - M}{\sigma},$$

gdzie M oznacza „średnią modalną“, t. j. ten punkt osi x -ów, któremu odpowiada największa wartość frekwencji.

(Zob. W. P. Elderton. Frequency Curves and Correlation. London 1927, str. 10, 40 i nast.; Ch. Jordan. Statistique mathématique. Paris 1927, str. 178 i nast.).

Krzywe frekwencji. Szkoła Pearsona.

Jeszcze jaśniej wystąpi znaczenie wyższych charakterystyk, a zatem i wyższych momentów, przy graficznym badaniu rozkładu frekwencji.

Otóż wiadomo, jak dogodnym jest graficzne przedstawianie szeregów statystycznych. Odcinamy wielkość badanej cechy, wyrażoną w odpowiednio dobranej jednostce na osi x -ów, a stosunkową liczbę osobników posiadających tę cechę (znów w odpowiednich jednostkach) na osi y -ów, obierając za początek układu „średnią wartość“ badanej cechy. Otrzymamy w ten sposób szereg rozrzuconych punktów, który staramy się ująć w jakąś linię krzywą, t. zw. krzywą frekwencji. Zagadnienie to znane jest w matematyce pod nazwą interpolacji szeregu punktów. Potrafimy znaleźć linię przechodzącą ściśle przez wszystkie podane punkty, np. zapomocą znanego wzoru interpolacyjnego Lagrange'a; takie ściśle wyzbieranie wszystkich punktów nie jest jednak potrzebne w statystyce praktycznej, albowiem położenia tych punktów są z konieczności obarczone błędami spostrzeżeń

Druga metoda interpolacji polega na tem, że z góry podaje się funkcję jakiegoś ustalonego typu, np. funkcję liniową: $y = ax + b$, kwadratową $y = ax^2 + bx + c$, której obrazem jest zwykła parabola, trygonometryczną: $y = a \sin(bx + c)$ itp., wykładniczą: $y = ae^{bx}$ lub $y = ae^{-bx^2}$, lub jakąkolwiek inną, podsunętą przez jakąś racjonalną hipotezę. Następnie wyznacza się stałe parametry a, b, c, \dots , występujące w tych funkcjach z żądania, aby suma kwadratów odległości danych punktów od tej krzywej była możliwie najmniejsza. Stosując tu znane reguły z rachunku różniczkowego na obliczenie minimum funkcji tych nieznanych parametrów a, b, c, \dots , otrzymuje się równania na wyznaczenie a, b, c, \dots .

Czasem dogodniej jest wprowadzić za x i y nowe pomocnicze współrzędne, np. $x' = \log x$ i $y' = \log y$.

Taką metodę interpolacji nazywamy metodą najmniejszych kwadratów. Metoda ta jest bardzo dokładnie opra-

cowana już od czasów Gaussa i oddaje w rozmaitych badaniach bardzo cenne usługi. Jednakże w zastosowaniu do statystyki metoda ta prowadzi do nadzwyczaj mozolnych rachunków.

W statystyce najodpowiedniejszą okazała się interpolacja zapomocą metody momentów. Mając podane dla wartości x_1, x_2, \dots, x_n frekwencje:

$$f(x_1), f(x_2) \dots f(x_n),$$

obliczamy szereg kolejnych momentów, t. j.:

$$m_1 = x_1 f(x_1) + x_2 f(x_2) + \dots + x_n f(x_n)$$

$$m_2 = x_1^2 f(x_1) + x_2^2 f(x_2) + \dots + x_n^2 f(x_n)$$

Rachunki są tu bardzo proste: można je z łatwością wykonać np. przy pomocy maszyny do rachowania.

Następnie oieramy jakąś funkcję, np. $y = ae^{-bx^2}$ i nieznane parametry a, b wyznaczamy z warunków, aby momenty tej funkcji, były równe znalezionym momentom szeregu statystycznego, t. j. aby:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} xf(x) dx = m_1, \quad \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 f(x) dx = m_2.$$

W podobny sposób postępujemy, gdy trzeba wyznaczyć 3 lub więcej parametrów. Za y można brać dowolną funkcję dążącą do zera, gdy x zdąża do $+\infty$ lub do $-\infty$.

Zasadniczo ważną rzeczą w badaniach statystycznych jest, aby za y obrać odpowiednią funkcję do interpolacji, któraby możliwie najlepiej oddawała dany szereg statystyczny, czyli jak się wyrażamy: któraby jak najlepiej wyrównywała ten szereg.

Otóż dawniej sądzono, że do tego celu nadaje się wyłącznie funkcja Gaussa-Laplace'a, t. j. ogólnie:

$$I. \quad y = ae^{-bx^2}.$$

Do zupełnego jej wyznaczenia są potrzebne dwa parametry a i b , a więc wystarczą dwa momenty m_1 i m_2 , co już przedtem stwierdziliśmy dokładnie. Mówiliśmy również, że ta krzywa nadaje się tylko wyjątkowo do rozkładów symetrycznych, zbliżonych do krzywej Gaussa.

Zauważono, że niekiedy występują w szeregach statystycznych dwa maksyma. Taką dwuszczytową krzywą udaje się czasem bardzo dobrze aproksymować zapomocą krzywej otrzy-

*

manej z superpozycji dwóch krzywych Gaussa, przesuniętych względem siebie wzdłuż osi x -ów. Czasem także jednoszczytowa krzywa o rozszerzonym nieco wierzchołku daje się rozbić z wystarczającą dokładnością na dwie przesunięte krzywe Gaussa. Wtedy do interpolacji użyje się funkcji:

$$\text{II.} \quad y = a e^{-\left(\frac{x-b}{c}\right)^2} + d e^{-\left(\frac{x-f}{g}\right)^2}.$$

Występuje tu wprawdzie aż 6 parametrów, ale przez przesunięcie początku układu współrzędnych do punktu $x=b$ lub $x=f$ można jedną stałą usunąć i pozostanie 5 parametrów. Do ich wyznaczenia trzeba więc będzie 5 momentów. Pearson wyprowadził w r. 1914—1915 wzory potrzebne do tej interpolacji i podał przykłady liczbowe.

Z układania się szeregu statystycznego według takiej krzywej dwuszczytowej wysnuwa się w statystyce bardzo ważny wniosek, a mianowicie, że populacja jest mieszaniną dwóch ras, z których każda grupuje się około właściwej sobie średniej.

Jednak i te krzywe nie wystarczają w statystyce praktycznej. Często spostrzega się krzywe jednoszczytowe ale wybitnie niesymetryczne. Nie jest to niespodzianką nawet w obrębie schematu Bernoulliego, albowiem symetryczny wzór (9), jak to wyraźnie zaznaczyliśmy, odnosi się tylko do przypadku granicznego, gdy n wzrasta nieograniczenie. Natomiast dla skończonych n trzeba używać wzoru (6), a ten wzór tylko wtedy daje obraz symetryczny, gdy $p=q$ (gdy w urnie jest jednakość kul białych i czarnych); gdy p jest różne od q , otrzymujemy rozkład prawdopodobieństw P_i niesymetryczny i to tem bardziej niesymetryczny, im więcej się różni p od q . Pearson utworzył przy pomocy wzoru (6) różnicę $P_{i+1}-P_i$ i dzieląc ją przez $\frac{P_{i+1}+P_i}{2}$ otrzymał, mierząc odchylenia Δ i prawdopodobieństwa jednostką σ , wzór:

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{-\sigma x}{1 + \frac{1}{n} + \frac{q-p}{2\sigma} x}.$$

Przechodząc do granicy i zastępując ten wzór różnicowy wzorem różniczkowym, otrzymał równanie różniczkowe:

$$\frac{y'}{y} = \frac{-cx}{x+a},$$

a stąd po zcałkowaniu:

$$\text{III.} \quad y = y_0 e^{-cx} \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{ca}$$

Ta krzywa frekwencji okazała się bardzo dogodną do interpolacji przy słabej asymetrii, jednak i ta krzywa nie wystarczała przy innych typach szeregów statystycznych, n. p. przy wykresach zbliżonych do kształtu litery **L** lub **U**.

Wobec tego Pearson porzucił w dalszych swych badaniach schemat Bernoulliego, a zastosował schemat inny o zmiennym składzie, a mianowicie taki schemat (Poissona), przy którym po każdym ciągnięciu nie wrzucamy kuli z powrotem do urny. Jak wiemy, schemat ten stosuje się w granicy do prawa Gaussa, tak samo jak schemat Bernoulliego. Poprzestając na skończonym n , dochodzi Pearson rozumowaniem podobnym, jak przy dowodzie przybliżonego wzoru III, do równania różniczkowego o 4 parametrach:

$$\frac{y'}{y} = \frac{a+x}{b+b_1x+b_2x^2}$$

Przy całkowaniu tego równania odróżnia się rozmaite przypadki według wartości stałych a , b , b_1 , b_2 i otrzymuje się 12 rozmaitych typów krzywych frekwencyj, wśród których są także typy I i III, a także krzywe formy **L** lub **U**. Otrzymuje się je z typu:

$$\text{IV.} \quad y = y_0 \left(1 + \frac{x}{a_1}\right)^{ca_1} \left(1 - \frac{x}{a_2}\right)^{ca_2},$$

gdy jedna lub obydwie z liczb ca_1 , ca_2 są ujemne; a_1 i a_2 są tu pierwiastkami równania $b + b_1x + b_2x^2 = 0$.

Pearson i jego uczniowie opracowali bardzo szczegółowo wszelkie rachunki i tablice potrzebne do stosowania tych wszystkich gatunków krzywych (np. Elderton l. c.). Angielska szkoła statystyczna posługuje się temi metodami do dnia dzisiejszego i stosuje je do rozlicznych zagadnień statystyki. Specjalne czasopismo „Biometrika“, wydawane przez tę szkołę, jest chlubnym dowodem gigantycznej wprost pracy jej twórców.

Jakkolwiek te metody szkoły Pearsona stanowią niezmiernie ważny krok naprzód w statystyce matematycznej i dają praktykom do rąk cenne narzędzie pracy, to jednak stwierdzić należy, że nie są one ostatniem słowem statystyki matematycznej.

I tak po pierwsze w tych wszystkich badaniach widoczna jest niezłomna wiara w stosowalność prawa Gaussa: wszak wszystkie te badania albo wprost nawiązują do prawa Gaussa (krzywe dwuszczytowe), albo też wychodzą z rozwinięć dwumiennych i schematów, które w granicy dążą również do prawa Gaussa. Po drugie dla matematyków niemiłe jest operowanie wzorami, o których się z góry wie, że są tylko przybliżeniami i to bardzo grubymi przybliżeniami, wynikającymi z zastępowania równania różnicowego równaniem różniczkowym i z opuszczania pewnych wyrazów; przy takim postępowaniu są nieuniknione pewne błędy systematyczne. Po trzecie metody te nie dają możliwości posunięcia interpolacji dowolnie daleko, skoro z góry musimy się ograniczyć do 4 parametrów. W końcu cały aparat wzorów i rachunków jest przy tej metodzie dosyć skomplikowany. Dlatego też matematycy odnosili się do tych metod dość sceptycznie.

Badania Charliera. Szkoła skandynawska.

Zupełnie odmiennie ujęli problem krzywych frekwencji matematycy skandynawscy. Już w r. 1879 Gram, matematyk duński, okazał, że krzywa Gaussa jest tylko specjalnym przypadkiem ogólniejszej gromady krzywych frekwencji, niesymetrycznych a dających się przedstawić przy pomocy szeregów nieskończonych, o nieskończenie wielu parametrach.

Thiele, prof. uniwersytetu w Kopenhadze, wprowadził przy badaniu krzywych frekwencji pewne liczby charakterystyczne, zwane „półniezmiennikami“, które są praktycznie identyczne z momentami, wprowadzonymi później do statystyki przez Pearsona.

Wreszcie szwedzki astronom Charlier w r. 1905 stworzył do badania krzywych frekwencji metody ścisłe, odznaczające się wielką ogólnością i elegancją matematyczną, pozwalające na nieograniczoną aproksymację dowolnej krzywej frekwencji. Temi metodami pracuje dzisiaj szkoła skandynawska, a przepiękne jej ujęcie praktyczne podał Charlier w zwięzłym podręczniku p. t. „Vorlesungen über die Grundzüge der mathematischen Statistik“, o którym już wspomnieliśmy poprzednio.

Charlier oparł się w swych badaniach bezpośrednio na genialnych, a nierozumianych przez długie lata pomysłach

Laplace'a. Wychodząc z bardzo ogólnych założeń, wyprowadził (używając t. zw. równania całkowego Fouriera), dwa zupełnie nowe prawa błędów, w których funkcja, przedstawiająca frekwencję, ma postać szeregu nieskończonego podobnego typu, jak znany szereg Fouriera.

Pierwsze prawo błędów przedstawił Charlier w postaci:

$$(A) \quad f(x) = f_0(x) + \alpha_3 f_0^{\text{III}}(x) + \alpha_4 f_0^{\text{IV}}(x) + \dots$$

gdzie $f_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ przedstawia normalne prawo Gaussa

a $f_0^{\text{III}}, f_0^{\text{IV}}, \dots$ są kolejnymi pochodnymi tej funkcji od trzeciej pochodnej począwszy. Stałe $\alpha_3, \alpha_4, \dots$ wyrażają się w dość prosty sposób zapomocą momentów. Funkcje $f_0, f_0^{\text{III}}, f_0^{\text{IV}}, \dots$ obliczono i wartości ich zestawiono w tablice (n. p. Charlier, Fisher). Okazuje się, że rozwinięcie to jest bardzo szybko zbieżne, tak że w praktyce wystarcza zupełnie zatrzymać trzy początkowe wyrazy. Stałe α_3 i α_4 charakteryzują „skośność“ i „eksces“ (por. str. 497), a mianowicie $S = 3\alpha_3$, $E = 3\alpha_4$.

Rachunki przy interpolacji szeregu statystycznego zapomocą tej funkcji Charliera są o wiele prostsze aniżeli przy interpolacji zapomocą krzywych Pearsona.

Rozwinięcie to jest także nadzwyczaj interesujące pod względem matematycznym. Wykonując różniczkowania $f_0^{\text{III}}(x), f_0^{\text{IV}}(x), \dots$ otrzymujemy:

$$f_0^{\text{III}}(x) = f_0(x) \cdot (3x - x^3) = f_0(x) \cdot H_3(x)$$

$$f_0^{\text{IV}}(x) = f_0(x) \cdot (3 - 6x^2 + x^4) = f_0(x) \cdot H_4(x).$$

Wielomiany, któreśmy oznaczyli literami $H_3(x), H_4(x), \dots$, są to wielomiany Hermite'a, posiadające własności podobne do funkcji trygonometrycznych. Utwórzmy mianowicie dwa ciągi funkcyj:

$$H_1(x), H_2(x), H_3(x), \dots, H_n(x), \dots$$

$$f_0(x)H_1(x), f_0(x)H_2(x), f_0(x)H_3(x), \dots, f_0(x)H_n(x), \dots$$

to ciągi te są biortogonalne, to znaczy, że:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_0(x) H_m(x) H_n(x) dx = 0 \text{ dla } m \text{ różnych od } n$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_0(x) H_m^2(x) dx = m! \text{ dla } m = n.$$

Taką samą własność posiada ciąg funkcji trygonometrycznych, $1, \cos x, \sin x, \cos 2x, \sin 2x, \cos 3x, \sin 3x, \dots$ i stąd pochodzi łatwość obliczania współczynników szeregu Fouriera. Stosując podobną metodę obliczania współczynników $\alpha_3, \alpha_4, \dots$ do szeregu Charliera, t. j. mnożąc obie strony wzoru (A) przez $H_n(x)$ i całkując, otrzymamy:

$$\alpha_n = \frac{1}{n!} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) H_n(x) dx$$

a podstawiając za $H_n(x)$ znany wielomian Hermite'a

$$H_n(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \dots + c_n x^n,$$

otrzymujemy po prawej stronie sumę całek, które są momentami. N. p.:

$$\alpha_3 = \frac{1}{3!} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) (3x - x^3) dx = \frac{1}{3!} \left[3 \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx - \int_{-\infty}^{+\infty} x^3 f(x) dx \right]$$

$$\text{czyli } \alpha_3 = \frac{1}{3!} [3m_1 - m_3].$$

Nadmienimy tu, że teoria szeregów ortogonalnych jest dzisiaj przedmiotem rozległych badań wielu matematyków współczesnych.

Charlier wyprowadził jeszcze drugie prawo błędów, odnoszące się do przypadku, gdy x zmienia się w sposób nieciągły, a mianowicie przebiega tylko wartości całkowite $x = 1, 2, 3, \dots, m, \dots$

Prawo to wyraża się wzorem:

$$(B) \quad f(m) = \alpha_0 f_0(m) + \alpha_1 f_1(m) + \dots + \alpha_k f_k(m) + \dots$$

$$\text{Tutaj} \quad f_0(m) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^m}{m!} \quad (\lambda \text{ liczba stała})$$

a $f_1 f_2, \dots$ są kolejnymi różnicami funkcji $f_0(m)$, a mianowicie:

$$f_1(m) = f_0(m) - f_0(m-1)$$

$$f_2(m) = f_1(m) - f_1(m-1) \quad \text{i t. d.}$$

Okazuje się, że tu zachodzi również pewien rodzaj „ortogonalności“, a mianowicie istnieją pewne wielomiany $q_0(m), q_1(m), \dots$, analogiczne do wielomianów Hermite'a, takie, że:

$$\sum_{m=0}^{\infty} f_0(m) q_r(m) q_s(m) = 0 \quad \text{gdy } r \text{ r\u00f3\u017cne od } s \text{ a}$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} f_0(m) q_r^2(m) = \frac{r!}{\lambda^r} \quad \text{gdy } r = s.$$

St\u0105d otrzymuje si\u0119 — metod\u0105 podobn\u0105 do szereg\u00f3w Fouriera — do\u015b\u0107 proste wzory na obliczenie sp\u00f3\u0142czynnik\u00f3w rozwini\u0119cia (B), a mianowicie:

$$\alpha_k = \frac{\lambda^k}{k} \sum_{m=0}^{\infty} f(m) q_k(m).$$

Prawa strona tego wzoru wyra\u017ca si\u0119 w prosty spos\u00f3b zapomoc\u0105 moment\u00f3w. Teori\u0119 tych rozwini\u0119\u0107 opracowa\u0142 w ostatnich latach dok\u0142adnie Ch. Jordan.

Przy praktycznym zastosowaniu wzoru (B) u\u017cywa si\u0119 tablicy funkcji:

$$f_0(m) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^m}{m!}$$

a kolejne r\u00f3\u017cnice $f_1(m), f_2(m), \dots$ otrzymuje si\u0119 wprost z tych tablic, odejmuj\u0105c od siebie kolejno odpowiednie warto\u015bci.

Funkcja $f_0(m)$ — odgrywaj\u0105ca w rozwini\u0119ciu (B) podobn\u0105 rol\u0119, jak prawo b\u0142\u0119d\u00f3w Gaussa w rozwini\u0119ciu (A) — nazywa si\u0119 „prawem ma\u0142ych prawdopodobie\u0144stw“. Prawo to, odkryte przez Poissona, zastosowa\u0142 Bortkiewicz do badania rozmaitych rzadko wyst\u0119puj\u0105cych zjawisk statystycznych, t. j. do zjawisk maj\u0105cych ma\u0142e prawdopodobie\u0144stwo, np. do samob\u00f3jstw, do porod\u00f3w trojak\u00f3w, do radioaktywnego zjawiska scyntylacji i t. p.¹⁾. Sta\u0142a liczba λ , kt\u00f3ra wyst\u0119puje w tym schemacie, ma warto\u015b\u0107:

$$\lambda = n \cdot p.$$

Zak\u0142adamy, \u017ce prawdopodobie\u0144stwo p jest tu bardzo ma\u0142e, ale zmienne, a mianowicie maleje odwrotnie proporcjonalnie do ilo\u015bci prób n . Jakkolwiek taki schemat jest do\u015b\u0107 dziwny, to jednak doskonale nadawa\u0142 si\u0119 do zjawisk statystycznych, badanych przez Bortkiewicza.

Pr\u00f3cz tych dw\u00f3ch praw b\u0142\u0119d\u00f3w (A) i (B), opracowano w ostatnich latach rozmaite inne rozwini\u0119cia ortogonalne. Tak

¹⁾ Prof. Smoluchowski stosowa\u0142 to prawo w kinetycznej teorii materji.

np. rosyjski matematyk Romanowski (w r. 1924—1925) badał podobne rozwinięcia, biorąc za funkcję $f_0(x)$ nie krzywą Gaussa lub Poissona, ale rozmaite krzywe Pearsona (np. krzywą IV).

Najogólniejsze badania w tej dziedzinie przeprowadził w najnowszych czasach P. Lévy, stosując do rachunku prawdopodobieństwa potężne środki najnowszej gałęzi matematyki, a mianowicie teorii funkcjonalów (por. P. Lévy. Calcul des probabilités. Paris, 1925).

Wszystkie badania, dotyczące teorii dyspersji i krzywych frekwencji, któreśmy dotychczas omówili, odnosiły się do populacji, badanej pod względem jednej cechy: mówiliśmy zawsze o jednym szeregu statystycznym. Można by określić te wszystkie badania jako statystykę jednej zmiennej. Pozostaje do omówienia statystyka dwóch i więcej zmiennych, czyli tak zwana teoria korelacji, zajmująca w dzisiejszej statystyce naczelne miejsce.

D. SZYMKIEWICZ.

Jeszcze słów kilka o stosunkach liczbowych w budowie roślin.

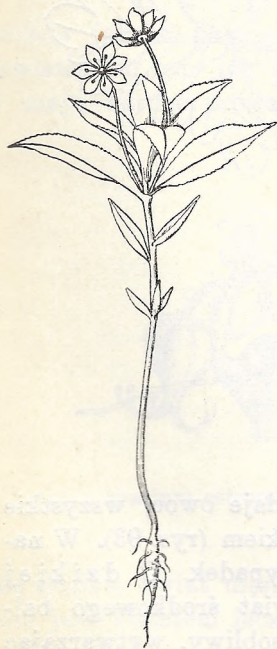
Jak to wykazałem w artykule p. t. „Stosunki liczbowe w budowie roślin“, zamieszczonym w tegorocznym zeszycie II. czasopisma (str. 128—142), najczęstsza ilość członów zawartych w okółkach, które tworzą się na osi głównej pędów u roślin, jest równa jednemu z wyrazów szeregu Fibonacciego:

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,

albo takiemu wyrazowi pomnożonemu przez 2ⁿ. Z tego ogólnego prawidła, które można uważać za sprecyzowane prawo Ludwiga, jest tylko jeden wyjątek, a mianowicie siódmaczek (*Trientalis*), u którego kwiaty składają się z 7-członowych okółków.

Po bliższem zbadaniu rzeczy przyszedłem do przekonania, że ten wyjątek jest tylko pozorny, nie zwróciłem bowiem początkowo uwagi na to, że siódmaczek nie ma kwiatów szczytowych, tylko boczne (rys. 90). Kwiaty zaś szczytowe nieraz mają inną budowę od bocznych, jak to widać z następujących przykładów.

A więc piżmaczek (*Adoxa moschatellina*), często spotykany u nas po



Rys. 90.

lasach, ma kwiatostan złożony z 5 kwiatów, z których szczytowy jest 4-krotny, boczne zaś są 5-krotne (rys. 91).

Podobnie hodowana po naszych ogródkach ruta (*Ruta graveolens*) ma szczytowe kwiaty odmienne od bocznych, lecz odwrotnie wykształcone niż u piżmaczka: szczytowe 5-krotne, boczne — 4-krotne (rys. 92).

Bardzo ciekawe jest wykształcenie kwiatów szczytowych u niektórych baldaszkowatych. Naprzykład u *Echinophora radians*, byliny rosnącej w Azji Mniejszej, tylko środkowy kwiat



Rys. 91.

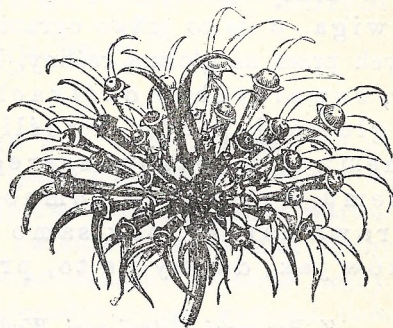
każdego baldaszka jest obupłciowy i wydaje owoc, wszystkie pozostałe są męskie z nierozwiniętym słupkiem (rys. 93). W naszej florasie mamy również podobny przypadek. U dzikiej marchwi (*Daucus Carota*) środkowy kwiat środkowego baldaszka wykształca się czasem w sposób osobliwy, wytwarzając większą niż normalnie, czerwoną, zamiast białej, koronę. Taki

kwiat różni się od kwiatów normalnych tem jeszcze, że nie wydaje owocu.

Wreszcie można przytoczyć także ostromlecze (*Euphorbia*), u których w kwiatostanach, zwanych cyatjami, szczytowy kwiat jest żeński, boczne zaś — męskie (rys. 94). W tym przypadku rzecz przedstawia się nie tak oczy-

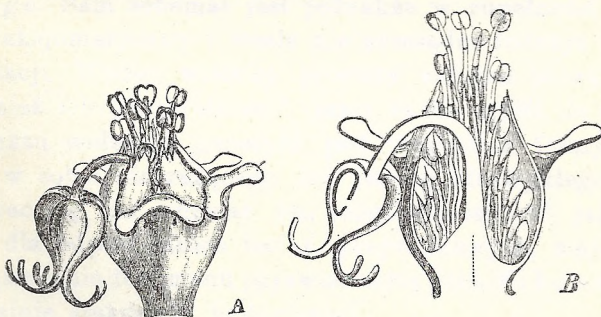


Rys. 92.



Rys. 93.

wicie jak w poprzednich, gdyż cyatjum wygląda nie jak kwiatostan, lecz jak kwiat. Kwiaty są tu pozbawione okwiatu i mają bardzo prostą budowę: kwiat żeński składa się tylko



Rys. 94.

A — cyatjum ostromlecza (*Euphorbia*). B — to samo w przekroju.
Według Baillona.

ze słupka, kwiat męski — z pojedynczego pręcika. Że cyatjum nie jest kwiatem lecz kwiatostanem, wypływa z istnienia form pokrewnych ostromleczom, u których w cyatjach każdy pręcik jest opatrzony osobnym okwiatem.

Z powyższego zestawienia wypływa wniosek, że gdyby siódmaczek miał kwiat szczytowy, byłby to prawdopodobnie kwiat 6 albo 8-krotny. Byłoby rzeczą ciekawą wyszukać teratologiczne okazy ze szczytowym kwiatem. Takie anomalje są znane u innych roślin, jak u napastrnicy, jasnoty i t. d. (por. mój artykuł: „Przyczynek do genezy grzbiecistych kwiatów“ w poprzednim zeszycie, str. 358—366).

W każdym razie siódmaczek nie stanowi wyjątku z prawa Ludwiga, o ile to prawo ograniczymy do okółków wytworzonych przez oś główną rośliny. Najczęstsza ilość członów, zawartych w okółkach, które tworzą się na osi głównej pędów u roślin, jest zawsze równa jednemu z wyrazów szeregu Fibonacciego albo takiemu wyrazowi, pomnożonemu przez 2^n . Jest to prawo natury, tak samo nie dopuszczające wyjątków jak, dajmy na to, prawo grawitacji.

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

E. ŻYLIŃSKI.

O liczbach Fibonacciego w statystyce biologicznej¹⁾.

Liczby Fibonacciego 2, 3, 5, 8, ... oraz ich 2ⁿ wielokrotności są, jak wiadomo (patrz odpowiednie prace profesora D. Szymkiewicza²⁾), najprawdopodobniejszymi wartościami liczby płatków w koronach kwiatów, jak również liczby poszczególnych kwiatów w kwiatostanach; te same liczby występują także jako najprawdopodobniejsze wartości ilości odnoży u zwierząt o symetrii promienistej, jak *Coelenterata* i *Echinodermata*. O ile mi wiadomo, dotychczas nie zostało podane żadne teoretyczne wyjaśnienie powyższego zjawiska.

Schemat, który tu przedstawiam, ma na celu wykazać, jakie proste założenia genetyczne prowadzą do liczb Fibonacciego. Sam schemat jest jednakże w zupełności abstrakcyjny i aksjomatyczny i wcale nie przesądza rodzaju możliwej interpretacji. Wobec wielkiej prostoty założeń początkowych, jak również ich „naturalności“ (mam tu na myśli, że założenia te z punktu widzenia genetyki pod względem formy nie zawierają w sobie nic rażącego lub bardzo niezwykłego) można spodziewać się, że schemat ten mógłby posłużyć jako punkt wyjścia dla odpowiednich badań przyrodniczych, mających na celu wyjaśnienie fenomenu pojawiania się liczb Fibonacciego w dziedzinie statystyki biologicznej.

¹⁾ Treść niniejszego artykułu była zakomunikowana w lwowskim oddziale Towarzystwa im. Kopernika (luty 1928) oraz w sekcji statystyki Międzynarodowego Kongresu Matematyków w Bolonji (wrzesień 1928) w referacie pod tytułem „Numbers of Fibonacci in biological statistics“ — ukaże się również w sprawozdaniach tegoż kongresu.

²⁾ N. p. artykuł: Sur la portée de la loi de Ludwig, Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Vol. V. Nr. 4. (1928), str. 390.

Weźmy pod uwagę pewien idealny osobnik A o następujących własnościach ¹⁾:

I. W równych odstępach czasu τ , t. j. dla $t=t_1, t_2, \dots$, gdzie $t_{i+1}-t_i=\tau$ ($i=1, 2, \dots$), osobnik A generuje nowe osobniki $A_1, A_2, \dots: A_1$ w momencie t_1, A_2 w momencie t_2 i t. d.

II. Osobniki A_1, A_2, \dots , po upływie czasu 2τ od chwili ich powstania, zaczynają generować nowe osobniki zgodnie z I. Podobnie okres μ dojrzewania każdego osobnika któregośkolwiek z następnych pokoleń wynosi 2τ , zaś okres pomiędzygeneracyjny wynosi τ .

Oznaczmy przez S_n liczbę osobników, generowanych w momencie t_n . Widzimy z łatwością, że

$$S_n = S_{n-1} + S_{n-2} \quad (n \geq 3).$$

Wynika to z tego, że S_{n-1} oznacza oczywiście ilość osobników dojrzałych i czynnych w momencie t_{n-1} , zaś S_{n-2} jest ilością osobników, powstałych w momencie $t_{n-2}=t_n-2\tau$, a więc tych, które w momencie t_n stają się dojrzałymi i poczynają się mnożyć.

Ponieważ $S_1=S_2=1$, więc liczby S_1, S_2, S_3, \dots są liczbami Fibonacciego:

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, \dots \text{ } ^2).$$

„Drzewo genealogiczne“ potomstwa osobnika A jest przedstawione na rys. 95 w ten sposób, że znaki, odpowiadające osobnikom, powstałym w tym samym momencie t_n , są umieszczone na tej samej kropkowanej linii poziomej, znak zaś, odpowiadający początkowemu osobnikowi A , jest położony ponad linią, odpowiadającą momentowi t_1 .

Położmy obecnie

$$\sigma_n = \sum_{i=0}^n S_i \quad (n=1, 2, 3, \dots).$$

¹⁾ Nie chodzi tu wcale o to, jakiemu obiektowi biologicznemu miałby odpowiadać ten idealny osobnik A , lecz tylko o to, by dla odpowiedniego biologicznego obiektu spełniały się zrobione poniżej założenia. W każdym z takich przypadków, jak wynika z podanego w tekście dowodu, musimy otrzymać liczby Fibonacciego.

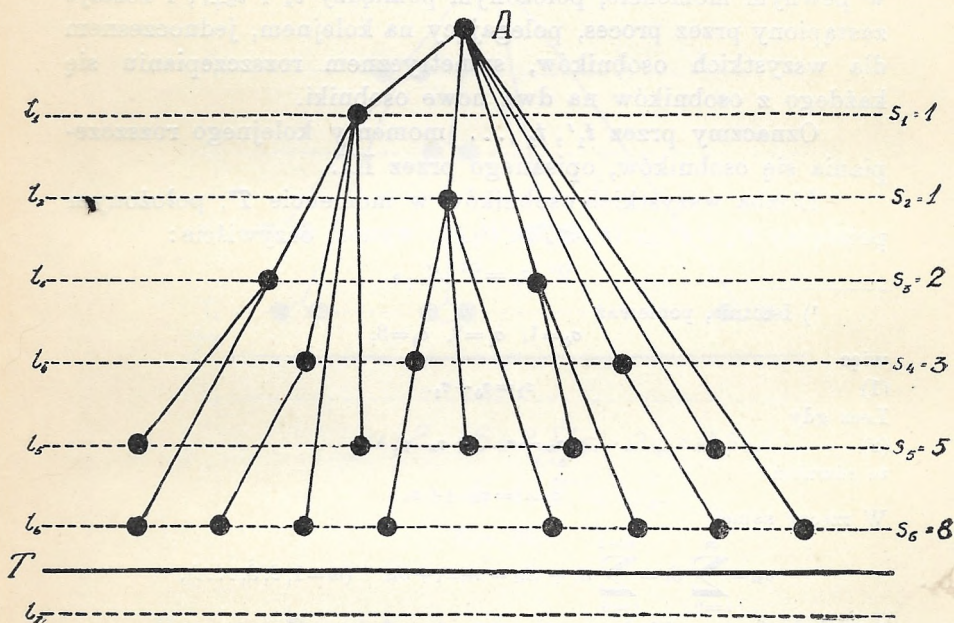
²⁾ Liczby Fibonacciego mogą być matematycznie określone przez własności: $1^0. S_0=S_1=S_2=1$; $2^0. S_n=S_{n-1}+S_{n-2}$ dla każdego $n \geq 3$.

Oczywiście liczba σ_n przedstawia ilość wszystkich osobników bezpośrednio po momencie t_n , czyli ogólną ilość otrzymanych z A osobników (łącznie z samym A) zapomocą procesu opisanego przez I i II, gdyby ten proces był zatrzymany w momencie T , spełniającym nierówności:

$$t_n < T < t_{n+1}.$$

Liczby $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2 \dots$ są również liczbami Fibonacciego:

$$\sigma_n = S_{n+2} \quad (n=0, 1, 2, \dots).$$



$$\mu = 2 \quad S = \sum_{i=0}^{\mu} s_i = s_{\mu} \cdot 21.$$

Rys. 95.

A więc

$$\sigma_0 = S_2 = 1, \quad \sigma_1 = S_3 = 2, \quad \sigma_2 = S_4 = 3, \quad \text{i t. d.}$$

Prawdziwość tego twierdzenia jest widoczna już z tego, że σ_n ze względu na II przedstawia również ogólną ilość osobników czynnych w momencie t_{n+2} , a więc nie różni się od liczby

S_{n+2} . Twierdzenie to można także udowodnić posługując się indukcją zupełną ¹⁾.

Przejdziemy obecnie do schematu ogólniejszego, który prowadzi do liczb postaci

$$2^k \cdot S_n,$$

gdzie S_n jest liczbą Fibonacciego, zaś k jest dowolną liczbą naturalną.

Ten nowy ogólniejszy schemat otrzymujemy przez dodanie do założeń I i II trzeciego założenia:

III. Proces tworzący, opisany przez I i II, przerywa się w pewnym momencie, położonym pomiędzy t_n i t_{n+1} , i zostaje zastąpiony przez proces, polegający na kolejnym, jednoczesnym dla wszystkich osobników, symetrycznym rozszczepianiu się każdego z osobników na dwa nowe osobniki.

Oznaczmy przez t'_1, t'_2, \dots momenty kolejnego rozszczepiania się osobników, opisanego przez III.

Liczba wszystkich osobników w momencie T' , położonym pomiędzy t'_k i t'_{k+1} ($t'_k < T' < t'_{k+1}$), wynosi oczywiście:

$$2^k \cdot \sigma_n = 2^k \cdot S_{n+2}.$$

¹⁾ Istotnie, ponieważ

$$\sigma_0 = 1, \quad \sigma_1 = 2, \quad \sigma_2 = 3,$$

więc

(1)

$$\sigma_2 = \sigma_0 + \sigma_1.$$

Lecz gdy

(2)

$$\sigma_n = \sigma_{n-2} + \sigma_{n-1},$$

to również

$$\sigma_{n+1} = \sigma_{n-1} + \sigma_n.$$

W rzeczy samej

$$\sigma_m = \sum_{i=0}^m S_i = \sum_{i=0}^{m-1} S_i + S_m = \sigma_{m-1} + S_m \quad (m=1, 2, 3, \dots),$$

a więc

$$\sigma_{n+1} = \sigma_n + S_{n+1} = (\sigma_{n-2} + \sigma_{n-1}) + (S_{n-1} + S_n) = (\sigma_{n-2} + S_{n-1}) + (\sigma_{n-1} + S_n) = \sigma_{n-1} + \sigma_n;$$

stąd zaś wobec (1) wnosimy na podstawie indukcji zupełnej o ważności (2) dla dowolnego $n \geq 2$.

Porównując teraz dwa ciągi

$$\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2, \dots, \\ S_2, S_3, S_4, \dots,$$

wnosimy znów na podstawie indukcji zupełnej, że są one identyczne, ponieważ

$$\sigma_0 = S_2, \quad \sigma_1 = S_3$$

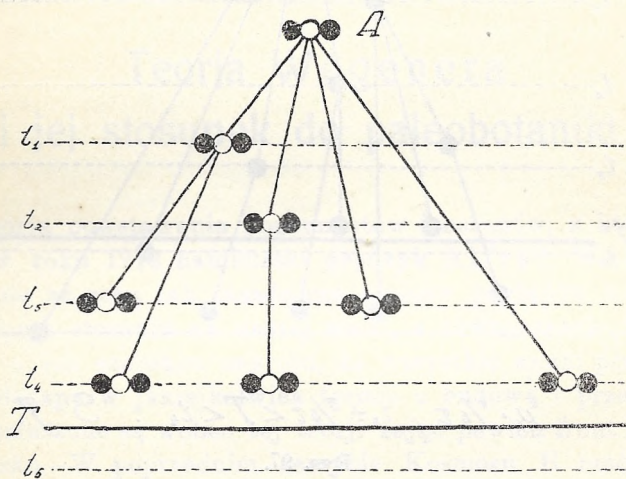
i dla dowolnego $n \geq 2$ zachodzą jednocześnie zależności:

$$\sigma_n = \sigma_{n-2} + \sigma_{n-1} \quad \text{oraz} \quad S_{n+2} = S_n + S_{n+1}.$$

A więc np. na rys. 96 widzimy drzewo genealogiczne

$$16 = 2 \cdot 8 = 2^1 \sigma_4$$

osobników, wynikających przez jednokrotne symetryczne rozszczepienie się $\sigma_4 = 8$ osobników oznaczonych na rys. 77 niezaczernionymi krążkami:



$$\mu = 2, S = 2 \sum_{i=0}^4 s_i = 2s_5 = 2 \cdot 8 = 16.$$

$$t'_1 < T < t'_2.$$

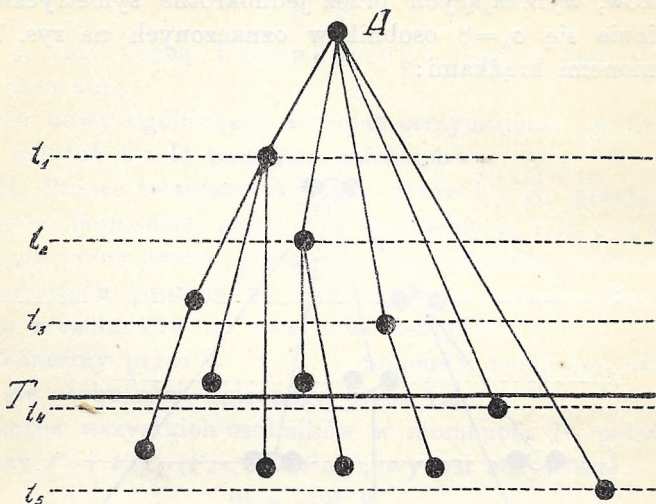
Rys. 96.

U w a g a. Powyżej opisany schemat I, II może być jeszcze uogólniony w ten sposób, że przyjmujemy okres dojrzewania μ niedokładnie równym 2τ .

Jest jasnym, że i przy tak zmodyfikowanych założeniach najprawdopodobniejszą liczbą otrzymanych osobników będzie liczba Fibonacciego, gdy tylko T następuje dostatecznie wcześnie (T przekracza t_n tylko przy dość małych n) i gdy μ w nieznanym tylko stopniu różni się od 2τ . Jednakże takie uogólnienie schematu I, II nie wyklucza bynajmniej liczb, które nie są liczbami Fibonacciego. Położmy np.

*

$\mu = 7/4 \tau$; biorąc T spełniające nierówności $t_3 + 3/4 \tau < T < t_4$, otrzymujemy drzewo genealogiczne przedstawione na rys. 97:



$$\mu = 7/4 \tau, \quad t_3 + 3/4 \tau < T < t_4, \quad S = 7.$$

Rys. 97.

Liczba osobników, którą otrzymujemy wówczas, wynosi 7, a więc nie jest ona liczbą Fibonacciego.

Lwów, w listopadzie 1928 r.

S. KULCZYŃSKI.

Teoria Wegenera i jej stosunek do paleobotaniki.

Teoria powstawania kontynentów i oceanów, z którą wystąpił w roku 1912 hamburski geofizyk Alfred Wegener, przyniosła ze sobą tak zasadnicze zmiany poglądów na paleogeograficzne stosunki na naszej ziemi, a równocześnie dotknęła zjawisk o tak szerokim zakresie, że wszystkie nauki przyrodnicze, związane w jakiegokolwiek formie z budową i przeszłością ziemi, zmuszone są wobec tej teorii zająć pewien front i pewne stanowisko. W poprzednim zeszycie Kosmosu B. omówił Dr. W. Necha y stosunek tej teorii do geologii. Zadaniem niniejszego artykułu jest rozpatrzenie użyteczności hipotezy Wegenera dla wyjaśnienia faktów, nagromadzonych przez paleobotanikę i częściowo geografję roślin.

Zapatrywania paleobotaników na wartość teorii Wegenera są dzisiaj jeszcze dość rozbieżne. Jeden z najwybitniejszych paleobotaników niemieckich, W. Gothan, stoi do dzisiaj na zupełnie negatywnem wobec tej teorii stanowisku. Motywy jednakże tego negatywnego stanowiska zdają się tkwić nie tyle w wymowie faktów paleobotanicznej natury, ile w trudności pogodzenia się z istotnie niezwykle geofizycznymi założeniami tej teorii. Zestawienie znanych nam dat paleobotanicznych i geograficzno-roślinnych z hipotezą Wegenera prowadzi wprawdzie w pewnych przypadkach do konfliktów; fakta te nie są jednak liczne. Równocześnie zaś istnieją widoki usunięcia tych sprzeczności drogą drobnych modyfikacyj w konstrukcji teorii wegenerowskiej, albo drogą kontroli wieku

geologicznego sprzecznych z teorią Wegenera flor kopalnych, względnie drogą rewizji oznaczeń szczątków roślinnych, które niezawsze są pewne i nieomyłne. W każdym razie tym drobnym sprzecznościom przeciwstawić można już dzisiaj cały zespół stwierdzonych zjawisk paleobotanicznych, które nie tylko z teorią tą harmonizują, ale udzielają jej niejednokrotnie bardzo wymownego, dowodowego poparcia.

Dla należytego oświetlenia stosunku teorii Wegenera do paleobotaniki konieczną jest rzeczą zaznajomienie się z tą teorią w nieco szerszym zakresie, niż to uczynił dr. Nechay we wspomnianym wyżej artykule p. t. „Teoria Wegenera pod względem geologicznym¹⁾“. Dla paleobotanicznych rozważań nad teorią Wegenera należy przede wszystkim uwzględnić szczególnie następujący: w konstrukcji teoretycznej tej hipotezy tkwią zasadniczo dwa odrębne założenia. Pierwszem i najważniejszym jest przyjęcie poziomych ruchów kry lądowej po powierzchni gęstszego ośrodka ziemi, w ślad za czem idzie przyjęcie rozsuwania się kontynentów z pierwotnego wspólnego bloku, względnie zbliżania się cokołów lądowych do siebie; drugim zaś założeniem tej teorii, zapożyczonem zresztą ze starszej teorii Simrotha, ale dla paleobotaniki równie ważnem, jest przyjęcie zmiany pozycji bieguna ziemi w ciągu jej geologicznego rozwoju. Dopiero przez rekonstrukcję obojga tych zjawisk, być może od siebie niezależnych, dochodzimy do odtworzenia obrazu stosunków paleogeograficznych i paleoklimatycznych, zdolnego wyjaśnić nam niemal wszystkie zagadki, nagromadzone w ciągu lat przez badania flor kopalnych. Zagadek tych nagromadziła paleobotanika sporo, a niektóre z nich opierały się dotychczas wszelkim próbom teoretycznej interpretacji, nawet najbardziej zawiłym i nieprawdopodobnym. Dotyczy to w pierwszej linii zjawisk, jakie odsłonięte zostały przed nami przez badania nad charakterem i rozmieszczeniem flor paleozoicznych na naszym globie.

W ostatnich dziesiątkach lat odkryto i ustalono ponad wszelką wątpliwość istnienie śladów paleozoicznego zlodowacenia, które obejmowało swym zasięgiem wszystkie lądy po-

¹⁾ W niniejszym artykule zakładamy znajomość teorii Wegenera w zakresie ujętym przez artykuł dra Nechaya.

łudniowej półkuli. Moreny tego prastarego zlodowacenia stwierdzone zostały w Australji południowej, środkowej i zachodniej, w Indjach zachodnich, w Afryce południowej, zachodniej i środkowej, na Ziemi Ognistej, wreszcie w Argentynie i Brazylji. Morenom tym towarzyszy charakterystyczna chłodna roślinność, znana w paleobotanice pod nazwą „flory Glossopteris“.

Olbrzymi zasięg tego paleozoicznego zlodowacenia obejmuje nie tylko wszystkie kontynenty południowej półkuli, sięgając równika, ale nawet w dwu punktach przekracza dzisiejszy równik w Indjach Zachodnich i Afryce. Zlodowacenie to usiłowano wyjaśnić, zakładając ogólne oziębienie się klimatu i jego zmianę na niekorzyść w permokarbońskim okresie, dzięki czemu stworzone zostały warunki dla rozszerzenia się ku równikowi antarktycznych lodowców. Hipotezie tej jednak sprzeciwia się fakt, że równocześnie na półkuli północnej, w Europie i Ameryce, stwierdzamy na każdym kroku istnienie niezwykle bujnej roślinności, której zawdzięczamy powstanie zagłębi węglowych Stanów Zjednoczonych, Europy i Chin. W przeciwieństwie do flory Glossopteris, roślinność ta zdradza znamiona roślinności tropikalnej. Przemawia za tem niezwykła produkcja masy roślinnej w Karbonie Europy i Ameryki, drzewiasty charakter tej roślinności oraz powszechnie stwierdzany brak przyrostów rocznych w drzewie, wskaźników rytmu klimatycznego, cechującego strefę umiarkowaną. Flora tego typu nie da się pomyśleć w klimacie zimnym, a trudno nawet w umiarkowanym. Tymczasem spotykamy jej szczątki w położeniach, niezmiernie daleko wysuniętych na północ, bo w Grenlandji północnej i na Spitzbergu. Zjawiska te odsłaniają przed nami jakąś zagadkową asymetrię klimatu na obydwu półkulach, niezmiernie trudną do pogodzenia z faktem, że klimat ziemi i jego układ strefowy uwarunkowany jest czynnikami, tkwiącymi w samym systemie słonecznym, i pozycją ziemi w stosunku do słońca. Ogromna produkcja masy roślinnej, zarejestrowana w złożach karbońskich węgla, zrodziła hipotezę o większej zawartości bezwodnika węglowego w ówczesnej atmosferze. Hipoteza ta nie wyjaśnia nam jednak tego, że poważne złoża węglowe Karbonu ograniczają się wyłącznie do północnej półkuli, a nawet do stosunkowo wąskiego pasa ziemi, przebiegającego od Stanów południowych przez Europę ku Chinom.

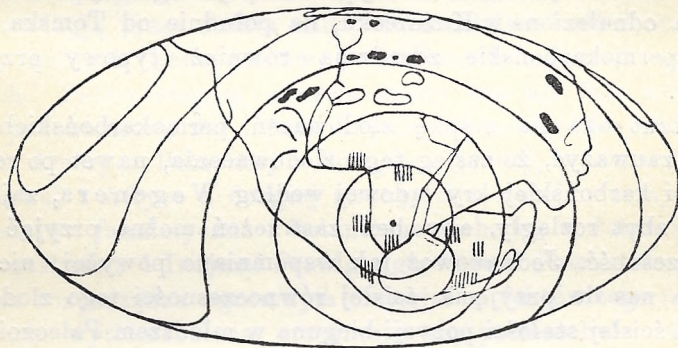
Istnienie w Karbonie roślin o charakterze wyniosłych drzew oraz brak przyrostów rocznych w drewnie europejskich i amerykańskich węglowych sigilaryj i lepidodendronów tłumaczono innemi własnościami fizjologicznemi tych drzew, istotnie w niczem niepodobnych do dzisiejszych, większą ich odpornością na niskie temperatury oraz brakiem zdolności reagowania na klimatyczny rytm zimy i lata rytmem przyrostu drewna. Jednakże wiemy skądinąd, że permokarbońskie drewna, wykryte na wyspach Falklandzkich i w Australji, wykazują typowy przyrost roczny, zróżnicowany na drewno wiosenne i jesienne, podobnie jak dzisiejsze drzewa, żyjące w klimacie chłodnym i umiarkowanym, zróżnicowanym na zimę i lato. Jak wobec tego wyjaśnić, że karbońska roślinność południowej półkuli miała zdolność do reagowania na roczny rytm klimatyczny, a równocześnie roślinność, rozwijająca się w Europie, zdolności tej nie zdradzała? Powracamy do tej samej zagadkowej asymetrii stosunków na obu półkulach, zjawiającej się tym razem we własnościach fizjologicznych permokarbońskiej roślinności południowej i północnej hemisfery.

Rozległy zasiąg zlodowaceń permokarbońskich na południowych kontynentach nasuwa przypuszczenie ich niejednoczesności i stanowi jedną z podstaw dla przyjęcia hipotezy o daleko idących zmianach w pozycji bieguna południowego w okresie Karbonu i Permu. Istotnie nic nie zmusza nas do przyjęcia równoczesności zlodowacenia paleozoicznego na kontynentach południowej półkuli. Geologiczne dane domagają się jedynie pomieszczenia wszystkich tych zlodowaceń w okresie czasu między początkiem Karbonu a schyłkiem Permu. Zmianom położenia bieguna południowego w okresie permokarbońskim towarzyszyć jednak musiały równoczesne, związane z nimi zmiany w położeniu bieguna północnego. Zlodowaceniu Nowej Południowej Walji w Australji odpowiadaćby powinno równoczesne zlodowacenie Florydy w Ameryce Północnej, zlodowaceniu Falklandów odpowiadające mu zlodowacenie w Mandżurji i t. d. Okrężna, permokarbońska wędrówka bieguna południowego przez Australję, Indje, Afrykę i Amerykę Południową powinna wywołać równocześnie analogiczne zjawiska przejściowych zlodowaceń na północnej półkuli w Europie i w Ameryce. Tymczasem w okresie permokarbońskim Ame-

ryki Północnej i Europy nigdzie nie udało się dotychczas wykazać niewątpliwych śladów zlodowacenia, jakkolwiek geologiczna znajomość tych terytorjów jest nieporównanie lepsza niż półkuli południowej.

Dopiero teorja Wegenera przyniosła nam pierwsze zadowalające wyjaśnienie wszystkich tych opisanych zjawisk, które w historii nauki dały impuls do konstrukcji najbardziej zawiłych i nieprawdopodobnych hipotez.

Jeżeli, idąc za założeniami teorji Wegenera, przyjmiemy w Karbonie istnienie jednego kontynentu, będącego produktem zrostu Afryki z Ameryką Południową, Australją oraz Zachodnimi Indjami, wówczas wszystkie ślady permokarbońskich zlodowaceń znajdują się niedaleko od siebie, na obszarze,



Rys. 98.

Mapa świata w Karbonie według Wegenera. Czarne plamy oznaczają najważniejsze zagłębienia węglowe. Pola zakreskowane oznaczają miejsca, gdzie stwierdzono ślady permokarbońskiego zlodowacenia.

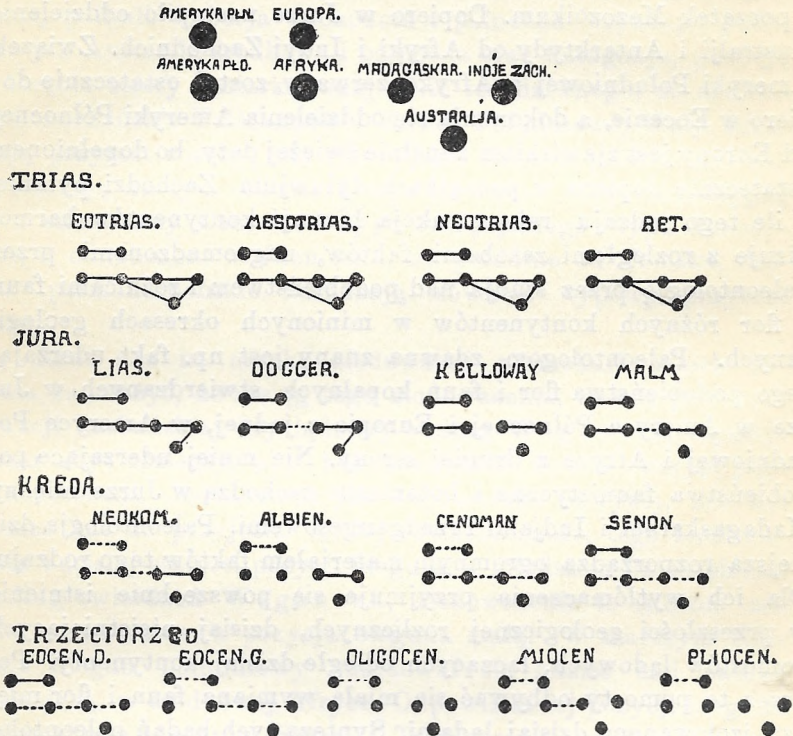
dającym się niemal zupełnie objąć równoleżnikiem 50-ego stopnia. Przyjąwszy następnie pozycję ówczesnego bieguna południowego gdzieś na terenie Kraju Przylądkowego, otrzymamy zarys rozmieszczenia lądów w permokarbońskim okresie, w którym wszystkie zagłębienia węglowe Stanów Zjednoczonych, Europy zachodniej i środkowej, Rosji południowej i Chin środkowych znajdują się na szlaku ówczesnego równika ziemi lub w jego niedalekiem sąsiedztwie, a Grenlandja i Spitzberg zajmą stanowiska w okolicy ówczesnego zwrotnika Raka. (Rys. 98). Istnienie w okresie permokarbońskim flor o wszystkich zna-

mionach flory tropikalnej w Europie i Ameryce Północnej, przy równoczesnem zlodowaceniu lądów Afryki, Ameryki Południowej, Australji i Przedgangesowych Indyj, zostaje tym sposobem w sposób zupełnie zadowolający wyjaśnione. Biegun północny pada przy tych założeniach na północny obszar Oceanu Spokojnego, w związku z czem jasno tłómaczy się brak wszelkich śladów permokarbońskich zlodowaceń na lądach północnej półkuli. Syberja wschodnia i północna uzyskuje, podobnie jak Australja środkowa i północna oraz Patagonja, pozycję w obrębie strefy umiarkowanej. Nie też dziwnego, że drewna permokarbońskie Falklandów i Nowej Południowej Walji zdradzają przyrost roczny, zaś syberyjskie badania paleobotaniczne stwierdzają, na tym obszarze występowanie flory, składającej się z mieszaniny elementów typu europejskiego i typu *Glossopteris*, a odnalezione w Kuzniecku, na południe od Tomska, drewna permokarbońskie zdradzają również typowy przyrost roczny.

Rzut oka na mapkę zlodowaceń permokarbońskich pozwala zauważyć, że zasięg tego zlodowacenia, nawet po rekonstrukcji karbońskiej kry lądowej według Wegenera, zajmuje obszar zbyt rozległy, aby bez zastrzeżeń można przyjąć jego jednoczesność. Jednakowoż jak wspomniano powyżej, nic nie zmusza nas do przyjęcia ścisłej równoczesności tego zlodowacenia i ścisłej stałości pozycji bieguna w młodszym Paleozoicum. Według twierdzeń Wegenera, zlodowacenie to istotnie nie było równoczesne, a pozycja bieguna stała. W starszym Karbonie biegun południowy znajdował się gdzieś nad zatoką Gwinejską, w środkowej Afryce. Odpowiada tej pozycji bieguna zlodowacenie obszarów Kongo i Togo oraz występowanie tropikalnej flory starokarbońskiej w Grenlandji północnej, na Spitzbergu i w północno-wschodnich Chinach. W młodszym Karbonie, równocześnie z tworzeniem się złóż węglowych w Europie środkowej, biegun południowy przesunął się dalej na południowy wschód ku Przylądkowi Dobrej Nadziei, pociągając za sobą przesunięcie równika ku Europie środkowej. Złóża węglowe południowo-wschodnich Chin należą do Permu i Triasu, kiedy biegun południowy opuścił Kraj Przylądkowy i przesunął się w kierunku Australji, a strefa umiarkowana objęła obszary środkowej i zachodniej Syberji, wkraczając nawet w północno-

wschodnią Europę, gdzie nad Dźwiną północną i w permskich pokładach Uralu stwierdzona została flora permokarbońska o charakterze mieszanym, złożona z ciepłych elementów europejskich oraz chłodnych typów gondwanowych. Permokarboński jednolity kontynent, obejmujący wszystkie dzisiejsze lądy, trwać miał według Wegenera przez cały okres paleozoiczny i początek Mezozoikum. Dopiero w Jurze nastąpiło oddzielenie Australji i Antarktydy od Afryki i Indyj Zachodnich. Związek Ameryki Południowej z Afryką zerwany został ostatecznie dopiero w Eocenie, a dokonanie się oddzielenia Ameryki Północnej od Europy jest zjawiskiem zupełnie świeżej daty, bo dopełnionem ostatecznie dopiero w początkach dyluwjum. Zachodzi pytanie, o ile tego rodzaju rekonstrukcja historii kontynentów harmonizuje z rozległymi zasobami faktów, nagromadzonemi przez paleontologję przez studia nad podobieństwem i różnicami faun i flor różnych kontynentów w minionych okresach geologicznych. Paleontologom zdawna znany jest np. fakt uderzającego podobieństwa flor i faun kopalnych, stwierdzanych w Jurze w Ameryce Północnej i Europie z jednej, w Ameryce Południowej i Afryce z drugiej strony. Nie mniej uderzające podobieństwa faunistyczne i botaniczne zachodzą w Jurze między Madagaskarem i Indjami Przedgangesowemi. Paleontologja dzisiejsza rozporządza ogromnym materiałem faktów tego rodzaju. Dla ich wytłómaczenia przyjmuje się powszechnie istnienie w przeszłości geologicznej rozlicznych, dzisiaj nieistniejących pomostów lądowych, łączących odległe dzisiaj kontynenty. Poprzez te pomosty odbywać się miała wymiana faun i flor między izolowanemi dzisiaj lądami. Synteza tych badań paleontologicznych, niezależnych zupełnie, bo znacznie wcześniejszych od teorii Wegenera, są wypracowane przez paleontologów mapy, rekonstruujące rozkład lądów i mórz w poszczególnych okresach geologicznych. Dzieło Arldta p. t. „Handbuch der Palaeogeographie“ zawiera kilkadziesiąt tego rodzaju map, rekonstruujących nawiązania pomostowe pomiędzy kontynentami, których domagają się dane paleontologiczne w różnych fazach rozwoju geologicznego ziemi. Opierając się na tych mapach, można zmiany nawiązań pomostowych pomiędzy kontynentami zilustrować przy pomocy następującego schematu (Rys. 99). Schemat ten ilustruje naocznie pewną osobliwą właściwość hipotezy

pomostowej. Hipoteza ta jest mianowicie, po rozpatrzeniu jej szczegółów, hipotezą statecznego zaniku połączeń lądowych między kontynentami, postępującego konsekwentnie od początku Mezozoikum po dzień dzisiejszy, przy czem pierwszym kontynentem, który ulega izolacji, jest Australja, następnie dokonuje się oddzielenie Indyj i Madagaskaru od Afryki,



Rys. 99.

Schemat, ilustrujący zmiany nawiązań pomostowych pomiędzy kontynentami w różnych okresach geologicznych. Linje ciągłe oznaczają pomost lądowy, przyjmowany powszechnie przez paleontologów, linje kropkowane oznaczają pomosty lądowe, przyjmowane przez niektórych badaczy. (Według map paleogeograficznych Arldta).

niemal równoległe z niem oddzielenie Ameryki Południowej od Afryki, natomiast kontakt lądowy między Ameryką północną i Europą zaznacza się niemal do ostatnich czasów. Teorja Wegera, przyjmująca rozpad pierwotnego paleozoicznego lądu na fragmenty w następstwie, pokrywającem się z kolejnością

powyższego schematu, znajduje się tem samem w zgodzie z rozległą dziedziną faktów paleontologicznych, które równocześnie ujmuje w sposób prosty i zrozumiały, zastępując w zupełności hipotezę pomostową. Jeden tylko szczegół powyższego schematu wchodzi w kolizję z teorią Wegenera. Jest nim zaznaczający się w początkach Jury kontakt Australji z Indjami Wschodnimi, przy równoczesnem zerwaniu kontaktu tejże Australji z Afryką południową. Ta pozorna sprzeczność znajduje jednak swoje wyjaśnienie w pojawieniu się w dolnojurajskim okresie transgresji morza Etyjopskiego na obszarze wschodniej i południowej Afryki, które oddzieliło florę i faunę Afryki od Australji, Indyj i Madagaskaru wcześniej, zanim prakontynent afrykańsko-indyjsko-australijski uległ rozsunięciu.

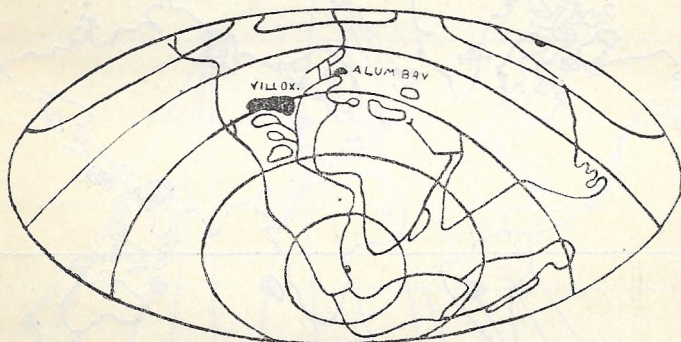
Oddając te same korzyści co teoria pomostowa, przynosi teoria Wegenera równocześnie wyjaśnienie pewnych paleoklimatycznych zjawisk, opartych również na paleobotanice, których teoria pomostowa nie wyjaśnia nawet wówczas, jeżeli ją zwiążemy z hipotezą przesunięć bieguna Simrotha.

Studja nad charakterem flor kopalnych Europy, Ameryki i Afryki, o których częściowo była mowa powyżej z okazji flor permokarbońskich, pozwoliły ustalić, że Europa i Afryka przechodziły w przeszłości geologicznej niezwykle daleko idące zmiany klimatyczne. Klimat obojga tych kontynentów zmienił się od tropikalnego po arktyczny poprzez wszystkie fazy przejściowe. Afrykę środkową pokrywały w Paleozoikum lodowce antarktyczne, dzisiaj reprezentuje ona klimat tropikalny. Europa paleozoiczna i mezozoiczna żywiła tropikalną roślinność na najdalszej nawet północy, w dyluwjum natomiast uległa zlodowaceniowi i dzisiaj nawet częściowo do arktycznej strefy należy. Badając analogiczne stosunki w innych punktach ziemi, dochodzimy do przekonania, że nie wszystkie obszary kuli ziemskiej przechodziły tak głębokie zmiany klimatyczne, jak to miało miejsce w Europie i Afryce. Do takich terytorjów, na których flora zdradza od niepamiętnych czasów mniej więcej jednolity charakter klimatyczny, należy obszar Idochin i Archipelag Sundajski. W Paleozoikum i w Triasie odkładały się w południowo-wschodnich Chinach złoża węglowe, tworzone przez ciepłą roślinność, w Jurze konstatujemy w Chinach araukarje, w Trzeciorzędzie Jawy i Borneo występuje *Dipterocarpus* i cy-

namon. Dzisiaj tereny te należą również do strefy międzyzwrotnikowej. Zjawisko to pozwala przypuszczać, że obszar, obejmujący mniej więcej Indochiny i Archipelag Sundajski, pozostawał od niepamiętnych czasów stale w pasie równikowym ziemi lub jego niedalekiem sąsiedztwie. Przyjawszy w obszarze Sundajskim odwieczne utrzymywanie się równika, zmuszeni jesteśmy przyjąć istnienie analogicznego punktu w pasie równikowym ziemi na przeciwległej półkuli. Punkt ten przypada mniej więcej na obszar, zajęty dzisiaj przez północną Brazylię i Antyllę. W połowie drogi, mniej więcej 90° na zachód od Archipelagu Sundajskiego leży Afryka i Europa, obszary, które w przeciwstawieniu do obszaru sundajskiego ulegały w przeszłości geologicznej najbardziej skrajnym wahniom klimatycznym. Dla wyjaśnienia tej różnicy w zachowaniu się paleoklimatu Afryki i Europy z jednej a Archipelagu Sundajskiego z drugiej strony, zmuszeni jesteśmy przyjąć, że zmiany, jakim ulegało położenie biegunów i osi obrotu ziemi, nie były nieregularne i różnokierunkowe, ale oś obrotu ziemi ulegała wahaniom mniej więcej w jednej płaszczyźnie, wyznaczonej przez południk Afryki i Europy, a prostopadłej do wielkiej poprzecznej osi ziemi, łączącej Archipelag Sundajski z północną Brazylią. Przyjmując tego rodzaju charakter wahań osi obrotu ziemi Simroth wyjaśnił w sposób zadowalający zjawisko wahania klimatu w pasie południkowym Afryki i Europy od klimatu podbiegunowego po tropikalny, przy równoczesnem trwaniu równikowego klimatu w obszarze sundajskim. Powyższa konstrukcja teoretyczna, nosząca nazwę teorii pendulacji, nie zgadza się jednak ze zjawiskami paleoklimatycznymi, stwierdzonymi w Ameryce. Ameryka środkowa, leżąca na przeciwległym końcu wielkiej osi ziemskiej, przechodzącej przez Wyspy Sundajskie, powinna w myśl tej hipotezy wykazywać stały ciepły charakter flor i faun, podobnie jak to ma miejsce na obszarze Indochin i Archipelagu Sundajskiego. Tymczasem faktyczny stan rzeczy jest inny, jak o tem świadczy zjawianie się w Paleozoikum zlodowaceń permokarbońskich w tropikalnej dzisiaj Brazylii, a dyluwialnych zlodowaceń w Ameryce Północnej, którą w Karbonie pokrywała roślinność zwrotnikowa.

Jeżeli jednak, idąc za teorią Wegenera, przyjmiemy w Paleozoikum i w początkach Mezozoikum zrost Ameryki

z kontynentami Afryki i Europy i przesuniemy w ślad za tem Amerykę o 50° długości geograficznej na wschód, to kontynent amerykański znajdzie się w sąsiedztwie południkowego pasa Afryki i Europy, niemal na szlaku wahnien bieguna, a tem samem losy klimatyczne tego kontynentu, tak żywo przypominające zmiany klimatu w Afryce i Europie, zostaną wyjaśnione. Hipoteza Wegenera uzupełnia znakomicie teorię pendulacyjną, usuwając z niej istniejące dotychczas sprzeczności. Trudności te wylaniają się w teorii pendulacyjnej, rozważanej na tle zasady permanencji kontynentów, nie tylko przy rozpatrywaniu starych zmian klimatycznych w Europie i Ameryce, ale nawet przy rozpatrywaniu charakteru flor obydwu

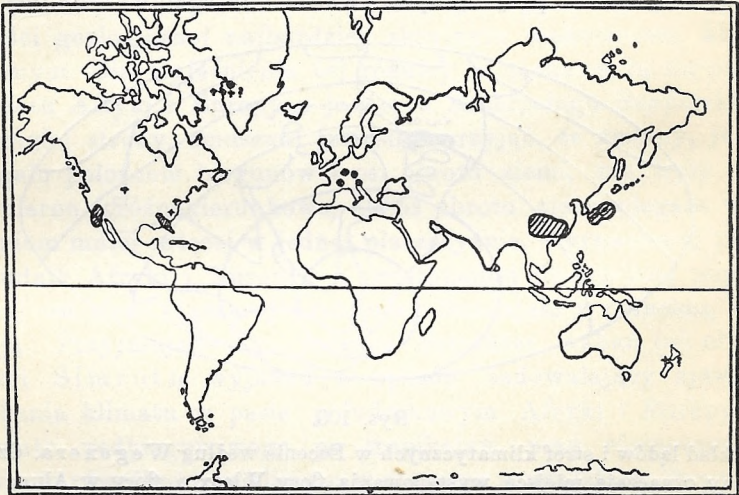


Rys. 100.

Rozkład lądów i stref klimatycznych w Eocenie według Wegenera. Czarne plamy oznaczają miejsce występowania flory Wilcox i flory w Alum Bay.

tych kontynentów, pochodzących z najmłodszych okresów geologicznych, zbadanych w porównaniu ze starymi florami w sposób bardzo dokładny a tem samem dających znacznie pewniejszą podstawę do rozważań. Ilustracją tego jest t. zw. flora Wilcox, pochodząca z Eocenu a występująca na obszarze Stanów południowych, między Florydą a Texas, na szerokości geograficznej 30—35°. Flora ta jest tak blisko spokrewniona z odkrytą w południowej Anglii również eoceńską florę w Alum-Bay na wyspie Wright, że stanowczo zmuszeni jesteśmy przyjąć identyczne warunki klimatyczne w ówczesnej Anglii i Flordzie. Obie te flory mają charakter tropikalny. Przyjąwszy położenie Ameryki takie samo jak dzisiaj i przeprowadziwszy

w myśl teorii pendulacyjnej eoceński równik przez Indje Wschodnie i Morze Śródziemne ku Ameryce, otrzymujemy ówczesne położenie Anglii względem równika na szerokości geograficznej 15° , co dobrze harmonizuje z charakterem flory w Alum-Bay, położenie zaś Florydy i Texas, które pokrywała podówczas roślinność zupełnie podobna do tej, którą znamy z Anglii, na szerokości geograficznej powyżej 30° . Wylania się trudność wyjaśnienia istnienia w Eocenie zupełnie podobnych do siebie flor w różnych warunkach klimatycznych. Trudność tę usuwa teoria Wegenera, gdyż po zesunięciu kontynentów Ameryki północnej i Europy, jakie przyjmuje w Eocenie Wegener



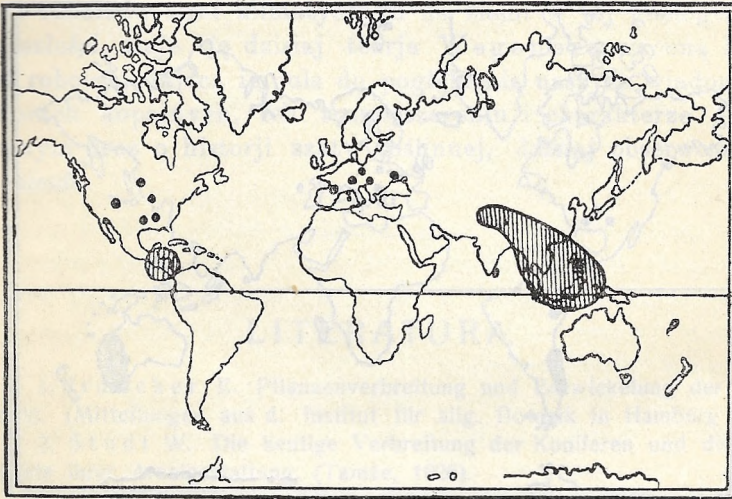
Rys. 101.

Torreyia — zasięg dzisiejszy. Punkty i krzyżyki oznaczają stanowiska kopalne (+ kreda, ● trzeciorzęd). (Według Studta).

(Rys. 100), obie wspomniane flory zajmują pozycję obok siebie na jednej i tej samej szerokości geograficznej. Przykład powyższy ilustruje równocześnie wyższość hipotezy Wegenera nad teorią pomostów, gdyż pozwala nam ona rozważać zjawiska paleobotaniczne nie tylko pod kątem widzenia nawiązań terytorjalnych, ale i pod kątem widzenia możliwości klimatycznych w różnych epokach geologicznych.

Ta ostatnia właściwość hipotezy Wegenera dała w ostatnich czasach impuls do badań i rewizji naszych poglądów nad

wędrówkami roślinności w przeszłości geologicznej. Całego szeregu problemów z tego zakresu dostarcza nam rozpatrywanie dzisiejszych zasięgów roślinnych i ich dysjunkcyj. Do takich osobliwych, z dawna budzących zainteresowanie naukowe zjawisk geograficzno-roślinnych należy występowanie rozlicznych tropikalnych i subtropikalnych gatunków i rodzajów roślin z jednej strony na obszarze Australji i Indyj, z drugiej strony w Ameryce południowej z pominięciem kontynentu afrykańskiego. Do roślin tego typu należą np. araukarje rosnące wyłącznie w Australji i Ameryce południowej, *Torreyia* (Rys. 101)

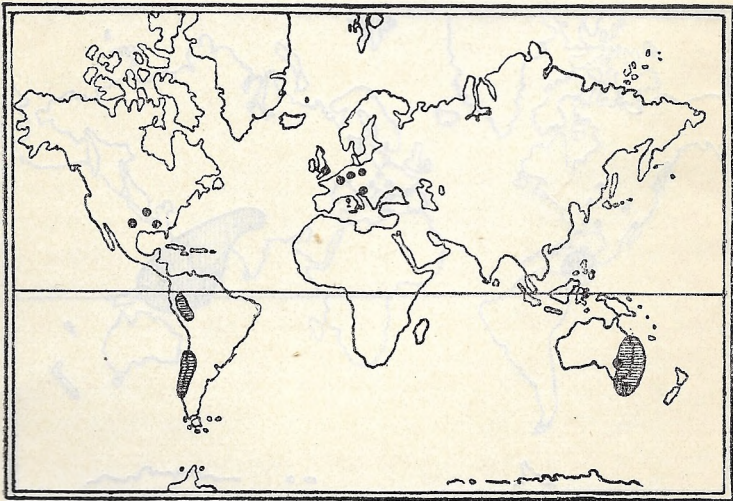


Rys. 102.

Engelhardtia (rodz. *Juglandaceae*) — zasięg dzisiejszy. Punkty oznaczają stanowiska kopalne. (Według Irmschera).

zjawiająca się w Azji południowo-wschodniej i subtropikalnej Ameryce Północnej, *Dacrydium* rosnące w Ameryce Południowej, Australji i Indjach, *Pseudotsuga* żyjąca w Kalifornji, Japonji, na Formozie i w Indochinach, *Tsuga* i *Thuia* zdradzające bardzo podobny zasięg, niektóre grupy sosny, rodzaj *Libocedrus*, z wyższych roślin *Engelhardtia* (Rys. 102), *Clethra*, *Lomatia* (Rys. 103), *Embothrium*, niektóre grupy rodzaju *Ilex* i t.d.). Ponieważ wyjaśnienie obecność tych samych typów roślinnych w Ameryce Południowej i Australji oraz na Archipelagu wymaga pomostu lądowego między temi obszarami, usiłowano

wyłomaczyć opisaną dysjunkcję wymianą roślinności tropikalnej Ameryki i Azji południowo-wschodniej wzdłuż północnych brzegów Pacyfiku poprzez Alaskę i cieśninę Behringa. Tymczasem badania paleobotaniczne nie dają żadnych podstaw do przypuszczeń, jakoby na obszarze północno-wschodniej Azji i Alaski istniały kiedykolwiek w trzeciorzędzie warunki klimatyczne, pozwalające na swobodną wędrówkę roślin, wymagających międzyzwrotnikowego klimatu. Wszystkie natomiast pozytywne znaleziska paleobotaniczne wskazują na niewątpliwe istnienie tych roślin w trzeciorzędzie Europy. W obliczu tych



Rys. 103.

Lomatia (Proteaceae) — zasięg dzisiejszy. Punkty oznaczają stanowiska kopalne. (Według Irmshera.

faktów nie pozostaje nam nic innego jak przyjąć swobodną wymianę trzeciorzędowej roślinności tropikalnej wzdłuż ówczesnego równika, przebiegającego przez Archipelag Sundajski, Europę południową i środkową Amerykę, przyczem przyjęcie bezpośredniego nawiązania lądowego wprost między Europą i środkową Ameryką na terenie ówczesnej strefy gorącej, a nie tylko kontaktu poprzez daleką północ Atlantyku, ułatwia nam zrozumienie tego zjawiska niepomniernie. Wycofanie się Europy w późnym trzeciorzędzie ze strefy gorącej w strefę umiarkowaną, a w dyluwjum wkroczenie jej w strefę arktyczną wy-

gubiło oczywiście wszystkie tropikalne elementy w Europie, wywołując powstanie tej charakterystycznej dysjunkcji azjatycko-amerykańskiej, która charakteryzuje dzisiejszą florę międzyzwrotnikową.

Jak dotychczas, teorja Wegenera wychodzi z pod krytyki paleobotaniki i geobotaniki nie tylko obronną ręką, ale stanowi niewątpliwie najlepszą wśród dotychczasowych teoryj syntezę znanych nam dzisiaj faktów paleo- i geobotanicznych, a co najważniejsze, zjednoczywszy w swych prostych założeniach zagadnienie nawiązań międzykontynentalnych z zagadnieniem rozkładu stref klimatycznych na ziemi w jej geologicznej przeszłości, staje się dzisiaj teorja Wegenera owocną hipotezą roboczą, dającą impuls do pogłębienia naszych wiadomości o florach kopalnych, ich rozmieszczeniu i charakterze ekologicznym oraz o historii szaty roślinnej, dzisiaj obserwowanej na ziemi.

LITERATURA.

1. Irmischer E. Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente. (Mitteilungen aus d. Institut für allg. Botanik in Hamburg 1922).
2. Studt W. Die heutige Verbreitung der Koniferen und die Geschichte ihrer Arealgestaltung, (Tamże, 1926).
3. Diels L. Kontinentalverschiebung und Pflanzengeographie (Berichte d. Deutsch. Bot. Gesell. 1928).
4. Arldt M. Handbuch der Paläogeographie, Leipzig. 1917—22.
5. Gothan W. Lehrbuch der Paläobotanik, Berlin 1921.
6. Gothan W. Paläobiologische Betrachtungen über die fossile Pflanzenwelt, Berlin 1924.
7. Kubart B. Das Problem der tertiären Nordpolarflora. (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesell. 1928).

*Z Instytutu Morfologii i Systematyki Roślin Uniwersytetu J. K.
we Lwowie.*

B. FULIŃSKI.

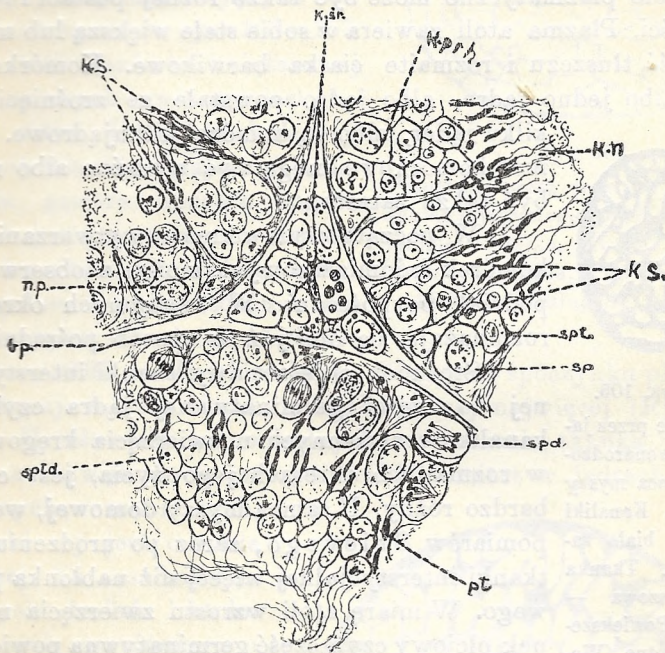
Zagadnienie dojrzewania płciowego osobników męskich u kręgowców i człowieka.

Temat — bardzo nowoczesny. Zajmuje się nim cały szereg badaczy. Literatura wzrasta z każdym dniem. Wśród autorów zarysowały się dwa obozy, dwa wprost przeciwne stanowiska. Sedno zagadnienia tkwi w tem: czy hormon organów rozrodczych wytwarza się w t. zw. części germinatywnej jąder, czy w tkance śródmiąższowej?

Celem zrozumienia opisu pewnych zjawisk i dyskusji nad nimi musimy najpierw zaznajomić się ze schematem budowy jądra zwierzęcia kręgowego. Dla przykładu rozpatrzmy przekrój poprzeczny przez zrazik jądra samca myszy białej, przedstawiony na rys. 104. Na przekroju stwierdzamy dwie części. Jedna — to kanaliki nasienne (*k. n.*). Druga — to tkanka, występująca między kanalikami nasiennymi. Jest to właśnie tkanka śródmiąższowa, zwana także tkanką interstycjalną (*k. śr.*). Część pierwsza, zbudowana z samych kanalików nasiennych, nosi również nazwę części germinatywnej. Kanaliki nasienne w swojej budowie przedstawiają następujące szczegóły. Zewnątrz otoczone są one błoną podstawową. Na tej błonie (*b. p.*) od wewnątrz rozpościera się wielowarstwowy nabłonek. Nazwijmy go nabłonkiem płciowym. W tym nabłonku wyróżniono dwa rodzaje komórek: 1) komórki plemniotwórcze albo pranasienne (*k. prn.*) w kilku warstwach, zazwyczaj kształtu okrągłego, 2) komórki Sertoliego czyli komórki podstawowe (*k. S.*).

Komórki pranasienne przez zawily proces wytwarzania nasienia (*spermatogeneza*) w ostatecznym rezultacie produkują komórki nasienne czyli plemniki. Poszczególnymi stadjami tego procesu są — spermatogonjum w spoczynku (*sp.*), spermatogonjum w podziale (*sp. d.*), spermatocyt (*sp. t.*), spermatyda (*sp. td.*), plemnik (*pl.*) czyli komórka nasienna (Patrz rys. 104).

Komórki Sertoliego są utworami wysokimi; do błony podstawowej przylegają szerszą częścią komórki; ku wnętrzu



Rys. 104.

Schemat budowy jądra samca myszy domowej (według Szymonowicza). *b. p.* — błonka podstawowa; *k. n.* — kanalik nasienny; *k. prn.* — komórki pranasienne; *K. S.* — komórki Sertoliego; *K. śr.* — komórki śródmiąższowe; *n. p.* — nabłonek płciowy; *pl.* — plemniki; *sp.* — spermatogonjum; *sp. d.* — spermatogonjum w podziale; *spt.* — spermatocyt; *sptd.* — spermatyda.

kanalika ściężczają się w krótszą lub dłuższą plazmatyczną wypustkę. (Rys. 104 *k. s.*)

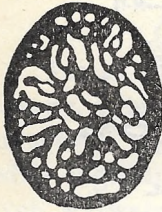
Tkanekę śródmiąższową w jądrach zwierząt ssących odkrył po raz pierwszy, jeszcze w r. 1850, Leydig, stąd też komórki

tej tkanki są często nazywane komórkami Leydigowskiemi. U człowieka stwierdził je Kölliker w r. 1854.

Komórki śródmiąższowe, zdaniem Stiewego, mogą posiadać rozmaitą postać.

Jądro ich może być wrzecionowate, eliptyczne, okrągłe, płaciaste. Chromatyny czyli barwiny może być dużo lub mało; jądra mogą być wielkie i małe, a posiadać jedno lub kilka jąderek lub wcale ich nie posiadać.

Pole plazmatyczne może być także różnej postaci i różnej wielkości. Plazma atoli zawiera w sobie stale większą lub mniejszą ilość tłuszczu i rozmaite ciała barwikowe. Komórka posiada albo jedno jądro, albo jądro powstałe ze zrośnięcia się kilku jąder, albo są komórki kilkujądrowe. Granice komórkowe mogą być wyraźne albo mogą być także zatarte.



Rys. 105.

Przecięcie przez jądro nowonarodzonego samca myszy domowej. Kanalik nasienne bialo zaznaczone. Tkanka śródmiąższowa — czarno. Powiększenie 25-krotne. (Według Stiewego).

W początkowym okresie wytwarzania się komórek śródmiąższowych można zaobserwować podział bezpośredni. W następnych okresach rozmnażają się one już w sposób pośredni.

Stosunek objętościowy tkanki interstycjalnej do części germinatywnej jądra czyli do kanalików nasiennych u zwierzęcia kręgowego, w rozmaitych okresach jego życia, jest często bardzo różny. U samca myszy domowej, według pomiarów Stiewego, zaraz po urodzeniu jest tkanki interstycjalnej więcej niż nabłonka płciowego. W miarę atoli wzrostu zwierzęcia nabłonek płciowy czyli część germinatywna powiększa się, o czem poucza następujące zestawienie.

Stosunki w prawem jądrze samca myszy białej w ciągu życia. (Według Stiewego).

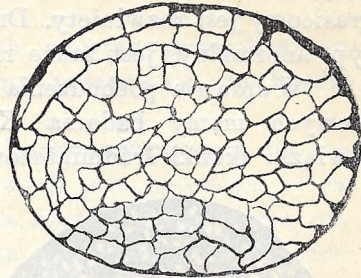
Wiek zwierzęcia	Objętość jądra prawego	Objętość części germin.	Objętość tkanki inters.	Stosunek Interstycjum=1
Noworodek .	1·32	0·60	0·72	0·83 : 1
21 dni	5·43	5·15	0·28	18·4 : 1
35 dni	11·47	10·57	0·90	11·7 : 1
3 miesiące . .	72·6	61·3	11·3	6 : 1
6 miesięcy . .	98·00	84·00	14·00	6 : 1
Starzec . . .	49·00	35·20	13·80	2·5 : 1

Stosunki w jądrach samców myszy białych, zestawione w tej tabelce, nie wymagają bliższego wyjaśnienia. Podkreślić jednak należy fakt, że u młodych okazów tych zwierząt tkanki germinatywnej jest o wiele więcej niż tkanki śródmiąższowej. W trakcie starzenia się zwierzęcia stosunek objętościowy wypada znowu na korzyść tkanki interstycjalnej. Ilustracją tych stosunków są także rys. 105—107.

Ilość tkanki śródmiąższowej u rozmaitych zwierząt jest dosyć różna. U myszy domowej, polnej, wiewiórki, zająca, jelenia, kozła, gąsiora, kaczora, koguta i t. d. jest jej stosunkowo mało. Bardzo dużo jest tkanki interstycjalnej u kreta. Stosunek obu części jąder wyraża się: 1 (*inter-*

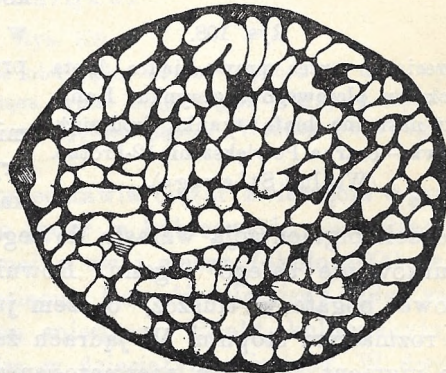
stitium): 0:27 (nabłonek piciowy). W okresie spoczynku piciowego występuje u kreta tkanki śródmiąższowej najwięcej (Rys. 108).

U człowieka w normalnych wypadkach tkanka interstycjalna rozwija się w małej ilości. Natomiast w jądrach nienormalnych, schorzałych, tkanki tej jest o wiele więcej. Na zasadzie rozległych badań histologicznych wyróżniono u człowieka trzy typy jąder. Pierwszy typ charakteryzuje się znacznym ubóstwem tkanki śródmiąższowej. Drugi typ posiada tkanki śródmiąższowej więcej, ale jest ona luźnie zbudowaną, przy czym w części germinatywnej obok kanalików nasiennych, nor-



Rys. 106.

Przecięcie przez jądro 21-dniowego samca myszy domowej. Kanaliki nasienne — białe, tkanka śródmiąższowa — czarna. Powiększenie 25-krotne. (Według Stievego).

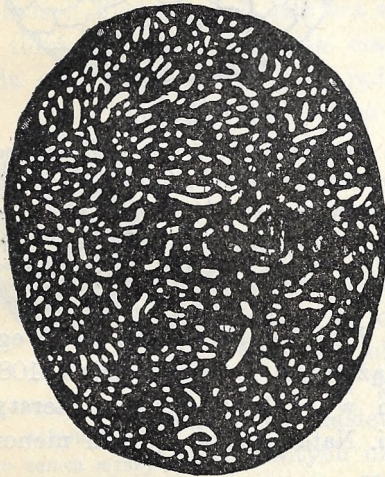


Rys. 107.

Przecięcie przez jądro 31-miesięcznego samca myszy domowej. Kanaliki nasienne białe. Tkanka śródmiąższowa — czarna. Powiększenie 25-krotne. (Według Stievego).

malnie rozwiniętych, stwierdzić można kanaliki uwstecznione w budowie. Trzeci typ obejmuje jądra atroficzne, patologiczne. Pierwszy typ jest rzadki. Jądra tego typu posiadają dużą wagę. Zauważono, że występują u ludzi, u których gruczoł grasicowy jest rozwinięty. Drugi typ jest najpospolitszy. Trzeci typ, anormalny, jest także rzadki.

W sprawie pochodzenia embrjonalnego komórek śródmiąższowych mamy badania Kitahary, które orzekają, że zawiązki tkanki śródmiąższowej człowieka i zwierząt ssących



Rys. 108.

Przecięcie przez prawe jądro kreta z okresu płciowego spoczynku. Kanaliki nasienne białe, tkanka śródmiąższowa — czarna. Powiększenie 12-krotne. (Według Stievego).

jądrach pigmentacja wzrasta do tego stopnia, iż sprawia marmurkowanie całego organu. Również są komórki śródmiąższowe bogate w tłuszcz, o czym już była mowa, oczywiście w rozmaitym stopniu. W jądrach żab podczas lata nagromadza się pigment, podczas spermatogenezy tłuszcz. Nadto w interstycjum występują utwory krystaliczne typów: Lubarscha, Reinkego i Russela.

Silniejsze rozmnożenie się tkanki interstycjalnej w starzejących się jądrach sprowadzają badacze do atrofji germina-

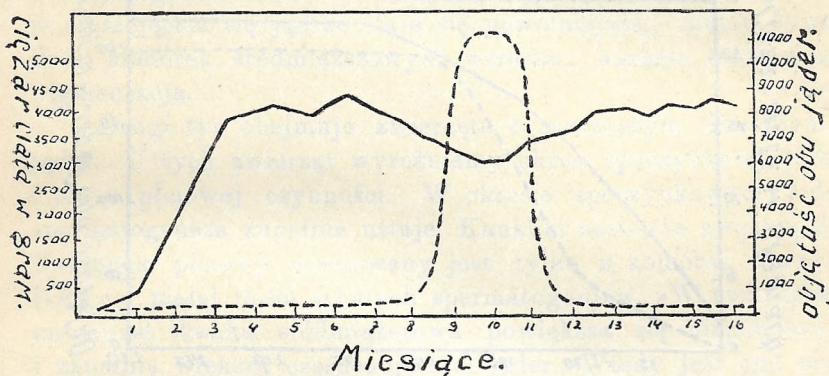
są pochodzenia mezodermalnego. Początek tej tkance dają z jednej strony komórki mezenchymatyczne, z drugiej strony pojedyncze komórki, pochodzące atoli z zawiązka nabłonka płciowego. Ten ostatni moment wskazuje na to, że są to komórki do pewnego stopnia *sui generis*. Przemiana obu rodzajów komórek w tkankę śródmiąższową dokonywa się w pobliżu i pod bezpośrednim wpływem t.zw. sznurków płciowych z chwilą, gdy w nich są już pomieszczone prakomórki płciowe.

W życiu tkanki śródmiąższowej ważną rolę odgrywa pigment. Badania wykazały, że w starzejących się

tywnej części. Wskutek zanikania prakomórek płciowych (spermatogonjów) wytwarza się pomniejszenie napięcia tkankowego w tem miejscu. Powstają wolne przestrzenie, w które wrasta właśnie rozmnażająca się tkanka śródmiąższowa.

U zwierząt kręgowych stosunek rozwoju gruczołów rozrodczych do rozwoju ciała czyli somy przedstawia się bardzo rozmaicie.

U jednych, n. p. u gąsiora, najpierw skutecznia się rozwój ciała. Rozwój gruczołów płciowych jest natomiast w zastoju. Dopiero wtedy, gdy się soma rozwinie, poczynają rozwijać się gonady. W tym przypadku zatem oba procesy przebiegają nierównolegle. Ilustracją tych zjawisk jest rys. 109, na



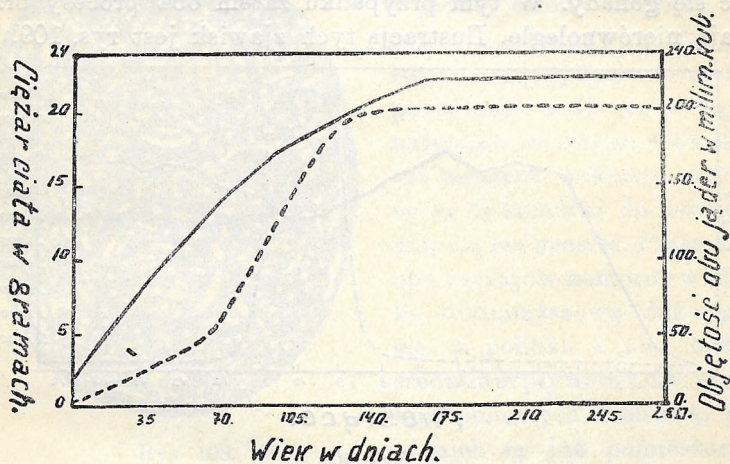
Rys. 109.

Ciężar ciała w gramach i objętość obu jąder w mm^3 gąsiora od dnia wyklucia się pisklęcia do 16½ miesiąca życia. Linja ciągła — krzywa ciężaru ciała; linja kreskowana — krzywa objętości jąder. (Według Stievego).

którym jedna z krzywych przedstawia ciężar zwierzęcia w gramach, druga — objętość obu jąder w kubicznych milimetrach. Okazuje się, że gąsior normalny swój ciężar (około 4000 gr.) osiąga już w czwartym miesiącu. Rozwój silniejszy jąder zaczyna się dopiero w ósmym miesiącu. Punkt kulminacyjny swego rozwoju osiągają jądra w dziesiątym miesiącu. W dwunastym miesiącu objętość ich spada na poziom okresu przed ósmym miesiącem życia. U zwierząt o nierównoległym rozwoju stwierdza się nadto w okresie dojrzewania gonad pomniejszenie ciężaru ciała prawie o $\frac{1}{4}$. Widać to również i na naszej ry-

cinie. Tłumaczenie tego zjawiska jest proste. Przy nierównoległym rozwoju organa rozrodcze, jako tkanka dopiero co rozwijająca się, a zatem żywotna, odbierają wprost pożywienie innym tkankom, które doszły już do pewnej ustalonej równowagi morfodynamicznej i fizjologicznej. W tym przypadku młoda tkanka bierze górę i staje się zwycięzca.

U innych znowu zwierząt rozwój ciała (somy) i rozwój gruczołów rozrodczych biegnie równolegle. To znaczy, w miarę wzrostu ciężaru ciała, powiększa się też i objętość gonad. W pewnym okresie życia oba procesy osiągają swoje maksymalne wartości i na tym poziomie utrzymują się przez dłuższy



Rys. 110.

Ciężar ciała w gramach i objętość obu jąder w mm^3 samicy myszy domowej od urodzenia do 280 dni. Linja ciągła — krzywa ciężaru ciała; linja kropkowana — krzywa objętości jąder. (Według Stievegö).

przeciąg czasu. Przykładem tego równoległego rozwoju jest samiec myszy domowej. Oba procesy są przedstawione na rys. 110. Po 105 dniach życia samiec osiąga pełnię życia, t. zn. jest już wyrosnięty i płciowo dojrzały. Analiza tych objawów pozwala nam wglądać w jakość rozgrywających się rozwojowych procesów. W tym przypadku приходzimy do wniosku, że zależność jednych tkanek od drugich w ciągu ich rozwoju jest wzajemna i dziwnie niejako szarmonizowana, bo niema przewagi jednej tkanki nad drugą.

Studja nad tkanką śródmiąższową zwierząt ssących wykazały, że wśród nich ze względu na tę tkankę wyróżnić możemy dwa typy.

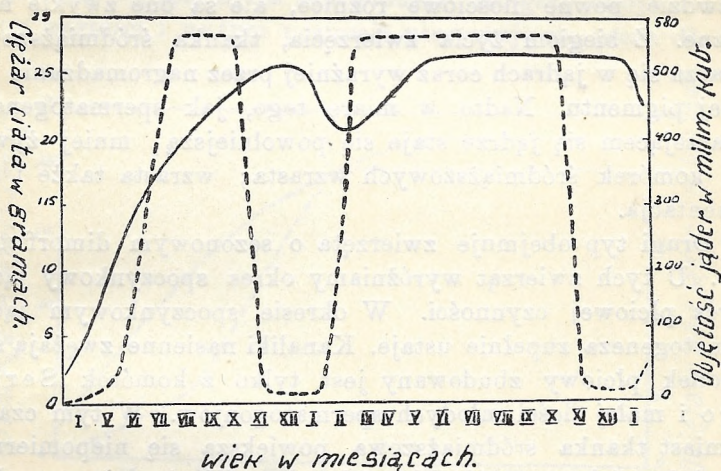
Pierwszy typ obejmuje te indywidua, u których z chwilą dojścia do okresu dojrzałości płciowej spermatogeneza przebiega nieprzerwanie, a część germinatywna jąder nie zmienia się zasadniczo aż do starości. Również i tkanka śródmiąższowa, której przed okresem dojrzałości jest zwykle mało, posiada większą objętość w okresie dojrzałości płciowej. Występują wprawdzie pewne ilościowe różnice, ale są one zwykle nieznaczne. Z biegiem życia zwierzęcia, tkanka śródmiąższowa zaznacza się w jądrach coraz wyraźniej przez nagromadzanie się w niej pigmentu. Nadto w miarę tego, jak spermatogeneza w starzejącem się jądrze staje się powolniejszą, mniej żywą, ilość komórek śródmiąższowych wzrasta; wzrasta także i ich pigmentacja.

Drugi typ obejmuje zwierzęta o sezonowym dimorfizmie jąder. U tych zwierząt wyróżniamy okres spoczynkowy jąder i okres płciowej czynności. W okresie spoczynkowym jąder spermatogeneza zupełnie ustaje. Kanaliki nasienne zwężają się. Nabłonek płciowy zbudowany jest tylko z komórek Sertoliego i małej ilości młodych spermatogonjów. W tym czasie natomiast tkanka śródmiąższowa powiększa się niepomieranie i zapełnia większą część objętości jąder. Wtedy jest ona zbudowaną z dużych komórek, bogatych w tłuszcz. W tym okresie jądra zazwyczaj stają się mniejsze, a obrazem swoim ze względu na część śródmiąższową i część germinatywną przypominają jądra pierwszego typu zwierząt z okresu jeszcze embrjonalnego, kiedy to znaczną część objętości jąder zajmuje tkanka interstycjalna.

W okresie rozwijania się rui jądra zwierząt drugiego typu w swej strukturze wewnętrznej ulegają zmianie. Już w jesieni albo z początkiem zimy germinatywna część poczyną się powiększać. Komórki prapłciowe, wyściełające ściany kanalików nasiennych, przez żywe podziały powiększają szybko swą ilość. Ze spermatogonjów powstają spermatoocyty, a z tych spermatoocyty. Rozszerzają się światła kanalików nasiennych. Dzięki tym procesom wzrasta objętość jądra. Z drugiej strony miarowo poczyną się pomniejszać ilość komórek śródmiąższo-

wych, które tuż zaraz przed okresem czynności płciowej redukują się do małych przestrzeni pomiędzy znacznie rozszerzonymi kanalikami nasiennymi.

Drugi okres, okres czynności płciowej, zaznacza się w budowie jąder tem, że główną ich częścią składową staje się część germinatywna, a tkanka śródmiąższowa ulega prawie że zanikowi. Okres ten trwa krótko, trwa tylko w czasie rui. Po niej stan jąder wraca powoli do stanu podobnego, jaki zaobserwowaliśmy w okresie pierwszym, spoczynkowym.



Rys. 111.

Ciężar ciała w gramach i objętość obu jąder w mm^3 samca myszy polnej (*Microtus arvalis* Pal.) w okresie 21 miesięcy. Ilustracja różnopościowości sezonowej jąder. (Według Stiewego).

Zjawisko sezonowego dimorfizmu jąder jest, jak wiadomo, związane u pewnych zwierząt z innymi jeszcze objawami, jak ze snem zimowym, z żywą ruchliwością podczas rui i t. d.

Pięknym przykładem tego drugiego typu zwierząt jest samiec myszy polnej. Na diagramie obserwować możemy silny wzrost jąder w ciągu sierpnia, września i października. Po tym okresie następuje regresja w listopadzie, grudniu i w styczniu. W lutym zaznacza się nowa faza czynności płciowej, która trwa w drugim roku bez przerwy aż do listopada, po czym znowu nastaje pora spoczynku płciowego. W krzywej ciężaru

ciała widzimy spadek wagi somy przy rozpoczęciu się drugiego czynnego okresu płciowego.

Ścisłej granicy między temi dwoma typami przeprowadzić trudno. Mamy bowiem zwierzęta, które jak np. wiewiórka nie zapadają w trwałe sen zimowy i w ciepłych dniach zimy budzą się. Charakter jąder takich zwierząt wykazuje znamiona pośrednie. Charakter gonad może również ulec zmianie pod wpływem zmienionych warunków bytowania albo pod wpływem rozmaitych innych czynników, jak np. alkoholu. Przykładem tego jest bydło, u którego gruczoły są czynne stale od chwili osiągnięcia dojrzałości płciowej, mimo że u ich dzikich pobratymców czas rui przypada na wiosnę.

Jest rzeczą jasną, że tak u zwierząt pierwszego typu, jak i u zwierząt drugiego typu musi nastąpić wyczerpanie czynności płciowej. Jądra czasami ulegają regresywnym procesom. Te jednak zjawiska należy wyraźnie oddzielić od zjawisk przy przejściu jąder z okresu czynności w okres spoczynku w czasie ich pełnej dojrzałości płciowej. Procesy przy zjawisku starzenia się jąder muszą być uważane za procesy innej kategorii.

Że tak jest, o tem świadczą badania Čejki, który zajął się zagadnieniem powstawania tkanki śródmiąższowej starzejących się jąder. Oznaką starzenia się organu jest znaczne powiększenie się tkanki śródmiąższowej i nagromadzenie się w jej komórkach ziarenek pigmentowych. Badając charakter tych komórek, przyszedł Čejka do przekonania, że należą one do grupy limfoidalnych komórek, które Maximow nazwał polyblastami. Z tego też powodu uważa badacz czeski interstycjum, które w starzejących się jądrach powstaje, za morfologicznie różne od interstycjum embrjonalnego.

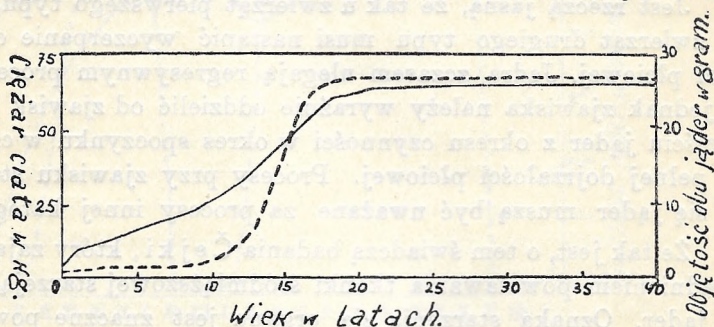
Rozpatrzmy analogiczne stosunki u człowieka. Bierzemy oczywiście pod uwagę płeć brzydką.

Człowiek rośnie od urodzenia do 25 roku życia. Okres tego wzrostu można podzielić na cztery części. Pierwszy okres — od urodzenia do 6 roku życia. Jest to okres na ogół silnego wzrostu, chociaż u rozmaitych indywidualów zaznaczają się pewne różnice. Drugi okres przypada na wiek od 6 do 12 lat. Jest to okres bardzo powolnego wzrostu. Trzeci okres, od 13 do 18 lat, okres wzmożonego znowu wzrostu. Czwarty okres,

od 19 lat do 25 lat jest fazą coraz to powolniejszego wzrostu, który w 25 roku życia wkońcu ustaje.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę nie długość wzrostu, ale wagę ciała, otrzymamy obraz inny. W pierwszych dwu latach przybytek wagi jest bardzo duży. Od trzeciego roku przyrost wagi staje się bardziej miarowy. Na rok wynosi on od 1300—1600 g. Od 8 roku życia przyrost wagi znowu staje się większy. Przyrost roczny wynosi około 2000 g. Od 18 do 19 roku ciężar bardzo szybko wzrasta. Nabytek roczny dochodzi od 5000 do 6000 g. Od tego okresu przyrost roczny maleje. Pełną wagę osiąga człowiek (♂) około 50 roku życia.

Zachowanie się jąder ludzkich w rozmaitych okresach życia jest także różne. Od urodzenia do 12 roku życia zmian



Rys. 112.

Krzywe ciężaru ciała w kg i ciężaru jąder w g. człowieka od urodzenia do 40 lat. (Według Stievego).

wybitnych w nich nie dostrzegamy. Dopiero w 12 roku zauważymy żywe podziały komórek rozrodczych, co za sobą pociąga również miarowe powiększanie się jąder. Okres ten kończy się z 18 lub 20 rokiem życia. Od tego czasu aż do starości pozostają jądra w tym samym mniej więcej stanie.

Ilustracją tych stosunków niech będzie rys. 112. Z ryciny czytamy, jak w pierwszych objawach życia ciało na wadze zyskuje, natomiast jądra ze względu na ciężar powiększają się w nieznacznym bardzo stopniu. Dopiero w okresie od 12 lat następuje nagle i szybkie powiększanie się ich ciężaru aż do miary zwyczajnej. Temu powiększaniu się ciężaru jąder bynajmniej nie towarzyszy nagle powiększanie się ciężaru ciała. Ono wzrasta w tym okresie miarowo. Z 25 rokiem życia za-

znacza się już pewna równowaga między ciężarem ciała a ciężarem jąder.

Po tych ogólnych uwagach przejdźmy do tkanki śródmiąższowej człowieka. Według badań Minota można wyróżnić już tkankę interstycjalną w płodzie ludzkim 10 cm długości. Tkanka ta w embrjonach 4 lub 5-miesięcznych wzbogaca się w tak znaczną ilość komórek, że zajmuje około $\frac{3}{4}$ objętości całego gruczołu płciowego. W tym okresie zauważył Čejka w kanalikach nasiennych komórki Sertoliego o małym jądrze a z bogatą ilością chromatyny i komórki płciowe, spermatogonja, o woreczkowatym jądrze. W dalszym okresie wewnątrzmacicznego życia rozwija się część germinatywna na niekorzyść tkanki śródmiąższowej. Kanaliki nasienne stają się większe, światło ich staje się obszerniejsze. W płodach urodzonych są one tak duże, że przylegają jeden do drugiego. W przestrzeniach między nimi gromadzi się tkanki interstycjalnej bardzo mało. O tym obrazie jest jądro ludzkie podczas całego dzieciństwa. W tem też okresie stwierdzamy kryształki Lubarscha o nieznanem dotąd przeznaczeniu.

Krótko przed okresem dojrzałości płciowej tkanka śródmiąższowa zaczyna się znowu powiększać, w mniejszym jednak stopniu, niż w okresie życia płodowego.

W okresie pokwitania rozwijają się silnie kanaliki nasienne, a ilość tkanki interstycjalnej maleje. W komórkach Sertoliego można zauważyć tłuszcz, który przy dojściu do zupełnej dojrzałości przechodzi, według badań Čejki, w jakieś odmienne ciało, mocno zwakuolizowane. Po 20 roku życia w komórkach interstycjalnych obok tłuszczu poczyną się pojawiać żółto-brunatnawa pigmentacja.

Okolo 55 roku życia rozpoczyna się *gerasis t. zn.* starzenie się wszystkich tkanek jądrowych. Zjawisko to objawia się u rozmaitych osobników w różnym okresie. U jednych — wczesniej, u drugich — później. U jednych zjawisko to przebiega szybko, u drugich — bardzo powoli. Są znane wypadki spermatogenezy u 90-letnich mężczyzn.

Głównem znamieniem starzejących się jąder jest atrofja germinatywnej części jądra a rozmnożenie się komórek interstycjalnych. Zjawiskiem pierwotnem jest zanik nabłonka płciowego, zjawiskiem wtórnem, następczem — rozród interstycjum

i nagromadzenie się pigmentu. Tę pigmentację jąder badał bliżej Čejka i doszedł do wniosku, że jest to pigment tłuszczowy, należący do grupy lipofuscyn, które mają powstawać przez rozpad rozmaitych lipidowych związków. Przypominam, że według poglądów wspomnianego badacza tkanka śródmiąższowa starzejących się jąder nie jest homologiczną tkanką z okresu życia płciowego i z okresu przed dojrzałością płciową.

Pozostaje nam jeszcze do omówienia rola tkanki śródmiąższowej. Otóż ta właśnie rola jest zagadnieniem, tem bardziej skomplikowanym, że sam sposób powstawania tkanki interstycjalnej ujęto pod dwoma niejako kątami widzenia, pod dwoma alternatywami.

Czy tkanka interstycjalna każdego kręgowca jest złożona z jednego rodzaju komórek, genetycznie jednakowych? Czy też tkanka śródmiąższowa okazów młodych i indywiduów starszych nie przedstawia dwóch różnych utworów? Czy interstycjum, rozwinięte w okresie życia płodowego, jest homologiczne tkance starzejącego się organizmu?

Mimo licznych badań ani na jedno, ani na drugie pytanie dotąd niema ścisłej odpowiedzi, bowiem badania embrjologiczne płodów oraz studia histologiczne indywiduów młodych i starszych wskazują na to, że tkanka śródmiąższowa może się rozwijać z elementów komórkowych różnych. W jednym przypadku powstaje z elementów, pochodnych z zawiązka płciowego i z komórek mezenchymatycznych, w innym znowu przypadku z elementów tkanki łącznej. Ten ostatni przypadek stwierdzamy w jądrach starzejących się okazów. Przy interpretowaniu genezy tych komórek zaznaczają się pewne subiektywne poglądy poszczególnych badaczy. Autor n. p. niniejszego artykułu wyprowadza tkankę śródmiąższową od podstawowej tkanki odtwórczej, występującej w rozproszeniu w ciele każdego tkankowca a charakteryzującej się mocą przeistaczania się w rozmaitego rodzaju elementy tkankowe.

Obok genezy innym ciekawym zjawiskiem jest perjodyczna albo miarowa redukcja i wzrost tkanki śródmiąższowej przy równoczesnym, ale wprost przeciwnym kierunku

idącym, procesem w części germinatywnej. To zjawisko nasuwało na myśl, że w łańcuchu procesów uzależnionych, korelatywnych, tkanka interstycjalna jest ogniwem niezbędnem, o pierwszorzędnem znaczeniu.

Stąd też Ancel i Bouin, pierwsi jeszcze w r. 1904 pod wpływem doświadczeń Brown-Séquarda, wypowiedzieli pogląd, że tkanka interstycjalna spełnia rolę narządu dokrewnego, endokrynicznego i nazwali ją gruczołem śródmiąższowym (*la glande interstitielle*). Zauważyli oni w jądrach koni t. zw. kryptorchidycznych, czyli skrytojądrowych, u których jądra nie schodzą do moszny, ale pozostają w jamie brzusznej, zanik nabłonka płciowego a silne rozwinięcie się tkanki śródmiąższowej. Ponieważ jednak konie swoim całym pokrojem odpowiadały samcom, stąd wniosek, że pod wpływem substancji, wydzielonej przez ów gruczoł, ogólnie nazywanej hormonem, wytworzyły się drugorzędne cechy płciowe samcze. Pogląd Ancela i Bouina podjął w kilka lat później Steinach (1910) i ogłosił go jako swoją teorię, znaną pod nazwą teorii gruczołu dojrzałości płciowej czyli gruczołu pokwitania lub pubertalnego (*Pubertätsdrüse*). Z szeregu spostrzeżeń tego badacza zwracają uwagę wyniki jego badań nad jądrami homoseksualnych mężczyzn. Wśród tkanki interstycjalnej tych jąder znalazł Steinach komórki, które wyróżniają się od komórek Leydigowskich swoją wielkością. Są to komórki postacią podobne do komórek żeńskiego gruczołu dojrzałości płciowej. Stąd Steinach określa je jako komórki *F (feminales)*. Szczególnie obficie występują one w jądrach homoseksualistów typowych. Wpływ ich na ustrój psychofizyczny człowieka zaznacza się w zjawisku erotyzowania mężczyzn, a gdy są w bardzo wielkiej ilości, wywołują także znamiona płciowe żeńskie, jak rozwój silniejszy gruczołu mlecznego, formę krtani, właściwą kobietom, owłosienie i t. d.

Pogląd, że tkanka śródmiąższowa jest organem wewnętrznego wydzielania, dzielają również Tandler i Gross, Biedl, Hanns, Lipschütz i wielu innych. Zdaniem tych badaczy, najwyraźniejszymi argumentami, przemawiającymi za endokrynicznym charakterem interstycjum są wyniki

doświadczeń otrzymanych przy pomocy wasektomji czyli przecięcia naczyń krwionośnych, podwiązki powrózka nasienno, względnie naczynia wyprowadzającego (*vas deferens*), transplantacji czyli przeszczepiania jąder oraz przy pomocy rentgenizacji jąder. Po wszystkich tych zabiegach następuje uwsteczzenie nabłonka płciowego (nasieniotwórczego). Tkanka śródmiąższowa natomiast pozostaje w swojej strukturze nie-
tkniętą i normalną. Mimo zatem zahamowania czynności istotnej gruczołów rozrodczych, a nawet uwsteczzenia części germinatywnej, typowo płciowe objawy tak pod względem somatycznym jak i psychicznym u zwierząt operowanych są trwałe i niezamącone. Stąd wniosek, że przyczyną tego jest specyficzna czynność komórek interstycjalnych.

Za argument na poparcie tej teorii uważa Tandler także sezonowe stany jąder u kreta, mianowicie redukcję komórek śródmiąższowych w okresie rui i ich rozmnożenie się po ustaniu spermatogenezy. Owo pomniejszenie się ilości komórek interstycjalnych w czasie rui jest następstwem ich dokrewnej funkcji.

Przeciwieństwem teorii o „gruczole interstycjalnym“ jest teoria o troficznem znaczeniu komórek śródmiąższowych, podzielana przez bardzo wielu badaczy, jak Champy, Regaud, Čejka, Stieve i t. d. Przypisują oni tkance interstycjalnej rolę odżywczą a odmawiają jej katagorycznie funkcji dokrewnej, powodującej rozwój drugorzędnych cech płciowych. Według poglądu tego drugiego obozu czynność sekretoryczną spełnia tylko część germinatywna, a przede wszystkim komórki Sertoliego, które nietylko są komórkami podpierającymi, ale są również wyposażone w potencję nasieniotwórczą. Te komórki są natury nabłonkowej, a nabłonki tylko mogą spełniać rolę gruczołów. Tkanka interstycjalna, genetycznie przeważnie związana z tkanką łączną, wobec tej zasady, nie może być uważana za narząd gruczołowy.

W argumentacji obozu za teorią troficznego znaczenia interstycjum ważnym punktem jest przede wszystkim nagromadzający się pigment w elementach śródmiąższowych. Owe ziarenka pigmentowe, należące do grupy lipofuscyn, swoją

fuksynofilnością przypominają ciała Russela w komórkach plazmatycznych, ciała, które mają powstawać z degeneracji pewnej części plazmy. Owoż pigment komórek śródmiąższowych wytwarza się z rozmaitych pod względem chemicznym substancyj, które ze środowiska do komórek śródmiąższowych dostały się. Rola komórek interstycjalnych polegałaby zatem na zbieraniu w sobie rozmaitych toksycznych produktów rozpadu otaczającej tkanki i na transformowaniu tych produktów na nieszkodliwe połączenia pod postacią pigmentu. Poza to, według zdania Kitahary n. p., interstycjum stanowi tkankę pośredniczącą między całym ciałem a częścią germinatywną jąder oraz odgrywa rolę urządzenia ochronnego, zapobiegającego wniknięciu do części plemniotwórczej rozmaitych jądów. W tym przypadku zaznacza się jej rola resorbcyjna, polegająca na zebraniu produktów rozkładczych i przekazaniu ich następnie obiegowi krwi.

Fakt, że tkanka interstycjalna jest w najmniejszej ilości w okresie pierwszego rozwoju plemników (n. p. u samca myszy domowej, u człowieka), w którym to okresie rozwijają się także drugorzędne cechy płciowe, chcą wyznawcy teorii troficzej związać z dokrewną działalnością tylko nabłonka płciowego. O tem również mają świadczyć obserwacje nad myszą polną (*Microtus arvalis* Pal.). W jesieni u tego zwierzęcia tkanka interstycjalna rozwija się silnie przy równoczesnym zastoju rozwojowym kanalików nasiennych. Mimo że tkanki śródmiąższowej jest dużo, nie zachodzą procesy rozwojowe ani prącia, ani gruczołów przyprątnych, ani pęcherzyków nasiennych. Rozwijają się one dopiero wtedy, gdy w kanalikach nasiennych poczną się dzielić spermatogonja i wytwarzać plemniki. Poza to zwolennicy teorii troficzej zarzucają doświadczeniom, przeprowadzanym na drodze wasektomji, rentgenizowania i t. d., nieściśłość. Jest bowiem pytaniem, czy przy zabiegach niszczenia części germinatywnej jąder niszczone ją całkowicie.

Spór obu obozów trwa dalej. Niemniej jednak podnieść należy, że studja badaczy wniosły do nauki bardzo wiele materiału nowego i stworzyły również na podłożu ogólnej teorii o hormonach daleko idące perspektywy odmladzania orga-

*

nizmów: dość wspomnieć próby Woronowa i Steinach'a. Na tle tych wszystkich doświadczeń uwypukla się przede wszystkim fakt jak najściślejszej współzależności wzajemnej tkanek i organów w ustroju zwierzęcym.

PIŚMIENNICTWO.

1. Anzel B. et Bouin P. Recherches sur la structure et la signification de la glande interstitielle. Arch. Zool. Exp. 1904.
2. Champy Ch. Les caractères sexuels considérés comme phénomènes de développement et dans leurs rapports avec l'hormone sexuelle. Paris. 1924.
3. Fuliński B. Zagadnienie podstawowej tkanki odtwórczej u metazoów. Rozpr. Biol. 1925.
4. Kitahara Yoshitaka. Ueber die Entstehung der Zwischenzellen der Keimdrüsen des Menschen u. der Säugetiere u. über deren physiologische Bedeutung. Arch. f. Entw. Mech. 1923.
5. Lipschütz A. Prinzipielles zur Lehre von d. Pubertätsdrüse. Arch. f. Ent. Mech. 1918.
6. Peszyński St. Odmładzanie zwierząt i ludzi. Wilno. 1922.
7. Retterer E. et Voronoff S. La glande génitale mâle et glandes endocrines. Paris. 1921.
8. Steinach E. Pubertätsdrüse und Zwitterbildung. Arch. f. Ent. Mech. 1916.
9. Steinach u. Lichtenstern. Umstimmung der Homosexualität durch Austausch der Pubertätsdrüsen. Münch. Med. Woch. 1918.
10. Stieve H. Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Gesamtkörper und Keimdrüsen. Arch. f. Ent. m. 1923.
11. Voronoff S. Quarante-trois greffes du singe à l'homme. Paris. 1924.
12. Voronoff S. Greffes testiculaires. Paris. 1925.
13. Voronoff S. Greffe animale. Paris. 1925.

Instytut Zoologiczny Politechniki Lwowskiej.

Listopad 1928.

J. DEMBOWSKI.

O potrzebie i możliwości definicji życia.

Od czasów Claude Bernarda utarło się w nauce mniemanie, iż definicja życia jest nieosiągalna i zbędna. Nieosiągalna, gdyż wymaga wyczerpującego i wszechstronnego poznania zjawisk życiowych, od czego jesteśmy jeszcze bardzo dalecy, zbędna, albowiem życie należy do kategorii pojęć elementarnych, dla każdego jasnych i nie może być źródłem jakiegokolwiek nieporozumień. Jak wiemy dziś, dalszy rozwój wiedzy nie potwierdził przewidywań wielkiego fizjologa. Znamy wiele przypadków granicznych i stanów przejściowych, dla których pojęcie życia bynajmniej nie jest jasne i które stały się też źródłem długich, bezowocnych sporów. Dyskusje nad tem, czy suche nasiona i zarodniki roślin, pierwotniaki otorbione, wyschłe wrotki i niesporczaki, zmarzłe kłącza roślin, wyschłe osobniki *Tylenchus*, porosty suche i t. d. żyją, czy nie żyją, dowodzą, że pojęcie życia może być używane w różnych znaczeniach i właśnie bardzo często prowadzi do nieporozumień. Potrzeba definicji życia jest niewątpliwa nie tylko ze względu na spory. Definicja może być powołana do spełnienia ważnego zadania: powinna stać się narzędziem pracy, powinna umożliwić jasne sformułowanie rozwiązalnych zagadnień. Definicja potrzebna nam jest jako punkt wyjścia nauki, nie jako odległy, idealny cel, do którego nauka zdąża.

Zwracając się do sprawy możliwości definicji, musimy przedewszystkiem odróżnić dwa pojęcia: pojęcie organizmu żywego i pojęcie życia. Organizm żywy jest zawsze jednostką konkretną, jest określonem ciałem materjalnem, które możemy wziąć do ręki, zmierzyć, zważyć i zanalizować chemicznie. De-

finicja ustroju żywego nie nastrocza żadnych zasadniczych trudności. Znamy olbrzymią liczbę różnorodnych gatunków roślinnych i zwierzęcych, niesłychanie rozbieżnych pod każdym niemal względem. Jednak w całym tym chaosie form i właściwości istnieją pewne punkty nieruchome, pewne cechy, wspólne wszystkim organizmom żywym bez wyjątku. Można wymienić cztery kategorie takich cech:

Skład chemiczny. Każdy ustrój żywy koniecznie zawiera pewne minimum wody, przeciętnie około 70%. Każdy zawiera ciała białkowe, tłuszcze, węglowodany i niektóre sole mineralne.

Struktura. Zasadnicze podobieństwo przebiegu spraw życiowych u wszystkich ustrojów dowodzi, iż nie tylko chemizm, ale i mechanizm jest wszędzie podobny. Nieskończona różnorodność świata organicznego idzie w parze z podobieństwem podstawowych praw funkcjonowania, które musi opierać się na podobieństwie struktury wewnętrznej.

Przemiana. Źródłem energii, zużywanej przez ustroje dla procesów życiowych, są ogólnie reakcje chemiczne, przy których wyzwala się ciepło. Najpospoliciej mamy do czynienia ze spalaniem substancji organicznych. Stąd pobieranie tlenu, procesy utleniania i powstawanie charakterystycznych produktów rozpadu należą do bardzo powszechnych właściwości ustrojów żywych. Niewiele tylko znany organizmów, które uniezależniły się od tlenu i inną drogą zdobywają potrzebną im energję. W każdym razie powszechne prawo przemiany materji i energii jest niezbędnie przywiązane do pojęcia ustroju żywego.

Pobudliwość. Każdy organizm żywy reaguje w jakiś sposób na bodźce świata otaczającego, każdy posiada jakieś urządzenia, służące mu do ich różnicowania.

Z tych czterech grup cech możemy zbudować definicję ustroju żywego. Organizm żywy jest układem materjalnym o wskazanym powyżej składzie chemicznym, o określonej, jakkolwiek nie poznanej jeszcze bliżej strukturze wewnętrznej, wykazującym zjawiska przemiany i pobudliwości. Jeśli gdziekolwiek w przyrodzie znajdziemy ciało materjalne o tych właściwościach, to z wszelką pewnością przewidzieć możemy, iż ciało to okaże się organizmem żywym. Nie wszystkie składniki

definicji potrafimy określić dokładnie, jednak ich określenie stanowi problemat ściśle pozytywny, do którego rozwiązania zdążamy. Niema tu żadnych trudności natury poznawczej.

Ale gdy pojęcie organizmu żywego jest najzupełniej konkretne, pojęcie życia jest czemś irracjonalnym. Ustrój żywy jest układem, w którym życie istnieje, jednak cechy materialne ustroju nic nam nie mówią o właściwościach życia. Definicja życia, jako takiego, czyli bez związku z organizmem, jest prawdopodobnie nieosiągalna, a w każdym razie nie stanowi zagadnienia biologicznego. Podobnież istota światła, jako takiego, bez związku z ciałami, które je produkują lub przewodzą, nie jest problemem fizycznym. Fizyka bada raczej, co się dzieje w materji, gdy powstaje i rozchodzi się światło, ma do czynienia z warunkami istnienia światła, nie ze światłem samem, które jest pojęciem bardziej psychologicznem, niż fizycznem. Fizyka jest o wiele starsza od biologji i o wiele bogatsza w doświadczenie. Dlatego też powinniśmy naśladować jej metody, powinniśmy usiłować zbadać stosunek naszej niewiadomej do wielkości znanej, jaką jest w danym przypadku organizm żywy. W tej dziedzinie naszym podstawowym wnioskiem będzie twierdzenie, iż irracjonalna właściwość życia jest niezbędnie przywiązana do określonych, konkretnych zespołów materialnych i nigdzie w przyrodzie nie występuje po za niemi.

Nasuwa się tu jedna analogja. Płyta gramofonowa nie zawiera nic, ponad materję o określonej strukturze, którą możemy dokładnie i wyczerpująco poznać. Ale jednocześnie ta sama płyta, wstawiona do odpowiedniego mechanizmu, odtworzy np. głos ludzki, wraz ze wszystkimi jego niematerialnymi cechami. Ta irracjonalna właściwość płyty jest niezbędnie przywiązana do ściśle określonej struktury fizycznej i nie może istnieć po za nią. Gdy poznamy strukturę dokładnie, potrafimy naśladować ją w innym krążku, który po wstawieniu go do gramofonu, niezbędnie wyda głos ludzki. Nie to jest ważne, że głos ludzki należy do zjawisk życiowych. Ważne jest, iż zespół materialny o określonych cechach fizycznych w pewnym układzie nabiera cech niefizycznych i niematerialnych.

Czemkolwiek jest życie samo w sobie, pojawia się ono wszędzie i zawsze, gdzie zostały spełnione wymagania definicji

ustroju żywego i nie może być obecne tam, gdzie brak jest odpowiednich właściwości materialnych. W organizmie umiarkującym zmienia się skład chemiczny i zmienia się struktura fizyczna, charakteryzująca ustrój żywy. Wraz z niemi musi zaniknąć i życie. Różnica pomiędzy ustrojem żywym a martwym nie może polegać tylko na tem, iż pierwszy zawiera w sobie cechę życia, gdy drugi jest jej pozbawiony. Dwa układy materialne o identycznych właściwościach fizykochemicznych muszą koniecznie posiadać identyczne cechy niematerialne. Być może różnica w chwili śmierci jest zaledwie uchwytana, ale różnica musi istnieć i musi dotyczyć struktury i składu.

Nie uzyskujemy przez to żadnej definicji życia samego w sobie, ale precyzujemy warunki, w jakich życie może istnieć, postępujemy śladem fizyki, gdyż badamy, co się dzieje w materji, gdy istnieje w niej życie. Tak pojęta definicja spełnia swoje zadanie przyrodnicze, albowiem stawia całą sprawę na gruncie pozytywnym, umożliwiając jej rozstrzygnięcie.

Zastanowimy się dla przykładu nad życiem lub nieżyciem suchych nasion roślinnych. Ponieważ życie jest niezbędnie przywiązane do organizmu żywego i nie może istnieć po za nim, rozwiążemy zagadnienie przez zbadanie, czy suche nasiona odpowiadają definicji ustroju żywego. Odpowiedź zależy tu raczej od wykonania odpowiednich obserwacyj lub eksperymentów, niż od rozważań teoretycznych.

Suche nasiona nie wykazują zjawisk przemiany. Dokładne badania Kochsa i Becquerela udowodniły, że suche nasiona nie oddychają i nie tworzą produktów przemiany. Zarodniki niższych grzybów (*Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*) wysuszał Becquerel przy 35°, umieszczał je w próżni na przeciąg przeszło jednego roku, następnie poddawał w ciągu trzech tygodni działaniu ciekłego powietrza (−180°), a wreszcie w ciągu 77 godzin działaniu ciekłego wodoru (−235°). Wysiane na podłożu jałowem, zarodniki takie wykiełkowały. Analogiczne próby wykonano i z nasionami. Według Schneider-Orelli, suche nasiona niektórych gatunków *Medicago* znoszą 7½-godzinne gotowanie w wodzie, nie tracąc zdolności kieł-

kowania. W warunkach powyższych istnienie jakiegokolwiek przemiany wydaje się niemożliwe. Na zasadzie współczynnika van't Hoffa otrzymanym dla temperatury ciekłego wodoru natężenie procesów przemiany w nasieniu tak minimalne, że będzie ono z pewnością mniejsze, niż w większości ciał nieorganicznych w zwykłej temperaturze. Tem bardziej, że w temperaturach niskich współczynnik termiczny szybko wzrasta. O pomiarach nie może tu oczywiście nawet być mowy.

Suche nasiona absolutnie nie wykazują zjawisk pobudliwości.

Obecność przemiany i pobudliwości u wszystkich znanych nam organizmów żywych jest ściśle związana z określonym składem chemicznym i określoną strukturą. Suche nasiona zawierają wprawdzie białka, węglowodany, tłuszcze i sole mineralne, ale wymóg pewnego minimum wody nie jest tu spełniony. Charakterystyczne dla organizmu zjawiska przemiany mogą zachodzić jedynie przy zachowaniu pewnego minimum odległości intermicelarnych, które w braku wody zostają bardzo znacznie zmniejszone. Innymi słowy, skład chemiczny i struktura wewnętrzna suchych nasion nie odpowiadają składowi i strukturze ciał materialnych, spełniających wymagania definicji ustroju żywego. Nie możemy zmodyfikować definicji organizmu w tym tylko punkcie, iż przesuniemy granice zawartości wody, bowiem woda jest czynnikiem, fatalnie wpływającym na wszystkie inne właściwości nasienia, na jego strukturę, przemianę i pobudliwość. *Corpora non agunt nisi soluta*, bez wody niema przemiany, a więc niema życia.

Krótko mówiąc, suche nasiona roślinne nie spełniają ani jednego warunku, zawartego w definicji ustroju żywego. Jednak w praktyce oczywisty wniosek, że nasiona takie nie żyją, spotyka się z gorącym sprzeciwem nawet tych, którzy godzą się na wszystkie poprzedzające go przesłanki. Dlaczego właściwie? Ciekawe będzie rozważyć tu kilka typowych zarzutów.

1. „Suche nasiona są żywe, ponieważ posiadają zdolność wydania żywej rośliny“. Twierdzenie to opiera się na ukrytym przeświadczeniu, że życie musi być ciągle. Jednakże ciągłość życia jest właśnie tezą, której należy udowodnić! Fakty wskazują, iż suche nasiona nie odpowiadają definicji ustroju żywego, i, chcąc wniosek ten obalić, należy przeciwstawić mu

inne fakty, sprzeczne z tamtymi. Nie można natomiast dowodzić ciągłości życia na tej tylko zasadzie, że... życie jest ciągle. Argument prowadzi do błędnego koła.

Ale i ze strony faktycznej twierdzenie nie jest uzasadnione. Nikt jeszcze nie widział, aby suche nasienie wykiełkowało. Kielkuje tylko nasienie napęczniałe. A to jest sprawa zasadniczej wagi. Bowiem gdy woda dostanie się do substancji nasienia, zaczyna ono spełniać wymagania definicji ustroju żywego. Zawartość wody wzrasta do stanu, normalnego dla żywych organizmów, a jednocześnie micelle nasienia rozsuwają się, spełniając prawo minimum odległości intermicelarnych, czyli struktura wewnętrzna suchego nasienia staje się strukturą żywego ustroju. Skoro zaś skład i struktura odpowiadają składowi i strukturze organizmu żywego, w nasieniu niezbędnie musi pojawić się cecha życia. O to właśnie chodzi, że nasienie żywe różni się od suchego nie tylko zawartością wody. Woda jest czynnikiem, wyzwalającym cały szereg zmian materialnych, w których wyniku zmienia się nader gruntownie struktura układu. Jeśli jakiś indykator jest żółty w roztworze kwaśnym, zaś czerwony w zasadowym, to różnica pomiędzy obydwoma roztworami polega nie tylko na obecności lub nieobecności kwasu. Polega przede wszystkim na zjawiskach dysocjacji, czyli na zmianach struktury wewnętrznej roztworu, którym towarzyszy niezbędnie zmiana niematerialnej cechy, jaką jest barwa. Barwa żółta nie istnieje w roztworze czerwonym, gdyż jest przywiązana do określonej struktury roztworu i nie może istnieć tam, gdzie odpowiednia struktura jest nieobecna. Suche nasienie nie żyje, ale nasienie napęczniałe, zdolne do kiełkowania, jest żywym organizmem.

2. „Nasiona suche zawierają potencjalnie życie, czyli posiadają wszystkie potrzebne do życia warunki, ale życie ich zostało chwilowo wstrzymane“. I to twierdzenie nie jest słuszne. Suche nasiona nie zawierają wszystkich potrzebnych do życia warunków, gdyż ich skład chemiczny i ich struktura wewnętrzna nie są odpowiednie. „Potencjalność“ zaś jest tylko niewiele znaczącym słówkiem. Roślina zielona buduje żywą protoplazmę z nieożywionego, nieorganicznego materiału. Gdybyśmy krok za krokiem śledzili proces powstawania żywej substancji rośliny, gdybyśmy widzieli naocznie, jak różnorodne

związki chemiczne łączą się i komplikują, aż powstanie z tego żywa protoplazma, tobyśmy widzieli także, iż w określonej chwili nieżywe staje się żywe. Szereg prostych, nieożywionych składników chemicznych ugrupowuje się w określony sposób, uzyskując nową właściwość, niezbędnie przywiązaną do określonej struktury: właściwość życia. Czy i te zużywane przez roślinę składniki zawierają „potencjalnie“ życie? Przecie w nich właśnie życie się rodzi. A jednak są to na pewno tylko nieżywe składniki mineralne. Zawierają one życie o tyle tylko, o ile kawał marmuru zawiera w sobie potencjalnie wszystkie formy, które kiedykolwiek mogłyby być z niego wykute. Suche nasiona posiadają takie właściwości, że w ściśle określonych warunkach mogą posłużyć ośrodkiem tworzenia się substancji żywej. Nie wynika stąd wcale, aby same nasiona były żywe. Jeśli „potencjalność“ życia oznacza tyle tylko, iż suche nasiona posiadają zdolność zmieniania w określonych warunkach struktury i składu, dzięki czemu nabierają cechy życia, to takie jest właśnie nasze w tej sprawie stanowisko. Wynika zaś z niego, iż życie może być „potencjalnie“ zawarte w ciałach nieożywionych.

3. „Wprawdzie życie może powstać z substancji nieżywej, ale tylko za pośrednictwem innego życia. Tylko żywa roślina zdoła zbudować żywą protoplazmę z prostych, mineralnych składników“. Tej tezie musimy stanowczo zaprzeczyć. Bowiem cóż to jest w istocie żywa roślina? Przecie nic innego, jak układ materjalny o określonej strukturze i określonym składzie. Żywa roślina, to mechanizm, przerabiający jedne stany materji, jedne kombinacje drobin, na inne stany i inne kombinacje. Że jedne z kombinacyj posiadają cechę życia, gdy inne są jej pozbawione, to ze stanowiska prawidłowości zjawisk jest rzeczą obojętną. Każdemu układowi materjalnemu możemy przypisać niematerjalne cechy, nie możemy stąd jednak wnioskować, aby cechy te, przez to tylko, że myśmy się ich dopatrzyli, koniecznie musiały być czemś ciągłym. Można również dobrze mówić o ciągłości głosu w przypadku płyty gramofonowej. Powstaje ona przy współdziałaniu głosu ludzkiego, dlatego tylko posiada zdolność jego odtwarzania, że głos został w nią wryty uprzednio. Wyraz „tylko“ jest tu jednak nie na miejscu. Bowiem możemy wykonać dokładny odlew płyty gra-

mofonowej, a odlew ten, po wstawieniu go do gramofonu, wyda głos ludzki. Jeśli na krążku ebonitu zrobimy igłą odpowiednie rowki, to raz jeszcze otrzymamy głos. Wykonanie tego jest tylko kwestją techniczną, sprawą dostatecznie dokładnego poznania struktury płyty. Bez wszelkiego udziału głosu możemy stworzyć irracjonalną cechę, drogą procesów mechanicznych, wykonanych w nieżywej materji. Organizm żywy, wraz z całą jego historją ewolucyjną, jego przystosowaniami i jego celowością, w terażniejszości jest układem materjalnym o określonej strukturze. Poznanie jego struktury i składu jest kwestją techniczną i, skoro zdołamy to uczynić z dostatecznym stopniem dokładności, potrafimy zbudować organizm sztuczny. A wtedy organizm nasz automatycznie nabierze cechy życia, pojawią się w nim i celowość, i przystosowania. Nie dlatego wcale ustrój żywy powstaje zwykle przy współudziale innego ustroju, że jest to jedyna możliwa droga. Raczej jest to droga najbardziej prawdopodobna. Są do pomyślenia bardzo różne mechanizmy, które mogłyby przerobić nieożywioną materję na żywą substancję, są one jednak wszystkie tak skomplikowane, że mało jest szans, aby podobnie zawile procesy mogły zajść samorzutnie.

4. Jeśli suche nasiona nie żyją, to czemże się różnią od ciała mineralnego? Można na to dać następującą odpowiedź. Dla uproszczenia sprawy, rozpatrzmy tylko skład pierwiastkowy ustroju. Pod tym względem ciekawe jest podane przez Püttera zestawienie cech chemicznych organizmu, a kory ziemskiej. 99% powierzchni ziemi składa się z następujących dziewięciu pierwiastków, ustawionych w porządku ich malejącej częstotliwości występowania: tlen, krzem, glin, żelazo, wapń, sód, potas, magnez, wodór. Podobne zestawienie dla organizmu brzmi: węgiel, tlen, wodór, azot, siarka, fosfor, potas, magnez, żelazo. W składzie ustroju spotykamy conajmniej cztery pierwiastki, mianowicie C, N, S i P, które w korze ziemskiej występują rzadko, w organizmach natomiast znajdują się w znacznej ilości. Ustrój żywy posiada wybitną zdolność do wyławiania i kumulowania pierwiastków, które nazewnętrzniego znajdują się w bardzo małej ilości. Może do najjaskrawszych przykładów tego rodzaju należy zawartość we krwi osłonic wanadu, pierwiastka, którego stężenie w wodzie morskiej

jest minimalne. W tych warunkach samorzutne powstawanie organizmów staje się mało prawdopodobne. Przyroda, że się tak metaforycznie wyrażę, obrała inną drogę zachowania życia: drogę ciągłości. Nie wątpimy, iż każdy organizm ma po za sobą długi szereg kolejnych pokoleń przodków, w którym nie było żadnych luk ani skoków. Musimy jednak ściślej określić, co tu właściwie jest ciągłe. Życie, jak widzieliśmy, może nie być ciągłe, może zanikać całkowicie i zjawiać się na nowo, skoro warunki na to pozwolą. Substancja żywa również nie musi być ciągła, gdyż substancja suchych nasion nie jest żywa i wogóle żywa substancja nie mogłaby nie posiadać cechy życia. Natomiast suche nasiona zawierają w odpowiedniej proporcji białka, tłuszcze, węglowodany i sole mineralne, stanowią zespół tych pierwiastków i związków, które są niezbędne do wzbudzenia życia, a które na powierzchni ziemi występują rzadko. Ciągłość pokoleń najogólniej musimy rozumieć, jako ciągłość składników chemicznych, w których samorzutne powstanie życia jest wysoce prawdopodobne. Dzięki specyficznemu składowi nasienia jest bardzo prawdopodobne, iż skoro tylko nastąpią warunki odpowiednie, w przyrodzie bardzo pospolite, jak dostęp wody i tlenu, oraz określone granice temperatury, pojawi się i życie. Suche nasienie jest wprawdzie ciałem mineralnym, jednak takim, które zawiera składniki chemiczne, potrzebne do samorzutnego powstania życia, skoro warunki na to pozwolą.

5. „Czem się różni suche nasienie, zdolne do kiełkowania, od takiego, które tę zdolność utraciło? Możliwość przypuścić, że w suchym nasieniu jednak zachodzą bardzo powolne procesy życiowe i zanik ostateczny zdolności kiełkowania zależy od wyczerpania się nasienia, jest jego naturalną śmiercią starczą“. I to przypuszczenie musimy odrzucić. Żyto żyje jeden rok, zaś jego nasiona zachowują zdolność kiełkowania w ciągu lat 10. W myśl hipotezy powyższej, natężenie przemiany materji i energii w nasionach, odniesione do jednostki wagi, byłoby 10 razy mniejsze, niż natężenie przemiany w roślinach. Wniosek zaprzecza faktom, albowiem, jak wskazują bezpośrednio pomiary, różnica natężenia musi być bez wszelkiego porównania większa. Wielkość przemiany suchych nasion, o ile ta wogóle istnieje, leży poza granicami zasto-

sawalności najsubtelniejszych metod pomiarowych. Ale znamy i inne przykłady. Wierzba jest rośliną wieloletnią, zaś suche nasiona wierzby zachowują zdolność kiełkowania w ciągu kilku dni zaledwie. Nasiona *Ovalis rubella* i *O. lancifolia* kiełkują tylko natychmiast po dojrzeniu, wysuszenie zabija je. Więc okres „życia“ nasienia może być krótszy od okresu życia rośliny, która je wydała, czyli, zgodnie z hipotezą, natężenie przemiany w nasionach musiałoby być odpowiednio wyższe. Fakty zaprzeczają temu i dlatego musimy wnioskować, iż powolne lub szybkie przemiany fizykochemiczne, zachodzące w nasionach suchych i prowadzące w wyniku do utracenia zdolności rozwojowej, nie są wcale procesami życiowymi. W suchym nasieniu na pewno zachodzą jakieś powolne przemiany materialne, prowadzące po pewnym czasie do nieodwracalnej zmiany struktury wewnętrznej, ale nic nie przemawia za tem, aby były to przemiany życiowe.

6. „Nasienie, które utraciło zdolność kiełkowania, jest martwe, ponieważ jednak umrzeć może tylko coś żyjącego, suche nasiona muszą być żywe“. Argument ten opiera się na niejasności i dwuznaczności niektórych pojęć biologicznych. Widzimy tu przeciwstawienie dwóch pojęć: żywe i martwe. Są to pojęcia przeciwne sobie, ale nie sprzeczne ze sobą. Podobnie jak przedmiot niekoniecznie musi być albo biały, albo czarny, gdyż może być czerwony, suche nasiona nieobowiązkowo muszą być albo żywe, albo martwe. Sprzeczne z żywym jest tylko nieżywe. Popełnilibyśmy jednak poważny błąd, utożsamiając nieżywe z martwym. Nieżywe nie posiada cechy życia; to wszystko, co o niem powiedzieć możemy. Natomiast martwe jest czemś więcej, albowiem mieści w sobie historję swego powstania, było kiedyś żywe i określoną drogą: *drogą umiერania*, doszło do swego stanu obecnego. Wszystko martwe jest zarazem nieżywe, ale nie wszystko nieżywe jest również martwe. Ta określona droga przejścia żywego w martwe zasługuje na specjalną uwagę. Śmierć ustroju żywego wiąże się zawsze z nieodwracalnymi zmianami struktury i składu. Nie tylko zanika przytem cecha życia, ale jednocześnie cechy materialne ustroju zmieniają się tak dalece, że nie mogą już powrócić do swego stanu poprzedniego. Jak procesy życiowe charakteryzują się określonymi przemianami fizycznymi i chemicznymi,

które powtarzają się u wszystkich organizmów, proces umierania ma swój specyficzny przebieg, np. cechuje go powstawanie ściśle określonych związków chemicznych. Chciałbym specjalnie podkreślić, iż zjawisko umierania jest równie konkretne, jak zjawisko jakiegokolwiek procesu życiowego. Oba polegają na określonych, charakterystycznych przemianach materjalnych, dostępnych naszemu badaniu i powtarzających się u wszystkich organizmów. Wysychanie nasienia natomiast jest czemś zupełnie różnym. Jest to proces odwracalny, przy którym niema żadnych zjawisk, cechujących umieranie, nie zachodzą reakcje chemiczne, nieodstępnie towarzyszące każdej śmierci. Dlatego też suche nasiona nie są ani żywe, ani martwe. Są poprostu nieżywe, nie odpowiadają definicji ustroju żywego. Zgodziliśmy się już przedtem, iż suche nasiona są ciałami mineralnymi. Skoro substancja suchego nasienia nie jest substancją żywą, posiada różne od niej cechy materjalne, to nie może w niej zachodzić proces umierania, całą swoją naturą przywiązany do żywego organizmu. Powolne zmiany, zachodzące w nasieniu i powodujące zanik zdolności kiełkowania, nietylko nie są procesami życiowymi, ale nie są i procesem umierania, gdyż i jedno i drugie przywiązane jest do struktury i składu, w suchych nasionach nieobecnych. W tych warunkach nasienie, które utraciło zdolność rozwojową, nie jest martwe, bowiem nie powstało w wyniku procesu umierania. W suchych nasionach widzimy tylko powolne zmiany stanów materjalnych. Z nich jedne pod wpływem określonych warunków zewnętrznych mogą stać się ośrodkiem powstawania substancji żywej, inne tego nie potrafią. To wszystko. Pojęcia życia i śmierci nie mogą być zastosowane do ciał mineralnych, gdyż brak niezbędnych po temu cech materjalnych.

7. „Więc nasiona żywe, dojrzewające na roślinie, są nieśmiertelne? Przecie w ten sposób nie obowiązuje je prawo śmierci“. Raz jeszcze mamy do czynienia z dwuznacznością pojęcia. Nieśmiertelność może oznaczać życie wieczne, albo też tylko brak specyficznych procesów umierania. Są to bardzo różne pojęcia. Wieczność życia w nasionach suchych nie wchodzi oczywiście w rachubę. Ale nasiona mogą być nieśmiertelne w tem ścisłym znaczeniu, że mogą nie zachodzić w nich określone procesy fizykochemiczne, zwane przez nas umieraniem.

Brak zjawisk umierania nie dowodzi wieczności istnienia, gdyż umieranie bynajmniej nie jest jedyną możliwą formą przejścia żywego organizmu w ciało mineralne. Jeśli wrzucimy ustrój do stężonego kwasu siarkowego, to zajdzie szereg zmian materialnych, uniemożliwiających życie, jednak zmiany te nie mają nic wspólnego ani z procesami życiowymi, ani z procesami umierania. To, co obserwujemy przytem, jest nie śmiercią ustroju, lecz jego zwęgleniem. Śmierć jest pojęciem biologicznym, wiąże się ściśle z charakterystycznymi cechami ustroju żywego. Zwęglenie zaś nie jest żadnym procesem biologicznym i może zajść w tej samej postaci w każdym ciele, zawierającym węgiel i wodę. Zwęglenia kawałka papieru nie nazwiemy przecie jego umieraniem, dlaczegoż więc mamy tu mówić o śmierci ustroju? Zjawisko w obu razach jest zasadniczo to samo, niema w niem nic życiowego. Być może użyta tu ściślejsza definicja śmierci i umierania nie godzi się z utartym zwyczajem nazywania śmiercią wszelkiego zaniku życia. Sądziłbym jednak, iż zanik życia jest tylko zanikiem życia, i w interesie oczyszczenia pojęć biologicznych będzie celowe zachować pojęcie śmierci i umierania tylko dla zjawisk, ściśle związanych z procesami życiowymi i posiadających swój określony, dostępny konkretnemu badaniu przebieg.

8. „Być może jednak, obok procesów destrukcyjnych, zachodzą w suchych nasionach także i zjawiska życiowe, lecz ich natężenie jest tak minimalne, że żadne współczesne metody nie zdołają ich wykryć“. Na to przypuszczenie częściowo już odpowiedzieliśmy powyżej. Jeśli nasiona zostały ochłodzone do temperatury ciekłego wodoru, to, jak łatwo obliczyć, zwolnienie procesów przemiany wyrazi się wielkością astronomiczną. Zastosowanie dostatecznie czułych metod pomiarowych wykaże niewątpliwie, że kawałek cegły pochłania tlen i wydziela dwutlenek węgla. Rozumując w ten sposób, staczamy spory akademickie. Jeśli sprężynę stalową wprawić w drgania i jeśli dzięki tarcu każde jej wahnięcie będzie dwa razy mniejsze od wahnięcia poprzedniego, to jasne jest, iż sprężyna taka nigdy się nie zatrzyma. Otrzymamy bowiem postęp geometryczny, którego wyrazy będą tylko dążyły do zera, ale nigdy wielkości zerowej nie osiągną. Teoretycznie jest to słuszne, jakkolwiek jałowe, gdyż poniżej pewnego minimum natężenia wszelkie zja-

wisko przestaje wpływać na bieg spraw przyrody. Jeśli ochłodzimy suche nasienie do temperatury bezwzględnej zera i jeśli nasiona takie nie utracą zdolności kiełkowania, to będziemy mieli namacalny dowód, iż zjawiska życiowe mogą ulec absolutnemu zahamowaniu, a mimo to pojawić się znowu, gdy warunki zmieniają się odpowiednio.

9. „Suche nasiona można porównać z dojrzałym, ale nieaktywowanym jajem zwierzęcym. Oba układy potrzebują tylko prostego bodźca, aby rozpocząć rozwój, a więc zawierają wszystkie potrzebne po temu warunki i wystarczy je tylko ruszyć z martwego punktu“. Ze względów czysto rzeczowych musimy sprzeciwić się temu porównaniu. Niezapłodnione jajo zwierzęce jest całkowitym żywym organizmem, któremu nie brak żadnych charakterystycznych cech. Jajo zawiera wszystkie potrzebne do życia składniki chemiczne, łącznie z wodą. Struktura wewnętrzna jaja jest strukturą organizmu żywego. Jajo wykazuje wyraźne zjawiska przemiany. Wprawdzie według Shearera, jajo jeżowca natychmiast po zapłodnieniu pochłania blisko 80 razy więcej tlenu, niż przed zapłodnieniem, jednak wartość ta wkrótce znacznie spada. Zresztą różnica 80-krotna jest niczem w porównaniu z kolosalną różnicą, jaka istnieje w tym względzie pomiędzy nasionami żywymi, a suchymi. Przemianę gazową jaja niezapłodnionego możemy bez trudu obserwować i mierzyć. Wreszcie, jajo wykazuje specyficzną pobudliwość, gdyż na podrażnienie natychmiastowo odpowiada skurczem protoplazmy, wytworzeniem błony zapłodnienia, wydzieleniem periwitelinu i t. d. Cech tych w nasieniu nie znajdziemy ani śladu. Woda wcale nie jest bodźcem dla suchego nasienia, jest tylko czynnikiem, zmieniającym jego strukturę wewnętrzną. Dopiero gdy zmiana została skuteczniejsza, nasienie staje się zdolne do reagowania na bodźce. Porównywalne z nasionami są tylko jaja wysychające, które nie wykazują też oznak życia.

Co się tyczy innych jeszcze analogicznych przykładów, poza nasionami, to we wszystkich przypadkach sprawę życia lub nieżycia decydują nie spory, lecz pomiary. Jeśli zarodniki suche, wymoczki otorbione, zmarzłe kłącza i t. p. spełniają wymagania definicji ustroju żywego, to są żywe, jeśli nie spełniają, to żywe nie są. Natężenie zjawisk przemiany powinno

być conajmniej takie, abyśmy mieli możliwość odróżnienia przemiany życiowej od milionów innych przemian, zachodzących w każdym bez wyjątku ciele przyrody. Skoro jednak przemiana żadnymi metodami wykryć się nie da, nie mamy specjalnych powodów obstawać przy jej istnieniu.

Postulat ciągłości życia nie jest stanowiskiem pozytywnym. Jeśli żywe z żywego tylko powstać może, to sprawa pochodzenia ustrojów żywych staje się fikcją, przestaje być zagadnieniem badawczym. Skąd wzięło się życie na ziemi? Pomijając teorię stworzenia, ze stanowiska ciągłości życia możemy tylko zgodzić się na jego wieczność. Jednak teoria kosmozoiczna, czy teoria panspermji nie zasługują, niestety, na miano poglądów przyrodniczych. Teoryj tych nie można ani udowodnić, ani obalić. Możemy przeszukać tryliony kilometrów sześciennych przestrzeni międzygwiazdnej i nie znaleźć ani jednego zarodnika, a nie unikniemy zarzutu, iż o kilometr dalej, gdzie badanie nasze nie dotarło, zarodniki istnieją. Możemy odwrotnie, znaleźć dowolną liczbę zarodników, a nie zdobędziemy przez to żadnego dowodu, że one właśnie stanowią źródło życia na ziemi. Nawet w razie swej słuszności faktycznej, teoria wieczności życia nie zwalnia nas wcale od obowiązku poszukiwania innych sposobów powstawania życia. Wieczność życia i jego samorzutne powstawanie doskonale mogą istnieć obok siebie. Rozumując przyrodniczo, żadną miarą nie możemy unikać wniosku, iż ustroje żywe powstawały samorzutnie z materji nieożywionej. Na wniosek ten godzą się też wszyscy wybitni biologowie, nie widząc możliwości ominięcia go.

Jeśli Pasteur udowodnił ponad wszelką wątpliwość, iż w jego próbach żywe bakterje powstawały tylko za pośrednictwem innych żywych bakteryj, to nie obalił tem samoródtwa. Przecie bakterja jest organizmem bardzo skomplikowanym, o pełni różnorodnych przystosowań nader specjalnych. Jest ona układem materjalnym tak zawiłym, że jego przypadkowe powstanie z beładnej mieszaniny dość przypadkowych składników chemicznych wydaje się zupełnie niemożliwe. Stąd do obalenia idei samoródtwa jeszcze bardzo daleko. Cobyśmy powiedzieli, gdyby istniały na ziemi organizmy żywe, pozbawione wszelkich tradycyj ewolucyjnych? Ewolucja organiczna, wraz

ze swojemi specyficznemi prawami, musiała mieć swój początek, życie musiało pojawić się w jakimś okresie, gdy spełnione zostały wymagania definicji ustroju żywego. Jak wyglądały najpierwsze organizmy, nie mamy o tem pojęcia i próżno byłoby snuć na ten temat jakiegokolwiek domysły. Jedno jest jasne, że nie były one wcale podobne do żadnego ze znanych nam dziś ustrojów żywych. Więc gdy nie znamy cech ustrojów najpierwszych, nie możemy twierdzić kategorycznie, że obecnie ustroje podobne nie powstają samorzutnie. Zwracam uwagę, iż niemożliwość samoródtwa jest tylko wynikiem konkretnych badań, ale nikt nie udowodnił jej teoretycznie. Badań podobnych na ustrojach najpierwotniejszych nikt nie wykonywał, a nawet bakterje przesączalne i mitochondrja czekają jeszcze na swego Pasteura. Głęboki i do dziś dnia niedość oceniony myśliciel, Karol Naegeli, znał dobrze wyniki badań Pasteura, a jednak bronił idei samoródtwa, właśnie ze wskazaniem, iż organizmy, powstające samorzutnie, muszą być bez porównania prostsze od bakteryj.

Powiedziałem powyżej, że nie znamy cech organizmów najpierwotniejszych. Ściśle rzecz biorąc, sprawa nie przedstawia się tak źle, możemy bowiem coś o nich powiedzieć. Najpierwsze ustroje żywe koniecznie musiały spełniać wymagania definicji żywego organizmu, w przeciwnym razie byłyby wszystkim, ale nie żywymi ustrojami. Musiały więc zawierać wodę, białka, tłuszcze, węglowodany i sole mineralne, musiały posiadać określoną strukturę wewnętrzną. Problemat samoródtwa sprowadza się do sprawy samorzutnego powstawania ciał materialnych o cechach, odpowiadających definicji organizmu żywego, ale nigdy do powstawania bakteryj, czy wymoczków. Wobec nierównie prostszej budowy, prawdopodobieństwo samorzutnego powstawania takich ustrojów z nieożywionej materji jest odpowiednio większe. Jeśli nie wątpimy, że życie powstało kiedyś z materji nieżytwej, to zasadniczo nic nie stoi na przeszkodzie powtarzaniu się tego zjawiska. Powoływanie się na jakieś warunki specjalne, które istniały kiedyś, a są nieobecne dziś, jest słabo uzasadnione. Właśnie współczesna nam epoka odznacza się olbrzymiem rozpętaniem życia, a więc warunki powstawania życia raczej teraz, niż kiedyś, są dogodne.

Problemat samoródtwa pozostaje i nadal kwestją otwartą, na którą dalsze badania mogą rzucić wiele światła i to również jest zdobyczą skreślonego tu poglądu. Natomiast dogmat: *omne vivum e vivo*, jak wszelki dogmat, niezdolny jest do jakiegokolwiek udoskonalenia lub postępu.

Wydaje mi się, iż w wypowiedzianym poglądzie na sprawę życia niema nic takiego, na co nie możnaby uzyskać powszechnej zgody. Jeden tylko punkt, jak wskazuje praktyka, budzi wątpliwości: nieobecność życia w suchych nasionach. Zdecydowanie tej sprawy zależy oczywiście od takiej, czy innej definicji ustroju żywego. Przytoczone tu cechy organizmu odpowiadają poglądom powszechnie przyjętym, nie wywołującym żadnego sprzeciwu. Wylączają jednak suche nasiona ze sfery życia. Być może istnieje jakaś inna definicja, która objęłaby również i nasiona, może lepsza i bardziej celowa. Zanim jednak została sformułowana, definicja nasza może zastępczo pełnić swoją rolę przyrodniczą, polegającą na oczyszczeniu niektórych pojęć biologicznych i przeniesieniu zagadnienia z płaszczyzny sporów teoretycznych na grunt ścisłych, konkretnych pomiarów. Nawet nie zgadzając się z poglądem, można zgodzić się z tą jego intencją.

Listopad 1928.

IV. Zjazd Fizyków Polskich.

W dniach 28 września — 1 października b. r. odbył się w Wilnie IV. Zjazd Fizyków Polskich. Zjazdy takie odbywają się obecnie co dwa lata. Wygłoszone podczas nich referaty zawierają niemal całokształt polskiego dorobku naukowego z dziedziny fizyki w danym okresie. Obserwując więc rozwój zjazdów fizyków, możemy również prześledzić postęp pracy naukowej fizycznej w Polsce.

Ostatni zjazd jest dowodem, że praca ta rozwija się w coraz szybszym tempie, że zwiększa się zarówno ilość prac wykonanych, jak też i ich doniosłość. Zjazd liczył 175 członków i 51 referatów z prac własnych, oprócz wykładów treści ogólniejszej. Pomędzy poszczególne ośrodki naukowe w Polsce prace te były w ten sposób podzielone, że z Warszawy nadesłano 29 referatów (w tem 22 z Zakładu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego), z Wilna 6, ze Lwowa 5, z Krakowa 3, z Poznania 1. Inne miejscowości 4 referaty. Pozatem 3 referaty informacyjno-pedagogiczne. Kilka prac zostało nadesłanych z pracowni zagranicznych przez fizyków polskich, którzy dzięki stypendjom uzyskali możliwość wyjazdu na studia zagraniczne.

Posiedzenia Zjazdu odbywały się w dwu sekcjach: ogólnej i pedagogicznej. Prócz tego na plenarnych posiedzeniach wygłoszone zostały dwa wykłady: prof. J. Weyssenhoffa z Wilna: „O nowych teoriach kwantowych“ oraz prof. W. Natanson z Krakowa (odczytany przez prof. Weyssenhoffa z powodu nieobecności chorego autora): „Myśli zasadnicze nowoczesnej mechaniki undulacyjnej“.

IV. Zjazd Fizyków Polskich.

W dniach 28 września — 1 października b. r. odbył się w Wilnie IV. Zjazd Fizyków Polskich. Zjazdy takie odbywają się obecnie co dwa lata. Wygłoszone podczas nich referaty zawierają niemal całokształt polskiego dorobku naukowego z dziedziny fizyki w danym okresie. Obserwując więc rozwój zjazdów fizyków, możemy również prześledzić postęp pracy naukowej fizycznej w Polsce.

Ostatni zjazd jest dowodem, że praca ta rozwija się w coraz szybszym tempie, że zwiększa się zarówno ilość prac wykonanych, jak też i ich doniosłość. Zjazd liczył 175 członków i 51 referatów z prac własnych, oprócz wykładów treści ogólniejszej. Pomiedzy poszczególne ośrodki naukowe w Polsce prace te były w ten sposób podzielone, że z Warszawy nadesłano 29 referatów (w tem 22 z Zakładu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego), z Wilna 6, ze Lwowa 5, z Krakowa 3, z Poznania 1. Inne miejscowości 4 referaty. Poza tem 3 referaty informacyjno-pedagogiczne. Kilka prac zostało nadesłanych z pracowni zagranicznych przez fizyków polskich, którzy dzięki stypendjom uzyskali możliwość wyjazdu na studia zagraniczne.

Posiedzenia Zjazdu odbywały się w dwu sekcjach: ogólnej i pedagogicznej. Prócz tego na plenarnych posiedzeniach wygłoszone zostały dwa wykłady: prof. J. Weyssenhoffa z Wilna: „O nowych teorjach kwantowych“ oraz prof. W. Natanson'a z Krakowa (odeczytany przez prof. Weyssenhoffa z powodu nieobecności chorego autora): „Myśli zasadnicze nowoczesnej mechaniki undulacyjnej“.

Wykłady te zapoznały słuchaczy z nowymi poglądami na budowę materji, pochodzącymi od de Broglie'a, Schrödingera i innych. Teorje te posługują się nadzwyczaj skomplikowanym materiałem matematycznym. Dla fizyki doświadczalnej najważniejszym obecnie jest wniosek z tych teoryj, że z każdą cząsteczką materjalną związane jest pewne drganie harmoniczne, pewna fala, rozchodząca się w przestrzeni z prędkością większą zawsze od prędkości światła. Fizyczne znaczenie tego drgania nie jest dotychczas jasne, niektórzy traktują cząsteczkę materjalną, jako grupę fal de Broglie.

Sekcja ogólna zgromadziła wszystkie referaty z prac własnych. Ciekawe mogą być dane statystyczne co do tematów tych prac:

- z optyki wygłoszono 21 referatów,
- z dziedziny promieni Roentgena 5 referatów,
- z dziedziny jonów i elektronów 8 referatów,
- z dziedziny stałych dielektrycznych 6 referatów,
- z fizyki teoretycznej 3 referaty,
- z różnych innych dziedzin 8 referatów.

Większość więc prac jest poświęcona optyce, przedewszystkiem spektroskopji. Tu należy zaliczyć szereg badań nad widmami rtęci i wodoru rtęci, wykonanych przez prof. S. Pieńkowskiego z Warszawy i jego uczniów: H. Jeżewskiego, St. Mrozowskiego i innych, oraz przez H. Niewodniczańskiego z Wilna. Metody, stosowane w tych pracach, są zbliżone. Fotografie widm pary rtęci, pobudzonej do świecenia w rozmaitych warunkach, więc czy to przez wyładowania elektryczne, czy też przez naświetlanie obcem źródłem światła, a także fotografie widm absorbcyjnych pary rtęci, są fotometrowane z pomocą samoczynnego mikrofotometru. Umożliwia to dokładne zbadanie budowy widma, szczególnie widm pasmowych. Jak wiadomo, cząsteczki emitują widmo pasmowe w przeciwnieństwie do atomów, wysyłających widmo linjowe. Rozpatrując takie widmo pasmowe, możemy znaleźć prawidłowości w rozmieszczeniu prążków, z których pasmo jest złożone, a dalej obliczyć momenty bezwładności cząsteczek świecących. Trudniejsze do dyskusji są pasma ciągłe, występujące również w widmie rtęci. W pracach tych otrzymano nowe widma wo-

dorku rtęci, cząsteczek rtęci Hg_2 , oraz zbadano warunki powstawania różnych widm.

W analogiczny sposób badano (A. Jabłoński i inni) widma fluorescencji niektórych barwików, zjawisko świecenia zapóźnionego w powietrzu, wreszcia widmo cząsteczkowe wodoru (W. Kapuściński w pracowni Ornsteina w Utrechcie).

Parę prac z dziedziny optyki pochodzi z Wilna, mianowicie badania prof. W. Dziewulskiego nad zjawiskiem skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła, odbitego od lusterek z metali ferromagnetycznych, oraz pomiary dyspersji światła dla bromku metylu przy pomocy interferometru Jamina.

Z Uniwersytetu Warszawskiego pochodzi kilka prac z zakresu roentgenologii. Ciekawą nie tylko dla fizyków jest praca prof. S. Pieńkowskiego nad roentgenogramami drewna. Cienkie płytki drewniane były prześwietlane promieniami Roentgena w analogiczny sposób, jak kryształy przy metodzie Lauego. Otrzymane fotografie wykazały, że drewno zawiera obficie składniki krystaliczne. Jest to przedewszystkiem celuloza (już dawniejsze badania wykazały, że celulozie należy przypisać budowę krystaliczną). Obrazy roentgenograficzne drewna są różne zależnie od gatunku, twardości drewna i t. p., metoda ta może więc znaleźć zastosowanie przy badaniu wartości drewna pod względem technicznym.

I. Bobrowna badała metodą Debye'a i Scherrera solaryzowane emulsje fotograficzne, przy czem wyniki pracy potwierdziły hipotezę Eggerta i Noddacka, według której zarodzie wydzielonego podczas naświetlania srebra metalicznego odgrywają przy wywoływaniu rolę katalizatorów. Przy zbyt długim czasie naświetlania zachodzi koagulacja owych zarodki w większe ziarna o małej powierzchni katalitycznie czynnej; proces wywoływania zostaje więc zahamowany i następuje zjawisko solaryzacji.

Ciekawa praca A. Sołtana, wykonana w pracowni de Broglie'a w Paryżu, miała na celu pomiar długości fali dla najdłuższych promieni Roentgena przy pomocy siatki dyfrakcyjnej szklanej, jednak ustawionej nie jak zazwyczaj w optyce prostopadle do kierunku promieni, a niemal stycznie. Obserwuje się promienie odbite. Tą metodą można uzyskać rozszczepienie nawet tak krótkich fal, jak roentgenowskie. Dzięki

tej pracy, jako też pracom poprzednim Dauvilliera i innych, luka między promieniowaniem Roentgena, a promieniowaniem nadfioletowym została zapełniona.

Parę prac z zakresu radjologii zostało wykonanych przez prof. L. Wertensteina z Warszawy. Interesująca próba przyśpieszenia przemiany radioaktywnej toru na radjotor drogą bombardowania toru promieniami α -radonu i produktów jego rozpadu dała wyniki negatywne.

Wykonana w Paryżu w pracowni p. Curie praca C. Pawłowskiego miała na celu zbadanie naturalnych promieni H , otrzymanych z wodoru lub jego związków (parafiny) drogą bombardowania ich cząsteczkami α . Klasyczna metoda Wilsona uzyskiwania fotografii dróg cząsteczek została zmodyfikowana przez zastosowanie pary alkoholu zamiast pary wodnej.

Do zakresu badań nad elektronami i jonami należy najciekawszy bodaj z referatów, wygłoszonych na Zjeździe, referat S. Szczeniowskiego, pracującego w Warszawie w pracowni prof. Pieńkowskiego. Badał on doświadczalnie dyfrakcję elektronów przez kryształ w związku z owymi falami de Broglie, tak zaciekawiającymi obecnie fizyków teoretycznych. Metoda pracy była analogiczna do metody Bragga badania promieni Roentgena. Szczeniowski rzucał w próżni strumień elektronów, pochodzących z rozżarzonej taśmy wolframowej, na powierzchnię kryształu bizmutu. Elektrony, padające na bizmut, ulegały częściowo rozproszeniu, częściowo zaś selektywnemu odbiciu. Kryształ mógł być obracany w próżni, tak by odbite elektrony wpadały do również ruchomej puszki Faradaya, połączonej z elektrometrem. Kąty obrotu można było odczytać na odpowiednich podziałkach. Z czasu potrzebnego do odchylenia elektrometru o daną ilość działek można było mierzyć natężenie odbitego prądu elektronowego. Krzywa natężenia prądu, jako funkcji kąta padania, wykazywała pewne wygięcia, pochodzące od nakładania się odbicia selektywnego na rozproszone. To odbicie selektywne tłumaczymy w związku z falami de Broglie dyfrakcją elektronów, odbijających się od siatki krystalicznej, zupełnie analogicznie, jak przy dyfrakcji promieni Roentgena, odbitych od siatki kryształu przy metodzie Bragga. Znając stałą siatki krystalicznej użytego kryształu bizmutu, można

obliczyć długość fal de Broglie, zależną jeszcze od przyspieszenia nadanego elektronom dzięki przyłożonemu napięciu. Długość ta jest w doświadczeniach Szczeniowskiego rzędu 1 \AA i zgadza się w granicach błędu doświadczalnego z długością fali, wyliczoną na podstawie teorii.

Praca Szczeniowskiego jest zaledwie czwartą pracą doświadczalną, poświęconą falom de Broglie. Pierwsze doświadczalne potwierdzenie teorii de Broglie'a zawdzięczamy Davissonowi i Germerowi, którzy posługiwali się metodą analogiczną do metody Lauego. Praca ich została ogłoszona w grudniu ubiegłego roku w *Physical Review*. Dalsze prace ogłosili G. P. Thomson, a ostatnio E. Rupp, wykonane metodami, zbliżonymi do metody Debye'a i Scherrera. Jest to więc dziedzina bardzo świeża, wyniki dotychczas uzyskane były dość niepewne i potwierdzenie ich metodą odrębną przez Szczeniowskiego stanowi znaczny dorobek polskiej nauki, dowodzący, że dotrzymuje ona tempa nauce światowej.

Do dziedziny jonów i elektronów zaliczyć również trzeba pracę prof. St. Kalandyka z Poznania o emisji elektronów z rozżarzonego wolframu i platyny w atmosferze jodu, pracę prof. St. Ziemeckiego z Warszawy o luminescencji katodowej ciał stałych pod działaniem elektronów powolnych, wreszcie prace, wykonane we Lwowie w pracowni prof. Cz. Ręczyńskiego o mechanizmie łuku rtęciowego. J. Kawa badał rozkład spadku napięcia w łuku, mierząc ilość ciepła, wydzielanego na anodzie, ukształtowanej jako swego rodzaju kalorymetr. Przy danym natężeniu prądu energia wydzielana na anodzie będzie proporcjonalna do spadku napięcia. Zmieniając długość łuku i wprowadzając w ten sposób anodę w różne części łuku, można zbadać rozkład spadku napięcia w łuku rtęciowym. Okazało się, że dzięki t. zw. nabojom przestrzennym, t. j. chmurom elektronów, ewentualnie jonów, spadek napięcia ma w niektórych częściach łuku przeciwny kierunek, niż prąd. Mamy do czynienia z ujemnym polem elektrycznym. Prąd elektryczny utrzymuje się dzięki dyfuzji elektronów przeciw polu elektrycznemu.

Badania nad stałą dielektryczną prowadzono w Warszawie i Krakowie. Prof. M. Jeżewski z Krakowskiej Akademii Górniczej badał wpływ pola elektrycznego i magnetycznego

na stałą dielektryczną ciekłych kryształów. J. Roliński z Politechniki Warszawskiej przeprowadził pomiary stałej dielektrycznej mieszanin różnych cieczy organicznych celem zbadania ich asocjacji. Inni mierzyli stałą dielektryczną różnych emulsyj, ciekłej siarki i t. p.

Przy omawianiu programu następnego zjazdu wyłonił się projekt utworzenia osobnej sekcji fizyki technicznej. Zaczątek takiej sekcji można było dostrzec już na obecnym zjeździe. Zaliczyćby tu można było prócz niektórych wymienionych już referatów z roentgenologii jeszcze pracę W. Daniewskiego (Warszawa) o ozonizacji prądami wysokiej częstotliwości, pracę M. Łańcuckiego (Lwów) o sorbcji azotu w żarówkach wolframowych, J. Kawy (Lwów) o nowym prostym wakuumetrze. Możliwe więc jest dalsze rozszerzenie zainteresowania się tak ważną dziedziną fizyki technicznej, która zagranicą jest coraz intensywniej uprawiana.

Jak widać z zestawienia statystycznego, najmniej jest w Polsce prac z dziedziny fizyki teoretycznej. Referowana była praca prof. Cz. Białobrzeskiego z Warszawy o fluktuacjach emisji i absorbcji promieniowania oraz prace L. Infelda i W. Kuczera z zakresu teorii względności.

Na posiedzeniach osobno obradującej sekcji pedagogicznej wygłoszono kilka referatów o programach fizyki w szkołach średnich, przyczem uchwalono szereg wniosków, dotyczących zmian programu; poruszono szereg pedagogicznych zagadnień szczegółowych, jak nauczanie niektórych dziedzin fizyki, sposób prowadzenia ćwiczeń z fizyki i t. p. Wreszcie uchwalono zwrócić się do Ministerstwa W. R. i O. P. z szeregiem dezyderatów, odnoszących się do nauczania fizyki w szkołach średnich oraz do stanowisk nauczycieli w szkołach.

Z II. Zakładu Fizycznego Politechniki Lwowskiej.

25 Polska Bibliografia Przyrodnicza.

Prace z fizjologii zwierząt i zoologii są zestawione przez p. dr. Marję Młodzianowską-Dyrdowską, prace geologiczne — przez p. Olgę Pazdrową, geofizyczne — przez p. dr. E. Stenza.

Bakterjologia.

Gieszczykiewicz M. Sur la conservation des souches du Gonocoque. — C. R. Soc. Biol. XCVIII, 5 (1928), 388—389.

Grzymirska H. Z fizjologii bakterij wodorowych. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 6. (1928). (13) — (45), ryc. 4.

Karwacki L. Influence du temps sur la vitalité des cultures des bacilles acido-résistants. — C. R. Soc. Biol. XCIX, 28 (1928), 1150—1152.

Karwacki L. Mutation des bacilles tuberculeux en Streptothrix. — C. R. Soc. Biol. XCIX, 28 (1928) 1152—1155.

Karwacki L. Cultures de Streptothrix obtenues par ensemencement des produits pathologiques tuberculeux. — C. R. Soc. Biol. XCIX, 28 (1928), 1171—1173.

Karwacki L. A propos de certains caractères des cultures de Streptothrix obtenues par transformation des bacilles acido-résistants. — C. R. Soc. Biol. XCIX, 28 (1928) 1173—1174.

Legeżyński St. Deux cas d'infection humaine par le bacille de l'avortement épizootique de la vache (Bacille de Bang). — C. R. Soc. Biol. XCIX, 26 (1928) 1919—1920.

Niklewski Br. Zur Biologie der Stallmistkonservierung — Zentr. f. Bakt. Abt. II. Vol. 75 (1928). 206—213.

Botanika.

Dziubałtowski S. Étude phytosociologique du Massif de Ste Croix. I. Les forêts de la partie centrale de la chaîne principale et des montagnes: „Stawiana“ et „Miejska“. — Acta Soc. Bot. Pol. V. 5 (1928). [1]—[42], tabl. [1]—[7] i mapa.

Golińska J. Notes sur le rostre des siliques de Brassica oleacea. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 6 (1928). (6)—(12), ryc. 3.

Kaznowski K. Rośliny naczyniowe okolic Zawiercia. — Spr. Kom. Fiz. LXII (1928). 185—207.

Krzemieniewscy H. i S. Morfologia komórki miksobakteryj. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 6 (1928). (46)—90, ryc. 5—26, tabl. (1)—(3)

Kuleżyński S. Die Pflanzenassoziationen der Pieninen. — Bull. Acad. Polon. Année 1927 (1928). 57—203, ryc. 1—9, tabl. VII—X, 1 mapa w kolorach.

Lublinerówna K. Przyczynek do poznania wysokich torfowisk w Karpatach Wschodnich. — Sprawozd. Kom. Fiz. LXII (1929). 23—25.

Paczoski J. La végétation de la forêt de Białowieża. — Édition du Ministère de l'Agriculture. Série E. V-me Excursion Phytogéographique Internationale (V. I. P. E. 1928). Varsovie (1928). 1—87, ryc. 1—11, nadto 16 nienumerowanych, mapa 1.

Paszewski A. Pollenanalytische Untersuchung einiger Moore in Nordwest-Polen (Vorläufige Mitteilung). — Acta Soc. Bot. Polon. V. 4. (1928). 353—366, ryc. 33—37.

Pawłowski B. O kilku nowoodkrytych lub mało znanych roślinach polskich. — Spr. Kom. Fiz. LXII. (1928). 209—207, ryc. jedna bez numeru.

Piech K. Ueber die Entstehung der generativen Zelle bei *Scirpus uniglumis* Link durch „freie Zellbildung“. — Planta. VI. 1 (1928) 96—117, fig. 1—11, tab. I.

Skupleński F. X. Badania bio-cytologiczne nad *Didymium difforme*. Część pierwsza — Acta Soc. Bot. Polon. V. 3 (1928). 255—336, ryc. 20—32, tabl. XII—XVIII.

Starmach K. Występowanie stałego antocjanu w owocach *Decaisnea Fargesii* i *Fuchsia* sp. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 3 (1928). 246—254, ryc. 19.

Starmach K. Beitrag zur Kenntniss der Süßwasserfloridaen von Polen. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 4 (1928). 367—389, ryc. 38—41.

Starmach K. Spis sinic zebranych przez prof. Ignacego Króla w Tatrach. — Sprawozd. Kom. Fiz. LXII (1928). 7—19, tabl. I.

Szafer W. Statystyka kwiatów w zespołach roślinnych. — Spr. Kom. Fiz. LXII (1928). 81—91.

Szafran B. Zapiski bryologiczne z Tatr. — Spr. Kom. Fiz. LXII (1928). 181—184.

Szymkiewicz D. Sur la portée de la loi de Ludwig. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 4 (1928). 390—395.

Tołpa S. Z badań nad wysokogórkimi torfowiskami Czarnohory. — Acta Soc. Bot. Pol. V. 3 (1928). 221—245, ryc. 10—18.

Trela J. Torfowisko w Wolbromiu. — Acta Soc. Bot. Polon. V. 3 (1928). 337—351, tabl. XIX.

Fizjologia roślin.

Golińska J. Germination des semences de *Solanum lycopersicum* dans le fruit. — *Acta Soc. Bot. Polon.* V. 6 (1928) (1)—(5), ryc. 1—2.

Niklewski Br., Krause A. und Lemańczyk K. Zur Kenntniss der Aufnahmemechanik der Mineralbestandteile durch die Wurzeln der Pflanze. — *Jahrb. f. wiss. Bot.* Vol. 69 (1928) 101—108, 5 fig.

Fizjologia zwierząt.

Abramowicz L. et Biernacki A. Diagnostic du rhinosclérome par l'intradermoréaction. — *C. R. Soc. Biol.* XCIX. 28 (1928), 1160—1161.

Aleksandrowicz J. S. Sur la fonction des muscles intrinsèques de l'oeil des Céphalopodes. — *C. R. Soc. Biol.* XCIX, 28 (1928). 1161—1164.

Amsel, Rose. Sur le phénomène de l'agglutinabilité transmissible. — *C. R. Soc. Biol.* XCIX, 28 (1928), 1164—1166.

Bagiński S. Sur la détection histochimique de l'adrénaline — *Bull. d'Histol. Appl.* V. 3 (1928) 129—130.

Bogucki M. Badania nad przepuszczalnością błon oraz ciśnieniem osmotycznym jaj ryb łososiowatych. — *Acta Biol. Exp.* II. 2 (1928), 19—46.

Borysiewicz A. Contraction de la rate provoquée par l'injection d'adrénaline et comportement du sang splénique chez les animaux. — *C. R. Soc. Biol.* XCIX. 26 (1928). 931—934.

Chrząszczewski St. i Mozołowski Wl. Badania nad wzajemną zależnością powstawania kwasu mlekowego i amoniaku w mięśniach płazów. — *Acta Biol. Exp.* II. 3 (1928), 47—60.

Czubalski Fr. Zmiany chemizmu, stężenia jonów wodorowych i siły trawiennej soku trzustkowego, zależne od charakteru i siły bodźca fizjologicznego. — *Acta Biol. Exp.* II. 1, (1928). 1—17.

Dadlez J. et Koskowski W. Métabolisme des hydrates de carbone dans l'organisme et rythme respiratoire sous l'influence du bleu de méthylène dans la fièvre périphérique. — *C. R. Soc. Biol.* XCVIII. 2, (1928) 140—142.

Demant P. Stężenie elektrolitów w żółci pod wpływem blokady układu siateczkowo-nabłonkowego. — *Medycyna.* II. 26/27 (1928) 517—518.

Dmuchański A. Sur les purines extraites des muscles. — *C. R. Soc. Biol.* XCIX. 28, (1928), 1148—1149.

Eisenberg-Hamburg E. Badania porównawcze nad czynnością wodniczków kurczliwych u wymoczków pasorzytniczych z jelita grubego

zaby i u wymoczków słodkowodnych. Wpływ ciśnienia osmotycznego, elektrolitów i stężenia jonów wodorowych. — *Acta Biol. Exp.* II, 12, (1928) 317—338.

Filiński W. i Markert W. Wpływ kwasu octowego na wydzielanie żołądkowe. — *Medycyna*, II, 4 (1928) 76—81.

Franke M. Oedème expérimental, provoqué par injection intra-artérielle de solutions de diverses substances. — *C. R. Soc. Biol.* XCIX, 26, (1928), 927—928.

Franke M. La réserve alcaline du sang veineux dans la stase veineuse locale expérimentale et son rapport avec l'apparition de l'oedème chez les animaux. — *C. R. Soc. Biol.* XCIX, 26, (1928) 925—927.

Frendzel J. et Szymanowski Z. Recherches expérimentales sur la para-agglutination. *C. R. Soc. Biol.* XCIX, 28 (1928) 1149—1150.

Gnoiński M. Variations du niveau de la glycémie chez les chiens néphrectomisés sous l'influence du blocage du système réticulo-endothélial. — *C. R. Soc. Biol.* XCVIII, 1 (1928), 72—73.

Gnoiński H. Influence de l'insuline sur le taux du sucre sanguin chez les animaux néphrectomisés. — *C. R. Soc. Biol.* XCVIII, 10 (1928) 785—786.

Godlewski E. iun. Badania nad istotą podniety zjawisk regeneracyjnych i ich hamowaniem. — *Acta Biolog. Exper.* I, 1 (1928) 1—39.

Fizyka.

Dziedziaki M. O powstawaniu i widmie wodorku rtęci. — *Sprawozdania i Prace Polskiego Towarzystwa Fizycznego.* III, 3 (1928) 207—239, rys. 1—22, tabl. I—III.

Jabłoński A. O układzie pasm absorbcji w parze kadmu. — *Tamże.* III, 4 (1928). 357—366, ryc. 1—3, tabl. IV.

Jeżewski H. Badania nad widmami rtęci i wodoru w nadfiolecie. — *Tamże.* III, 4 (1918). 367—404, ryc. 1—7, tabl. V.

Jędrzejowski H. O zjawisku odwracania w działaniu promieni α na bioty. — *Tamże.* III, 4 (1928). 287—293.

Kalandyk S., Kozłowski L. i Tucholski T. Widma metali w eksplodujących gazach. — *Tamże.* III, 3 (1928). 241—255, ryc. 1—9.

Narkiewicz-Jodko K. Wzbudzanie par niektórych metali przez parę rtęci, dającą świecenie opóźnione. — *Tamże.* III, 3 (1928) 257—266, ryc. 1—2.

Piekara A. O stałej dielektrycznej emulsyj wody i rtęci w oleju. — *Tamże.* III, 4 (1928) 313—335, ryc. 1—8.

Piekara A. O zależności stałej dielektrycznej emulsyj rtęci w wazelinie od stopnia rozproszenia. — *Tamże.* III, 4 (1928) 337—355, ryc. 1—4.

Schmidtówna B. O nowej serii rezonansowej selenu. — Tamże. III. 3 (1928). 279—289, ryc. 1—2.

Szezeniowski S. O selektywnem odbiciu elektronów od kryształów. — Tamże. III. 4 (1928). 405—421, ryc. 1—2.

Wertenstein L. O otrzymywaniu czystego radonu. — Tamże III. 3 (1928). 267—277, ryc. 1.

Weysenhoff J. Komentarze do teorii względności I. — Tamże. III. 4 (1928). 295—311.

Genetyka.

Kaczkowski B. Recherches sur l'hérédité des isoagglutinines et des propriétés d'isoagglutination chez les brebis. — C. R. Soc. Biol. XCVIII. 5 (1928) 386—387.

Saks W. Dziedziczność dychawicy świszczącej. — Rozpr. Biolog. V, 1—4 (1927), 32—41.

Schuman J. Dziedziczenie barwy u gołębi tryerów. — Rozpr. Biolog. V. 1—4, (1927). 42—45.

Skalińska M. Études sur la stérilité partielle des hybrides du genre *Aquilegia*. — Verhandlungen des V Internationalen Kongresses für Vererbungswissenschaft, Berlin 1927 (1928). 1343—1372, fig. 1—42.

Geofizyka.

Arctowski H. O temperaturach wglębnych Borysławia. — Przemysł Naftowy, III (1928). 462—463.

Arctowski H. i Stenz E. Niezwykły opad pyłu w Polsce w dniach 26—28 kwietnia 1928 r. — Wszechświat, Ser. II, t. I (1928). 346—248.

Bonasiewicz B. Pył z deszczem w Polsce w dniach od 26 do 29 kwietnia 1928 r. — Wiad. Meteor. i Hydrogr. Nr. 4 (1928). 105—108.

Jantzen K. Dziesięciolecie obserwacji meteorologicznych (1918—1927) w Wilnie. — Biul. Obs. Astr. w Wilnie, II, Nr. 5. Prace T-wa Przyj. Nauk w Wilnie, Wyd. N. Mat. i Przyr., IV (1928). 1—37.

Lomnicki A. Sur le choix de la projection pour la carte du monde du millionième (Matériaux pour la discussion). — Odbitka z „Wiadomości Służby Geograficznej“ Warszawa (1918). 1—57.

Oleczak T. Stosunki klimatyczne Łysiny. Próba charakterystyki. — Rocznik Astr. Obs. Krak. V (1948). 43—51.

Pareński Al. Stosunek odpływu do opadu w klimacie wilgotnym o równomiernie rozłożonym opadzie. — Czas. Techn. 1927. 1—13.

Pareński Al. Zarys monografii rzeki Prypeci. — Czas. Techn. 1928. 1—27.

Rundo A. Finlandzki Instytut Talassologiczny i jego działalność. — Wiad. Meteor. i Hydrogr., Nr. 5. (1928). 135—139.

Vieweger T. Pomiary zawartości soli w wodach polskiego Bałtyku. — Spr. Kom. Fiz. LXII (1928). 1—6, ryc. jedna bez numeru.

Witkowski J. O pomiarach grawimetrycznych wogóle oraz o polskiej ekspedycji grawimetrycznej na Pomorze w r. 1926. — Rocznik Astr. Obs. Krak. V (1928). 74—80.

Geologia.

Bujalski A. Sprawozdania ze zdjęć geologicznych, wykonanych w r. 1927. — Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego Nr. 21 (1928). 5—10.

Cizancourt M. i H. de. Sprawozdania z badań wykonanych w r. 1927 na arkuszu Turka. — Tamże, 20—21.

Czarnocki J. O budowie zachodniej części fałdu Chęcińskiego. Tamże, str. 52—55.

Czarnocki J. Przegląd stratygrafji dewonu i karbonu dolnego (kulmu) w zachodniej i środkowej części gór Świętokrzyskich. — Tamże, 55—59.

Czarnocki J. Spostrzeżenia w zakresie tektoniki okolic Słupi Nowej. — Tamże, 60—61.

Czarnocki St. Ocena geologiczna państwowych terenów węglowych. — Tamże, 25—27.

Doktorowicz-Hrebnicki St. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 na arkuszu „Gołonóg” mapy Polskiego Zagłębia Węglowego w skali 1 : 25000. — Tamże 28—29.

Gaweł A. Sprawozdanie tymczasowe z badań geologicznych, wykonanych w lecie 1927 r. w okolicy Sanoka. — Tamże, 12—15.

Goblot H. Sprawozdanie z badań na arkuszach Brzostek i Dynów. — Tamże, 10—11.

Horwitz L. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 na arkuszu Ustrzyki Dolne. — Tamże, 24.

Horwitz L. Próba ujęcia geologii Jarmuty pod Szczawnicą. — Tamże; 38—39.

Horwitz L. i Małkowski S. Wyniki zdjęcia geologicznego w skali 1 : 10.000 góry Jarmuty pod Szczawnicą. — Tamże, 41—42.

Horwitz L. i Rabowski F. Sprawozdanie z badań geologicznych, związanych z rewizją arkuszy Nowy Targ i Szczawnica. — Tamże, 37—38.

Janczewski E. W. Sprawozdanie z badań grawimetrycznych wykonanych w r. 1927 w okolicach Kałusza. — Tamże, 49—50.

Kokoszyńska B. Sprawozdanie z badań nad cenomanem Podola. — Tamże, 44—46.

Krajewski St. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 w okolicy Zubrzycy (arkusz Turka). — Tamże, 15—20.

Lencewicz St. Dyluwjum i morfologia środkowego Powiśla. — Prace Pols. Inst. Geol. II, 2, (1927) str. 1—128, rys. 1—27, tabl. I—XI.

Makowski A. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 na arkuszu Wodzisław mapy 1:25.000. — Posiedzenia Naukowe P. I. G. Nr. 21 (1928), 29—31.

Makowski A. O niektórych analogiach w rozmieszczeniu przedmurza Alp i Karpat. — Tamże 31—32.

Makowski A. O reakcji ługu potasowego na niektóre węgle polskie. — Tamże 33—33.

Makowski St. Sprawozdanie z badań, wykonanych w r. 1927 na obszarze masywu krystalicznego Wołyńsko - Ukraińskiego. — Tamże, 35—36.

Małkowski St. O stosunku żył andezytowych do budowy geologicznej okolic Pienin. — Tamże, 40—41.

Obtułowicz J. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 na arkuszu Jasło. — Tamże, 21.

Opolski Z. Sprawozdanie z badań geologicznych na arkuszach Lisko i Wola Michałowa. — Tamże 15.

Rabowski F. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 na obszarze arkusza Przemyśl. — Tamże 22—24.

Rabowski F. Spostrzeżenia geologiczne w okolicach doliny Rewuczy na południe od Różomberku. — Tamże, 42—44.

Radziszewski P. Skład chemiczny granitu z Korea i granitytu z Ośnicha na Wołyniu. — Tamże 34—35.

Radziszewski P. Przyczynek do petrografii dolnego Kambru we wschodniej części gór Świętokrzyskich. — Tamże 48—49.

Rutkowski F. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 na arkuszu Bukowno. — Tamże 34.

Świdziński H. Sprawozdanie z badań prowadzonych w lecie r. 1927 na terenach solonośnych arkuszy Bolechów i Kałusz. — Tamże 22.

Tołwiński K. Sprawozdanie z robót, wykonanych w r. 1927. — Tamże, 1—5.

Tranier L. Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1927 na arkuszu Sanok. Tamże, 11—12.

Wołosowicz S. Utwory dyluwjalne i morfologia Pojezierza Suwalskiego. — Tamże, 50—52.

Zych Wł. Sprawozdanie z badań nad Old-Redem Podola, wykonanych w r. 1927. — Tamże, 44.

Prehistorja.

Maas W. Beziehungen zwischen ältester Besiedlung, Pflanzenverbreitung und Böden in Ostdeutschland und Polen. — Deutsche wissenschaftliche Zeitschrift für Polen. Heft 13. (Odbitka bez daty, str. 27 i 4 mapy nienumerowane).

Zoologja.

Anasiewiczówna Z. Rozwój wyrostka haczykowatego (*Processus uncinatus*) u kurczęcia i jego znaczenie. — Spraw. Pozn. Tow. Prz. Nauk. Nr. II za r. 1928, p. 1—2.

Blank-Weissberg St. Die Bekämpfung des Anophelismus in Polen im Jahre 1927. — Pismo Entom. IV, 3—4 (1928) 237—248, Tabl. VIII.

Chejfec M. Przebieg reorganizacji jądrowej u *Paramecium caudatum*. — Acta Biol. Exp. II, 6, (1928) 89—121.

Dyrdowska M. Przyczynek do zoogeografji mięczaków Polski. — Spraw. Kom. Fizj. P. A. U. LXIII, (1928), 201—203.

Grodziński Z. Układ naczyń krwionośnych śluzicy. (*Myxine glutinosa* L.). — Rozpr. P. A. U. Serja III, T. 25/26, 1928 (za rok 1925/26), 17—35, tabl. 1.

Heller J. Badania nad przeobrażeniem owadów. — Acta Biol. Exp. II, 10 (1928), 225—315.

Heinrich G. Beiträge zur Ichneumonidenfauna Polens. I Nachtrag. — Polskie Pismo entom. VI, 3—4, (1928), 249—250.

Hirschler J. Appareil de Golgi-vacuome au cours de la spermatogénèse chez *Macrothylacia rubi* L. (Lépidoptère). — C. R. Soc. XCVIII, 2 (1928), 145—146.

Hirschler J. Relations topographiques entre l'appareil de Golgi et le vacuome au cours de la spermatogénèse chez *Phalera bucephala* L. et *Dasychira selenitica* Esp. — C. R. Soc. Biol. Vol. 98 (1928) 494—495.

Hirschler J. Studien über die Plasmakomponenten an vital gefärbten männlichen Geschlechtszellen einiger Thierarten. — Zeitschrift f. wiss. Biol. Abt. B. Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikroskop. Anat. VII, 1 (1928) 62—82.

Hirschler J. Sur un composant plasmatique de *Proteromonas lacertae viridis* Grassi (Flagellés) — C. R. Soc. Biol. XCVIII, 13 (1928), 1101—1102.

Hirschler J. et Hirschlerowa Z. L'appareil de Golgi et le vacuome dans une certaine catégorie de cellules somatiques, chez la larve de *Phryganea grandis* L. (Trichoptera) — C. R. Soc. Biol. XCVIII, 13, (1928) 1099—1100.

Hirschler J. et Monné L. Comportement de l'idiosome au cours de la spermatogénèse chez le Lapin. (*Lepus cuniculus*). — C. R. Soc. Biol. XCVIII, 13, (1928), 1102—1104.

Jaczewski T. Bemerkungen über die geographische Verbreitung der Corixiden. — Prace Państw. Muz. Zool., VII. 1 (1928), 45—67.

Jakubski A. Rotatoria-Wrotki. Gastrotricha-Brzuchomeški. Wyd. II. Podręczn. do zbier. i konserw. zwierząt, zes. 3 (1928) 1—50.

Kalicka-Fijałkowska J. Rozwój zarodkowy czerwca polskiego (*Margarodes polonicus* Ckll.). — Spr. Pozn. Tow. Prz. Nauk za r. 1928 N. II, p. 1—2.

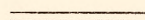
Kéler S. Fossile Borkenkäfer und Bemerkungen über die Phylogenie der Gruppe. — Pol. Pismo Entom. VI. 3—4, (1928), 216—236.

Kulmatycki Wł. i Mieszkowski J. Kilka uwag w sprawie pstrąga tęczowego i stalowego. — Rozpr. Biolog. V, 1—4, (1927) 186—199.

Kuntze R. Przyczynek do znajomości fauny Halticinów (Coleoptera) południowo-wschodniej Polski. — Rozpr. i Wiadom. z Muz. im. Dziedusz. T. X, (1928), 87—99.

Lubiec-Niezabitowski E. Ginące zwierzęta w Polsce i potrzeba ich ochrony. — Roczn. Nauk Roln. i Leśn. T. XIX, (1928), 1—11.

Lubiec-Niezabitowski E. Interglacja w Szelażu pod Poznaniem. Cz. II. Fauna pokładów drugiego okresu międzylodowcowego w Szelażu. — Spr. Kom. Fizj. P. A. U. LXIII (1928) 51—70.



Spis czasopism

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

Zestawił

Dr. ZDZISŁAW PAZDRO

bibliotekarz T-wa.

Stan z dnia 15 listopada 1928.

Przy każdym czasopiśmie jest wskazany tom, względnie rok, od którego zaczyna się serja posiadana przez Towarzystwo. Pierwszy spis, obejmujący 380 tytułów, opublikowany był w zeszycie II br. W tym spisie podajemy tylko te nowe czasopisma, które wpłynęły do naszej Biblioteki w okresie od 1 lutego do 15 listopada br. Obejmuje 114 tytułów. Wszelkie wiadomości o Bibliotece i jej rozwoju podawane są w oficjalnych protokołach z posiedzeń Zarządu Głównego i Walnych Zebrań.

Acta Academiae Aboensis (Åbo). 1927.

Acta et Comentationes Universitatis Dorpatensis (Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli Toimetused) A — II.

Acta Geografica (Geografiska Sällskapet i Finland — Helsinki) I. 1927.

Acta Universitatis Lundensis (Lunds Universitets Årsskrift — Lund). 1927.

Annales de la Société Géologique de Belgique (Liège). 50. 1926.

Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici (A Magyar Nemzeti Múzeum Természettudományi Osztályának Folyóirata). Budapest. 1927.

Annual (the) Report of the Agricultural and Horticultural Research Station — Long Ashton — Bristol. 1927.

Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution. Washington. 1927.

Annual Report of the Director of Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College — Cambridge. 1927.

Anuario do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio — Rio de Janeiro. 1928.

Anuario — Universidad Nacional de la Plata. Publicaciones de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas. Nr. 18.

Archives Néerlandaises de Physiologie de l'Homme et des Animaux. (Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen — Haarlem) XIII. — 1928.

- Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles. (Hollandische Maatschappij der Wetenschappen — Haarlem). 1927.
- Archives du Musée Teyler — Haarlem. V. 1922.
- Årsmelding frå Norges Landbrugshiskole — Aas. 1927.
- Antropologia, rocznik Kabinetu Antropologii im. F. Wołka — Kiew. 1927.
- Australian (the) Journal of Experimental Biology and Medical Science. (wyd. University of Adelaide). I.
- Bautzener Geschichtshefte — Abhandlungen und Berichte der Gesellschaft für Vorgeschichte und Geschichte der Oberlausitz zu Bautzen. VI. 1928.
- Beihefte zu den Jahresberichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover. I. 1928.
- Bergens Museum Årbok — Bergen. 1927.
- Bergens Museums Årsberetning — Bergen. 1927.
- Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora — München. XIX. 1927.
- Berichte der Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereines in Innsbruck 1927.
- Biological Reviews and Biological Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. I.
- Buletyn Sekcji Sanitarnej Towarzystwa Wiedzy Lekarskiej — Warszawa. I. 1928.
- Boletín de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. V. 1928.
- Brooklyn (the) Museum Quaterly. XIV. 1927.
- Bulletin de la Société Portugaise des Sciences Naturelles — Lisboa. 1927.
- Bulletin de la Station Biologique d'Arcachon — Bordeaux. 1927.
- Bulletin des Institufions Royales d'Histoire Naturelle à Sophia. I.
- Bulletin Hydrographique — (wyd. Conseil Permanent International pour l'Exploration de la mer — Copenhague). 1927.
- Bulletin International — Classe des Sciences Mathématiques, Naturelles et de la Medicine — (Česká Akademie Věd a Umění — Praha). 1916.
- Bulletin of Agricultural Experiment Station — West Virginia University — Morgantown. Nr. 208. 1927.
- Bulletin of the Geological Institution of the University of Uppsala. XVIII. 1922.
- Bulletin of the Geological Survey of Tasmania — Hobart. Nr. 38.
- Bulletin of the University of Kansas. Science Bulletin — Lawrence. 1927.
- Bulletin — School of Forestry — Yale University — New Haven. Nr. 31. 1928.
- Bulletin Statistique des Pêches Maritimes des Pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe. (wyd. Conseil Permanent International pour l'Exploration de la mer — Copenhague). XVI. 1926.
- Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. 1927.
- Comentari dell'Ateneo di Brescia. 1922.
- Comentationes biologicae — Societas Scientiarum Fennica — Helsingfors. 1926.
- Comentationes physico-mathematicae — Societas Scientiarum Fennica — Helsingfors. 1926.

- Contribution al Estudio de las Ciencias Físicas y Matemáticas (wyd. Universidad Nacional de la Plata). 1927.
- Contributions from the Zoological Laboratories of the University of Rangoon.
- Correlated Investigations in the Basic Sciences. — University of Cincinnati — Institute of Scientific Research. IV. 1928.
- Dokłady Akademji Nauk Sojuza Sowieckich Socjalistycznych Republik. (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S. — Leningrad). 1926.
- Fauna de Catalunya — Publications de l'Institut d'Eustudis Catalans — Barcelona. 1926.
- Geografisk Tidsskrift udgivet af Bestyrelsen for det Kongelige Danske Geografiske Selskab — Kobenhavn. 1928.
- Geographical Review, published by the American Geographical Society of New York. 1922.
- Glasnik Etnografskog Muzeja u Beogradu. (Bulletin du Musée Ethnographique de Belgrade). I. 1926.
- Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles Handlingar — Göteborg. XXX.
- Izwestija na Carskim Prirodnaučni Instytutu w' Sofija. I.
- Izwestija Otdela Prikladnoj Entomologii — Leningrad. 1926.
- Jahresbericht der Schliesischen Gesellschaft für Vaterländischen Cultur — Breslau. 1926.
- Japanese Journal of Astronomy and Geophysics — Transactions and Abstracts (wyd. National Research Council of Japan — Tokyo). VI. 1928.
- Japanese Journal of Zoölogy — Transactions and Abstracts (wyd. National Research Council of Japan — Tokyo).
- Komunikat Biblioteki Oficerskiej Szkoły Sanitarnej — Warszawa. I. 1928.
- Lavori eseguiti nell' Instituto di Zoologia, Anatomia e Fisiologia comparate dell R. Università di Siena. 1926.
- Leopoldina — Berichte der Kaiserlich Deutschen Akademie der Wissenschaften — Halle a/S. I. 1926.
- Loodusuurijate Seltsi Looduskaitse Sektsiooni toim — Tartu. Nr. 1. 1927.
- Lud, organ Polskiego Towarzystwa Etnologicznego (wyd. Polskie Towarzystwo Ludoznawcze we Lwowie). Serja II. Tom I.
- Lunds Universitets Årskrift — patrz Acta Universitatis Lundensis.
- Malpighia, ressegna mensile di botanicā — Palermo. 1926.
- Memoirs of the Boston Society of Natural History. VIII. 1927.
- Memoirs of the College of Science — Kyoto Imperial University. S. B. 1927.
- Memoirs of the Queensland Museum — Brisbane. 1927.
- Memorias del Instituto Geologico de Espana — Madrid. 1928.
- Memorias del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. Seria Geologica. I. 1928.
- Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. XX. 1928.

- Memorias do Museu Bocage — Lisboa. 1926.
- Memòries — Institut d'Estudis Catalans — Barcelona. I. 1927.
- Meldinger frå Norges Landbrugshiskole Aas. 1927.
- Mitteilungen aus d. Kgl. Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia. I.
- Mitteilungen der Geographisch-Ethnologischen Gesellschaft in Basel. II. 1926.
- Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg. 1926.
- Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark-Graz. 61. 1925.
- Monografiji Wołżskoj Biologiczeskoj Stanciji — Saratow. Nr. 3. 1928.
- Naturhistorisches Museum der Stadt Bern. 1927.
- Naturwissenschaftliche Zeitschrift „Lotos“ — Praha. 70. 1922.
- Naukowi Zapiski po Biologii. (Scientific magazine of biology — wyd. Charkowskoje Obszczestwo Ispytatelej Prirody). 1926.
- Naucznyje Izwiestija Smolenskoho Gosudarstwennoho Uniwersiteta — Smoleńsk — 1925.
- Occasional Papers of the Boston Society of Natural History. V. 1921.
- Pamiętnik Instytutu Bałtyckiego — Toruń. I. 1928.
- Philippine (the) Journal of Science. — Bureau of Science — Manila. XXXVI. 1928.
- Pebut, periodycznyj organ Wseukraińskoho Etnograficznoho Towaristwa (Zeitschrift des Vereins für Ethnographie, Kyjiv). I. 1928.
- Prace Zakładu Zoologicznego Uniwersytetu Stefana Batorego w Wilnie. Nr. 1. 1923.
- Praktyka Lekarska (dodatek do Polskiej Gazety Lekarskiej — Lwów). I. 1927.
- Pravěk, list pro praehistorickou archaeologii a anthropologii (Orgán Moravského Arcaeologického Klubu). 1926.
- Proceedings of the Boston Society of Natural History. XXXVIII. 1925.
- Proceedings of the Cambridge Philosophical Society — Biological Sciences. I. 1925.
- Proceedings of the Royal Society of Victoria — Melbourne. XL.
- Przegląd archeologiczny, czasopismo poświęcone archeologii przedhistorycznej i numizmatyce średniowiecznej, organ Polskiego Towarzystwa Prehistorycznego i Komisji Archeologicznej Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Poznaniu. II. 1924.
- Rapports et procès-verbaux des réunions. — Conseil Permanent International pour l'Éxploration de la mer. — Copenhagen. XLVII.
- Scientific Publications of the Cleveland Museum of Natural History. I. 1928.
- Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlich-ärztlichen Section — Ukrainische Sevčenko Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg.
- Société des Sciences, Lettres, Arts et Études Régionales de Bayonne. 1927.
- Universo, rivista mensile dell'Instituto Geografico Militare — Firenze 1928.
- Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Botánica. Madrid. 1927.

- Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Geológica. Madrid. 1927.
- Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Zoológica. Madrid. 1927.
- Transactions of the Natural History Society of Northumberland, Durham and New-Castle-Upon Tyne. — New-Castle-upon-Tyne. 1927.
- Tromsøe Museum Årsberetning. 1927.
- Tromsøe Museums Årshefter. 1927.
- Tromsøe Museums Skrifter. 1927.
- Trudy Antropologiczeskoho Nauczno-Issledowatelskoho Instytutu Moskowskoho Gosudarstwennoho Uniwersyteta (Arbeiten der Antropologischen Forschungs-Instituts der Universität — Moskwa). 1926.
- Trudy Charkiwskoho Towaristwa Doslidnikow Prirody (Travaux de la Société des Naturalistes de Kharkow).
- Trudy Nauczno-Issledowatelskoho Instytutu Zoologii — Moskwa. 1927.
- Trudy Obszczestwa Estestwoispytatelej pri Kazanskom Gosudarstwennom Uniwersytetie. — Kazań. L. 1925.
- Trudy Obszczestwa Uzuczennija Mandžurskoho Kraja (Annals of the Manchuria Research Society — Charbin) I.
- Trudy Sjezda Zoologow, Anatomow i Histologow S. S. S. R. — Moskwa. 1927.
- Trudy Smolenskoho Obszczestwa Estestwospitatelej i Wraczej — Smoleńsk I.
- Zbirnik Fizjograficznej Komisji Naukowoho Towaristwa im. Szewczenki u Lwowi.
- Z otchłani wieków, pismo poświęcone pradziejom Polski (wyd. Muzeum Wielkopolskie — Poznań). I. 1926.
-

O poziom naszych książek popularno-naukowych.

(Z powodu „Zasad biologii ogólnej“ dra J. Dembowskiego).

Obszerna odpowiedź dra J. Dembowskiego na moją recenzję¹⁾ jego książki zmusza mię do podjęcia dyskusji co do niektórych spraw ogólniejszej natury. Odpowiedź ta odsłania przed nami przede wszystkim smutne zjawisko społecznej natury, na którego tle powstało nieporozumienie recenzenta z autorem. Dr. Dembowski przyznaje, że tytuł książki nie odpowiada treści. Wydawca zmusza autora do zmiany tytułu, autor zgadza się na to, poważne Towarzystwo Pedagogiczne daje swą firmę, cała zaś tranzakcja wprowadza w błąd czytelnika, prawdopodobnie studenta lub pedagoga, który zamiast podręcznika biologii ogólnej, jak mógł mniemać z tytułu, otrzymuje subiektywne rozważania teoretyczne na ten temat. Idąc tą drogą, możnaby jeszcze wzorem jednego z wydawców nalepić kartkę „tylko dla dorosłych!“, aby zwiększyć nietyle poczytność, ile pokupność książki.

Mając na uwadze, że jest to 1-y numer Biblioteki Polskiego Przyrodniczego Towarzystwa Pedagogicznego, oceniałem tę książkę przede wszystkim z pedagogicznego punktu widzenia.

Dlatego też nie traktowałem autora jak delikwenta, nie odważałem na subtelnej wadze zalet i wad jego dzieła, lecz chodziło mi przede wszystkim o czytelnika: o krótkie poinformowanie jego o treści (do obszerniejszego streszczenia książka się nie nadaje), o sposobie przedstawienia rzeczy, a zarazem ostrzeżenia go w tych wypadkach, gdy indywidualne poglądy autora nie są w zgodzie z powszechnie przyjętymi teorjami, czego ilustracją było między innymi przytoczone przeze mnie zdanie prof. O. L. Mohra, będące zarazem zdaniem redakcji poważnego czasopisma naukowego o pewnej stronie rozważań dra J. Dembowskiego.

W dziale, który jest mi bliższy, starałem się poprawić pewne błędy tak, że książka dzięki tym poprawkom zyskała tylko na wartości; moja korekta uchronić może niejednego czytelnika-studenta, czerpiącego

¹⁾ Patrz Kosmos. Ser. B. 1928, zes. II, str. 246—248 i zes. III, str. 369—372.

wiedzę z tego dzieła, od nieporozumień z profesorem na egzaminie i jest tylko wyrazem dążenia do ścisłości naukowej.

Źle usposabia dla książki wstęp autora, gdzie znajdujemy przyganę dla wiedzy i erudycji oraz pochwałę naiwności, a że naiwność ludzka jest bezdenna, po takim wstępie, gdzie naiwność została postawiona na piedestale, możnaby oczekiwać najbardziej dziwacznych poglądów. Chociażby one najbardziej odskakiwały od przyjętych w nauce, przeczyły faktom i eksperymentom, zawsze znalazłyby usprawiedliwienie w poglądach zasadniczych autora wyrażonych we wstępie. Trzeba jednak przyznać drowi Dembowskemu, że z praw, jakie daje mu wstęp, skorzystał tylko w słabym stopniu. Kto jednakże pod flagą „naiwności“ żegluję po morzu nauki, niechże się nie zżyma, gdy sumienni obserwatorowie życia notują zjawienie się tej nowej nieznannej dotąd bandery na naszym widnokrzęgu.

Nie wszystkie wyjaśnienia z odpowiedzi dra Dembowskiego trafiają mi do przekonania. Przyznaję, że autor w książce swojej przeprowadza granicę między biologią ogólną, a fizjologią i morfologią, jednakże definicja jest nieodpowiednia. Każdy rozumie, że fizjologia jest nauką o czynnościach, morfologia zaś nauką o kształtach. Jeżeli więc autor definiuje biologię ogólną jako „naukę o czynnościach ustrojów“ pod pewnym kątem widzenia, to logiczny wniosek z tej definicji wypływa, że jest to pewien specjalny dział fizjologii i że nauka ta nie interesuje się zagadnieniami morfologii. Niewłaściwa definicja stoi tu w rażącej sprzeczności z treścią, jaką autor nadaje pojęciu biologii ogólnej.

Autor uważa za zaletę, że nigdzie nie cytuje siebie, aczkolwiek niektóre rozdziały są oparte na jego własnych badaniach. Moim zdaniem, tego rodzaju skromność w książkach ogólnego charakteru jest nie na miejscu: czytelnik powinien wiedzieć, co jest dorobkiem wiedzy społecznej, a co hipotezą autora, co jest już znaną i uznaną teorią, a co spostrzeżeniem nowem, chyba że autor z góry kwituje z ambicji posiadania czytelników krytycznych.

Swoisty pogląd na nasiona, niezgodny ze społecznym stanem wiedzy, dr. Dembowski czerpie z własnej definicji życia. Czy nie lepiej będzie spór ten, jak na społecznych biologów przystało, rozstrzygnąć eksperymentalnie? Skoro dr. Dembowski twierdzi, że suche, nieżywe nasiona mogą wydać żywą rośliną i że to jest właśnie dowodem powstawania życia z materji martwej, to chętnie mu służę całym zapasem starych, rzeczywiście nieżywych, t. j. niezdolnych do kiełkowania, nasion z kolekcji Ogrodu Botanicznego, a jeśli on zdoła je ożywić, wówczas wszyscy botanicy przyznają mu rację.

Co się tyczy sposobu traktowania zagadnienia dziedziczności, to bez względu na to, jaki będzie tytuł książki, czy taki jak obecnie, czy „Biologia teoretyczna“, jak początkowo zamysłał autor, nie wolno w wieku XX w książce o charakterze podręcznika pisać o tem zagadnieniu, ignorując cały nowoczesny kierunek tego działu, jakim jest

mendelizm. To szacowne towarzystwo, w którym autor dobrze się czuje, tem się różni od autora, że wszyscy ci uczeni, których on wymienia, pisząc o dziedziczności, brali pod uwagę wszystko to, co pisali ich poprzednicy i, krytykując ich, mieli szacunek dla ich wysiłków; Hugo De Vries np. był między innymi odkrywcą dzieł Mendla, twórcy tego „wstecznego“ w nauce kierunku, jak się o nim wyraża dr. Dembowski. Znajdując zgodność w pewnych poglądach, autor powołuje się na zdanie Heriberta Nilssona, a przecież jest to również jeden z tych, którzy, pracując na gruncie mendelizmu, „cofali naukę wstecz“.

Tak samo trudno jest pogodzić się z lapidarnym zdaniem, że teoria komórkowa została obalona, gdyż uległa ona tylko licznym korektywom, lecz nic nowego nie możemy jej przeciwstawić. Tak samo możnaby powiedzieć, że pojęcie o komórce zostało obalone, gdyż dzisiejsze pojęcie nie odpowiada treści, jaką wkładali w to pierwsi jej odkrywcy. Przypomina to nieraz rozlegające się na łamach prasy codziennej wykrzykniki: „teoria ewolucji została obalona!“, lub „darwinizm został obalony!“, gdy się zjawi jakaś nowa praca krytyczna w tej dziedzinie, chociażby autorzy jej nie mieli zamiaru nic obalać, lecz rozwijać nieraz dalej myśl swych poprzedników.

Tymczasem mniej krytycznie wyrobiony czytelnik, ten, co tylko „słuchać pragnie“, o jakiego chodzi właśnie drowi Dembowskiemu, po przeczytaniu zdania, że „problem dziedziczności nie stanowi jakiegokolwiek samodzielnego zagadnienia“, w związku z negatywnym stosunkiem autora do mendelizmu, dla którego w „biologii teoretycznej“ nie ma miejsca, a który gdzieindziej otrzymał piętno kierunku wstecznego, a więc szkodliwego dla rozwoju nauki, może powziąć tylko negatywne, błędne pojęcie o całej genetyce.

Niema takiego zagadnienia w biologji, któreby nie zazębiało się o szereg innych; tak samo i całe jej działy są w ścisłym związku z innymi; tak samo możnaby powiedzieć, że i cała biologia ogólna „nie stanowi jakiegokolwiek samodzielnego zagadnienia“, gdyż łączy się z szeregiem innych nauk, co nie przeszkadza jednak autorowi do traktowania tego działu jako samodzielnego i walczenia o jego samodzielność.

W objaśnieniu zjawisk zapłodnienia u skrętnicy (*Spirogyra*), popełniwszy oczywisty „lapsus“ w twierdzeniu, że „udział obu komórek w akcie zapłodnienia jest jednakowy“, dr. Dembowski obecnie, chcąc się usprawiedliwić, popełnia błąd ogólniejszej natury. Sprzeniewierza się własnej definicji biologji, zwracając uwagę li tylko na kształt, nie na czynność, zaprzecza w ten sposób możliwości istnienia ras fizjologicznych, znanych nam dobrze u grzybów. Gdybyśmy jego zasadę chcieli zastosować w bakterjologii, wówczas, rozpatrując tylko kształt komórek, musielibyśmy uznać, że nie są one zróżnicowane, co jednak doskonale daje się spostrzec, gdy badamy czynności i zachowanie się tych komórek w hodowlach czystych.

Szanuję wiarę dra J. Dembowskiego w jego „substancję twórczą“, przypominającą mocno „entelechję“ H. Driescha, aczkolwiek bar-

dziej materialnie pojęta, trudno mi jednak uwierzyć, że ta substancja „może oddać nauce nieocenione usługi“. W zastosowaniu do organizmów żywych wyraz „twórczy“ o znaczeniu bardzo elastycznym może tylko oznaczać właściwości wytwarzania całości lub części organizmu, a więc właściwości związane z życiem, jak zdolność pobierania i asymilacji pokarmów, wzrostu, rozmnażania i pobudliwości. Treść więc owej „płodnej“ hipotezy dra J. Dembowskiego sprowadza się do tego, że organizmy żywe posiadają substancję żywą.

Z szeregiem indywidualnych poglądów naukowych autora można się spierać, można uznawać je lub nie, można dzielić jego wiarę lub nie, lecz jedno każdy musi przyznać, że książka popularno-naukowa winna być wolna od elementarnych błędów faktycznych. Zmuszony do oceny tego rodzaju wydawnictw dla „Poradnika dla samouków“, z ubolewaniem musiałem stwierdzić naogół niski ich poziom u nas.

Tymczasem od poważnego twórczego badacza naukowego, w dodatku obdarzonego wybitnym talentem popularyzatorskim, jakim jest dr. J. Dembowski, można mieć większe wymagania. Jeżeli ktoś przyznaje się do powinowactwa duchowego z O. Hertwigiem, to powinien mieć ambicję dorównania mu chociażby w ścisłości i poprawności naukowej. Tymczasem w omawianej książce z 6-u ustępów wziętych z botaniki — 5 jest z błędami elementarnej natury.

Że tego rodzaju przykład jest zaraźliwy, najlepiej świadczy nagrodzony na konkursie artykuł niejakiego dra Jana Dembińskiego p. t. „Powszechne prawo rozwoju“ (Naokoło Świata. Nr. 45. Warszawa. Styceń 1928. Gebethner i Wolff. Str. 153—170).

Sfera zainteresowań, talent popularyzatorski i styl wskazują, że autor wzoruje się na drze J. Dembowskiem, jednocześnie zdradzając tę samą niechęć do poprawności w botanice i specjalną idiosynkrazję do nieszczęsnej rodziny *Crassulaceae*. Na str. 164 autor mówi o jakiejś roślinie „gruboszu“; z łacińskiej nazwy „*Sedum*“ dowiadujemy się, że ma to być rozchodnik, jakgdyby mozolna i krytyczna praca prof. J. Rostafińskiego nad słownictwem rodzajów roślin, obowiązująca botaników i biologów wogóle, nie dotyczyła biologów ogólnych. Rzut oka jednak na rys. 10 na str. 168 i treść wzmianki przekonywa nas, że mowa tu o doświadczeniach Brennera nad inną rośliną z tej samej rodziny, a mianowicie nad rojnikiem (*Sempervivum*).

Ktoś pochopny do tworzenia „naiwnych“ hipotez, jak to zaleca dr. J. Dembowski, mógłby na zasadzie zgodności błędów przypuścić, że „Dembiński“ jest pseudonimem dra J. Dembowskiego, ja jednak gotów jestem raczej przyjąć, że ta przypadkowa zgodność wynika z jednakowego poziomu prac, z jednakowego traktowania czytelnika i przedmiotu przez obydwu autorów.

Jeżeliby ktoś z botaników, pisząc dziełko popularno-naukowe nazwał pluskwę zwierzęciem ssącym (jak dr. J. Dembowski zaliczył „*Bryophyllum*“ do glonów) lub nie odróżniał lwa od tygrysa, pluskwy od karalucha (tak jak dr. J. Dembiński nie odróżnia pospolitych ro-

dzajów naszych roślin), to jak należałoby nazwać taki stosunek do czytelnika i przedmiotu?

Ponieważ dr. Dem b o w s k i nie lubi w krytykach naukowych nazywania rzeczy po imieniu, pozostawiam to do jego uznania.

Porównyując swą książkę do gmachu, a moją recenzję do krytyki „ornamentów“, autor zapomina, że ja właśnie wskazałem, że architekt współ z przedsiębiorcą nadali temu gmachowi fasadę niezgodną z jego przeznaczeniem, wprowadzając w błąd publiczność i maskując charakter samego gmachu, że zajrzałem do wnętrza i nie wszystko znalazłem tam w porządku, a co się tyczy swoistych „ornamentów“, to życzyłoby należało, żeby tego rodzaju „ornamentów“, na gmachach naszej kultury naukowej wcale nie było.

Bolesław Hryniewiecki.

Komunikat.

Z dniem 1 stycznia 1929 roku miesięcznik „Przemysł Chemiczny“, będący organem Chemicznego Instytutu Badawczego, i „Wiadomości Przemysłu Chemicznego“, będące organem Związku Przemysłu Chemicznego w Polsce, łączą się we wspólne wydawnictwo, zmieniając jednocześnie format, stosownie do przepisów Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, i wydawane będą w formacie A. 4 (210 × 297 mm.).

Tak połączone czasopisma ukazywać się będą dwa razy na miesiąc, zawierając w swej treści artykuły oryginalne, opisy ostatnich wynalazków, najnowsze metody fabrykacji produktów chemicznych oraz informacje, dotyczące całokształtu życia gospodarczego kraju.

Szczególną uwagę będzie się zwracało na dział gospodarczy, którego dotąd „Przemysł Chemiczny“ nie posiadał, a który, omawiając sprawy przemysłu chemicznego w Polsce, stanie się bogatym źródłem, z którego czytelnicy będą niewątpliwie często korzystać.

Łączna administracja „Przemysłu Chemicznego“ i „Wiadomości Przemysłu Chemicznego“ mieści się w gmachu Chemicznego Instytutu Badawczego w Warszawie (Żoliborz, ul. Łączności, tel. 23—08).

PRZEWODNIKI I TERMOIZOLACJA

Wzrost temperatury w przewodniku zależy od jego przekroju i długości. Wzrost temperatury w izolacji zależy od jej grubości i rodzaju materiału. Wzrost temperatury w przewodniku zależy od jego przekroju i długości. Wzrost temperatury w izolacji zależy od jej grubości i rodzaju materiału.

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO
TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA.

WYCHODZI W DWU SERJACH PO 4 ZESZYTY ROCZNIE.
SERJA A. ROZPRAWY

Redaktor **Prof. Dr. Ignacy Zakrzewski**, ul. Jabłonowska 8.

SERJA B. PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH.

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

Komitet Redakcyjny:

Członkowie Zarządu Głównego T-wa zamieszkali we Lwowie.

Administracja Serji A. **Prof. Dr. F. Stroński**, Lwów, ul. Długosza 8.

„ „ B. **Prof. Dr. D. Szymkiewicz**, ul. Nabelaka 22.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Dla nieczłonków prenumerata w księgarniach (tylko Serja A).

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

Wkłádki członków T-wa przyjmują Skarbnicy Oddziałów:

Bydgoszcz, **Prof. R. Kwieciński**, ul. Zacisze 8.

Katowice, **Prof. Wł. Gębik**, 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. Koczwar**a.

Wychodzi raz na miesiąc z wyjątkiem lipca i sierpnia.

ADRES REDAKCJI:

Katowice, Wydział Oświecenia
Województwa Śląskiego.

ADRES ADMINISTRACJI:

Książnica-Atlas, Lwów, ul. Czarnieckiego 1. 12. P. K. O. 149.598.

Prenumerata roczna zł. 8.40. Członkowie Pol. Tow. Przyr. im. Kopernika 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.