№ 30 (1217). Warszawa, dnia 30 lipca 1905 r. Tom XXIV.

WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA".
W Warszawie: rocznie rub. 8, kwartalnie rub. 2.
Z przesyłką pocztową: rocznie rub. 10, półrocznie rub. 5.

Prenumerować można w Redakcyi Wszechświata i we wszystkich księgarniach w kraju i zagranicą.

Redaktor Wszechświata przyjmuje ze sprawami redakcyjnemi codziennie od godziny 6 do 8 wieczorem w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: MARSZAŁKOWSKA Nr. 118.

O STANIE TERMICZNYM POWIERZCHNI ZIEMI W ZWIĄZKU Z ZACHODZĄCEMI NA NIEJ ZJAWISKAMI GEOLOGICZNEMI [1]).

Przez Leonarda Jaczewskiego.

Przed dwudziestu przeszło laty, podczas badań geologicznych w prowincyi Zabajkalskiej, pierwszy raz bezpośrednio zapoznałem się z tak zwaną wiecznie zmarzniętą ziemią—wieczną zmarźliną [2]).

Zjawisko to przykuło do siebie moję uwagę i niejednokrotnie powracałem do jego badania.

Te objaśnienia, jakie w swoim czasie dać mogłem dla uchwycenia przyczyny istnienia wiecznie zmarzniętej ziemi, nie zadawalały mnie, zawsze krytyczny zmysł naukowy mówił mi, że przytaczanym zestawieniom teoretycznym dużo zarzucić można. Dopiero w roku 1903, zajmując się badaniem powstawania lodu na dnie rzek, natrafiłem na rozprawę T. L. Hoména, profesora w Helsingforsie, który stan termiczny zwierzchniej powierzchni ziemi wystudyował nieco inaczej, niż to robiono poprzednio.

W Finlandyi, ślicznej dla Finlandczyka, i dla każdego wykształconego człowieka krainie, aby żyć rozumnie, walczyć należy i z surową naturą. Jedną z plag rolnictwa Finlandyi są wczesne przymrozki. Już na początku sierpnia, a czasami i w lipcu niszczą one dojrzewające zboże. Finlandczycy, gdy spodziewają się w nocy przymrozku, rozpalają wielkie stosy drzewa, a rozścielający się nad polami dym chroni zboże od mrozu. Owe ogniska chronią jednakże zboże od mrozu nie swem ciepłem, lecz tylko dym zakrywając pola gęstą mgłą od jasnego nieba, nie pozwala ziemi przez promieniowanie wysyłać w przestworza wszechświata tego ciepła, jakie poprzednio, skutkiem działania słońca było nagromadzone w ziemi i jakie utrzymuje jej siłę wegetacyjną. Zmiany cieplikowego stanu ziemi pod wpływem insolacyi słońca i pod wpływem promieniowania podczas jasnych nocy, Homén wyraził nie w stopniach termometru, ale w bezwzględnych jednostkach cieplikowych, tak zwanych kaloryach.

Badania Hoména odkryły przede mną nowy zupełnie widnokrąg i wydało mi się, że wzajemny stosunek ilościowy insolacyi i pro-

[1]) Artykuł niniejszy jest niejako powtórzeniem dwu odczytow w sali Muzeum Przemysłu i Rolnictwa, wypowiedzianych w d. 11 i 13 kwietnia 1905 r. Odczyty nosiły zagłówek „Ciepło skorupy ziemskiej".

[2]) Niegdyś szanowny mój nauczyciel, p. W. Wróblewski, streszczając jednę z tu odnoszących się rozpraw moich we „Wszechświecie", użył wyrazu „zmarzlina". Wydaje mi się on urobionym zupełnie zgodnie z duchem naszego języka i dobrze charakteryzującym zjawisko.

mieniowania jako wypadkową dają nam istotny stan termiczny zwierzchniej części ziemi. Nie dość na tem, stopniowo doszedłem do wniosku, że i geologiczne życie ziemi, to wypadkowa działania na nią energii słońca.

Droga, jaką szedłem w swej pracy, a następnie i wnioski, do jakich ona mnie doprowadziła, oto temat naszych pogadanek.

I.

Uwagi ogólne.

Zasadnicze wyobrażenia o stanie termicznym powierzchni ziemi zostały sformułowane jeszcze w 1807 roku przez znakomitego uczonego francuzkiego Fouriera. Utrzymały się one w nauce bez zmiany do chwili obecnej. Według Fouriera zwierzchnia warstwa kuli ziemskiej otrzymuje ciepło z trzech źródeł. Przedewszystkiem rozpalone wnętrze ziemi, stygnąc stopniowo, oddaje powierzchni część swego ciepła. Następnie planety i gwiazdy rozrzucone w przestworze wszechświata nadsyłają ziemi część odrzucanego przez się ciepła. Nareszcie słońce wraz z promieniami światła daje ziemi i promienie ciepła. Na zasadzie odpowiednich doświadczeń obliczono, jakie ilości ciepła otrzymuje powierzchnia ziemi z trzech wymienionych źródeł.

Znakomity meteorolog wiedeński I. Hann twierdzi, że wnętrze ziemi daje rocznie powierzchni ziemi 54,2 gramokaloryi ciepła na centymetr kwadr. powierzchni.

Meteorolog amerykański Langley zajmował się obliczaniem ilości ciepła dostarczanego ziemi przez planety i gwiazdy. Ilość ta okazała się niezmiernie małą i wynosi zaledwie tysiączne części kaloryi gramowej na 1 cm^2 powierzchni. Słońce zato podług obliczeń Hanna pali ziemię, że się tak wyrażę z niezrównanie większem naprężeniem. Na równiku każdy centymetr kwadratowy powierzchni otrzymuje corocznie 481,750 gramkal. ciepła.

Ażeby uzmysłowić sobie te ilości ciepła jakie powierzchnia ziemi otrzymuje z różnych źródeł, najlepiej będzie pójść za przykładem meteorologa francuskiego Angota i obliczyć, jakie warstwy lodu byłoby w stanie stopić ciepło pochodzące z wnętrza ziemi i od słońca. Oczywiście, że o ciepło dostarczane przez ciała niebieskie, rozsiane w przestworzu wszechświata, kłopotać się nie mamy potrzeby.

Otóż, trzymając się wzoru Angota otrzymamy, że ta ilość ciepła, jaką ma podobno powierzchnia ziemi otrzymywać od jej wnętrza byłaby w możności roztopić warstwę lodu grubości 7,7 *mm*, natomiast ilość ciepła słonecznego na równiku może roztopić warstwę lodu grubości 65,67 *m*, t. j. nieomal dziesięć tysięcy razy większą. Już Fourier obliczył, że wewnętrzne ciepło ziemi byłoby w stanie podnieść temperaturę powierzchni ziemi zaledwie o $^1/_{30}$ °C. Z zestawień tych wypada, że stan cieplikowy, albo szerzej rzecz biorąc, termiczny stan powierzchni ziemi jest wypadkową działania promieni cieplikowych słońca.

Nieomal półtora wieku utrzymuje się w nauce wyobrażenie, że na niewielkiej głębokości od powierzchni ziemi istnieje wszędzie warstwa, posiadająca niezmienną w ciągu całego roku temperaturę, i że temperatura tej warstwy jest bardzo zbliżona do średniej rocznej temperatury powietrza danej miejscowości. Powiadają, że na temperaturze tej warstwy nie odbijają się wahania temperatury na powierzchni. Sądzą, że taka obojętna warstwa w okolicach równika leży niedaleko od powierzchni ziemi, a w miarę posuwania się ku biegunom, głębokość jej znajdowania się wzmaga się. Wyobrażają sobie zatem, że owa obojętna warstwa tworzy wewnątrz elipsoidy ziemi również elipsoidę, ale bardziej nieco spłaszczoną niż elipsoida ziemska.

Jednocześnie od dość dawna twierdzą, że ziemia w całej swej masie, względem ciepła nadsyłanego jej przez słońce znajduje się w stanie równowagi stacyonarnej, t. j. że w rocznym cyklu tyleż od słońca otrzymuje ciepła, ile traci go w ciągu tegoż okresu czasu.

Wszystkie wyłożone powyżej wyobrażenia o termicznym stanie ziemi powstały, jak już zaznaczyłem, bardzo dawno i że tak powiem ufortyfikowały się w nauce doskonale. Nikt nie kusi się zrobić w nich żadnego wyłomu, Dobrze nam i spokojnie z niemi.

Ależ uogólnienia nauki, to nie zbiór niewzruszonych pewników! Dość poruszyć jednę z podwalin jakiegoś uogólnienia, ażeby

zachwiała się równowaga ogniw całego ich łańcucha. Wyobrażenia o termicznym stanie ziemi powstały wtedy, kiedy nie był się jeszcze narodził Mayer, twórca teoryi mechanicznej ciepła, powstały one w zaraniu wiedzy geologicznej i meteorologicznej.

Sprobujmy się przekonać, czy w ciągu stulecia, jakie upłynęło od pierwszych prac Fouriera, wyobrażenia te nie zestarzały się, czy nie zasłużyły sobie na dobrze zasłużony spoczynek, czy nie czas już przesłać je do archiwów wiedzy.

Otóż trzymając się porządku historycznego rozpatrzmy się naprzód, jakie fakty pozytywne posiadamy co do temperatury głębin ziemi, co do temperatury powierzchni jej i co do temperatury zbiorników wody na ziemi.

II.

Zarys historyczny badań geotermicznych.

W roku 1827 dwaj uczeni, francuz Cordier i niemiec Muncke, niezależnie jeden od drugiego zestawili dane, jakie do czasu zaznaczonej daty były znane w kwestyi badania temperatury głębokich warstw ziemi. Podług Cordiera pierwsze obserwacye nad temperaturą głębin ziemi były dokonane jeszcze w połowie osiemnastego stulecia w kopalniach Giromagny we Francyi.

Cordier jednakże pierwszy wprowadził do badań nad temperaturą głębin ziemi i ścisłość obserwacyi i pierwiastek krytyki naukowej. Jego zatem należy nazwać twórcą geotermiki, t. j. działu wiedzy zajmującego się badaniem stosunków cieplikowych ziemi. Kto pierwszy użył terminu geotermika, powiedzieć nie umiem, czytając stare dzieła, na tę, że tak powiem lingwistyczną stronę kwestyi uwagi nie zwróciłem. W dniesięć lat po pracach wspomnianych wyżej autorów zjawia się obszerna i niezmiernie gruntowna praca Bischofa, twórcy chemii geologicznej. Bischof nietylko traktował kwestyę temperatury ziemi w całej jej rozciągłości, ale wprowadził nawet do niej i metodę doświadczalną. Topił on wielkie masy bazaltu, odlewał z nich kule i zapomocą termometrów obserwował ich stygnięcie.

Znaczenie badań nad temperaturą ziemi ocenił znakomity fizyk angielski, W. Thomson [1]) i za jego inicyatywą Stowarzyszenie Brytańskie postępu nauk wzięło je pod swoją opiekę. Od lat przeszło trzydziestu wydaje ono odpowiednie sprawozdania i mamy ich już dwadzieścia dwa.

Członek odpowiedniej komisyi w Stowarzyszeniu Brytańskiem, Prestwich, w 1885 roku, korzystając po części z prac komisyi ogłosił, można powiedzieć, pomnikową rozprawę, z której wszyscy korzystają do obecnej chwili. Prestwich zużytkował całkowicie materyał faktyczny do roku 1885, w rozmaity sposób go ugrupował i dał powiązania teoretyczne.

Rok 1896 dał nam ciekawą książkę Dunkera o cieple wnętrza ziemi. Dunkerowi przypadło w udziale zrobić pierwsze prawie dokładne pomiary temperatury ziemi w otworze wiertniczym w Sperenbergu. Metoda Dunkera była zupełnie nową i pomiary jego pozyskały poklask ogólny.

Ważnemi niezmiernie momentami w biegu historycznym badań geotermicznych były obserwacye dokonane przez Stapffa podczas budowy tunelu przez górę Ś-go Gottarda, a pozatem badania temperatury w kopalniach założonych na słynnej żyle w Comstock, dokonane przez amerykanina Beckera.

W tym krótkim zarysie pomijam imiona badaczów, na których później powoływać się będę. Nie robię tego dlatego, ażebym prac ich nie cenił, przeciwnie, znaczenie niektórych z nich wyświetli się w dalszej ocenie krytycznej, pomijam zaś ich wprost dlatego, ażeby nie przeciążać waszej uwagi. Otóż na zasadzie sumarycznego zestawienia przytoczonych badań i obserwacyj zgodzono się twierdzić, że w miarę zagłębiania się w ziemię temperatura jej ciągle wzrasta, t. j. nauka stanęła na tym gruncie, jaki dali Cordier, Muncke i Bischof na zasadzie niezmiernie szczupłego materyału faktycznego.

Muszę zaznaczyć, że obok zbierania i grupowania dat dotyczących temperatury głębin ziemi, były i niejakie zaczątki szerokiego traktowania kwestyi, t. j. doszukiwania się przyczyny wzrastania temperatury ziemi w miarę pogłębiania.

[1]) Zaznaczyć należy, że już Laplace proponował paryskiej akademii nauk postawić badania nad temperaturą głębin ziemi na równi z badaniami nad magnetyzmem, na równi z pomiarami południka.

Fourier przypuszczał, że ziemia była pierwotnie ognistą, rozpaloną masą. Znalazła się ona w zimnem przestworzu świata i zaczęła stygnąć z powierzchni. Stopniowo stygnie ona i we współczesnej nam epoce.

Znakomity matematyk francuski Poisson w swych rozumowaniach i obliczeniach brał za punkt wyjścia inny stan ziemi. Przypuszcza on mianowicie, że ziemia w całej swej masie jest ciałem stałem i zimnem, a przebiegając wraz z układem słonecznym nieskończoną przestrzeń wszechświata, napotyka to zimne, to gorące przestworza. W swych obliczeniach Poisson kieruje się przypuszczeniem, że temperatura przestworza wszechświata waha się od $+100^0$ do -100^0 i że ziemia w ciągu miliona lat przebiega jakby całkowitą drogę wahadła, t. j. od miejsc z temperaturą -100^0 przechodzi do miejsc z temperaturą $+100$ i powraca znowu do miejsc z temperaturą -100^0.

Obliczenia Poissona wskazują, że w wymienionych wyżej warunkach wpływ temperatury przestworza wszechświata dosięgnąć może w głąb ziemi do 60 000 *m* t. j. zaledwie setnej części promienia ziemi, maximum temperatury ziemia dosięgnie na głębokości 7000 *m*, a największa różnica pomiędzy temperaturą głębin ziemi a temperaturą powierzchni może wynosić 107^0. Przypuszczenia i obliczenia Poissona nie wywarły żadnego wrażenia i tylko zrzadka, gdzieniegdzie można znaleść o nich wzmiankę.

W istocie rzeczy w zaranie dwudziestego stulecia geotermika wstąpiła nieomal w tym samym niemowlęcym stanie, w jakim powiły ją prace Fouriera, Cordiera i Bischofa, ci zaś uczeni mieli poza sobą niezmiernie szczupły zasób faktów i obserwacyj.

Jeśli zwrócimy uwagę na tablice chronologiczne stacyj geotermicznych, ułożone przez Prestwicha, to okaże się, że Bischof w 1837 roku posiadał dane zaledwie z 29 punktów powierzchni ziemi. Największa głębokość do jakiej wtedy dosięgnięto z termometrem w ręku wynosiła zaledwie 521,9 *m*. Znano wtedy tylko jeden otwór wiertniczy niespełna 200 *m* głęboki (Pregny około Genewy).

Jeśli zatem zechcemy stanąć na gruncie ścisłości naukowej, to wnioski wymienionych powyżej uczonych, przyjęte zresztą przez świat cały jako pewniki, nie mogą nas zaspokoić, nie mogą zmusić nas do powiedzenia sobie, że badania temperatury głębin ziemi nie pozostawiają nic do życzenia.

Prestwich zestawił materyał geotermiczny do 1884 roku. Zebrał on dane o pomiarach temperatury ziemi w 231 punktach. Przepatrzywszy całą literaturę naukową do końca 1904 roku, liczbę stacyj geotermicznych udało mi się powiększyć zaledwie do 308 [1]).

W jaki sposób są one rozsiane na powierzchni ziemi, jasno świadczy następująca tabliczka.

Europa	Anglia	111
	Francya i Belgia. . .	43
	Austrya, Niemcy i Szwajcarya	22
	Włochy	8
	Rossya	2
Azya	Syberya	2
	Japonia	1
	Indye	2
	Afryka.	7
	Ameryka północna. . .	70
	Ameryka południowa. .	5
	Australia.	2

Tabliczka ta już sama przez się dużo nam mówi, ale istotną ocenę wartości danych geotermiki, z punktu widzenia rozmieszczenia ich topograficznego na powierzchni ziemi otrzymamy, gdy oznaczymy je na mapie.

Zrobiłem to na maleńkiej mapie ziemi, narysowanej w rzucie merkatorowym.

Punkty czarne odpowiadają albo pojedyńczym stacyom, albo też całym grupom stacyj. Dla Anglii, Francyi, lub Ameryki półn. wobec skali mapki każdy punkt czarny oznacza grupę stacyj, w Rossyi zaś lub w Azyi i Australii oznacza każdą stacyę zosobna.

Rzutu oko na mapkę wystarcza ażeby sformułować następujące wnioski:

1) Nieomal cały faktyczny materyał geotermiczny grupuje się na północnej półkuli ziemi.

2) Na półkuli północnej obserwacye geotermiczne nie sięgają na południe dalej jak do 12^0 szerokości północnej. Główny materyał faktyczny mamy zgrupowany w pasie pomiędzy 30^0 a 50^0 p. sz. g.

[1]) Odpowiednia tablica została umieszczona w niemieckiem i rossyjskiem wydaniu mej pracy.

3) Nieliczne dane dla półkuli południowej zajmują pas pomiędzy 20° a 40° szerokości południowej.

4) Pas około równika, szerokości 32° jest zupełnie pozbawiony danych obserwacyj nad temperaturą głębin ziemi.

5) Jako ostatnią konkluzyę musimy wyprowadzić, że danych co do temperatury głębszych warstw ziemi wogóle posiadamy niezmiernie mało, że punkty obserwacyi są niezmiernie niejednostajnie rozsiane po powierzchni ziemi, że najciekawsze pod względem stanu termicznego części ziemi mianowicie podbiegunowe i zwrotnikowe zupełnie są pozbawione jakichkolwiekbądź danych i nareszcie, że ze względu na rozmieszczenie geograficzne owych danych faktycznych, na ich szczupłość, ściśle mówiąc wniosków opartych na nich nie mamy prawa rozprzestrzeniać na całą powierzchnię ziemi

Przejdźmy teraz do pytania, do jakiej głębokości udało nam się do obecnej chwili dotrzeć do głębin ziemi z termometrem.

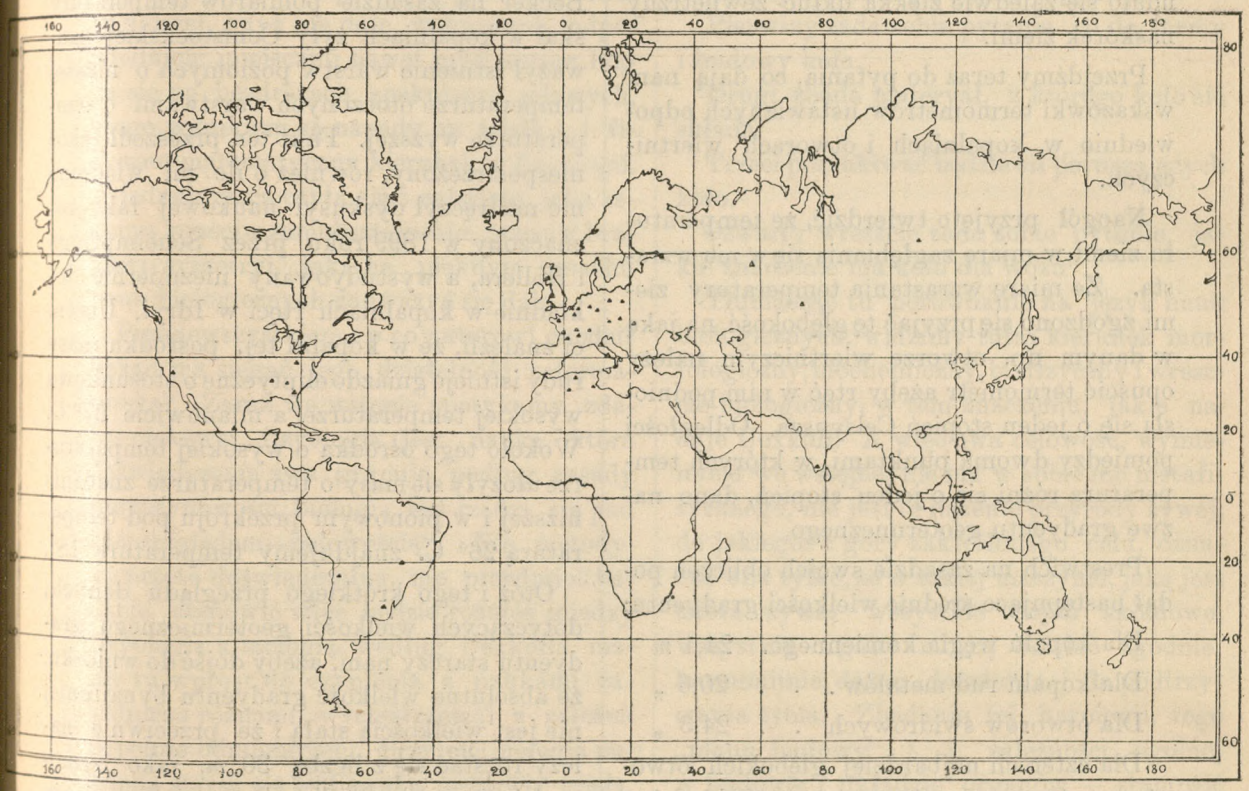
Wskazałem już powyżej, jak niewiekich głębin sięgały obserwacye, na których opierali się Cordier i Bischof.

Obserwacyi nad temperaturą ziemi dokonywamy zwykle w kopalniach, w otworach wiertniczych, w tunelach.

Najgłębszą kopalnią na ziemi, o ile się zdaje, jest kopalnia rudy miedzianej Tamarack na wybrzeżu jeziora Wyższego w Ameryce północnej. Zagłębiono się w niej do 1493 *m*, t. j. prawie o 300 *m* głębiej niż w słynnych od wieków kopalniach Przybramskich w Czechach.

O głębokości otworów wiertniczych nabierzemy pojęcia z następującej tabliczki.

Sperenberg	1268 *m*
Schladebach	1236 „
Poroszowice	1959 *m*[1])
Pittsburg	1703 „
Port Jackson	833 „



Otwór w porcie Jackson włączyłem do liczby otworów najgłębszych dla tego, że ujście jego znajduje się nieomal na poziomie oceanu. O tunelach, bez uszczerbku dla istoty rzeczy, mówić nie potrzebujemy, gdyż one dają nam niejakie wyobrażenie o temperaturze przeciętych przez nie wypuklin powierzchni ziemi.

[1]) Istotna głębokość otworu 2005 *m*, ale obserwacye nad temperaturą udało się przeprowadzić tylko do głębokości 1959 *m*.

Za największą zatem głębokość, do jakiej mogliśmy opuścić nasze termometry, należy uważać głębokość dwu kilometrów, .t j. $^1/_{3200}$ część promienia ziemi.

Zadaję oderwane pytanie: czy zbadawszy $^1/_{3200}$ część jakiegoś ciała, lub jakiegoś zjawiska mamy prawo wyrokować o całości? Każdy odpowie oczywiście przecząco.

Otóż oczywistą jest rzeczą, że zrobione do obecnej chwili pomiary temperatury głębin ziemi nie dają nam objektywnego prawa wnioskować cośkolwiek o zjawiskach termicznych w jej wnętrzu. Do tego czasu nam udało się zaledwie zlekka ukłuć zewnętrzny naskórek ziemi.

Przejdźmy teraz do pytania, co dają nam wskazówki termometrów ustawianych odpowiednio w kopalniach i otworach wiertniczych.

Naogół przyjęto twierdzić, że temperatura ziemi w miarę zagłębiania się w nią wzrasta. Za miarę wzrastania temperatury ziemi zgodzono się przyjąć tę głębokość, na jaką w danym np. otworze wiertniczym należy opuścić termometr ażeby rtęć w nim podniosła się o jeden stopień Celsyusza. Odległości pomiędzy dwoma punktami, w których temperatura różni się o jeden stopień, dano nazwę gradyentu geotermicznego.

Prestwich na zasadzie swoich obliczeń podał następujące średnie wielkości gradyentu:

Dla kopalń węgla kamiennego. 24,1 *m*
Dla kopalń rud metalów . . . 20,6 „
Dla otworów świdrowych . . 24,3 „

Dla czterech najbardziej głębokich otworów świdrowych Sperenberga, Schladebachu, Poroszowic i Pittsburga mamy kolejno następujące wielkości gradyentu: 33,04; 35,46; 31,82 i 39,4 *m*.

Dla niektórych obliczeń praktycznych ogólnikowo przyjmują gradyent jako równy 30 *m*. Rozejrzyjmy się w danych poszczególnych.

Dla otworów wiertniczych w Hagenau wAlzacyi średnie wielkości gradyentu wynoszą 8,2 do 12,2 *m*, poszczególne zaś sięgają 105,3 *m*. Również w Alzacyi, ale w otworze Oberkreutzhausen poszczególny gradyent spadł do 1,5 *m*.

Na półwyspie Keweenaw w Ameryce północnej niektórzy uczeni podają gradyent jako równy 122,8 *m*, inni zaś, robiąc rozmaite zastrzeżenia, nie mogą zmniejszyć go więcej niż do 69,2 *m*.

Moglibyśmy przytoczyć wiele bardzo danych jasno świadczących, że gradyent termiczny nie jest wielkością stałą nietylko dla wszystkich stref kuli ziemskiej, ale że i w jednym i tym samym otworze wiertniczym wielkość jego ulega bardzo szerokim wahaniom.

Ale i pomimo tego mamy jeszcze inne ciekawe zjawiska. Już dwadzieścia lat temu Becker na zasadzie pomiarów temperatury skał w kopalniach żyły Comstockskiej zauważył istnienie warstw poziomych o niższej temperaturze otoczonych warstwami o temperaturze wyższej. Fakt ten przeszedł jakoś niespostrzeżony, również o ile mi wiadomo nie nastręczył dyskusyi naukowej fakt zaznaczony w 1899 roku przez Scheimpfluga i Hollera, a wystudyowany niezmiernie dokładnie w kopalniach rtęci w Idryi. Uczeni ci znaleźli, że w kopalni tej, pośrodku masy rudy istnieje gniazdo eliptyczne o stosunkowo wysokiej temperaturze, a mianowicie 27° C. Wokoło tego ośrodka o wysokiej temperaturze ułożyły się masy o temperaturze znacznie niższej i w pionowym przekroju pod temperaturą 26° C. znajdujemy temperaturę 18°.

Otóż i tego krótkiego przeglądu danych, dotyczących wielkości geotermicznego gradyentu starczy nam, ażeby dojść do wniosku, że absolutna wielkość gradyentu bynajmniej nie jest wielkością stałą i że przeciwnie należy rozstać się z liczbą 30 *m*, jako bynajmniej nie opartą na krytycznem zestawieniu danych. Nie możemy również pominąć danych z kopalń Comstocku i Idryi i nie poczuć, że wiara w jednostajne wzrastanie temperatury ziemi w miarę zagłębiania się w nią zostanie nieco przez te fakty zachwiana. Wszystko to, co mogłem wyłożyć w obecnym rozdziale, świadczy stanowczo, że termiczny stan głębin ziemi jest nam nieskończenie mało znany, a stąd i wyprowadzane i utarte wśród ludzi nauki wnioski wymagają nowego krytycznego rozpatrzenia.

(DN)

Z POWODU KSIĄŻKI S. V. UEXKÜLLA „LEITFADEN IN DAS STUDIUM DER EXPERIMENTELLEN BIOLOGIE DER WASSERTIERE".

Bardzo charakterystyczna książka leży w tej chwili przedemną—a słowo „charakterystyczna" używam zupełnie świadomie i celowo. Pod każdym innym względem książka Uexkülla wiele ma braków, nie wypełnia ona przedewszystkiem swego zadania, t. j. nie wprowadza czytelnika aż do jądra kwestyi, nie może służyć za punkt wyjścia dla roboty dalszej, gdyż nie daje wskazówek odpowiednich; miejscami nawet myśl autora błąka się po bezdrożach spekulacyj jałowych, czego wynikiem są napady na ścisły t. j. fizyczno-matematyczny kierunek w fizyologii. A jednak rzecz czyta się z zajęciem, jako reakcya przeciw samokształceniu, przeciw brakowi symetryi, jaki na pięknym gmachu nauk biologicznych zauważyć się daje.

Przedewszystkiem, o co autorowi chodzi? dokąd ma sięgać jego działalność reformatorska? Zaraz we wstępie spotykamy zdanie ciekawe: „fizyologia jest nauką, która doświadczenia swe grupuje podług zasady przyczynowości, biologia zaś rządzi się pod tym względem—celowością". Nie metodyka przeto doświadczalna, nie przedmiot badania stanowić więc będzie różnicę między fizyologią a biologią, według Uexkülla mamy tu wprost do czynienia z naukami zasadniczo różnemi, wychodzącemi z założeń zupełnie odmiennych. Przytem biologia powinna starać się być nauką możliwie ścisłą, korzystać z dokładnych metod badania fizyologii, różniąc się od niej tylko sposobem rozumowania, a przedewszystkiem powinna zerwać z tradycyą dawnej biologii spekulacyjnej, która „święciła swe tanie tryumfy ogłaszając trywialności monistyczne". Ten ostatni zwrot, jakkolwiek w zasadzie słuszny, jest zgoła niepotrzebnym, a modnym u „młodych" biologów kamyczkiem rzuconym do ogródka Haeckla i jego kierunku filozoficzno-przyrodniczego. Poglądy takie przeżyły się, są nawet obecnie szkodliwe, i żałować wypada, że Haeckel dotąd nie chce porzucić swego stanowiska, ale przyznać trzeba, że cały rozwój nauki współczesnej z tych czasów czerpie swój początek, i niewdzięcznością jest ćwiczyć swój styl i zdolności dyalektyczne napaściami na to, co dziecko obecnie skrytykować potrafi.

Ale idźmy dalej za myślami Uexkülla—zastanówmy się, czem jest w jego mniemaniu owa celowość, która ma być ideą przewodnią w biologii.

Odpowiedź na to pytanie znajdujemy we wstępie: „Odczepmy koło od wozu — mówi Uexküll—i dajmy je do zbadania czterem badaczom, a możliwą jest rzeczą, że każdy z nich pójdzie inną drogą w swej pracy poznawczej i do innego będzie dążył celu.

Pierwszy zada sobie pytanie co do formy i budowy koła.

Drugi zbada materyał, z którego koło się składa.

Trzeci poszukiwać będzie sił poruszających koło.

Czwarty wreszcie zada sobie pytanie, jakie znaczenie ma koło dla wozu".

Tłumacząc tu porównanie na język nauk biologicznych, widzimy tutaj kierunek morfologiczny, biochemiczny, biofizyczny i wreszcie biologiczny, w tem znaczeniu, jakie nadaje Uexküll. A więc owa celowość, wymieniona we wstępie, nie ma w sobie nic metafizycznego, nie jest to dążenie przyrody żywej, do jakiegoś z góry zakreślonego celu, oznacza ona tylko, że w takiej maszynie, jaką jest istota żywa, wszystkie części składowe, wszystkie organy muszą działać zgodnie, harmonijnie, dążąc „do celu", t. j. do podtrzymania życia. Zbadanie tej harmonii, tego „planu budowy", t. j. zależności ogólnej w budowie i układzie organów — stanowić będzie przedmiot wysiłków poznawczych biologa; przytem interesuje go nie treść danego zjawiska wymiany materyi lub energii, ale forma, uszeregowanie tych zjawisk.

Tyle autor. Postarajmy się teraz z jego rozumowań wyłuszczyć, co stanowi, zdaniem naszem, słuszne jądro. Przedewszystkiem nie zgodziłbym się z naszym autorem co do definicyi biologii, jako nauki o celowości zjawisk odbywających się w istotach żywych; zdaje mi się zresztą, że w następstwie on sam osłabia to wrażenie, jakie na czytelniku wywiera definicya zawarta we wstępie. To co mówi p. Uexküll o celowości w przyrodzie

żywej, można zastosować do wszystkich zjawisk; o ile wyjdziemy z założenia, że odbycie się jakiegoś zjawiska jest jego celem, to bez wątpienia wszędzie zauważymy celowość, nie tylko w naturze żywej. Wszystkie istoty dążą „celowo“ do harmonii z warunkami otoczenia, ale zdanie to jest identyczne z twierdzeniem, że nie może się wytworzyć i ostać żaden układ, któryby zaprzeczał warunkom swego istnienia. Weźmy przykład, mojem zdaniem, bardzo uderzający: jeżeli założymy, że jednym z „celów“ kuli ziemskiej było wytworzenie i utrzymanie życia organicznego, to zauważymy, że np. własności wody są doskonale „celowo“ do tego skierowane. I zdolność jonizująca, która ułatwia znakomicie a nawet umożliwia wiele reakcyj chemicznych, i rozszerzanie podczas zamarzania, które sprawia, że zbiorniki wody pokrywają się lodem z powierzchni—wszystko to umożliwiło powstanie i utrzymanie się istot żywych. Ale przecież tu nic więcej nie powiedziano nad to, że gdyby woda, dajmy na to, miała inne własności, to istoty żywe, takie, jak dziś widzimy, powstaćby nie mogły. Wszelkie zaś „celowości“, jakie w tym i podobnych zjawiskach widzimy, są przez nas samych tam umieszczone.

Zdaniem naszem, nie może istnieć nauka, któraby wszędzie i zawsze grupowała swoje doświadczenie na zasadach celowości; ale celowość w tem znaczeniu, jak ją pojmuje v. Uexküll, bywa momentem w rozwoju nauki. W rzeczy samej, jeżeli mamy do poznania zjawisko złożone, to często bardzo — reguły bez wyjątku tu niema—wypadnie rozczłonkować je na składniki poszczególne, wykazać rolę każdego z nich, rodzaj współdziałania w osiągnięciu danego „celu“, t. j. odbycia się zjawiska.

Nadzwyczaj skomplikowane zjawiska biologiczne wymagają bardzo szerokiego zastosowania tej metody. Przedewszystkiem trzeba tu zaobserwować całą różnorodność przejawów życiowych, następnie zadać sobie pytania takie jak Uexküll: jak zwierzę chodzi, jak je i t. d. Później z kolei przychodzą kwestye coraz dalsze, coraz subtelniejsze: jaki udział mają poszczególne organy w każdym z tych aktów, a wreszcie musimy odpowiedzieć na pytanie, jakie czynniki zewnętrzne wywołują dane zjawiska w organizmie. Słowem, koroną tych badań będzie zbadanie odruchów w najszerszem tego słowa znaczeniu, co również i Uexküll wysuwa na pierwszy plan w szeregu zagadnień biologii zwierzęcej. I tutaj kończy się jedna połowa zagadnień nauki o życiu, a zaczyna druga — występuje tu na scenę kierunek przez Uexkülla antybiologicznym zwany, a płynący obecnie pod znakiem fizyki, chemii i matematyki. Do tej chwili staliśmy niejako ciągle na jednym i tym samym poziomie, poznawaliśmy i porządkowaliśmy niejako materyał doświadczalny, dawany nam przez organizmy, ale staliśmy na gruncie jedynie nauk biologicznych w znaczeniu najszerszem, nie obejmując wzrokiem całości przyrody. Badając nawet genezę jakiegobądź zjawiska, zaczynamy nasze rozważania dopiero od istot najprostszych i staramy się od tych przejawów najprostszych przejść do form najbardziej skomplikowanych. Ale dążenie poznawcze umysłu ludzkiego tutaj się nie kończy; musimy szukać praw obejmujących całokształt przyrody; widząc wytwarzanie energii elektrycznej w nerwie i ogniwie galwanicznem, musimy szukać praw wspólnych dla tych zjawisk. I jest to kierunek, jeżeli kto chce, antybiologiczny, dlatego, że dążyć musi do zniesienia przedziału między nauką o istotach żywych a nauką o przyrodzie martwej.

Wobec takiego przedstawienia kwestyi na witalizm niema wprost miejsca, gdyż trudno sobie wyobrazić taki całkowity dualizm wobec ustawicznego przechodzenia materyi i energii z przyrody martwej do żywej. Obecnie mówi się często o sprowadzaniu zjawisk życiowych do praw fizyki i chemii—ale jest to ciasny punkt widzenia, na który słusznie napadają witaliści. Nie chodzi tutaj o wtłoczenie całokształtu zjawisk biologicznych w ramki sprawione przez fizykę i chemię, ale o jednolite ujęcie zjawisk przyrody. Rozumie się, że wobec niejednakowego stopnia rozwoju nauk biologicznych z jednej strony, a fizykochemicznych z drugiej, musimy chwilowo brać prawa tych ostatnich i porównywać z niemi zjawiska biologiczne. Jeżeli gdzieś wystąpi sprzeczność, to trzeba szukać zasady ogólniejszej, która da pożądaną zgodność. Ale któż może zaręczyć, czy nie wystąpi kiedy stosunek odwrotny, czy prawa wysnute z badania istot żyjących

nie będą w ten sposób zużytkowane do badania przyrody martwej.

A więc biologia Uexkülla i „antybiologiczna“ fizylogia nie są to dwie sprzeczne nauki, ale etapy rozwojowe jednej nauki o istotach żywych, a posuwając się krok dalej — etapy rozwoju nauki o przyrodzie.

Zastanówmy się teraz, jaki jest obecny stan nauk biologicznych, po wyłączeniu morfologii, jako mającej swe własne zadania i nie dającej się jeszcze żadną miarą wtłoczyć w ramki ogólno-przyrodnicze. Rozumie się, że żadna nauka, a więc i nauka o istotach żywych nie rozwija sie według takich etapów logicznych jak wyżej wyłuszczono, nawet zmuszanie jej do takiego rozwoju miałoby skutki bardzo szkodliwe. Pomijając to jednak, musimy dojść do wniosku, że położenie, w jakiem znajduje się obecnie nauka o istotach żywych dalekiem jest od ideału. To co dzisiaj jako fizyologia wykładane bywa z katedr uniwersyteckich, co skrystalizowało się w podręcznikach, jest dość nieprawidłowo i jednostronnie rozwiniętym zlepkiem różnych wiadomości. Nawet wydzielenie zupełne chemii fizyologicznej, jako umiejętności oddzielnej, nie pomaga złemu, gdyż w miniaturze powstaną błędy zasadnicze, które polegają na fałszywem nieco stanowisku fizyologii w całokształcie wiedzy ludzkiej. Początku tej nauki, jak zresztą wogóle nauki o istotach żywych, szukać należy w sztuce lekarskiej; ale inne nauki wyemancypowały się z tego wpływu całkowicie, a fizyologia do dziś nosi na sobie piętno ancillae medicinae, tak jak ongi filozofia była ancilla theologiae. To też przedmiotem badań fizyologii był głównie dotąd człowiek; z powodów jednak ubocznych, mianowicie skutkiem niemożności zastosowania do człowieka metod eksperymentalno-wiwisekcyjnych, trzeba było zwrócić się do zwierząt ssących, jako najbliżej spokrewnionych z człowiekiem. Właściwie jednak zwrot ten nie oznacza chęci poznania całej różnorodności przejawów fizyologicznych spotykanych u ssących — nie, celem jest zawsze fizyologia człowieka; to też fizyologowie nie zadawali sobie trudu badania wielu różnych przedstawicieli ssaków, ale zaspokoili się temi, które najłatwiej i najwygodniej dostać można. Są całe działy fizyologii, któreby słuszniej fizyologią psa nazwać trzeba; inny kawałek fizyologii jest fizyologią królika, jeszcze inny—żaby i t. d. Ostatnio wymienione zwierzę jest najniższym organizmem, który bada fizyologia, cały olbrzymi i interesujący świat bezkręgowych dla niej wprost nie istnieje. Mnie samemu zdarzył się fakt pod tym względem nader charakterystyczny: podczas rozmowy mojej z jednym z wybitniejszych fizyologów współczesnych, interesującym się przytem kwestyami ogólnej fizyki mięśni i nerwów, przyniesiono zeszyt czasopisma zawierający prace o skurczu mięśnia dżdżownicy. Na moje zainteresowanie się tą sprawą, uczony ów powiedział, że to jego nie zajmuje, że to wprost do niego nie należy.

Skutki takich poglądów mszczą się bardzo na nauce fizyologii; chcąc zaś te wszystkie twierdzenia poprzeć dowodami, przejrzyjmy choćby najbardziej naukowy podręcznik fizyologii, za jaki uważać trzeba „Lebrbuch der Physiologie“ profesora królewieckiego Hermanna.

Na początku znajdujemy ogólną fizykę nerwów i mięśni, a więc rzecz z dziedziny kierunku fizyko-matematycznego.

Odrazu zwrócić musimy uwagę na kilka „praw“, które ostać się mogą tylko wtedy, jeżeli poprzestajemy na ulubionym pod tym względem objekcie badania, t. j. na udku żabiem; myślę tu choćby o słynnem prawie Du Bois Reymonda, które głosi, że podniecenie nerwu w każdej chwili zależne jest od szybkości zmiany prądu elektrycznego w danym momencie, t. j. od $\frac{di}{dt}$. Prawda, że Helmholtz już badając żabie udko, zauważył pewne odstępstwa od tego prawa (wpływ czasu trwania prądu), ale do wielu innych zwierząt prawo Du Bois wprost zastosować się nie da; nawet nerwy ropuchy inaczej się pod tym względem zachowują. Czyż można wobec tego na zasadzie prawa Du Bois wyprowadzać wnioski o istocie przewodnictwa i pobudliwości nerwów? Toż samo np. trzeba powiedzieć o termodynamice mięśni; wielu badaczów wysila swe mózgi w celu najsubtelniejszego zbadania pod tym względem mięśni żaby, a o mięśniach gładkich, które w innym kierunku są przystosowane, czyli inne cechy mają silniej rozwinięte, nic zupełnie dotychczas nie wiemy. Toż samo mutatis

mutandis powtórzyć wypadnie o wszystkich innych kwestyach, o wymianie materyi, o oddychaniu i t. d.

A więc fizyologia chcąc żyć i rozwijać się, musi wyjść z błędnego koła wytworzonego przez psa, kota, królika i żabę; musi szerzej odetchnąć, rozglądając się po całem królestwie zwierząt. Wielu badaczów musi się poświęcić zbadaniu strony formalnej, jak mówi Uexküll, przejawów życiowych u różnych zwierząt, choćby dlatego, że chcąc zbadać istotę danego procesu, trzeba go widzieć w różnych a odmiennych warunkach, innemi słowy, badacz musi umieć sobie wybrać odpowiednie przedmioty badania z pomiędzy wszystkich zwierząt. Wybór taki świadomie wtedy uczynić można, jeżeli znamy przejawy życiowe dżdżownicy, szczeżui, wymoczka i t d. Tymczasem ledwo, że takie badania się poczynają, widzimy chęć zrobienia z nich zasadniczo różnej gałęzi wiedzy, mającej za punkt wyjścia, celowość. Mnie się zdaje, że nie rozdzielanie, ale zespalanie ideowe jest dla nauki korzystne. Biorąc sobie za cel zbadanie zjawisk życiowych, możemy w fizyologii uznać kilka kierunków równorzędnych i równowartych: a więc formalny, w związku z ekologicznym, badający fizyologię różnych gatunków i zależność przejawów życiowych od otoczenia, porównawczy badający genezę funkcyj, i wreszcie ostatni kierunek, starający się zjawiska życiowe i zjawiska w martwej obserwowane przyrodzie połączyć jednemi wspólnemi prawami. Kierunek ten obecnie jest matematyczno-fizycznym, jutro może być innym, ale to nie zmieni istoty rzeczy.

Podział pracy powinien istnieć tylko między uczonymi; jest to przykra konieczność wywołana przez małą pojemność umysłu ludzkiego w stosunku do wciąż rosnącej wiedzy; ten kto opanował, dajmy na to, ogólną fizykę mięśni, ten nie może równie dobrze znać kwestyi lokalizacyi lub wymiany materyi. Ale ta różnorodność opracowywanych przez poszczególnych badaczów działów nauki, nie powinna prowadzić do rozbieżności ideowej, kończącej się tem, że z poza drzew nie widać lasu.

A więc jednem z najpilniejszych zadań biologii w najszerszem znaczeniu jest zwrot ku badaniom przejawów życiowych u wszystkich zwierząt; do tego trzebaby skierowywać młode siły przyrodnicze, które z takim trudem obecnie wynajdują sobie zagadnienia morfologiczne, podczas gdy tuż obok istnieje całe morze nieprzebyte kwestyj ciekawych i ważnych. Jeżeli książka p. Uexkülla zachęci kogokolwiek do badań tego rodzaju, będzie miała już wielką zasługę.

Jan Sosnowski.

J. Loeb.

ROZWÓJ BIOLOGII WSPÓŁCZESNEJ [1])

I.

Zbadanie naukowe pewnego zagadnienia sprowadza się zawsze do dwu zadań: 1) określenie zmiennych niezależnych właściwych danemu zjawisku; 2) wykrycie formuły pozwalającej obliczyć wartość funkcyi dla każdej wartości zmiennych. W fizyce i chemii zmienne niezależne są w bardzo wielu wypadkach tak łatwo widoczne, że badanie odrazu można zaczynać od ilościowego oznaczenia stosunku pomiędzy zmianą istotnej dla danego zjawiska zmiennej a zmianą funkcyi. W biologii zmienne te nie są zazwyczaj tak łatwe do poznania; dlatego też znaczna część energii duchowej badacza zużywa się na szukanie tych zmiennych. Tak naprzykład wiemy, że rozwój bardzo wielu jaj następuje dopiero po wejściu do nich ciałka nasiennego. Ciałko nasienne musi więc sprowadzać w jaju jakąś zmianę, od której zależy rozwój. Nie wiemy jednak, która zmienna zmienia się w jaju pod działaniem ciałka nasiennego, nie wiemy, czy ciałko nasienne sprowadza zmianę fazy czy też wywiera inne jakie działanie. Rozumie się samo przez się, że teorya zapłodnienia płciowego powstać nie może, dopóki nie będzie poznana zmienna niezależna procesu zapłodnienia płciowego.

Następnie badanie biologiczne różni się od badania fizycznego i chemicznego jeszcze i przez to, że biolog ma do czynienia z analizą mechanizmu pewnej szczególniejszej kategoryi maszyn. Organizmy żywe są to maszyny chemiczne, zbudowane przeważnie z koloidalnego materyału; maszyny te tem

[1]) Przeróbka odczytu, wygłoszonego na kongresie międzynarodowym sztuk i nauk w St. Louis.

się wyróżniają, że mogą się automatycznie rozwijać, podtrzymywać swój byt i rozmnażać się. Wszelkie maszyny, dotąd wytwarzane przez człowieka, nie posiadają własności samodzielnego rozwoju, wzrostu, utrzymywania się i rozmnażania, ale nie możemy zaręczyć z całą pewnością, że maszyny takie nie zostaną kiedyś skonstruowane sztucznie.

Głównem zadaniem biologa i jemu specyalnie właściwem będzie przeto analiza automatycznego mechanizmu rozwoju, podtrzymywania bytu i rozmnażania się.

II.

Dynamika procesów chemicznych w żywych ustrojach.

Postępy chemii, zwłaszcza zaś chemii fizycznej, położyły ostateczny kres poglądowi, jakoby chemia substancyi żywej różniła się od chemii substancyi martwej. Obecność katalizatorów we wszystkich tkankach żywych czyni zrozumiałym, dlaczego dla najważniejszych procesów zachodzących w ustrojach żywych szybkość reakcyi jest stosunkowo znaczna. Nadto dowiedzione zostało, że działanie katalizatorów, znalezionych w ustrojach żywych, może być naśladowane lub zastąpione przez pewne metale i inne katalizatory nieorganiczne. Możemy przeto powiedzieć, że dzisiaj nie ulega już żadnej wątpliwości i jest dowiedzione ściśle, że zmienne w procesach chemicznych, zachodzących w ustrojach żywych, są identyczne ze zmiennemi, z któremi ma do czynienia chemik w swojej pracowni. Wniosek ten wprowadził w ostatnich latach chemię biologiczną do szeregu tych umiejętności, które wyniki swoje mogą przepowiadać ilościowo. Zastosowanie teoryi równowagi chemicznej do zjawisk życiowych skłoniło chemików biologicznych do szukania w organizmach żywych odwracalnych procesów chemicznych; rezultatem tego, było odkrycie odwracalnego działania enzymów, dokonane przez A. C. Hilla. Mojem zdaniem, poczęła się nowa era w fizyologii przemiany materyi, odkąd wiemy obecnie, że jedne i te same enzymy przyspieszają nietylko rozszczepienie hydrolityczne, ale w pewnych przypadkach, chociaż nie zawsze, wywierają ten sam wpływ na syntezę produktów rozszczepienia. Bynajmniej nie jest utopią przewidywanie, że kiedyś chemia zacznie ciągnąć korzyści z wyników zdobytych w ten sposób w dziedzinie biologii: enzymy, wykryte w organizmach żywych, pozwolą chemii dokonać syntezy w takich wypadkach, w których innemi drogami nie dałoby się to tak łatwo osiągnąć.

Bardzo piękny przykład zapanowania dynamiki chemicznej w chemii biologicznej przedstawiają pracę Arrheniusa i Madsena. Autorowie ci zastosowali z powodzeniem prawa równowagi chemicznej do toksyn i antytoksyn; okazało się, że stopień nasycenia wzajemnego toksyn i antytoksyn można obliczyć z taką samą łatwością i pewnością, jak to się dzieje względem reakcyj chemicznych.

Dotąd wiemy jeszcze bardzo mało o tem, w jaki sposób enzymy wywierają swe działanie przyspieszające. Zdobycze doby ostatniej zdają się przemawiać na korzyść poglądu o reakcyach pośrednich. Podług tego poglądu katalizator bierze udział w reakcyi, tworzy jednak przytem związek, który się bardzo prędko rozkłada napowrót. To nam tłumaczy, dlaczego przy końcu reakcyi enzymy i katalizatory są naogół w tym samym stanie, w jakim widzieliśmy je na początku sprawy; nadto zrozumiałem się staje, czemu stosunkowo drobna ilość substancyi katalitycznej wystarcza do przetworzenia wielkiej ilości substancyi reagujących.

Nie możemy zamknąć tego rozdziału bez dokonania wzmianki o zymazie odkrytej przez Buchnera. Długo twierdzono, że tylko pewna część fermentacyjnego działania drożdży zależy od obecności w nich enzymów, dających się wydzielić z komórki żywej; natomiast fermentacya alkoholowa cukru miała być jakoby związana nierozłącznie z życiem komórki. Buchner wykazał, że enzym, przyspieszający fermentacyę alkoholową cukru, może być również wydzielony z komórki żywej; zachodzi tylko ta różnica techniczna, że dla wydzielenia zymazy z komórki drożdżowej potrzebne jest ciśnienie daleko wyższe niż to, pod którem otrzymujemy wszelkie inne enzymy.

III.

Budowa fizyczna substancyi żywej.

Wzmiankowaliśmy wyżej, że organizmy żywe są to maszyny chemiczne, których rusztowanie zbudowane jest z substancyj kolo-

idalnych, złożonych z ciał białkowych, związków tłuszczowych i węglowodanów. Koloidy te posiadają własności fizyczne, które jak się zdaje, odgrywają wybitną rolę w zjawiskach życiowych. Do własności takich należy powolność dyfuzyi, obecność podwójnej warstwy naelektryzowanej na powierzchni rozpuszczonych lub zawieszonych cząsteczek koloidalnych, oraz wytwarzanie pewnych oznaczonych form strukturalnych podczas strącania. Możemy uważać za prawdopodobne, że cytologiczne i histologiczne struktury substancyi żywej dają się powiązać z fizycznemi właściwościami koloidów. Ale ponieważ fizyka koloidów znajduje się dotąd jeszcze w zaczątku, przeto nie możemy się dziwić, jeżeli zastosowanie jej wyników do biologii nie wyszło dotąd poza sferę przypuszczeń i hipotez. Najważniejszy rezultat, jaki osiągnęło dotąd zastosowanie fizyki koloidów do biologii, polega na wynalezieniu półprzepuszczalnych błon przez Traubego. Traubemu zawdzięczamy odkrycie, że każda komórka żywa zachowuje się w ten sposób, jak gdyby otaczała ją błona powierzchowna, nie jednakowo przepuszczalna dla wody i dla rozpuszczonych w niej substancyj. Sole, rozpuszczone w wodzie, przenikają zazwyczaj do wnętrza komórek żywych daleko wolniej od wody. Odkrycie tej półprzepuszczalności powierzchownych błon protoplazmy żywej pozwoliło nam poznać pewną zmienną, a mianowicie ciśnienie osmotyczne; zmienna ta określa wymianę płynów pomiędzy protoplazmą a otaczającem środowiskiem płynnem. O ile ciśnienie osmotyczne dostępne jest mierzeniu, o tyle ta dziedzina biologii wstąpiła w stadyum, w którem każda hipoteza może być dokładnie sprawdzona i w którem biologia przestaje być skazana na obnoszenie za sobą wszędy balastu czczych frazesów. Następuje tedy okres, w którym możemy analizować ilościowo takie czynności jak wytwarzanie limfy i wydzielanie gruczołów. Badania nowsze rzuciły nieco światła na charakter warunków, od których zdaje się być zależną półprzepuszczalność substancyi żywej. Quincke dawniej już zwrócił na to uwagę, że błonka oliwy wywiera takie samo działanie jak błona półprzepuszczalna. Na podstawie pewnych rozumowań o napięciu i o energii powierzchniowej, Quincke dochodzi do wniosku, że każda cząstka protoplazmy, która otoczona jest cieczą wodnistą, musi wytwarzać na swej powierzchni niezmiernie delikatną błonkę tłuszczową. Niedawno Overton dowiódł, że ze wszystkich substancyj rozpuszczonych najłatwiej przenikają do wnętrza komórek żywych te ciała, które sie najlepiej rozpuszczają w tłuszczach, a więc naprzykład alkohol, eter, chloroform i t. p. Overton wnosi stąd, że półprzepuszczalność substancyj żywych zależy od obecności substancyj lipoidalnych, jak lecytyna i cholesteryna, które znajdują się w każdej komórce.

IV.

Rozwój i dziedziczność.

Przechodzimy teraz do rozpatrzenia tych zjawisk, od których zależy specyficzna różnica pomiędzy maszynami żywemi a temi, które człowiek umie dzisiaj budować sztucznie. Organizmy żywe odznaczają się zjawiskiem rozwoju. W ciągu ubiegłego stulecia dowiedzione zostało, że w ogólności jaje zwierzęce zaczyna się rozwijać dopiero wtedy, kiedy do jego wnętrza przeniknie ciałko nasienne; ale, jak to już zaznaczyliśmy wyżej, nie wiemy, jaka zmienna w jaju ulega zmianie pod wpływem ciałka nasiennego. Usiłowano tę lukę wypełnić na drodze doświadczalnej w ten sposób, że wywoływano rozwijanie się jaja niezapłodnionego pod wpływem czynników fizykochemicznych. Decydująca zmienna, przez którą najlepiej sprowadzić można takie sztuczne dzieworództwo jest to ciśnienie osmotyczne. Za pomocą czasowego podwyższenia ciśnienia osmotycznego cieczy, otaczającej jaja, udało się wywołać rozwój jaj, szkarłupni, pierścienic i mięczaków aż do stadyum larwy pływającej. Bataillon zdołał nawet na tej drodze wywołać początkowe zjawiska rozwoju u kręgowców (żaba). U innych form zwierzęcych można wywołać zjawiska rozwoju zapomocą pewnych specyficznych czynników chemicznych; na rozgwiazdy naprzykład działają rozcieńczone kwasy, a najlepiej kwas węglowy, jak wykazał Delage; na jaja Chaetopterus działają sole potasowe, a na jaja Amphitrite sole wapniowe.

Z jednej komórki płciowej może powstać tylko jeden określony organizm, którego

właściwości można przepowiedzieć z góry, jeżeli wiemy, z jakiego organizmu pochodzi komórka płciowa. Podstawy teoryi dziedziczności wyłożył Gr. Mendel w rozprawie „O mieszańcach roślinnych“; jest to jedna z najwybitniejszych prac, jakie biologia wogóle posiada. Doświadczenia Mendla dowiodły, że niektóre cechy proste, jak naprzykład okrągły lub kanciasty kształt ziarn grochu albo zabarwienie ich endospermu, są już określone w zarodku przez pewne oznaczone determinanty. Nadto Mendel wykazał, że w krzyżowaniu pewnych form połowa komórek płciowych każdego dziecka zawiera determinanty jednego z rodziców, a druga połowa — determinanty drugiego. W ten sposób okazuje się, że można przepowiedzieć ilościowo wyniki krzyżowania nietylko w jednem, ale nawet w kilku pokoleniach, a mianowicie na podstawie rachunku prawdopodobieństwa; jest to już nie hypoteza, ale ścisła teorya dziedziczności. Doświadczenia Mendla nie zwróciły na siebie należytej uwagi; dopiero de Vries odkrył powtórnie te same fakty, a wtedy i rozprawa Mendla zyskała ogólne uznanie. Teorya dziedziczności Mendla i de Vriesa zgadza się najzupełniej z zasadą ewolucyi. Współczesna teorya ewolucyi pochodzi, jak wiadomo, od Lamarcka; niespożytą zasługę Darwina stanowi wskrzeszenie tej teoryi na nowo. Tymczasem jest rzecz godna uwagi, że żaden z darwinistów nie uznał za postulat potrzebny, ażeby sama przemiana gatunków jako taka była przedmiotem bezpośredniego badania. W ogólności przyjęte jest w naukach przyrodniczych, że podstawą naszych wnioskowań powinny być albo spostrzeżenia bezpośrednie, albo prawa matematyczne, wysnute na zasadzie spostrzeżeń bezpośrednich. Zdaje się, że autorowie, piszący o hypotezie ewolucyi, uważali zasadę tę za zbyteczną. Uspokoili oni swe sumienie naukowe zapomocą przypuszczenia, że sprawy takie jak ewolucya nie mogą być przedmiotem spostrzeżeń bezpośrednich, że przeto poprzestać trzeba na spostrzeżeniach pośrednich. Mojem zdaniem, ten brak spostrzeżeń bezpośrednich tłumaczy nam polemiczny charakter literatury ewolucyi: jeżeli możemy oprzeć nasze wnioski na bezpośrednich spostrzeżeniach, wówczas polemika staje się zbyteczną. Był to więc stanowczy postęp, gdy de Vries wykazał, że dziedziczne zmiany postaci, t. j. tak zwane „mutacye“ można spostrzegać bezpośrednio przynajmniej u pewnych grup organizmów; wykazał on nadto, że zmiany te odbywają się zupełnie zgodnie z przypuszczeniem, że dla niektórych cech dziedzicznych istnieć muszą w komórkach płciowych pewne określone determinanty prawdopodobnie w kształcie pewnych specyalnych związków chemicznych. Podług mnie prace Mendla, de Vriesa i ich następców zwiastują początek istotnej teoryi dziedziczności i rozwoju. Jeżeli wogóle będziemy kiedyś umieli sztucznie wytwarzać nowe gatunki, to podług mnie punktem wyjścia tych usiłowań muszą stać się odkrycia Mendla i de Vriesa.

Nie wiemy dzisiaj zupełnie, jak to się dzieje w ustrojach żywych, że przeważnie większe ilości komórek płciowych organizm wytwarza w pewnym oznaczonym okresie swego istnienia. Miescher usiłował rozstrzygnąć to zagadnienie w swych badaniach nad łososiem. Ale zdaje się, że Miescher przypisywał zbyt wielką wagę bardziej drugorzędnym okolicznościom tego zjawiska, a mianowicie temu, że komórki płciowe łososia zdają się rozwijać kosztem tkanki mięśniowej tego zwierzęcia. W myśl obecnych naszych wiadomości z zakresu dynamiki chemicznej ciała zwierzęcego jest to sprawa względnie obojętna, czy ciała białkowe i inne części składowe komórek płciowych powstają z ciała zwierzęcia, czy też z przyjętego pożywienia. Przyczyny, dla których organizm wytwarza w pewnej określonej epoce swego życia wielkie masy komórek płciowych, są nam zupełnie nieznane. Większy nieco postęp możemy zaznaczyć co do innej sprawy, należącej do tej samej kategoryi zjawisk, a mianowicie co do kwestyi, dlaczego u bardzo wielu gatunków jedne osobniki wytwarzają nasienie, a drugie jaja. Przeszło sto lat było wiadomo, że u mszyc można wywołać dowolnie albo wytwarzanie tylko samic, albo też obojga płci. U pszczół i u gatunków pokrewnych rozwijają się w zasadzie przynajmniej tylko samce z jaj niezapłodnionych. Natomiast wiadomo, że u wyższych kręgowców bliźnięta, pochodzące z jednego jaja, są płci jednakiej, tymczasem bliźnięta

pochodzące z jaj różnych, mogą być płci odmiennej. Wszystkie fakty, jakie dotąd znamy w sprawie określania płci, zdają się dowodzić, że płeć zarodka jest już określona w jaju niezapłodnionem albo też określa się natychmiast po zapłodnieniu. Uważam za prawdopodobne, że w sprawie określenia płci uda się wykryć pewną zmienną ogólną tak samo jak w przypadku sztucznego dzieworództwa; zmienna ta pozwoli nam określić, czy dane jaje będzie nosiło cechy męskie, czy żeńskie.

(DN)

KRONIKA NAUKOWA.

— **Nowe badania nad wymarzaniem roślin.** Jak wiadomo istnieją rośliny, które, pomimo tworzenia się lodu w tkankach, nie ponoszą śmierci. Granice termiczne, w których może mieć miejsce wspomiany fakt, są rozmaite i właściwe dla każdej rośliny, jak również dla każdego organu i wieku.

Müller-Thurgau i Molisch w marznięciu roślin widzieli śmierć wskutek usychania. Według ich pojęć podczas krzepnięcia koloidalnych protoplastów woda musi oddzielać się od koloidu, co pociąga za sobą śmierć protoplazmy. Fakty jednak nie zgadzają się bynajmniej z poglądami tych autorów. Niejednokrotnie bowiem w tkankach roślinnych tworzy się lód, a pomimo to roślina nie umiera. Następnie należy uprzytomnić sobie i tę okoliczność, że w razie zwiększenia się ilości soku komórkowego minimum temperatury wzrasta, czyli im więcej znajduje się soku komórkowego, tem w wyższej temperaturze następuje śmierć skutkiem zmarznięcia; wysychanie więc, jak widzimy, wprost broni od marznięcia. Jako przykład powyższego twierdzenia można przytoczyć nasiona, które są znacznie odporniejsze na niskie temperatury, niż np. soczysta parenchyma. C. Mez, który niedawno zajmował się rozpatrywaną kwestyą, twierdzi, że tworzenie się lodu jest środkiem ochronnym przeciw zmarznięciu rośliny.

Sok komórkowy, jak wiadomo, przedstawia rozcieńczony roztwór wodny. Po obniżeniu się temperatury poza punkt krzepnięcia wody wydziela się czysty lód. Jednocześnie zmienia się koncentracya roztworu i następuje obniżenie się punktu zamarzania jego (prawo Raoulta). Obniżenie się to znajduje się w stosunku prostym do koncentracyi cząsteczkowej. Według zaś prawa Daltona obniżenie się punktu krzepnięcia roztworów równa się sumie obniżeń roztworów poszczególnych związków. Wreszcie w razie dalszego oziębiania ciecz staje się nasyconą, i wówczas wydziela się nie tylko czysty lód, lecz i sole. Wtedy ciecz krzepnie, jako jednorodna substancya, bez dalszego obniżania się punktu zamarzania. Podczas każdej krystalizacyi uwalnia się pewna ilość ciepła. Trwa to tak długo, dopóki w roztworze znajdują się jeszcze sole w stanie płynnym, a ciepło uwalniające się podczas każdej nowej krystalizacyi służy do zwiększania się temperatury wewnątrz rośliny. Z chwilą jednak, gdy ustaje uwalnianie się ciepła utajonego, sok komórkowy staje się zupełnie ochłodzonym i w komórkach następuje raptowne obniżenie się temperatury. W takich tylko warunkach może mieć miejsce przekroczenie specyficznej minimalnej temperatury rośliny, które pociąga za sobą jej zmarznięcie. Lecz im wcześniej rozpoczyna się tworzenie się lodu w tkankach roślinnych, tem dłużej wewnętrzna temperatura pozostaje wyższa od minimum. Jeżeli więc roślina wogóle wytrzymuje tworzenie się lodu w tkance (bez jej rozerwania), to umiera wreszcie ona nie skutkiem wysychania, lecz wskutek oziębienia poniżej pewnych granic.

Mez wykonał cały szereg pomiarów wewnętrznej temperatury u roślin oziębianych (np. Impatiens parviflora, Sempervivum, Asparagus, Helleborus i t. d.). W doświadczeniach zamiast termometru używał termoelementu, połączonego z galwanometrem. Z doświadczeń jego wypływa, że przechłodzenie jest wogóle bardzo szkodliwe, staje ono bowiem na przeszkodzie w produkowaniu ciepła podczas krystalizacyi.

Jeżeli następuje krystalizacya wody, to mniejsza lub większa odporność rośliny na nizkie temperatury zależy od ilości centrów, czyli tak zwanych „jąder“ w soku komórkowym. Punkt zatem krytyczny nie jest stały. Im mniej jest takich „jąder“, tem łatwiej ciecz może dojść do stanu przechłodzenia, czyli przekroczyć punkt zamarzania bez tworzenia się lodu. Doświadczenia Meza wykazały, że sok komórkowy zawierający powietrze trudniej może być przechłodzony. Płyny zawierające gazy i znajdujące się na zewnątrz komórek, np. w przestrzeniach międzykomórkowych krzepną łatwo, przyczem ma miejsce wówczas powolne wysychanie i tworzenie się lodu. W tym samym kierunku działają rozmaite soki, zawierające tłuszcze, gumy i śluzy: sprzyjają one tworzeniu się lodu w tkankach. Tak obfity śluz u roślin alpejskich służy więc prawdopodobnie nie do przechowywania wody, lecz zabezpiecza rośliny od przechłodzenia, co zresztą idzie w parze.

Teorya Meza oprócz tego rzuca jeszcze światło na przemianę materyi w jesieni. We wszystkich zielonych komórkach roślin wiecznie zielonych mączka zamienia się w cukier, jak również mączka w korze (w cukier lub olejki tłuszczowe). Niepodobna przypuszczać, aby związek ten tworzył się i gromadził skutkiem zmniejszenia się energii oddychania, spowodowanego przez zimno. Na wiosnę widzimy proces odwrotny. Rozpuszczalne te związki mogą raczej działać termicznie (przez

krystalizacyę uwalniać ciepło), gdy tymczasem związki w stanie stałym (mączka) zachowują się pod tym względem biernie. *Cz. St.*

(Naturw. Rund.).

— **Wydzielanie się soku żołądkowego u człowieka.** Wyniki doświadczeń, czynionych przez prof. Pawłowa nad wydzielaniem się soku żołądkowego u psów ze sztuczną przetoką żołądkową, zostały obecnie potwierdzone przez Hornborga, Cadeta i Latarjeta. Pawłow wykazał, że pokarm smaczny powoduje wzmożone wydzielanie się soku żołądkowego zwłaszcza pepsyny i kwasu solnego. Hornborg skorzystał z konieczności wytworzenia sztucznej przetoki u pięcioletniego dziecka i badając wydzielanie się soku żołądkowego znalazł tę różnicę w porównaniu z wynikami doświadczeń Pawłowa nad psami, że wydzielanie się soku żołądkowego u dziecka trwało tylko godzinę po przyjęciu pokarmu, podczas gdy u psów okres ten ciągnie się $1^1/_2$ g.; następnie u psów wystarcza już widok smacznego pokarmu a szczególnie mięsa do wydzielania się soku, u badanego zaś dziecka ten eksperyment nie dawał żadnych wyników.

Chcąc zbadać wpływ czynników psychicznych na wydzielanie się soku żołądkowego, Pawłow wycinał psu kawałek żołądka i zaszywał go w brzuchu w postaci woreczkowatej; przetoka wyprowadzona na zewnątrz dawała mu możność określania ilości wydzielin żołądkowych. Należy przytem zaznaczyć, że wycięta część żołądka nie była pozbawiona naczyń krwionośnych i nerwów. Otóż Cadet i Latarjet badali dwudziestoletnią dziewczynę, u której analogicznie z eksperymentami Pawłowa tylko warstwa śluzowa została odcięta od reszty żołądka, podczas gdy inne warstwy wraz z naczyniami i nerwami pozostały w ścisłej łączności z resztą żołądka. Badana osoba będąc naczczo wydzielała przez przetokę minimalną ilość klejowatego płynu słabo-kwaśnego (0,15 — 0,20‰), zawierającego nieznaczną ilość kwasu mlecznego i zupełny brak wolnego kwasu solnego.

Po obiedzie, złożonym z rosołu, mięsa, chleba i wody zmieszanej z winem, ilość soku wydobytego była większa, szczególnie w ciągu pierwszych dwu godzin sok ten był czysty, płynny, znacznie kwaśniejszy (1,95‰), zawierał wolny kwas solny (0,60‰) i pepsynę.

Nieobecność w pokarmach mięsa wpływała na zmniejszenie ogólnej kwasowości, stosunkową ilość kwasu solnego (0,25‰), również i na ilość pepsyny.

Przez tych uczonych potwierdzonem zostało badanie poprzednich uczonych co do zmniejszonej kwasowości soku żołądkowego podczas trawienia mleka. U badanej dziewczyny spożywanie mleka wywoływało nadzwyczaj małą kwasowość soku żołądkowego (0,20‰), wolnego kwasu solnego zupełnie nie dało się skonstatować, natomiast wydzieliło się dużo t. zw. lab-fermentu, czyli fermentu mlecznego. *K. S.*

(Rev. gén. des Sciences 1905).

— **Nitkowce dzienne i nocne.** Wiadomo, że śród nitkowców, żyjących we krwi ludzkiej, znajdują się dwa rodzaje, różniące się okresem cyrkulacyi: Filaria nocturna i Filaria diurna.

F. diurna, która z wielu względów słusznie uważana jest za formę embryonalną F. loa, posiada okres cyrkulacyi powierzchniowej w naczyniach krwionośnych podczas dnia. Filaria nocturna, uważana jako forma embryonalna F. Bancrofti, zjawia się, odwrotnie, podczas nocy.

Z powodu tych odmiennych obyczajów dość prędko zaczęto odróżniać dwa te rodzaje nitkowców, wogóle dosyć do siebie podobnych.

Odróżnianie jednak, oparte na podstawie obyczajów, jest nie dość ścisłe, gdyż przystosowanie się danego rodzaju do odmiennych warunków może wywołać pewne zmiany w organizacyi.

Obecnie zbadano już dostatecznie cechy morfologiczne nitkowców, ażeby ugruntować wspomniany powyżej podział Filaria, przeciwko czemu silnie występowali pp. Annett, Dutton i Elliot.

Filaria diurna lub nocturna w razie niesystematycznego trybu życia człowieka pojawiają się w niewłaściwych dla siebie porach dnia. Jeżeli zaś dany osobnik stale sypia podczas dnia, czuwa zaś nocą, to i oba rodzaje Filaria zmieniają również tryb życia. Jednakowoż sen nie może być uważany jako jedyny czynnik, wywołujący zjawienie się F. nocturna i ustąpienie F. diurna, gdyż na kilka godzin przed udaniem się na spoczynek (około 5 lub 6 godzinie wieczorem), zjawiają się już embryony F. Bancrofti, ilość ich jednak wzrasta ze zbliżaniem się północy, t. j. okresu najgłębszego snu.

Jaka jednak jest przyczyna, że jedne i te same warunki wywołują tak odmienne zjawiska u obu Filaria, tak do siebie ogólnie zbliżonych? Odpowiedzi na to dotychczas niema, a niedawno przeprowadzone badania p. Penela, wykazały brak wszelkich danych dla kategorycznej odpowiedzi na to pytanie.

(Archives de parasitologie). *H. R.*

— **Rośliny w rybołóstwie.** Według słów Arystotelesa już starożytni znali sposoby łapania ryb zapomocą niektórych roślin, jak np. Verbascum sinuatum, która dziś jeszcze w Grecyi używa się w rybołóstwie. Specyficzną trucizną dla ryb jest saponina. W Sycylii jednym z używanych sposobów poławiania ryb jest następujący: cebulki roślin Cyclamen europaeum rozdrabniają i wrzucają kawałki do stawu lub strumyka, a następnie bosemi nogami rozcierają je dotąd, dopóki zawierająca się w cebulkach cyklamina nie rozprzestrzeni się w wodzie. W krótkim czasie ryby jakby uduszone wypływają na powierzchnię wody, tak że rękami mogą być chwytane. Dla ludzi użycie takich ryb, jak utrzymują, nie jest

bynajmniej szkodliwe. Greshoff wymieniał 325, a Schaer przeszło 400 roślin, zawierających saponinę. Najwięcej takich roślin znajdujemy w rodzinach: Sapindaceae, Sapataceae, Camelliaceae, Leguminosae, Zygophyllaceae, Rhamnaceae, Ratoceae, Alsinaceae, Silenaceae, Scrophulariaceae.

Do roślin używanych w czasach starożytnych w rybołóstwie oprócz Verbascum i Cyclamen należy jeszcze Balanites aegyptiaca. Kobert przekonał się, że wszystkie badane przez niego chrząstkowe i kościste ryby umierały w roztworach sapotoksyny w rozcieńczeniu 1 : 200000, gdy tymczasem raki żyły nawet w roztworach 1 : 2000.

Na Ceylonie i w Japonii używają w rybołóstwie rośliny Menispermum cocculus, która jednak mniej się nadaje do tych celów niż rośliny zawierające saponinę, ponieważ mięso ryb poławianych zapomocą wspomnianej rośliny jest gorzkie i trujące. Wreszcie dla ryb jest trucizną deryda, pochodząca z kory korzeni Derris elliptica, i pachyrrhizida z Pachyrrhizus angulatus.

Gatunki Paugium i Hydrocarpus, leżąc w wodzie, wytwarzają kwas pruski, skutkiem czego zabijają wszystkie zwierzęta.

Analogiczną z rycyną trującą substancyę zawiera 49 gatunków ostromleczowatych (Euphorbiaceae), używanych w rybołóstwie; w Anglii do poławiania łososi używają Euphorbia hiberna. Substancya trująca rośliny Ameryki zwrotnikowej, Robinia Nicon Aabl., działa zabójczo na ryby nawet w milionowych rozcieńczeniach. (Prom.). *Cz. St.*

BULETYN METEOROLOGICZNY

za czas od d. 11 do d. 20 Lipca 1905 r.

(Ze spostrzeżeń na stacyi meteorologicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

Dzień	Barometr red. do 0° i na ciężkość 700 *mm* +			Temperatura w st. Cels.					Kierunek i prędk. wiatru w *m*/sek.			Zachmurzenie (0 — 10)			Suma opadu	UWAGI
	7 r	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	*mm*	
11 w.	50,5	50,6	49,6	17,6	19,0	20,5	23,0	16,5	NE$_5$	N$_2$	O	9	10	10	2,8	● a. u. ↙ ● n.
12 ś.	49,0	48,5	48,7	17,4	22,0	18,6	23,5	16,2	NW$_2$	NH$_5$	W$_3$	10	⊙7	6	6,8	● p m. u;
13 c.	48,1	46,8	48,1	19,0	19,6	16,2	23,0	16,0	W$_3$	NW$_7$	N$_4$	9	10	4	—	
14 p.	49,2	48,7	49,6	17,8	19,8	16,7	22,5	**12,0**	O	W$_2$	N$_1$	⊙1	9	7	0,0	● 1 h p krótko
15 s.	48,6	48,0	49,2	15,6	17,6	16,8	21,8	13,4	NW$_5$	N$_1$	NW$_3$	9	10●	1	6,3	● o, p. 1^{15} ⊤;
16 n.	48,8	46,5	49,6	20,4	27,4	18,2	**28,5**	18,0	W$_3$	SW$_2$	N$_2$	10	⊙6	7	5,5	● p. m. ⊤;
17 p.	49,7	49,8	49,4	18,4	22,4	19,8	24,1	13,8	W$_3$	W$_1$	W$_0$	9	⊙3	2	—	∽
18 w.	**51,4**	50,0	47,6	21,8	24,1	20,8	26,5	14,5	NW$_7$	W$_1$	E$_1$	⊙8	7	10	0,1	● p. m.
19 ś.	**43,1**	44,4	45,3	18,0	18,6	16,0	22,0	16,0	SW$_3$	W$_1$	SW$_2$	10	10	10	1,4	● n.
20 c.	43,9	43,4	44,5	14,2	15,4	14,0	17,2	**12,0**	S$_5$	SW$_9$	W$_7$	9	10●	10	4,3	● o.p. kilka razy
Średnie	48,2	47,7	48,2	18,0	20,6	17,8	23,2	14,8	3,4	3,3	2,2	8,4	8,2	6,7	—	

Stan średni barometru za dekadę: $^1/_3$ (7 r. + 1 p. + 9 w.) = 748,0 *mm*
Temperatura średnia za dekadę: $^1/_4$ (7 r. + 1 p. + 2 × 9 w.) = 18°,6 Cels.
Suma opadu za dekadę: = 27,2 *mm*

TREŚĆ. O stanie termicznym powierzchni ziemi w związku z zachodzącemi na niej zjawiskami geologicznemi, przez Leonarda Jaczewskiego. — Z powodu książki S. V. Uexkülla „Leitfaden in das Studium der experimentellen Biologie der Wassertiere, przez Jana Sosnowskiego. — J. Loeb, Rozwój biologii spółczesnej. — Kronika naukowa. — Buletyn meteorologiczny.

Wydawca W. WRÓBLEWSKI. Redaktor BR. ZNATOWICZ.

Дозволено Цензурою. Варшава 15 Іюля 1905 г. Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska 3.