



TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA“.

W Warszawie: rocznie rb. 8, kwartalnie rb. 2.
Z przesyłką pocztową rocznie rb. 10, półr. rb. 5.

PRENUMEROWAĆ MOŻNA:

W Redakcyi „Wszechświata“ i we wszystkich księgarniach w kraju i za granicą.

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

Adres Redakcyi: WSPÓLNA Nr. 37. Telefonu 83-14.

MICHAŁ STARK.

OBRAZY INTERFERENCYJNE KRYSTAŁÓW ¹⁾.

Często w przyrodzie oglądamy zjawiska, rzucające się w oczy przez żywą grę barw. Mam na myśli wspaniałe kolory baniek mydlanych, tak dobrze wszystkim nam znanych jeszcze z czasów dzieciństwa, oraz mieniające się barwy, powstające po wylaniu na wodę niewielkiej ilości nafty lub olejku terpentynowego.

Aby zrozumieć te zjawiska, musimy za punkt wyjścia wziąć teorię, według

której światło jest niesłychanie szybkim o drganiach poprzecznych ruchem falistym, nosicielem zaś tego ruchu jest eter, substancja hypotetyczna, przenikająca wszystkie ciała i przestrzeń światową. Przykładu podobnego ruchu dostarczają drgające struny lub pręty. W jednym i tem samem środowisku kierunek rozprzestrzeniania się takiego ruchu jest linią prostą (w przypadku struny, przymocowanej w dwu punktach — linia łącząca te ostatnie). Otóż cząstki eteru drgają dookoła tego prostoliniowego kierunku, który nazwiemy promieniem fal albo krótko promieniem. Przez analogię z falującą powierzchnią wody, nazywamy długością fali odległość między grzbietem a łukiem fali. Długości fal dla rozmaitych jednorodnych gatunków światła są rozmaite (np. dla żółtego światła, powstającego od soli kuchennej, rozproszonej w bezbarwnym płomieniu Bunsena; lub dla widma słonecznego, rzuconego przez pryzmat szklany, z którego wydzielić możemy dowolną barwę zapomocą wąskiej szczeliny; lub wreszcie dla światła niektórych szkielek barwnych). Kierunek prostoliniowy wiązki światła w jednym i tem samem środowisku, przeni-

¹⁾ Czytającym niniejszy artykuł pomocne mogą być książki następujące:

1) Z. Weyberg: Wiadomości początkowe z krystalografii (Rozdział „Optyczne własności kryształów“, str. 167—225).

2) G. Tschermak: Podręcznik mineralogii (przekł. polski), str. 169 — 201 oraz szczególnie dwie piękne tablice obrazów interferencyjnych na końcu książki. (Przyp. tłum.).

kając do środowiska innego,—np. w kierunku ukośnym przez powierzchnię wody lub szkła—ulega odchyleniu, przyczem, przechodząc ze środowiska rzadszego do gęstszego (z powietrza do wody), zbliża się do pionu (prostopadłej do powierzchni wody),—w przeciwnym razie—odeń się oddala: światło ulega załamaniu.

Jednakowoż nie wszystko światło wiązki przenika do cieczy, część—zostaje odbita od powierzchni wody, przyczem kąt między pionem a wiązką wpadającą równa się kątowi między pionem a częścią wiązki odbitą.

Wracając do zjawisk barwnych błon cienkich, wspomnianych na początku, zjawisk identycznych z okazywanymi przez cienkie płytki—np. płytki miki,—lub przez warstwy powietrza w formie klina w gipsie, szpacie wapiennym, przypatrzmy się bliżej mniej lub więcej równoległym smugom barwnym takiej klinowatej warstwy powietrznej, oglądając je przez szkło czerwone lub błękitne. Widzimy smugi ciemne i jasne. W prostszym przypadku listka lub błony część padających promieni świetlnych odbija się od powierzchni, druga zaś część przenika do listka, częściowo ulega odbiciu od dolnej ścianki listka oraz częściowo wychodzi z powrotem, równolegle do pierwszych promieni odbitych, przyczem opóźnia się oczywiście w stosunku do tych ostatnich i to tem więcej, im listek jest grubszy. Z powodu tych różnic dróg, promienie, biegnące w jednym i tym samym kierunku, wpływają na siebie wzajemnie, inaczej się wyrażając, interferują między sobą. Jeśli z dwu promieni jeden opóźniony jest w stosunku do drugiego o $\frac{1}{2}$, $\frac{4}{2}$, $\frac{6}{2}$ długości fali, to ruchy tych promieni będą się sumowały, jeśli jest on opóźniony o $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$ i t. d. długości fali, to, w razie jednakowego natężenia, ruchy obu promieni znoszą się całkowicie. Tedy w pierwszym przypadku otrzymujemy większą jasność, w drugim—ciemność; stąd to pochodzą,—w razie użycia szkła czerwonego,—owe smugi ciemne. Szkło błękitne daje ciemne smugi znacznie bardziej skupione, na-

skutek krótszych długości fal tego światła. Z powodu rozmaitego położenia ciemnych smug dla rozmaitych gatunków światła, światło białe, składające się ze wszystkich gatunków, daje zjawiska barwne, gdyż ciemność znajduje się w pewnem określonym miejscu klina zawsze tylko dla jednej barwy (lub też, jeśli idzie o miejsca grubsze—dla kilku barw), a inne barwy, nie wygasłe (w cienkich miejscach klina wszystkie barwy razem) tworzą barwę mieszaną.

Przyjrzyjmy się przez płytkę, wykrajaną z kryształu turmalinu równolegle do dłuższej osi, wiązce promieni wpadających, o jakiej mówiliśmy poprzednio, a stwierdzimy, obracając płytkę, że jasność tej wiązki świetlnej pozostaje zawsze jednakową; przeciwnie, wiązka odbita posiadać będzie pewien kierunek, w którym nastąpi ciemność,—to samo będzie z częścią załamaną wiązki,—pryczem ciemność nastąpi w kierunku prostopadłym do kierunku ciemności promienia odbitego. Obie więc wiązki posiadają własności jednostronne,—są spolaryzowane. Takiego światła spolaryzowanego dostarczają wszystkie kryształy z wyjątkiem kryształów teseralnych (układ prawidłowy, np. sól kuchenna, fluoryt): ruch światła, jednakowy u tych ostatnich we wszystkich kierunkach, zmienia się u pierwszych wraz z kierunkiem. Łamiamy one światło, rozdwarzając je; niektóre, jak szpat wapienny, dolomit—bardzo silnie, inne, jak kwarc—słabo. Puśmy na odłamek szpatu wapiennego wiązkę światła, a wyjdą zeń zwykle dwie wiązki, zachowujące się podobnie do wiązek załamaney i odbitej. Jeśli oś główna płytki turmalinowej będzie prostopadła lub równoległa do głównego przekroju odłupka romboedrowego (płaszczyzny, przeprowadzonej przez główną oś krystalograficzną szpatu wapiennego), to ciemność nastąpi naprzemian dla jednej lub drugiej wiązki, znajdującej się w głównym przekroju; znaczy to, że jedna drga w przekroju głównym, druga—prostopadle do tego kierunku. Obracamy odłupek w przekroju głównym, a jeden obraz zacznie się zbliżać do drugie-

go, aż wreszcie oba łączą się w jeden. Patrzymy teraz w kierunku osi optycznej, — mamy tu do czynienia z załamaniem pojedynczym; w każdym innym kierunku — panuje dwójłomność, największa — prostopadle do osi optycznej. Zupełnie podobnie do szpatu wapiennego zachowują się minerały z jedną wyróżniającą się osią krystaliczną; minerały zaś z trzema różnej wielkości osiami posiadają dwa kierunki prostej łamliwości, dwie osi optyczne.

Z powodu tej dwójłomności minerałów, cienkie odłupki lub płytki tych ostatnich ujawniają w pewnych warunkach podobne zjawiska do barw cienkich listków i t. p., o jakich mówiliśmy wyżej. Jeśli — że wybiegniemy nieco naprzód — z dwu wiązek, opuszczających szpat wapienny, usuniemy jedną, to będziemy mieli światło zupełnie spolaryzowane, czyli nacechowane drganiami eteru w jednej płaszczyźnie. Odłupek szpatu wapiennego, specjalnie w tym celu przygotowany, nazywamy nikolem; dostarcza on wiązki świetlnej, drgającej w przekroju głównym, zarazem przekroju głównym nikola. Dwa takie nikole (z prostopadłymi względem siebie przekrojami głównymi) służą do badań nad dwójłomnością minerałów. Światło, opuszczające pierwszy nikol, drga w jednej płaszczyźnie, i dlatego gaśnie w drugim górnym nikolu, skrzyżowanym w stosunku do pierwszego; otrzymujemy ciemność. Umieszczając przekroje główne równoległe do siebie, otrzymujemy jasność. Płytki minerałów, zwyczajnie łamiących, włożone między skrzyżowane nikole, nie usuwają wcale ciemności, natomiast minerały dwójłomne, przez które przechodzi światło nie prostopadle do osi optycznej, — jeśli je obracamy w płaszczyźnie prostopadłej do linii, łączącej oba nikole, — ujawniają naprzemian jasność i ciemność, i to cztery razy w ciągu obrotu na 360° . Pochodzi to stąd, że światło przebiega przez kryształ dwójłomny tylko w dwu prostopadłych względem siebie kierunkach, zupełnie tak, jak przez szpat wapienny. Jeśli kierunki te umieścimy równoległe do głównych przekrojów nikoli, to zawsze będzie ciemność,

gdyż światło, opuszczające pierwszy nikol, drga w jednej płaszczyźnie i przechodzi swobodnie przez kryształ skutkiem równoległości kierunku drgań, ale za to gaśnie w drugim nikolu, skrzyżowanym; natomiast, jeśli kierunki drgań kryształu nie będą równoległe do głównych przekrojów nikoli, to nastąpi jasność, albowiem światło opuszczające pierwszy nikol i drgające w jednej płaszczyźnie ulega — jak się wyrażamy — przepolaryzowaniu na kierunki drgań kryształu, podobnie jak z równoległobokiem sił, następnie — po opuszczeniu kryształu — ponownemu przepolaryzowaniu przez drugi nikol, tak, że część światła, opuszczająca pierwszy nikol, przechodzi również przez drugi. Kierunki, w których kryształ staje się ciemnym, nazywamy kierunkami gaśnięcia (znikania) światła; mają one w rozmaitych układach kryształów położenie stałe, określone przez stosunki symetrii kryształu. W przypadku kryształów z jedną osią główną otrzymamy kierunek gaśnięcia światła dla każdej płaszczyzny kryształu, jeśli przeprowadzimy płaszczyznę przez oś optyczną i przez prostopadłą do płaszczyzny kryształu.

Jeśli te kierunki znikania światła wyznaczymy dla całego kryształu i umieścimy na kuli, jak to zrobił Becke na swoich modelach skiodromicznych, to dla kryształów jednoosiowych otrzymamy sieć linii, składających się z kół równoległych i południków, przyczem punkty biegunowe oznaczać będą punkty wyjścia osi optycznej. Dla kryształów zwyczajnie łamiących w dwu kierunkach znajdziemy kierunki gaśnięcia światła dla każdego punktu kuli w taki sposób, że przeprowadzimy od tego ostatniego najkrótsze łuki do obu punktów osi; dwójściana kąta wyznaczy wtedy jeden kierunek znikania światła. Drugi będzie prostopadły do pierwszego. Tym sposobem otrzymamy sieć elips na kuli, przyczem zamiast kół równoległych w przypadku poprzednim będziemy mieli elipsy bardziej okrągłe dookoła obu osi, zawierających mniejszy kąt, a zamiast południków — elipsy bardziej płaskie dookoła

osi większego kąta. Dwa te rodzaje elips przecinają się pod kątem prostym.

Po tych wiadomościach przygotowawczych, zajmijmy się zjawiskami barwnymi cienkich odlupków albo blaszek minerałów dwójłomnych między nikolami skrzyżowanymi. Ponieważ dwa niejednokowo załamane promienie kryształu dwójłomnego posiadają szybkość niejednakową, więc po przejściu wiązki promieni przez blaszkę o postaci klina część promieni będzie w rozmaitych punktach klina opóźniona w stosunku do drugiej części, inaczej załamanej, innymi słowy wytworzy się różnica w drogach fal, tem większa, im grubszy będzie dany przekrój klina. Następnie, ponieważ nikol górny sprowadzi do jednej płaszczyzny promienie, drgające w dwu kierunkach, prostopadłych względem siebie, więc nastąpią znowu z konieczności zupełnie podobne zjawiska, jak z blaszkami lub listkami. W rzeczy samej, oglądając klin, wykrojony z minerału dwójłomnego, w czerwonym i błękitnym świetle między skrzyżowanymi nikolami, dostrzeżemy smugi czarne i jasne, w świetle zaś białym — te same zjawiska barwne, jak z klinowatą warstwą powietrza: w najcieńszym miejscu klina wystąpi barwa szara, następnie biała, żółta, pomarańczowo-czerwona, czerwona (rzęd 1-y), błękitna, zielona, żółta, pomarańczowo-czerwona (rzęd 2-gi) i t. d. Płytki jednakowej grubości, wyszlifowane z kryształu w rozmaitych kierunkach, dają ciemność w kierunku prostopadłym do osi optycznej, ukośnie zaś do tej ostatniej — barwy, np. 1-go rzędu, przytem tem żywsze (rozpoczynając od szarej), im bardziej płytka będzie nachylona do osi optycznej. Płytki, równoległe do osi optycznej, dostarczają barwy interferencyjnej najwyższej. Z grubszych płytek powstają wyższe barwy interferencyjne. Np. przez odlupek gipsowy spostrzegamy zwykle bardzo zmienne, jaskrawe barwy interferencyjne, odpowiadające zmiennej grubości odlupka. Barwa interferencyjna zależy jednakże jeszcze od załamania podwójnego, charakteryzującego dany minerał.

Np. płytki kwarcowe zawsze dadzą barwy mniej żywe, niż jednakowo grube i w jednakowym kierunku wyszlifowane płytki szpatu wapiennego. Gatunek zatem barwy interferencyjnej zależy po pierwsze od położenia preparatu w kryształach, podrugie — od jego grubości, po trzecie — od właściwego danemu minerałowi podwójnego załamania.

W każdej płytce dwójłomnej musimy z kolei oznaczyć dwa kierunki, w jakich drga światło; w kierunku mniej załamanej części wiązki światła zachodzą szybsze drgania eteru, w kierunku części bardziej załamanej — wolniejsze. Kierunki te rozróżniamy zapomocą specjalnej płytki, w której znamy kierunek promienia szybszego; jestto płytka gipsowa, dostarczająca sama barwy czerwonej rzędu 1-go. Jeśli dwie płytki gipsowe, jednakowo grube i jednakowo zorientowane położymy jedną na drugiej (każda z nich dostarcza barwy czerwonej 1-go rzędu), to otrzymamy barwę czerwoną drugiego rzędu, gdyż, różnica dróg, jaka powstaje w pierwszej płytce, wzrośnie w dwójnasób w płytce drugiej. I właśnie ta podwójna różnica dróg daje barwę czerwoną 2-go rzędu. Takie ustawienie nazywamy „dodajnem“. Przeciwnie, jeśli płytki gipsowe położymy nakrzyż, to różnica dróg, wywołana przez pierwszą płytkę, zniknie oczywiście przechodząc przez drugą jednakowo grubą, — otrzymamy ciemność. Będzie to ustawienie „odjemne“. Zatem płytka mikowa o barwie białej pierwszego rzędu, skombinowana dodajnie z płytką gipsową o barwie czerwonej pierwszego rzędu, da barwę żółto-zieloną drugiego rzędu, skombinowania odjemnie — znów barwę białą pierwszego rzędu.

Opisane wyżej zjawiska w równoległym świetle spolaryzowanym pozwolą nam z łatwością zrozumieć obrazy interferencyjne, jakich dostarczają płytki dwójłomne w świetle zbieżnym. W tym celu umieszcza się preparat między dwiema soczewkami o znacznej krzywiznie, poczem cały układ — znów między dwiema skrzyżowanymi nikolami. Płytką szpatu wapiennego, wyszlifowaną prostopadłe do

osi optycznej, da nam w tym razie obraz interferencyjny, w którym przedewszystkiem rzuca się w oczy krzyż czarny, a następnie—pewna ilość pierścieni barwnych, otaczających spółśrodkowo punkt środkowy krzyża. Promienie świetlne, przebiegające przez pierwszy nikol, stają się po przejściu przez pierwszą soczewkę zbieżnymi, przechodzą z kolei jako stożek świetlny przez płytkę minerału, załamują się znów w drugiej soczewce i łączą się wreszcie w jednej płaszczyźnie, t. zw. tylnej płaszczyźnie ogniskowej. W tej zatem płaszczyźnie powstaje obraz interferencyjny, po przejściu promieni przez drugi nikol. Aby zrozumieć powstawanie czarnego krzyża, dobrze jest posługiwać się modelem skiodromicznym. Przyjrzyjmy się temu modelowi z odległości w kierunku osi optycznej, a będziemy mieli obraz, jaki daje rzut równoległy, a więc koło z kołami spółśrodkowymi, wciąż się zmniejszającymi oraz z południkami w postaci średnic. Wszystkie miejsca owych linii, równoległe do głównych przekrojów nikoli, muszą wywołać w obrazie interferencyjnym ciemność, gdyż promienie wychodzące z dolnego nikola, a więc równoległe do jego kierunku drgań, przejdą bez przepolaryzowania przez nikol, dotrą z kolei do drugiego nikola i tu zostaną zgaszone. Promienie, przebiegające w kierunku prostym do płytki, zostaną oczywiście tylko pojedynczo załamane,—więc i w tym przypadku otrzymamy ciemność. Pręt, przeprowadzany równoległe do siebie nad naszym rzutem równoległym, wskaże wszystkie miejsca, jakie ulegną zgaszeniu, i zarazem unaoczní, że krzyż musi powstać. Jeśli będziemy obracali nasz rzut równoległy, to wobec niezmiennego położenia pręta stwierdzimy, że zamiast poprzednich kierunków znikania światła powstają nowe, równoległe do pręta, że zatem krzyż czarny — jeśli nikole pozostaną w miejscu—nie może wędrować. Można się o tem odrazu przekonać, obracając płytkę kryształu.

Tłum. L. H.

(Dok. nast.)

WPLYW WIATRU NA KSZTAŁTY ROŚLIN

(według N. SCHILLER-TIETZA).

Wpływ warunków miejscowych odbija się najsilniej na ustrojach nieruchomych, a więc przedewszystkiem na roślinach naczyniowych. Muszą one przystosowywać się ściśle nie tylko do warunków gleby, ale i do rozmaitych wpływów powietrza.

Jednym z najbardziej jaskrawych objawów stałego oddziaływania pewnych czynników na rośliny jest pionowy kierunek ich łodyg, będący skutkiem wpływu siły ciężkości. Pozwala on roślinom z jednej strony korzystać możliwie dokładnie z otaczającego je powietrza i światła, z drugiej zaś ułatwia wytworzenie pięknych symetrycznych kształtów, które wzbudzają nasz zachwyt zarówno w samotnie stojących okazach, jak jeszcze bardziej w zbiorowiskach roślin — w falującym łanie zboża lub w nieruchomym borze jodłowym albo świerkowym.

Kierunek pionowy roślin, umożliwiający wyniosłą i prostą ich postać, jest tak pospolity, że należy go uważać za normalny; pochyły, wykazujący dążność do wytworzenia form niskich, karłowatych, jest zawsze objawem nienormalnym, dowodzi, że działały tu jakieś przyczyny poboczne, które wpłynęły na zmianę prawidłowego wzrastania.

Przyczyny takie mogą być rozmaitej natury: jednostronne oświetlenie, jednostronne obciążenie nadmiarem owoców lub śniegu, albo też pnączów (powojnik, dziki chmiel i t. p.), wreszcie wpływ przeważającego kierunku wiatrów w jakiejś okolicy. Przyczyny takie wywołują nie tylko pochylenie się pnia w pewnym kierunku, ale także i niesymetryczny kształt korony.

Tutaj zajmujemy się jedynie wpływem wiatru i swoistą postacią, jaką nadaje on drzewom i krzewom.

Wpływ wiatru jest szczególnie widoczny na wybrzeżach morskich i wielkich

równinach, gdzie na drodze swej nie spotyka żadnych przeszkód. Tam też w największej okazałości objawia się na kształtach roślin. W sposób mniej wybitny, również jednak bardzo charakterystyczny oddziaływa on na skrajną roślinność lasu w stronie, zwróconej do przeważającego kierunku wiatrów.

Wiatry mocne, zwłaszcza gdy wieją stale w jednym kierunku, odciskają nadzwyczaj wyraźne piętno na postaci roślin drzewiastych i na charakterze całego krajobrazu. Pnie drzew są wtedy przeważnie niskie, częstokroć wygięte w jednym kierunku, rozgałęzienia nieprawidłowe, również pogięte, pokoszawione i poplątane, często obumarłe na stronie, zwróconej pod wiatr, tak, że nowe pędy znajdują się jedynie na stronie przeciwnej, zasłoniętej. Korony wskutek tego przybierają bardzo oryginalny charakter, rozwinięte są jednostronnie, wyglądają nieraz jakby przyszczyżone. Drzewa i krzewy tworzą często coś w rodzaju szpalerów, jeśli rosną razem, np. na skraju lasu. Cały las wówczas skłania się nieraz w ten sposób w jedną stronę, w kierunku wiatru. Czasami, w razie większej siły wiatrów, drzewa nie mogą się wcale utrzymać na jego skraju, zachowują się tam jedynie pędy, wyrastające od korzenia lub od podstawy pnia, i na skraju powstają zarośla krzewiaste, jakie można nieraz spotykać w Jutlandyi.

Pochylenie drzew oraz jednostronny rozwój ich rozgałęzień wskazują kierunek panujących wiatrów nie gorzej od diun, a czasami z większą nawet dokładnością.

Na ten związek postaci drzew z kierunkiem wiatrów zwrócił już uwagę J. J. Scheuchzer w roku 1706, obserwując jodły na górze Pilatus. Zauważył mianowicie, że gałęzi ich nie rozchodzą się na wszystkie strony, lecz są zwrócone ku południowi. „Widać z tego, powiada, jak wielką jest siła wiatru północnego, który, owiewając bez przeszkód wierzchołek tej góry, poskręcał na jedną stronę gałęzi drzew i usztywnił je w tem położeniu. Ile gałęzi, tyle tu igieł magnesowych“.

A. G. Schrenk opisuje, że w czasie podróży w roku 1836 widział, jak Samojeździ kierują się doskonale podług kształtu drzew i krzewów. A Karol Darwin podaje, że na wyspach Zielonego Przylądka drzewa stanowią naturalne chorągiewki, wskazujące kierunek panujących tam pasatów.

Naturalnie, takie postaci roślin, zależne od wiatru, występują tem okazalej w danej miejscowości, im mniejsza bywa w niej liczba dni cichych i im większa jest siła wiatrów. Z tego też powodu bywają one najcharakterystyczniejsze na wybrzeżach morskich. Obfitują w nie szczególnie brzegi morza Północnego w Europie środkowej. Na samem wybrzeżu wobec zbyt wielkiej siły wiatrów miejscami niema nawet wcale drzew.

Tak na wielu wyspach (Sylt, Föhr i in.) drzewa rosną wyłącznie pod osłoną budynków, których wysokość stanowi granicę pionowego wzrostu drzew: powyżej ich dachów zaczynają one przybierać postać chorągiewek wietrznych, skierowanych w głąb kraju. To samo dotyczy drzew, rosnących za murami ogrodowymi, tamami i t. p.: wszędzie powyżej zasłony korona ich zamiera albo rośnie pochylone w kierunku wiatru. Zjawisko to można nieraz zauważyć nie tylko na wybrzeżu, ale nawet i w pewnej odległości od niego w głębi lądu.

W Szlezwiku - Holsztynie np. drzewa znajdują się pod wpływem wiatrów zachodnich, na całym też wybrzeżu zachodnim jest ich bardzo niewiele, a pochylanie się koron ku wschodowi można zauważyć na samotnie rosnących dębach, jeszcze na odległości 20 kilometrów od wybrzeża zachodniego.

Zarośla drzewiaste w głębi Szlezwiku - Holsztynu mają charakterystyczną postać, zostającą w związku z silnymi wiatrami miejscowymi; noszą one nazwę krattu.

Są to szczątki dawnych lasów dębowych, ale dęby w nich nie mają wyglądu drzew, lecz niskich krzaków, powstałych z pędów od korzenia, a złożonych z większej liczby pogiętych pni, bez wyróżnionej głównej osi; gałęzi ich są pokręcone i poplątane, tworząc jakby ro-

dziej gniazda. Ten niski wzrost i to poplątanie gałęzi stanowią zarazem środek obrony przeciwko wiatrom.

Takie poplątanie gałęzi można tam zauważyć i na dębach, którym się udało wyrość w pień pionowy; korona ich oprócz tego zawsze bywa pochylona w kierunku wiatru.

Co do przyczyny tego zjawiska, to dość utarty pogląd dopatruje się tu wpływu soli, zawartej w powietrzu. Pogląd ten opiera się na fakcie, że takie postaci drzew występują najwyraźniej na wybrzeżach morskich. Napatrzeć się ich można dowoli zarówno na brzegach morza Północnego (w Szlezewiku-Holsztynie, Anglii, Norwegii, Holandyi), jak i na Rywierze i nad Adryatykiem, jak i w Ameryce południowej lub Kalifornii. Pogląd ten wypowiedział między innymi W. O. Focke.

Przeciwko temu atoli przemawia ta okoliczność, że takie charakterystyczne postaci drzew występują pod wpływem wiatru zarówno na wybrzeżach morskich, jak i w głębi lądów. Odpowiednie spostrzeżenia zebrał i zestawiał prof. dr. J. Früh w rocznikach Towarzystwa geograficzno-etnograficznego w Zurichu (*Jahresbericht der Geographisch - Ethnographischen Gesellschaft zu Zürich*, rok 1901/2). Widać z jego zestawień, że takie postaci drzew znajdują się nie tylko na wybrzeżach mórz, zawierających obficie sól, ale i koło ubogich w nią; występują one między innymi i na wyspie Ozylii (Ösel), chociaż zawartość soli w Bałtyku wynosi zaledwie 0,771‰, gdy w morzu Północnym dochodzi do 3,5‰. Ale co jeszcze ważniejsza, wybitne postaci wietrzne drzew występują także i w głębi lądów, w znacznej nawet odległości od wybrzeży.

Nie może zatem ulegać wątpliwości, że przyczyną tworzenia się tych charakterystycznych postaci drzew jest przede wszystkim sam wiatr, a nie przynoszone przezeń cząsteczki soli, zawarte w powietrzu.

Wiatr działa na rośliny w sposób dwójaki: mechanicznie — przez zginanie, potrącanie i wzajemne uderzanie o siebie liści oraz gałęzi; oraz fizjologicznie — przez

wysuszanie części rośliny, z którymi się styka. To osuszanie jest skutkiem wzmożonego parowania, na co zwrócili już uwagę koło roku 1887: Wiesner, Kihlman i Warming. Wiatr, odpędzając ciągle cząsteczki powietrza, stykające się z rośliną i przypędzając na ich miejsce nowe, pobudza ją do energiczniejszego wyziewania, a tem samem działa na nią osuszająco.

Że tak jest istotnie, najlepiej widać z tego, iż rośliny, pozostające pod wpływem stałych wiatrów wykazują budowę i postać kserofilową, właściwą również roślinom krain gorących a suchych, chociażby pozbawionych silnych wiatrów: tu i tam mamy wzrost mniej lub więcej karłowaty, pędy bardzo skrócone, a zato obficie rozgałęzione i poplątane w gęste skupienia; liście przeważnie zmarniałe i nędzne. Czernienie liści, zarówno jak zamieranie i odpadanie gałęzi od strony wiatru są to wszystko objawy osuszającego jego działania.

Wpływ osuszający i niszczycielski wiatru na liść objawia się przede wszystkim w zbrunatnieniu lub szczeniu i wyschnięciu wierzchołka jego oraz brzegów. Czernienie i wysychanie rozchodzi się stopniowo na całą blaszkę, aż wreszcie ostatecznie liść ginie i opada przed czasem z gałązki. Takie przedwczesne więdnienie i opadanie liści można dorywczo dostrzegać na wiosnę w wielu miejscowościach, nie wystawionych nawet na działanie stałych wiatrów. Do osuszającego działania wiatru można również sprowadzić ginięcie posiewów w zimy, ubogie w śnieg.

Naturalnie, że wpływ wiatru tem wybitniej się objawia, im posiada on większą siłę, a więc dlatego wzmaga się on wobec innych warunków jednakowych wraz ze zbliżaniem się do morza, jak również wraz z większym wzniesieniem nad jego poziom.

Poza tem nie wszystkie rośliny są jednakowo wrażliwe na działanie wiatru. Silnie ulega jego wpływowi dąb na wybrzeżach morskich, a sosna zawsze i wszędzie. Podobnie bardzo wrażliwe są trawy i palmy: jest też rzeczą niezmiernie

rzadką znaleźć palmę daktylową o kłodzinie zupełnie prostej, jak słup, sterujący pionowo.

Na wybrzeżach morskich najoporniej zachowują się względem wiatru dwa drzewa, nie przybierające tam postaci pogiętej: świerk (*Picea excelsa*), tworzący tak piękną piramidę, gdy rośnie samotnie, oraz jodła (*Abies pectinata*); co zresztą nie przeszkadza, że w górach oba te drzewa mogą zupełnie tracić gałęzi od strony wiatru. Topola włoska (*Populus pyramidalis*) również prawie nigdy nie przybiera postaci pochyłej, ale tak samo traci gałęzi od strony, wystawionej na wiatr.

Najpospolitszą postacią wietrzną drzewa jest pochyły, garbaty pień z koroną niesymetryczną. Czasem jednak drzewa w tych warunkach przybierają nadzwyczaj oryginalne formy, naśladujące rozgałęzieniami korony kształt harf, chorągwi, zwianych w jedną stronę, płaskich jakby stołów lub parasoli i t. p. Drzewa o takich niezwykłych kształtach znane są z wielu miejscowości, wystawionych na działanie stałych wiatrów.

Drugą postacią charakterystyczną są formy karłowate, a przybierają ją nie tylko drzewa, ale i krzewy. Jest ona niejako kresem istnienia drzew: w razie silniejszych wiatrów nie mogą już one zupełnie się utrzymać i cała okolica pozostaje niezadrzewiona. W ten sposób powstały tundry i stepy na obszarach wietrznych a ubogich w deszcze.

Silę wiatru można tu porównać niejako z siłą fal morskich, uderzających o brzeg. Zupełnie też tak samo, jak siłę fal miarkują tamy i wały nadbrzeżne, tak samo działanie wiatru można osłabić różnego rodzaju zasłonami: pagórki, mury, budynki odgrywają rolę tam — charakterystyczny krajobraz drzew odsłoniętego wietrznego obszaru zmienia się poza takimi zasłonami zupełnie. Bez nich niektóre drzewa nie mogą się tam zupełnie utrzymać: na zachodnich wybrzeżach Szlezewiku-Holsztynu niema wcale drzew owocowych; wogóle w takich okolicach udają się one pomyślnie jedynie poza osłonę lasów.

Wpływ panujących wiatrów objawia się nieraz i w dolinach, położonych w głębi lądu, jeżeli taki panujący wiatr dmie stale w kierunku doliny. Można tam wówczas zobaczyć niesymetryczne, wietrzne postaci drzew owocowych oraz innych.

Ale takie kształty mogą być wyłącznie skutkiem wiatrów stałych, chociażby nawet mniej silnych. Wiatry silne bardzo, będące przyczyną burz, wywierają wpływ niszczący na rośliny, nie mogą jednak stać się powodem powolnego, ale stałego przekształcania się ich postaci. Zarosła utworzone z drzew karłowatych, szpalerowych, niesymetrycznie parasolowatych i t. p., tworzą charakterystyczny krajobraz okolicy, podległej działaniu stałych wiatrów, tak charakterystyczny, jak nagromadzenie okrągławych głazów dla miejscowości, która niegdyś pokryta była powłoką lodowca. Z niesymetrycznych koron drzew można wnioskować z taką samą pewnością o kierunku panujących wiatrów, jak z tych głazów wnioskujemy o dawnych lodowcach. Na kształtach roślin bowiem wpływ nawet słabych, byle stałych wiatrów odbija się jeszcze silniej i wyraźniej, niż na deszczach i potokach w stronie gór, wystawionej na wiatry.

B. Dyakowski.

E. MIECZNIKOW.

STAN OBECNY NAUKI O ODPORNOŚCI W CHOROBAH ZAKAŻNYCH¹⁾.

Nie trzeba na to być lekarzem, ani samemu zajmować się nauką, ażeby zadać sobie pytanie, czem to się dzieje, że organizm ludzki posiada zdolność opierania się niezliczonym czynnikom szko-

¹⁾ Odczyt, wygłoszony w Sztokholmie z okazji otrzymania przez p. Miecznikowa nagrody Nobla.

dliwym, które mu codziennie grożą. Widzimy na każdym kroku, jak w rodzinach, w których wszyscy członkowie są wystawieni na to samo niebezpieczeństwo, jak w szkole, w wojsku, gdzie życie wszystkich płynie jednakowo, pewnym chorobom ulegają tylko niektórzy. Obok osób, które padają ich ofiarą, spotykamy inne, obdarzone mniejszą lub większą odpornością.

Dawniej można było tylko bardzo ogólnikowo odpowiedzieć na pytanie co do istoty tej zastanawiającej odporności organizmu. Ale od czasu słynnych odkryć Pasteura i jego współpracowników, którzy znaleźli sposoby nadawania ustrojowi odporności zapomocą szczepienia drobnoustrojów cała kwestya przeszła do rzędu zagadnień, najzupełniej ścisłych, dostępnych dla metod doświadczalnych. Dla Pasteura, który był chemikiem, fakt ten, że organizm odporny nie pozwala rozwijać się w swem łonie pewnym czynnikom chorobotwórczym, tłumaczył się pójściem przez skład chemiczny środowiska. Tak samo jak rośliny nie mogą rosnąć w ziemi, w której brak jakiegokolwiek substancji, niezbędnej do ich rozwoju, tak i drobnoustroje, te rośliny mikroskopowe, wywołujące choroby zakaźne, są niezdolne do rozwoju w organizmie, który im nie dostarcza wszystkich materij niezbędnych.

Teorya ta, aczkolwiek bezwzględnie logiczna, była w sprzeczności z mnóstwem zjawisk, zachodzących w organizmie odpornym. Pasteur i jego współpracownicy sami zdali sobie z tego sprawę, skoro spostrzegli, że drobnoustroje zakaźne mogą rozwijać się bardzo dobrze we krwi zwierząt, obdarzonych absolutną odpornością.

Organizm zwierzęcy jest bardzo złożony i dlatego nieraz bywa trudno zapomocą koncepcyj prostych wyjaśnić zjawiska, które w nim zachodzą. Ażeby dojść do zamierzonego celu, należało obrać inną drogę. Trzeba było stanąć na stanowisku biologicznem i starać się uprościć warunki badania, nie wychodząc jednak z granic organizmu żywego. To była myśl, którą kierowałem się we wszy-

stkich badaniach. Ponieważ choroby nie są bynajmniej przywilejem człowieka i zwierząt domowych, zacząłem badać, czy u zwierząt niższych o organizacyi bardzo prostej mogą zachodzić zjawiska patologiczne, czy można u nich zaobserwować zjawiska zakażenia, wyzdrowienia i odporności.

Ażeby przyczynić się do rozwiązania zagadnień leczniczych, należało stanąć na gruncie patologii porównawczej.

W toku badań nad powstawaniem i rozwojem narządów trawienia w świecie zwierzęcym uderzyła mnie ta okoliczność, że niektóre elementy ustroju, nie mające żadnego udziału w trawieniu pożywienia, posiadają mimo to zdolność wchłaniania ciał obcych. Zdaniem mojem przyczyną tego zjawiska była ta okoliczność, że elementy te kiedyś uczestniczyły w czynności trawienia.

Nie będziemy tu dalej rozwijali tego zagadnienia natury ściśle zoologicznej i zaznaczymy tylko pokrótce wyniki ogólne badań przedsięwziętych w tym kierunku. Oto elementy ustroju ludzkiego, czy zwierzęcego, obdarzone ruchem własnym oraz zdolnością wchłaniania ciał obcych, są tylko pozostałością układu trawienno-istot pierwotnych. U niektórych zwierząt niższych, dostatecznie przezroczystych na to, aby je można było żywe obserwować, widać wyraźnie w wnętrzu mnóstwo drobnych komórek, uzbrojonych ruchomymi wypustkami. Najmniejsze obrażenie zwierzęcia pociąga za sobą nagromadzenie tych komórek właśnie w miejscu uszkodzenia. Można przekonać się z łatwością, że u małych przezroczystych poczwerek komórki ruchome, nagromadzone w miejscu obrażenia, zawierają częstokroć resztki ciał obcych.

Zjawiska tego rodzaju z jednej strony potwierdzały nasze przypuszczenie co do pochodzenia tych komórek wędrujących, z drugiej zaś nasuwały myśl, że nagromadzenie ich w pobliżu miejsca uszkodzenia stanowi naturalną obronę ustroju. Należało tylko wynaleść metodę sprawdzenia tej hipotezy. W owym czasie, przed 25 mniej więcej laty, byłem w Mes-

synie i zwróciłem uwagę na larwy pływające pewnych rozgwiad, odkrytych poraz pierwszy na wybrzeżach skandynawskich. Larwy te są dość duże, aby można było na nich wykonywać niektóre operacje; z drugiej strony są o tyle przezroczyste, że można je obserwować za życia pod mikroskopem.

Wprowadzałem ostre drzazgi do ciała tych larw i na drugi dzień znajdowałem komórki ruchome, grubą warstwą otaczające obce ciało. Zachodzi tu uderzające podobieństwo do zjawiska, które u człowieka następuje po ukłóciu drzazgą, spowodowanym zapaleniem, połączone z ropieniem. Tylko u larw rozgwiad nagromadzenie komórek ruchomych wokół ciała obcego odbywa się bez najmniejszego współudziału naczyń krwionośnych układu nerwowego, a to dla tego prostego powodu, że zwierzęta te nie mają ani naczyń, ani nerwów. Gromadzenie się u nich wokół drzazgi komórek ruchomych jest wynikiem niejako czynności samorzutnej.

Zjawisko, o którym mówimy, stanowi poniekąd pierwszą fazę zapalenia w świecie zwierzęcym. Wiemy jednak, że zapalenie u człowieka i u zwierząt wyższych bywa prawie zawsze wynikiem działania drobnoustrojów chorobotwórczych. Dlatego przypuścić możemy, że napływ komórek ruchomych do miejsca uszkodzonego stanowi odczyn organizmu na czynniki zewnętrzne w ogólności, a zwłaszcza na działanie drobnoustrojów zakaźnych. W świetle tej hipotezy choroba przedstawia się jako walka pomiędzy czynnikiem chorobotwórczym—drobnoustrojem, przychodzącym z zewnątrz—a komórkami ruchomymi ustroju. Wyzdrowienie jest zwycięstwem tych komórek, odporność jest wyrazem ich energii, wystarczającej do powstrzymania wtargnięcia drobnoustrojów.

Dedukcja ta, oparta na podstawowym doświadczeniu z drzazgą u larwy, musiała być sprawdzona przez spostrzeżenia i doświadczenia ścisłe. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności choroby zakaźne atakują nie tylko człowieka i zwierzęta wyższe. Istniały one znacznie dawniej, niż

powstał ród ludzki i mało która istota jest od nich wolna.

Ażeby sprawdzić wartość hipotezy, należało znaleźć zwierzę wyższe, tak małe i przezroczyste, aby je można było żywe obserwować pod mikroskopem, podlegające jednej z chorób zakaźnych, wywoływanych przez drobnoustroje. Po kilkakrotnych próbach przedsięwziętych w tym kierunku, zwróciłem się do badania zakażenia u pewnego gatunku zwierząt słodkowodnych, zwanych pospolicie pchłami wodnymi. Te drobne skorupiaki są bardzo rozpowszechnione we wszystkich wodach stojących i podlegają kilku chorobom. Jedną z nich wywołują małe drobne ustroje, posiadające własność wytwarzania zarodników w postaci igieł. Zarodniki te, połknięte przez pchłę wodną, kaleczą z łatwością ścianę trzewiów i przenikają przez nią do jamy ciała. Usadowiwszy się tam, wywołują nagromadzenie komórek ruchomych, odpowiadających ciałkom białym krwi ludzkiej. Zaczyna się walka pomiędzy zarodnikami a komórkami. Czasami zarodnikom uda się rozwinąć. Wtedy wytwarza się pokolenie drobnoustrojów, wydzielających substancję, w której komórki ruchome się rozpuszczają, ale tak bywa bardzo rzadko. Daleko częściej zdarza się, że komórki ruchome zabijają i trawią zarodniki zakaźne, gwarantując w ten sposób odporność ustroju. Opisane tutaj zjawiska odbywają się w zwierzęciu żywym i można je obserwować krok za krokiem pod mikroskopem ze ścisłością, nie pozostawiającą nic do życzenia.

Wyniki doświadczeń z larwami rozgwiad i z chorobą pcheł wodnych stanowią podstawę teorii, którą tu przedstawiamy. W czasach najgorętszych na nią ataków ze strony najslawniejszych uczonych, gdy razwraz budziły się wątpliwości, czy ostoja się ona wobec krytyki, nadzieję moją podtrzymywało wspomnienie rozgwiad z drzazgą, otoczoną komórkami ruchomymi i pcheł, Dafnij, których ciała krwi pożerały zarodniki mikroba zakaźnego. Taką pewnością dają

tylko zjawiska, sprawdzone na organizmach żywych.

Gdy podstawa teorii odporności została w ten sposób ugruntowana, należało ją zastosować do organizmów wyższych i do człowieka. Wobec bez porównania bardziej złożonych warunków, niż u drobnych przezroczystych żyjątek, powstają tu na każdym kroku tysiączne trudności. Nawet najmniejszego kręgowca, np. myśli nowo narodzonej, nie możemy w żaden sposób badać bezpośrednio pod mikroskopem. Wskutek tego musieliśmy się uciec do metod bardziej złożonych, do kombinowania i zestawiania wyników badań nad krwią i organami wyciętymi z ustroju. Oczywiście, że w takich warunkach pozostają szeroko otwarte wrota dla wszelkiego rodzaju omyłek.

Studia nad kilku chorobami zakaźnymi człowieka i zwierząt wyższych wykazały nasamprzód, że zjawiska obserwowane zgadzają się bardzo dobrze z teorią, opartą na badaniach przezroczystych zwierząt niższych. We wszystkich przypadkach odporności ustroju wprowadzenie drobnoustrojów zakaźnych pociąga za sobą nagromadzenie komórek ruchomych, a zwłaszcza białych ciałek krwi, pochłaniających i niszczących mikroby. Białe ciała krwi i inne komórki, sprawujące to zjawisko, otrzymały nazwę fagocytów, t. j. komórek pożerających, a całokształt sprawy, zapewniającej ustrojowi odporność nazwano fagocytozą.

Ustalono zostało prawo ogólne, że we wszystkich przypadkach odporności tak wrodzonej, jak nabytej zarówno drogą szczepień zapobiegawczych, jak wskutek przebycia choroby zakaźnej, fagocytoza odbywa się bardzo intensywnie; tymczasem w zakażeniach śmiertelnych albo szczególnie niebezpiecznych zjawisko to nie zachodzi wcale lub w stopniu bardzo nieznacznym. Prawa tego dowiedziono poraz pierwszy dla zwierząt uodpornionych przeciwko wąglikowi. Jeżeli zaszczipimy lasecznika wąglikowego pod skórę zwierzęciu, wrażliwemu na to zakażenie, np. królikowi lub śwince morskiej, wówczas znajdziemy mikroby wolne w obficie nagromadzonym płynie, prawie zu-

pełnie nie zawierającym ciałek białych. Inne zupełnie obrazy znajdziemy po zaszczeniu królika lub świnki morskiej po uprzednim uodpornieniu. Po upływie względnie krótkiego czasu ciała białe krwi, gromadzące się w wielkiej ilości w miejscu szczepienia, pochłaniają wszystkie laseczki. Wewnątrz tych fagocytów laseczki giną prędzej, czy później, czasami już po kilku godzinach.

Z czasem teorię fagocytów rozciągnięto na szereg innych chorób zakaźnych. Gdy tylko organizm obdarzony jest odpornością, czynnik zakaźny staje się łupem fagocytów, gromadzących się około mikroba. To prawo ogólne zostało sprawdzone na szeregu drobnoustrojów zakaźnych, odkrytych już po jego ustaleniu. Np. w dżumie we wszystkich przypadkach, kiedy organizm wykazuje odporność, fagocyty pożerają i niszczą laseczki; przeciwnie—w przypadkach śmiertelnych większość mikroba pozostaje wolną w płynach ustroju i rozmnaża się bez przeszkód.

Jak dotąd, nie znamy jako tako poważnego wyjątku, od powyższej zasady ogólnej. Wprawdzie Weil w kilku swoich rozprawach utrzymywał, że organizm, odporny względem mikroba cholery kur, broni się od niego inaczej, niż za pomocą fagocytów. Pogląd ten oparł na niemożności wykazania laseczników cholery kur wewnątrz białych ciałek u zwierząt niewątpliwie odpornych. Wyjątek ten jednak jest tylko pozorny. Tłumaczy się on bardzo drobnymi rozmiarami mikroba, który wskutek tego łatwo wymyka się z pod oka obserwatora.

Sulima, który w pracowni mojej bardzo starannie badał ten przedmiot, ustalił w sposób niewątpliwy, że, w myśl zasady ogólnej, u zwierząt, odpornych na zakażenie chorobą kur, ciała białe pochłaniają mikroby i niszczą je w swym wnętrzu.

Przeciwnicy teorii fagocytarnej utrzymywali przez czas dłuższy, że białe ciała krwi i wogóle fagocyty mogą pochłaniać tylko takie mikroby, które zostały uprzednio zabite przez płyny ustroju, a mianowicie przez osocze krwi i przez

części płynne wysięków. Dzisiaj jednak już nikt nie będzie bronił tej tezy. Liczne i zupełnie ściśle doświadczenia wykazały, że fagocyty pochłaniają drobnoustroje zakaźne najzupełniej żywe, zdolne do sprowadzenia śmiertelnego zakażenia w ustroju nieodpornym.

Wyniki, przedstawione tu w sposób ogólnikowy, są owocem długoletnich poszukiwań i sporów. Na wielkiej liczbie uczonych ciążył jeszcze pogląd dawny, jakoby ciała białe stanowiły pierwiastek wrogi zdrowiu organizmu. Kiedyś napotymano w ciężkich chorobach nagromadzenia ropy, w których widziano same tylko ciała białe, gdyż mikroby jako zbyt małe, były niedostępne dla ówczesnego niedoskonałego badania mikroskopowego. Stąd rodziło się mniemanie, że ciała ropne jako takie mogą być źródłem choroby, której przyczyn szukano w zmianach chorobowych ciała. Gdy z czasem odkryto mikroby wewnątrz ciałek białych, powstała hipoteza, że ciała te jako szkodliwe pierwiastki ustroju, służą tylko do żywienia i roznoszenia po całym ciele najgorszych jego wrogów, t. j. czynników zakaźnych. Niszczenie tych ostatnich w przypadkach odporności miało być raczej zasługą bezpośrednią płynów organizmu.

W ten sposób w przeciwstawieniu do fagocytarnej rozwinęła się teoria bakteryobójczego działania płynów ustroju. Organizm, obdarzony odpornością naturalną lub nabytą, miał posiadać zdolność niszczenia drobnoustrojów zakaźnych bez znacniejszego współdziałania komórek żywych. Twierdzenie to opierało się na dobrze znanych przykładach, w których krew lub surowica krwi, wydobyte z organizmu, posiadały zdolność zabijania wielkiej ilości drobnoustrojów zakaźnych. Aczkolwiek ta teoria humoralna odporności spotkała się od pierwszej chwili z mnóstwem i to bardzo ważnych faktów sprzecznych, znalazła pomimo to wielu gorących zwolenników. Wzmocnił ją zwłaszcza swem odkryciem Pfeiffer, który wykazał, że lasecznik cholery zostaje zniszczony w płynie jamy brzusznej u zwierząt uodpornionych na to za-

każenie. W przykładzie tym, który stał się klasycznym, laseczniki znajdują śmierć nie wewnątrz fagocytów, lecz w płynie wysięku otrzewnowego. Przez długi czas starano się dowieść, że nie jest to bynajmniej wyjątek od zasady ogólnej, lecz przejaw ogólnego prawa odporności. Tymczasem po latach badań pracowitych okazało się ostatecznie, że znaczna większość drobnoustrojów zakaźnych nie ulega niszczeniu przez płyny ustroju i że przykład laseczników cholery tłumaczy się wielką ich nietrwałością. Z drugiej strony powstało przypuszczenie, że niszczenie laseczników cholery przez płyny organizmu jest wynikiem działania substancyj bakteryobójczych, wydzielanych przez ciała białe, znajdujące się w jamie brzusznej. W przypadkach, kiedy te same mikroby wprowadzone były do takich części ustroju, które z natury rzeczy nie zawierają ciałek białych, niszczenie laseczników odbywało się wewnątrz fagocytów, przybywających na pole walki. Nawet w jamie brzusznej można było z łatwością uniknąć zewnątrzkomórkowego niszczenia laseczników, jeżeli ciała białe pozbawione były możliwości wyrabiania i wydzielania substancyj bakteryobójczych. Doświadczenie to, które przez czas dłuższy spotykało się z protestem kilku badaczy, ostatecznie przed paru laty Bail stwierdził w sposób niewątpliwy. Dziś więc może uchodzić za rzecz pewną, że niszczenie laseczników cholery w organizmie odpornym, odbywa się wewnątrz fagocytów, o ile tylko białe ciała krwi są nienaruszone.

Analiza głębsza zjawisk odporności, oparta na niezmiernie licznych badaniach, wykazała, że fagocytoza jest to rzeczywiście akt obrony ustroju względem czynników zakaźnych. Rozmaici z pośród dawniejszych zwolenników czysto humoralnej teorii odporności pogodzili się potem z teorią komórkową, ale z mniej lub więcej ważnemi zastrzeżeniami. Tym sposobem wytworzyło się kilka teorii pośrednich, według których organizm, zagrożony najściem mikrobów, wprowadza w ruch wszystkie środki obrony, jakimi rozporządza, a więc zarówno fagocy-

ty, jak płyny. W pewnych przypadkach odporności niszczenie czynników zakaźnych jest dziełem płynów ustroju, a zwłaszcza osocza krwi, inne natomiast bakterie, bardziej odporne, znajdują śmierć dopiero wewnątrz fagocytów. Twórcą takiej eklektycznej teorii jest zwłaszcza Pettersson.

W swej działalności obronnej organizm podług tej teorii posługuje się dwiema kategoriami substancyj bakteryobójczych: jedne krążą w osoczu krwi i przechodzą stamtąd do wysięków, powstających w pobliżu drobnoustrojów, gdy tymczasem drugie znajdują się tylko wewnątrz fagocytów. Pierwsze działają przeważnie na laseczники cholery, tyfusu i bakterie pokrewne, gdy tymczasem drugie niszczą laseczники wąglikowe, drobnoustroje ropne i wiele innych.

Dwu rozmaitym czynnościom bakteryobójczym ustroju odpowiadają dwa rodzaje substancyj, zabijających mikroby. Substancje bakteryobójcze, zawarte w płynach ciała mają charakter złożony; w skład ich wchodzi substancja, która sama bakteriom nie szkodzi, lecz je przygotowuje do działania substancji drugiej zabijającej. Dwie te substancje noszą rozmaite nazwy. Ehrlich nazywa przygotowującą amboceptorem, a niszczącą mikroby komplementem. Ażeby nie gmatwać rzeczy, które same przez się są bardzo skomplikowane, przyjmijmy terminologię Ehrlicha, aczkolwiek nie podzielały jego poglądów na istotę działania tych dwu substancyj.

Tłum. Z. S.

(C. d. nast.).

Akademia Umiejętności.

III. Wydział matematyczno-przyrodniczy.

Posiedzenie dnia 8 listopada 1909 r.

Przewodniczący: Dyrektor E. Janczewski.

Sekretarz przedstawia nadesłane przez czł. H. Zapałowicza „Addenda ad Conspectum Florae Galiciae criticum“.

W rzeczy tej p. Z. uzupełnia swój „Przegląd krytyczny flory Galicji“ opisami ważniejszych form i gatunków, o których tymczasową wiadomość podał częściowo w Sprawozdaniach Komisji fizyograficznej.

Czł. J. Talko-Hryncewicz przedstawia rozprawę własną p. t.: „Notatki do antropologii Czuwaszów nadwołżańskich“.

Pan T.-H. przytoczywszy wiadomości z historii, archeologii, filologii i etnografii o spornej dotychczas kwestyi pochodzenia Czuwaszów, podaje o nich dane antropologiczne dotychczas nieznanne. Przed laty miał możliwość zbadania w Kijowie 80 Czuwaszów żołnierzy, pochodzących z głównych osad pow. Czeboksarskiego i Jadryńskiego w gub. Kazańskiej. Dla porównania p. T.-H. zestawiał obok żyjących Tatarów kazańskich i innych, oraz plemiona fińskie. Rezultatem tych badań jest wniosek, do którego doszli analogicznie historycy i archeologowie, mianowicie, że Czuwasze są mieszańcami Tatarów z Finami, zajmując pośrednie miejsce z jednej strony pomiędzy kazańskimi i kasimowskimi Tatarami, z drugiej między fińskimi Wogulami i Czeremisami.

Czł. E. Godlewski przedstawia rozprawę p. S. Krzemieniewskiego p. t.: „Przyczynę do znajomości ruchów fototaktycznych“.

Znane jest zmienne zachowanie się niektórych organizmów względem źródła światła, zależnie od tego, czy są one w kulturach masowych, czy też są umieszczone w kropli wody. Wbrew panującym poglądom na przyczyny i istotę tego zjawiska p. K. wykazuje, że zależy ono od stopnia absorpcji światła w środowisku otaczającym organizmy. W kulturach masowych z powodu mętnej zawiesiny cząstek szlamu lub ziemi jest ona większa niż w wodzie; w wodzie zaś można ją podnieść, dodając tuszu; można zresztą zamiast wody użyć roztworu próchnianów. W tych warunkach organizmy zmieniają odjemne ruchy na dodatnie lub też, o ile takie już posiadały, okazują je w stopniu daleko wyższym. Bodźcem wywołującym lub wywołującym fototaksję dodatnią zawsze będzie zwiększony spadek natężenia światła na danej przestrzeni. Potwierdzają to podobne zjawiska, które można wywołać w wodzie działaniem rozbieżnych promieni światła przepuszczonego przez soczewki.

Czł. St. Zaremba przesyła rozprawę prof. d-ra A. Korna z Monachium p. t.: „O pewnych nierównościach występujących w teorii drgań sprężystych i elektrycznych“.

Poincaré, roztrząsając zagadnienie Fouriera, okazał pierwszy w roku 1894-ym, że ustawienie odpowiednich nierówności może doprowadzić do zupełnego rozwiązania zagadnienia. Z późniejszych badań wynika,

że analogiczne nierówności zachodzą w wielu przypadkach. W rozprawie niniejszej prof. Korn udowadnia takie nierówności, występujące w teorii drgań sprężystych lub elektrycznych.

Czł. M. Smoluchowski przesyła rozprawę własną p. t.: „Doświadczenia nad fałdowaniem się pływających płyt sprężystych“.

P. Smoluchowski w dawniejszej rozprawie rozwinął matematyczną teorię fałdowania się płyt pływających na powierzchni pewnej cieczy i zastosował ją do tłumaczenia zjawisk fałdowania się skorupy ziemskiej. Obecnie opisuje szereg doświadczeń wykonanych celem ilustracji i sprawdzenia wniosków wyprowadzonych w rozprawie ówczesnej. Używał w nich płyt z galarety żelatynowej, pływających na rtęci, papieru gutaperkowego na wodzie lub rtęci, cynfolii na wodzie, listków złotych na wodzie i cienkich warstewek szelaku na rtęci, o których grubości można było sądzić według barw interferencyjnych. Doświadczenia te sprawdzały wzory, które wyrażają ciśnienie potrzebne do wywołania fałdowania oraz wzory określające związek długości fałd ze sprężystością płyty i z gęstością cieczy.

Czł. L. Marchlewski przedstawia rozprawę p. Zygmunta Motylewskiego p. t.: „O metoksy-fenilo-kumaronach“.

Grupa kumaronów zyskała w ostatnich czasach na znaczeniu dzięki badaniom Stan. Kostaneckiego. P. Motylewski, ze względu na ważność tej grupy, zajął się zbadaniem metoksy-fenilo-kumaronów, wychodząc z metoksybenzofenolów.

Czł. K. Olszewski przedstawia rozprawę p. W. Świętosławskiego z Kijowa p. t.: „Analiza termochemiczna związków organicznych. Związki siarkowe; pochodne chlorowcowe; przestawienia atomów; wiązania nienasycone“.

Badanie to jest ciągiem dalszym analizy termochemicznej związków organicznych, którą p. Ś. zajmował się w kilku rozprawach dawniej ogłoszonych. Wywody obecne potwierdzają prawo zmienności wiązań atomowych. Zestawienie oznaczonych poprzednio termochemicznych charakterystyk cztero-wyrazowych prowadzi p. Ś. do poznania stosunków, istniejących pomiędzy wiązaniami atomów, O, H, Cl, Br, J, C, N, S związanych bądź z węglem, bądź z wodorem. P. S. zajmuje się też badaniem związków nienasyconych i próbuje obliczyć wartości minimalne ciepła dysocjacji wiązań C—C, O—O, C—H, H—H i t. d.

(Dok. nast.).

KRONIKA NAUKOWA.

Histo-fizjologia komórki nerwowej. W niedawno prowadzonych badaniach nad komórką nerwową Legendre starał się poznać między innymi zmiany w jej budowie, jakie wywołują rozmaite stany fizjologiczne, np. odżywianie i osłabienie, sen i bezsenność, odpoczynek i zmęczenie. Ponieważ znana jest nadzwyczajna wrażliwość komórki nerwowej, reagującej na najmniejsze podrażnienie, przeto powszechnie uważa się, że każdy bodziec wywołuje odpowiednią zmianę w budowie. Tak bynajmniej nie jest, jeżeli zaś zachodzą jakie zmiany, to w każdym razie są one niedostępne dla badań mikroskopowych. Według Legendrea normalnej działalności komórki nie towarzyszą widoczne jakieś objawy; np. nie w wyglądzie komórki nie mówi nam o jej normalnych sprawach odżywiania; zmiany zachodzą tylko w razie silnego głodzenia: przewlekłe osłabienie, silna anemia oraz powstrzymanie cyrkulacji. Zimno, zmęczenie, bezsenność, dłuższa asfiksja wywołują również mniej lub więcej znaczne zmiany w komórce; lecz w tych przypadkach nie możemy mówić o stanach fizjologicznych, są to bowiem stany nienormalne, prawie patologiczne. Zmiany zazwyczaj we wspomnianych przypadkach polegają na zmianie objętości komórki, chromatolizie, wakuolizacji, a niekiedy i na przemieszczeniu oraz zmianie w jądrze i jąderku. Otóż wszystkie te zmiany nie mają w sobie nic specyficznego, mogą one być wywołane zarówno przez zaburzenia w odżywianiu, jak przez zmęczenie lub bezsenność; zupełnie podobne zmiany znajdujemy w rozmaitych stanach patologicznych tak, że nietylko trudno jest odróżnić zmiany fizjologiczne od uszkodzeń patologicznych, lecz nawet często uszkodzenia te pozostają bez związku z wielkością zaburzenia. Zresztą wszystko jedno, jak postępować będziemy w celu wywołania zmian w komórce, ponieważ uszkodzenia są zazwyczaj rozmaicie rozłożone w rozmaitych centrach i w rozmaitych komórkach każdego centrum, a co więcej przyczyny tej różnorodności są dla nas zupełnie nieznane. Z drugiej znowu strony zmiany te dotyczą w równym stopniu każdej budowy, jaką opisano w komórce nerwowej, trudno więc odróżnić rozmaite substancje funkcjonalne od substancji odżywczych, lub rozmaite substancje energetyczne od innych.

Po długich i cierpliwych badaniach nad komórką nerwową, dochodzimy do przekonania, że dotychczas jeszcze bardzo mało o niej wiemy. Legendre jednak pociesza

się tą myślą, że „jak mrówki ziarnko po ziarnku wznosimy górę wiedzy ku niebu nieświadomości“.

Cz. St.

(Rev. scient.).

Prawo przenoszenia chorób. Wśród chorób dziedzicznych niektóre przechodzą z pokolenia na pokolenie z zadziwiającą prawidłowością, dotycząc jednych członków rodziny, oszczędzając zaś innych. Obecnie, gdy czynią poszukiwania w celu wykrycia praw rządzących dziedzicznością zarówno w świecie zwierzęcym, jak i roślinnym, słusznym wydaje się zadać pytanie, czy choroby dziedziczne nie podlegają pewnym prawom. Merzbacher przekonał się właśnie o przechodzeniu wśród wielu rodzin z pokolenia na pokolenie takich chorób, jak atrofia mięśni, atrofia nerwu wzrokowego, hemofilia, daltonizm i doszedł do następujących wniosków:

Choroba przenosi się z pokolenia na pokolenie za pośrednictwem kobiet zdrowych. Mogą one w ciągu kilku pokoleń przechowywać zarazek choroby w stanie życia utajonego, osobniki zaś chore tylko wyjątkowo mogą go przenosić. Niekiedy, co jest bardzo prawdopodobne, osobnik męski pierwszy wnosi do rodziny zarazek choroby. W każdej seryi chorób daje się zauważyć pewien dobór pod tym względem, że osobniki płci żeńskiej są oszczędzane. Wogóle choroba dziedziczna objawia się z wielką stałością: rozwija się ona zawsze według jednego typu w pewnej rodzinie, chociaż może wykazywać pewne różnice, i rozpoczyna się w pewnym wieku.

Oczywiście byłoby przedwczesnem i zbyt ryzykownem na podstawie tych stosunkowo nielicznych spostrzeżeń wysnuwać ogólne wnioski o chorobach dziedzicznych. W każdym jednak razie spostrzeżenia Merzbachera są nader ciekawe.

Cz. St.

(Rev. scient.).

Symbioza między mrówkami a roślinami. Oddawna wiadomo, że pewne gatunki mrówek żyją stale na pewnych drzewach. Tak np. *Cecropia peltata*, podzwrotnikowy krzew o liściach bardzo jasnych, srebrzystych, jest zawsze zamieszkiwany przez mrówki z rodzaju *Azteca*; pewien gatunek akacyi zamieszkują zawsze mrówki z rodzaju *Pseudomyrma*. Niektórzy przyrodnicy, a między innymi Fryderyk Müller, wygłosili hipotezę, że między mrówkami a rośliną istnieje symbioza: roślina dostarcza bezpiecznego schronienia, mrówki zaś bronią roślinę przed najściem wrogów, w szczególności przed strasliwymi mrówkami *Atta*, obcinającymi li-

cie. Rośliny te posiadają nawet pewne osobliwości, które możnaby uważać za odpowiednie urządzenia przystosowawcze dla mrówek. Tak np. w częściach, oddzielających przestrzenie międzywęzłowe, ścianki są bardzo cienkie, skutkiem czego mrówki przedostają się wewnątrz przez te naturalne drzewi, nie uszkadzając kory.

Karol Fiebrig postanowił przekonać się o słuszności hipotezy, podejmując szereg długich i skrupulatnych badań, które wykazały całą bezpodstawność dotychczasowych poglądów. Przedewszystkiem stwierdził, że samica zakładająca nową kolonię, przenika do wnętrza, przedziurawiając poręczne przegrody, które oddzielają przestrzenie międzywęzłowe; następnie nie znajduje tam apartamentu gotowego na jej przyjęcie skutkiem resorpcyi rdzenia, lecz sama wydrąża galerie w rdzeniu, wyjada tkanki żywe tak, że gałęzi zupełnie marnieją. Oprócz tego ponieważ gatunek ten jest prawie wyłącznie roślinożerny, nie tylko osobniki dojrzałe lecz i larwy odżywiają się sokami rośliny.

Mrówki te bynajmniej nie chronią drzewa przed jego naturalnymi wrogami. *Cecropia* często bywa niszczone przez całe chmary koszenili, tymczasem mrówki *Azteca* nie tylko nie prześladowają napastników, lecz przeciwnie, o ile się zdaje, żyją z nimi w najlepszej zgodzie. Otwory, które robią mrówki w korze, ułatwiają koszenili przedostanie się do wnętrza drzewa.

Pozostaje jeszcze do rozstrzygnięcia kwestya obrony przed mrówkami *Atta*, niszczycielkami liści. Jest faktem stwierdzonym, że *Azteca* wychodzi prawie zawsze zwycięsko z walki z *Atta*, lecz stwierdzono również, że *Cecropia* dość rzadko podlega napaści ze strony mrówek *Atta*; zresztą te ostatnie, jako owady nocne, podejmują swoje wyprawy pod wieczór w czasie, gdy mrówki *Azteca*, jako wręcz przeciwnych obyczajów, są mało skłonne do obrony i najczęściej pozostają spokojnie w swych gniazdach. Fiebrig wreszcie zwraca uwagę na to, że u *Cecropia* bardzo łatwo rozwijają się nowe liście, i że nigdy nie widział, żeby ta roślina ginęła wskutek najścia wspomnianych niszczycieli liści. Według Fiebriga *Azteca* nie tylko nie żyje w symbiozie z *Cecropią*, lecz przeciwnie jest jej strasznym wrogiem.

To samo można powiedzieć o pożyciu *Acacia* z *Pseudomyrma*.

Cz. St.

(Rev. scient.).

Wiadomości bieżące.

Towarzystwo Naukowe warszawskie.

W dniu 27-ym b. m. odbyło się posiedzenie Komisji antropologicznej przy Wydziale II-im Tow. Nauk. warsz., na którym, po załatwieniu spraw bieżących, wysłuchano za-

wiadomienia p. Stołyhwy o postępach w wypracowaniu instrukcyi antropologicznej oraz o rozpoczęciu przygotowań do opracowania instrukcyi etnograficznej, które zostało powierzone p. Hupce. Następnie wysłuchano przedstawionych przez p. Majewskiego: a) referatu ks. A. Chotyńskiego o poszukiwaniach przedhistorycznych w Dratowie i Wrzelowie w Lubelskiem i b) wiadomości o omentarzysku i kurhanach pod Włocławkiem.

BULETYN METEOROLOGICZNY

za czas od 21/XI do 30/XI 1909 r.

(Ze spostrzeżeń na Stacji Meteorologicznej Centralnej 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 mm	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.		
21	35,5	33,2	34,6	1,2	1,4	0,4	2,2	-0,8	SW ₅	SW ₃	SW ₃	10	10X	10	0,7	X w n.; X 12 a.
22	35,6	36,8	40,9	-1,4	-0,5	-2,1	0,5	-2,4	W ₄	W ₃	W ₃	8	9	10	0,0	X w n.
23	44,3	46,0	48,9	-2,8	-1,2	-1,5	-0,5	-3,0	NW ₂	NW ₂	NW ₃	10	10X	2	0,3	X 8 ¹⁵ a. — 1 p.
24	48,9	47,5	41,0	-2,4	-1,3	-3,5	-1,0	-4,5	W ₄	SW ₄	S ₅	10X	9	10X	1,6	X 7 ³⁰ a.; X 9 p.
25	41,2	42,9	47,6	-1,9	-2,1	-4,1	-1,8	-4,6	W ₅	W ₃	N ₃	10	8	10	0,8	X 10 ³⁰ a. — 12 a.
26	51,3	50,8	47,4	-5,0	-3,0	-3,6	-2,0	-5,6	W ₂	W ₃	W ₅	10	7	10X	1,1	X 8 ⁴⁰ p.
27	49,7	52,6	55,6	-4,6	-3,0	-6,2	-2,6	-6,4	W ₁	NW ₃	NW ₁	8	10	0	—	
28	55,8	53,9	48,7	-9,0	-3,6	-1,0	-1,0	-9,7	SW ₁	NE ₁	S ₅	10	10	10	4,6	X w n.
29	41,0	43,3	47,0	0,4	1,2	-0,9	1,2	-1,6	SW ₇	W ₃	N ₂	10X	10	10	0,6	• a. dr. i w n.
30	46,6	45,3	44,8	1,4	3,6	2,0	3,8	-1,0	S ₄	S ₇	S ₅	8	10	10	—	
Średnie	45,0	45,2	45,7	-2,04	-0,09	-2,01	-0,01	-4,00	3,5	3,2	3,5	9,4	9,3	8,2	—	

Stan średni barometru za dekadę $\frac{1}{3}$ (7 r. + 1 p. + 9 w.) = 745,3 mm

Temperatura średnia za dekadę: $\frac{1}{4}$ (7 r. + 1 p. + 2X9 w.) = -1,09 Cels.

Suma opadu za dekadę: = 9,7 mm

TREŚĆ NUMERU. Michał Stark. Obrazy interferencyjne kryształów, tłum. L. H.—Wpływ wiatru na kształty roślin, przez B. Dyakowskiego.—E. Miecznikow. Stan obecny nauki o odporności w chorobach zakaźnych, tłum. Z. S.—Akademia umiejętności.—Kronika naukowa.—Wiadomości bieżące.—Buletyn meteorologiczny.

Wydawca W. Wróblewski.

Redaktor Br. Znatowicz.

Drukarnia L. Bogusławskiego, Ś-tokrzyska Nr. 11. Telefonu 195-52.