

Prof. Dr. L. Korczyński.

---

# Zarys klimatologji lekarskiej.

Część I.



Kraków

Nakładem Polskiego Towarzystwa Balneologicznego

1933.



B

ZARYS  
KLIMATOLOGJI LEKARSKIEJ  
CZĘŚĆ I.

LIBRARY  
MUSEUM OF NATURAL HISTORY  
GEORGETOWN

180903

PROF. DR. L. KORCZYŃSKI.

ZARYS  
KLIMATOLOGJI  
LEKARSKIEJ

CZEŚĆ I. 1



KRAKÓW  
NAKŁADEM POLSKIEGO TOWARZYSTWA BALNEOLOGICZNEGO  
1933.

CZYSTY DOCHÓD Z ROZSPRZEDAŻY  
PRZEZNACZONY NA POMNOŻENIE  
FUNDUSZU INSTYTUTU BALNEOLOGICZNEGO  
W KRAKOWIE.

180.903



CZCIONKAMI DRUKARNI „GŁOSU NARODU” W KRAKOWIE.

DOBRYM I MĄDRYM DUCHOM  
POLSKIEJ NAUKI LEKARSKIEJ  
I JEJ ORĘDOWNIKOM

NA RĘCE

JAGIELLOŃSKIEJ ALMAE MATRIS

POŚWIĘCAM PIERWSZĄ PRÓBĘ  
POLSKIEGO OPRACOWANIA  
KLIMATOLOGJI LEKARSKIEJ

L. KORCZYŃSKI.

BOBRYN I MADRYN BUCHOM  
KOLSHINI YALNI LEMASHINI  
MONTWODNO I LI

SISTAM UNIFA LTERNOLOGAS

KOSWIDAN KINWALY HODS  
KALSHONO OY KADONKIA  
KEMATODON LEMASHINI

L. K. KOSWIDAN



**W** epoce wyodrębiania się rozmaitych gałęzi nauk przyrodniczych zaznaczały się bardzo wyraźnie dążenia separatyistyczne, polegające na tem, że każda z nowych gałęzi odgraniczała się od innych, szukała dla siebie swoich własnych metod pracy i tworzyła sobie swoje własne warunki rozwoju i postępu. Nie trwało to wszakże zbyt długo. W toku rzetelnych badań i opartych o nie rozumowań pokazywało się coraz częściej i na coraz to liczniejszych odcinkach, że wszystko, co się dzieje i co się staje w wielkiem państwie przyrody, obejmujące żywej czy martwej, zazębia się ze sobą i spleta w jedną całość. To też obecnie nie wykreśla się już, jak to kiedyś było, zupełnie ostrej granicy, nawet między światem żywej i martwej materji. Przyrodnik, zajmujący się życiem wszelkiego rodzaju jestestw organicznych, wie aż nadto dobrze, że na to, żeby je badać i poznawać, sięgać musi do dorobków nauki w dziedzinie rozmaitych działów chemji i fizyki, geologii i mineralogji, a uczeni fizycy, chemicy, geolodzy i mineralodzy czują i mówią, że gałęzie wiedzy, w których i dla których trują się i pracują, to nie są suche abstrakty, lecz ogniwa, jednego wielkiego bytu całego ziemskiego świata i jego, prawami boskiej twórczości nakazanych, a więc przyrodzonych dążeń do utrzymania tego bytu — aż do pewnego kresu, nieskończenie, co prawda, dla pojęć ludzkich odległego.

Ta wielka wspólnota zainteresowań wszech nauki wydatnia się bardzo wyraźnie także w dziedzinie wiedzy lekarskiej, która swój wielki rozwój i przesłanki dalszego rozwoju zawdzięcza tylko temu, że korzystała i korzysta w dalszym ciągu z dorobku wszystkich innych gałęzi nauk przyrodniczych, dorzucając do niego równocześnie niejedno z swoich własnych zdobyczy. Odnosi się to do wszystkich jej działów, wśród nich w niezwykle dużym stopniu także do działu, określonego nazwą pierwotnego lecznictwa przyrodniczego — fizjoterapii elementarnej — z jego obu poddziałami balneologją i klimatologją. Łączy się z tem prawo tego działu do pewnego rodzaju odrębności.

Fundament dla nowoczesnego lecznictwa zdrojowego, stworzyły poposobu badania fizycznych i chemicznych włas-

ności i przemian wód kruszcowych z jednej, poznawanie ich biodynamicznego działania z drugiej strony. Bez bardzo dokładnej znajomości jednej i drugiej rzeczy nie może żaden lekarz zalecać leczenia zdrojowego i żaden nie może niem racjonalnie kierować. To też we wszystkich krajach, gdzie hydro- i balneoterapia osiągnęła wysoki stopień rozwoju, oraz tam, gdzie się dąży do stworzenia dobrych warunków dla tego rozwoju, powstały osobne naukowe i dydaktyczne placówki i zgrupował się w nich i kolo nich większy lub mniejszy zastęp lekarskich pracowników, kształcących przez ciągłą badawczą robotę siebie samych w szeroko pojętym zakresie fizjoterapii elementarnej, rozbudowujących własną naukę w tej dziedzinie, a poza tem dostarczających coraz to liczniejszych pionierów nowoczesnego lecznictwa przyrodniczego dla zdrojowisk i dla potworzonych w nich i tworzących się coraz liczniej osobnych zakładów leczniczych. Działalność ich przynosi wszędzie bardzo dobre owoce i dla zdrowia szukających go w zdrojowiskach chorych i dla całej nauki lekarskiej, a nawet dla wielu, zazębiających się z nią działów nauk przyrodniczych.

Taki sam fundament tworzy nauka także dla klimatologii lekarskiej. Dzieje się to przez ścisłą współpracę geofizyki — z włączeniem meteorologii, a tem samem także fizycznej klimatologii — z biologją, z doświadczalną fizjologją i patologją przy żywym współdziałaniu medycyny klinicznej. Dzięki temu zrobiono już stosunkowo bardzo wiele, w każdym razie tyle, że o klimatologii lekarskiej można obecnie mówić, jako o samodzielnej gałęzi nauki lekarskiej i o nader ważnym odłamie lecznictwa przyrodniczego, dostarczającej przy tem sporo impulsów tak dla biologji i fizjologii, jak dla geofizyki.

Niestety, niemal wszystko, co na tem polu robiono i zrobiono, dokonywało się prawie że bez udziału polskiej medycyny. Zaledwie cokolwiek lepiej stoi sprawa na polu geofizyki, względnie meteorologii i klimatologii fizycznej i to tylko dzięki czysto osobistym staraniom i osobistej pracy zaledwo kilku z pośród polskich geofizyków.

Dalej trwać tak nie może. Ale na to, żeby mogło być inaczej, potrzebna jest niezbędnie w pierwszym rzędzie należyta organizacja i należyte wyposażenie spostrzegalni meteorologicznych na wzór tych krajów, które je już mają

u siebie, a po stworzeniu tego wszystkiego urządzenie paru, w danym razie nawet lotnych, t. zn. przenoszonych z miejsca na miejsce instytutów dla badań biodynamiki klimatu.

Sprawa fizycznej klimatologii spoczywa w rękach Państwowego Instytutu Meteorologicznego. I tam zwracać się trzeba z postulatami, które muszą być spełnione, jeżeli polska klimatologia lekarska nie ma zastygnąć w bezruchu. Kierownictwo jego ma przed sobą do spełnienia bardzo wdzięczne i wcale niemałe zadanie. Ale równocześnie niesie na sobie całą odpowiedzialność za to, co się stanie i za to, co się nie stanie, jakkolwiek stać się bezwarunkowo powinno. — Przykład Śląska i wychodzących z tamtąd starań o stworzenie warunków dla badań i dla pracy na polu fizycznej klimatologii pokazują aż nadto wyraźnie, że Instytut Meteorologiczny rozstrzyga bezapelacyjnie o tych sprawach.

Podkreślanie znaczenia Instytutu nie oznacza bynajmniej, że inne czynniki nie mają już żadnych zgoła obowiązków. Mają je i mają w całym tego słowa znaczeniu te wszystkie polskie uzdrowiska, które używają tytułu uzdrowisk klimatycznych. Ile z pośród nich posiada prawo do tego tytułu? Nie chcę rozpatrywać bliżej tej sprawy, ani nie chcę odpowiadać na rzucone w tej chwili pytanie — po prostu dla tego, że z konieczności trzeba by było wymieniać nazwy. Daj Boże, żeby za bardzo już nie długi czas można było mówić o tem bez ujemnej krytyki.

Duże obowiązki ma także świat lekarski. Mają je zwłaszcza lekarze, zajmujący się praktyką lekarską po uzdrowiskach, mianujących się uzdrowiskami klimatycznymi. W pierwszym rzędzie trzeba, ażeby żądali legitymacji dla tego tytułu od komisji i od zarządów uzdrowisk. Nie będą w tem swoim żądaniu napewno odosobnieni. Wprost przeciwnie, spotkają się z uznaniem i z bardzo żywym poparciem wszędzie, gdzie rozwój i powaga nauki klimatologicznej, a równocześnie także rozwój i powaga polskich klimatycznych uzdrowisk nie są tylko pustymi dźwiękami.

Legitymację tytułu dadzą wszechstronne i sumienne spostrzeżenia meteorologiczne, wśród nich także pomiary w całym zakresie promieniowania słonecznego. Będzie to wszakże, jeżeli się w ten sposób wyrazić można, dopiero

legitymacja geofizyczna. Jest jeszcze oprócz tego niezbędnie potrzebna legitymacja biodynamiczna, oparta na zupełnie ścisłych badaniach, wykonywanych celem poznania biodynamicznego działania klimatu. Stworzenie jej to drugi obowiązek sfer lekarskich i znowu w pierwszym rzędzie lekarskich sfer uzdrowiskowych. Ale na to, żeby ten obowiązek spełnić mogły, trzeba im dać należyte przesłanki dla badawczej roboty w postaci dobrego naukowego przygotowania, a dalej dobrze wyposażony warsztat i przynajmniej znośne warunki dla pracy. W danej chwili jest to wszystko, niestety, tylko *pium desiderium*. Trzeba z wszystkich sił i na wszystkich odcinkach dążyć do tego, żeby przestało być tylko niezaspokojonym pragnieniem, a stało się urzeczywistnieniem. Pierwszym etapem musi tu być wzbudzenie i spopularyzowanie zainteresowań dla klimatologii lekarskiej w całym polskim świecie lekarskim, przez pośrednictwo żywego i pisanego słowa. Pisane jest, zdaje się, o tyle skuteczniejsze, że może dotrzeć wszędzie i znaleźć dla siebie miejsce nawet w najskromniejszej bibliotece i u każdego lekarza. Założenie to stało się dla mnie pobudką do opracowania wykładów, wygłaszanych dla studentów medycyny Uniw. Jag. i wydania ich w postaci podręcznikowej książki.

Cały materiał rozdzieliłem na dwie części. Pierwsza zajmuje się fizyką klimatu i biodynamiką czynników klimatycznych. Na moją prośbę uzupełnił ją p. Dr. Stenz rozdziałem, p. t. Instrumentalne wyposażenie uzdrowiskowych stacyj klimatycznych, za co Mu i na tem także miejscu bardzo serdecznie dziękuję. Druga część mówi o podziale i o geografii klimatu, a w dalszym ciągu zajmuje się określeniem właściwości fizycznych i biodynamicznych, najważniejszych typów klimatu, oraz wskazań leczniczych.

Skończyłem w tej chwili jedną połowę mojej roboty. Tworzy ona sama w sobie poniekąd zamkniętą całość, z zasobem wiadomości, niezbędnych dla poznawania i opanowywania tego wszystkiego, co się składa na treść drugiej części książki. Oddaję ją w ręce lekarskich czytelników z tem gorącym pragnieniem, żeby się przyczyniła do rozbudzenia powszechniejszego zajęcia sprawą klimatologii w sferach lekarskich i do powstania polskiej nauki klimatologicznej. Część druga ukaże się z początkiem przyszłego roku.

W Krakowie, w lipcu 1933.

## TREŚĆ.

|                                                                      | Strona. |
|----------------------------------------------------------------------|---------|
| WSTĘP . . . . .                                                      | 1       |
| FIZYKA KLIMATU . . . . .                                             | 3       |
| Troposfera i stratosfera . . . . .                                   | 3       |
| <i>Skład powietrza</i> . . . . .                                     | 3       |
| Gęstość powietrza . . . . .                                          | 3       |
| Składniki mieszaniny powietrza . . . . .                             | 3       |
| Trzy zasadnicze warstwy powietrza . . . . .                          | 5       |
| Stosunek ilościowy istotnych gazów powietrza . . . . .               | 6       |
| Bezwodnik kwasu węglowego . . . . .                                  | 7       |
| Ozon . . . . .                                                       | 7       |
| Woda utleniona, tlenki azotu, formaldehyd, sole<br>amonowe . . . . . | 9       |
| Jod i terpeny . . . . .                                              | 9       |
| Okolicznościowe domieszki . . . . .                                  | 10      |
| Pył . . . . .                                                        | 11      |
| Bakterje . . . . .                                                   | 12      |
| <i>Ciepłota powietrza</i> . . . . .                                  | 12      |
| Zródło ciepła ziemskiego . . . . .                                   | 12      |
| Ciepło słoneczne . . . . .                                           | 13      |
| Prace pomiarowe . . . . .                                            | 13      |
| Stała słoneczna . . . . .                                            | 14      |
| Współczynnik przepuszczalności promieni słonecz-<br>nych . . . . .   | 15      |
| Klimat słoneczny . . . . .                                           | 17      |
| Przebieg nasłonecznienia . . . . .                                   | 18      |
| Ilość ciepła wchłanianego na powierzchni ziemi . . . . .             | 20      |
| Promieniowanie pośrednie . . . . .                                   | 21      |
| Ogrzewanie się powietrza i rozdział ciepła na ziemi . . . . .        | 23      |
| Prądy konwekcyjne . . . . .                                          | 23      |
| Amplitudy ciepłoty i różne typy przebiegu ciepłoty . . . . .         | 24      |
| Izotermny . . . . .                                                  | 33      |
| Wyspy termiczne . . . . .                                            | 34      |

|                                                                                           | Strona. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Zasadnicze typy klimatu termicznego . . . . .                                             | 35      |
| Zmiany nieokresowe przebiegu ciepłoty . . . . .                                           | 36      |
| <i>Oświetlenie słoneczne</i> . . . . .                                                    | 38      |
| Stopień jasności . . . . .                                                                | 41      |
| Mikroklimat świetlny . . . . .                                                            | 43      |
| <i>Chemiczna i biochemiczna siła promieniowania słonecznego</i> . . . . .                 | 46      |
| <i>Elektryczność powietrza</i> . . . . .                                                  | 51      |
| <i>Promienie kosmiczne</i> . . . . .                                                      | 63      |
| <i>Ciśnienie powietrza</i> . . . . .                                                      | 64      |
| Okresowe wahania ciśnienia . . . . .                                                      | 66      |
| Nieokresowe wahania ciśnienia . . . . .                                                   | 69      |
| Izobary . . . . .                                                                         | 69      |
| <i>Ruchliwość powietrza. Wiatry. Wymiana powietrza</i> . . . . .                          | 70      |
| Źródło ruchliwości powietrza . . . . .                                                    | 70      |
| Siła wiatru . . . . .                                                                     | 70      |
| Kierunki wiatru . . . . .                                                                 | 71      |
| Systemy wiatrów . . . . .                                                                 | 72      |
| <i>Wilgotność powietrza</i> . . . . .                                                     | 61      |
| Sposoby określania wilgotności . . . . .                                                  | 83      |
| Okresowe wahania wilgotności . . . . .                                                    | 86      |
| <i>Skraplanie się pary wodnej. Chmury i opary. Opady atmosferyczne</i> . . . . .          | 91      |
| Przyczyny oziębiania się i skraplania pary wodnej . . . . .                               | 92      |
| Rodzaje chmur . . . . .                                                                   | 93      |
| Opary i mgły . . . . .                                                                    | 97      |
| Opady . . . . .                                                                           | 98      |
| Obfitość opadów . . . . .                                                                 | 99      |
| Geograficzne rozłożenie opadów . . . . .                                                  | 100     |
| Ilość opadów . . . . .                                                                    | 103     |
| <i>Wpływ ziemskich czynników na kształtowanie się zjawisk meteorologicznych</i> . . . . . | 105     |
| Znaczenie charakteru powierzchni ziemi . . . . .                                          | 105     |
| Znaczenie wód . . . . .                                                                   | 106     |
| Znaczenie ładu . . . . .                                                                  | 108     |
| Znaczenie fizycznej struktury ziemi . . . . .                                             | 111     |
| Znaczenie roślinności . . . . .                                                           | 113     |
| Znaczenie ziewów ziemnych . . . . .                                                       | 114     |
| Znaczenie zapylenia powietrza . . . . .                                                   | 116     |

|                                                                                 | Strona.    |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>WYPOSAŻENIE INSTRUMENTALNE UZDROWI-<br/>SKOWYCH STACYJ METEOROLOGICZNYCH</b> | <b>119</b> |
| <i>Ogólne uwagi o wyposażeniu . . . . .</i>                                     | 119        |
| <i>Zakres badań i służące do tego przyrządy . . . . .</i>                       | 123        |
| <i>Cisnienie powietrza . . . . .</i>                                            | 124        |
| <i>Ciepłota i wilgotność powietrza . . . . .</i>                                | 125        |
| <i>Prędkość i kierunek wiatru . . . . .</i>                                     | 128        |
| <i>Zachmurzenie nieba, opady i grubość pokrywy<br/>śnieżnej . . . . .</i>       | 130        |
| <i>Usłonecznienie . . . . .</i>                                                 | 131        |
| <i>Natężenie promieniowania słonecznego . . . . .</i>                           | 132        |
| <i>Pomiary ochładzania zapomocą frygorymetru . . . . .</i>                      | 135        |
| <i>Pomiary zawartości pyłu w powietrzu . . . . .</i>                            | 137        |
| <i>Pomiary jasności światła słonecznego . . . . .</i>                           | 138        |
| <i>Rejestracja widma słonecznego . . . . .</i>                                  | 139        |
| <i>Pomiary elektryczności atmosferycznej . . . . .</i>                          | 140        |
| <i>Post scriptum . . . . .</i>                                                  | 142        |
| <b>BIODYNAMIKA CZYNNIKÓW KLIMATYCZNYCH</b>                                      | <b>143</b> |
| <i>Biodynamika składników powietrza . . . . .</i>                               | 144        |
| <i>Znaczenie tlenu . . . . .</i>                                                | 144        |
| <i>Znaczenie ozonu . . . . .</i>                                                | 145        |
| <i>Znaczenie azotu . . . . .</i>                                                | 147        |
| <i>Znaczenie innych gazów . . . . .</i>                                         | 149        |
| <i>Znaczenie przypadkowych zanieczyszczeń . . . . .</i>                         | 150        |
| <i>Biodynamika ciśnienia powietrza . . . . .</i>                                | 151        |
| <i>Znaczenie powietrza o niskim ciśnieniu . . . . .</i>                         | 152        |
| <i>Znaczenie powietrza o wyższym ciśnieniu . . . . .</i>                        | 157        |
| <i>Biodynamika wiatru i wędrownych mas powietrznych</i>                         | <i>160</i> |
| <i>Znaczenie wiatru dla kształtowania się mikrokli-<br/>    matów . . . . .</i> | 161        |
| <i>Wpływ wiatru na ciepłotę ciała . . . . .</i>                                 | 161        |
| <i>Wędrowne masy powietrzne . . . . .</i>                                       | 164        |
| <i>Charakterystyka mas powietrznych w zachodniej<br/>    Europie . . . . .</i>  | 165        |
| <i>Fronty atmosferyczne . . . . .</i>                                           | 166        |
| <i>Jądra depresyjne . . . . .</i>                                               | 167        |

|                                                                           | Strona.    |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nozologiczne znaczenie nawian atmosferycznych . . . . .                   | 170        |
| Przeczuwanie pogody . . . . .                                             | 174        |
| Fizjodynamiczny wpływ elektryczności . . . . .                            | 175        |
| Choroba halna . . . . .                                                   | 176        |
| <i>Biodynamika pary wodnej i jej skropleń . . . . .</i>                   | <i>177</i> |
| Znaczenie wilgotności dla gospodarki cieplnej . . . . .                   | 179        |
| Znaczenie skropleń pary wodnej . . . . .                                  | 187        |
| <i>Biodynamika powietrza jako środowiska cieplnego</i>                    | <i>193</i> |
| Regulacja ciepła w ustroju. Wytwarzanie i odda-<br>wanie ciepła . . . . . | 194        |
| Znaczenie międzymózgowia . . . . .                                        | 195        |
| Chemiczna regulacja ciepła . . . . .                                      | 196        |
| Fizyczna regulacja ciepła . . . . .                                       | 199        |
| Wpływ niskiej ciepłoty powietrza na narząd krążenia                       | 206        |
| Wpływ niskiej ciepłoty powietrza na mechanizm<br>oddychania . . . . .     | 207        |
| Przemarznienie ustroju . . . . .                                          | 208        |
| Ochrona przed przegrzaniem ustroju . . . . .                              | 209        |
| Sposoby wyzbywania się nadmiaru ciepła . . . . .                          | 210        |
| Rola płuc . . . . .                                                       | 211        |
| Znaczenie narządu skórniego . . . . .                                     | 211        |
| Niekorzystny wpływ pracy fizycznej . . . . .                              | 214        |
| Wpływ zbyt ciepłego powietrza na mechanizm<br>oddychania . . . . .        | 217        |
| Wpływ zbyt ciepłego powietrza na narząd krążenia                          | 217        |
| Wpływ nadzbyt ciepłego powietrza na wydzielanie<br>moczu . . . . .        | 217        |
| <i>Biodynamika promieniowania słonecznego . . . . .</i>                   | <i>218</i> |
| Zasadnicze rodzaje energii promienistej . . . . .                         | 218        |
| Mikroklimat cieplny i świetlny . . . . .                                  | 219        |
| Efekt zetknięcia się promieni z rozmaitego rodzaju<br>ciałami . . . . .   | 219        |
| Zjawisko fluorescencji . . . . .                                          | 221        |
| Zjawisko wrzekomiej fluorescencji . . . . .                               | 222        |
| Prawo Draper — Grotthusa . . . . .                                        | 222        |
| Zjawiska fizyczne . . . . .                                               | 223        |
| Zjawiska fizyczno-chemiczne . . . . .                                     | 223        |
| Odczyny chemiczne . . . . .                                               | 224        |
| Izomeryzacja . . . . .                                                    | 225        |
| Polimeryzacja . . . . .                                                   | 225        |
| Utlenianie i odtlenianie . . . . .                                        | 225        |



|                                                                                                  | Strona. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Odczyny fotolityczne . . . . .                                                                   | 227     |
| Odczyny fotosyntetyczne . . . . .                                                                | 229     |
| Naczulniki . . . . .                                                                             | 229     |
| Znaczenie światła dla życia roślin . . . . .                                                     | 230     |
| Powstawanie witamin . . . . .                                                                    | 232     |
| Fototropja . . . . .                                                                             | 232     |
| Fototaksa . . . . .                                                                              | 234     |
| Niszczenie drobnoustrojów . . . . .                                                              | 234     |
| Wpływ na jady bakteryjne . . . . .                                                               | 237     |
| Wpływ na skórę i rola skóry . . . . .                                                            | 237     |
| Oparzelina skóry . . . . .                                                                       | 238     |
| Rumień słoneczny . . . . .                                                                       | 239     |
| Przekrwawienie skóry i histamina . . . . .                                                       | 244     |
| Grubienie naskórka i tworzenie się barwika . . . . .                                             | 245     |
| Esofilaksia, dermofilaksia i dermoantergia . . . . .                                             | 247     |
| Wpływ promieni słonecznych na włosy i paznokcie . . . . .                                        | 249     |
| Aklinatyzacja świetlna . . . . .                                                                 | 249     |
| Fotogeniczne choroby skóry . . . . .                                                             | 250     |
| Wpływ światła słonecznego na krew . . . . .                                                      | 251     |
| Wpływ światła przez pośrednictwo narządu wzro-<br>kowego . . . . .                               | 225     |
| Wpływ światła na poczynanie się i na rozwój pło-<br>dowy i pozapłodowy nowych ustrojów . . . . . | 257     |
| Rola hormonów w sprawie rozrodczej . . . . .                                                     | 258     |
| Wpływ światła na laktację . . . . .                                                              | 262     |
| Wpływ światła na przebieg zdrowienia . . . . .                                                   | 263     |
| Wpływ światła na rozpad i odbudowę komórek . . . . .                                             | 267     |
| Bilans azotu . . . . .                                                                           | 267     |
| Przemiana gazowa . . . . .                                                                       | 269     |
| Spalanie węglowodanów . . . . .                                                                  | 270     |
| Wpływ światła na przewiew płuc i na mechanizm<br>oddychania . . . . .                            | 273     |
| Wpływ światła na narząd krążenia . . . . .                                                       | 276     |
| Wpływ światła na rozmieszczenie krwi . . . . .                                                   | 278     |
| Wpływ światła na układ nerwowy . . . . .                                                         | 279     |
| Wpływ gorących promieni słonecznych . . . . .                                                    | 281     |
| Urządzenia ochronne . . . . .                                                                    | 283     |
| Udar kaloryczny . . . . .                                                                        | 287     |
| Przebieg udaru . . . . .                                                                         | 289     |
| Ratownictwo w udarze . . . . .                                                                   | 289     |

|                                                                                    | Strona. |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <i>Biodynamika jonów elektrycznych i naładowań atmo-</i><br><i>sfery</i> . . . . . | 290     |
| Sily jonotwórcze . . . . .                                                         | 290     |
| Małe jony . . . . .                                                                | 291     |
| Wielkie jony . . . . .                                                             | 292     |
| Ilość i wzajemny stosunek jonów . . . . .                                          | 293     |
| Potencjalny rozdział jonów . . . . .                                               | 294     |
| Teoretyczne założenia dla przyjmowania wpływów<br>dynamicznych jonów . . . . .     | 297     |
| Dawniejsze badania biodynamicznego wpływu jonów                                    | 299     |
| Najnowsze badania biodynamicznego wpływu jonów                                     | 300     |
| Wpływ jonów na oddychanie . . . . .                                                | 304     |
| Wpływ jonów na parcie krwi . . . . .                                               | 305     |
| Wpływ jonów na podstawową przemianę pier-<br>wiastków . . . . .                    | 306     |
| Wpływ jonów na sferę psychiczną . . . . .                                          | 307     |
| Wpływ jonów na chronaxię . . . . .                                                 | 307     |
| Badania rosyjskich uczonych . . . . .                                              | 308     |
| Wyniki lecznicze, osiągnięte przez wdychiwania<br>jonów : . . . . .                | 309     |
| Znaczenie układu wegetatywnego i neurotropia jonów                                 | 311     |
| Znaczenie jonizacji dla powstawania objawów cho-<br>roby górskiej . . . . .        | 313     |
| Wiatry halne i jonizacja powietrza . . . . .                                       | 314     |
| Znaczenie jonizacji wędrownych mas powietrznych                                    | 316     |
| Somatyczne odczuwania pogody . . . . .                                             | 317     |

To, co określamy nazwą klimat, jest w całym tego słowa znaczeniu pojęciem fizycznym, a właściwie zbiorem pojęć fizycznych, bo mieści w sobie charakterystykę właściwości fizycznych powietrza, oraz rozmaitych zjawisk fizycznych, związanych najściślej z powietrzem. Ale klimat, jako całość, jest równocześnie właściwością obszarów ziemskich, a więc należy do rzędu tych szczegółów, które zajmują w dużym stopniu geografję, w pierwszym rzędzie fizyczną, a poza tem jest także zbiorem pewnych sił, wywierających wpływ biodynamiczny, przez co wchodzi w krąg zainteresowań biologji, a tem samem także medycyny, zarówno teoretycznej jak praktycznej.

Oceniając klimat ze stanowiska fizyczno-meteorologicznego, pojmuje go J. v. H a n n jako zbiór przeciętnych wartości zjawisk meteorologicznych, znamionujących podniebie jakiejś części powierzchni ziemskiej, a klimatologję określa jako naukę o przeciętnym stanie podniebia i o przeciętnym przebiegu wszelkiego rodzaju zjawisk meteorologicznych we wszystkich częściach całej kuli ziemskiej. Wystarcza to dla fizyka. Ale daje już stanowczo za mało geografowi, patrzącemu na ziemię jako na teren życia, a tem mniej sferom lekarskim. Geograf chce wiedzieć, jakie warunki stwarza dany klimat dla świata roślinnego i zwierzęcego i dla eksploatacji tych światów. Lekarza zajmuje pytanie, jaki wpływ, w najszerszym tego słowa rozumieniu, wywierają zjawiska meteorologiczne przez swoje trwanie i stopniowanie na ustrój ludzki w zdrowiu i w chorobie. To też A l e k s a n d e r v. H u m b o l d t, kierując się względami lekarskimi, jeszcze przed v. H a n n e m nazywał klimatem wszelkiego rodzaju zmiany powietrzni, wywierające widoczny wpływ na ustrój ludzki. R u b n e r żąda dla określania charakteru klimatycznego danej okolicy, czy danego miejsca znajomości meteorologicznych wpływów podniebia na zdrowie ludz-

kie. A. Loewy przedstawia sobie klimat w pojęciu fizjologicznem jako zbiór cechujących daną miejscowość właściwości i zjawisk powietrzni i ziemi, zdolnych wywierać bezpośredni wpływ na stan żywego ustroju, na to, co w potocznej mowie mianujemy mieniem się. Godzi się to najzupełniej z określeniem klimatu, podanem przez Hermana Webera w jego *Klimatoterapii*, wydanej w roku 1880.

W ostatnich czasach utrwała się pojęcie t. zw. atmosferycznego komfortu, stworzone przez angielskiego fizjologa Hilla, a wraz z niem rozpowszechniają się badania, zajmujące się poznawaniem wskaźnika tego komfortu, t. j. tej wartości fizjodynamicznej czynników klimatycznych, od której w bardzo znacznym stopniu zależy nasze „mienie się”. Nieco obszerniej będziemy o nich mówić w jednym z następnych ustępów. Obecna, zupełnie ogólnikowa wzmianka posłużyć ma jedynie tylko za wyraz zainteresowań fizjologii i higieny, a w dalszem naturalnem następstwie także klinicznej i praktycznej medycyny zagadnieniami klimatycznymi.

Odmienny od fizyczno-meteorologicznego, higieniczno-lekarski sposób pojmowania określenia „klimat” oznacza w zasadzie rozszerzenie zakresu wiadomości o istocie klimatu, sprawia, że klimatologia lekarska opiera się na dwóch spojonych ze sobą razem fundamentach, na fundamencie nauki, jeżeli się w ten sposób można wyrazić, fizycznej meteorologii i na nauce fizjodynamiki meteorologicznej. Wynika z tego sama przez się potrzeba rozdzielenia całego przedmiotu, zwłaszcza ze względów dydaktycznych, na dwie części. Pierwsza zajmuje się opisem i charakterystyką przebiegu zjawisk meteorologicznych, a więc fizyką klimatu, druga mówi o wpływie zjawisk meteorologicznych na ustrój, czyli o fizjodynamicznych czynników klimatycznych.

---

## FIZYKA KLIMATU

Środowisko zjawisk meteorologicznych tworzy podniebie, t. zn. najbliższy ziemi i otulający ją bezpośrednio pierścień powietrzni, sięgającej, jak się powszechnie przypuszcza, co najmniej 500 km. ponad ziemię. Grubość tego pierścienia jest stosunkowo niewielka, wynosi około 12 km. Jako w środowisku meteorologicznego „ruchu“, niema w tej całej przestrzeni nigdy zupełnego spokoju i zupełnej równowagi. I z tego właśnie tytułu nadano jej miano troposfery, wyróżniające ją od leżącej ponad nią stratosfery.

Fizyka klimatu zajmuje się zasadniczo poznawaniem właściwości tej właśnie, bliskiej ziemi, niespokojnej warstwy powietrzni.

### *Skład powietrzni.*

Lotna masa, wypełniająca przestwór nadziemny, t. j. to, co nazywamy powietrzem, składa się, jak powszechnie wiadomo, z rozmaitego rodzaju gazów. Mieszanka ich nie jest bynajmniej jednakowa w różnych wysokościach. Posiada rozmaitą gęstość, a nadto odznacza się różnym wzajemnym objętościowym stosunkiem, a nawet wprost rodzajem składających się na nią gazów.

O zmniejszaniu się gęstości, albo, co to samo oznacza, o maleniu ciśnienia objaśnia szereg zamieszczonych poniżej cyfr:

|                                   |     |     |     |    |    |    |     |      |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|----|----|----|-----|------|
| Wysokość<br>km.                   | 0   | 5   | 10  | 20 | 30 | 40 | 50  | 100  |
| Ciśnienie<br>powietrza<br>m/m Hg. | 760 | 380 | 217 | 51 | 9  | 1  | 0.1 | 0.01 |

Gazy powietrzni, azot, tlen, bezwodnik kwasu węglowego, argon, wodór, hel, neon, xenon i krypton, wreszcie, utożsamiany z słonecznym gazem koronium, w zasadzie nieco hipotetyczny gaz bardzo wysokich warstw powietrzni — geokoronium, tworzą, każdy z osobna, do pewnego stopnia swoją własną atmosferę. Jeżeli gęstość

suchego powietrza, t. j. mieszaniny wymienionych wyżej gazów, określimy tuż przy ziemi jako 1.0, a jego objętość jako 100.0, to otrzymamy dla tworzących ją składników następujące wartości — naturalnie również przy samej ziemi:

TABLICA II.

| N a z w a g a z u         | gęstość | % objętości |
|---------------------------|---------|-------------|
| Azot . . . . .            | 0.967   | 78.03       |
| Tlen . . . . .            | 1.105   | 20.99       |
| Argon . . . . .           | 1.379   | 0.937       |
| Bezwodnik kw. węglowego   | 1.529   | 0.03        |
| Wodór . . . . .           | 0.070   | 0.01        |
| Neon . . . . .            | 0.674   | 0.0123      |
| Krypton . . . . .         | 2.818   | 0.01        |
| Helium . . . . .          | 0.138   | 0.0004      |
| Xenon . . . . .           | 4.422   | 0.0011      |
| Suche powietrze . . . . . | 1.00    | 100.00      |

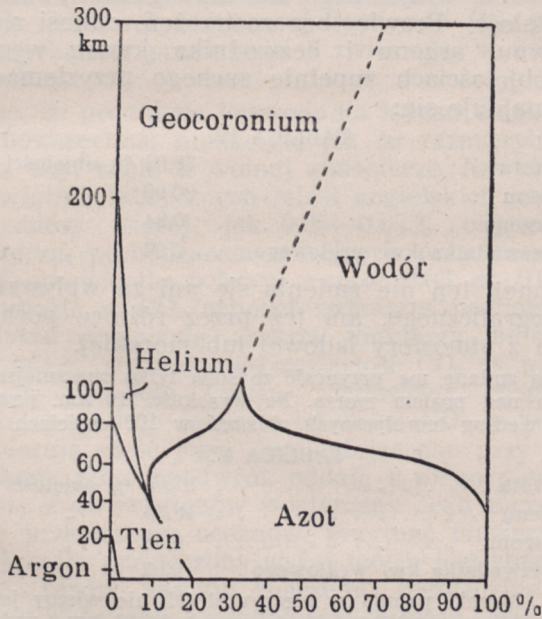
Ten stosunek objętości panuje z nieznacznymi zmianami w niższych warstwach powietrzni do granicy troposfery, a więc do górnej granicy chmur, czyli do wysokości około 12 km. Powyżej tej granicy zmienia się stopniowo coraz bardziej. Zmiany odbywają się w następujący sposób:

TABLICA III.

| Wysokość<br>km. | Ciśnienie<br>pow. mm. | Geokoro-<br>nium<br>% | Wodór<br>% | Helium<br>% | Azot<br>% | Tlen<br>% | Argon<br>% |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|
| 0               | 760.00                |                       | 0.0033     | 0.0005      | 78.1      | 20.9      | 0.937      |
| 20              | 41.7                  |                       | 0          | 0           | 85        | 15        | 0          |
| 40              | 1.92                  |                       | 1          | 0           | 88        | 10        |            |
| 60              | 0.106                 | 5                     | 12         | 1           | 77        | 6         |            |
| 80              | 0.0192                | 19                    | 55         | 4           | 21        | 1         |            |
| 100             | 0.0128                | 28                    | 67         | 4           | 1         | 0         |            |
| 120             | 0.0106                | 32                    | 65         | 3           | 0         |           |            |
| 140             | 0.0090                | 36                    | 62         | 2           |           |           |            |
| 200             | 0.0058                | 50                    | 49         | 1           |           |           |            |
| 300             | 0.0032                | 71                    | 29         |             |           |           |            |
| 400             | 0.0022                | 85                    | 15         |             |           |           |            |
| 500             | 0.0016                | 93                    | 7          |             |           |           |            |

Na podstawie podanych wyżej liczb można całą powietrzną rozdzielić na trzy zasadnicze warstwy: Najniższa, sięgająca do wysokości około 70 km., odznacza się stanowczą przewagą azotu. Już 60 km. nad ziemią zawiera powietrzna dość znaczną ilość wodoru, zyskującego wybitną przewagę na wysokości 80 km. i utrzymującego ją prawie do 200 km. Stosunkowo znaczną domieszkę tworzy w warstwie wodorowej nieco gęściejszy od wodoru hel. Powyżej 200 km. rozpoczyna się panowanie niezmiernie lekkiego gazu, nazwanego przez A. Wegera geokoronium.

Ryc. 1.



Gazy powietrzni na różnych wysokościach.  
(Według K. Dorno'a).

Jakkolwiek skład wyższych i najwyższych warstw powietrzni wywiera niewątpliwie pewien wpływ na kształtowanie się zjawisk klimatycznych, zwłaszcza dla przenikania na ziemię promieni słonecznych, to jednak istota tych zjawisk zależy w najwyższym stopniu od tego,

co się dzieje w najniższej warstwie, w samej tylko troposferze. Mieszanka tworzących ją gazów posiada wobec tego zasadnicze znaczenie dla klimatologii.

Jako istotne, jeżeli w ten sposób wyrazić się wolno, własne składniki zawiera powietrze wymienione już wyżej azot, tlen, argon, bezwodnik kw. węglowego, wodór, hel, neon i xenon, a nadto może zawierać ozon i dwutlenek wodoru. Stałą domieszkę tworzy para wodna, w bardzo zresztą zmiennej ilości. Poza tem znajdują się w powietrzu prawie zawsze i wszędzie jakieś zanieczyszczenia. O rodzaju ich wspomnimy nieco później.

W czystym powietrzu otwartych przestrzeni panuje pod względem wzajemnego stosunku gazów powietrznych wielka stałość. Prawie bez zastrzeżeń odnosi się to do azotu, tlenu, argonu i bezwodnika kwasu węglowego. W 100 objętościach zupełnie suchego przyziemnego powietrza znajduje się:

TABLICA IV.

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| azotu . . . . .                    | 78.03 % objętości |
| tlenu . . . . .                    | 20.99 "           |
| argonu . . . . .                   | 0.94 "            |
| bezwodnika kw. węglowego . . . . . | 0.03 "            |

Stosunek ten nie zmienia się ani za wpływem położenia geograficznego, ani też przez różnice pochodzenia powietrza z atmosfery lądowej lub morskiej.

Istotną zmianę ma przynosić ze sobą tylko znaczniejszy wzrost wzniesienia nad poziom morza. Na wysokości 10 km. powinno się znajdować według teoretycznych obliczeń w 100 częściach objętości:

TABLICA V.

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| azotu . . . . .                    | 81.05 % objętości |
| tlenu . . . . .                    | 18.35 "           |
| argonu . . . . .                   | 0.58 "            |
| bezwodnika kw. węglowego . . . . . | 0.02 "            |

Jakie stosunki panują w rzeczywistości, nie wiemy jeszcze dokładnie. Rozbiory powietrza aż do wysokości 6 km., wykonywane przy wzlotach balonów, nie wykazały różnic składu.

Zmiany składu powietrza zdarzają się tylko poza wolną atmosferą. Z ubytkiem tlenu spotkać się można np. w zamkniętych i pozbawionych przewiewu przestrzeniach, w źle odwietrzonych kopalniach, w przepelnionych salach i t. d.

Niezmiernie ważny czynnik w gospodarstwie przyrody — kwas węglowy, względnie jego bezwodnik,



CO<sub>2</sub>, bierze, jak to wynika z podanych wyżej cyfr, tylko mały udział w mieszaninie powietrza. Podnieść to trzeba tembardziej, skoro źródła, z których ten chemiczny związek powstaje, są nader liczne, a wytwórczość ich jest bardzo wielka. Znane są m. in. ogromne zbiorniki bezwodnika kwasu węglowego, jak osławiona Psia Grota pod Neapolem, Zatruta Dolina na wyspie Jawie w Indiach holenderskich, nie mówiąc już o licznych kopalniach węgla z ich niebezpiecznymi komorami gazowymi. W dużej ilości oddają powietrzu CO<sub>2</sub> wszystkie szczawy, t. zn. wody kruszcowe, zawierające go w znaczniejszej ilości. Wraz z innymi wytworami spalania ulatnia się obficie z dymników domostw i z kominów fabrycznych. Nie należy także lekceważyć znacznej domieszki CO<sub>2</sub> w powietrzu, wydychanem przez ludzi i zwierzęta, w nocy także przez rośliny.

Mimo, że produkcja bezwodnika kwasu węgl. jest tak bardzo powszechna, niema go, jak to zaznaczyliśmy poprzednio, zbyt wiele w wolnej atmosferze. Nawet w mglistem powietrzu fabrycznych miast angielskich nie wykrywały rozbiory więcej, jak 0.05—0.07% objętości CO<sub>2</sub>. W powietrzu, pochodzącym z wolnych przestrzeni, spada jego ilość prawie do połowy, wynosi 0.03 do 0.04%. Za bardzo ubogie w CO<sub>2</sub> uchodzi zwłaszcza powietrze morskie. Morzu przypisują zresztą niektórzy meteorolodzy rolę czynnika, regulującego zawartość CO<sub>2</sub> w powietrzu, przyjmując, że sole kwasu węglowego, rozpuszczone w wodzie morskiej, zależnie od ilości CO<sub>2</sub> w powietrzu, albo zabierają część jego, zamieniając się przy tem na dwuwęglany, albo, naodwrot, oddają z niego pewną ilość i stają się z dwuwęglanów węglanami. Jeśli uwzględnimy ogromne przestrzenie oceanów, przyznać musimy wodzie morskiej, o ile przytoczona wyżej teoria jest słuszną, niewątpliwie bardzo wielkie znaczenie regulacyjne. Na lądzie odgrywają rolę regulatorów rośliny, chłonnąc CO<sub>2</sub> i zużywając go do budowy swoich komórek. Poza tem podnieść jeszcze trzeba i ten także szczegół, że z miejsc, gdzie gaz ten powstaje w znaczniejszej ilości, unoszą go ze sobą prądy powietrza i mieszają z coraz to dalszemi warstwami.

Godny uwagi stosunek zachodzi między bezwodnikiem kwasu węglowego a ozonem, czyli trójatomowym tlenem, O<sub>3</sub>, odkrytym w r. 1840 przez Schönbeina.

O gazach tych powiedziećby można, że unikają się nawzajem. Tam, gdzie  $\text{CO}_2$  znachodzi się obficie w powietrzu, niema ozonu i naodwrot, powietrze, zawierające niewiele  $\text{CO}_2$ , odznacza się znaczną ilością ozonu.

Powstawaniu trójatomowego tlenu sprzyjają w wysokim stopniu burze z piorunami i błyskawicami. To samo sprawiają także t. zw. suche wyładowania elektryczne. W obfitej ilości tworzy się ozon przy rozpylaniu wody, zawierającej w sobie rozczynione sole, tem obficie, im bardziej stężony jest rozczyń. Wiąże się z tem znaczna ozonizacja powietrza w sąsiedztwie wodospadów, na morzu i na wybrzeżach morskich, w sąsiedztwie tężni, w wzięwalniach wód solankowych. Z badań nowszych czasów wynika, że ozon powstaje stale z tlenu za wpływem pozafioletowych promieni słonecznych, pochłanianych najobficie w górnych warstwach atmosfery. Na dół znoszą go wiatry i splekują opady atmosferyczne.

Dla stworzenia w liczbach pojęcia o zawartości ozonu w powietrzu, przytaczam przeciętne z szeregu oznaczeń, wykonanych w Paryżu. Chamounix i na podgórzu Mont Blanc. W 100 metrach sześciennych znaleziono w Paryżu 2.4, w Chamounix 3.7, na podgórzu Mont Blanc 9.4 miligramów  $\text{O}_3$ . Jest tego w zasadzie bardzo niewiele. Ale z liczb tych wynika, że ilość ozonu wzrasta bardzo wyraźnie wraz z zwiększaniem się wzniesienia nad poziom morza.

Obecność ozonu zdradza się już właściwym zapachem. Swoistą wonią odznacza się np. powietrze w sąsiedztwie maszyn, służących do wytwarzania elektryczności, w gabinetach z przyrządami Roentgena i t. d. Woń ozonu wy czuć można po każdej burzy elektrycznej wśród pól, łąk i lasów. W powietrzu miejskiem zabijają ją po części inne, mniej przyjemne zapachy. Zależy to zresztą od stanu urządzeń higienicznych, od czystości domów, ulic i placów miejskich. Nie da się wszakże zaprzeczyć, że po burzy nawet w bardzo zaniedbanych miejskich osadach słabną, a nawet znikają niemiłe zapachy ulicy.

Odwaniające działanie ozonu wyzyskała technika nowoczesna dla celów praktycznych, budując osobne przyrządy do wytwarzania tego ciała. Należy do nich np. przyrząd pomysłu Elworthy-Köllego, spełniający zupełnie dobrze swoje zadanie w przepelnionych i nie dających się należycie odwietrzyć salach, w podpokładowych izbach okrętowych i t. d.

Pewne znaczenie posiada zapewne także działanie bakterjobójcze ozonu, co tem bardziej jeszcze uzasadnia przyznawanie mu odpowiedniego miejsca w rzędzie czynników klimatycznych, ważnych z punktu widzenia higieny.

Nie zawadzi na tem miejscu zaznaczyć, że wyniki oznaczeń ozonu najczęściej używanym sposobem, przy użyciu papierków, napojonych roztworem skrobji i jodku potasu, nie zasługują na bezwzględne zaufanie. Odczyn powstaje nie tylko przez działanie  $O_3$ , ale także za wpływem  $H_2O_2$  i utlenionego azotu. To też nawet wtedy, kiedy badania wykonywano nie raz, ale więcej razy, nie można z uzyskanych wyników wysnuwać daleko idących wniosków. Na szczegól ten powinny zwracać uwagę wszystkie uzdrowiska, przechwalające się wielką obfitością ozonu swojego powietrza. Aż nazbyt widoczne propagandowe, względnie reklamowe znamię tego rodzaju zachwałń nie sprawia w poważnych sferach lekarskich nazbyt dobrego wrażenia.

Raczej tylko teoretyczne znaczenie posiadają małe ilości dwutlenku wodoru, utlenionego azotu i formaldehydu. Wszystkie te ciała pojawiają się w powietrzu za ledwo w śladach.

Również w małej tylko ilości znajduje się w powietrzu, jako tako czystem, amoniak. Dla ilustracji, jak go jest niewiele, posłużyć mogą wyniki rozbiórów, podane przez Fodora z Budapesztu, Levy'ego z Montsouris, Uffelmanna z Rosztoku. Pierwszy z wymienionych analityków znalazł w 1 metrze sześciennym — 0.033 miligramów  $NH_3$ , drugi 0.018—0.025, ostatni 0.025, wyjątkowo 0.12 miligramów.

Nieco obficiejsz się z powietrzem inny związek azotu, kwas azotowy, względnie azotawy, zazwyczaj w postaci soli amonowych.

Dla Berlina wykazały badania Rubnera ilości, sięgające 3 miligramów w litrze. Znaczna stosunkowo zawartością azotowych odznacza się powietrze krajów podzwrotnikowych. Müntz i Marcano obliczyli, że w Caracas w Venezueli spłókuja deszcze w ciągu jednego roku na powierzchnię jednego hektara 5.78 kilogramów azotu i to przy średnich tylko opadach. Jest to ilość na tyle już wielka, że odgrywać może rolę czynnika użyźniającego ziemię. W Anglii otrzymuje ziemia z powietrza według Gilberta i Lavesa tylko 0.83 kilograma, w Alzacji według Boussignaulta za ledwo 0.33 kilograma.

Swoiste do pewnego stopnia cechy chemiczne posiadają, przez obecność im tylko właściwych ciał, powietrze morskie i powietrze leśnych obszarów, obfitujących w drzewa szpilkowe. Pierwsze zawiera stale małe ilości jodu, drugie lotne olejki eteryczne, objęte wspólną nazwą terpenów.

Gautier oblicza, że powietrze z wybrzeży francuskich zawiera 13 razy więcej jodu, aniżeli powietrze w Paryżu. Ilość terpenów jest bardzo rozmaita, zależy w znacznym stopniu od rodzaju drzew szpilkowych i od pory roku.

Z pośród innych, przeważnie okolicznościowych przymieszek powietrza zasługują na wzmiankę kwas siarkowy, siarkowodór, lotne związki węgla, tworzące się przy spalaniu, względnie utlenianiu ciał organicznych, wytwory gnicia i fermentacji w jelitach ludzi i zwierząt, lotne składniki wydzieliny gruczołów potnych i łojowych skóry i t. d.

Spore znaczenie posiadają nieraz bardzo obfite domieszki w otoczeniu czynnych wulkanów. Z kraterów ich wydobywają się, obok pary wodnej i bezwodnika kwasu węglowego, wodór, dymy salmiaku, siarki i chloru, siarkowodór, chlorki żelaza i miedzi, kwas borny i t. d. Wspominamy o nich dlatego, że wszystkie te domieszki mogą w danych warunkach rozchodzić się wcale daleko, zanieczyszczać powietrze większych przestrzeni i wpływać ujemnie na higieniczne warunki nie tylko bliższego, ale także dalszego otoczenia wulkanów.

Przechodząc do zanieczyszczeń powietrza przez części stałe, unoszące się w postaci pyłu, zaznaczyć musimy zaraz na wstępie, że niema na ziemi zakątka, w którym powietrze byłoby zupełnie wolne od wszelkich pyłkowatych przymieszek. Wolne zupełnie może być tylko powietrze nad oceanami i to dopiero w znacznej odległości od wybrzeży.

Znany badacz zakurzeń powietrza, Aitken, znajdował w nizinach około 130.000 pyłków w 1 ctm.<sup>3</sup>. Na Rigi, 1880 m. nad poziomem morza, było ich tylko 400—800. Wiatry wiejące z dolin podnoszą tę ilość do 6 i 7 tysięcy. Wybitne odkurzające znaczenie posiadają opady atmosferyczne, w zimie pokrywa śnieżna.

Jakość i ilość pyłu zależą od fizycznych właściwości powierzchni ziemi, od gęstości zaludnienia, sposobu ogrzewania mieszkań, od rozwoju przemysłu, od rodzaju i rozprzestrzenienia sieci komunikacyjnej, po części od siły i kierunku wiatrów. W miastach i w osadach fabrycznych składa się pył przeważnie z sadzy i z najdrobniejszych rozkruchów węgla. Z prób, robionych swego czasu przez Rubnera wynikało, że w piecu żelaznym, najlepszej konstrukcji, powstaje przy spalaniu 1 kilograma antracytu 0.42 gm. sadzy, z tej samej ilości koksu 0.46 gm., z węgla kamiennego 2.94 gm. sadzy. Gorsze gatunki węgla dają jej jeszcze więcej. Nie trudno wobec tego pojąć, jakie wprost ogromne ilości czadu zawierać musi powietrze wielkich miast fabrycznych. Na przestrzeń, zajęta przez

Hamburg, opadać ma np. w ciągu jednego roku około 2 milionów kilogramów kopci. Chandler Roberts ocenia wagę dymów, unoszących się codziennie nad Londynem, na 6.000 cetnarów. Wartość węgla, marnującego się jako pył i sadza, wynosi kilka milionów szylingów. Poza obrębem miast tworzą pył powietrzny drobne cząsteczki gleby rodzajnej, miał rozartego na drogach sztru, w okresie kwitnięcia drzew, traw i kwiatów pyłki kwiatowe; w niewielkiej ilości powstaje pył z złuszczonej i na proch rozartych części ciała zwierząt i roślin.

Osobne do pewnego stopnia znaczenie posiadają pyłki niektórych roślin trawiastych przez niepożądaną zdolność wywoływania niezmiernie przykrych nieżytów dróg oddechowych u osób z chorobliwie wzmoczoną wrażliwością błon śluzowych narządu oddechowego. Nieżytom towarzyszą z zasady objawy ogólnego schorzenia. Pojawianie się chorobliwego stanu w okresie kwitnięcia traw zjednało mu miano nieżytu siennego, po niemiecku Heufieber. Do niedawna dawał niewatpliwą ochronę przed zjawieniem się choroby jedynie tylko pobyt w powietrzu, wolnem od pyłków kwiatowych. Wielką wziętością cieszyły się z tego powodu skaliste wysepki, jak np. Helgoland.

Oprócz zapylenia powietrza kurzem, jeśli się tak wyrazić wolno, rodzimym, trzeba się jeszcze liczyć z pyłem, niesionym przez wiatry, niekiedy z bardzo nawet dalekich okolic. Znane są np. w krajach połudn. Europy ulewy kurzawy, powstałej z piasków Sahary. Z końcem zimy 1917 r. pokrył taki suchy deszcz kurzu dość grubą warstwą czerwonego pyłu zaśnieżoną jeszcze ziemię Sarajewa i innych okolic Bośni. Dalekie drogi odbywać mogą także dymy i popioły, wyrzucane w czasie wybuchów z kraterów czynnych wulkanów. Pył wulkaniczny, bardzo często niezmiernie subtelny, wznosi się do ogromnej wysokości, według Alta aż do wodorowej warstwy atmosfery. Z obecnością jego w powietrzu łączą się rozmaitego rodzaju zjawiska optyczne, zwłaszcza w bezpośrednim otoczeniu słońca i księżyca, a co ważniejsze niekorzystne zmiany w ogrzaniu ziemi i powietrza, wykazane w nader przekonująco sposób przez Humphreya.

Sprawą zakłóceń przezroczystości atmosfery ziemskiej zajmował się u nas wyczerpująco w obszernym referacie Edward Stenz

Dowiadujemy się z niego o skutkach wybuchów rozmaitych wulkanów, jak np. Asamayama w Japonji w r. 1783, Mayon na Filipinach w r. 1814 i 1831, zwłaszcza zaś wybuchu wulkanu Krakatau w r. 1883 z następstwami, dającymi się odczuwać przez 4 lata. Notowano w tych czasach przepiękne purpurowe zorze zimkowe z niebywałem nateżeniem purpury, dyfrakcyjne zjawiska optyczne naokoło słońca (pierścień Bishopa i t. d.), a co najważniejsza znaczne osłabienie siły promieniowania słonecznego. W r. 1884 wynosiła średnia zniżka 11%, w r. 1885 nawet 17%, a w r. 1886 jeszcze 9%. Powstały na tem tle wyraźne anomalje klimatyczne. Według Arotowskiego zaznaczył się wtedy wyraźny spadek ciepłoty na całej kuli ziemskiej, dochodzący w niektórych okolicach do kilku stopni Celsjusza, i to w ciągu pełnych 2 lat. Skromniejsze i terytorjalnie ograniczone zakłócenia notowano także w następnych latach jako następstwa wybuchów wulkanu Bandai-San w południowej Japonji, małych wulkanów na wyspie Vulcano koło Sycylii w latach 1888, 1889 i 1890, wulkanu Mt. Pelée na wyspie Martynice i Soufrière na pobliskiej wyspie St. Vincent, wreszcie wulkanu Katmai na Alasce. Znacznych zaburzeń należałoby się spodziewać także po ostatnich wybuchach wulkanów południowo-amerykańskich w Andach chilijskich.

W ustępie o zanieczyszczeniu powietrza przez pył nie może brakować bodaj krótkiej wzmianki o bakterjach. Drobnoustrojów bakteryjnych nie brak nigdzie na ziemi, gdzie tylko krzewi się jakiegokolwiek życie. Powietrze zupełnie jałowe znaleźć można tylko nad morzem setki mil od brzegów i na wielkiej wysokości w wolnej atmosferze. Ale znaczenia bakterji, znajdujących się w powietrzu, nie trzeba przeceniać. Należą one przeważnie do rzędu nieszkodliwych gatunków, nie mających nie wspólnego z chorobami zakaźnymi. Chorobotwórcze bakterje przydarzają się niezwykle rzadko. Przyroda dba sama o to, ażeby drobnoustroje nie rozwijały się i nie mnożyły się w powietrzu. Przedewszystkiem nie mają w niem czem żyć, nie znajdują niezbędnego do życia pokarmu. A pozatem giną skutkiem wysychania i zabójczego działania promieni słonecznych, głównie promieni chemicznych.

### *Ciepłota powietrza.*

Istotne źródło ciepła, grzejącego ziemię i jej atmosferę, leży w słońcu. Własne ciepło ziemi, a tem bardziej ciepło, pochodzące z gwiazd i z księżyca, nie posiadają większego znaczenia.

Wartość własnego ciepła ziemi wynosi w ciągu całego roku zaledwie 54 kaloryj gramowych dla 1 cm<sup>2</sup> powierzchni. Według Traberta starczy to do ogrzania, wynoszącego 0.1° C. Dla uwy-

datnienia jej nikłości wystarczy wskazać wyniki pomiarów Homena, wykonywanych w porze letniej w Finlandji, a więc w kraju, położonym bardzo daleko od równika, otrzymującym wszakże od słońca dla 1 cm<sup>2</sup> przeciętnie 504 gm. kal. w ciągu 12 godzin, czyli 42 kal. na godzinę, a 0.7 kal. na minutę. W okolicach bardziej południowych, oraz wzniesionych znacznie nad poziom morza jest miara ciepła słonecznego o wiele większa.

Promieniowanie księżycy, powstające przez odbicie promieniowań słonecznych i przez ciemne promienie z ogrzanej przez słońce powierzchni księżycowej, wynosi według Bondy i Zöllnera około 1/100.000 część wartości ciepła słonecznego. Jeszcze mniej, bo w myśl obliczeń Newcoma zaledwie 1/31.000.000 część ciepłej energii słonecznej może ziemi dostarczyć promieniowanie całego firmamentu gwiezdnego.

Jako najistotniejsze źródło energii budziło światło słoneczne zawsze powszechne zajęcie i zmuszało wprost do badań, objaśniających z całą dokładnością o wartości tej energii \*). Chodziło tu naturalnie o cyfry. Ażeby je osiąść, trzeba było poznać w pierwszym rzędzie wartość energii słonecznej, nieuszczuploną przez wpływy, wywierane na promienie świetlne w czasie przenikania atmosfery ziemskiej. Stworzenie warunków dla tego poznania zawdzięcza nauka meteorologii w bardzo dużej mierze amerykańskiemu fizykowi Langleyowi, a samo poznanie bardzo żmudnym pomiarom i obliczeniom Langleya, Abbotta i Fowela, wykonywanym w przeważnej części w latach 1902 — 1912.

Nie godzi się przytem pominąć milczeniem i tego jeszcze szczególnie, że Langley i jego współpracownicy korzystali z niezmiernie hojnego finansowego poparcia, udzielanego przez amerykańskich mecenasów nauki. Bez tego poparcia nie możnaby było wykonać długiej i bardzo kosztownej roboty.

Do pracy zabrał się Langley po sporządzeniu obmyślanego przez siebie „bolometru“, przyrządu, zbudowanego

---

\*) Przyrządy, służące do określania energii słonecznej noszą nazwę aktinometrów. Najstarszym z pośród nich jest pyrhelionometer Pouilleta, modyfikowany potem wielokrotnie — przez Tyndalla, Crova'ego, Violle'a, Sawalliewa. Dużem uznaniem i wzięciem cieszy się najnowszy model K. Angströma. Za najdokładniejszy uchodzi pyrhelionometer Abbotta („water flow pyrhelionometer“, oraz „silverdisk“ Abbotta, oznaczający się technicznymi zaletami i znaczną odpornością, rozpowszechniający się coraz bardziej. W kołach meteorologów znany jest także aktinometer Michelsona. Wszystkie nowsze przyrządy są stosunkowo dość drogie. Abbotowski „silverdisk“, dostarczany przez Astrophys. Observatory of the Smithsonian Institution, kosztuje 100 dolarów. Cena aktinometru Michelsona wynosiła przed wojną 125 rubli.

na zasadzie mostku W h e a t s t o n'a tak bardzo precyzyjnie, że pokazuje wahania ciepłoty w granicach  $1/1000000^{\circ} \text{C}$  \*). Zapomocą tego właśnie przyrządu dokonano blisko 700 pomiarów i uzyskano tyleż „bogramów“, użytych następnie do bardzo szczegółowych obliczeń i opracowań.

Większa część pomiarów została wykonana w Waszyngtonie na wysokości 10 m. n. p. m. i na Mount Wilson, w Kalifornji, na wysokości 1.800 m. n. p. m.; niektóre pochodzą z Mount Whitney, również w Kalifornji, wzniesionej 4.420 m. n. p. m. i z Bassour w Algierze, położonego na wysokości 1.100 m. n. p. m.

Podstawowy dorobek tych badań tworzy dokładne określenie t. zw. „stałej słonecznej“ (Solarkonstante), czyli tej ilości ciepła, jaką na granicy ziemskiej atmosfery od prostopadłych promieni słonecznych otrzymuje w ciągu 1 minuty powierzchnia o wymiarze 1  $\text{cm}^2$ . Jako średnią z bardzo wielu obliczeń otrzymano 1.932 kaloryj gramowych. Tam, gdzie nie zależy na zupełnej ścisłości, posługuje się meteorologia, względnie klimatologia zaokrągloną wartością 2 kal. gm.

Wielkość „stałej słonecznej“ nie zależy ani od położenia geograficznego ani od wzniesienia nad poziom morza. Natomiast niewątpliwy wpływ wywierają na nią przeobrażenia, odbywające się na słońcu. Zjawianiu się plam słonecznych towarzyszy wzrost cieplnej energii promieni słonecznych, znikaniu malenie jej, dochodzące do 5 procent.

Spore znaczenie posiadają także okresowe zmiany odległości ziemi od słońca. Jeżeli jako średnią odległość przyjmiemy liczbę 1 (=149,500.000 km.), to w porze „zbliżenia“ — perihelu — wynosi ta odległość 0.967, w porze „oddalenia“ — aphelu — 1.034. Na podstawie tych dwóch liczb można obliczyć stosunkowe wahania energii promieni słonecznych w czasie aphelu — A i perihelu — P:

$$A : P = 1.034 : 0.967,$$

z czego wynika, że w fazie „zbliżenia“ otrzymuje ziemia o 1/15 więcej energii, aniżeli w czasie „oddalenia“.

Drugi ważny szczegół wśród wyników badań L a n g l e y a i jego współpracowników A b b o t a i F o w e l'a

---

\*) Objaśnienia o budowie przyrządu znajdują się m. in. w pracy Karola D o r n a: „Die Sonnenstrahlung“, ogłoszonej w wydawnictwie Dietricha i Kaminera: Handbuch der Balneologie, medizinischen Klimatologie und Balneographie, tom I. str. 504.



z lat 1902 — 1912 to określenie stopnia, w jakim rozmaite promienie słoneczne przenikają na powierzchnię ziemi przez atmosferę, czyli określenie współczynnika przepuszczalności.

Widoczna część widma słonecznego obejmuje w sobie promienie o długości fali 0.40 — 0.76 mikronów (1 mikron = 0.001 mm.). Poniżej pierwszej i powyżej drugiej cyfry rozciąga się pole widmowe promieni niewidocznych — pozafioletowych i pozaczzerwonych. Współczynnik przepuszczalności rośnie stopniowo coraz bardziej w stronę promieni o dłuższej fali. Strata jest tem większa, im krótsza jest fala danego promienia.

TABLICA VI.

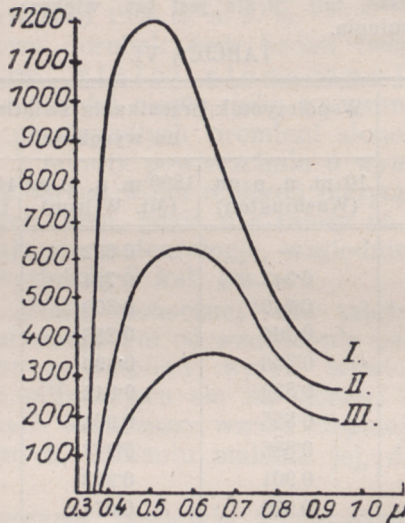
| Długość fali<br>mikronów: | Współczynnik przenikania światła słonecznego<br>na wysokości |                                  |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                           | 10 m. n. p. m.<br>(Washington)                               | 1800 m. n. p. m.<br>(Mt. Wilson) | 4420 m. n. p. m.<br>(Mt. Whitney) |
| 0.35                      | —                                                            | 0.612                            | 0.715                             |
| 0.40                      | 0.543                                                        | 0.724                            | 0.809                             |
| 0.45                      | 0.640                                                        | 0.800                            | 0.875                             |
| 0.50*)                    | 0.705                                                        | 0.858                            | 0.919                             |
| 0.60**)                   | 0.760                                                        | 0.890                            | 0.940                             |
| 0.70***)                  | 0.839                                                        | 0.942                            | 0.964                             |
| 0.80                      | 0.865                                                        | 0.964                            | 0.976                             |
| 0.90                      | 0.886                                                        | 0.968                            | 0.980                             |
| 1.00                      | 0.901                                                        | 0.973                            | —                                 |
| 1.50                      | 0.922                                                        | 0.974                            | —                                 |

Bardzo wyraziście uwydatniają się różnice w rozmieszczeniu świetlnej energii słonecznej na diagramie (zob. ryc. 2). Na granicy ziemskiej atmosfery uderza wielka ilość promieni krótkofalowych. Szczyt krzywej (I) leży w części widma słonecznego z promieniami o fali 0.47. Na krzywej, obrazującej energię już na ziemi przy wysokim położeniu słońca, zajmuje szczyt krzywej (II) część widma, utworzoną przez promienie żółte o długości fali ponad 0.60. Przy niskim stanie słońca leży szczyt w rejonie promieni żółtych i czerwonych (III), a więc już w typowo długofalowej części widma.

- \*) Promienie zielone;
- \*\*\*) prom. żółte;
- \*\*\*) prom. czerwone.

Z całego widma słonecznego, takiego, jakim jest na ziemi, dostarczają 60% energii promienie pozaczzerwone, 39% promienie barwne, a zaledwie 1% promienie pozafioletowe. Na samej granicy atmosfery wynosi udział promieni pozaczzerwonych 43%, części barwnej widma 52%, a promieni pozafioletowych 5%.

Ryc. 2.



Stopniowanie energii słonecznej.  
(Według K. Dorno'a).

Słońce, oglądane z granicy powietrzni, pokazywałoby się według Langleya w błękitnej barwie. Na ziemię przenikają wszakże najobficiej promienie żółte i czerwone i to tem obficiej, im większa odległość dzieli dany punkt ziemi od słońca, albo, co to samo znaczy, im skośniejszy jest kierunek padania promieni. To też jest ich najwięcej w porze wschodów i zachodów słońca. Żółte i purpurowe blaski nieboskłonów o porannej i wieczornej zorzy z tych właśnie promieni biorą swoje świetne barwy. Błękitna barwa firmamentu i łagodne światło miejsc zacięzionych pochodzą od krótkofalowych promieni fioletowych i niebieskich, rozprószonych w wyższych warstwach atmosfery,

która staje się w ten sposób wtórnym źródłem energii słonecznej.

Przez poznanie stałej wartości energii słonecznej, oraz przez dokładne określenie współczynnika przenikania promieni słonecznych przy uwzględnianiu długości drogi, jaką promienie mają do przebycia, a więc kąta, pod jakim krzyżują się z powierzchnią ziemi, powstały warunki dla stworzenia pojęcia t. zw. klimatu słonecznego. Rozumiemy przez to określenie stan naświetlenia, względnie nagrzania danej powierzchni na ziemi, taki, jakim być powinien przy zupełnie swobodnym dostępie promieni słonecznych, t. j. przy dostępie, modyfikowanym li tylko przez długość drogi, z pominięciem wszelkich przeszkód, stawianych przez atmosferę. Stan ten można obliczyć z całą dokładnością dla każdej dowolnej okolicy w każdej porze dnia i roku, a tem samym stworzyć obraz jej klimatu słonecznego. Nie będzie to klimat rzeczywisty. Ale mimo to nie można utrzymywać, że przez odtworzenie go nie osiąga się istotnej korzyści. Korzyść ta jest bezsprzecznie, a polega na tem, że można czynić porównania między tem, co dają bezpośrednio spostrzeżenia meteorologiczne i tem, co powstało przez obliczenia, a w dalszym ciągu oceniać także i na tej podstawie klimatyczną wartość badanych miejscowości i całych okolic.

Nawet w zupełnie idealnych warunkach, t. zn. przy zupełnie niezakurzonem powietrzu i przy zupełnie bezchmurnem niebie, dostawałoby się na powierzchnię ziemi na wysokości 1.800 m. n. p. m. tylko 75%, a na poziomie morza tylko 50% energii słonecznej. W rzeczywistości są te ilości znacznie mniejsze, wynoszą przeciętnie w pierwszym przypadku 52%, w drugim zaledwie 24%. Wahania w obu kierunkach są zresztą wcale znaczne; zależą w dużej mierze od położenia geograficznego, od topografji i od charakteru powierzchni danej miejscowości i całych okolic. Jako przeciętną wartość współczynnika przepuszczalności powietrznj dla promieni słonecznych przyjmuje klimatologia cyfrę 0.6. Oznacza to, że na powierzchnię ziemi dostaje się tylko 60% energii słonecznej, reszta, t. j. 40% rozprasza się w powietrznj.

Dla uzmysłowienia różnych wartości energii cieplnej, dostarczanej powierzchni ziemi na rozmaitych wysokościach, przytaczam



oznaczenia największych jej nasileń w kilku miejscowościach. Jako tego rodzaju maxima notowano:

TABLICA VII.

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| w Washingtonie i w Poczdamie, na wysokości 10 i 100 m. n. p. m. | 1.44 kal. |
| w Davos, na wysokości 1600 m. n. p. m.                          | 1.58 „    |
| na Mt. Whitney, na wysokości 3700 m. n. p. m.                   | 1.64 „    |
| na Pic di Teneriffa, na wysokości 4400 m. n. p. m.              | 1.64 „    |
| w balonie na uwięzi, na wysokości 7500 m. n. p. m.              | 1.67 „    |

Różnice między przytoczonymi cyframi nie są w zasadzie zbyt wielkie. Ale nie można z tego wnosić o wartości, względnie o sumie całej energii promieniowania słonecznego w danym okresie czasu. Z obliczeń Dornó'a wynika, że w Davos otrzymuje powierzchnia ziemi w ciągu roku o 50 procent więcej ciepła, aniżeli w Poczdamie. Na uwagę zasługuje także bardziej jednostajny rozdział ciepła w czasie całego roku. W Poczdamie grzeje słońce w lipcu 20 razy silniej, aniżeli w grudniu, w Davos tylko 6 razy silniej. Różnice są wprost uderzające.

Przebieg nasłonecznienia przy zupełnie pogodnym niebie jest wszędzie dość znamieny. Nieco przed południem i niedługo popołudniu zjawiają się największe nasilenia. Obok depresji w samo południe, odcinającej się wyraźnie od obu największych wzniesień, można dostrzec na całym przebiegu krzywej insolacji liczne nieznaczne odchylenia od równego przebiegu linii, raczej jakby małe tylko drgnięcia, jako wyraz zmiennej przepuszczalności powietrzni. Wyrazistość szczytowych wartości nagrzania i małych odchyień jest szczególnie znaczna w ciepłej porze roku i w okolicach nizinnych. Już w jesieni, tembardziej w zimie, stają się amplitudy wahań mniejsze. Maleją także w miarę podnoszenia się terenu. Stopniowanie nasłonecznienia w ciągu roku zależy w pierwszym rzędzie od szerokości geograficznej, a więc od odległości danego miejsca od równika, w sporej mierze od warunków meteorologicznych, najbardziej od stopnia zachmurzenia nieba.

Dla ilustracji przebiegu ogrzania w ciągu całego dnia przytaczam za Dorné'm wyniki spostrzeżeń w Davos, podane, jako średnie wartości miesięcy, pół roku i całego roku, w kalorjach gramowych dla 1 ctm.<sup>2</sup> powierzchni w ciągu 1-ej minuty (zob. Tabl. VIII). Mogą one służyć mutatis mutandis za wzór przebiegu dobowego ogrzania ziemi, zwłaszcza w górskich okolicach.

TABLICA VIII.

| Godziny:   | 6-a   | 7-a   | 8-a   | 9-a   | 10-a  | 11-a  | 12-a  | 13-a  | 14-a  | 15-a  | 16-a  | 17-a  | 18-a  |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Grudzień   | —     | —     | —     | —     | 1.118 | 1.250 | 1.354 | 1.309 | 1.223 | 1.006 | —     | —     | —     |
| Styczeń    | —     | —     | —     | —     | 1.293 | 1.394 | 1.381 | 1.359 | 1.276 | 1.061 | —     | —     | —     |
| Luty       | —     | —     | —     | 1.270 | 1.406 | 1.461 | 1.457 | 1.416 | 1.355 | 1.228 | —     | —     | —     |
| Marzec     | —     | —     | 1.023 | 1.374 | 1.436 | 1.475 | 1.487 | 1.459 | 1.408 | 1.331 | 1.216 | —     | —     |
| Kwiecień   | —     | 1.105 | 1.332 | 1.446 | 1.472 | 1.490 | 1.495 | 1.516 | 1.468 | 1.390 | 1.292 | 1.164 | —     |
| Maj        | 1.125 | 1.185 | 1.317 | 1.374 | 1.439 | 1.492 | 1.468 | 1.444 | 1.399 | 1.364 | 1.314 | 1.178 | —     |
| Czerwiec   | 1.128 | 1.242 | 1.343 | 1.389 | 1.410 | 1.436 | 1.447 | 1.439 | 1.386 | 1.356 | 1.228 | 1.110 | 1.054 |
| Lipiec     | 1.247 | 1.258 | 1.304 | 1.333 | 1.354 | 1.386 | 1.385 | 1.377 | 1.387 | 1.246 | 1.203 | 1.113 | —     |
| Sierpień   | 1.078 | 1.211 | 1.350 | 1.379 | 1.436 | 1.439 | 1.473 | 1.428 | 1.397 | 1.331 | 1.267 | 1.101 | —     |
| Wrzesień   | —     | 1.082 | 1.259 | 1.377 | 1.423 | 1.463 | 1.453 | 1.437 | 1.410 | 1.335 | 1.215 | —     | —     |
| Październ. | —     | —     | 1.149 | 1.289 | 1.385 | 1.418 | 1.447 | 1.384 | 1.354 | 1.239 | —     | —     | —     |
| Listopad   | —     | —     | —     | —     | 1.274 | 1.338 | 1.376 | 1.319 | 1.234 | 1.116 | —     | —     | —     |
| Zima       | —     | —     | —     | 1.270 | 1.272 | 1.368 | 1.397 | 1.362 | 1.384 | 1.098 | —     | —     | —     |
| Wiosna     | 1.125 | 1.146 | 1.223 | 1.398 | 1.449 | 1.486 | 1.483 | 1.472 | 1.425 | 1.362 | 1.274 | 1.171 | —     |
| Lato       | 1.150 | 1.237 | 1.332 | 1.371 | 1.400 | 1.420 | 1.423 | 1.415 | 1.384 | 1.311 | 1.233 | 1.107 | 1.054 |
| Jesień     | —     | 1.082 | 1.204 | 1.333 | 1.361 | 1.407 | 1.425 | 1.380 | 1.332 | 1.230 | 1.215 | —     | —     |
| Rok        | 1.145 | 1.181 | 1.260 | 1.361 | 1.370 | 1.420 | 1.432 | 1.408 | 1.357 | 1.250 | 1.248 | 1.132 | 1.054 |

Z przeglądu przytoczonych w tem zestawieniu cyfr wynika, że dzielność promieniowania jest największa w kwietniu, najmniejsza w grudniu. Godzi się to zupełnie dobrze także z wynikami spostrzeżeń v. Hanna o nagrzaniu ziemi bez względu na położenie geograficzne i na wzniesienie nad poziom morza.

Dla termicznej charakterystyki klimatu posiadają oznaczenia kalorymetryczne doniosłe znaczenie także ze względu na wartość całej sumy ciepła, dostarczanego ziemi w czasie długich okresów czasu. Obliczeń tych wartości niema jeszcze zbyt wiele, ale te, które już posiadamy, starczą na stworzenie bodaj ogólnego pojęcia o rozgrzewaniu się ziemi w rozmaitych położeniach geograficznych i warunkach topograficznych. Zadanie to ma spełnić zamieszczone poniżej zestawienie. \*)

\*) Nie spełnia go zupełnie dobrze z tego powodu, że obliczenia nie pochodzą z tych samych lat.

Średnia ilość ciepła, wchłaniana w ciągu dnia na 1 cm.<sup>2</sup> powierzchni, wynosi w kalorjach gramowych:

TABLICA IX.

| Miejscowość                                                                           | Mont-<br>pelier | Davos  | Wiedeń | Kijów  | War-<br>szawa | Pocz-<br>dam | Stock-<br>holm | Spitz-<br>berg |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| Szer. geogr.                                                                          | 43°36'          | 46°48' | 48°15' | 50°24' | 52°13'        | 52°23'       | 59°20'         | 79°55'         |
| Styczeń                                                                               | 82              | 74     | 23     | 24     | 15            | 20           | 12             | 0              |
| Luty                                                                                  | 127             | 118    | 52     | 67     | 27            | 48           | 28             | 0              |
| Marzec                                                                                | 184             | 193    | 109    | 99     | 74            | 100          | 67             | 15             |
| Kwiecień                                                                              | 229             | 240    | 189    | 122    | 123           | 213          | 198            | 53             |
| Maj                                                                                   | 296             | 309    | 256    | 318    | 266           | 277          | 313            | 143            |
| Czerwiec                                                                              | 311             | 340    | 287    | 325    | 279           | 331          | 403            | 127            |
| Lipiec                                                                                | 325             | 348    | 284    | 328    | 294           | 273          | 359            | 114            |
| Sierpień                                                                              | 295             | 355    | 242    | 306    | 232           | 238          | 231            | 55             |
| Wrzesień                                                                              | 225             | 260    | 159    | 227    | 160           | 165          | 137            | 40             |
| Październik                                                                           | 135             | 164    | 72     | 125    | 59            | 60           | 49             | 0              |
| Listopad                                                                              | 90              | 93     | 29     | 34     | 13            | 32           | 10             | 0              |
| Grudzień                                                                              | 61              | 61     | 15     | 13     | 5             | 16           | 3              | 0              |
| Srednia rocz.                                                                         | 197             | 214    | 143    | 166    | 130           | 148          | 151            | 46             |
| Sumy w kalorjach kilogramowych :                                                      |                 |        |        |        |               |              |                |                |
| Zima                                                                                  | 8.00            | 7.5    | 2.61   | 3.0    | 1.39          | 2.46         | 1.28           | 0.0            |
| Wiosna                                                                                | 21.75           | 22.8   | 16.97  | 16.6   | 14.25         | 18.08        | 17.73          | 6.6            |
| Lato                                                                                  | 28.55           | 32.0   | 24.88  | 29.4   | 24.69         | 25.85        | 30.39          | 9.1            |
| Jesień                                                                                | 13.64           | 15.7   | 7.87   | 11.7   | 7.02          | 7.48         | 5.95           | 1.2            |
| Rok                                                                                   | 71.94           | 78.0   | 52.33  | 60.74  | 47.35         | 53.87        | 55.35          | 16.9           |
| Odsetka ogrzania możliwego w danej szerokości geograficznej przy bezchmurnem niebie : |                 |        |        |        |               |              |                |                |
| Rok                                                                                   | 50              | 55     | (53)   | 49     | 48            | 48           | (52)           | 22             |

96

Jakkolwiek bezpośrednio promieniowanie słoneczne dostarcza największej ilości energii świetlnej i cieplnej, to jednak nie można bynajmniej lekceważyć promieniowania pośredniego, pochodzącego z powietrzni, w której, jak wspomnieliśmy wyżej, pozostaje bardzo znaczna część promieni słonecznych. Jest to t. zw. promieniowanie górne, poza któremi odróżnić jeszcze wypada promieniowanie dolne, z ziemi i t. zw. promieniowanie skośne. Pośrednie promieniowanie górne \*) jest zasadniczo tem znaczniejsze, a tem samem posiada tem większe znaczenie termoklimatyczne, im mniejszy był współczynnik przepuszczalności. Ilustrują to bardzo dobrze pomiary, wykonane przez L. v. Kinga, z których wynika, że przez absorbcję promieni słonecznych powietrze wolne od kurzu, a więc przepuszczające łatwiej promienie słoneczne, rozgrzewa się w ciągu godziny o 0.015° C., a powietrze zakurzone, a więc znacznie gorszy przepuszczalnik promieni, o 0.1° C., czyli dokładnie 6 razy więcej.

O wartości promieniowania atmosferycznego w różnych warunkach przepuszczalności objaśnia bardzo dobrze zestawienie, podane przez Dra Szymkiewicza. Powtarzam je w całości :

TABLICA X.

| Miejscowość   | Wzniesienie<br>m. n. p. m. | Ciepłota<br>powietrza<br>°C | Promieniowanie w kal./ctm.2+) |                      | Q = I - I' |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|------------|
|               |                            |                             | atmosfery<br>I                | ciała czarnego<br>I' |            |
| Neapol        | 60                         | 22                          | 0.42                          | 0.61                 | -0.19      |
| Wiedeń        | 220                        | 19                          | 0.43                          | 0.59                 | -0.16      |
| Zurych        | 440                        | 15                          | 0.42                          | 0.56                 | -0.14      |
| Rauris        | 950                        | - 6                         | 0.25                          | 0.41                 | -0.16      |
| El Bassour    | 1160                       | 20                          | 0.42                          | 0.60                 | -0.18      |
| Sonnblick     | 3100                       | - 12                        | 0.16                          | 0.38                 | -0.22      |
| Sonnblick     | 3100                       | - 2                         | 0.22                          | 0.44                 | -0.22      |
| Mount Whitney | 4400                       | - 1                         | 0.25                          | 0.44                 | - 0.19     |

\*) Do mierzenia wartości cieplnej promieniowania powietrzni służy pyrgeometr K. Angströma, spełniający dobrze swoje zadanie także wśród dnia, a nie, jak się to działo z dawniejszymi przyrządami, tylko wśród nocy.

+)

Wartość w kalorjach na 1 ctm<sup>2</sup> powierzchni w ciągu jednej minuty.

Przyjmując, że promieniowanie z atmosfery dostarcza 0.40 kaloryj gramowych dla 1 ctm.<sup>3</sup> w ciągu 1 minuty, oblicza Szymkiewicz, że przez cały rok urasta z tego suma energii cieplnej, równająca się 210.4 tysiącom kaloryj. Idzie to na karb promieniowania długofalowego. Promieniowanie krótkofalowe dostarcza, według obliczeń Szymkiewicza, zależnie od warunków położenia, 60.5 do 158.9 tysięcy kaloryj.

Siła i efekt promieniowania atmosferycznego zależą w pierwszym rzędzie od grubości powietrzni, a więc od wzniesienia nad poziom morza. W niskim położeniu wynosi około 0.42 kal/gm., zmniejsza się coraz bardziej w miarę wznoszenia się terenu. Wyraźny wpływ wywiera stopień przezroczystości. Przy chmurnym niebie zwiększa się stopień promieniowania i to tem bardziej, im niżej wisi opona chmur. Najniższe wartości notują spostrzeżenia przy zupełnie jasnym niebie. Nie trudno zrozumieć, że promieniowanie słabnie przy niższej, przybiera na sile przy wyższej ciepłocie powietrza. O wpływie zakurzenia wspominaliśmy już wyżej.

Z wysokich liczb, podanych dla określenia wartości cieplnej długofalowego promieniowania powietrzni, nie należy wnosić, że cała ta energja służy istotnie do ogrzewania ziemi. Trzeba się liczyć także ze stratami, wynikającymi z wypromieniowywania ciepła przez powierzchnię ziemi i przez to wszystko, co się na niej znajduje, a oprócz tego jeszcze ze stratami, powstającymi przez odbicie promieni, zwłaszcza krótkofalowych. Dopiero z zestawienia promienistego dowozu i promienistego wywozu, a więc zysków i strat powstaje ostateczny bilans, który kształtuje się rozmaicie, może być dodatni albo ujemny. W szczególności tych rzeczy nie możemy wchodzić na tem miejscu.

Bezpośrednie, t. j. wprost przez powietrze przechodzące promienie słoneczne ulegają na powierzchni ziemi w znacznej części wchłonięciu, w części zaś odbiciu. Miara dla jednego i dla drugiego zjawiska zależy od rodzaju powierzchni. Najwięcej promieni odbija się od zwierciadła wody, od tafli lodowej, lub od pokrywy śnieżnej, i to zwłaszcza krótkofalowych, najmniej od ziemi uprawnej, pokrytej roślinnością.

Przez wchłanianie promieni rozgrzewa się chłonna masa w różnym stopniu i do różnej głębokości. Najwybitniejsze różnice występują na jaw przy porównywa-



niu efektów na lądzie i na wodzie. Ląd ogrzewa się bardzo szybko, ale zasadniczo tylko dość płytko — stopień zależy od jakości jego powierzchni i od jej pokrycia — i równie szybko oddaje ciepło, a więc chłodnie. Wodę przenikają promienie do znacznej głębokości i ogrzewają ją w grubszej warstwie, jakkolwiek nie tak bardzo znacznie. Promieniowanie ciepła i związane z tem chłodnienie wody odbywa się w tempie bardzo powolnem. Zasada, która mówi, że oddawanie ciepła przez promieniowanie dokonuje się tem energiczniej i tem szybciej, im wyższa jest ciepłota promieniującego ciała, uwydatnia się tu w całej pełni.

To promieniowanie ciepła służy do ogrzewania powietrza, a jego bliższy charakter rozstrzyga o stopniu i o przebiegu ciepłoty powietrza. Ale przez promieniowanie wyczerpuje się coraz bardziej zapas energii cieplnej nagromadzonej w ciągu dnia i przychodzi wreszcie chwila, kiedy powietrze nadziemne jest już cieplejsze, aniżeli jego ziemskie podłoża. Wraz z tem zaczyna się wymiana ciepła w odwrotnym kierunku, ziemia ogrzewa się z powietrza. Pewnego znaczenia nabiera wtedy promieniowanie powietrzni, pochodzące z energii słonecznej tych promieni, które uległy wchłonięciu i rozproszeniu w drodze ze słońca na ziemię. Im więcej ich było, t. zn. im mniejszy był współczynnik przepuszczalności, tem więcej ciepła może dać promieniowanie powietrzne.

Sposób ogrzewania się powietrza i rozdział ciepła są dość różnorodne. Ciepło, promieniujące z ziemi, grzeje zupełnie bezpośrednio tylko najniższą warstwę powietrza przyziemnego. Warstwa ta staje się przez ogrzanie lżejsza i wznosi się w górne strefy, wypełnione powietrzem chłodniejszym, a to tem wyżej, im silniej się rozgrzała. Oddaje tam swoje ciepło nie tylko przez zetknięcie się z chłodniejszym powietrzem, ale także dlatego, że, wznosząc się w górę, staje się tem samem rzadsze i oziębia się. Po tych fizycznych przemianach opada ku dołowi. Ta ciągła wymiana powietrza tworzy układ prądów o pionowym kierunku, jeden zwrócony ku górze, drugi ku dołowi. Klimatologia zalicza je do rzędu prądów konwekcyjnych, t. j. prądów, powstających przez ruch materialnych cząstek, w danym razie zjonizowanych.

Jako cieplne efekty okresowych dobowych zmian w ogrzaniu ziemi i powietrza powstają nader znamienne zjawiska: Przyziemne warstwy powietrza są w nocy i nad ranem chłodniejsze, aniżeli warstwy wyższe. W dniu słoneczne i przy silnych prądach konwekcyjnych maleje ciepota powietrza górnych warstw najmniej o 1° C. co każde 100 metrów. Krańcowe wartości ciepoty, t. zn. maxima i minima zjawiają się w górnych warstwach stopniowo coraz później, dzielące je różnice, czyli amplitudy, maleją.

Już z teoretycznych wiadomości o rozgrzewaniu się ziemi wysnuć trzeba wniosek, że przebieg ciepoty powietrza, tak w czasie doby, jak i w ramach dłuższych okresów czasu, bywa wcale niejednakowy, że zależy od całego szeregu rozmaitych czynników. I wniosek ten jest zupełnie słuszny. Ale nie będzie to zaprzeczeniem słuszności, jeżeli powiemy, że jednak odróżnić można dwa zasadnicze typy tego przebiegu — typ lądowy i typ morski.

Najniższą ciepotę posiada powietrze, zarówno na lądzie jak na morzu, tuż przed wschodem słońca. Największe rozgrzanie zjawia się na morzu prawie bezpośrednio po przejściu słońca przez zenit, na lądzie o 1—2 godzin później. Najbardziej znamiennej cechą każdego z tych dwóch typów tworzą różnice największego i najmniejszego ogrzania powietrza, czyli amplitudy ciepoty. Na lądzie są one zawsze i wszędzie znacznie większe aniżeli na oceanie, względnie w nadmorskich pasach ziemi. Krzywe dobowego przebiegu ciepoty na morzu odznaczają się płaską falą; wykresy przebiegu ciepoty na lądzie są bardziej strome (zob. ryc. 4).

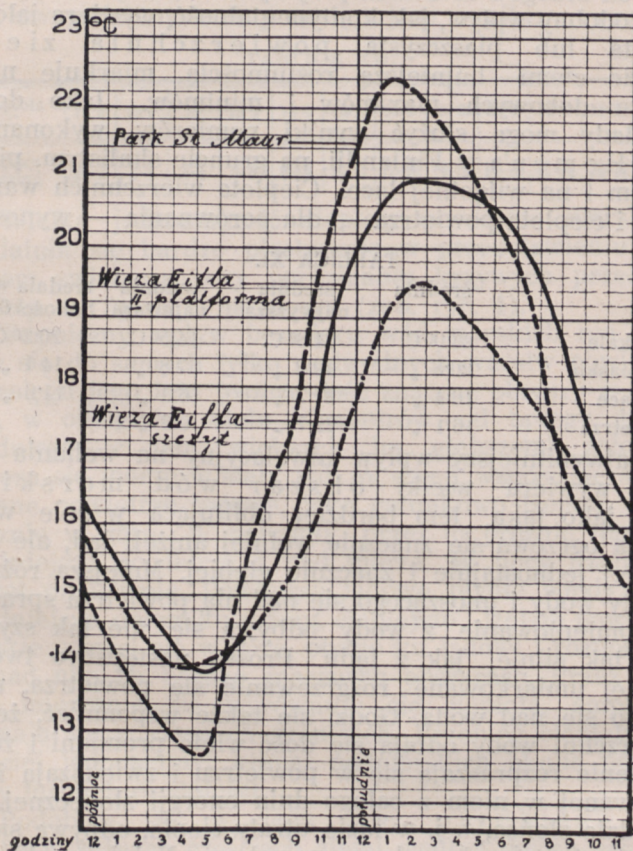
Wielkość dobowych amplitud lądowej ciepoty zależy w bardzo znacznym stopniu od położenia geograficznego i od wzniesienia nad poziom morza.

Najmniejszą amplitudą odznacza się przebieg ciepoty na równiku i w strefie międzyzwrotnikowej. W strefie umiarkowanej są już różnice wcale znaczne, tem większe, im wyższa szerokość geograficzna oznacza daną miejscowość; w sferze podbiegunowej osiągają krańcowe wartości.

Podobny wpływ, jak zbliżanie się do równika, wywiera podnoszenie się terenu. Już niezbyt

znaczne różnice wysokości starczą, żeby powstały zmiany w kształtowaniu się krzywej ciepłoty i żeby zmieniła się wielkość amplitudy. I tak np. wynosi amplituda u podnóża wieży Eifla, w parku St. Maur,  $10.15^{\circ}\text{C}$ ., na drugiej platformie wieży, na wysokości 123 metrów,  $6.88^{\circ}\text{C}$ ., na środkowej, wzniesionej o 196 metrów,  $5.91^{\circ}\text{C}$ ., a na szczycie wieży, t. j. na wysokości 301 metrów, już tylko  $5.13^{\circ}\text{C}$ . (zob. ryc. 3).

Ryc. 3.



Wpływ wzniesienia n. p. m. na dobowy przebieg ciepłoty.

Na podstawie przytoczonych cyfr stworzyć sobie można pojęcie o postępującem maleniu różnic między dobowymi najwyższymi wzniesieniami i najniższymi spadkami na wysokościach, sięgających kilku tysięcy metrów. Nie zawadzi wszakże zwrócić uwagę na znaczenie położenia gór w kraju zupełnie kontynentalnym, lub bliższym brzegom morskim, oraz na znaczenie charakteru powierzchni. Większa kontynentalność położenia sprowadza zwiększanie się dobowych amplitud; niezbyt wielka odległość od brzegów morskich przyczynia się do zmniejszenia.

Podobny wpływ, jak kontynentalność, wywiera jałowa, skalista lub piaszczysta powierzchnia ziemi. Okrycie ziemi bujniejszą roślinnością miarkuje nieco różnice dobowych maximów i minimów. Jako dobre przykłady mogą służyć wyniki pomiarów, wykonanych przez Homen'a w Finlandji, na gruncie skalistym, piaszczystym i na wilgotnej łące. Ciepłota wierzchnich warstw ziemi i ciepłota powietrza — dla porównania — wynosiła:

TABLICA XI.

|           | średnia  | średnia<br>najwyższa | średnia<br>najniższa | średnia w głę-<br>bokosci 60 cm. |
|-----------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| na skale  | 23·00 C. | 34·80 C.             | 14·50 C.             | 20·20 C.                         |
| na piasku | 20·8 „   | 42·3 „               | 7·8 „                | 14·1 „                           |
| na łące   | 16·4 „   | 27·7 „               | 6·3 „                | 11·6 „                           |
| powietrza | 16·1 „   | 22·7 „               | 9·6 „                |                                  |

Najwybitniejszy wpływ niwelacyjny na wahania ciepłoty wywiera wielki obszar wód morskich. Woda jako taka, tem bardziej obfitująca w sole woda morska ogrzewa się znacznie wolniej aniżeli ląd, ale zato bardziej jednostajnie i znacznie głębiej. Mniejsza różnica ciepłoty wody i unoszącego się nad nią powietrza sprawia, że promieniowanie z wody odbywa się nie tak szybko i nie tak silnie, jak z lądu. Proste następstwo tworzy bardziej umiarkowane rozgrzewanie się powietrza, unoszącego się nad wodą. Godzi się także wspomnieć, że od powierzchni wody odbija się dość wiele promieni i że te promienie rozpraszają się w powietrzu i zwiększają ilość zachowanej w niem z całego dnia energii słonecznej. Po zachodzie słońca, t. j. w fazie utraty ciepła, odbywa się ta utrata w tempie stosunkowo powolnem. Najpierw chłodną naturalnym porządkiem rzeczy warstwy najwyższe. Przez stratę ciepła stają się cięższe i opadają ku dołowi; na ich

miejsce napływa cieplejsza woda z głębszych warstw, jeszcze nieostudzonych. Przez te prądy, przypominające konwekcyjne prądy powietrzne, odbywa się przez całą noc wyrównywanie ciepłoty. A że ilość zmagazynowanego ciepła jest bardzo znaczna, obniża się ciepłota wody stosunkowo niewiele, na ciepłych morzach zaledwie o parę dziesiątych stopnia. Zupelnie podobnie zachowuje się unoszące się nad wodą powietrze. Według v. Hanna wynosi dobową amplitudę ciepłoty powietrza na Oceanie Atlantyckim tylko 1.7° C. Pomiary wykonywane w odstępach dwugodzinnych dały następujące wyniki:

TABLICA XII.

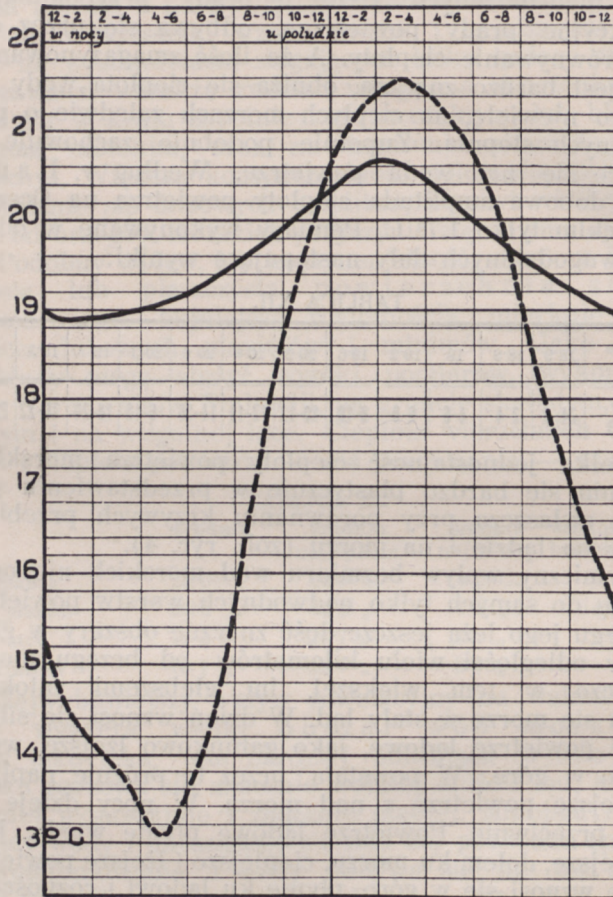
|                   |      |      |     |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|------|------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ciepłota<br>°C.   | 18-9 | 18-9 | 19  | 19-2 | 19-6 | 20-2  | 20-6  | 20-6  | 20-3  | 19-7  | 19-3  | 19    |
| między<br>godziną | 24-2 | 2-4  | 4-6 | 6-8  | 8-10 | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 | 20-22 | 22-24 |

Wielka jednostajność ciepłoty powietrza morskiego uwydatnia się bardzo plastycznie w przedstawieniu graficznym zwłaszcza przy porównaniu krzywych przebiegu ciepłoty na lądzie i na morzu (zob. ryc. 4).

Termiczny wpływ bezmiaru wód morskich nie ogranicza się do samych tylko nadwodnych warstw powietrza. W zasięgu jego leżą jeszcze dość znaczne obszary w głębi lądu, w odległości wielu kilometrów od brzegu morza, zasadniczo w tem większej, im głębszemi zatokami wdziera się morze w stały ląd. W dzień wznosi się silniej ogrzane powietrze lądowe, jako gatunkowo lżejsze, wcale znacznie w górę. W powstałą przez to próżnię napływa chłodniejsze powietrze z nad morza. W nocy dzieje się wprost przeciwnie. Powietrze lądowe płynie wtedy, jako chłodniejsze, dołem ku morzu, cieplejsze i lżejsze powietrze morskie wznosi się w górę, płynie ku lądowi i rozpościera się nad nim na bardzo znacznych obszarach. Przez takie stałe mieszanie się wyrównuje się ciepłota, amplitudy trzymają się w ciasnych granicach. Przebieg ciepłoty jest bardziej jednostajny; klimat nadmorskich okolic posiada cechy termicznej stałości.

Podobnie jak w ciągu doby, przebiega ciepłota w różnych częściach ziemi według dwóch zasadniczych typów także wśród dłuższych okresów czasu, w ciągu miesięcy, pór roku i całego roku. Pierwo-

Ryc. 4.



Dobowy przebieg ciepłoty:  
w Paryżu — — — — pod 300 sz. g. na Oceanie —————

wzór, jeżeli się w ten sposób można wyrazić, typu lądowego, a równocześnie najjaskrawszy przykład wielkiej termicznej zmienności i niestalości tworzy przebieg ciepłoty na płaszczyznach w samym wnętrzu wielkich kontynentów. Te same czynniki, które na lądzie niwelują zbyt wielkie różnice dobowego przebiegu ciepłoty, zmniejsz-

szają jej amplitudy także podczas dłuższych okresów czasu. Przeciwnieństwo wobec bardzo znacznych wahań przebiegu ciepłoty w głębi kontynentów tworzy brak wielkich różnic w ogrzewaniu się powietrza na oceanach, a w dalszym ciągu także na wyspach i na wybrzeżach oceanów.

Rozstrzygający wpływ ciepłych właściwości wielkich obszarów wodnych na ciepłotę powietrza wypływa wprost z wielkiej stałości ciepłoty wody morskiej. Pomiary ciepłoty, czynione przez dłuższy przeciąg czasu na Oceanie Atlantyckim między 35 a 60 stopniem szerokości geograficznej, wykazywały wahania rocznej amplitudy w granicach 5.8—7.3° C. Przeciętne wartości, obliczone z licznych pomiarów, były następujące:

TABLICA XIII.

| Średnia<br>ciepłota<br>wody 0°. | Styczeń | Luty | Marzec | Kwiecień | Maj  | Czerwiec | Lipiec | Sierpień | Wrzesień | Październik | Listopad | Grudzień | Amplitu-<br>da |
|---------------------------------|---------|------|--------|----------|------|----------|--------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------------|
| pod 35°<br>szer. geog.          | 17.4    | 16.7 | 17.0   | 17.5     | 18.7 | 20.6     | 22.7   | 24.0     | 23.2     | 22.0        | 19.7     | 18.4     | 7.3            |
| pod 45°<br>szer. geog.          | 12.8    | 12.2 | 12.7   | 13.2     | 14.5 | 16.4     | 18.3   | 19.5     | 18.6     | 16.7        | 15.2     | 13.7     | 7.3            |
| pod 60°<br>szer. geog.          | 6.9     | 6.3  | 6.6    | 7.4      | 8.4  | 10.2     | 11.8   | 12.4     | 11.9     | 10.5        | 8.9      | 7.7      | 5.8            |

W związku z wzmianką o ciepłocie wód oceanicznych i o wpływie jej na przebieg ciepłoty powietrza na oceanach i u ich brzegów wspomnieć jeszcze trzeba o termoklimatycznym znaczeniu potężnych prądów morskich.

Dla północno-zachodniej części Europy posiada ogromne znaczenie ciepły prąd podzwrotnikowy, zwany także zatokowym, a pospolicie golfsztromem. Sięga on aż do północnych wybrzeży Norwegji, a nawet do dalekiej Islandji. Na ziemiach, o które się ociera, podnosi o wiele stopni ciepłotę zimowych miesięcy i chroni te ziemie przed mrozami. Klimat termiczny jest tam wcale łagodny. Wprost odwrotny skutek sprowadzają zimne prądy morskie. Należą tu: prąd morski, opływający zachodnie wybrzeża Afryki, prąd Humboldta, ocierający się o zachodnie wybrzeża Ameryki Południowej, prąd arktyczny, sięgający wschodnich brzegów tej samej części świata, wreszcie zimny prąd,

oblewający wyspy i wybrzeża wschodniej części Azji i południowej Australji. Olbrzymie masy zimnej wody morskiej, płynące nieprzerwanym prądem z okolic podbiegunowych, obniżają wcale znacznie ciepłość wybrzeży, o które się ocierają. Dla krajów z okolic podzwrotnikowych oznacza to nawet pożądaną modyfikację termoklimatyczną. Za to na ziemiach, położonych dalej od równika, czyni klimat bardziej surowym.

Dla uwydatnienia różnic w przebiegu ciepłoty w ciągu całego roku, związanych z rozmaitem położeniem, posłuży najlepiej zestawienie średnich miesięcznych ciepłoty z kilku miejscowości, rozrzuconych na ogromnej przestrzeni między Irlandją, na dalekim zachodnim krańcu Europy, a północno-wschodnią Syberją.

TABLICA XIV.

|                       | Walenja<br>(Irlandja) | Sonnblick<br>(Salzburg) | Frankfurt n.M.<br>(Niemcy) | Moskwa<br>(Rosja) | Werchojańsk<br>(Syberja) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------|
| Szer. geogr.          | 51054'                | 4703'                   | 500'                       | 55050'            | 64034'                   |
| Dług.                 | 10018' z.             | 15067'w                 | 15057'w                    | 37033'w           | 133034'w.                |
| Wznies. n. p. m. mtr. | 7                     | 3106                    | 103                        | 170               | 140                      |
| Styczeń               | 7·30C                 | — 130C                  | 0·00C                      | — 110 C           | — 510C                   |
| Luty                  | 7·3                   | — 13·6                  | 2 0                        | — 9·6             | — 45·3                   |
| Marzec                | 7·5                   | — 12·1                  | 4·8                        | — 4·8             | — 32·5                   |
| Kwiecień              | 9·0                   | — 8·5                   | 9·7                        | 2·4               | — 13·7                   |
| Maj                   | 11·2                  | — 4·2                   | 14·1                       | 12·0              | 2·0                      |
| Czerwiec              | 13·6                  | — 1·5                   | 17·8                       | 15·2              | 13·3                     |
| Lipiec                | 14·7                  | 1·3                     | 19·3                       | 18·6              | 15·5                     |
| Sierpień              | 15·0                  | 0·9                     | 18·4                       | 15·7              | 10·1                     |
| Wrzesień              | 13·6                  | — 1·4                   | 15·0                       | 10·4              | 2·5                      |
| Październik           | 10·9                  | — 5·0                   | 9·0                        | 3·6               | — 15·8                   |
| Listopad              | 8·8                   | — 8·7                   | 4·4                        | — 2·4             | — 37·8                   |
| Grudzień              | 7·2                   | — 12·2                  | 0·9                        | — 8·2             | 47·0                     |
| Średnia roczna        | 10·5                  | — 6·5                   | 9·6                        | 3·6               | — 16·7                   |
| Amplit. roczna        | 7·8                   | 14·9                    | 19·3                       | 29·6              | 66·6                     |



Diagram, skreślony na podstawie cyfr, podających roczny przebieg ciepłoty w wybranych miejscowościach, objaśnia równocześnie o dwóch zasadniczych typach przebiegu ciepłoty w ciągu pojedynczych miesięcy i o modyfikacjach typu lądowego (zob. ryc. 5). Uwydatnia się na nim bardzo wyraźnie łagodny przebieg krzywej ciepłoty na oceanie, a naodwrot wielka stromość linii, służącej do zobrazowania przebiegu ciepłoty na kontynencie azjatyckim w Syberji. Dobitnie zaznacza się także wpływ wzniesienia nad poziom morza przez wydatną modyfikację przebiegu ciepłoty, cechującego położenie kontynentalne.

Wśród rozmaitych czynników, wywierających ważny wpływ na kształtowanie się ciepłoty na ziemi, nie zaznaczyliśmy jeszcze zupełnie odrębnie wielkiej doniosłości położenia ziemskich pasów w obec równika. Czynimy to dopiero w tej chwili, bo w pierwszym rzędzie zależało nam na uwydatnieniu innych termicznych znamion ciepła na ziemi, a nie samej tylko wysokości ciepłoty, która w związku z wzmianką o równiku wysuwa się poniekąd na plan pierwszy. A klimatologia lekarska, nie lekceważąc zresztą bynajmniej znaczenia ciepłoty jako takiej, musi jednak pamiętać, że sama tylko ciepłota nie rozstrzyga jeszcze o leczniczej wartości klimatu.

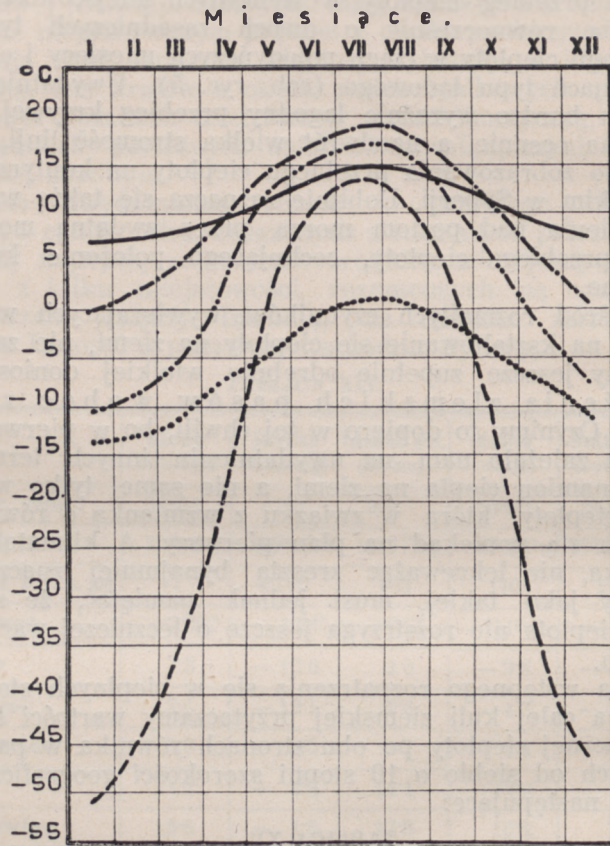
Dla wstępnego rozpatrzenia się w ciepłych stosunkach na całej kuli ziemskiej przytaczamy wartości średniej rocznej ciepłoty po obu stronach równika w pasach odległych od siebie o 10 stopni szerokości geograficznej. Są one następujące:

TABLICA XV.

| Szerokość geograficzna | 00   | 100  | 200  | 300  | 400  | 500 | 600 |
|------------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| północna               | 25.9 | 26.4 | 25.6 | 20.3 | 14.0 | 5.8 | 0.8 |
| południowa             | 25.9 | 25.9 | 25.0 | 18.5 | 11.0 | ?   | 1.2 |

W zestawieniu tem zwracają uwagę wcale znaczne różnice ciepłoty na północnej i na południowej półkuli. Na południe od równika jest wszędzie zimniej za wyjątkiem bardzo już od równika odległego pasa ziemi pod 60° południowej szerokości. Jako dalszy znamienny

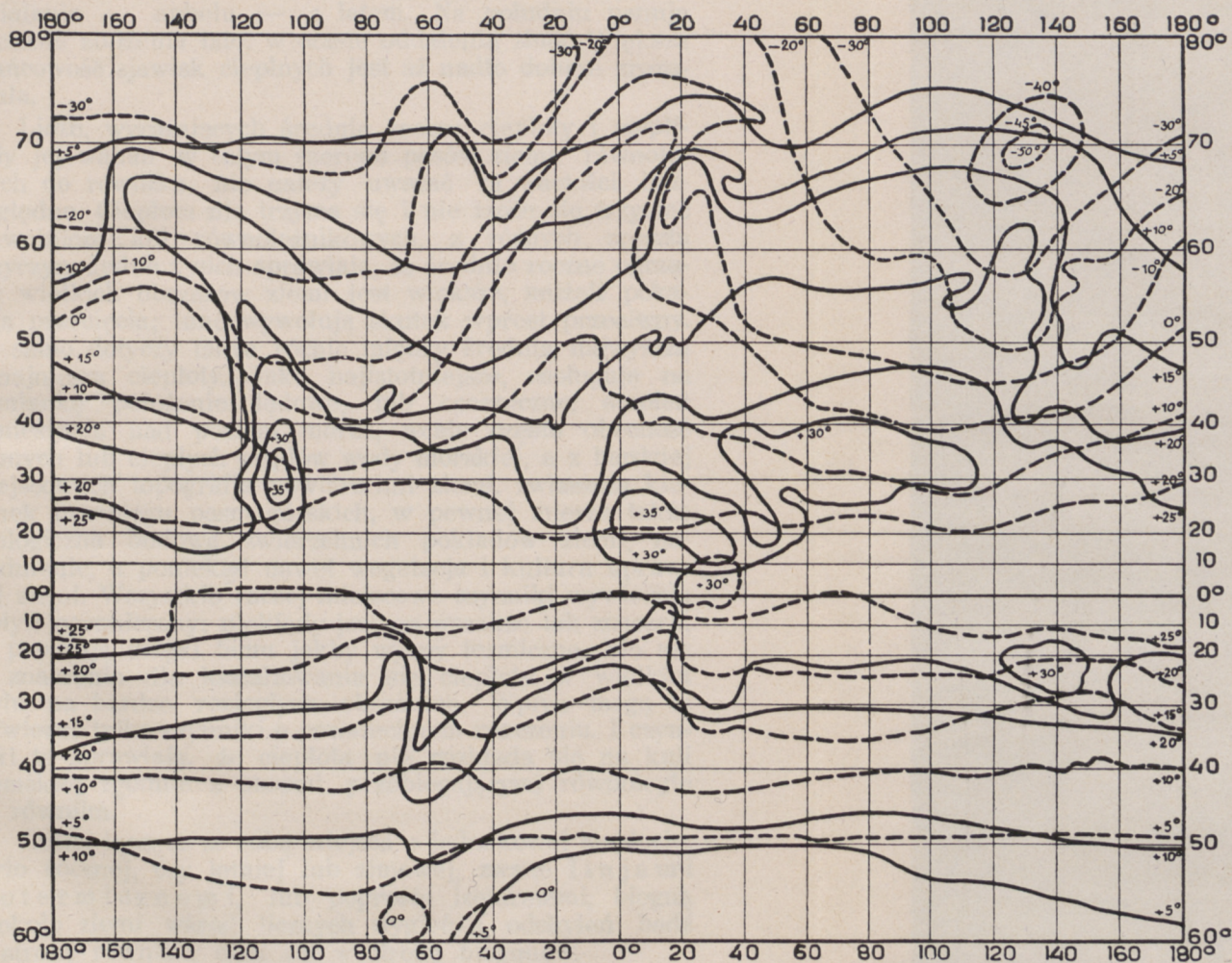
Ryc. 5.



Klimat morski . . . . . —————  
 " górski . . . . . .....  
 " lądowy umiarkowany . . -.-.-  
 " " wybitny . . . . — — — —  
 " " krańcowy . . . . — — — —

szczegół dodać jeszcze trzeba do tego, że różnice ciepłoty letniej i zimowej są na południu o wiele znaczniejsze; amplituda wahań jest tam o wiele większa. Przyczyna tych różnic leży w odwróceniu współczesności faz peri-

Ryc. 6.

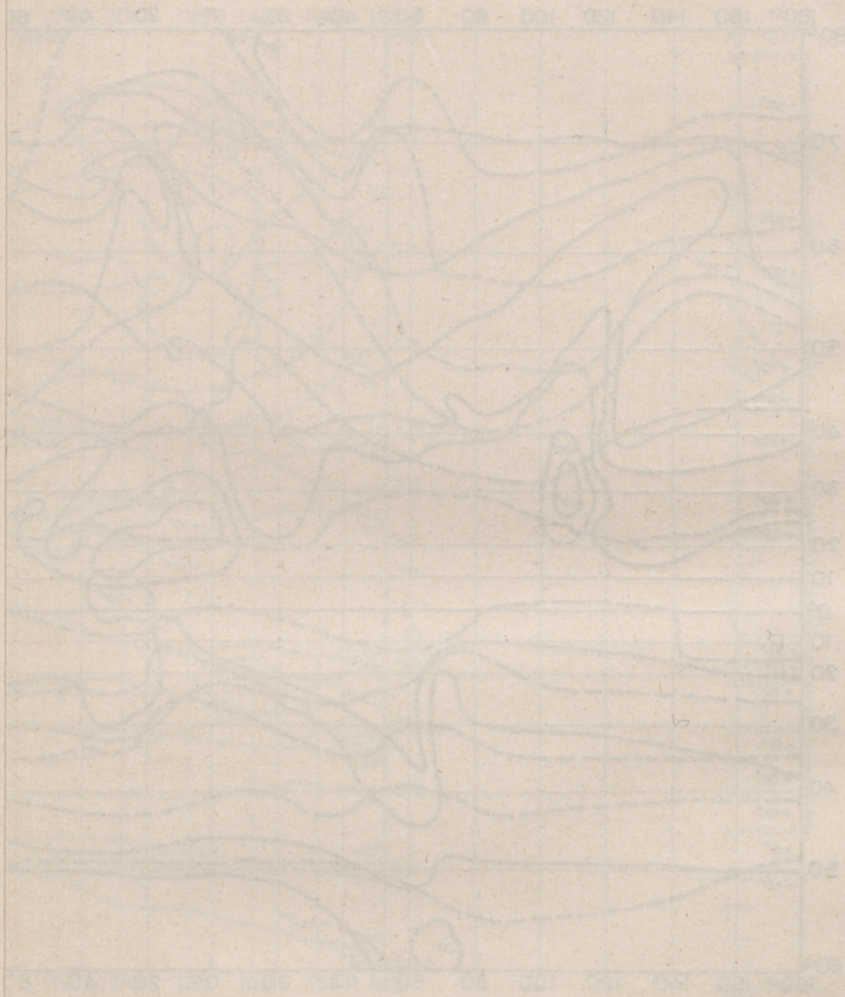


Linje równej ciepłoty (Izotermy).

Izotermy zimowe: - - - - -

Izotermy letnie: —————

Fig. 3



Line shows depth (contour)  
----- shows boundary

helu i aphelu z porami roku na obu półkulach. Na północy schodzi się faza zbliżenia — perihelu — z zimą, faza oddalenia — aphelu — z latem. Na południu panuje w czasie zbliżenia lato, w czasie oddalenia zima. Większa krańcowość zjawisk cieplnych jest aż nadto dobrze zrozumiała.

Liczb, wyrażających średnie roczne ciepłoty i amplitudy jej wahań w całym szeregu pasów ziemi, równoległych do równika, nie należy uważać za wartości bezwzględne. Ciepłota nie trzyma się i nie może się trzymać niewolniczo kół równoleżnikowych, z różnych zresztą przyczyn. Jedne z nich sprawiają, że średnie roczne ogrzanie wielkich obszarów ziemi jest większe, aniżeli pokazują przecięcia; inne wywołują skutek wprost przeciwny. To samo dotyczy także różnic między średnią najwyższą i najniższą ciepłoty. Jako najistotniejsze, zasługują na wzmiankę położenie lądowe, lub oceaniczne, stopień wzniesienia nad poziom morza, wcale często obecność zimnych lub ciepłych prądów wody morskiej, a z bardziej miejscowych topografia powierzchni ziemi, zwłaszcza kierunku przebiegu pasm górskich, w pewnej mierze także geologiczna budowa zwierzchnich pokładów ziemi, nawodnienie, a poniekąd nawet vegetacja i kultura uprawnej ziemi. Wszystkie raczej miejscowe czynniki wywierają wpływ ograniczony; niekiedy jest on wszakże tak znaczny, że powstają dzięki temu jakby wyspy termiczne. Nie ma to znaczenia dla kształtowania się ciepłoty w wielkim stylu na bardzo rozległych obszarach. Wpływ mogą tu wywierać tylko czynniki o powszechnem znaczeniu. I czynniki te sprawiają, że ciepłota nie rozkłada się na kuli ziemskiej zgodnie z pasami, przebiegającymi równoległe do równika.

Linje, łączące ze sobą miejsca o jednakowej ciepłocie, czyto rocznej, czy letniej lub zimowej, zwane linjami izotermicznymi, lub poprostu izotermami, biegną naokoło ziemi wśród licznych wygięć i odchyień bądź w stronę równika, bądź też w stronę biegunów.

Z przeglądu linii izotermicznych (zob. ryc. 6) wynika bardzo wyraźnie, że teoretyczne linje godzą się z linjami, nakreślonymi na podstawie wieloletnich spostrzeżeń zaledwie tylko — i to niezupełnie dokładnie — na oceanach południowej półkuli. Niezgodność zaznacza się bardzo

dobitnie na całej półkuli północnej, z tem wszakże zastrzeżeniem, że rozbieżność nie jest wszędzie i o każdej porze roku jednakowa. Na wielkich lądach, a więc w północnej Ameryce i w Azji, zwłaszcza wschodniej, oraz na wielkim niżu europejskim leżą izotermy styczniowe względnie nisko, t. zn. bliżej równika. Natomiast wypuklają się nad oceanem między Ameryką i Europą i nad północno zachodnią Europą ostrą krzywizną ku północy. I tak np. biegnie linja izotermiczna dla ciepłoty styczniowej  $0^{\circ}$  C. od zachodnich wybrzeży Ameryki przez ląd amerykański między  $30$  a  $40^{\circ}$  szerokości geograf., u brzegów wschodnich podnosi się i dąży skośnie przez Ocean Atlantycki, przecinając kolejno równoleżniki od  $40$  do  $50$ . Na Islandji dochodzi do  $66^{\circ}$ , na zachodzie Norwegii przekracza nieco  $70^{\circ}$  szerokości. Od tego, najbardziej ku północy wysuniętego punktu, opada linja izotermiczna gwałtownie na dół. Przecina Danję, Niemcy, Czechy, Austrię i Polskę i zniżając się coraz bardziej osiąga w Besarabji  $50^{\circ}$ , nad Morzem Kaspijskiem  $45^{\circ}$ , a w dalszym przebiegu przez Azję nawet  $40^{\circ}$  szerokości geograficznej pod  $100^{\circ}$  wschodniej długości. Stąd dźwiga się nieco w górę, mija Koreę i sięga na Oceanie Spokojnym, pod  $180^{\circ}$  wschodniej długości, nieco ponad  $50^{\circ}$  szerokości geograficznej.

Na osobną wzmiankę zasługują zimowe wyspy termiczne, z klimatem wprost lodowatym. Tego rodzaju wyspę tworzy wśród lądu azjatyckiego obszar około  $70^{\circ}$  półn. szerokości, zamknięty między  $120$  a  $140$  południem na wschód od Greenwich. Średnia ciepłota stycznia wynosi tam  $45$ — $50$  stopni poniżej zera. Pod tą samą szerokością geograficzną, nieco na zachód od Norwegji położone obszary Atlantyku mają w styczniu ciepłotę  $0^{\circ}$  C.

Wprost przeciwny przebieg, jak zimowe, posiadają izotermy letnie. W lipcu wyginają się na lądach wysoko ku biegunom, na morzach zbliżają się ku równikowi. Przesunięcie linii izotermicznych uderza zwłaszcza na Oceanie Spokojnym na zachód od Ameryki Północnej i na Oceanie Atlantyckim na zachód od północnej Afryki i południowej Europy.

Jak w zimie t. zw. lodowate wyspy, tak znów w lecie powstają na ograniczonych przestrzeniach lądów przegrzane wyspy termiczne. Średnia ciepłota lipcowa sięga tam  $35^{\circ}$  C., podczas gdy sąsiednie izotermy

wskazują ciepłotę 20—25 stopni C. Wyspy tego rodzaju znajdują się w środkowej części zachodniej Afryki i w Ameryce Północnej w Meksyku, pierwsze między równikiem a 30° półn. szer., drugie między 20 a 40° półn. szerokości.

Na podstawie geograficznego rozdzielenia ciepłoty na kuli ziemskiej można odróżnić kilka zasadniczych termicznych typów: typ równikowy, podzwrotnikowy, umiarkowany i podbiegunowy, albo polarny.

Najważniejszą termiczną cechą typu równikowego tworzą bardzo nieznaczne wahania ciepłoty w ciągu całego roku w krajach nadmorskich, nieco większe w głębi lądu stałego, znikomo małe na oceanach. Czas najwyższej ciepłoty przypada na fazy zrównań dnia z nocą, a więc na czas zenitowego położenia słońca — aequinoctium — najniższej na fazy największych nachyleń — solstitium.

Przebieg ciepłoty o typie podzwrotnikowym odznacza jedno maximum i jedno minimum, pierwsze przy najwyższym, drugie przy najniższym położeniu słońca. Wcale często zjawia się po szczytowem wzniesieniu, przed porą deszczów, okres niższej ciepłoty, a po nim jeszcze jedno znaczniejsze wzniesienie. Na wielkość amplitudy wpływają te same czynniki, które modyfikują przebieg ciepłoty o typie równikowym.

Typ przebiegu, właściwy strefom umiarkowanym, cechują znaczne różnice wysokości ciepłoty. Najwyższe i najniższe ciepłoty zjawiają się w fazach najwyższego i najniższego położenia słońca. Bardzo istotną cechą przebiegu ciepłoty tworzą mniej lub więcej wyraźne przejścia z pory ciepłej do chłodnej i naodwrot. Powstają w ten sposób pory roku, zima, wiosna, lato i jesień. Dostatecznie ostro odcinają się wszakże tylko w środkowym pasie strefy umiarkowanej. Przejściowy charakter wiosny i jesieni zaciera się na granicy zarówno podzwrotnikowej, jak podbiegunowej ciepłoty. Łączy się z tem malenie amplitud w kierunku podzwrotnikowym, postępujące zwiększanie się w kierunku podbiegunowym.

Typ podbiegunowy wyróżnia się wielkimi różnicami ciepłoty zimy i lata. Najwyższe ciepłoty zjawiają się w lipcu, najniższe panują pod koniec polarnej nocy, w lutym i w marcu.

Wszystko, o czym mówiliśmy dotychczas dla objaśnienia ziemskiej ciepłoty, obracało się w ramach wyraźnej okresowości. Jest w tem jeszcze dotkliwy brak. Dla charakterystyki przebiegu ciepłoty posiada obok znajomości okresowych wahań bardzo niepodrzedne znaczenie poznanie zmian nieokresowych, rozmiarów wahań z jednego dnia na drugi. Za ogólną zasadę można uznać, że są one tem mniejsze, im większą termiczną stałością odznacza się klimat danej miejscowości, czy okolicy. Dla ilustracji przytaczam wyniki odnośnych spostrzeżeń z Oksfordu, jako z miejscowości o klimacie morskim, z Lipska i z Wiednia, posiadających umiarkowany klimat lądowy, i z jednej z syberyjskich miejscowości, przedstawicielki krańcowego klimatu lądowego.

TABLICA XVI.

| Wahania ciepłoty z dnia na dzień |                       |          | 2-4 | 4-6 | 6-8 | 8-10 | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 |
|----------------------------------|-----------------------|----------|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                  |                       |          | 0C  | 0C  | 0C  | 0C   | 0C    | 0C    | 0C    | 0C    | 0C    |
| Syberja                          | llet dni w miesiącach | zimowych | 6.9 | 4.8 | 3.4 | 2.9  | 1.7   | 1.3   | 0.5   | 0.4   | 0.3   |
|                                  |                       | letnich  | 9.1 | 2.9 | —   | 0.1  | 0.1   | —     | —     | —     | —     |
| Lipsk i Wiedeń                   | llet dni w miesiącach | zimowych | 8.4 | 2.6 | 0.9 | 0.3  | 00.5  | —     | —     | —     | —     |
|                                  |                       | letnich  | 8.9 | 4.0 | 0.5 | 0.1  | —     | —     | —     | —     | —     |
| Oksford                          | llet dni w miesiącach | zimowych | 7.5 | 2.8 | 0.6 | 0.2  | —     | —     | —     | —     | —     |
|                                  |                       | letnich  | 7.5 | 0.7 | 0.1 | —    | —     | —     | —     | —     | —     |

Z notowań, objaśniających o rozmiarach wahań z dnia na dzień, można obliczyć średnią tych wahań, szczegól o dużem znaczeniu dla klimatologii lekarskiej. Celem takiego obliczenia dodaje się liczby, określające różnice średniej ciepłoty sąsiadujących ze sobą dni i dzieli się sumę przez liczbę, wyrażającą ilość dni. Dla pokazania, jak wygląda taka „międzydzienne” zmienność średniej ciepłoty, przytaczamy według v. Bebbera obliczenia dla szeregu okolic i miejscowości niemieckich:

TABLICA XVII.

|                                | w zimie | na wiosnę | w lecie | w jesieni | średnia roczna |
|--------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|----------------|
| Pomorze bałtyckie na wschodzie | 2.1     | 1.6       | 1.5     | 1.4       | 1.67           |
| Pomorze bałtyckie na zachodzie | 1.6     | 1.4       | 1.5     | 1.4       | 1.47           |



|                               | w zimie | na wiosnę | w lecie | w jesieni | średnia<br>roczna |
|-------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|-------------------|
| Wnętrze kraju<br>na wschodzie | 2.3     | 1.9       | 1.8     | 1.7       | 1.89              |
| Wnętrze kraju<br>na zachodzie | 1.9     | 1.8       | 1.7     | 1.6       | 1.76              |
| Niemcy środkowe               | 2.1     | 1.7       | 1.7     | 1.6       | 1.77              |
| Góry Olbrzymie                | 2.5     | 2.4       | 2.2     | 2.2       | 2.35              |
| Stuttgart                     | 2.1     | 1.8       | 1.7     | 1.7       | 1.80              |
| Monachjum                     | 2.4     | 2.0       | 2.1     | 1.8       | 2.10              |
| Zugspitze                     | 2.9     | 2.2       | 1.9     | 2.0       | 2.11              |
| Säntis                        | 2.4     | 2.0       | 2.0     | 2.1       | 2.05              |

O nieokresowych wahaniach objaśniają także t. zw. średnie zboczenia od średniej normalnej pewnego okresu czasu. Oblicza się je przez dodanie wszystkich liczb, określających zboczenia i podzielenie sumy przez ilość notowań. Wyniki są wcale znamienne. Podajemy je za v. Hannem dla stacyj, rozrzucanych po Ameryce, Azji i Europie.

TABLICA XVIII.

|                                | w zimie | w lecie | średnie |
|--------------------------------|---------|---------|---------|
| Na kontynencie Ameryki Północ. | 2.54    | 1.20    | 1.95    |
| We wschodniej Syberji          | 3.02    | 1.26    | 2.02    |
| W Rosji północnej              | 3.43    | 1.61    | 2.33    |
| W Rosji środkowej              | 3.09    | 1.43    | 2.05    |
| W Niemczech północnych         | 2.02    | 0.93    | 1.28    |
| Na północnych stokach Alp      | 2.28    | 1.06    | 1.56    |
| Na południowych stokach Alp    | 1.56    | 1.02    | 1.25    |
| Na wyspach dalmatyńskich       | 1.30    | 0.81    | 1.17    |
| We Włoszech                    | 1.35    | 1.00    | 1.19    |
| W Anglii                       | 1.41    | 0.95    | 1.24    |

Zarówno międzydienne wahania, jak zboczenia od średniej normalnej okazują znaczną zgodność z okreso-

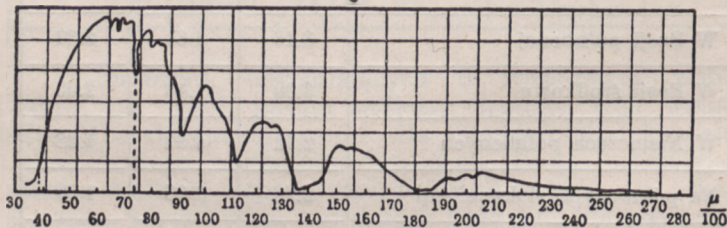
wemi wahaniami ciepłoty. Za zasadę można przyjąć, że zwiększają się w kierunku od równika ku biegunom, w Europie wcale wyraźnie także w kierunku z zachodu ku wschodowi. Położenie morskie sprowadza malenie, położenie górskie zwiększanie się wahań. W zimie są one zawsze i wszędzie najznaczniejsze; zmniejszają się bardzo wyraźnie w lecie, a zazwyczaj także w jesieni.

### Oświetlenie słoneczne.

Po skopiowaniu zapomocą niezmiernie precyzyjnych przyrządów, obmyślanych przez fizyków amerykańskich, zwłaszcza przez A b b o t a, z wielką subtelnnością i fotograficzną dokładnością widma słonecznego i po odróżnieniu w niem ogromnej ilości promieni o bardzo różnorodnej fali, można było zająć się dokładnem zbadaniem fizycznych właściwości tych promieni. Powstał przez to do pewnego stopnia odrębny dział nauki w ramach fizyki, a w związku z tem także w ramach fizjo- i biodynamiki. Klimatologia lekarska musi znać przynajmniej najważniejsze szczegóły tego naukowego dorobku.

Załączona poniżej rycina odtwarza w zupełnie ogólnych zarysach obraz widma słonecznego przy średniej wysokości słońca (zob. ryc. 7). Promienie barwne,

Ryc. 7.



Widmo słoneczne.

widoczne dla oka ludzkiego, mieszczą się w odcinku, odgraniczonym przerywanymi linjami. Są to promienie o fali 0.40—0.76  $\mu$ . Promienie z falą krótszą od 0.40  $\mu$  należą do grupy promieni pozafioletowych, z falą dłuższą aniżeli 0.76  $\mu$  do grupy promieni pozaczerwonych.

Wszystkie promienie słoneczne, bez względu na długość swojej fali, pochłonięte na powierzchni ziemi,

stają się promieniami cieplnymi i służą do ogrzewania ziemi. To samo dzieje się także z promieniami, pochłoniętymi przez atmosferę, zwłaszcza w jej niższych, bliskich ziemi warstwach. Energia promieniowania słonecznego nie ogranicza się wszakże na samej tylko zdolności ogrzewania. W zasięgu jej leżą jeszcze wpływy chemiczne, biochemiczne i elektrobodźcze. Z dokładniejszym ich badaniem przyszło poznanie jakby wyspecjalizowanych energetycznych właściwości promieni. Pokazało się, że najwięcej ciepła niosa długofaliste promienie pozaczerwone, że przez promienie fioletowe i niebieskie otrzymują ziemia i powietrzna najwięcej światła, a wreszcie, że w promieniach pozafioletowych o bardzo krótkiej fali tkwi najwięcej energii chemicznej, biochemicznej i elektrobodźczej.

W długiej drodze promieni ze słońca na ziemię tracą się pewna część ich potencjalnej siły we wszystkich jej odmianach. Strata jest zasadniczo tem większa, im dłuższą promienie przebyły drogę, albo, co to samo znaczy, im skośniej padają na powierzchnię ziemi. O znaczeniu stopnia tej skośności objaśniają bardzo dobrze obliczenia  $B \text{ e m p o r a d a}$  i oparte na nich określenia względnej długości drogi, przebywanej przez promienie słoneczne od granicy ziemskiej atmosfery na powierzchnię ziemi. Odległość przy zenitowem położeniu słońca, a więc przy skośności = 0, przyjmuje  $B \text{ e m p o r a d} = 1$ .

TABLICA XIX.

| Nachylenie promieni | Długość drogi | Nachylenie promieni | Długość drogi |
|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| 00                  | 1.000         | 500                 | 1.553         |
| 100                 | 1.015         | 600                 | 1.995         |
| 200                 | 1.064         | 700                 | 2.904         |
| 300                 | 1.154         | 800                 | 5.600         |
| 400                 | 1.305         |                     |               |

Przez pomiary, wykonywane w różnych położeniach ziemi i słońca, a więc przy różnych kątach padania promieni, oznaczono wartość energii słonecznej na granicy atmosfery, czyli t. zw. stałą wartość słoneczną, a tem samem poznano także straty, powstające dla rozmaitych rodzajów promieni w ich drodze przez całą atmosferę. Do

określania ich służą liczby, wyrażające wartość t. zw. współczynników przepuszczalności. Wartość ich jest inna dla każdego rodzaju promieni (zob. tabl. VI. str. 15). Promienie długofaliste, a więc w pierwszym rzędzie ciepłonośne promienie pozaczzerwone przenikają atmosferę najłatwiej i z najmniejszą stratą. Dopiero w bliskich ziemi warstwach powietrza chłoną je nieco obficie para wodna i bezwodnik kwasu węglowego. Według pomiarów Westmana w Upsali i Gorczyńskiego w Warszawie, towarzyszy wzrostowi wilgotności powietrza o 1 mm. ubytek energii cieplnej promieniowania o 0.020—0.025 kaloryj gramowych. W przeważnej części dzieje się to przez straty w zakresie promieni pozaczzerwonych. Ale pewnego uszczerbku doznają także barwne promienie. Promienie o krótkiej fali drgań zatracają się już w wyższych warstwach atmosfery i w coraz większej mierze aż do najkrótszych fioletowych. Ilustrują to bardzo dobrze liczby, określające wartość współczynników przepuszczalności, a tem samem także wartość efektów świetlnych dla czterech najważniejszych barw widma słonecznego.

TABLICA XX.

| Grubość atmosfery                 | 1    | 2    | 3     | 4     | 5     | 6    | 7    | 8    | 32            |
|-----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|---------------|
| Wysokość słońca                   | 900  | 800  | 19.30 | 14.30 | 11.30 | 9.30 | 8.30 | 7.30 | blisko horyz. |
| Barwa czerwona $\lambda = 0.76$   | 0.95 | 0.91 | 0.86  | 0.81  | 0.77  | 0.74 | 0.71 | 0.66 | 0.107         |
| Barwa pomarańcz. $\lambda = 0.59$ | 0.87 | 0.75 | 0.65  | 0.57  | 0.49  | 0.43 | 0.37 | 0.32 | 0.001         |
| Barwa niebieska $\lambda = 0.49$  | 0.74 | 0.54 | 0.40  | 0.30  | 0.22  | 0.16 | 0.12 | 0.09 | 0.000         |
| Barwa fioletowa $\lambda = 0.40$  | 0.51 | 0.25 | 0.13  | 0.07  | 0.03  | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.000         |
| Jasność słońca . .                | 0.84 | 0.70 | 0.59  | 0.50  | 0.42  | 0.36 | 0.26 | 0.21 | 0.002         |

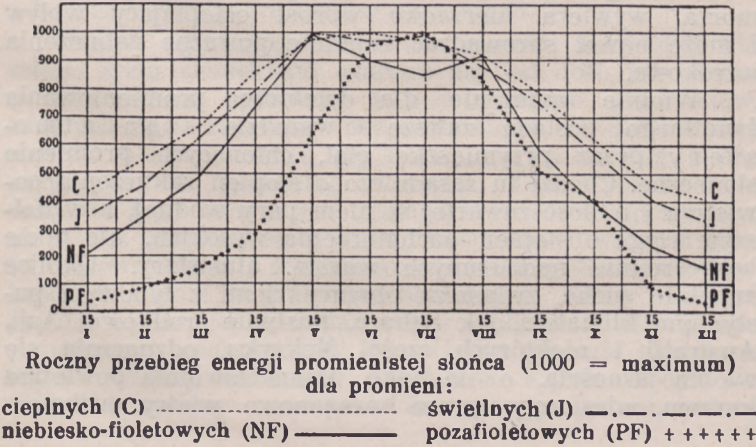
Bardzo znaczny ubytek barwnych promieni, zwłaszcza niebieskich i fioletowych, nie oznacza jeszcze bynajmniej, że w tym samym stopniu zmniejsza się oświetlenie i jasność całego ziemskiego krajobrazu z tem wszystkiem, co mieści się w jego ramach. Promienie, powstałe z drgań o krótkiej fali, rozpraszają się już bardzo szybko po wtargnięciu w ziemską atmosferę. Z pierwotnych rozprószeń powstają wtórorzędne i t. d., aż do tego nawet stopnia, że w porze zachodu słońca, czyli po przebyciu bardzo długiej drogi przez powietrze, niema już zupełnie w widmie słonecznem promieni niebieskich i fioletowych, bo wszystkie zostały w powietrzu. Przez to właśnie roz-

proszenie powstaje błękit nieba, albo, innymi słowy, zmienna dla całego dnia niebieskość ziemskiej atmosfery. Rozpraszanie promieni żółtych i czerwonych dokonuje się na większą skalę w porze wschodów i zachodów słońca. Zdradzają to złoto-purpurowe blaski rannych i wieczornych nieboskłonów. Niebo staje się przez rozprószoną w nim energię świetlną drugiem po słońcu źródłem jasności dla ziemi. Na całość jej składają się zawsze i wszędzie oświetlenie bezpośrednie, płynące wprost ze słońca i oświetlenie pośrednie, pochodzące z przestworza. To drugie posiada ogromne znaczenie dla tych wszystkich miejsc i przestrzeni, do których nie mogą się dostać bezpośrednio promienie słoneczne. Rozpraszanie nie jest, jak widać z tego, równoznaczne ze stratą.

Stopień jasności i współdziałanie w powstawaniu jej zarówno bezpośredniego światła słonecznego, jak światła, rozprószonego w przestworzu, zależą zasadniczo od długości drogi, dzielącej dane miejsce powierzchni ziemi od słońca, a tem samym także od wielkości kąta, pod jakim promienie padają na ziemię.

Wyrazem tej zależności są znane powszechnie stopniowania jasności w ciągu dnia, miesięcy, pół roku i całego roku. Odtwarza je krzywa rocznego przebiegu ogrzania, oświetlenia, promieniowania niebiesko-fioletowego i pozafioletowego z alpejskiej stacji Davos, wyjęta z jednej z publikacji Karola Dornó'a (zob. ryc. 8).

Ryc. 8.



Rozebierając przebieg czterech uwzględnionych w niej rodzajów promieniowań, zwraca Dorno uwagę na różnicę w szybkości przybywania każdego z nich w miarę posuwania się słońca coraz wyżej na horyzoncie. I tak wzrasta dzielnosc

|                                      |                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| promieni pozafioletowych . . .       | do szczytowej wartości = 1000 z minimum = 30  |
| promieni niebiesko-fioletowych . . . | do szczytowej wartości = 1000 z minimum = 270 |
| promieni świetlnych . . . . .        | do szczytowej wartości = 1000 z minimum = 480 |
| promieni cieplnych . . . . .         | do szczytowej wartości = 1000 z minimum = 770 |

Widać z tych liczb, że różnice między najsłabszym a najsilniejszym oświetleniem wahają w granicach przeszło 50%. Dla promieni cieplnych nie osiągają wahań miary 25%. Bardzo znaczne różnice wynikają z porównania maximumów i minimumów promieniowania niebiesko-fioletowego, jeszcze większe promieniowania pozafioletowego. W pierwszym przypadku sięga względna amplituda wahań prawie 75 proc., w drugim nawet 97 proc. Podobnie dzieje się także w ciągu dnia.

Niemniej znaczne różnice jasności, jak przez zmiany w czasie, powstają także przez niejednakowe położenie pasów ziemskich wobec równika, czyli w związku z różnymi szerokościami geograficznymi. W zupełnie równych innych warunkach zwiększa się jasność w miarę zbliżania się do równika i osiąga wszędzie — przynajmniej teoretycznie — największe nasilenie w pasie międzyzwrotnikowym i na równiku.

To samo, co przez malenie szerokości geograficznej, dzieje się z siłą oświetlenia w miarę podnoszenia się terenu nad poziom morza. W górach jest zasadniczo zawsze jaśniej, aniżeli w nizinach. Mamy tu na myśli otwarte przestrzenie, a wykluczamy jary i wąskie doliny górskie. Jasność, zalewająca wyniosłe grzbiety i płaskowzgórza, wznoszące się wysoko nad poziomem morza, wywiera nierzadko wprost oślepiający wpływ i może nawet spowodować zupełnie poważne zaburzenia wzrokowe.

Wielkie znaczenie dla dzielnosci promieniowania świetlnego posiada zawsze i wszędzie stan atmosfery przez przymieszkę ciał, chłonnących promienie słoneczne. Chodzi tu zasadniczo o stopień zakurzenia powietrza i o ilość zawartej w niem pary wodnej, a w dalszym ciągu o stopień zachmurzenia wysokich, ale także bezpośrednio nadziemnych warstw atmosfery. Okolice zupełnie suche, zwłaszcza obszary ziemi z typowym pustynnym klimatem, jak Sahara, pustynie środkowej Azji, Australji i niektórych części Meksyku, odznaczają się wielką jasnością, o ile tylko niema zawiania powietrza kurzem, niesionym przez huraganowe wiatry pustynne.

Ocena ta opiera się na czysto subiektywnych wrażeniach wzrokowych. Nie godzą się z tem wyniki badań fotometrycznych, wykonywanych w Egipcie i dalej jeszcze ku południowi. Wiesner był pierwszym, który na ich podstawie oświadczył, że stopień jasności w Kairze jest niższy, aniżeli znacznie dalej na północy i nie w sąsiedztwie pustyni. Potwierdził to Strakos z z tym dodatkiem, że maleje on coraz bardziej ku południowi. W Luxorze jest niższy, aniżeli w Kairze, w Assuanie niższy, aniżeli w Luxorze, a jeszcze niższy jest w Chartumie. Zupełnie podobne wyniki otrzymał Rüb el w Algierze i w Maroku. Ta jawna sprzeczność między tem, czego doznaje i co stwierdza oko ludzkie, i tem, co pokazują przyrządy miernicze, czeka jeszcze na zadawalniające wyjaśnienie.

Dużo światła posiadają także kraje stepowe. Natomiast skąpe oświetlenie cechuje okolice bagniste, z powietrzem, nasyconem parą wodną, a z powodu zakurzenia, także atmosferę miast i osad fabrycznych z ich najbliższem otoczeniem.

Wpływy powietrzni na przenikanie i rozprzestrzenianie się promieni słonecznych bywają tak różne, nawet w sąsiadujących ze sobą okolicach, że na tem tle mogą powstawać wyraźne różnice świetlnego klimatu. Posługiwanie się określeniem „mikroklimat świetlny“ jest w takich przypadkach zupełnie uzasadnione. Dobrych przykładów dostarczają tu na ziemiach polskich z jednej strony czarnohorska Howerla i jej bliższe sąsiedztwo, z drugiej, położona w gnieździe Gorganów, Jabłonica. I Czarnohora i Gorgany tworzą część Wschodnich Karpat i stykają się ze sobą bezpośrednio. Howerla znana jest z bardzo znacznego zaobloczenia, zwłaszcza w godzinach popołudniowych, a więc gorszego oświetlenia, Jabłonica z bardzo dobrych warunków świetlnych.

Wobec ogromnego znaczenia jasności słonecznej dla całego życia ziemskiego starano się od dość już dawna o opracowanie sposobów i o zbudowanie przyrządów, zdolnych do zupełnie bezpośredniego i dostatecznie łatwego określania jej nasilenia według miary przyjętych za jednostkę wartości. Dość powszechnie służy do tego celu t. zw. normalna świeca Hefnerowska, niewielka lampka bez cylindra, z octanem amyłowym jako świecącym ciałem i z urządzeniem do regulowania wysokości płomienia w granicach do 0.1 mm. Ażeby stworzyć pojęcie o sile jej światła w porównaniu z siłą światła słonecznego, nadmieniamy, że świetlna energia słoneczna wynosi według oznaczeń i obliczeń Karola Dorn o'a 146—154 tysięcy razy tyle, ile energia jednej świecy

Hefnera, oświetlającej jakiś przedmiot z odległości jednego metra. Przy określaniu jasności używa się pospolicie skrótowania: Stopień jasności = n. MHK (t. zn. n. świec Hefnera z metrowej odległości).

Znacznem uznaniem i rozpowszechnieniem cieszy się metoda obmyślana i opracowana przez L. Webera. Polega ona na tem, że zapomocą Weberowskiego fotometru (Milchglasphotometer) oznacza się jasność w zakresie zielonej i czerwonej części widma. Po obliczeniu

$$\text{ilorazu: } \frac{\text{wartość w zieleni}}{\text{wartość w czerwieni}}$$

wyszukuje się w tabeli, dodanej do każdego przyrządu, należąca do znalezionej ilorazowej wartości liczbę, równą współczynnikowi redukcijnemu i mnoży się nią wartość, oznaczoną dla czerwieni. Otrzymuje się w ten sposób „współczynnik jasności“.

Metoda L. Webera służy do robienia pomiarów w Kilonji już od r. 1890. W Davos posługiwano się nią zupełnie systematycznie w latach 1908—1910 i wrócono do niej znowu po dwuletniej przerwie w r. 1912.

Porównanie wyników, otrzymanych w tych dwóch miejscowościach pokazuje wybitną przewagę jasności w Davos, a więc, przy uogólnieniu, w górach, w porównaniu z okolicami przymorskimi, nad Morzem Północnem i nad Bałtykiem.

Przez mierzenie jasności, czyli przez oznaczanie siły świetlnej promieniowania słonecznego zyskuje się niewątpliwie bardzo cenne podstawy dla poznawania i dla określania klimatu ze stanowiska aktinologii. Ale nie mniej ważna, a przy tem łatwiejsza do zdobycia jest znajomość okresów czasu w ciągu dni, miesięcy, pór roku i całego roku, darzących jakąś część powierzchni ziemi, względnie jakąś miejscowość lub okolicę bezpośredniem światłem słonecznem, czyli znajomość usłonecznienia.

Stopień usłonecznienia określa się zapomocą osobnych przyrządów, t. zw. heliografów, znaczących automatycznie ilość godzin ze słońcem na tyle niezakrytem, że promienie jego mogą wypisać swoją obecność. Dużem rozpowszechnieniem cieszy się wśród nich z powodu znacznych zalet — heliograf Campbella-Stokes'a.

Na podstawie oznaczonej ilości godzin i ilości godzin najdłuższego możliwego usłonecznienia, oblicza się w odsetkach względne usłonecznienie.

Rzeczywista długość dnia słonecznego, t. zn. ilość godzin ze słońcem, zanotowanych przez heliograf, zależy



od całego szeregu bardzo różnorodnych warunków, zarówno o powszechnem, jak o miejscowem znaczeniu. Poza zmianami długości dnia kalendarzowego, wynikającymi z obrotu ziemi około słońca, wywierają tu rozstrzygający wpływ położenie wobec równika, a więc szerokość geograficzna, warunki, od których zależy przeźroczystość powietrzni, i to zarówno przyrodzone, jak złączone z życiem i z kulturą, względnie z cywilizacją tego życia, a wreszcie stosunki topograficzne.

Wpływ szerokości geograficznej ilustruje bardzo dobrze porównanie bezwzględnego i odsetkowego stopnia usłonecznienia w miejscowościach, rozrzuconych na znacznej przestrzeni między Magdeburgiem i Rzymem, na podstawie zestawienia Schreiberna (zob. tabl. XXI). W grę wchodzi tu bez wszelkiej wątpliwości także zwiększająca się coraz bardziej ku południowi przeźroczystość powietrza i mniejszy stopień zachmurzenia.

TABLICA XXI.

| Miesiące        | Magdeburg           |                 | Wiedeń              |                 | Lugano              |                 | Rzym                |                 |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|                 | Godzin<br>słońca x) | Odset-<br>ki *) | Godzin<br>słońca x) | Odset-<br>ki *) | Godzin<br>słońca x) | Odset-<br>ki *) | Godzin<br>słońca x) | Odset-<br>ki *) |
| Styczeń         | 52                  | 21              | 67                  | 24              | 130                 | 55              | 116                 | 40              |
| Luty            | 72                  | 27              | 85                  | 29              | 142                 | 57              | 141                 | 47              |
| Marzec          | 115                 | 31              | 130                 | 35              | 184                 | 55              | 155                 | 42              |
| Kwiecień        | 166                 | 40              | 165                 | 40              | 179                 | 48              | 187                 | 47              |
| Maj             | 235                 | 50              | 241                 | 51              | 205                 | 49              | 234                 | 52              |
| Czerwiec        | 221                 | 44              | 232                 | 48              | 262                 | 62              | 287                 | 65              |
| Lipiec          | 207                 | 41              | 269                 | 56              | 285                 | 67              | 343                 | 75              |
| Sierpień        | 199                 | 44              | 243                 | 55              | 276                 | 67              | 322                 | 75              |
| Wrzesień        | 156                 | 41              | 175                 | 46              | 206                 | 60              | 228                 | 61              |
| Październik     | 84                  | 27              | 99                  | 29              | 142                 | 48              | 177                 | 52              |
| Listopad        | 56                  | 21              | 62                  | 22              | 99                  | 42              | 134                 | 44              |
| Grudzień        | 40                  | 17              | 49                  | 19              | 122                 | 56              | 109                 | 39              |
| W ciągu<br>roku | 1603                | 36              | 1813                | 41              | 2232                | 56              | 2432                | 55              |

x) Ilość godzin, notowanych przez heliograf — przeciętna.

\*) Usłonecznienie rzeczywiste w odsetkach możliwego — przeciętne.

Jeszcze większe różnice pokazują się przy porównaniu usłonecznienia w środkowej Europie i np. w Górnym Egipcie lub w Sudanie. Odsetkowe usłonecznienie wynosi w Kairze przeciętnie w ciągu roku 61%, w Heluanie 78%, a w Chartumie nawet 79% największego wogóle możliwego usłonecznienia.

Znaczenie maćonej często przeźroczystości powietrza uwydatnia się przez małą słoneczność mglistej Anglii i wszystkich większych ośrodków przemysłowych.

Dla klimatologii lekarskiej posiadają szczególne znaczenie różnice usłonecznienia, wynikające z przyrodzonych warunków topograficznych. Odnosi się to w najwyższym stopniu do okolic górzystych z ich licznymi zdrojowiskami, stacjami klimatycznymi i latowiskami. Uprzywilejowane stanowisko zajmują tam miejscowości, położone na płaskowzgórzach, nieosłonięte i wystawione bez jakichkolwiek przeszkód terenowych na działanie słońca. Mogą im dorównywać zwrócone ku południowi stoki szerszych dolin, zwłaszcza na nieco wyższych poziomach. Jary i wąwozy odznaczają się zawsze i wszędzie znacznie gorszymi warunkami usłonecznienia, mniejszą ilością teoretycznych i rzeczywistych godzin słońca. Na takie uposiedzenia nie trzeba zresztą okolic górskich. Pokazuje to przykład Lwowa, rozbudowanego w rozległej kotlinie, gdzie z winy tego położenia, oraz skutkiem złączonego z topografią większego zamroczenia atmosfery jest mniej godzin słonecznych, aniżeli w bardziej ku północy położonej Warszawie, a nawet w jeszcze dalszem Wilnie.

#### *Chemiczna i biochemiczna energia promieniowania słonecznego.*

Zdolność wywierania chemicznego wpływu i wywołania przemian w składzie chemicznym rozmaitych ciał organicznych i nieorganicznych posiadają w mniejszym lub w większym stopniu i zakresie wszystkie promienie widma słonecznego o krótszej fali, z barwnych zwłaszcza niebieskie i fioletowe, a tem bardziej promienie pozafioletowe. Walory biochemiczne, t. zn. moc wzniecania i utrzymywania na właściwym poziomie spraw chemicznych, wiążących się ścisłym związkiem z życiem i z roz-

wojem jestestw organicznych, zastrzegła twórcza przyroda niemal że wyłącznie dla promieni pozafioletowych. Wraz z ujawnieniem roli i znaczenia barwnych i bezbarwnych promieni krótkofalistych w życiu organicznym zajęła się bardzo dokładnem ich badaniem nauka biologji zarówno roślin jak zwierząt. Doniosłość tych badań dla klimatologii lekarskiej, dla której słońce było już od dawna dzielnym czynnikiem leczniczym, jest aż nadto dobrze zrozumiała. W największej mierze odnosi się to do badań, zajmujących się promieniami pozafioletowymi.

Celem określenia dzielności chemicznej i biochemicznej energii promieniowania słonecznego, posługuje się fizyka bądź to zupełnie obiektywnymi, bądź też tylko subiektywnymi sposobami mierzenia.

Na zasadzie objektywizmu mierniczego zbudowali swoje aktinometry Marchand i Eder. W jednym i w drugim przyrządzie służy za miernik dzielności promieniowania ilość bezwodnika kwasu węglowego, powstałego z rozkładu chlorku żelazawego i kwasu szczawowego, względnie sublimatu i szczawianu amonowego, dokonującego się pod wpływem promieni chemodynamicznych, zwłaszcza promieni niebieskich i fioletowych o falach 0.48—0.43.

Wśród przyrządów z subiektywnem mierzeniem cieszył się jeszcze przed kilkunastu laty największem rozpowszechnieniem aktinometer Wiesnera, zbudowany według zasady Bunsena. Siłę promieniowania oznaczano w jednostkach Bunsena z ilości sekund, potrzebnych do nadania t. zw. normalnemu papierowi fotograficznemu normalnej barwy. Błędy mogą przy tym sposobie przekraczać nawet 10%. Różnych poprawek wymaga także metoda, opracowana przez Leonarda Hilla, w której rolę wskaźnika spełnia roztwór błękitu metylowego w 30%-wym acetonie. Stopień odbarwienia, określony kolorometrycznie, służy za miarę energii promieniowania. Obecnie wchodzi w użycie coraz bardziej o wiele dokładniejszy „światło-elektryczny fotometr“ Elstera i Geitela z elementami — potasowym, cynkowym i kadmowym. Pierwszy służy do mierzenia dzielności promieni niebiesko-fioletowych, drugi pozafioletowych, trzeci również pozafioletowych, ale o najkrótszej fali drgań, począwszy od 0.366  $\mu$  w dół.

Na granicy ziemskiej atmosfery, t. zn. na wysokości kilkuset, przypuszczalnie 500—600 kilometrów nad ziemią, składa się widmo słoneczne w 43% z promieni pozaczerwonych, w 52% z promieni barwnych, a w 5% z promieni pozafioletowych. Na ziemi zmienia się ten stosunek w ten sposób, że udział promieni pozaczerwonych wynosi 60%, barwnych 39%, a pozafioletowych zaledwie 1%. Nie są to wszakże stałe wartości. Zwłaszcza niebiesko-fioletowe, a w jeszcze wyższym stopniu promienie pozafioletowe, ztracają się nader łatwo i w sporej ilości przy rosnącym oddaleniu między słońcem i ziemią, a poza tem

odznaczają się bardzo znaczną wrażliwością wobec zmian w składzie powietrza.

Wpływ oddalenia uwydatnia się bardzo wyraźnie przez wahania energii promieniowania obu grup promieni w ciągu roku i w ciągu dnia.

Najwyższe wartości dają w promieniach niebieskich i fioletowych miesiące maj i sierpień — przy wyraźnych depresjach w czerwcu i w lipcu. Roczne minima przypadają na grudzień i na styczeń. Na podniesienie zasługuje szybkie przybywanie energii promieniowania już w marcu, równie szybkie ubywanie w październiku.

Największe nasilenie energii promieni pozafioletowych przynosi lipiec; najniższe znamionuje miesiące grudzień i styczeń. Narastanie i malenie siły promieniowania odbywa się w jeszcze szybszym tempie, aniżeli się to dzieje z promieniami niebieskimi i fioletowymi.

Jeszcze wyraźniej, aniżeli przy porównywaniu średnich miesięcznych, zaznaczają się różnice energii promieniowania pozafioletowego podczas całego dnia słonecznego. Pokazuje to bardzo przejrzyste tablica, ułożona przez K. Dornó'a, na podstawie pomiarów, dokonywanych w Davos (zob. tabl. XXII na str. 49) dla 15-go dnia każdego miesiąca.

Cyfry zestawienia pokazują wielką energję promieniowania pozafioletowego w czasie letnich miesięcy, zwłaszcza w lipcu, a bardzo tylko nieznaczną w porze zimowej. Jesienne słońce przewyższa nieco słońce wiosenne. Ale różnice są w zasadzie tylko bardzo niewielkie. Wszystkie te szczegóły uwydatniają się bardzo plastycznie na wykresie, odtwarzającym energję promieniowania pozafioletowego dla każdej z czterech pór roku i przy różnych stopniach wpadania promieni na ziemię (zob. ryc. 9 na str. 50).

Znajomość dziennego przebiegu promieniowania pozafioletowego posiada pierwszorzędne znaczenie dla lekarzy, kierujących leczeniem słonecznym. Racjonalne dawkowanie promieniowania jest tak samo potrzebne, jak dawkowanie każdego leku farmakodynamicznego. To też za przykładem szwajcarskiego Davos z jego znakomicie urządzonym instytutem meteorologicznym, powinno pójść przynajmniej przodownicze stacje klimatyczne każdego kraju, i postarać się o należycie wyposażone stacje meteorologiczne z przyrządami do badań i pomiarów promieniowania słonecznego.

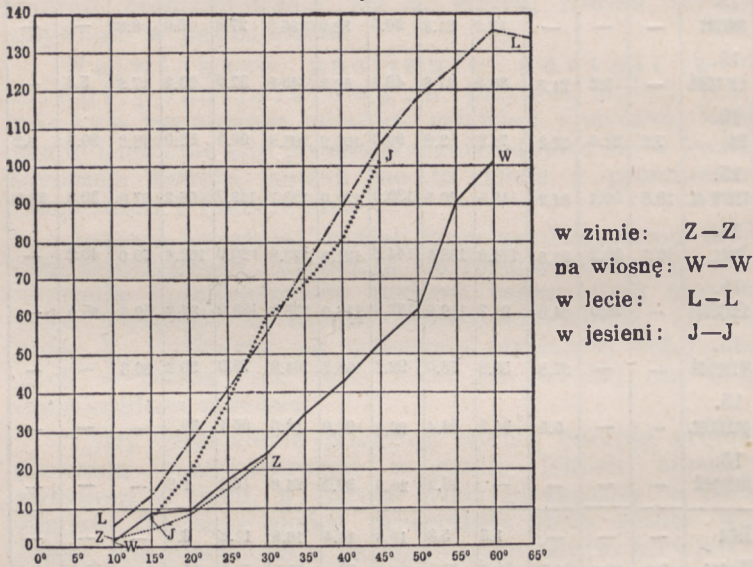
TABLICA XXII.

| Godziny         | 6-a  | 7-a  | 8-a  | 9-a   | 10-a  | 11-a  | 12-a  | 13-a  | 14 a  | 15-a  | 16-a | 17-a | 18-a |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 15. grudzień    | —    | —    | —    | —     | 2.8   | 7.2   | 16.1  | 11.8  | 7.0   | 1.2   | —    | —    | —    |
| 15. styczeń     | —    | —    | —    | —     | 5.8   | 7.2   | 13.2  | 12.2  | 8.2   | 2.8   | —    | —    | —    |
| 15. luty        | —    | —    | —    | 1.5   | 8.8   | 17.5  | 20.0  | 25.0  | 21.8  | 7.0   | —    | —    | —    |
| 15. marzec      | —    | —    | —    | 13.2  | 21.8  | 30.5  | 32.9  | 35.0  | 27.8  | 15.0  | 6.8  | —    | —    |
| 15. kwiecień    | —    | 3.2  | 21.8 | 30.2  | 37.8  | 49.8  | 52.2  | 40.2  | 37.0  | 33.2  | 17.8 | 5.4  | —    |
| 15. maj         | 7.2  | 21.5 | 52.2 | 74.2  | 82.8  | 90.0  | 105.2 | 103.8 | 90.3  | 58.0  | 38.8 | 20.8 | 9.2  |
| 15. czerwiec    | 18.8 | 50.4 | 84.2 | 119.5 | 130.5 | 139.0 | 131.0 | 129.7 | 118.7 | 96.2  | 57.0 | 30.0 | 26.0 |
| 15. lipiec      | 22.3 | 50.2 | 91.8 | 114.0 | 138.5 | 144.8 | 131.8 | 132.8 | 120.0 | 103.0 | 70.0 | 40.2 | —    |
| 15. sierpień    | —    | 26.0 | 64.0 | 91.7  | 119.0 | 122.8 | 116.0 | 135.8 | 123.0 | 94.8  | 50.3 | 25.5 | —    |
| 15. wrzesień    | —    | —    | 27.8 | 58.5  | 78.0  | 92.8  | 98.2  | 101.8 | 75.0  | 50.2  | 20.8 | —    | —    |
| 15. październik | —    | —    | 5.5  | 34.2  | 64.4  | 80.8  | 90.0  | 88.5  | 66.4  | 39.0  | —    | —    | —    |
| 15. listopad    | —    | —    | —    | —     | 13.2  | 20.3  | 30.2  | 24.8  | 16.2  | 1.8   | —    | —    | —    |
| Zima            | —    | —    | —    | 1.5   | 5.8   | 10.6  | 16.4  | 16.8  | 12.3  | 8.7   | —    | —    | —    |
| Wiosna          | 7.2  | 12.4 | 24.7 | 39.2  | 47.5  | 56.8  | 63.4  | 59.7  | 51.7  | 35.4  | 21.1 | 13.1 | 9.2  |
| Lato            | 20.6 | 42.4 | 80.0 | 108.4 | 129.3 | 135.5 | 126.3 | 132.8 | 118.9 | 98.0  | 62.4 | 31.9 | 28.0 |
| Jesień          | —    | —    | 16.7 | 46.4  | 51.9  | 64.6  | 72.8  | 71.7  | 52.5  | 30.4  | 20.8 | —    | —    |
| Rok             | 16.1 | 30.3 | 43.4 | 59.7  | 58.6  | 66.9  | 69.7  | 70.1  | 58.9  | 41.9  | 38.8 | 24.4 | 18.6 |

Wzrost energii promieniowania pozafioletowego w miarę malenia odległości między ziemią i słońcem jest o tyle znamienny, że towarzyszy mu zawsze przybywanie nowych promieni i o krótszej fali, a więc promieni, odznaczających się większymi walorami biodynamicznymi. To ich przybywanie nie jest zawsze i wszędzie zupełnie jednakowe. Z pewnych oznak należałoby wnosić, że

waha w granicach stosunkowo wcale szerokich. Szczególną obfitością bardzo dzielnych, dla Europejczyków wprost zabójczych promieni pozafioletowych odznaczają się okolice równikowe i międzyzwrotnikowe, zwłaszcza z bardzo wilgotnem powietrzem, o którym z badań Elstera i Geitela wiemy, że nie tylko nie przeszkadza przechodzeniu promieni pozafioletowych, jak się to dzieje z promieniami barwnymi i pozaczzerwonymi, ale wprost je ułatwia. Na drugim miejscu wypada postawić

Ryc. 9.



Energja promieniowania pozafioletowego.  
(Według K. Dorno'a).

powietrze wysokogórskie, z tym jeszcze dodatkiem, że w rejonie lodowców i nieznikających nawet w lecie śniegów działanie promieni biochemicznych potęguje się jeszcze przez bardzo silne refleksy od śnieżnej, względnie lodowatej powierzchni. Dotyczy to zresztą wszystkich promieni krótkofalowych. Dalsze miejsce należy się morzom strefy umiarkowanej — po nich wybrzeżom morskim, a ostatnie obszarom śródładowym, z powietrzem zawsze mniej lub więcej zakurzonem.

### *Elektryczność powietrza.*

Początek nowoczesnych badań elektryczności powietrznej łączy się z nazwiskiem wybitnego fizyka wiedeńskiego Feliksa M. Exnera, który w latach osmdziesiątych ubiegłego wieku zajął się mierzeniem napięcia elektrycznego w powietrzu i z naukową ścisłością odróżnił dodatnie naładowanie atmosfery od ujemnego ładunku powierzchni ziemskiej. Dalszy bardzo ważny etap na drodze tych samych badań stworzyli, niezależnie od siebie, Wilson, oraz Elster i Geitel przez odkrycie zdolności powietrza do przewodzenia elektryczności, a tem samem także przez stworzenie uzasadnienia dla powstawania pionowego, konwekcyjnego prądu, dążącego z dodatnio naładowanej atmosfery ku ujemnie naelektryzowanej powierzchni ziemi. Niewiele później przyszło poznanie radjo czynności i zrodziła się teoria jonów. Równocześnie pogłębiły się bardzo znacznie wiadomości o energii promieni słonecznych i o ich znaczeniu dla rozmaitych spraw, dotyczących żywej i nieżywej przyrody.

Gdyby powietrze, jako mieszanina gazów, nie podlegało działaniu jakiegokolwiek energii zewnętrznej, brakowałoby mu wszelkich własności elektrycznych. To, że je posiada, jest następstwem działania sił, pochodzących z poza powietrzni, z jednej strony z ziemi przez promienie ciał promieniotwórczych, z drugiej ze słońca przez jego promienie, w największej mierze przez wiązkę krótkofalistych promieni pozafioletkowych, odznaczających się, jak powszechnie wiadomo, wybitnymi właściwościami dynamicznymi. Materjalne cząstki jednych i drugich promieni — elektrony — rozbijają obojętne pod względem elektrycznym atomy gazów powietrznych; powstaje przez to jonizacja powietrza z jonami dodatnimi, t. zn. o ładunku dodatnim, cięższymi i mniej ruchliwymi, i z jonami ujemnymi, czyli o ładunku ujemnym, odznaczającymi się mniejszymi rozmiarami i znacznie większą ruchliwością. Różnica wielkości i ruchliwości łączy się z tem, że naboje dodatnie powstają zawsze ze związku elektronów z atomami materji, a ujemne są, przynajmniej zasadniczo, tylko elektronami.

Ruchliwość jonów powietrznych zależy w znacznym stopniu od ich materjalnego pochodzenia i od stopnia wilgotności powietrza.

A. Witkowski podaje następujące wartości w ctm/sek. na wolt/ctm.:

TABLICA XXIII.

|                                   | Ruchliwość jonów + | jonów — |
|-----------------------------------|--------------------|---------|
| Powietrze suche . . . . .         | 1.36               | 1.87    |
| „ wilgotne . . . . .              | 1.37               | 1.51    |
| Wodór . . . . .                   | 6.70               | 7.97    |
| Tlen . . . . .                    | 1.36               | 1.80    |
| Bezwodnik kw. węglowego . . . . . | 0.76               | 0.81    |

W górnych warstwach powietrzni zwiększa się ruchliwość jonów skutkiem rozrzedzenia powietrza.

Tłómacząc istotę jonizacji, zaznacza August Witkowski, że „rozbijania atomów obojętnych przez pędzące elektrony nie należy sobie wyobrażać sposobem mechanicznym. Chodzi tu raczej o działanie elektryczne, wywierane przez elektron mocą jego naboju. Wtargnąwszy w atom obojętny, wytrąca on zeń elektrony potężnym odpychaniem swojego własnego ładunku. Traci przytem energię i doznaje zboczenia z pierwotnego kierunku biegu. Po jednej lub drugiej takiej kolizji przyłącza się do któregoś z wytworzonych przez jonizację atomów dodatnich i daje z nim razem znowu obojętny atom gazu. Jonizacja i pochłanianie (względnie łączenie się jonów o przeciwnych znakach) idą zawsze i koniecznie w parze“.

Nie będzie może zbyt cenne, jeżeli przypomnimy, że dla zjonizowania atomów gazowych, potrzebna jest pewna siła uderzenia „burzącego atom“ elektronu, określana nazwą jonizującego napięcia. Wysokość tego napięcia nie jest jednakowa dla rozmaitych gazów. Dla gazów powietrznych wynosi dla

TABLICA XXIV.

|                  |           |                  |           |
|------------------|-----------|------------------|-----------|
| helium . . . . . | 20.5 wolt | wodoru . . . . . | 11.0 wolt |
| neonu . . . . .  | 16.0 „    | tlenu . . . . .  | 9.0 „     |
| argonu . . . . . | 12.0 „    | azotu . . . . .  | 7.5 „     |

Na razie nie można z istnienia tych różnic wysnuwać jakichkolwiek wniosków dla celów przyrodniczo-lekarskich. Ale nie zawadzi pamiętać o nich, bo jednak może się kiedyś okazać, że rodzaj, względnie pochodzenie jonów nie jest zupełnie obojętne dla biodynamiki elektryczności powietrznej.

Liczba jonów w powietrzu atmosferycznym jest w zwykłych warunkach stosunkowo bardzo niewielka, wynosi około 700 w jednym cm<sup>3</sup>. Duże ilości znajdują się po poddaniu powietrza działaniu jonizujących promieni. I tak wspomina Witkowski o 80.000 jonów dodatnich



i tyluż ujemnych w jednym  $\text{cm}^3$  powietrza w sąsiedztwie preparatu radowego, dodając, że za wpływem silnych promieni Roentgena było ich kilka milionów, a w zorzy dodatniej w powietrzu rozrzedzonym blisko biljon.

Proste następstwo różnych naładowań elektrycznych ziemi i powietrza i złączonych z tem napięć tworzy ruch jonów dodatnich ku powierzchni ziemi i jonów ujemnych w kierunku wprost przeciwnym. Oznacza to nie co innego, jeno krążenie między powietrzem i ziemią stałego prądu konwekcyjnego.

Gęstość tego prądu wyraża zrównanie:  $i = (k n e + k' n' e') F$ , gdzie  $F$  oznacza natężenie pola elektrycznego, a  $= 4,8 \cdot 10^{-10}$  I. E. S. = nabój elementarny, a cały człon:  $k n e + k' n' e'$  służy na określenie przewodnictwa elektrycznego powietrza  $\lambda = \lambda^+ + \lambda^-$ .

W codziennych, spokojnych warunkach niema manifestacyjnych oznak wymiany elektryczności o rozmaitych ładunkach. Dzieje się to w czasie burz elektrycznych, towarzyszących ulewow, przy gromadzeniu się potężnych ładunków elektrycznych i przy powstawaniu potężnych napięć, a w dalszym ciągu także wyładowań elektrycznych, objawiających się w błyskawicach i w piorunach. Z ulewnym deszczem opuszczają atmosferę, w istocie rzeczy skupioną w chmurach skondenzowaną parę wodną ogromne ładunki, zwykle ujemnych agregatów jonowych. W chmurach gromadzi się wielki zasób elektryczności dodatniej. Rzadziej dzieje się przeciwnie. Powstają wtedy potężne napięcia i wyładowania z błyskawicami i piorunami.

Mimo całej grozy, jaką budzi wielka potęga burz elektrycznych, nie posiadają te burze takiego znaczenia dla meteorologii, jakie się przypisuje dokładnemu poznawaniu przebiegu spokojnych zjawisk elektrycznych powietrzni. Zajęcie się nimi jest tembardziej zrozumiałe, skoro już od twórcy elektromagnetycznej teorii, Maxwella, poczęło się ścisłe łączenie ze sobą badań, zajmujących się wszelkiego rodzaju promieniowaniami, pojmowanymi jako wyraz ruchu mikrocząstek, nośników różnych postaci energii, ale zawsze także ładunków elektrycznych.

Niestety należą tego rodzaju badania do rzędu wcale trudnych i żmudnych, a równocześnie także kosztownych robót meteorologicznych. Wymagają osobnej, wcale drogiej

aparatury z całym zastępem samopiszących przyrządów\*), a pozatem także rutynowanych pracowników. To też stacyj meteorologicznych, rozporządzających całym arsenałem, potrzebnych do zajmujących nas w tej chwili badań przyrządów i urządzeń, jest, naogół biorąc, dość mało. W Polsce posiada je, o ile się nie mylę, jedynie tylko Uniwersytet Poznański. Zapewne otrzymamy stamtąd po jakimś czasie cenne sprawozdania, oparte na spostrzeżeniach, czynionych przez długi okres czasu. Takiemi właśnie zaletami odznacza się sprawozdanie Karola D o r n a, zawarte w jego klasycznej pracy p. t. „Studien über Licht und Luft des Hochgebirges“.

W osobnym ustępie tego dzieła, poświęconym streszczeniu wyników badań elektryczności powietrza, wykonywanych przez pełne 2 lata, 1909 i 1910, znajdują się szczegółowe wiadomości 1) o napięciu elektryczności, czyli o potencjalnej energii elektrycznej w powietrzu, 2) o stopniu przewodnictwa przez powietrze, a więc tem samem o jonizacji powietrza, wreszcie 3) obliczenia siły prądu między powietrzem, a ziemią.

Z ustępu tego wyjmujemy najważniejsze szczegóły:

1) Wartości, określające wysokość napięcia, są stosunkowo niewielkie. Przeciętna wynosiła w r. 1909 — 55 Volt/m, w r. 1910 — 64 Volt/m. Zimowe miesiące odznaczają się najwyższem, letnie najniższem napięciem. I tak notowano dla pojedynczych pór roku:

TABLICA XXV.

|                     | 1909 | 1910 |
|---------------------|------|------|
| w zimie . . . . .   | 79   | 87   |
| na wiosnę . . . . . | 57   | 71   |
| w lecie . . . . .   | 35   | 43   |
| w jesieni . . . . . | 50   | 55   |

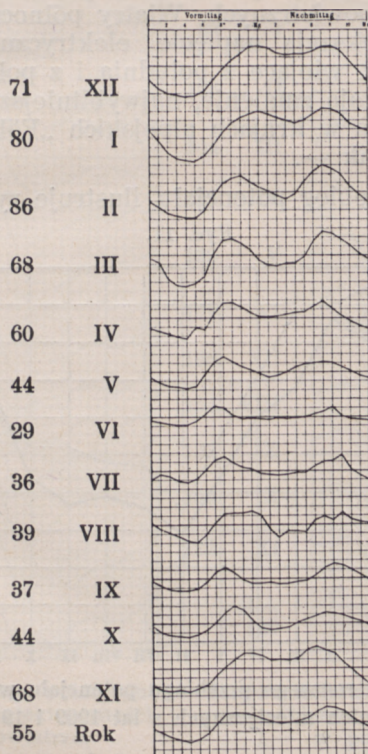
Wcale znamienne są znaczne roczne amplitudy. W okresie sprawozdawczym wynosiła amplituda w r. 1909: 57, — w r. 1910: 60.

Przebieg dobowy napięcia okazuje tak znaczne różnice w czasie zimy i lata, że z całą słusnością można odróżnić dwa typy przebiegu — zimowy i letni, pierwszy ze znacz-

\*) Bardzo dobre usługi oddaje samopiszący elektrometer Bennsdorfa.

niejszemi, drugi z mniejszemi wahaniami. Tak w zimie, jak w lecie panuje najmniejsze napięcie około godziny 4-tej rano, największe około 10—11 przedpołudniem i 8-ej wieczorem. Amplitudy dobowe są wcale wielkie w zimie, sporo mniejsze w lecie. Wszystkie powyższe szczegóły ilustruje bardzo dobrze krzywa przebiegu z r. 1909, wyjęta z dzieła Dorno'a (zob. ryc. 10).\*)

Ryc. 10.



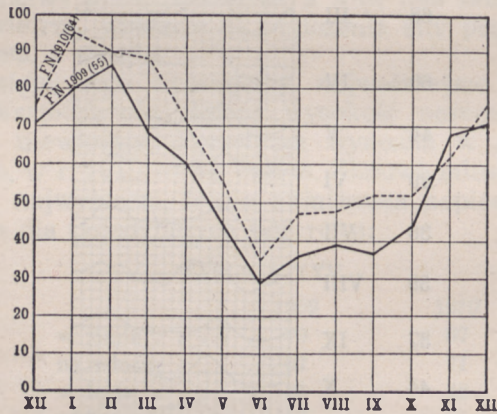
Krzywa dobowego przebiegu napięcia elektryczności w powietrzu. Cyfry obok oznaczają przeciętne wartości miesięczne w voltmetrach.

\*) Wszystkie ryciny według Dorno'a z publikacji: „Licht u. Luft im Hochgebirge“.

Nader wybitne wahania wywołują w napięciu elektryczności powietrznej wszelkiego rodzaju zmiany meteorologiczne. W czasie opadów śnieżnych powstaje znaczne wzmoczenie napięcia, niekiedy nawet 3-krotne. Przeważa elektryczność +. Opadom deszczowym towarzyszy także większe napięcie, nawet większe, aniżeli opadom śnieżnym, ale z znakiem —. W jednym z letnich dni 1910 r. zanotowano w czasie deszczu, jako średnią dobową, — 428 Volt/m. Niemniej wybitne zmiany powstają pod wpływem prądów powietrznych. Wiatry północne i północno-wschodnie zwiększają napięcie elektryczności ze znakiem +; wiatry, wiejące z południa i z południowego zachodu sprowadzają zmniejszenie, najwybitniejsze przy wietrze halnym, zwanym w krajach alpejskich „Föhn“, z zamianą znaku + na znak —.

Roczny przebieg potencjału ilustruje ryc. 11.

Ryc. 11.

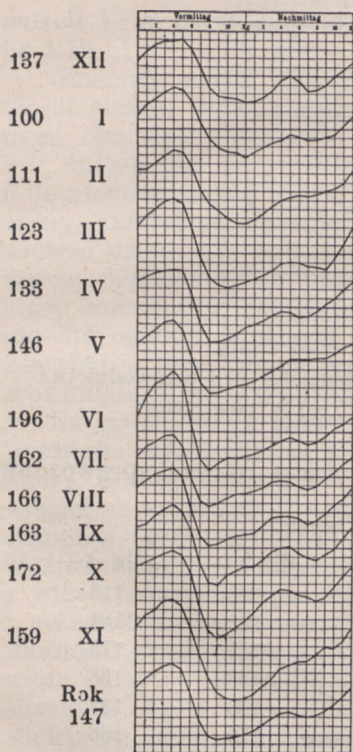


Krzywa rocznego przebiegu potencjału według średnich miesięcznych z lat 1909 i 1910.

2) Wyniki pomiarów przewodnictwa sprawiają wrażenie odwróconego, a więc jakby odbitego w zwierciadle obrazu wyników oznaczeń napięcia elektryczności w powietrzu. Odnosi się to w pierwszym rzędzie do krzywej przebiegu w ciągu doby i w ciągu miesiący. Na pierwszej z nich widać maxima koło godziny 4-tej rano, minima w czasie godzin przedpołudniowych 10—11. Najniższą

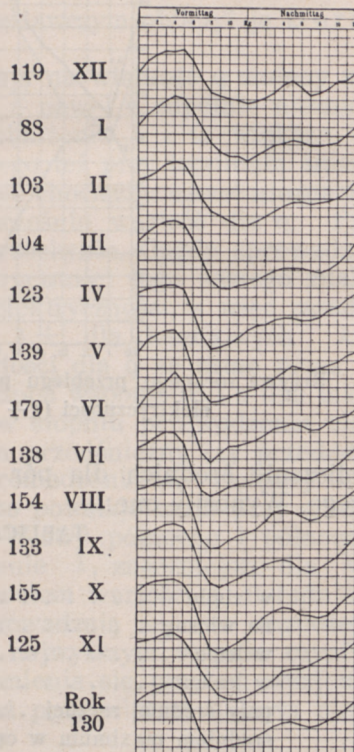
średnią miesięczną odznacza się miesiąc luty, najwyższa czerwiec. Dobowy przebieg przewodnictwa elektryczności ilustrują ryciny 12a i 12b, przebieg roczny w porównaniu z przebiegiem potencjału rycina 13.

Ryc. 12 a.



Krzywa dobowego przebiegu przewodnictwa elektryczności  $\lambda+$  w powietrzu.

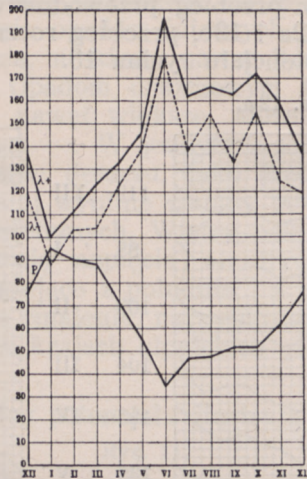
Ryc. 12 b.



Krzywa dobowego przebiegu przewodnictwa elektryczności  $\lambda-$  w powietrzu.

Liczby, określające stopień przewodnictwa, są stosunkowo wysokie, średnia roczna jest np. 3 razy większa, aniżeli w Poczdamie. Jest to znamienne dla górskich miejscowości. Najwyższe wartości osiąga stopień przewodnictwa w lecie, najniższe w zimie; wiosenne są niższe, aniżeli jesienne. Dla ilustracji wyjmujemy z pracy Dorno'a

Ryc. 13.



Krzywa rocznego przebiegu potencjału (P) i przewodnictwa elektryczności ( $\lambda+$  i  $\lambda-$ ) w powietrzu.

obliczenie średnich dla pór roku z okresu sprawozdawczego. Wynosiły one:

TABLICA XXVI.

|                                 | dla $\lambda-$ | dla $\lambda+$ |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| w zimie . . . . .               | 103            | 116            |
| na wiosnę . . . . .             | 122            | 134            |
| w lecie . . . . .               | 157            | 175            |
| w jesieni . . . . .             | 138            | 165            |
| przy średniej rocznej . . . . . | 130            | 147            |
| średniem maximum w czerwcu .    | 179            | 196            |
| średniem minimum w styczniu .   | 88             | 99             |

Z obliczenia najwyższych i najniższych średnich miesięcznych wynikają wcale znaczne roczne amplitudy: 91 dla  $\lambda-$ , 96 dla  $\lambda+$ . O wiele jeszcze większe cyfry daje porównanie najwyższych i najniższych średnich wartości dobowych w ciągu roku, oraz bezwzględnych maximum i minimum w ciągu doby. I tak zanotowano, jako maximum, w lipcu 224 dla  $\lambda-$ , 239 dla  $\lambda+$ , w grudniu zaś, jako minimum, 52 dla  $\lambda-$ , 57 dla  $\lambda+$ . Amplituda wynosiła 173 i 182. Z porównania dobowych najwyższych i najniższych war-

tości obliczono z czerwca jako amplitudy 202 i 222, z grudnia 119 i 140.

W dnię pogodnę przeważa zawsze napięcie + nad napięciem —. Wartość dla  $q = \frac{\lambda +}{\lambda -}$  jest zawsze większa, aniżeli 1. W okresie sprawozdawczym obliczył ją Dornona 1.13.

Znaczny wpływ wywierają na wielkość  $q$  zmiany meteorologiczne. Wraz z mgłą, a nawet z zupełnie nieznacznymi oparami przychodzi obniżenie  $\lambda$  i to większe dla  $\lambda +$ , aniżeli dla  $\lambda -$ . Dlatego też przy topnieniu śniegu, o ile niema wiatru i tworzą się chociażby nawet nieznaczne opary, zmniejsza się równocześnie wartość dla  $q$ . Przy wietrze dzieje się wprost przeciwnie. Opady sprowadzają wzrost przewodnictwa elektryczności tego samego znaku, który znamionuje napięcie elektryczności, a więc zasadniczo dla opadów śnieżnych  $\lambda +$ , dla deszczowych  $\lambda -$ . Złączone z tem zmiany wartości dla  $q$  są same przez się zrozumiałe. Równocześnie trzeba wspomnieć i o tem także, że dla powstawania zmian w stopniu przewodzenia elektryczności wystarcza już stan przedśnieżny czy przeddeszczowy, a więc samo tylko gromadzenie się większej ilości wilgoci w powietrzu. To samo powstaje także przy spadku ciśnienia barometrycznego. Wiatry północne i północno-wschodnie sprowadzają malenie  $\lambda$ , znaczniejsze dla  $\lambda -$ , a więc z równoczesnym wzrostem wartości  $q$ . Południowe i południowo-wschodnie sprowadzają znaczne wzmoczenie zdolności przewodzenia. W najwyższym stopniu czyni to wiatr halny — Föhn. Nie zmienia się przytem wzajemny stosunek  $\lambda +$  i  $\lambda -$ . Toteż przy wietrze halnym niema większych zmian wartości  $q$ .

Jako pewnego rodzaju uzupełnienie spostrzeżeń z terenu wysokogórskiego, względnie jako przeciwstawienie wynikom notowań w górach wyników oznaczeń wartości elektrycznych w kraju nizinnym mogą posłużyć spostrzeżenia stacji meteorologicznej poznańskiej, opracowane przez prof. Władysława Smosarskiego\*).

\*) Por. Wl. Smosarski: 1) Pomiary elektryczności atmosferycznej w Poznaniu. — Prace meteorologiczne i hydrograficzne 1927. Zeszyt IV. 2) Przebieg dobowy elementów meteorologicznych w Poznaniu oraz uwagi teoretyczne. Tamże zeszyt VI. 1929.

Przeciętne z lat 1925 — 1928 wynosiły:

TABLICA XXVI.

|                          | dla potencjału (w dobach<br>bez deszczu) volt/m | dla przewodnictwa<br>$1=10^{-6}$ / sek. J. E. S. |
|--------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| w styczniu . . . . .     | 220                                             | 50                                               |
| w lutym . . . . .        | 203                                             | 46                                               |
| w marcu . . . . .        | 151                                             | 64                                               |
| w kwietniu . . . . .     | 112                                             | 78                                               |
| w maju . . . . .         | 99                                              | 106                                              |
| w czerwcu . . . . .      | 98                                              | 178                                              |
| w lipcu . . . . .        | 87                                              | 136                                              |
| w sierpniu . . . . .     | 95                                              | 144                                              |
| w wrześniu . . . . .     | 122                                             | 132                                              |
| w październiku . . . . . | 124                                             | 137                                              |
| w listopadzie . . . . .  | 139                                             | 83                                               |
| w grudniu . . . . .      | 177                                             | 43                                               |
| średnia roczna . . . . . | 136                                             | 100                                              |

Częstość dni z burzą wynosiła w okresie 1921 — 1928:

TABLICA XXVIII.

| I.  | II. | III. | IV. | V.  | VI. | VII. | VIII. | IX. | X.  | XI. | XII. | rok |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|------|-----|
| 0.1 | 0.1 | 0    | 0.6 | 3.6 | 4.9 | 4.6  | 4.8   | 1.3 | 0.3 | 0   | 0    | 20  |

Z porównania wyników spostrzeżeń w Davos i w Poznaniu wynika, że w alpejskiej stacji jest napięcie mniejsze, a przewodnictwo większe, aniżeli w nizinnej stacji poznańskiej. Roczny przebieg obu zjawisk jest w zasadzie zupełnie jednakowy. Takie same wnioski wysnuł D o r n o, porównując ze sobą spostrzeżenia z Davos i z Poczdamu.

3) Proste następstwo napięcia elektrycznego w powietrzu i zdolność przewodzenia przez zjonizowane powietrze tworzy wolny prąd elektryczny, skierowany pionowo ku ziemi i dostarczający jej stałe pewną ilość dodatniej elektryczności. Wartość jego oblicza się z wartości

$$\text{potencjału i przewodnictwa: } S = \frac{n \text{ Volt/m. } n 10^{-6} \text{ J. E. S.}}{30}$$

w  $10^{-9}$  J. E. S. (jednostkach elektrostatycznych).

Jako wynik obliczeń otrzymał D o r n o dla Davos następujące liczby:



TABLICA XXIX.

|                           |     |                          |     |
|---------------------------|-----|--------------------------|-----|
| w grudniu 1909 . . . . .  | 593 | w czerwcu . . . . .      | 508 |
| w styczniu 1910 . . . . . | 525 | w lipcu . . . . .        | 533 |
| w lutym . . . . .         | 589 | w sierpniu . . . . .     | 483 |
| w marcu . . . . .         | 598 | we wrześniu . . . . .    | 477 |
| w kwietniu . . . . .      | 571 | w październiku . . . . . | 529 |
| w maju . . . . .          | 494 | w listopadzie . . . . .  | 536 |

średnia roczna 520

Z przeglądu tych liczb wynika, że skala wielkości prądu w ciągu pojedynczych miesięcy i pór roku waha w niezbyt szerokich granicach. Największe wartości przynoszą miesiące zimowe, najmniejsze letnie; jesienne są nieco większe od wiosennych. Roczna amplituda wynosiła 190.

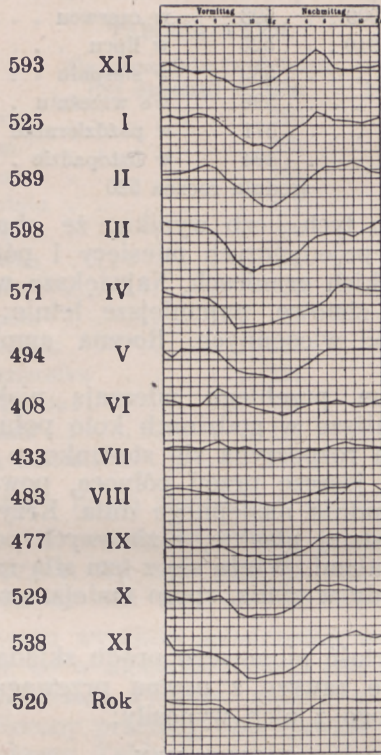
W dobowym przebiegu uderzają niskie wartości w ciągu dnia, niższe w godzinach koło południa. Już po zachodzie słońca rozpoczyna się stosunkowo szybki przyrost, a po nim, jeszcze przed północą, powolny spadek, trwający do południa następnego dnia. Krzywe z letnich miesięcy są bardziej płaskie, z zimowych odznaczają się znaczniejszymi falami. Wiążą się z tem siłą rzeczy o wiele większe amplitudy w zimie, sporo mniejsze w lecie. (Zob. ryc. 14).

Na całą wartość pionowego prądu składają się prądy obu znaków, ale zawsze z pewną przewagą S+. Przejętne dla każdego z nich wynosiły:

TABLICA XXX.

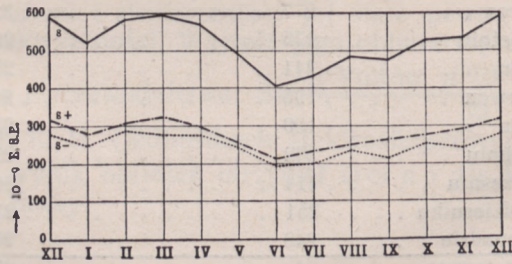
|                          | S—  | S+  |
|--------------------------|-----|-----|
| w grudniu . . . . .      | 278 | 316 |
| w styczniu . . . . .     | 246 | 279 |
| w lutym . . . . .        | 281 | 305 |
| w marcu . . . . .        | 277 | 321 |
| w kwietniu . . . . .     | 275 | 297 |
| w maju . . . . .         | 241 | 253 |
| w czerwcu . . . . .      | 195 | 213 |
| w lipcu . . . . .        | 199 | 234 |
| w sierpniu . . . . .     | 232 | 251 |
| we wrześniu . . . . .    | 214 | 263 |
| w październiku . . . . . | 251 | 278 |
| w listopadzie . . . . .  | 240 | 296 |
| średnie roczne . . . . . | 244 | 276 |

Ryc. 14.



Krzywa przebiegu sumy prądu pionowego w czasie doby w ciągu całego roku. Cyfry obok oznaczają przeciętne miesięczne.

Ryc. 15.



Krzywa roczna prądu pionowego ujemnego . . . . ., dodatniego —.—.—. i obu razem —————.

Ilość elektryczności, spływającej na ziemię w tych prądach jest w zasadzie bardzo niewielka, wynosi, według obliczeń Dornó'a, około  $10^{-7}$  godzin Ampera dla  $1 \text{ m}^2$ , a dla samej tylko S + około  $5 \cdot 10^{-9}$  godzin Ampera. Z taką samo ilością trzeba się liczyć, o ile przebywanie w powietrzu uważa się za kąpiel elektryczno-powietrzna. Wynosiłoby to wprost znikomą cząstkę tej ilości, jakiej dostarcza pospolita kąpiel wodno-elektryczna.

### *Promienie kosmiczne.*

Po stwierdzeniu przez Rutherforda w r. 1903, że przestworza przenikają jakieś siły promieniste, jonizujące powietrze, sądzono pierwotnie, że źródłem ich pochodzenia jest wyłącznie tylko wnętrze ziemi. Ale już w r. 1912 zachwiały tem przekonaniem badania wiedeńskiego fizyka Hessa, które pokazały, że energia, jonizująca powietrze, mierzona za pomocą samopiszących elektroskopów do wysokości powyżej 5.000 m. n. p. m., nie tylko nie maleje, ale, wprost przeciwnie, wzrasta wcale znacznie. Działo się to także w stratosferze, na wysokości 15 kilometrów, bo aż do takich wyżyn wznosiły się balony na uwięzi. To też już wtedy powstało przypuszczenie, że w grę wchodzi tu działanie zupełnie jeszcze nieznanych sił kosmicznych.

Poznanie tych nowych sił zawdzięcza nauka w głównej mierze fizykowi amerykańskiemu, profesorowi Millikanowi, który badaniami swojemi, przeprowadzanemi w okolicach Mount Whitney, w wodzie jezior Lac Muir, położonego na wysokości 3.350 m. n. p. m. i Lac Arrowhead, położonego na wysokości 2.100 m. n. p. m., zdołał wykazać, że energia promienista zatracą się w wodzie pierwszego z nich na głębokości 13 metrów, w wodzie drugiego już na głębokości 11.5 metrów. Okazało się także, że nie zależy ona zupełnie od pory dnia, a więc nie pochodzi od słońca. Natomiast stwierdzono wyraźny jej związek z Droga Mleczną, zwłaszcza z Wielką Mgławicą konstelacji Andromedy.

Ze względu na pochodzenie nazwano ten nowy rodzaj promieni promieniami kosmicznymi, albo, dla uczczenia odkrywcy, promieniami Millikana. Wielką ich przenikliwość tłumaczy niezmierną krótkość cechującej je fali drgań. Długość tej fali ma wynosić dziesięciomiljardowe części milimetra.

Geneza promieni kosmicznych nie jest dotychczas wyjaśniona z naukową ścisłością. Według dość rozpowszechnionego poglądu mają powstawać przy zamianie materji na energję, albo też przy przemianie pierwiastków o wyższej utajonej energii, na pierwiastki pod względem energetycznym mniej wartościowe. Astrofizyka — właściwie należałoby mówić astrogenetyka sądzi, że rola tych promieni w wszechświecie jest wprost ogromna. Pod ich wpływem mają się w nim tworzyć mgły i gazy kosmiczne jako zaczątki nowych światów i nowych systemów planetarnych, a więc i zaczątki mającego kiedyś, za dziesiątki, setki, czy tysiące milionów lat, powstać nowego życia, kiedy zaczną krzepnąć i gasnąć dzisiaj, bardzo jeszcze potężne słońca.

Olbrzymie siły, utajone w promieniach kosmicznych, każą także i biologji zwracać na nie stosowną miarę uwagi. Nie może chyba ulegać żadnej wątpliwości, że wpływom ich podlega, przynajmniej w pewnym stopniu i w pewnych, dłuższych czy krótszych okresach czasu, także życie organiczne na ziemi, a więc i życie ludzkie. Nie umiemy jeszcze powiedzieć, czy to, czego od nich doznają ustroje ludzkie, przynosi im korzyść, czy szkodę, ani ocenić istoty przyjmowanego siłą logiki działania. Ale przeczuwamy je już i coraz bardziej nawet na podstawie pewnych spostrzeżeń w sferze nerwowej, względnie psychicznej, dla których nie ma dostatecznego wytłomaczenia w oparciu o dotychczasowe, zupełnie dobrze uzasadnione wiadomości z zakresu nauk przyrodniczych. — Krótka wzmianka o odkrytych niedawno nowych siłach w promieniach kosmicznych wydawała mi się wobec tego rzeczą pożyteczną.

### *Ciśnienie powietrza.*

Powietrze wywiera, podobnie, jak wszystkie inne ciała gazowe, na całe swoje otoczenie wszechstronny ucisk i to tem znaczniejszy, im większy jest ciężar gniotącej atmosfery, albo, co to samo oznacza, im większa jest gęstość, oraz wysokość słupa mieszaniny gazów, tworzących powietrze. Jest wobec tego rzeczą samą przez się zrozumiałą, dlaczego najwyższe ciśnienie panuje na poziomie mórz i dlaczego maleje w miarę rosnącego wznie-  
nia nad poziom morza.

Do oznaczania ciśnienia służą bądź to barometry rtęciowe, bądź też metalowe aneroidy. Bardzo dobre usługi oddają przyrządy samopiszące — wyrabiane już także i w Polsce —, porównywane od czasu do czasu, dla kontroli dokładności z normalnymi barometrami.

Stosunek między wysokością położenia i wysokością ciśnienia jest tak bardzo ścisły, że na podstawie liczb, określających ciśnienie, można, po uwzględnieniu ciepłoty, obliczyć wysokość i, naodwrot, oznaczyć wysokość ciśnienia dla każdego znanego wzniesienia nad poziom morza.

Obliczenia skutecznie się przy pomocy powszechnie znanych, z wielką dokładnością opracowanych zestawień. Jako przykład, a zarazem jako wzór, podaję urywek tablicy obliczeniowej, wyjęty z meteorologii v. H a n n a:

TABLICA XXXI.

| Wzniesienie<br>n. p. m. m. | Ciepłota na poziomie morza °C       |     |     |     |     |     | Przyrost ciśnienia przy wzroście ciepłoty o 1° C m/m Hg. | Różnica ciśnienia o 1 m/m Hg. odpowiada wzniesienie mł. |
|----------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                            | 0                                   | 5   | 10  | 15  | 20  | 25  |                                                          |                                                         |
|                            | Średnie ciśnienie powietrza m/m Hg. |     |     |     |     |     |                                                          |                                                         |
| 0                          | 760                                 | 760 | 760 | 760 | 760 | 760 | 0·00                                                     | 10·5                                                    |
| 500                        | 716                                 | 716 | 717 | 718 | 719 | 720 | 0·16                                                     | 11·1                                                    |
| 1000                       | 671                                 | 673 | 657 | 678 | 678 | 679 | 0·32                                                     | 11·8                                                    |
| 1500                       | 630                                 | 632 | 634 | 636 | 639 | 641 | 0·44                                                     | 12·5                                                    |
| 2000                       | 590                                 | 593 | 596 | 599 | 601 | 604 | 0·56                                                     | 13·4                                                    |
| 2500                       | 553                                 | 556 | 559 | 563 | 566 | 569 | 0·67                                                     | 14·2                                                    |
| 3000                       | 517                                 | 521 | 525 | 529 | 532 | 536 | 0·76                                                     | 15·1                                                    |
| 3500                       | 484                                 | 488 | 492 | 497 | 501 | 506 | 0·84                                                     | 16·1                                                    |
| 4000                       | 452                                 | 457 | 461 | 466 | 470 | 475 | 0·91                                                     | 17·2                                                    |
| 5000                       | 394                                 | 399 | 404 | 400 | 415 | 420 | 1·02                                                     | 19·6                                                    |
| 6000                       | 343                                 | 348 | 353 | 359 | 364 | 369 | 1·09                                                     | 22·5                                                    |

Dla klimatologii lekarskiej posiada stopniowe opadanie ciśnienia barometrycznego bardzo niepoślednie znaczenie w pierwszym rzędzie przez łączność ciśnienia z ilością gazów w jednostce objętości powietrza, zasadniczo z ilością tlenu, a w dość znacznym stopniu także przez zależność zdolności chłonięcia pary wodnej od stopnia zgęszczenia powietrza.

Ubywanie tlenu w miarę malenia ciśnienia, a tem samym także rzadnięcia powietrza, uwydatnia bardzo dobrze stopniowany spadek ciśnienia cząstkowego — parcjalnego — tlenu i jego odsetkowej objętości. I tak wynosi przy ciśnieniu powietrza

TABLICA XXXII.

|                                    |                   |                   |      |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|------|
| 760 m/m Hg. parcie parcjalne . . . | 160 m/m Hg.,      | % objętości . . . | 21.0 |
| 525 " " " " . . .                  | 110 " " " " . . . | " " " " . . .     | 15.0 |
| 470 " " " " . . .                  | 100 " " " " . . . | " " " " . . .     | 13.0 |
| 355 " " " " . . .                  | 75 " " " " . . .  | " " " " . . .     | 20.0 |
| 240 " " " " . . .                  | 50 " " " " . . .  | " " " " . . .     | 7.0  |

Jeszcze dobitniej można to samo wyrazić w cyfrach odsetkowych, przyjmując ilość tlenu w powietrzu, o ciśnieniu dokładnie jednej atmosfery, za 100. Szereg stosunkowych cyfr układa się tu w następujący sposób:

TABLICA XXXIII.

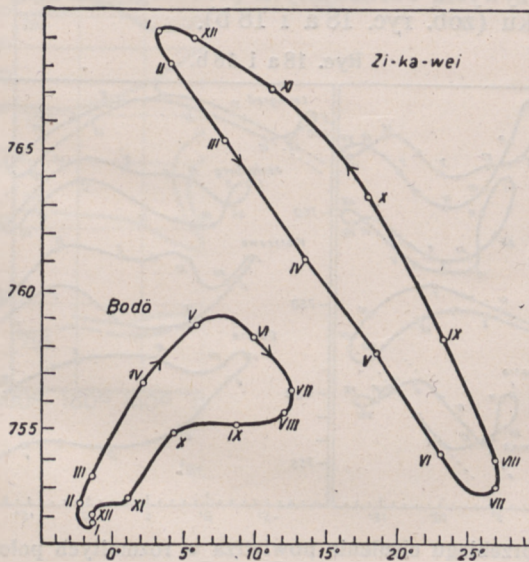
|                        |                  |               |
|------------------------|------------------|---------------|
| Na wysokości . . . . . | 0 m. n. p. m.    | 100 0 % tlenu |
| " " . . . . .          | 1000 m. n. p. m. | 88.2 " "      |
| " " . . . . .          | 2000 m. n. p. m. | 77.8 " "      |
| " " . . . . .          | 3000 m. n. p. m. | 68.7 " "      |
| " " . . . . .          | 4000 m. n. p. m. | 60.6 " "      |
| " " . . . . .          | 5000 m. n. p. m. | 53.5 " "      |
| " " . . . . .          | 6000 m. n. p. m. | 47.2 " "      |
| " " . . . . .          | 7000 m. n. p. m. | 41.1 " "      |

O stosunku między ciśnieniem barometrycznym a chłoniem pary wodnej i wilgotnością powietrza znajdują się objaśnienia w jednym z następnych ustępów.

Już z wzmianki o związku, zachodzącym między ciśnieniem i ciepłotą powietrza, wynika, że ciśnienie podlega rozmaitym wahaniom, zarówno okresowym, jak nieokresowym. Jako okresowe zaznaczają się w czasie doby dwa maxima i dwa minima. Pierwsze maximum zjawia się między godziną 9-tą i 11-tą przed południem, drugie między 9-tą i 11-tą wieczorem. Najniższe ciśnienia notują spostrzeżenia meteorologiczne między godziną 3-cią i 5-tą rano i między temi samemi godzinami po południu. Amplituda wzniesień i spadków jest naogół biorąc niewielka. Najmniejsze wahania odznaczają okolice bliskie biegunom i zimną porę roku. W Venezueli wynosi amplituda wahań pod 10°27' szer. geogr. 2.35 mm. Hg., w Leningradzie pod 59°56' szer. geogr. tylko 0.2 mm. Hg., w Medjolanie w lecie 0.96 mm. Hg., w zimie 0.7 mm. Hg.

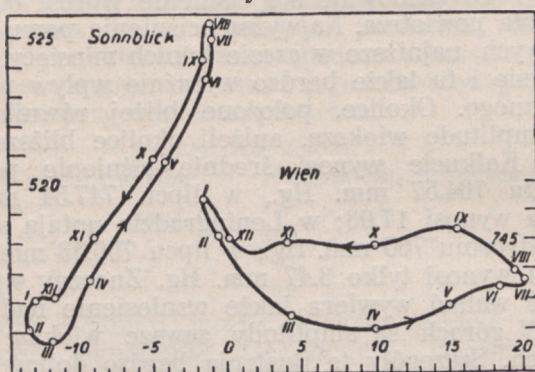
W ciągu roku zachowuje się ciśnienie wprost odwrotnie jak ciepłota powietrza. Najwyższe ciśnienie panuje w czasie zimowych, najniższe w czasie letnich miesięcy. Zresztą zaznacza się i tu także bardzo wyraźnie wpływ położenia geograficznego. Okolice, położone bliżej równika, mają roczną amplitudę większą, aniżeli okolice bliższe biegunom. W Kalkucie wynosi średnie ciśnienie powietrza w styczniu 764.57 mm. Hg., w lipcu 747.54 mm. Hg., amplituda wynosi 17.03; w Leningradzie notują spostrzeżenia w styczniu 760 mm. Hg., w lipcu 756.53 mm. Hg. — amplituda wynosi tylko 3.47 mm. Hg. Znaczny wpływ na rozpiętość wahań wywiera także wzniesienie nad poziom morza. W górach są amplitudy zawsze większe aniżeli w nizinach. Szczegóły te ilustrują bardzo dobrze ryciny, wyjęte z publikacji H. Arctowskiego. Rycina 16-ta objaśnia o znaczeniu położenia geograficznego przez zestawienie obok siebie krzywych z Zi-ka-wei, w Chinach i Bodö, w Islandji, rycina 17-ta (str. 68) o wpływie wzniesienia n. p. m. przez zestawienie krzywych ze szczytu alpejskiego Sonnblick, na wysokości 3105 m. n. p. m. i z Wiednia, położonego na wysokości 150 m. n. p. m.

Ryc. 16.



Krzywe przebiegu ciśnienia powietrza w Chinach (Zi-ka-wei) i w Islandji (Bodö). 5\*

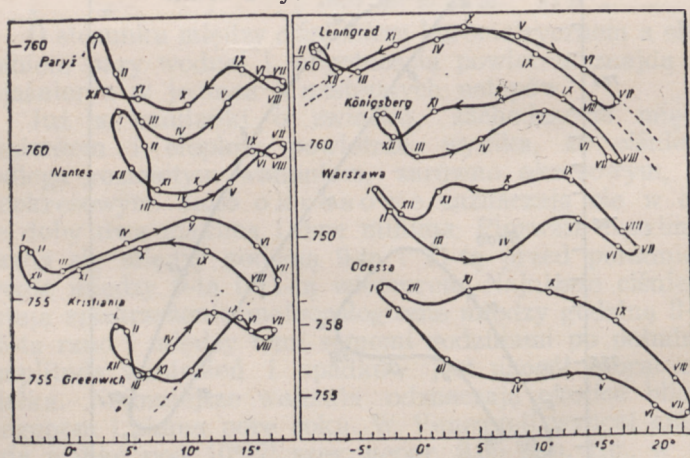
Ryc. 17.



Krzywe przebiegu ciśnienia powietrza na wysokim (Sonnblick) i na niskim (Wiedeń) poziomie.

Położenie geograficzne wpływa wszakże nie tylko na wielkość amplitudy ciśnienia barometrycznego. Wykresy, sporządzone przez H. Arctowskiego, pokazują, jak bardzo wraz z położeniem geograficznym zmienia się kształt krzywych, obrazujących przebieg ciśnienia w ciągu całego roku (zob. ryc. 18 a i 18 b).

Ryc. 18 a i 18 b.



Krzywe przebiegu ciśnienia powietrza w rozmaitych położeniach geograficznych.



Ryc. 19.

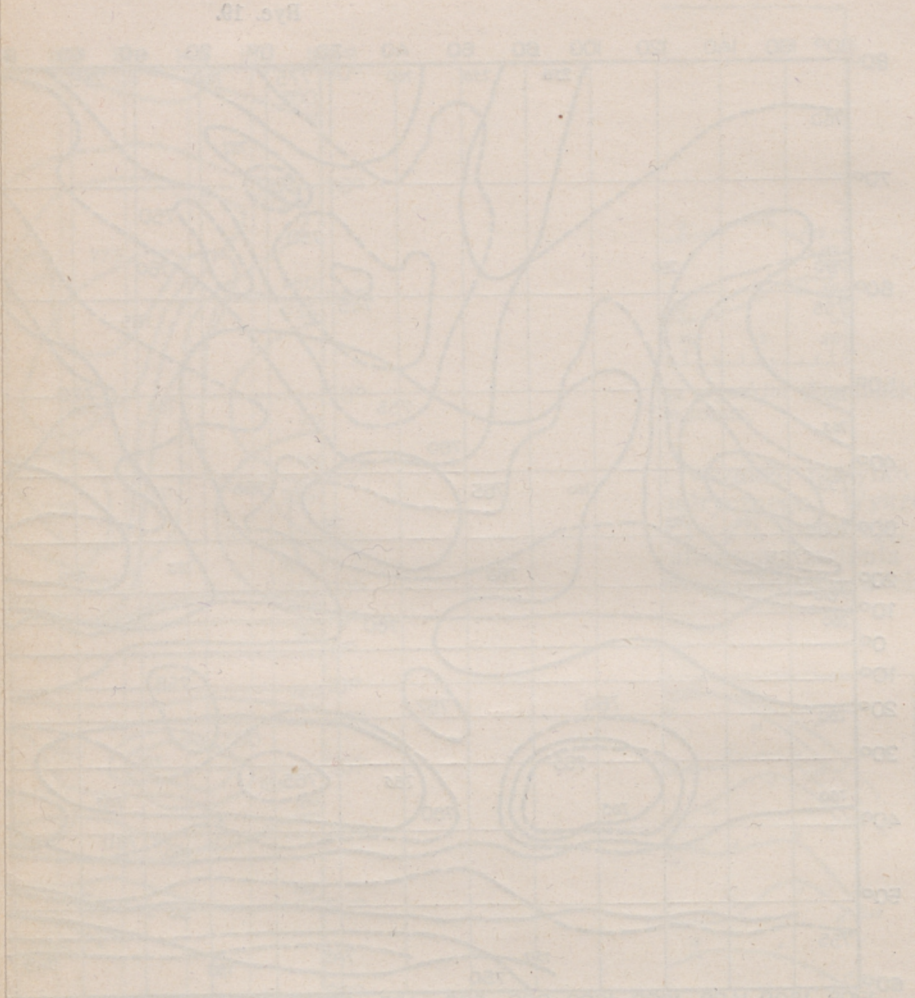


Linje równego ciśnienia powietrza (Izobary).

Izobary zimowe: - - - - -

Izobary letnie: —————

Fig. 12



Isobars of constant potential  
Isobars of constant pressure

Scale of potential

Poza wahaniami okresowymi zdarzają się zawsze i wszędzie także mniej lub więcej nagle wahania nieokresowe, nieobojętne dla klimatologii lekarskiej ze względu na towarzyszące im zjawiska meteorologiczne. W Berlinie wynosi amplituda takich nieokresowych wahań średnio 25.4 mm. Hg., w Londynie 27.88 mm. Hg., w Christjanji nawet 33.65 mm. Hg. Przytoczone w tej chwili cyfry nie oznaczają jeszcze największych różnic barometrycznych. A. Loe wy przytacza dla Berlina jako najwyższą wartość, zanotowaną 23 stycznia 1907 roku 787.2 mm. Hg. Najniższe ciśnienie, 737.6 mm. Hg., stwierdzono 30 stycznia tego samego roku. Oznacza to, że barometr opadł w ciągu 7 dni o 49.6 mm. Hg. Największe spadki z dnia na dzień, dostrzeżone dotychczas, wynoszą według v. H a n n a około 22 mm. Hg. i należą do rzędu bardzo rzadkich zdarzeń meteorologicznych.

O rozmieszczeniu ciśnienia powietrza na kuli ziemskiej rozstrzygają w zasadzie jego ogrzanie i stopień nasycenia parą wodną. Zależy od tego także przebieg linii, łączących ze sobą miejsca o równym ciśnieniu, nazwanych izobarami, oraz położenie i kształt obszarów, zamkniętych temi linjami (zob. ryc. 19).

Najniższy stan barometru notuje meteorologia na równiku i po obu jego stronach, najwyższy w pasach przyległych, sięgających do 30°, a nawet do 40° szerokości geograficznej. W kierunku ku biegunom opada ciśnienie coraz bardziej, osiąga najniższy poziom między 60 a 70° szerokości geograficznej, aby wzrosnąć nieco w pasach, łączących w bliskim sąsiedztwie biegunów. Są to wszakże tylko najogólniejsze zarysy prawie że schematyczne. Nawet na południowej półkuli, odznaczającej się większą systematycznością zjawisk meteorologicznych, nie trzymają się izobary zbyt dokładnie naszkicowanego powyżej przebiegu. Na półkuli północnej przebiegają linje równego ciśnienia wśród licznych skrzywień i wygięć, skierowanych wypukłościami bądź w dół, ku równikowi, bądź w górę, ku biegunom. Godzi się także podnieść, że zwłaszcza we wschodniej połaci północnej półkuli różni się przebieg izobarów letnich i zimowych. Wiąże się z tem także wzrost rocznej amplitudy ciśnienia. Różnice ciśnień dochodzą w niektórych okolicach ładu azjatyckiego do 25 mm. Hg. Ciśnienie powietrza zachowuje się tam zasadniczo podobnie, jak ciepłota powietrza. Między

przebiegiem izobarów i izotermów dostrzec można już na pierwszy rzut oka dość znaczne analogie.

### *Ruchliwość powietrza. — Wiatry. — Wymiana powietrza.*

Różnice ciśnień barometrycznych, powstające jako następstwo niejednakowego ogrzania powietrza, sprawiają, że w powietrzu niema nigdy i nigdzie zupełnego spokoju w dosłownem znaczeniu tego pojęcia, że panuje w niem ciągly ruch, jako następstwo dążności do wyrównywania różnic ciśnienia, a równocześnie także różnic ogrzania. Wyrazem tego ruchu są prądy, płynące z okolic o wyższem do okolic o niższem ciśnieniu, odczuwane przy dostatecznej sile jako wiatry. Ta ich siła, równoznaczna z pojęciem szybkości, zależy z jednej strony od wielkości różnic ciśnienia, z drugiej od odległości miejsc, między któremi płynie wietrzny prąd powietrza. Przy znacznych odległościach i przy niewielkich różnicach ciśnień powstają słabsze, przy mniejszych odległościach i przy znacznych różnicach ciśnień szybsze, a więc i silniejsze prądy.

Przynajmniej teoretycznie można dla określenia wyrażonego w tej chwili stosunku i dla oznaczenia szybkości wiatru posłużyć się zrównaniem:

$$V = \frac{B - B'}{D} \cdot 111$$

w którym B i B' oznaczają stany barometrów, D odległość miejsc, między któremi wieje wiatr, a liczba 111, jako wartość stała, wyraża w kilometrach miarę jednego stopnia długości geograficznej na równiku.

Do mierzenia siły wiatru służą przyrządy, zwane wiatromierzami (anemometrami). Oznaczają one albo szybkość prądu powietrza, albo też wielkość wywieranego przez powietrze parcia. Do najbardziej rozpowszechnionych należą wiatromierz Wilda i wiatromierz Robinsona.

W braku przyrządów można ostatecznie posługiwać się podmiotowymi spostrzeżeniami i notować je na zasadzie przyjętej na stałe jakiejś skali. Najczęściej używa się skali 10-cio, lub 6-cio stopniowej.

Dla oceny siły wiatru według skali 10-cio stopniowej służą następujące wskazówki:

Stopień 0. Zupełna cisza.

„ 1. Załedwie dający się odczuwać powiew wiatru.

„ 2. Wiatr porusza liście drzew.

- Stopień 3. Wiatr porusza także drobniejsze gałązki drzew.  
 „ 4. Wiatr porusza nieco grubsze gałęzie drzew.  
 „ 5. Wiatr porusza grube gałęzie drzew.  
 „ 6. Wiatr porusza konary i pnie drzew.  
 „ 7. Silny wiatr, łamiący i obrywający gałązki drzew.  
 „ 8. Burza, łamiąca gałęzie i cieńsze drzewa.  
 „ 9. Burza, łamiąca grube drzewa.  
 „ 10. Orkan, zrzucający kominy i dachy.

Oznaczenia skali 1 — 6 są następujące:

TABLICA XXXIV.

| Działanie wiatru                                    | Siła wiatru<br>wg. skali<br>1—6 | Szybkość<br>wiatru<br>w metrach<br>na sekundę | Ciśnienie<br>wiatru<br>w kilogram.<br>na 1 metr <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 0. Dym z kominów wznosi się prosto w górę           | cisza                           | 0 — 0.5                                       | 0 — 0.15                                                     |
| 1. Powiew daje się uczuć; ruszają się drobne listki | słaby                           | 0.5 — 4.0                                     | 0.15— 1.87                                                   |
| 2. Wiatr wstrząsa liśćmi drzew                      | mierny                          | 4.0 — 7.0                                     | 1.87— 5.96                                                   |
| 3. Wiatr porusza gałązki                            | dość silny                      | 7.0 —11.0                                     | 5.96—15.27                                                   |
| 4. Wiatr porusza większe gałęzie i cienkie pnie     | silny                           | 11.0 —17.0                                    | 15.27—34.35                                                  |
| 5. Wiatr porusza całe drzewa                        | burza                           | 17.0 —28.0                                    | 34.35—95.4                                                   |
| 6. Wiatr działa niszcząco                           | orkan                           | ponad 28.0                                    | ponad 95.4                                                   |

Nie zawadzi przypomnieć, że wiatry nie wieją nigdy i nigdzie zupełnie jednostajnym prądem. Jego siła i szybkość podlegają ciągłym zmianom. Znać je zwłaszcza podczas panowania burz i huraganów. Nierzadko tworzą się wiry wietrzne i groźne, zwłaszcza na morzach i na pustyniach, trąby powietrzne. Wszystko to stoi w związku z wahaniami wysokości ciśnień, a bardzo często także ze zmianami kierunku i z wpadaniem w wir powietrzny zasadniczego kierunku wiatru innych jeszcze wirów.

Niezbędne uzupełnienie oznaczeń siły tworzą dokładne spostrzeżenia o kierunku wiatru. Zasadniczo wystarcza odróżnianie 8 kierunków: południowego, północnego, wschodniego, zachodniego, południowo-wschodniego, południowo-zachodniego, północno-wschodniego i północno-zachodniego. W skróceniu notuje się, przy

zachowaniu tej samej kolejności: S, N, E, W, SE, SW, NE, NW.

Z uporządkowanym rozdziałem ciepła na kuli ziemskiej, w większym i w mniejszym stylu, i z tworzeniem się pasów termicznych, w pewnych warunkach obszarów termicznych, łączy się, siłą rzeczy, powstawanie również uporządkowanych prądów powietrznych i rozmaitych systemów wiatrów, bądź to bardzo powszechnych, bądź też mniej lub więcej ograniczonych pod względem przestrzeni, na jakiej rozciąga się ich panowanie. Określenia „rozmaite systemy wiatrów“ nie należy pojmować zupełnie dosłownie i wnosić z niego, że tych systemów jest bardzo wiele. Rozmaite, a tem samym stosunkowo dość liczne są tylko warunki dla powstawania wiatrów, związane z położeniem geograficznym, oraz z rodzajem i z rzeźbą powierzchni różnych części kuli ziemskiej.

Jako zasadnicze, można wskazać trzy systemy. Jeden z nich powstaje na tle różnic w ogrzaniu powietrza między równikiem a biegunami, drugi na tle różnic między ogrzewaniem się lądów i mórz, trzeci na tle różnic w ogrzaniu niższych i wyższych warstw powietrza, w związku z różnemi wzniesieniami sąsiadujących ze sobą obszarów ziemi.

Prądy powietrzne na przestrzeni między równikiem a biegunami różnią się między sobą o tyle, że trzeba je rozdzielić na dwie grupy, na grupę podzwrotnikową i na grupę strefy umiarkowanej.

Podzwrotnikowy system prądów powietrznych tworzy zamknięte koło wiatrów pasatowych. Fizyczno-meteorologiczny mechanizm powstawania tych prądów jest bardzo prosty. W pasie równikowym, po obu stronach równika, wznosi się silnie rozgrzane powietrze w górę i płynie ku biegunom. Powinno płynąć wprost ku północy, z jednej, ku południowi, z drugiej strony równika. Ale obrotowy ruch ziemi z zachodu ku wschodowi sprowadza odchylenie, na północnej półkuli ku prawej, na półkuli południowej ku lewej stronie. Pasat górny wieje skutkiem tego na północ od równika jako wiatr południowo zachodni, na południe jako wiatr północno zachodni. I tu i tam uwydatnia się przez ruch obrotowy ziemi coraz bardziej odchylenie kierunku. Powyżej 30° szerokości geograficznej, tak północnej jak południowej, w pasach najwyższych ciśnień barometrycz-

nych, jest ono już tak wielkie, że niweczy, przy równoczesnem ochłodnięciu powietrza prądów antipasatowych, działanie pierwotnych różnic ciśnień. Górny pasat opada skutkiem tego ku dołowi. Równocześnie z tem powstaje na pozór paradoksalne zjawisko — zasadniczy zwrot kierunku. Pasat górny zamienia się na pasat dolny i płynie prądem chłodniejszego wiatru ku równikowi, w sferę, w której, jako następstwo silnego ogrzania powietrza, powstał ruch pasatowy ku górze i gdzie w niższych warstwach wytwarzać się musi przestwór niżkowy. Przez wpływ ruchu obrotowego ziemi nastaje i tu także odchylenie kierunków. Pasat północnej półkuli wieje z północnego wschodu, południowej półkuli z południowego wschodu.

Żaden z tych dolnych pasatów nie dochodzi do równika. Tem samem nie styka się nigdzie jeden z drugim. Dzieli je t. zw. doldrum, albo inaczej pas cisz, zwany także pasem kalm, zajmujący w różnych porach roku i w różnych długościach geograficznych różne pasy przyrównikowych szerokości geograficznych.

Pas cisz przesuwają się na przestrzeni między zwrotnikami Raka i Koziorożca równorzędnie ze słońcem, zwłaszcza na morzach bardzo systematycznie uporządkowanym sposobem. Dla dwóch krańcowych miesięcy, dla marca i dla września podaje E. Alt następujące graniczne wartości:

TABLICA XXXV.

|            | W marcu na Oceanie |            | We wrześniu na Oceanie |            |
|------------|--------------------|------------|------------------------|------------|
|            | Atlantyckim        | Spokojnym  | Atlantyckim            | Spokojnym  |
| NE pasat   | 26 — 30N           | 25 — 50N   | 35 — 110N              | 30 — 100N  |
| Doldrum    | 30 — równ.         | 5 — 30N    | 11 — 30N               | 10 — 70N   |
| SE — pasat | równ. — 250S       | 30N — 280S | 30N — 280S             | 70N — 200S |

Na zasadzie różnic w ogrzaniu powietrza tych okolic podzwrotnikowych, w których leży pętla okrężnego układu wiatrów pasatowych i z których zaczyna wiać ku równikowi dolny pasat, powstaje w nich drugi, ku północy zwrócony prąd ciepłego powietrza, coś jakby w rodzaju przedłużenia antipasatu. Ale że siła jego jest znacznie słabsza, a wpływ obrotu ziemi w tych szerokościach geograficznych jest już bardzo znaczny, zmienia się wprost doraźnie jego kierunek. Zamiast z południa na północnej, a z północy na południowej półkuli wieją te wiatry podtropikalne z zachodniej strony horyzontu. Ale ten rodzaj zachodnich wiatrów nie odznacza się ani

w małej nawet części taką systematycznością, jaka cechuje wiatry pasatowe. Znamię ich tworzy raczej zmienność i niestalość — następstwo wpływów, wywieranych na zasadniczy podtropikalny prąd powietrza przez t. zw. wtórzone prądy, zmieniające się pod względem kierunku i siły bardzo łatwo i bardzo często wraz z zmianami położenia barometrycznych minimów i maximów, t. zn. okręgow z niskiem i wysokiem ciśnieniem, oddziałujących na siebie wzajemnie.

Przez wpływy, wychodzące z wędrownych okręgów niskiego i wysokiego ciśnienia, powstają siłą rzeczy w różnych częściach ziemi w obrębie strefy umiarkowanej zmiany atmosferyczne, posiadające mniejsze lub większe znaczenie dla kształtowania się ich przeciętnego klimatu. Jeszcze większy wpływ wywierają w tym kierunku t. zw. stałe ośrodki atmosferyczne — czynne centra atmosferyczne, o zasięgu działania nie tak wielkim, jak strefy cisz i strefy podtropikalnej, ale jednak bardzo rozległym. Należą tu letnie rejon depresyjny i zimowe z wysokiem ciśnieniem na lądzie azjatyckim, oraz znaczny obszar na Oceanie Atlantyckim, w okolicy, w części na wybrzeżu Islandji, z niskiem ciśnieniem, zwany skutkiem tego także islandzkim rejonem depresyjnym. Z wilgotnymi i ciepłymi wiatrami ciągną stąd potężne prądy oceanicznego powietrza ku brzegom zachodniej Europy, płyną w głąb jej lądu i stwarzają na wielkim obszarze znamienne modyfikacje klimatu. Nawet w północno zachodniej części Polski znać jeszcze działanie tych prądów.

W ustępie o ciepłocie powietrza i o rozdziale ciepła na ziemi uwydatniły się przy porównywaniu stopnia i sposobu rozgrzewania się lądu i wody, a w dalszem naturalnem następstwie także lądowej i wodnej powietrzni, znaczne różnice termiczne. Ląd ogrzewa się nierównie szybciej wśród dnia, chłodnie znacznie prędzej w godzinach nocnych, aniżeli woda. Silniej ogrzane powietrze lądowe wznosi się już podczas stosunkowo wczesnego przedpołudnia w górę i płynie jako górny wiatr lądowy ku morzu. Powstaje w ten sposób obszar depresyjny i warunki dla wpadania weń gęstszego, chłodniejszego powietrza nadwodnego. Prąd jego, upragniony w ciepłej strefie wiatr morski, chłodny i zwykle dość wilgotny, zaczyna płynąć prawie dokładnie o tej samej porze dnia, w której z nad lądu rozgrzane powietrze wznosi się w górę i wieje wiatrem lądowym ku morzu.

To samo, co nad morzami, dzieje się także w sąsiedztwie wielkich jezior. Wśród dnia ciągnie z nad ich wód chłodny prąd powietrza i łagodzi gorąco wybrzeży.



Znają go dobrze okolice jezior włoskich i szwajcarskich, a z poza europejskich zwłaszcza jeziora bajkalskiego.

Na północnym brzegu jeziora Genewskiego otrzymały okresowe wiatry dobowe nawet osobne nazwy — wiatr od lądu nazwano „Morget“, wiatr z nad jeziora „Robot“.

W nocy zmieniają się kierunki wiatrów. Z nad znacznie ochłodzonej ziemi zrywa się chłodny wiatr lądowy i ciągnie tuż nad wodą; od wody wieje w nieco wyższych warstwach powietrza prąd cieplejszego powietrza nad ziemią.

Ciągła wymiana powietrza posiada pierwszorzędne znaczenie dla kształtowania się klimatu wszystkich krajów nadmorskich, zwłaszcza klimatu termicznego. Posiadają one przez nią bardziej jednostajną ciepłotę nie tylko wśród doby, ale także wśród dłuższych okresów czasu.

Na stosunkach klimatycznych całej północno zachodniej Europy wyciskają wiatry, wiejące z nad Atlantyku, tem znamiennejsze piętno, że niosą leżącym w tej jej części krajom ciepłe powietrze z nad rozgrzanych wód prądu zatokowego — gólsztromu. Podnoszą one o wiele stopni ciepłotę Wielkiej Brytanji, Islandji i zachodniej Norwegji, sprawiają, że w Irlandji niema zimy w naszym pojęciu i że dostać się jej mogła nazwa wiecznie zielonej wyspy. Jest to wszakże tylko wyjątkowy przywilej klimatyczny lądu europejskiego, ściśle biorąc jego zachodniej części. Wpływ wiatrów morskich z ich dobowego okresowego systemu nie sięga zbyt daleko w głąb lądu, zasadniczo tem dalej im głębszemi zatokami morze wdziera się w stały ląd. Dzieje się tak np. w zachodniej Norwegji z jej powszechnie znanymi fiordami. Przy niekorzystnem ukształtowaniu pobrzeża może się zdarzać, że w częściach jego, osłoniętych nieco wyższymi pagórkami, np. wydmiami, niema zupełnie odmorskiego prądu powietrza, a podmuchy wiatru dają się odczuwać dopiero nieco dalej.

Obok dobowej wymiany powietrza morskiego i lądowego, objawiającej się przez wiatry, o których mówiliśmy przed chwilą, powstają jeszcze wymiany w większym stylu na tle różnic w ogrzaniu powietrza na lądzie i na morzu wraz ze zmianą pór roku. Wyrazem ich są okresowe wiatry, zwane z arabska monsumami. Zrywają się one z szczególną siłą w tych okolicach, względnie w tych częściach ziemi, gdzie wraz ze zmianą pór roku zjawiają się bardzo znaczne różnice ciepłoty i ciśnienia powietrza, czyli w połaciach ziemi z wielkimi amplitudami odnośnych zjawisk meteorologicznych. W całej pełni dotyczy to południowo wschodniej części lądu azjatyckiego. To też panowanie monsumów rozciąga się przedewszystkiem na wybrzeża Oceanu Indyjskiego. Dla klimatu Indyj angielskich i dalej ku wschodowi położonych krajów południo-

wej Azji posiada wielkie znaczenie monsum, wiejący przez całe lato z południowego zachodu. Łagodzi on do pewnego przynajmniej stopnia skwar powietrza tych krajów. W północnej Australji wieje letni monsum z północnego zachodu i przynosi również chłodniejsze powietrze morskie. Taki sam wiatr nawiedza także podzwrotnikowe wybrzeża wschodniej i zachodniej Afryki.

Wszystkie letnie monsumy należą z natury rzeczy do grupy wiatrów morskich. To też niosą one nietylko chłodniejsze, ale także bardzo wilgotne powietrze morskie i darzą kraje, nad którymi ciągną, dość chmurnym niebem i bardzo znaczną ilością opadów atmosferycznych.

Monsumy zimowe są, wprost przeciwnie, wiatrami lądowymi. Wieją z okolic znacznie oziębionych, a więc niosą chłód, nierzadko nawet mroźny, suche powietrze i bezchmurne słoneczne niebo.

Dla uzupełnienia wiadomości o monsumach wypada jeszcze nadmienić, że i tu także istnieje określony ruch powietrza, podobny do ruchu prądów pasatowych. W lecie wieje, jako uzupełnienie systemu, górny gorący wiatr lądowy, w zimie zajmuje jego miejsce prąd ciepłego powietrza morskiego, płynący w odwrotnym kierunku. I letnie i zimowe pary prądów zbliżają się gdzieś aż do zupełnego zetknięcia i tworzą takie samo pętlicowe połączenie, jak pasat i antipasat.

Na tych samych zasadach co okresowe dobowe wiatry morskie i lądowe, t. zn. na tle wybitnych różnic ogrzania powietrza i niejednakowego jego ciśnienia powstaje bardzo znamienity system wiatrów dziennych i nocnych na terenie górskich dolin i przedgórskich nizin. Dni i skłony dolin, zwrócone ku słońcu i unoszące się nad nimi powietrze rozgrzewają się już od samego rana lepiej i wydatniej, aniżeli leżące ponad nimi tereny. Ciepłejsze i lżejsze skutkiem tego powietrze dąży słabszym lub silniejszym prądem ku górze przez całą długość doliny jako ciepły wiatr nizinny. Z zapadaniem nocy nastaje silne promieniowanie szczytowych obramień dolin. Ochłodzone, cięższe powietrze opada prądem chłodnego wiatru górskiego w doliny. Przyczynia się to w sporej mierze do powstawania na samem dnie dolin przynajmniej smugowatych, niekiedy nawet wyraźnie mglistych oparów.

Oprócz stale w ciągu doby powracających wiatrów, wieją w górach wiatry sporadyczne, nieokresowe, ale powstające najczęściej w tych samych porach roku, niezmiernie ważne dla klimatologicznej charakterystyki wcale nawet rozległych przestrzeni krajów górskich. Największe znaczenie posiadają tu wiatry, zwane w krajach alpejskich Föhnami, u nas w Tatrach wiatrami halnymi.

Zjawianie się ich łączono dawniej z prądami, wiejącymi z Sahary. Przemawiały za tem pozornie południowy kierunek podmuchów, znaczna ciepota i mała wilgotność powietrza. Tłómaczenie to porzucono wobec spostrzeżeń, poczynionych w stacjach meteorologicznych wzdłuż drogi, którą wieją Föhny alpejskie. Dowiedzieliśmy się z nich bardzo ciekawych szczegółów o ciepocie, wilgotności i kierunku wiatru w różnych punktach ich drogi. I tak notowano po drodze, wiodącej przez górę św. Gotharda, w kierunku z południa ku północy:

TABLICA XXXVI.

| Miejscowość  | Wznies. n. p. m. | Ciepłota pow. | Kierunki wiatru | Wilgot pow. |
|--------------|------------------|---------------|-----------------|-------------|
| Bellizonco   | 229 mtr.         | 3·00C         | N               | 80%         |
| St. Vittore  | 268 „            | 2·50C         | S i SW          | 85%         |
| Airolo       | 1172 „           | 0·90C         | N i S           | —           |
| St. Gotthard | 2100 „           | -4·50C        | S               | —           |
| Andermatt    | 1448 „           | 2·50C         | SW              | —           |
| Altdorf      | 454 „            | 14·50C        | S (Föhn)        | 28%         |

Uderzają w tych spostrzeżeniach różnice ciepłoty na korzyść miejscowości, położonych dalej ku północy i wzniesionych bardziej nad poziom morza, różne kierunki wiatru i różna wilgotność powietrza. Na szczegóły te zwrócił uwagę v. Hann i objaśnił, opierając się na nich, mechanizm alpejskich wiatrów halnych.

Punkt wyjścia dla tłómaczenia genezy tych wiatrów tworzy zachowanie się ciepłoty powietrza przy zmieniającem się jego zgęszczeniu. Wzrostowi ciśnienia towarzyszy ogrzanie, spadek ciśnienia idzie w parze z oziębieniem powietrza. Z nastaniem różnych ciśnień po przeciwnych stronach łańcucha gór podnosi się silniej ogrzane powietrze południowych stoków w górę i głąb zboczami ku szczytom grzebienia górskiego. Osiągając coraz wyższe poziomy, rzędnie powietrze coraz bardziej, a wraz z tem oziębia się stopniowo. Z początku postępuje oziębianie

wcale szybko, o  $1^{\circ}$  C co każdych 100 metrów wzniesienia. Rzadkie i chłodne powietrze nie może objąć tej samej ilości pary wodnej, jaka się mieści w powietrzu gęściejszem i cieplejszem, powstaje zupełne nasycenie, wreszcie przesylenie. Para wodna zaczyna się skraplać. Wraz z tem uwalnia się pewna ilość ciepła. Oziębianie postępuje wtedy mniej szybko, o  $1^{\circ}$  C co każdych 200 metrów wzniesienia. Po drugiej stronie grzebieńa opada prąd wiatru ku dołowi. Powietrze gęstnieje i ogrzewa się w miarę obniżania się poziomu. Ciepłota rośnie co każdych 100 m. o  $1^{\circ}$  C. Ogrzanie odbywa się, przy opadaniu prądu szybciej, aniżeli się odbywało oziębianie podczas wznoszenia się powietrza. Ciepłota wiatru jest skutkiem tego u wylotu jego drogi w dolinach, leżących na północnych stokach łańcucha górskiego, znacznie wyższa, aniżeli była na południowych. Nadto zawiera powietrze tylko bardzo niewiele pary wodnej. Nie dziwne wobec tego, że ciepłota miejsc, przez które przechodzą alpejskie wiatry halne podnosi się o wiele stopni, że z zaśnieżonej ziemi znika śnieg jak za dotknięciem czarodziejskiej różdżki. I nie należy do niezwykłych zjawisk, że zimowy krajobraz wieczoru zmienia się przez noc w zupełnie prawie wiosenny.

Ciepłe wiatry wpływają korzystnie na roślinność. Dla Innsbrucku w Tyrolu i dla najbliższej jego okolicy wykazują pomiary średnią roczną ciepłotę wyższą o  $0,6^{\circ}$  C. od ciepłoty niedalekiego sąsiedztwa. Wiosna nadchodzi tam wcześniej, zima zjawia się później. Dzieje się to tylko przez częste wiatry południowe. Posiadają one wszakże i ujemne strony. Wzrósłszy do siły orkanu, niszczą całe połacie lasów, zrywają dachy domostw i t. d.

Wprost przeciwny kierunek, jak południowe wiatry halne, posiada nie mniej silny północny Föhn alpejski i wiatr zwany borą. Borę zna całe pobraże Adrjatyku, a więc Istryja, Dalmacja, Bośnia i Hercegowina, a nawet dalsze, głębiej wśród bałkańskiego półwyspu położone kraje. Prąd jej wciska się wszędzie i przejmuje lodowatym chłodem, pomimo, że ciepłota powietrza opada nie wiele tylko poniżej  $0^{\circ}$  C. Taki sam zimny, północno-zachodni wiatr nawiedza południową Francję i północne Włochy. We Francji zwa go mistral, we Włoszech maestro.

Zasłużona wzmianka należy się jeszcze ciepłym wiatrom, wiejącym nieraz szeregiem dni w północnej części Afryki i w krajach południowej Europy. W Hiszpanji dano im nazwę „solano“, w Italji „sirocco“, w krajach

południowej słowiańszczyzny „jugowina“. Nawiedzają one te kraje w różnych porach roku i trwają rozmaicie długo, niekiedy nawet przez kilkanaście dni. Prąd rozgrzanego powietrza, zwykle bardzo silny, rozlewa się po wielkich przestrzeniach.

W górach półwyspu bałkańskiego przypomina jugowina swoimi właściwościami wiatry halne. Nie różni się od nich także wpływem, wywieranym na ludzi. Najazd wiatru kończy się zazwyczaj mniej lub więcej obfitymi opadami.

O wiele jeszcze przykrzejsze, a nawet wprost groźne są wiatry pustynne, samum perski i arabski, chamsin egipski, oraz harmattan, nawiedzający zachodnie części Afryki, położone na równej wysokości z Saharą.

Nawet wiatry, płynące z niezbyt daleka, nazwijmy je wiatrami miejscowymi, przynoszą z sobą i rozprzestrzeniają powietrze o własnościach, różniących się pod pewnymi względami od powietrza, wypełniającego przed najbliższym wiatru bezpośredni przestwór powietrzny danej okolicy, czy miejscowości. Tem bardziej czynią to wiatry, nadciągające ze stron o wiele dalszych, niekiedy bardzo nawet dalekich. Dzieje się tak na całej ziemi, na wszystkich jej lądach i morzach. Ale bodaj z największą różnorodnością wymiany powietrznej spotkać się można w krajach leżących jakby na rozgraniczeniach rozmaitych stref klimatycznych.

Na szczegóły te zwrócono w ostatnich czasach pilniejszą uwagę, a frankfurtski profesor F. L i n k e poświęcił im osobny wykład na dorocznym zebraniu towarzystwa „Die Mittelrheinische Studiengesellschaft“, odbytem w roku 1931, w zdrojowisku Dürkheim.

W wykładzie, zatytułowanym „Klimatologia ciała powietrznego“ — Luftkörperklimatologie — podnosi L i n k e, że w każdej miejscowości zmienia się częściej lub rzadziej środowisko powietrzne i że przy tem nastaje bardzo często jakby zmiana klimatu, odczuwana przez ludzkie ustroje w mniejszym lub w większym stopniu, w znaczeniu korzystnym lub niekorzystnym. Mogą się z tem łączyć wprost dolegliwości aklimatyzacyjne, utrzymujące się tak długo, dopóki się nie dokona zupełna aklimatyzacja.

Napływowe powietrze, niesione z dalekich stron, odznacza się swoistymi własnościami geoklimatycznymi. I ze

względu na te własności odróżnia Linke kilka ciał powietrznych. Należą tu powietrze podbiegunowe, podzwrotnikowe, morskie i kontynentalne, a w dalszem rozgatkowywaniu jeszcze powietrze podbiegunowo morskie, podzwrotnikowo morskie, podbiegunowo kontynentalne i podzwrotnikowo kontynentalne, wreszcie powietrze obojętne i powietrze mieszane.

Po rozpatrzeniu się w tablicach zjawisk meteorologicznych można z wielką dokładnością określić częstość zmian powietrznego środowiska, a równocześnie z tem oznaczyć klimatyczny charakter każdej miejscowości. Według średnich, obliczonych z lat 1924 — 1930 przez współpracownika Linke'go, Dra Dienesa i podanych w liczbach odsetkowych, zmienia się środowisko powietrzne Frankfurtu nad Menem w następujący sposób:

TABLICA XXXVII.

| Pora roku | Ś r o d o w i s k o p o w i e t r z n e |              |         |         |               |             |                |              |          |           |
|-----------|-----------------------------------------|--------------|---------|---------|---------------|-------------|----------------|--------------|----------|-----------|
|           | podbiegun.                              | podzwrotnik. | morskie | kontyn. | podbieg. mor. | podzw. mor. | podbieg. kont. | podzw. kont. | obojętne | mieszane. |
| Zima      | 4.2                                     | 2.2          | 30.2    | 20.6    | 11.4          | 8.2         | 2.6            | 1.3          | 7.0      | 11.9      |
| Wiosna    | 7.8                                     | 5.1          | 26.5    | 11.4    | 24.7          | 6.1         | 2.9            | 0.8          | 6.5      | 8.3       |
| Lato      | 1.8                                     | 3.7          | 34.0    | 6.6     | 32.4          | 4.6         | 0.8            | 1.0          | 8.6      | 6.8       |
| Jesień    | 5.2                                     | 2.9          | 28.6    | 6.4     | 28.0          | 9.2         | 2.7            | 0.5          | 8.6      | 7.9       |

Przewaga morskiego nawiania, a więc tem samem morskość klimatu uwydatnia się tu bardzo wyraźnie.

Powszechniejsze znaczenie posiadają takie same zestawienia znamion klimatycznych całego szeregu miejscowości, rozrzuconych na znacznej przestrzeni. Pozwalają one tem lepiej i tem szczegółowiej poznać istotę klimatu wielkich połaci ziemi. W całej pełni dotyczy to krajów, położonych na rubieżach klimatycznych, między nimi także i Polski, zwłaszcza jej zachodniej i północno-zachodniej połaci. Dla Niemiec podał je Dienes w przecięciu odsetkowym według spostrzeżeń z lat 1929 i 1930. Powtarzam je w całości, po części także dlatego, żeby wskazać przez nie, jaką wielką doniosłość miałyby takie same zestawienia dla ziem polskich.

TABLICA XXXVIII.

| Okolica                    | Środowisko powietrzne |              |          |          |                |                 |                |                |
|----------------------------|-----------------------|--------------|----------|----------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
|                            | podbiegun.            | podzwrotnik. | mor-skie | kon-tyń. | podbieg. mors. | podzwrot. mors. | podbieg. kont. | podzwrot kont. |
| Podbrzeże Morza Północnego | 6.4                   | 1.5          | 28.5     | 17.3     | 25.0           | 3.2             | 2.4            | 0.5            |
| Prusy Wschodnie            | 14.5                  | 1.4          | 17.3     | 27.4     | 9.6            | 0.3             | 6.0            | 1.6            |
| Niemcy zachodnie           | 5.9                   | 3.8          | 25.9     | 16.7     | 24.9           | 5.6             | 1.9            | 1.1            |
| Nizina północno-niemiecka  | 7.0                   | 1.9          | 22.9     | 22.0     | 23.6           | 3.8             | 2.5            | 1.4            |
| Saksonja                   | 8.2                   | 2.7          | 22.2     | 22.7     | 21.3           | 3.1             | 2.5            | 1.6            |
| Śląsk                      | 10.7                  | 2.7          | 20.0     | 27.6     | 18.1           | 1.9             | 3.0            | 2.5            |
| Niemcy południowe          | 6.0                   | 5.5          | 24.1     | 24.2     | 20.2           | 3.4             | 1.6            | 1.1            |

Podobnie, jak w krajach niemieckich, układają się niewątpliwie stosunki i w innych częściach zachodniej i środkowej Europy. Tak samo dzieje się bezspornie także w innych częściach świata, zwłaszcza w klimatycznym zasięgu monsunów. Dokładne zbadanie tych stosunków na całej kuli ziemskiej posiada dla klimatologii lekarskiej pierwszorzędne znaczenie, daje jej w ręce materiał, z którego czynić można zupełnie uzasadnione wnioski o jakości klimatu pod względem higienicznym, a w dalszym ciągu o jego biodynamicznych i leczniczych walorach.

#### *Wilgotność powietrza.*

Łatwość, z jaką woda przeinacza swoją fizyczną strukturę, jej dążność do parowania z jednej, wielka wrażliwość gazu wodnego wobec zmian ciepłoty powietrza i łączące się z tem przechodzenie z stanu lotnego w ciekły z drugiej strony sprawiają, że żywioł wodny znajduje się w stanie niemal że ciągłych przemian i ciągłego ruchu, jawi się światu w rozmaitych postaciach, krążąc przytem w zamkniętej przestrzeni, ograniczonej z jednej strony ziemią, z drugiej najgórniejszą warstwą troposfery. Nie bez słuszności dostało się tym wodom od Suesa znamienne nazwanie „*aquae vadosae*“ Atmosfera gra w tym systemie rolę jakby jakiejś olbrzymiej gąbki, która na przemian to chłonie w siebie, to oddaje z siebie wodny żywioł. Odsłania się w tem jedno z tych tak bardzo prostych w swojej istocie, a jednak tak wspaniale stylo-

wych urządzeń przyrody, niezbędnych dla życia i dla rozwoju wszelkiego rodzaju jestestw organicznych, od najniższych do najwyższych tworów.

Zawartość pary wodnej w powietrzu zależy z jednej strony od wydajności źródeł, które jej dostarczają, z drugiej od chłonności atmosfery, zmieniającej się wraz ze zmianą ciepłoty i gęstości powietrza.

Najwięcej gazu wodnego dostarczają wody oceanów, zalewające prawie 3/4 powierzchni całej kuli ziemskiej. Drugie po oceanach miejsce zajmują wszelkiego rodzaju wody lądowe i opady atmosferyczne, zwłaszcza w okolicach z bujną roślinnością i z rozległymi lasami, dzięki czemu wody opadowe wsiąkają w sporej ilości w ziemię i zatrzymują się w niej przez dłuższy przeciąg czasu. Najmniej waży w całej ziemno - powietrznej gospodarce wodnej ta ilość pary, która dostaje się powietrzu przez oddechanie i przez parowanie skóry całego świata zwierzęcego i całej ludzkiej społeczności.

Szybkość i wydatność parowania rosną w miarę zwiększania się ciepłoty wody i w miarę żywości, z jaką się odbywa wymiana powietrza. Bez tej wymiany byłaby dyfuzja tym jedynym tylko czynnikiem fizycznym, przez który dokonywaćby się mogło zawilgacanie coraz to dalszych od źródła parowania warstw powietrznych. Postępy takiego rozprzestrzeniania się gazu wodnego, byłyby bardzo powolne i bardzo niedostateczne. Zapobiegają temu prądy powietrzne, o których mówiliśmy obszerniej w jednym z poprzednich ustępów, w pierwszym rzędzie systemy prądów w wielkim stylu. Niosą one z nad oceanów wilgotne, obficie parą wodną napojone powietrze w atmosferę lądową rozległych kontynentów, a atmosferze oceanicznej oddają zamiast tego suche powietrze kontynentalne. Na mniejszą skalę dzieje się to samo z wymianą powietrza wilgotniejszego, unoszącego się nad okolicami silniej nawodnionymi i z bujnym pokryciem roślinnym, zwłaszcza z bardzo rozległymi lasami i powietrza suchszego, z okolic uboższych w wodę.

Wyrażenia „wilgotne powietrze“ nie należy rozumieć w dosłownem, potocznem znaczeniu tego słowa. Nie oznacza to tego samego, co dosadnie określa wyrażenie „mokre powietrze“. Każde powietrze zawiera jakąś ilość pary wodnej, a więc każde jest w pewnym stopniu wil-



gotne. To też w istocie rzeczy chodzi meteorologii o określanie stopnia tej wilgotności przez oznaczanie ilości pary wodnej, zawartej w jednostce objętości powietrza.

Wspomnieliśmy przed chwilą, że zdolność wchłaniania pary wodnej przez powietrze zależy od jego ciepłoty po części także i gęstości — zwiększa się w miarę rozgrzewania się i gęstnienia, maleje wraz z chłodnięciem i rzędnięciem powietrza. Wynika z tego, że ta ilość pary wodnej, jaka zmieścić się może w jednostce objętości powietrza, to znaczy ilość, poza którą rozpoczyna się już przesylenie, jest inna dla każdej ciepłoty i gęstości.

Powietrze z maksymalną dla niego w danych warunkach ilością pary wodnej nazywa się powietrzem nasyceniem, a ciepłota jego ciepłotą wysycenia. Powietrze o tej samej ciepłocie i o takim samym ciśnieniu, zawierające w sobie mniejszą ilość pary, jest niedosycenie. Ilość brakująca tworzy miarę niedosycenia — deficytu wilgotności. Różnica między ilością maksymalną a deficytem oznacza wilgotność bezwzględną; suma z ilości bezwzględnej i z deficytu wyraża ilość maksymalną, czyli zupełne wysycenie.

Już bardzo nieznaczne obniżenie ciepłoty wysycenia pociąga za sobą malenie zdolności chłonięcia pary wodnej i skraplanie się tejże. Mówi się wtedy o punkcie skraplania się pary.

Zupełnie prosty sposób oznaczania bezwzględnej wilgotności polega na tem, że z jednostki objętości powietrza usuwa się zupełnie parę wodną zapomocą np. chlorku wapnia, bezwodnika kwasu fosforowego, zgęszczonego kwasu siarkowego i t. p., po poprzedniem dokładnem odważeniu użytego do osuszania ciała. Różnica jego wagi po skończonem osuszeniu oznacza wagę usuniętej z powietrza pary wodnej. Podaje się ją w gramach na 1 mtr<sup>3</sup> powietrza.

Zamiast w gramach ciężaru można zawartość pary wodnej oznaczać w miligramach parcia. Służą do tego t. zwane hygrometry, n. p. h. kondenzacyjne Daniela, Regnault'a, Crova'ego, Alliard'a, h. objętościowy (Volumhygrometer), Schnackhöffera i Edelmann'a, oraz najbardziej może z pośród wszystkich przyrządów do oznaczania bezwzględnej wilgotności powietrza rozpowszechniony zalecany przez v. Hanna psychrometr aspiracyjny.

Określanie zawartości pary wodnej w powietrzu za pomocą wartości bezwzględnych jest o tyle niewygodne, że wymaga dwóch liczb, określających w gramach ciężaru lub w miligramach parcia ilość pary wodnej, a obok tego ciepłotę powietrza. Na podstawie jednej tylko nie można orzekać, czy powietrze zawiera w stosunku do swojej

ciepłoty znaczna lub mała ilość pary wodnej, t. zn. czy jest mniej lub więcej wilgotne, względnie mniej lub więcej suche. To też dla klimatologii lekarskiej posiadają większą i bardziej bezpośrednią wartość oznaczania względnej, czyli odsetkowej ilości pary wodnej. Należy przez nie rozumieć określanie odsetkowego stosunku między wysyceniem zupełnym — maksymalnym — a wysyceniem rzeczywistym. Jeżeli pierwsze z nich oznaczymy przez  $M$ , drugie przez  $A$ , to, z proporcji  $M : A = 100 : X$ , obliczone  $X = 100 A : M$ , daje miarę odsetkowej ilości pary wodnej, czyli względnej wilgotności powietrza ( $R$ ). Znając ją, wiemy tem samem, ile odsetek brakuje powietrzu do zupełnego wysycenia, czyli znamy niedobór — deficyt — i nie potrzebujemy już żadnych dalszych obliczeń. Daje ona także dobrą miarę dla oceniania stopnia parowania, a więc i wysychania.

Do oznaczania względnej wilgotności służą t. zw. włosowe higrometry, przyrządy, stworzone z wyzyskaniem właściwości odłuszczonego włosa, polegającej na systematycznym skręcaniu się i wydłużaniu przy zmieniającej się wilgotności powietrza. Z korzyścią można się obecnie posługiwać także samopiszącymi higrometrami.

Przyrządy, służące do oznaczania odsetkowej wilgotności, noszą zbiorową nazwę psychrometrów.

Poniekąd jako uzupełnienie pojęcia względnej wilgotności stworzył Rubner pojęcie względnej suchości. W zasadzie nie jest wyrażająca jej liczba niczem innym, jak tylko określeniem odsetkowym niedosycenia powietrza parą wodną, bo otrzymuje się ją przez odjęcie oznaczonej w danem powietrzu wilgotności względnej od 100. Mała suchość względna oznacza małą możliwość wysychania, i naodwrot znaczną suchość wskazuje większą łatwość wysychania. A na tych właśnie szczegółach zależało Rubnerowi.

Dla uwydatnienia stosunku, zachodzącego między stopniem wilgotności względnej i subiektywnem odczuciem stworzono rodzaj subiektywnej skali. Powietrze z wilgotnością od 86% w górę określa się jako bardzo wilgotne, z wilgotnością 71—85% jako wilgotne, przy wilgotności 56—70% jako dość suche, poniżej 55% jako bardzo suche.

Ze stosunku, zachodzącego między ciepłotą powietrza i zdolnością chłonięcia pary wodnej, wynika, że liczby, określające wilgotność względną i bezwzględną, nie scho-

dza się ze sobą. Powietrze, zawierające małą ilość pary wodnej, może odsetkowo okazywać znaczny stopień wilgotności i na odwrót. Dla przykładu przytaczamy zestawienie odnośnych wartości z trzech, bardzo od siebie odległych stacji meteorologicznych:

TABLICA XXXIX.

| Stacja meteorologiczna | Wilgotność   |         |              |         |
|------------------------|--------------|---------|--------------|---------|
|                        | w styczniu   |         | w lipcu      |         |
|                        | bezwzgl. mm. | wzgl. ‰ | bezwzgl. mm. | wzgl. ‰ |
| Greenwich . . . . .    | 5·2          | 88      | 10·5         | 70      |
| Wiedeń . . . . .       | 3·5          | 84      | 11·6         | 68      |
| Syberja zach. . . . .  | 1·5          | 85      | 11·0         | 51      |

Bardzo drastycznie odtwarza te stosunki spostrzeżenie Rohlf'sa z oazy Djofra, położonej w pustyni libijskiej, przytoczone przez v. Hanna. Przeciętna roczna ciepłota wynosi tam 30° C, co wspomnianą oazę piętnuje do pewnego stopnia jako wyspę termiczną. W połowie sierpnia wynosiła ciepłota, zmierzona przez Rohlf'sa o godzinie 3-ciej po południu 38·9° C przy prężności pary wodnej 4·5 mm. Hg., a więc takiej samej, jaka panuje w zimie w wilgotnej Anglii. Ale w Anglii wynosi wtedy stopień względnej wilgotności 80—90%. W oazie Djofra sięgał zaledwie 9%. Oznacza to przy równej bezwzględnej ilości pary wodnej dla Anglii 10—20%, dla Djofra 91% niedo-sycenia. Różnica wprost olbrzymia!

Z istoty rzeczy wynika, że najwięcej pary wodnej wchłonać może powietrze okolic podzwrotnikowych. Wraz z obniżaniem się ciepłoty powietrza w kierunku ku biegunom zmniejsza się zdolność chłonięcia, ilość pary wodnej maleje systematycznie coraz bardziej. Najlepiej objaśnia o tem liczby (zob. tabl. XL., str. 86).

Liczby, przytoczone w naszym zestawieniu, posiadają znaczenie li tylko orientacyjne, służą do porównania ilości pary wodnej powietrza w różnych szerokościach geograficznych, ale z tem zastrzeżeniem, że przyroda powierzchni ziemi jest wszędzie jednakową. Jest samo przez się zrozumiałe, że powietrze morskie i okolic nadmorskich zawiera w sobie więcej pary wodnej, aniżeli powietrze lądowe, że powietrze okolic suchych, tem bardziej skalistych i piaszczystych jest znacznie suchsze, aniżeli okolic, obfitujących w wodę.

TABLICA XL.

| Szer. geogr.  | Średnia prężność pary wodnej w mm. Hg. |         |           |         |           |
|---------------|----------------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|
|               | roczna                                 | w zimie | na wiosnę | w lecie | w jesieni |
| 600—700 półn. | 3·1                                    | 1·2     | 2·1       | 6·2     | 2·8       |
| 500—600 „     | 4·9                                    | 2·2     | 3·8       | 8·8     | 4·7       |
| 400—500 „     | 4·9                                    | 3·9     | 6·0       | 10·8    | 7·2       |
| 300—400 „     | 7·0                                    | 6·5     | 6·8       | 13·4    | 10·1      |
| 200—300 „     | 8·7                                    | 10·4    | 13·0      | 17·1    | 15·0      |
| 100—200 „     | 13·8                                   | 15·3    | 17·0      | 19·6    | 16·8      |
| 100—00 „      | 18·9                                   | 17·7    | 18·9      | 19·9    | 19·3      |
| 00—100 poł.   | 18·7                                   | 19·4    | 19·0      | 17·9    | 18·3      |
| 100—200 „     | 16·4                                   | 18·0    | 17·1      | 14·6    | 16·0      |
| 200—300 „     | 13·2                                   | 14·6    | 14·0      | 11·1    | 13·0      |
| 300—400 „     | 9·8                                    | 11·1    | 10·4      | 8·1     | 6·9       |
| 400—500 „     | 7·0                                    | 8·3     | 7·1       | 5·9     | 6·6       |

Ilość pary wodnej zależy dalej od wzniesienia nad poziom morza. W miarę wznoszenia się terenu jest jej coraz mniej w powietrzu. Wiąże się to z maleniem ciepłoty i z rzadnięciem powietrza. Ilustruje to zamieszczone poniżej zestawienie, w którym liczba 1 oznacza wilgotność bezwzględna na poziomie morza.

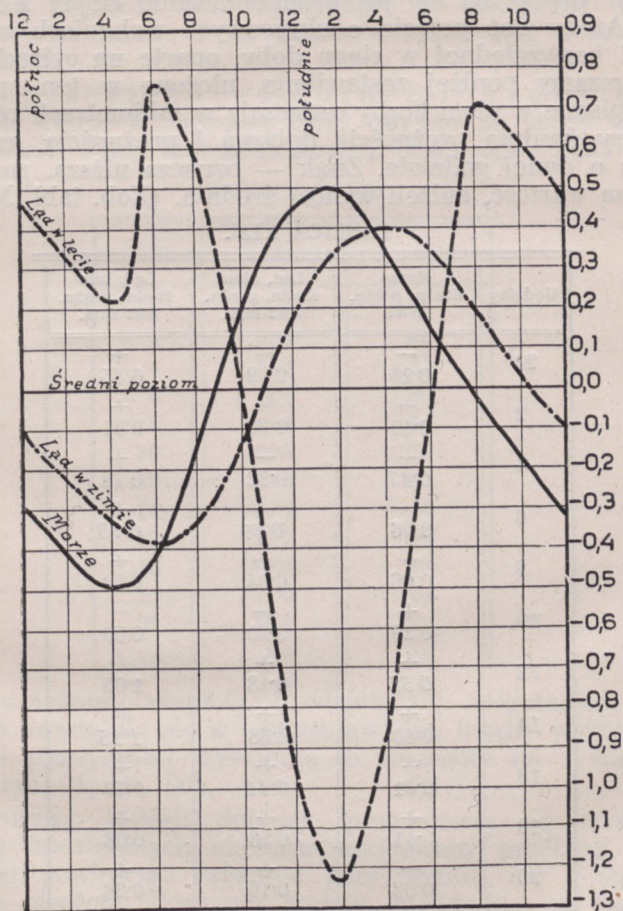
TABLICA XLI.

| Wzniesienie n.<br>p. m. mtr. | Wolna atmo-<br>sfera | góry |
|------------------------------|----------------------|------|
| 0                            | 1—                   | —    |
| 500                          | 0·83                 | 0·83 |
| 1000                         | 0·68                 | 0·70 |
| 2000                         | 0·41                 | 0·48 |
| 3000                         | 0·26                 | 0·34 |
| 4000                         | 0·17                 | 0·23 |
| 5000                         | 0·11                 | 0·16 |
| 6000                         | 0·054                | —    |
| 7000                         | 0·028                | —    |
| 8000                         | 0·013                | —    |

Podobnie, jak średnia wilgotność, zależą także o k r e s o w e w a h a n i a p r e ęż n o ś c i p a r y w o d n e j w p o w i e t r z u od ogrzania powietrza i od przyrody powierzchni ziemi. Linja krzywa prężności pary biegnie równolegle z linja

ciepłoty na morzu. Na lądzie dzieje się tak samo w zimie, o ile ziemia okryta jest śniegiem. W lecie powstają wcale znaczne odstępstwa od tego prostego schematu. Na krzywej zaznaczają się bardzo wyraźnie dwa minima, pierwsze około godziny 4-tej rano, drugie około godziny 2-giej po południu, i dwa maxima, jedno o 6-tej rano, drugie około 8-mej wieczorem. (Zob. ryc. 20). Dla wytłómaczenia tego,

Ryc. 20.



Wilgotność bezwzględna,  
przebieg dobowy na morzu i na lądzie.

na pozór paradoksalnego zjawiska służy znajomość prądów ciepłego powietrza, dążących w górę od rozgrzanej powierzchni ziemi. Gorące powietrze przyziemne, naładowane parą wodną, oddaje ją suchszemu warstwowi wyższemu. Z ustaniem promieniowania odpada wraz z ciepłym odziennym prądem utrata pary wodnej, powietrze syci się nią aż do granicy skraplania i stąd pochodzi wieczorne maximum. Maximum ranne oznacza chwilę, poza którą rozpoczyna się już promieniowanie ciepła z ziemi.

Ażeby dać pojęcie o okresowych wahanich wilgotności bezwzględnej w ciągu doby, oparte na cyfrach, zamieszczamy poniżej zestawienia, ułożone w ten sposób, że wpisane w niem liczby oznaczają w milimetrach różnice między średnią prężnością dobową i prężnością, zanotowaną o danej godzinie. Znak — oznacza niższą, znak + wyższą wartość, aniżeli wynosi średnia. (Zob. tabl. XLII).

TABLICA XLII.

| Godziny | Morze<br>średn. prężn.<br>3-32 | Ląd, zima<br>średn. prężn.<br>3-32 mm. | Ląd, lato<br>średn. prężn.<br>8-92 mm. |
|---------|--------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 24      | —<br>0·25                      | —<br>0·09                              | +<br>0·45                              |
| 2       | —<br>0·40                      | —<br>0·20                              | +<br>0·31                              |
| 4       | —<br>0·47                      | —<br>0·32                              | +<br>0·18                              |
| 6       | —<br>0·36                      | —<br>0·39                              | +<br>0·78                              |
| 8       | —<br>0·06                      | —<br>0·34                              | +<br>0·54                              |
| 10      | +<br>0·29                      | —<br>0·20                              | —<br>0·39                              |
| 12      | +<br>0·51                      | +<br>0·18                              | —<br>1·05                              |
| 14      | +<br>0·49                      | +<br>0·36                              | —<br>1·25                              |
| 16      | +<br>0·31                      | +<br>0·41                              | —<br>0·79                              |
| 18      | +<br>0·11                      | +<br>0·26                              | +<br>0·08                              |
| 20      | —<br>0·03                      | +<br>0·16                              | +<br>0·68                              |
| 22      | —<br>0·13                      | —<br>0·01                              | +<br>0·51                              |
| Ampl.   | 0·98                           | 0·80                                   | 2·30                                   |

W zestawieniu tem uderza wielkie podobieństwo dobowego przebiegu bezwzględnej wilgotności na morzu i na lądzie w czasie śnieżnej zimy. Różnica polega tylko na tem, że na morzu zjawiają się tak minima jak maxima nieco wcześniej, aniżeli na lądzie. W całym przebiegu niema i tu i tam nagłych przeskoków. Wprost przeciwnie dzieje się na lądzie w lecie. Granice wahań są tu bardzo szerokie, minima i maxima rozchodzą się bardziej, najmniejsza prężność pary spotykamy w tej porze dnia, w której na morzu i na lądzie w zimie jest z zasady największa.

O przebiegu wilgotności względnej objaśnia również najlepiej cyfry, wyjęte ze sprawozdań wiedeńskiej stacji meteorologicznej. (Zob. tabl. XLIII).

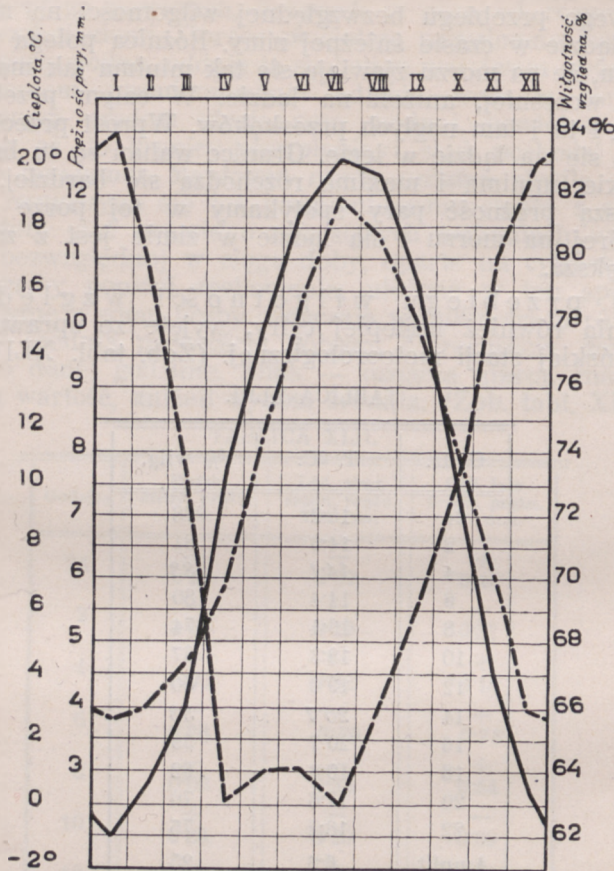
TABLICA XLIII.

| Godz.   | T. °C. | % wilg. |
|---------|--------|---------|
| 24      | 15·2   | 78      |
| 2       | 14·6   | 81      |
| 4       | 14·1   | 83      |
| 6       | 14·4   | 80      |
| 8       | 16·4   | 74      |
| 10      | 18·3   | 67      |
| 12      | 19·0   | 60      |
| 14      | 20·7   | 58      |
| 16      | 20·7   | 59      |
| 18      | 19·8   | 62      |
| 20      | 17·6   | 70      |
| 22      | 16·2   | 75      |
| Amplit. | 6·6    | 25      |

Rozbieżność ciepłoty i odsetkowej wilgotności powietrza uwydatnia się w tem zestawieniu bardzo wyraźnie. Jeszcze plastyczniej występują te szczegóły na rysunku. (Zob. ryc. 21, str. 90).

Prościej, aniżeli dobowy, przedstawia się roczny, według miesięcznych okresów szkicowany przebieg wilgotności powietrza. Prężność pary wznosi się i opada wraz z ciepłota. Rozmiary wahań, niewielkie na morzu i na wybrzeżach, zwłaszcza w strefie cieplej, rosną w kierunku ku biegunom i ku środkom kontynentów. W naszej

Ryc. 21.



Przebieg roczny ciepłoty —————  
 „ „ wilgotn. względn. - - - - -  
 „ „ „ bezwzgl. - . . . .  
 dla Wiednia.

strefie klimatycznej przynoszą ze sobą najmniejszą wilgotność bezwzględną miesiące zimowe, największą miesiące letnie. Wilgotność względna zachowuje się wprost przeciwnie. Dla ilustracji przytaczamy szereg spostrzeżeń. (Zob. tabl. XLIV).



TABLICA XLIV.

| Mie-<br>siące | Prężność pary<br>mm | % wilg. wzgl. | Ciepłota °C |
|---------------|---------------------|---------------|-------------|
| I             | 3·6                 | 84            | 1·3         |
| II            | 3·8                 | 79            | 0·4         |
| III           | 4·4                 | 72            | 4·1         |
| IV            | 5·6                 | 65            | 10·0        |
| V             | 8·3                 | 64            | 15·1        |
| VI            | 10·0                | 64            | 18·6        |
| VII           | 11·9                | 63            | 20·3        |
| VIII          | 11·0                | 66            | 19·6        |
| IX            | 9·3                 | 69            | 16·1        |
| X             | 7·4                 | 76            | 10·5        |
| XI            | 4·8                 | 80            | 3·7         |
| XII           | 3·7                 | 83            | 0·8         |

Przytoczone wyżej cyfry wykazują zupełną zgodność okresowej ciepłoty i wilgotności bezwzględnej. Nader jasny obraz stosunków powstaje przez przedstawienie graficzne. (Por. ryc. 21).

Szczegóły, o których mówiliśmy dotychczas, nie wyczerpują jeszcze całego zakresu wahań ilości pary wodnej w powietrzu. Trzeba jeszcze wspomnieć i o tem, że obok zupełnie regularnych, okresowych odchyień zdarzają się, zależnie od położenia, częściej lub rzadziej, także s p o r a d y c z n e p r z e s k o k i. Zawartość pary wodnej zmienia się nagle, bądź na krótki tylko, bądź też na dłuższy prze-  
ciąg czasu; w prawidłowym przebiegu wilgotności powstają znaczne zaburzenia. Powstawanie ich wiąże się z prądami powietrza, napływającymi nieraz z dalekich okolic. Wszystkie takie nagłe sporadyczne zmiany posiadają spore znaczenie dla klimatu, ocenianego ze stanowiska lekarskiego. Wywierają one nawet na ludzi zdrowych wpływ niekorzystny.

*Skraplanie się pary wodnej. Chmury i opary.  
Opady atmosferyczne.*

Para wodna może męsząć się z powietrzem i unosić się w niem jako doskonale lotny gaz tylko tak długo, do-  
póki ilość jej nie przekroczy granicy wysycenia, t. zn. nie

osiągniętej miary, poza którą ustaje już zdolność chłonięcia jej przez powietrze. Wraz z przekroczeniem tej granicy przechodzi powietrze z t. zw. suchego okresu w dżdżysty, względnie w śnieżny lub gradowy okres skupienia wchłoniętej przez siebie wody. Warunki, w jakich się to dzieje, mogą być wcale różne. Ale istotę ich tworzy zawsze i wszędzie o tyle znaczne oziębienie powietrza, że powstaje skutkiem tego stan poniekąd krytyczny zupełnego wysycenia, a w dalszym ciągu przesylenia z nieodzownym jego następstwem — skraplaniem się nadmiaru pary wodnej.

Jako najistotniejsze, wymienia E. Alt następujące przyczyny oziębiania się powietrza, a w dalszym ciągu skraplania się pary wodnej:

1. Silne promieniowanie ciepła z powietrza w godzinach nocnych przy niebie zupełnie albo prawie zupełnie bezoblocznem.

2. Zetknięcie się powietrza z znacznie od niego zimniejszą powierzchnią ziemi.

3. Mieszanie się powietrza lepiej ogrzanego z powietrzem silnie oziębionem.

4. Rozszerzanie się, albo, co to samo znaczy, rzędnicie powietrza bez równoczesnego ogrzewania się, a) niedosyconego, b) wysyconego parą wodną.

Obok oziębiania powietrza odgrywa przy skraplaniu się pary wodnej bardzo niepoślednią rolę obecność t. zw. jąder kondensacyjnych. W górniejszych warstwach troposfery spełniają ją cząsteczki higroskopijne tlenków azotu, utlenionej wody, amoniaku i t. p., w warstwach przyziemnych rozmaitego rodzaju pył. Duże znaczenie przypisuje się t. zw. Langevinowskim jonom, odznaczającym się wybitnymi własnościami higroskopijnymi.

Przechodzenie wody powietrznej z lotnego w płynny stan skupienia nie oznacza jeszcze bynajmniej, że w chwili, kiedy się to przejście dokonuje, musi powstawać od razu opadanie wody na ziemię. Dzieje się i tak wprawdzie, ale dzieje się także inaczej i to bodaj nawet częściej. Mikroskopowo drobne cząsteczki skroplonej pary, mierzące w przekroju 0.006—0.017 mm., tworzą z cząsteczkami gazów powietrznych coś, coby można nazwać lotną zawiesiną. Ta zawiesina, wypełniająca mniej lub więcej znaczną przestrzeń, nazywa się wysoko nad ziemią obłokami lub

chmurami, przy samej ziemi i niewiele ponad nią oparami lub mgłą. Utrzymywanie się w powietrzu jednych czy drugich i niezlewanie się drobnutkich kropelek wody w większe krople, tłumaczy fizyka meteorologiczna najchętniej zjonizowaniem powietrza i równoimiennymi ładunkami elektrycznymi jego cząsteczek, obarczonych kropelkami skroplonej pary wodnej. Wzajemne odtrącanie się naładowanych w ten sposób drobnutkich jonów powietrznych przeszkadza skupianiu się tych kropelek i utrzymuje stan, który określiliśmy mianem stanu zawieszinowego niekiedy przez bardzo względnie długi przeciąg czasu. Poza tem, nie dość jeszcze uzasadnionem tłumaczeniem, odwołać się trzeba do działania dążących stale w górę odziemnych prądów powietrza. Siła ich przeciwdziała sile ciężenia chmur i podtrzymuje je w powietrzu tak długo, dokąd w nich nie powstaną większe kroplowate skupienia z drobinek wody, zawieszonych między cząsteczkami gazów powietrznych.

Kształt i wejrzenie chmur są bardzo niejednakowe. Po pierwszej próbie klasyfikacji, uczynionej przez L a m a r c k a, wyróżnił Luke H o w a r d w r. 1772 trzy zasadnicze grupy, grupę chmur pierzastych — cirrus, kłębiastych — cumulus — i warstwowych — stratus. Opierając się na tym zasadniczym podziale, stworzył H. H i l d e b r a n d s o n, profesor uniwersytetu w Upsali szczegółową klasyfikację, przyjętą już powszechnie w meteorologii międzynarodowej. Klasyfikacja ta odróżnia dziesięć rodzajów chmur:

1. Cirrus (Ci). Są to białe pierzyste, postrzępione smugi, powstające z zasady z drobnutkich kryształków lodu i na znacznej wysokości. Zwykle zwiastują zmianę pogody.

2. Cirro - stratus (Ci - Si). Występują wcale często w postaci pierścieni, okalających księżyc, czasem także słońce.

3. Cirro - cumulus (Ci - Cu). Są to t. zw. baranki, sformowane z jasnych kłębków, nierzadko uszeregowanych.

4. Alto - stratus (A St.). Ten rodzaj chmur odznacza się już znaczną zbitością i tworzy wcale gęstą szarą lub niebieskoszarą powłokę na znacznym obszarze nieba.

5. Alto cumulus (A - Cu). Są to chmury, sformowane ze sporych, zbitych, brudno - niebiesko - szarych kłębów, uszeregowanych niekiedy w ten sposób, że tworzą rozciągnięte warstwicę.

6. Strato - cumulus (St - Cu). Chmury z potężnych kłębów, rozciągniętych nierównomiernie i tworzących jakby wypukłości, sterczące z wielkiej masy. Odnaczają się ponurą szarą barwą i okrywają niekiedy, zwłaszcza w zimie, całe niebo.

7. Nimbus (Nb). Są to chmury z zasady ciemne, często z ciemniejszym jeszcze brudnym obramieniem. Najczęściej tworzą duże zwąły, między którymi dostrzec można nad tą pierwszą warstwą, unoszące się wyżej odmienne rodzaje chmur — cirrostratus, lub altostratus.

8. Cumulus (Cu). Skłębione masy, zwykle dość jasne, powstające nagle i rosące szybko, pospolicie w dnie pogodne.

9. Cumulo-nimbus (Cu - Nb). Wejrzenie ich jest najgroźniejsze ze wszystkich rodzajów chmur. W nich właśnie gotują się i z nich wypadają gromowe huraganowe burze i potopowate ulewy. Do tego samego typu należą także chmury gradowe.

10. Stratus (St.). Ten rodzaj możnaby uważać najłatwiej za znamię słotnego nieba, skrytego poza szarą, jednostajną oponą chmur. Idzie z nich nuda monotoni zamroczonej i zadeszczonej przyrody.

Głębokość warstwicowa chmur zależy zasadniczo od ich rodzaju. Według spostrzeżeń niemieckich stacyj meteorologicznych wynosi miąższość w metrach dla chmur:

|        | St  | Nb  | Cu  | St-Cu | A-Cu | A-St |
|--------|-----|-----|-----|-------|------|------|
| metrów | 300 | 900 | 650 | 300   | 150  | 400  |

Wysokość, na jakiej nastaje skraplanie się pary wodnej i na której powstają chmury, jest bardzo rozmaita. Zależy od ciepłoty powietrza odziemnych prądów i od szybkości, z jaką wznoszą się w górę, w znacznym stopniu także od różnicy między ciepłotą powietrza górnych warstw i prądu odziemnego. Niepodrzedne znaczenie posiadają wobec tego pory roku i położenie geograficzne w stosunku do równika. Jako średnie możnaby przyjąć następujące wysokości dla pojedynczych rodzajów chmur:

TABLICA XLV.

| Stopień szerokości geograficznej | R o d z a j e c h m u r         |        |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|---------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | Ci                              | Ci-St  | Ci-Cu | A-St  | A-Cu  | St-Cu | Nb    | Cu-Nb |
|                                  | L a t o                         |        |       |       |       |       |       |       |
|                                  | w y s o k o ś ć w m e t r a c h |        |       |       |       |       |       |       |
| 60                               | 8.180                           | 6.360  | 6.450 | 2.800 | 3.950 | 1.800 | 1.200 | 4.000 |
| 45                               | 10.300                          | 8.900  | 8.900 | 2.240 | 3.520 | 2.060 | 1.060 | 5.500 |
| 15                               | 11.309                          | 12.970 | ?     | 4.300 | 5.710 | 1.900 | 1.400 | 6.650 |
|                                  | Z i m a                         |        |       |       |       |       |       |       |
| 60                               | 6.980                           | 5.460  | 6.130 | 4.050 | 4.150 | 1.960 | 0.999 | 5.180 |
| 45                               | 10.000                          | 8.500  | 8.200 | 4.200 | 2.500 | 1.540 | ?     | ?     |
| 15                               | 10.600                          | 11.600 | 6.400 | 3.900 | 4.600 | 2.300 | 1.500 | 3.150 |

Najpospolitsze spostrzeżenie pokazuje, że chmury nie wiszą nigdy i nigdzie zupełnie nieruchomo w przestworzu. Niekiedy przeganania je wiatr z bardzo wielką szybkością. Ruch ten nie odbywa się w jednej płaszczyźnie, a tem samem chmury przesuwały się także z góry na dół i odwrotnie, a to tem znacznie, im niższe zajmują poziomy. To też największą stosunkową przesuwalnością, wynoszącą około 1000—1500 metrów w ciągu doby, odznaczają się chmury, znane pod nazwą cumulus i cumulo-nimbus.

Dla klimatologii lekarskiej, albo raczej dla bioklimatologii, w bardzo szerokim tego słowa znaczeniu, posiada największą doniosłość nie to, jakie obłoki czy chmury tworzą się nad ziemią. Istotę rzeczy tworzy wielkość obszaru, okrytego chmurami i trwanie tego okrycia.

Celem określenia rozciągłości zaobłoczenia dzieli się cały horyzont na 10 części i oznacza się, ile z nich jest zakrytych chmurami. W takiej 10-cio stopniowej skali oznacza liczbą 10, że za chmurami znajduje się całe niebo; liczba 1 mówi, że zakryta jest tylko jedna dziesiąta część horyzontu. Wartość spostrzeżeń jest z istoty rzeczy tem większa, im częściej się je w ciągu dnia notuje. Obecnie można je już notować zapomocą samopiszących przyrządów.

O stopniu zachmurzenia objaśniają wcale dokładnie także obliczenia średnich miesięcznych wartości na podstawie notowań heliografu Campbell-Stokesa. Jeżeli  $n$  oznacza ilość godzin ze słońcem w ciągu miesiąca, notowanych przez heliograf, a  $N$  ilość astronomicznych godzin ze słońcem w tym samym miesiącu, to stosunek  $n$ :  $N$  daje miarę „pogodności“ nieba. Obliczony z tego stosunku średni miesięczny stopień zachmurzenia =

$$= \left(1 - \frac{n}{N}\right) 10$$

Wobec zupełnie ścisłego związku, zachodzącego między powstawaniem obłoków i chmur, ciepłotą, wilgotnością i ruchliwością powietrza, a więc wobec mieszania się ze sobą kilku czynników, trzeba już z góry przyjmować, że zachmurzenia nieba kształtują się bardzo rozmaicie w różnych częściach i w różnych pasach ziemi i że podlegają zawsze i wszędzie jakimś zmianom w związku z obrotem ziemi naokoło słońca i około swojej własnej osi. Rozmaitość, jaka pod tym względem istnieje na całej kuli ziemskiej, jest, o ile chodzi o szczegóły, tak pod względem okresowości, jak czasu trwania, częstości i stopniowania zabłoczeń, bardzo bogata i bardzo wszechstronna. Dokładniej może się temi rzeczami zajmować tylko, jeżeli wolno użyć tego określenia, regionalna klimatografja. I raczej tylko dla przykładu przytaczamy parę szczegółów z zakresu należących tu spostrzeżeń meteorologicznych.

W ciągu roku zaznaczają się wyraźne fazy zachmurzeń dosadniej w strefie podzwrotnikowej. Okres deszczów, gdzie niegdzie dwa szybko po sobie następujące okresy deszczowe są tam tem samem także okresami bardzo chmurnego nieba. W strefie umiarkowanej nie ma już takiego zupełnie wyraźnego odgraniczenia, przynajmniej w cieplejszych jej pasach. Tak dzieje się w południowej Europie. Zmienia się to bardzo wyraźnie dopiero po drugiej stronie Alp, zwłaszcza na zachodzie i na zachodnio-północnym zachodzie. I Atlantyk i oblane przezeń ziemie znane są z częstych i z bardzo znacznych jesiennych i zimowych zachmurzeń. W Europie środkowej panuje na wschodzie pogodniejsze niebo, aniżeli na zachodzie.

Odrębne do pewnego stopnia stanowisko zajmują pod względem zaoblóczenia pustynne obszary Afryki, względnie sąsiadujące z pustynią okolice zamieszkałych afrykańskich terytorjów. Należą tu, jako wschodnie i południowo-wschodnie pogranicza pustyni libijskiej i Sahary, Górny Egipt i Sudan, jako sąsiedztwo Sahary od północy i od północnego zachodu Algier i Maroko. O wielkiem ich usłonecznieniu wspominaliśmy już przy innej sposobności. W tej chwili dodajemy do tego wiadomość o rzadkości i o wiotkości zaoblóczeń tego całego ogromnego obszaru. Łączy się z tem bardzo znaczna amplituda ciepłoty dnia i nocy, zależna w znacznej części od niezmiernie szybkie-

go promieniowania ciepła w przestworze, odkryte zupełnie skutkiem braku wszelkiego zaobłoczenia.

Oprócz zachmurzeń w czasie dłuższych okresów, budzi spore zajęcie także dobowy przebieg zaobłoczenia. Wiotkie, obłokowate skupienia powstają szczególnie łatwo w nocy i nad ranem jako następstwo promieniowania ciepła i chłodnięcia powietrza, w danym razie aż do granicy wysycenia, i skraplania się pary wodnej. Zbitsze i ciemniejsze chmury tworzą się przez odziemne prądy rozgrzanego powietrza. W strefie gorącej dzieje się to w ciągu całego roku, w strefie umiarkowanej w czasie letnich miesięcy. Na niebie pokazują się już przed właściwym południem pojedyncze obłoki; mnożą się i gęstnieją wraz z postępującem rozgrzewaniem się powietrza, aby rozplnąć się w powietrzu w późniejszych godzinach popołudniowych, względnie przedwieczornych. Niekiedy powstają z nich znane powszechnie, zwłaszcza w górach, nagle letnie nawałnice.

Opary i mgły powstają zasadniczo z tych samych przyczyn i w taki sam sposób, z jakich i w jaki się to dzieje przy tworzeniu się obłoków i chmur. Różnica polega tylko na tem, że opary i mgły snują się tuż nad ziemią, t. zn. w zupełnie przyziemnych warstwach powietrza, a chmury unoszą się w warstwach górniejszych, najmniej 1500 do 2000 metrów ponad ziemią. Nie zawadzi wszakże zaznaczyć, że np. w górach to, co dla patrzącego na opary z doliny jest niewątpliwie zaobłoczeniem, sprawia na stokach i na graniach górskich równie niewątpliwe wrażenie mgły.

Jako stałe, zawsze wraz z zachodem słońca powracające zjawisko letnich miesięcy, znane są mgliste opary, snujące się nad potokami wszelkich dolin i jarów. Niekiedy podnoszą się w górę, a przeganiane wiatrem, kłębią się, czasem wprost niesamowitymi kształtami, jak w majaczeniach o Królu Olch. A olchy rosną właśnie na podmokłych gruntach i nad wodami. Dla osiedli, rozbudowanych wzdłuż wód, płynących szerszemi dolinami, zwłaszcza odwiedzanych jako uzdrowiska lecznicze, czy wypoczynkowe, są tego rodzaju mgły wieczorne bardzo niepożądane zjawiskiem meteorologicznem. To też i w lekarskich i w nielekarskich sferach cieszą się o wiele większą wziętością uzdrowiska, rozmieszczone czy to na tara-

sach, czy na płaskowzgórzach, wzniesionych przynajmniej parę dziesiątek metrów ponad dnami dolin.

Powszechniejsze znaczenie higieniczne posiadają zamglenia przyziemne, rozciągające się na wielkie przestrzenie. Aitken i Russel odróżniają, ze względu na gęstość i spoistość, dwa rodzaje takich mgieł — mgły wiejskie i mgły miejskie. Pierwsze powstają z skłębień nieco większych kropel, odznaczają się białą barwą, nie są nazbyt gęste i rozpraszają się dość łatwo. Częstki skropleń w mgłach miejskich są o wiele drobniejsze, skłębienia ich są gęstsze, spoistość większa. To też trwają one w swoim rozpostarciu nad miastami i nad przemysłowymi ośrodkami z dużo większym uporem. Przez wiejską mgłę może się jeszcze przedrzeć światło słoneczne. Mgły miejskie bywają nieprzeźroczyste. To też po ulicach miast, nawiedzanych przez nie, świecą się niekiedy światła nawet w samo południe.

W środowisku mgieł i oparów pokrywa się wszystko w krótszym lub w dłuższym przeciągu czasu warstwą wilgoci z skraplającej się coraz dokładniej pary wodnej. Ale takie skraplanie tuż nad ziemią, nie musi dokonywać się zawsze przez pośrednictwo, jeżeli użyć można tego określenia, mglistego okresu skroplenia pary wodnej. Najczęściej dzieje się to bez niego, a przynajmniej bez wydatniejszego tworzenia się oparów mglistych. Drobne kropelki wody, powstałe z zgęszczonej pary wodnej, osiadają wtedy na powierzchni ziemi i okrywają ją niekiedy bardzo obficie rosą, albo, w razie bardzo znacznego oziębienia aż do zamarznięcia, szronem. Bardzo wydatne zaroszenia, względnie oszronienia powstają najłatwiej na łąkach i na okrytych zbożem, w danym razie ściernią łąkach. Osobny poniekąd typ zmarzliny przyziemnych skropleń pary wodnej, tworzy t. zw. gołoledź, zjawisko, utrudniające w wysokim stopniu wszelkiego rodzaju komunikację, tak dobrze wiejską, jak pozamiejską.

Tem samem, czem rosa, szron i zmarzlina gołoledzi dla zupełnie przyziemnych warstw powietrza, są deszcz, śnieg, grad i t. zw. krupy dla warstw, unoszących się na większej wysokości.

Zawiesina skroplonej pary wodnej w gazach powietrznych może wisieć nad ziemią w postaci chmur tylko tak długo, dopóki pod wpływem jakichś, nie znanych jeszcze



zupełnie dokładnie czynników nie nastanie bezpośrednio zetknięcie się ze sobą miniaturowych kropelek powietrznej wody i zlewanie się ich razem w znacznie większe krople. Ciężar takich skupień jest już nazbyt wielki. Nie mogą się unosić w chmurze i spadają na ziemię w postaci deszczu, względnie, po zmarznięciu, w postaci śniegu, gradu lub krup.

Ilość opadów atmosferycznych mierzy się w milimetrach wysokości słupa wody spadającej na 1 cm<sup>2</sup> powierzchni — opadów stałych, jak śnieg, grad i grupy, po przednim stopieniu. Służą do tego celu osobne przyrządy — deszczomierze, obecnie już także z automatycznie działającą aparaturą do zaznaczania ilości wody. Należy je ustawiać w ten sposób, żeby naczynie, w którym gromadzi się opad było dostatecznie chronione przed zbyt silnymi podmuchami wiatru, a jednak łatwo dostępne dla opadów. Ilość zebranej wody odczytuje się zazwyczaj raz na dobę, z zasady rano, zawsze o tej samej godzinie. Dobowe ilości łączy się w sumy miesięczne i w sumy roczne.

Podobnie, jak wszystkie inne zjawiska meteorologiczne, podlegają także opady atmosferyczne nader wydatnym zmianom, zarówno pod względem sumy opadów w ciągu całego roku, jak pod względem ich częstotliwości i rozłożenia na miesiące i na pory roku. Mówi się wprost o latach i porach roku, czy miesiącach mokrych i suchych. Różnice bywają nawet bardzo znaczne.

W krajach europejskich wynoszą według v. H a n n a w a h a n i a o b f i t o ś c i opadów 15—30%, a więc obracają się w bardzo pokaźnych granicach. Jeszcze większe wahania pokazują się przy porównywaniu ze sobą pojedynczych miesięcy. Przeciętna zmienność wynosi w Europie środkowej około 45%, w środkowej i północnej Rosji europejskiej i w północno-wschodniej Syberji dochodzi do 50%, a w południowych i południowo-wschodnich częściach tych krajów do 60, a nawet do 70%. Spore różnice znamionują Italię z 55%, oraz Hiszpanję i Algier z 60% zmienności.

Wprost niezbędne uzupełnienie oznaczeń rocznych i miesięcznych ilości opadu tworzy poznawanie t. zw. średniej gęstości oraz prawdopodobieństwa opadów. Pierwszą oblicza się przez podzielenie sumy opadów przez ich częstotliwość w tym samym okresie czasu, drugie przez podzielenie częstotliwości przez długość (ilość dni), tego okresu czasu, dla którego ma być oznaczone prawdopodobieństwo padania deszczu.

Wielka zmienność opadów nie przeszkadza zupełnie dość systematycznemu rozłożeniu ich na całej kuli ziemskiej z mniej lub więcej wyraźnym uwydatnieniem pory deszczowej.

W tropikalnej sferze klimatycznej wypełnia pora deszczowa okres zenitowego położenia słońca. Pomiedzy zwrotnikami powtarza się skutkiem tego dwa razy w roku, w krótkich zresztą odstępach czasu, najwyraźniej w Ameryce Środkowej między 5° i 15° zarówno północnej, jak południowej szerokości geograficznej. W pasie cisz, po obu stronach równika między 5° północnej i 5° południowej szerokości geograficznej padają deszcze przez cały rok, najobficiej w marcu i we wrześniu. Drugie dwa pasy, z porą deszczową, w czasie najwyższego położenia słońca, a więc znowu w porze letniej, leżą na każdej z półkul między zwrotnikami, a 28° tak północnej, jak południowej szerokości geograficznej.

Powyżej 28° szerokości rozciąga się na obu półkulach aż do 40° t. zw. podtropikalna dziedzina deszczowa z okresem opadów w porze zimowej, przy najniższym położeniu słońca. Na północnej półkuli leżą w tej dziedzinie północna Afryka, Hiszpanja, południowa i środkowa Italja, Grecja i Turcja, Azja Mniejsza, Syria i Palestyna, północna część Arabji, Mezopotamja i Persja, w Ameryce — Kalifornja, Oregon, terytorjum Washingtona. Na południowej półkuli zajmują takie samo stanowisko m. in. Chile w Ameryce Południowej, południowy Kapland w Afryce, południowo-zachodnia część Australji i północna Nowej Zelandji. Odmienne stosunki panują w tych samych szerokościach geograficznych w krajach, położonych na wschodzie i wystawionych na wpływy monsumów. Należą tu wschodnie połacie Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, wschodnia część Kaplandu, Argentyna w Ameryce Południowej. Deszcze padają w tych krajach w porze letniej i czynią z nich przez to znakomite tereny rolnicze.

W strefie umiarkowanej, począwszy od 40° szerokości geograficznej nie ma już zarówno na północnej, jak na południowej półkuli wyraźnie zaznaczonej pory dżdżystej. Okresy pogodne i okresy deszczowe przeplatają się nawzajem w ciągu całego roku. Ale i tu można stwierdzić, że na oceanach padają deszcze częściej i obficiej

w zimie, w głębi kontynentów w lecie, a na wybrzeżach, zwróconych ku zachodowi, w jesieni.

Z okolic podbiegunowych, z krajów o klimacie polarnym, posiadamy dotychczas tylko bardzo niewiele całorocznych spostrzeżeń meteorologicznych. O opadach wiemy, że są naogół bardzo skąpe. I tak n. p. podaje J. Lindhart z Kopenhagi, że w miejscowości Danmarks Havn w Grenlandji wynosi roczny opad, niemal wyłącznie śnieżny, 146 mm., z tego w czasie 6 zimowych miesięcy 116,8, a podczas pozostałych 6 tylko 29,2 mm.

Przez wyróżnienie szeregu dziedzin deszczowych, okalających kulę ziemską szerokimi pasami, równoległymi do równika, zyskuje się podstawy do stworzenia tylko zupełnie ogólnych pojęć o deszczowości, t. zn. o okresach, częstości i obfitości opadów deszczowych w ramach tych pasów, a w dalszym ciągu także na całej ziemi. Ale nie starczy to na nieco dokładniejsze poznanie geografji deszczowej meteorologii. Obok szerokości geograficznej, odgrywa przy kształtowaniu się stosunków na tem polu bardzo znaczną rolę jeszcze cały szereg innych czynników. Jako najważniejsze, zasługują na podniesienie położenie morskie lub lądowe, rzeźba wybrzeży morskich, kształt i rozciągłość lądów, budowa geologiczna i topografja ich powierzchni, wśród tego także stopień nawodnienia, wreszcie kierunek i pochodzenie wiatrów, nawiedzających bądź perjodycznie, bądź szczególnie często jakieś obszary, czy okolice ziemskiego świata. To też dopiero ze znajomością wymienionych w tej chwili szczegółów można oceniać zupełnie trafnie stosunki opadowe zarówno na wielkich polaciach ziemi, jak w pojedynczych okolicach, a nawet w osobnych miejscowościach.

Zasadniczo padają deszcze częściej i obficie na oceanach, aniżeli na lądach stałych. Zwłaszcza wnętrza wielkich kontynentów odznaczają się, z różnych zresztą przyczyn, małą ilością, niekiedy niemal że zupełnym brakiem opadów.

Oceanom należy się jeszcze osobna wzmianka z tytułu przepływających przez nie potężnych prądów silniej ogrzanej wody morskiej. Ogromne znaczenie posiada wśród nich znany powszechnie prąd zatokowy — golfstrom. Ciepłe, parą wodną nasycone powietrze wieje z nad niego na wszystkie strony. Właśnie dzięki temu utworzyła się na

znacznym obszarze Atlantyku między 42° a 55° północnej szerokości między Europą i Północną Ameryką jakby ogromna wyspa deszczowa. To samo wilgotne powietrze, niesione prądem wiatrów zachodnich zadeszcza zachodnią, poczęści także środkową Europę. W Ameryce czynią to samo wiatry, wiejące z nad Atlantyku ze wschodu. Podobną rolę odgrywają w innych częściach świata ciągnące z nad morza wiatry pasatowe i monsumy.

Niewątpliwie mniejszą rolę, aniżeli wody oceanów, odgrywają wodne rozlewiska, rozciągające się na wielkich przestrzeniach śródlądowych. Ale znaczenie ich jest tylko w tem zestawieniu względnie skromne. Ocenianie samo dla siebie jest jednak bardzo znaczne, zarówno pod względem zasięgu działania, jak pod względem jego efektów. Jako przykłady mogą tu służyć w pierwszym rzędzie ogromne przestrzenie Ameryki Południowej, tworzące dorzecze Amazonki, ale także i innych rzek, a pozatem kraje licznych jezior i rozległych mokradeł. Nie zawadzi także wspomnieć o Górach Księżycowych Centralnej Afryki, rozciągających się na granicy Ugandy i Konga belgijskiego, między jeziorami Alberta i Edwarda, znanych z ciągłych mgieł i obfitych opadów. Cała południowa część płaskowyżyny górskiej, z której podnoszą się wiecznie ośnieżone szczyty, roi się poprostu od większych i od mniejszych jezior, zasilanych w znacznej części przez lodowce. I one są niewątpliwie źródłem mgieł i częstych, bardzo obfitych opadów.

Dla użytkowania „materiału na opady atmosferyczne“, niesionego przez prądy ciepłego i wilgotnego powietrza z dalszych okolic, posiada górzące znaczenie w pierwszym rzędzie ukształtowanie terenu, przez który te prądy ciągną. W płaskim kraju, gdzie niema żadnych przeszkód, powstają opady dopiero wtedy, kiedy powietrze ciepłych wiatrów zetknie się ze znacznie zimniejszym powietrzem. Inaczej dzieje się w krajach górzystych. Prąd ciepłego i wilgotnego powietrza, spotkawszy przeszkodę w postaci pasma górskiego, wznosi się po jego stokach w górę i oziębia się przy tem wznoszeniu. O ile oziębienie przekroczy granicę wysycenia, nastaje skraplanie się nadmiaru pary wodnej, tworzą się chmury i powstają opady atmosferyczne. Osiąganie krytycznej ciepłoty skraplania dokonuje się na różnych wysokościach i zależy od stopnia

ogrzenia powietrza. Tam, gdzie pasma górskie przebiegają kolejno jedno za drugim i rosną na wysokość, może prąd wietrznego powietrza przekraczać bez straty swojej wilgotności niższe grzbiety i oziębiać się dostatecznie dopiero na dalszem wyżej wzniesionem pasmie. Wiąże się z tem różna wysokość górskich dziedzin deszczowych po stronie wzniesieniowej — Luvseite — oraz zasięg ich jeszcze na stronę spadową — Leeseite.

Różnice deszczowości po przeciwnych stronach łańcuchów górskich są w każdym razie zupełnie wyraźne, a wcale często nawet bardzo wybitne, niekiedy tak dalece, że z całą słuszością można mówić o deszczowej i o suchej stronie łańcuchów górskich. O szczegółach tych wypadnie nam wspomnieć jeszcze nieco obszerniej w ustępie o klimacie górskim.

Wszystko, o czem mówiliśmy na temat opadów atmosferycznych, pokazuje, że ilość wody, spadającej na ziemię, jest w różnych częściach ziemskiego świata i w różnych okolicach tych części bardzo niejednakowa. Wcale dobre pojęcie o wielkości tych różnic daje referat G. Hellmanna, przedstawiony na I. Zjeździe klimatologicznym w Davos w roku 1925.

Dowiadujemy się z niego, że największą ilością opadów odznacza się miejscowość Cherrapunji, w Indiach angielskich, położona na płaskowzgórzu Khasi-Hills na wysokości 1250 m. n. p. m. Płaskowzgórze podnosi się stromo z równiny bengalskiej w północno-wschodniej stronie Kalkuty. W miejscowości tej spada w ciągu roku na 1 cm<sup>2</sup> powierzchni średnio 11.000—12.000 mm. wody. Jeszcze więcej, bo prawie 13.000 mm. wynosiło przecięcie z 5-letnich pomiarów z innej miejscowości tej samej okolicy, z Manoyuram. Tę wielką obfitość deszczów tłumaczy konfiguracja terenu, wystawionego wprost na działanie południowo-zachodniego, wysyczonego parą wodną monsumu. Równie wysokie cyfry dały obliczenia średniej ilości opadów w okresie 5-cio letnim w archipelagu hawajskim na małej wulkanicznej wysepce Kauai o szczytowem wzniesieniu 1547 m. n. p. m. Współzawodnictwo z temi miejscowościami wytrzymują osady Debundja i Bibundi, położone u stóp gór Kamerunu, niedaleko Zatoki Gwinejskiej, na zachodnim wybrzeżu Afryki. W pierwszej z nich wynosiła średnia suma opadów z okresu 11-to-letniego:

10.469 mm., w drugiej z okresu 8½-letniego 11.050 mm. Hellmann przypuszcza, że w górach kameruńskich są te opady o wiele obfitsze, conajmniej tak obfite, jak w Indiach angielskich i na wyspach hawajskich.

Z tego samego referatu dowiadujemy się także kilku szczegółów o największej częstości opadów, względnie o największej ilości dni z opadem, bardzo dokładnie zwłaszcza z koralowej wysepki Jaulit, należącej do jednej z wielu grup przeważnie małych wysepek tropikalnej sfery Oceanu Spokojnego. Przeciętna ilość dni z deszczem w okresie rocznym, wynosiła na niej w latach

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| 1893 — 1895 . . . | 336 dni   |
| 1899 — 1903 . . . | 311.6 dni |
| 1904 — 1909 . . . | 321.5 dni |
| 1912 — 1913 . . . | 326 dni   |

Na południowej półkuli, w znacznej odległości od równika, wyróżniają się częstością opadów Południowa Georgja (301 dni), Zatoka Pomarańczowa koło Przylądka Horna (306 dni), Kerguela (303 dni). Jest ich o wiele więcej w Ameryce Środkowej, zwłaszcza w pasie międzyładowym, oraz na szeregu wysp t. zw. zachodnioindyjskich, jak Martinika, Trinidad, św. Wincetego. Na Przesmyku Panamskim w Porto Bello można naliczyć 310 dni z deszczem, w Bluefield w Nikaragwie 300 dni. Cyfra 300 dni nie należy tam wogóle do rzadkości.

W krajach z wyraźną porą deszczową, (zob. wyżej), niema w okresie opadów zazwyczaj, a przynajmniej bardzo często ani jednego dnia bez deszczu. Dzieje się tak w dość wielu okolicach, względnie miejscowościach Indyj angielskich, w Baliburgu w Kamerunie, w Adis Abeba w Abisynji, w Nossi Be na Madagaskarze, w Baguio na Filipinach.

Najwyższa notowana dotychczas suma opadów miesięcznych wynosiła 2852 dni. Dotyczy to miejscowości Manoyuram w Indiach angielskich.

Jako najsuchsze okolice na ziemi wyróżniają się Górny Egipt i Sudan, dawne niemieckie kolonie w południowo-zachodniej Afryce; z krajów amerykańskich tak zwane suche wybrzeża Chile i Peru, znaczne obszary w Australji. Najmniejsze średnie ilości opadu, obliczone z ombrometrycznych oznaczeń wynosiły na terenie Chile,

w miejscowości Iquique 5 mm., w miejscowości Antofagasta 6 mm., w Caldera 21 mm. Trzeba wszakże dodać do tego, że n. p. w takim Wadi Halfa na linii Assuanu nie było w latach 1891 — 1900 wogóle dającego się zmierzyć opadu. W ciągu całych tych 10 lat naliczono razem 22 dni, każdy z kilku kroplami deszczu. Ale i tam także zdarzają się, co prawda bardzo rzadko, huraganowe burze z obfitymi opadami. O ilości wody, spływającej wtedy na wyschlą ziemię, świadczą dobitnie głębokie łożyska suchych potoków, zwane na pustyni afrykańskiej „wadi“, a na pustyniach lacińskiej Ameryki „barrancos“. W łożyskach ich tula się na Saharze resztki, ongiś, kiedy więcej tam było wody, wcale bujnej roślinności.

*Wpływ ziemskich czynników na kształtowanie się zjawisk meteorologicznych.*

W ustępie z określeniem pojęcia „klimat“ znalazły się obok siebie atmosfera ziemska, jako środowisko zjawisk meteorologicznych, stawań się w przyrodzie, odznaczających się wielką zmiennością stopniowań, oraz ziemia ze swoimi ostro zarysowanymi kształtami, z trwalszymi właściwościami swojej powierzchni i z bardziej ograniczonymi w czasie i w przestrzeni przejawami ziemskiego bytu i życia. To skojarzenie uwydatniało się wielokrotnie w toku omawiania składowych czynników klimatu, a tem samem zaznaczało się znaczenie ziemi dla powstawania mniej lub więcej znacznych klimatycznych odrębności. Ale pozostały przy tem jeszcze pewne braki i niedopowiedzenia. Uzupełnienie ich i skupienie razem wiadomości o wpływie ziemskich czynników na kształtowanie się klimatu jest rzeczą samą przez się zrozumiałą.

Poza położeniem ziemi wobec słońca posiada dla układania się stosunków klimatycznych bardzo wielkie znaczenie zasadniczy charakter ziemskiej powierzchni. Rozumiemy przez to powierzchnię wodną i lądową. Nad jedną i nad drugą układają się wcale niejednakowo stosunki klimatyczne, wśród nich na pierwszym miejscu sprawy światła i ciepła.

Woda odznacza się, jak wiadomo, wybitną zdolnością odbijania promieni słonecznych i słabszem, powolniejszym chłoniem, ale zato także znacznie wolniejszym

oddawaniem ciepła. Przez wielką ilość odbitych promieni i obfite ich rozpraszanie się w powietrzu, rozświetla się atmosfera nadwodna, niebo nad wodami odznacza się większą jasnością. Sposób ogrzewania się i chłodnięcia sprawia, że ciepłota wody podlega znacznie mniejszym zmianom, a w dalszym następstwie, że także powietrze, unoszące się nad wodą, ani nie ogrzewa się tak silnie, ani nie ziębnie tak bardzo, jak powietrze lądowe. Wynika z tego większa jednostajność przebiegu ciepłoty, zarówno w ciągu doby, jak w ciągu dłuższych okresów czasu.

Wpływ ciepłych właściwości wody rozpościera się na ogromne przestrzenie na oceanach. Powstaje przez to osobny typ klimatu ciepłego, klimat oceaniczny, odznaczający się wybitną jednostajnością w strefie ciepłej, a niewielką zmiennością nawet w chłodniejszych pasach umiarkowanej strefy klimatycznej.

Przeważne termiczne znaczenie wody oceanów skromnieje w obrębie mórz śródziemnych i to tem bardziej, im głębiej w międzyładzia wciskają się śródziemnomorskie oceaniczne odnogi i im węższe są ich połączenia z oceanem. Bardzo dobrym przykładem mogą tu służyć Morze Śródziemne, dzielące Europę od Afryki, i Bałtyk. Ciepła morskość klimatu, wcale wyraźna w zachodniej części Morza Śródziemnego, zatracą się w pewnej mierze w polaci wschodniej, a w bardzo już znacznym stopniu na Morzu Czarnem i na Morzu Azowskiem. Podobny wynik daje porównanie południowego i północnego Bałtyku. Ale jeżeli się zestawia obok siebie Morze Śródziemne, połączone z Oceanem Atlantyckim tylko bardzo wąską Cieśniną Gibraltarską i Morze Bałtyckie, wymieniające swoje wody z Atlantykiem przez o wiele szersze Kategat i Skagierak, to wyjdzie na jaw, że ciepła morskość klimatu jest na Bałtyku, mutatis mutandis, wyraźniej zaznaczona, aniżeli na Morzu Czarnem.

Mówiąc o oceanicznym, względnie o morskim klimacie ciepłym, ogarniamy tem pojęciem nietylko przestrzeń wodną, ale także przymorza to nawet wcale szerokie ich pasy. Dzięki ciągłej wymianie powietrza, przez wiatry morskie i lądowe, wyrównuje się ciepłota morza i lądu w bardzo znacznym stopniu. Nadmorza, a tem samem i niezbyt wielkie wyspy posiadają skutkiem tego klimat, zbliżony bardzo do klimatu w całym tego słowa znaczeniu morskiego.



Modyfikacje klimatu powstają na morzach nie tylko przez działanie kaloryczne właściwości olbrzymiej masy wodnej. Nie takie powszechne znaczenie, ale w każdym razie znaczenie, dotyczące bardzo wielkich obszarów mórz i lądów, posiadają potężne prądy morskie, ciepłe i zimne, płynące przez tysiące kilometrów. Wspominaliśmy już o nich i jeszcze raz zajmiemy się nimi w ustępie o klimacie morskim. Na osobną wzmiankę zasługują także ogromne odłamy lodów podbiegunowych, unoszonych co roku z nastaniem cieplej pory z Oceanów Lodowatych na wody Atlantyku i Pacyfiku. Podróżom tych mas lodowych towarzyszą zawsze zaburzenia klimatyczne, zwłaszcza mniej lub więcej znaczne spadki ciepłoty.

Stojące wody lądowe mogą w małej skali wywierać podobny wpływ, jak morza, o ile obszar ich rozlewisk jest dość wielki. Dotyczy to albo wielkich jezior, albo pojezierzy — znaczniejszych połaci kraju, usianych licznymi mniejszemi jeziorami, względnie głębszymi stawami. W dzień ciągnie z nad nich ku lądowi prąd chłodniejszego powietrza i łagodzi w porze gorącej roku dzienne upały. W nocy wznosi się z nad wody nieco cieplejsze powietrze i układa się ponad lądem i nad chłodniejszymi warstwami. Zmniejsza się przez to promieniowanie ziemi, a tem samem także strata ciepła, pozostałego z dziennego ogrzania. W zimnej porze roku może się odbywać podobna wymiana powietrza. Wpływ jej nie posiada wszakże większego znaczenia. Wody, okrywające się w czasie zimy lodem, są przez czas zamarznięcia dla klimatu zupełnie obojętne. W okresie wiosennych roztopów wiąże lód wiele ciepła i zabiera je poprostu otoczeniu. W bliższem sąsiedztwie jezior i stawów panuje skutkiem tego niższa ciepłota, aniżeli w nieco dalszem otoczeniu. Powszechnie znany jest niedobry wpływ rozleglejszych mokrawidel i bagien. Klimat okolic, w których się znajdują, posiada zupełnie słusznie markę niezdrowego klimatu.

Wody płynące, nawet potężniejsze rzeki, nie mogą same przez się wzniecać modyfikacji cieplnego klimatu, sięgających nieco dalej poza nadbrzeże. Niektóre czynią to pośrednio przez okresowe wylewy, zwłaszcza jeżeli posiadają rozgałęzioną na wielkie obszary sieć dopływów, często bardzo potężnych i tworzących niekiedy ogromne rozlewiska. Czasem są takie wylewy nie-

ocenionem dobrodziejstwem przyrody — zapewne nie klimatycznym, ale gospodarczem, jak np. wylewy Nilu. Pospolicie przynoszą wszakże bardzo wiele złego właśnie przez nader niekorzystne modyfikacje klimatu, zwłaszcza przez zawilgocenie powietrza. Znane są z tego zwłaszcza ogromne obszary Południowej Ameryki. Nie brak ich także w Indiach angielskich i w azjatyckich koloniach francuskich. Ale nie trzeba na to gorącej strefy i wielkich rozlewisk, ani nawet większych rzek, żeby płynące wody stawały się przyczyną niezbyt pożądanых zjawisk meteorologicznych. Aż nadto dobrze są znane wieczorne i ranne mgliste opary, zaścielaające dna górskich dolin, przetrniętych potokami. W niekorzystnych warunkach terenowych, przy niedobrej wystawie słonecznej i przy złym przewiewie, mogą takie mgły trwać względnie długo w przedpołudniowych godzinach, zwłaszcza na wiosnę i w jesieni.

Większą różnorodność czynników, aniżeli żywoł wodny, wnosi do klimatologii ląd stały. Wybitną rolę odgrywają tu już rzeźba powierzchni ziemi i stosunek jej poziomu do poziomu morza.

Rozległe równiny, położone w strefie umiarkowanej, wnoszą, bez względu na wzniesienie, przesłanki dla przebiegania zjawisk atmosferycznych wśród bardzo znacznych wahań okresowych. Nader dobitnie zaznacza się to zwłaszcza na przebiegu ciepłoty. W lecie panują na płaskich przestrzeniach przykre upały, w zimie niemniej przykre mrozy. Amplitudy ciepłoty dziennej i nocnej bywają rozmaite. Na pustynnych równinach nastają po upalnych dniach niemal z zasady nawet bardzo chłodne noce. W naszych warunkach klimatycznych zdarza się wcale często, że w czasie gorących letnich miesięcy nocny spadek ciepłoty jest stosunkowo niewielki i noc nie przynosi tak bardzo upragnionej ochłody.

Wcale często przelatują przez takie ogromne równie huraganowe wichry, trwające niekiedy nawet tygodniami. Mogą im towarzyszyć obfite opady atmosferyczne, ale mogą to być także tylko t. zw. suche huragany. Nierzadko zdarzają się długotrwałe susze.

Wielka doniosłość położenia górskiego dla kształtowania się przebiegu zjawisk meteorologicznych wynika nie tylko z wyniesienia pasm górskich nad poziom morza. Bardzo znaczną rolę odgrywa kierunek ich przebiegu, nachylenie i wystawa skłonów górskich. Od wy-

stawy zależy poddawanie się działaniu słońca i działaniu wiatrów. Na całej północnej półkuli posiadają uprzywilejowane stanowisko skłony górskie, zwrócone ku południowi i południowemu zachodowi, stanowisko niekorzystne skłony północne, północno wschodnie i północno zachodnie. Pasma górskie, przebiegające ze wschodu ku zachodowi, jako z zasadniczym kierunkiem, posiadają najlepsze przesłanki klimatyczne — co prawda tylko dla skłonów, zwróconych w stronę południa. Ale góry nie ciągną się nigdzie uszeregowanemi pasmami. Wszędzie potworzyły się gniazda górskie, a w nich różnokierunkowe doliny, jary i wąwozy. To też nigdzie nie można oceniać poniekąd ryczałtowo wpływu całych wielkich kompleksów górskich, np. całych Alp, Karpat i t. d., na kształtowanie się zespołów klimatycznych. Czynieć to wolno, o ile ocena ma być istotnie zupełnie rzeczowa i sprawiedliwa, li tylko na podstawie poznania topografii pojedynczych gniazd górskich, a nawet pojedynczych ich odcinków. Zwłaszcza w górach każda ich część, bez mała każda miejscowość górską posiada w jakimś zakresie swój własny klimat — w dobrem, lub w niekorzystnym znaczeniu.

Przez znaczniejsze wyniesienie nad poziom morza zyskują góry zasadniczo więcej energii słonecznej. W miarę wzrastania wysokości przybywa coraz więcej promieni krótkofalowych, zwłaszcza pozafioletowych, o wybitnych własnościach biodynamicznych. Ale zwiększa się także ilość promieni świetlnych. Dlatego też jest w górach, na wolnym powietrzu, o tyle jaśniej, a bezpośrednio grzanie słoneczne jest o tyle silniejsze, aniżeli w nizinach.

Dalsza właściwość gór polega na znacznie większej ruchliwości, na silniejszym zjonizowaniu i elektrycznym naładowaniu powietrza. Zupełnem lekceważeniem nie godzi się może pomijać także większej zawartości ozonu. Znaczną zaletę tworzy mniejsza zawartość pary wodnej, a więc większa jej chłonność i ułatwienie przez to wysychania. Bardzo niepoślednią higieniczną wartość posiada powietrze górskie przez mniejsze zanieczyszczenie.

Wszystkie wymienione w tej chwili właściwości dotyczą w całej pełni zupełnie odsłoniętych wierzchołków i płaskowzgórzy. W dnie bezchmurne rozgrzewają się te części gniazd górskich bardzo szybko i bardzo silnie i grzeją tak samo unoszące się nad niemi

powietrze. O zachodzie słońca nastaje w takim samym tempie utrata ciepła przez niezmiernie wydadne promieniowanie, a tem samym postępuje bardzo szybko oziębianie się powietrza. Pochodzą stąd znaczne różnice między ciepłotą dnia i nocy. Ale są jeszcze i inne następstwa — łatwość tworzenia się chmur i powstawania gwałtownych opadów atmosferycznych, najczęściej z towarzyszeniem burz elektrycznych. W dnie bezsłoneczne i w nocy z niebem zasnutem chmurami, niema ani zbyt wielkich wahań ciepłoty, ani burz i gwałtownych ulew.

Pogodność i chmurność pasm górskich, zwłaszcza zaś ich grzbietowych wyniosłości i wierzchołkowych wzniesień zależy zasadniczo od położenia t. zw. rejonu chmur, t. zn. tej wysokości, na której nastaje skraplanie się pary wodnej w powietrzu, niesionem wiatrami i wznoszącem się po stokach na drugą stronę pasm górskich. Chodzi tu naturalnie o wiatry ciepłe i wilgotne, a więc o dżdżystą wystawę gór. Różnice położenia rejonu chmur i różnice wystawy sprawiają, że części pasm górskich, nie leżących od siebie daleko, miewają bardzo niejednakowo pogodne nieba. Nad jedną, zadeszczoną, mogą się przewalać zwaly chmur, kiedy druga kąpie się wprost w potokach promieni słonecznych.

Z wietrzną, jeżeli użyć można tego określenia, topografją pasm i gniazd górskich łączy się jeszcze druga sprawa, poza pogodnością, — wystawienie na wiatry i ochrona przed wiatrami. W tak zwanym cieniu wietrznych, t. j. w przestrzeni między skłonem, a płaszczyzną spadku ciągnącego górą ponad nim wiatru, znajduje się spokojny, zaciszny kąć, do którego nie mają dostępu wiatry, wiejące z pewnego kierunku. Jeżeli to dotyczy kierunku przeważającego, to okolica, leżąca w cieniu wietrznym, wyróżnia się swoją powietrzną spokojnością.

Osobne poniekąd stanowisko zajmują w dziedzinie klimatologii górskiej górskie doliny, wąwozy i jary. Dla kształtowania się w nich stosunków klimatycznych posiadają zasadnicze znaczenie, obok kierunku przebiegu, szerokość i głębokość, a wcale znaczne także nawodnienie. Dno i skłony szerokich dolin z dobrą wystawą słoneczną rozgrzewają się silnie w ciągu dnia. Tem samym grzeje się mocno także powietrze. Ale równie energicznie odbywa się od zachodu słońca ochładzanie. To też różnice ciepłoty dziennej i nocnej są w dolinach

większe, aniżeli na odkrytych grzbietach górskich. Różnica jest tem znaczniejsza, im węższe i im głębsze są doliny. Wąskie i głębokie wąwozy i jary znane są powszechnie z wydatnych zmian ciepłoty w ciągu doby. Na wzmiankę zasługuje jeszcze i ten szczegół, że w szerokich dolinach, łączących się z dolinami bocznymi, a przez żleby także z grzbietami, przychodzi bardzo łatwo spotykać się na niewielkiej przestrzeni z prądami powietrza, o bardzo niejednakowej ciepłocie. W odległości nawet kilkudziesięciu metrów od siebie mogą ciągnąć, bez dającego się odczuć wyraźnie wiatru, naprzemian prądy ciepłego i chłodnego powietrza.

W dolinach, przetrzyniętych rzeczkami czy potokami, należą do pospolitych zjawisk, nawet w lecie, wieczorne mgliste opary, zazwyczaj smugowate, niekiedy także gęstsze i zbitsze, trwające często do pierwszych godzin następnego dnia. Panuje wtedy na całym dnie doliny niemiły wilgotny chłód. W chłodnej i zimnej porze roku utrzymują się te mgły znacznie dłużej i są zwykle bardziej zbite.

Śnieg leży w dolinach znacznie dłużej, aniżeli na grzbietach i na stokach górskich, topnieje wolniej i później, co nie tylko przedłuża w nich samych trwanie zimy, ale także wpływa ujemnie na ciepłotę sąsiedztwa.

W kraju pagórkowatym, z falistą rzeźbą powierzchni ziemi, istnieją także poniekąd warunki dla niezupełnie jednakowego rozgrzewania się powietrza. Ale różnice ciepłoty nie mogą być zazwyczaj zbyt wielkie, a te, co powstają, wyrównują się stosunkowo dość szybko. To też wahania i ciepłoty i związanych z nią zjawisk meteorologicznych są zasadniczo niewielkie — szczegół, posiadający, naogół biorąc, korzystne znaczenie dla klimatu lekarskiej.

Obok rzeźby powierzchni ziemi wywiera wprost bezpośredni wpływ na formowanie się stosunków cieplnych całych wielkich obszarów kontynentu, a także pojedynczych okolic i miejscowości fizyczna struktura ziemi i związane z nią fizyczne właściwości. Rozumiemy przez te określenia spoistość gruntu, zdolność chłonięcia, oddawania i przechowywania ciepła, a w dalszem następstwie sposób miarkowania ciepłoty unoszącego się nad gruntem powietrza.

Od gruntu stałego odbija się zawsze niewiele promieni słonecznych, tem mniej, im jest ciemniejszy, a przeważna większość ulega wchłonięciu. Ciepło, wnikające z nimi, nie grzeje każdego gruntu zupełnie jednakowo. Zależnie od jego fizycznych własności, albo rozdziela się na same tylko powierzchniowe warstwy, albo dociera także do warstw głębszych. W pierwszym przypadku jest rozgrzanie bardzo silne, w drugim słabsze. Ale za to promieniuje ciepło z powierzchniowo nagrzanego gruntu zaraz po zachodzie słońca wprost gwałtownie, ochładzanie postępuje bardzo szybko. Grunt, ogrzany głębiej, ziębnie znacznie wolniej. Zapas ciepła, zgromadzony przez cały dzień, służy mu na większą ilość godzin nocy. Znaczniejsze amplitudy ciepłoty powietrza w pierwszym, mniejsze w drugim przypadku są same przez się zrozumiałe.

Z pośród wszystkich rodzajów nawierzchni rozgrzewa się najwięcej i ochładza się najszybciej pokrycie z piasku. To też piaszczyste pustynie znane są z panujących na nich dużych wahań w dobowym przebiegu ciepłoty. Nieco mniejsze skrajności znamionują grunty skaliste. Nie zawadzi przy tem wspomnieć, że wyróżniają się wśród nich do pewnego stopnia wapienne skalne formacje. Od ich białej, względnie białoszarej powierzchni odbijają się w dużej ilości promienie słoneczne. Rozgrzewanie się za dnia, chłodnicie w porze nocnej zamyka się w skromniejszych granicach. Wahania ciepłoty są mniejsze, aniżeli w okolicach skalistych o innej budowie geologicznej. Ale za to daje się w otoczeniu skał wapiennych bardzo przykro odczuwać wielką moc odbitych promieni. Podróżowanie wśród dnia po drogach w Dolomitach, w Karście i t. p. nie należy z tego powodu do wielkich przyjemności.

Z tego, co wiemy o chłonięciu i o oddawaniu ciepła przez wodę, nasuwa się sam przez się wniosek, że stopień zawartości wody w rozmaitych rodzajach nawierzchni posiada bardzo niepoślednie znaczenie dla kształtowania się cieplnych właściwości ziemi. Porównanie z doświadczeń chłonięcia wody przez piasek, ziemię ilastą i ziemię próchnicową pokazuje, że w najmniejszym stopniu posiada ją piasek, w największym próchnica. Z piasku wyparowuje woda bardzo szybko, z próchnicy stosunkowo bardzo powoli. Dlatego też czarnoziem ogrzewa się niezbyt szybko i niezbyt gwałtownie, ale zato znacznie

głębiej zatrzymuje ciepło dłużej i chłodnie o wiele powolniej. Piasek zachowuje się zgoła inaczej. Pośrednie stanowisko zajmuje glina, względnie ziemia ilowata.

Obok zdolności chłonięcia odgrywa rolę w kształtowaniu się cieplnych stosunków gruntu także jego przepuszczalność. Nadmiar wody atmosferycznej, to jest ta jej część, której ziemia nie może już wchłonąć w siebie, przesiąka przez nią w głębokie warstwy, znika poprostu z gleby i z podglebia, o ile ją przepuszczają; pozostaje niedaleko wierzchu, jeżeli już bardzo płytko znajdują się pokłady mało przepuszczalne lub zupełnie nieprzepuszczalne, np. pewne rodzaje ilów, a rozlewa się po powierzchni gruntu, jeżeli już najgórnieszy pokład ziemi jest nieprzepuszczalny. W każdym z tych przypadków powstają inne warunki dla ciepłoty i dla parowania ziemi, a tem samem także dla ciepłoty i dla wilgotności sąsiadującej z nią części powietrzni.

Sprawą uwodnienia ziemi zajmowano się wiele i dokładnie w interesie uprawy roli i badano wielokrotnie skutki odwodnienia. Już przed kilku dziesiątkami lat pokazały badania Buchana, że średnia roczna ciepłota zdrenowanej roli podnosi się o  $0.5^{\circ}$  C., średnia letnia o  $1.5^{\circ}$  C., a oprócz tego, że amplitudy wahań ciepłoty są znacznie mniejsze. Wszystko to nie może być obojętne dla ciepłoty powietrza. Wpływ odwodnienia rośnie wraz z wielkością odwodnionego obszaru i może nabierać nawet większego znaczenia dla klimatu, ocenianego ze stanowiska lekarskiego. W każdym razie staje się taka odwodniona okolica zdrowszą, nabiera wartości pod względem higienicznym.

Znaczenie gleby rodzajnej, jako czynnika, wywierającego pewien wpływ na ciepłotę i na wilgotność powietrza, wzmagają się jeszcze przez pokrycie jej roślinnością. W największej mierze przyczyniają się do tego lasy. Ziemia leśna, zaślana opadłem listowiem lub igliwem, ma w niem stałą osłonę ze złego przewodnika ciepła. Wśród dnia chronią ją korony drzew przed nadzbyt silnem działaniem promieni słonecznych, w nocy przed zbyt znacznem wypromieniowywaniem ciepła. To też ciepłota ziemi leśnej, a wraz z nią także powietrza leśnego podlegają mniejszym wahanom. Dlatego to panuje w lesie, nawet w upalne dnie letnie, miły chłód, a wśród zupełnie chłodnych nocy jest w nim ciepłej, aniżeli na

otwartej przestrzeni. Dobowe amplitudy, przynajmniej w ciepłej porze roku, są niewątpliwie mniejsze. Średnie ciepłoty wyrównują się przytem i nie różnią się tak dalece od średniego ogrzania bezleśnego sąsiedztwa. Podobnie, jak wśród doby, odbywają się wahania ogrzania także i w dłuższych okresach czasu, w ciągu miesięcy i pór roku, w nieco ciaśniejszych granicach. Najdosadniej zaznaczają się te różnice podczas zimnych miesięcy i przy wietrznym powietrzu. O innych właściwościach leśnej atmosfery wspomnimy jeszcze nieco później.

Bardzo niewielkie modyfikacje niektórych zjawisk meteorologicznych pod względem przestrzennym może sprowadzać roślinność przyziemna i zupełnie niskopienna. Pokryta nią ziemia zachowuje się podobnie, jak ziemia leśna. Na powietrze przenoszą się jej ciepłe właściwości w bardzo małym stopniu, i to tylko na najniższą warstwę.

W ustępie o czynnikach ziemskich, wywierających wpływ na właściwości klimatu, niepodobna pominąć grupy czynników, pochodzących nie z zupełnie powierzchniowych warstw, lecz tkwiących już w pewnej głębokości. Niektóre z pośród nich posiadają dla klimatologii lekarskiej podrzędniejsze, inne nawet bardzo doniosłe znaczenie.

Do najbardziej wartościowych należą ziewy — emanacja — ciała promieniotwórczych, w szczególności ziewy radowe, wydobywające się bądź to ze źródeł wód kruszcowych, bądź też z suchego gruntu, pospolicie z gruntu skalistego. O mieszaniu się ich z powietrzem bliższego sąsiedztwa tych przyrodzonych emanatorów radowych wiemy już od dość dawna. Zresztą i technika potworzyła urządzenia, przez które czerpie je stamtąd i zużytkowuje do celów leczniczych. Wie o tem nietylko świat lekarski, ale także spory zastęp nielekarskiego wykształconego społeczeństwa, że z obecnością w powietrzu ziewów radowych łączy się działanie biodynamiczne. Ale stosunkowo bardzo jeszcze niewiele rozpowszechniły się wiadomości o jonizującej mocy tych ziewów, znanej dobrze fizykom. W sferach lekarskich wie o tem bardzo jeszcze stosunkowo szczupłe grono. A znaczenie tej mocy nie jest bynajmniej obojętne.

Bardzo niedawno ukazała się publikacja Ottona Gerke'a z doniesieniem o nader znacznej jonizacji



powietrza nie tylko w bezpośrednim, ale także w dalszym sąsiedztwie ciepłych źródeł w Gastein z przewagą jonów ujemnych, na które w ostatnich czasach zwrócono uwagę, jako na wartościowy czynnik leczniczy. Nasylenie powietrza ziewami radowymi i bogactwo jonów ujemnych może zdaniem Gerke'go tłumaczyć wyniki leczenia w Gasteinie, niezrozumiałe jako skutek, samych tylko kąpiele.

W świetle przytoczonych w tej chwili i podobnych do nich badań nabierają i ziewy i zjonizowane przez nie powietrze sporego znaczenia jako możliwe czynniki klimatyczne. Nie zmniejsza go bynajmniej ta okoliczność, że rozprzestrzenienie ich jest stosunkowo bardzo ograniczone. I byłoby rzeczą bardzo pożądaną, żeby wszędzie tam, gdzie znajdują się źródła wód radioczynnych, nawet słodkich, zajęto się zbadaniem stopnia i rodzaju jonizacji powietrza w ich bliższym sąsiedztwie. Odnosi się to także do ziem polskich.

Nie będzie może rzeczą niewłaściwą, jeżeli w związku ze sprawą jonizacji powietrza przez ziewy ciał promieniotwórczych, jako z zagadnieniem, nieobojętne dla klimatologii wogóle, a dla klimatologii lekarskiej w szczególności, zwrócimy uwagę na niewątpliwie ożywcze działanie powietrza leśnego i zestawimy je z wypowiedzianem w ostatnich czasach, co prawda jeszcze nieśmiało, przypuszczeniem, że źródłem tej ożywczosci mogłyby być elektryczne prądy czynnościowe, powstające jako jeden z efektów biologicznej pracy świata roślinnego. Czy nie wartoby było zająć się badaniem tych prądów, a po ewentualnym stwierdzeniu, że istotnie powstają, postarać się o poznanie możliwego związku między nimi i jonizacją leśnego powietrza.

Możeby się powiodło na tej drodze rozjaśnić, przynajmniej do pewnego stopnia, ten dobroczynny wpływ, jaki wywiera przebywanie przez nieco dłuższy przeciąg czasu wśród rozległych lasów i wytłumaczyć z jednej strony uspakajające, z drugiej skrzepiające skutki takiego pobytu.

Z innych okolicznościowych przymieszek gazowych powietrza zasługują jeszcze na skromną wzmiankę wyziewy siarkowodoru z wód siarczanych, bezwodnika kwasu węglowego ze szczaw, wyjątkowo z lejów, sięgających w głąb ziemi i ze szczelin skalnych, wreszcie lotnych związków węglowodorowych. Wszystkie te lotne ciała nie mogą zapewne odgrywać, jako przymieszki powietrza, praktycznej roli w leczeniu klimatycznym, ale mogą jednak budzić zajęcie przyrodniczo-lekarskie, chociażby tylko czysto teoretyczne.

Jako materialne zjawisko pochodzenia ziemskiego, odgrywające rolę sporadycznego intruza wśród składni-

ków powietrza wolnych przestrzeni, zwracać jeszcze musi uwagę mieszanie się z powietrzem kurzu i pyłu rozmaitego pochodzenia.

Najistotniejsze znaczenie posiada kurz na drogach komunikacyjnych wogóle, a na drogach, wiodących do uzdrowisk w szczególności. W dobie ożywionego ruchu samochodowego posiada on jeszcze większe znaczenie, jako szkodnik higieniczny, aniżeli w dawniejszych czasach, kiedy ruch drogowy nie był ani tak bardzo ożywiony, zwłaszcza tam, gdzie można było korzystać z linii kolejowych, ani nie odbywał się w tak bardzo szybkim tempie, jak obecnie.

Mniej lub więcej obfite tworzenie się kurzu na drogach zależy w dużej mierze od rodzaju materiału, użytego do ich budowy, zwłaszcza materiału, tworzącego nawierzchnię. Twarda skała nie kruszy się i nie wietrzeje tak łatwo. Zbudowane z niej drogi nie pokrywają się tak szybko pokładem pyłu. Piaskowiec z większą domieszką ilu, lupek i kamień wapienny poddają się bardzo łatwo działaniu wpływów atmosferycznych i mechanicznych, dają bardzo nietrwałą i bardzo zakurzoną nawierzchnię. Wobec tego, że kamienny materiał bierze się pospolicie, o ile to tylko możliwe, z jak najbliższego otoczenia, zależy jakość, względnie trwałość dróg i stopień ich zakurzenia najczęściej od budowy geologicznej okolic, przez które przechodzą. Struktura ziemi staje się przez to i w tym także zakresie czynnikiem, wpływającym na stan atmosfery. Liczyć się z tem trzeba wszędzie, ale bardzo już poważnie w okręgu uzdrowisk.

Silne wichry, zwłaszcza burze huraganowe roznoszą kurz, porwany z dróg, po dalekiej nawet okolicy. Ale może on pochodzić także z innych składnic — z wszelkiego rodzaju odsypisk i usypisk, z ławic piaskowych, z kamieniołomów i t. d. Od czasu do czasu zdarzają się także kurzawy, namiesione z bardzo dalekich stron. O jednej z nich wspominałem w ustępie o składzie powietrza. Edward Stenz opisał w r. 1929 bardzo dokładnie zjawisko opadania obfitego pyłu, spostrzegane w końcu kwietnia 1928 r. w całej Małopolsce, na Podolu i na znacznym obszarze Ukrainy, objaśniając równocześnie, że zakurzenie pochodziło z obszarów dolnego Dnie-

pru. \*) Zapylenie powietrza było tak wielkie, że przyćmiło w sporym stopniu światło słoneczne, w podobny sposób, jak to bywa przy częściowym zaćmieniu słońca, a trwało przez 4 dni.

Skład opadającego wtedy pyłu był następujący:

TABLICA XLVI.

|                                          | Lwów  | Kraków | Ropienka | Czer-<br>niowce | Botosani |
|------------------------------------------|-------|--------|----------|-----------------|----------|
| SiO <sub>2</sub> . . . . .               | 57.94 | 58.49  | 60.43    | 66.96           | 62.15    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 12.30 | 10.59  | 12.44    | 12.58           | 11.54    |
| TiO <sub>2</sub> . . . . .               | 0.70  | 0.58   | 0.68     | —               | —        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 5.49  | 4.92   | 5.88     | 4.72            | 3.71     |
| CaO . . . . .                            | 2.03  | 6.63   | 1.73     | 3.54            | 2.50     |
| MgO . . . . .                            | 1.77  | 1.20   | 1.48     | 1.35            | 2.90     |
| K <sub>2</sub> O . . . . .               | 2.97  | 1.56   | 1.79     | 1.55            | 0.45     |
| Na <sub>2</sub> O . . . . .              | 0.31  | 0.79   | 0.53     | 0.93            | 3.57     |
| MnO . . . . .                            | 0.06  | —      | —        | śląd            | —        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .  | 0.24  | 0.24   | 0.31     | śląd            | —        |
| H <sub>2</sub> O . . . . .               | 12.16 | 7.60   | 9.71     |                 | 1.30     |
| CO <sub>2</sub> . . . . .                | 0.65  | 3.72   | 4.67     | 5.09            | śląd     |
| Humus . . . . .                          | —     | 3.64   |          |                 | 1.95     |
| SO <sub>3</sub> . . . . .                | 0.13  | 0.89   | —        | 0.31            | —        |
| C . . . . .                              | 2.94  | —      | —        | 2.20            | 2.80     |
| Suma . . . . .                           | 99.69 | 100.85 | 99.65    | 100.00          | —        |

Jeszcze dalej rozchodzą się i trwają jeszcze dłużej kurzawice popiołów, wyrzucanych w czasie wybuchów wulkanicznych. Uczyniliśmy już o nich wzmiankę na innym miejscu. Dodamy do niej w tej chwili, że niektóre wulkany przeciągają czasem stosunkowo bardzo długo swoją wybuchową czynność, zazwyczaj w skromniejszych rozmiarach, niepokojąc nią i wyrzucanymi przy tem popiołami tylko niezbyt wielkie, ale zawsze jeszcze dość znaczne połacie kraju. Zapylenie atmosfery jest tam wtedy przez dłuższy okres czasu wprost stałym zjawiskiem.

Innego rodzaju intruz, mieszający się z powietrzem, to pyłek z kwiatu roślin trawiastych, po części także

\*) Opadem tym zajmował się cały szereg autorów, z pośród polskich S. Kreutz, Tokarski, Bonasewicz, Strzelski, Nowak, pozatem rosyjscy, rumuńscy i niemieccy.

i z drzew. W okresie kwitnienia nie brakuje go nigdy. Przeważnie nie przynosi żadnej szkody. Ale zdarzają się jednak ustroje z wrażliwszą błoną śluzową dróg oddechowych, dla których staje się anafilaktycznym drażnikiem i wywołuje bądź to tylko ostrzejsze lub łagodniejsze nieżyty, bądź też bardzo nawet przykre schorzenie, nie tylko miejscowe, ale także ogólne, znane pod nazwą nieżyty sienne, względnie gorączki siennej. Zdaje się, że takie chorobotwórcze własności nie są w równej mierze udziałem wszystkich pylących się obficie w czasie kwitnienia roślin trawiastych. Wcale silnie drażni np. pyłek kwiatni żyta, a nie drażnią w tym stopniu pyłki innych zbóż. Podobne różnice odznaczają także trawy i zioła łąkowe. Poznawanie tych szczegółów posiada bezsprzecznie znaczenie dla tem dokładniejszego oceniania klimatycznych właściwości pewnych okolic, czy nawet pewnych miejscowości, a więc dla oceniania tego, co się określa pospolicie mianem mikroklimatu.

## WYPOSAŻENIE INSTRUMENTALNE UZDROWISKOWYCH STACYJ METEOROLOGICZNYCH

opracował *Dr Edward Stenz.*

Zasadnicza różnica, jaka zachodzi pomiędzy klimatologią ogólną a klimatologią lekarską, sprawia, że i charakter normalnej stacji meteorologicznej jest odmienny od stacji, założonej w uzdrowisku dla celów lekarskich. Zwykła stacja meteorologiczna jest jednym z ogniów sieci meteorologicznej, rozpostartej po całym kraju, której zadaniem jest poznanie ogólnych cech klimatu danego kraju.

Inaczej ma się rzecz ze stacjami uzdrowiskowymi. O ile stacja meteorologiczna normalna jest położona w warunkach, odtwarzających przeciętny charakter całej okolicy, o tyle stacja meteorologiczna uzdrowiskowa winna być założona w miejscowości, która wyróżnia się swymi korzystnymi właściwościami klimatycznymi od okolicy, a która właśnie dzięki temu została wyzyskana dla celów uzdrowiskowych. Nie będziemy więc zakładali stacji meteorologicznej uzdrowiskowej w centrum miasteczka, ani przy stacji kolejowej, ale w obrębie uzdrowiska, w parku, bądź na plaży, w miejscu kąpieli słonecznych, wzgl. powietrznych i t. d. Porównania spostrzeżeń meteorologicznych, dokonanych w jednej i tej samej miejscowości, lecz w dwu różnych punktach, wykazały niejednokrotnie, że już nieznaczna różnica wzniesień, inne nachylenie terenu, odmienne jego zorientowanie względem stron świata, oraz odrębne otoczenie — mogą stwarzać całkiem swoiste warunki klimatyczne, odmienne od okolicznych. Szczególnie duże różnice w stosunkach klimatycznych występują w kraju o silnej rzeźbie terenu, a więc w górach, oraz na wybrzeżu morskiem. Wybór miejsca pod założenie stacji meteorologicznej, która ma scharakteryzować warunki klimatyczne istniejącego lub mającego powstać uzdrowiska, jest więc rzeczą pierwszorzędnej wagi.

Niemniej ważną sprawą jest ustalenie odpowiedniego programu obserwacyjnego i wybór przyrządów. Do programu spostrzeżeń normalnej stacji meteorologicznej wchodzi zazwyczaj spostrzeżenia nad ciśnieniem, temperaturą i wilgotnością powietrza, ilością i rodzajem opadów, stopniem zachmurzenia nieba, prędkością i kierunkiem wiatru i nad grubością pokrywy śnieżnej. Program tego rodzaju niezupełnie odpowiada zainteresowaniom lekarza i higienisty. Obserwacje, n. p. ciśnienia powietrza, ilości opadów i kierunku wiatru mają tu stosunkowo małe znaczenie, natomiast szczególnie ważne są obserwacje nad prędkością wiatru, temperaturą i wilgotnością powietrza, a zwłaszcza nad ilością godzin słonecznych, czyli usłonecznieniem. Poza tym lekarz uzdrowski interesuje się natężeniem promieniowania słonecznego, oraz wpływem ochładzającym czynników meteorologicznych, działających razem na ustrój człowieka.

Od uzdrowskiej stacji meteorologicznej żąda się jeszcze innych rzeczy. Na stacjach sieci meteorologicznej obserwuje się normalnie 3 razy na dobę, w Polsce np. o godz. 7, 13 i 21 czasu średniego miejscowego. Ze spostrzeżeń, w ten sposób dokonanych, oblicza się średnie wartości dzienne dla poszczególnych czynników, przyczem dla temperatury stosuje się pewien specjalny schemat obliczania średniej. Dla celów uzdrowskich jest tego rodzaju rozkład godzin obserwacyjnych nieodpowiedni. Obserwacje z godz. 7 rano i 9 wieczorem nie mają praktycznego znaczenia, gdyż chorzy przebywają o tych godzinach „w domu“. Pewną wartość ma więc jedynie obserwacja z godziny 1 po południu, i ona ma charakteryzować stosunki atmosferyczne danego dnia. Oczywiście metoda taka jest niedostateczna i dlatego wymaga się, aby na uzdrowskich stacjach meteorologicznych funkcjonowały także przyrządy samopiszące, któreby dla poszczególnych godzin dnia zdawały sprawę z przebiegu temperatury, wilgotności powietrza i innych czynników. Poza tym nieodzownym przyrządem jest heljograf, notujący automatycznie przebieg usłonecznienia w ciągu dnia i ilość godzin ze słońcem.

Wreszcie jeszcze jedna cecha odróżnia stacje meteorologiczne uzdrowskie od normalnych. Stacje sieci meteorologicznej są w zasadzie stałe i funkcjonują, o ile możliwości, przez cały szereg lat bez przerwy. Przytem

sieć meteorologiczna wraz z centralnym instytutem jest zazwyczaj organizacją państwową, zdolną dzięki temu utrzymywać większą liczbę obserwatorów. Natomiast stacje meteorologiczne uzdrowiskowe mogą być czasowe, t. zn. że działają w danym uzdrowisku przez krótszy okres czasu, na przykład przez trzy lata. Po tym okresie stacja może być przeniesiona do innego uzdrowiska, o ile oczywiście zarząd uzdrowiska nie jest zainteresowany w kontynuowaniu spostrzeżeń.

Takie właśnie lotne stacje meteorologiczne przy uzdrowiskach i w miejscowościach klimatycznych zostały niedawno założone w Austrii przez Urząd Zdrowia Publicznego przy Ministerjum Opieki Społecznej. Są one rozsiane w liczbie 33 po całym obszarze górskim i rozmieszczone nie tylko przy istniejących sanatoriach, ale także w miejscowościach, gdzie założenie lecznic klimatycznych jest dopiero zamierzone. W ten sposób spostrzeżenia stacji meteorologicznych Urzędu Zdrowia Publ., porównane ze spostrzeżeniami okolicznych stacji normalnych, oddają znakomite usługi klimatoterapii, gdyż pozwalają przed zbudowaniem nowego sanatorium wybrać dlań odpowiednie pod względem klimatycznym miejsce. Należy też zaznaczyć, że inwentarz instrumentalny tych stacji jest własnością Urzędu i wobec tego stacje mogą być przenoszone z jednych uzdrowisk do innych, w miarę potrzeby.

Nieco odmienną organizację mają stacje meteorologiczne uzdrowiskowe, zorganizowane w r. 1926 w Niemczech północnych. Tworzą one t. zw. „Sieć aktywno-klimatologiczną wybrzeża morza Północnego“. Organizacja ich jest zatem prywatna i nie zależy od państwowej sieci meteorologicznej. Stacja centralna tej sieci znajduje się w Nordeney i zajmuje się ogłaszaniem spostrzeżeń meteorologicznych, a także prac, odnoszących się do klimatografii i klimatoterapii morza Północnego.

U nas w kraju nie mamy jeszcze oddzielnej sieci uzdrowiskowych stacji meteorologicznych. Nieliczne stacje, istniejące w niektórych uzdrowiskach, należą do sieci Państwowego Instytutu Meteorologicznego i prowadzą spostrzeżenia według normalnego programu.

Z kolei należy przejść do omówienia sposobu prowadzenia spostrzeżeń na stacji meteorologicznej uzdrowiskowej. Jakkolwiek program obserwacyjny takiej stacji nie

różni się od programu normalnej stacji, mimo to należy wszystkie zwykłe spostrzeżenia meteorologiczne na stacji uzdrowskiej prowadzić według schematu i w godzinach, przyjętych w krajowej sieci meteorologicznej. Warunek ten jest konieczny z tego powodu, że materiał obserwacyjny, zgromadzony na stacji uzdrowskiej, musi być porównywalny ze spostrzeżeniami stacji normalnych. Jeżeliby spostrzeżenia były dokonywane w innych godzinach i zapomocą innych metod instrumentalnych, to nie można było wyciągnąć wniosków z porównań tych spostrzeżeń ze spostrzeżeniami stacji sąsiednich, a wówczas najważniejszy cel stacji uzdrowskiej — stwierdzenie odrębności klimatycznej uzdrowska — nie byłby osiągnięty. Zatem trzeba zwykle odczytania (np. temperatury i wilgotności powietrza, szybkości wiatru, stopnia zachmurzenia nieba i t. d.) prowadzić w godzinach 7, 13 i 21, według czasu średniego miejscowego. Opady, oraz grubość powłoki śnieżnej wystarczy zmierzyć raz dziennie o godz. 7 rano, inne natomiast spostrzeżenia, jak np. aktynometryczne, należy wykonywać w godzinach przedpołudniowych, w czasie trwania zabiegów heljoterapeutycznych, słońcowania i t. d.

Ponieważ spostrzeżenia muszą być dokonywane według jednolitego schematu, więc najlepiej zapisywać je w odpowiednim dzienniczku drukowanym, służącym do normalnych spostrzeżeń meteorologicznych. W tym celu, a także z innych względów, jest rzeczą pożądaną wejść w porozumienie z instytutem meteorologicznym, który dostarcza potrzebnych druków, oraz udziela odpowiednich wskazówek i porad odnośnie do spostrzeżeń i przyrządów. Tenże instytut posiada urządzenia, zapomocą których wszystkie przyrządy, używane do spostrzeżeń, mogą być sprawdzone.

Należy tu zwrócić uwagę, że w zasadzie nie powinno się używać przyrządu do spostrzeżeń meteorologicznych, jeżeli się nie jest w posiadaniu odpowiedniego świadectwa danego przyrządu. Każdy, nawet najdokładniejszy przyrząd, jak np. barometr, termometr, hygrometr, zawiera pewne źródła błędów i dlatego winien być zaopatrzony w świadectwa, w których są podane wielkości poprawek, jakie należy uwzględnić. Odnosi się to zwłaszcza do takich przyrządów, jak anemometry lub aktynometry, co do których wogóle niewiadomo, co dają, jeżeli się nie ma podanego współczynnika instrumentalnego. Współczynnik taki pozwala zamienić w przypadku anemometru ilość obrotów wiatraczka na prędkość wiatru w metrach na sekundę, a w przypadku aktynometru — pozwala wychylenia wskazówki przełożyć na natężenie promieniowania słonecznego, wyrażone w kalorjach



na centymetr kwadratowy i minutę. Zresztą o tych szczegółach będzie jeszcze niżej.

Przy ograniczaniu programu obserwacyjnego uzdrowiskowej stacji meteorologicznej na skromniejszym programie wchodzi w grę następujące spostrzeżenia (obok wymieniamy potrzebne do tego przyrządy):

- 1) Obserwacje ciśnienia powietrza (barometr, aneroid lub barograf),
- 2) Obserwacje temperatury powietrza (termometry i termograf),
- 3) Obserwacje wilgotności powietrza (hygrometr i hygrograf),
- 4) Obserwacje prędkości wiatru (anemometr lub anemograf),
- 5) Obserwacje zachmurzenia nieba, opadów i pokrywy śnieżnej,
- 6) Rejestracje usłonecznienia (heljograf),
- 7) Pomiary promieniowania słonecznego (aktywnometr, pyrheljometr).

Program rozszerzony stacji uzdrowiskowej obejmowałby nadto:

- 8) Pomiary ochładzania (frygorymetr),
- 9) Pomiary zawartości pyłu w powietrzu (pyłomierz Owens'a),
- 10) Pomiary jasności światła dziennego (fotometr klinowy) lub promieniowania rozproszonego (pyranometr),
- 11) Rejestracje widma słonecznego (spektrograf),
- 12) Pomiary elektryczności atmosferycznej (elektrometr i aspirator).

Z wyżej wymienionych 12-tu rodzajów badań, pierwsze sześć wchodzi w zakres zwykłej stacji meteorologicznej i nie przedstawiają specjalnych trudności w realizacji, ani nie zabierają zbyt wiele czasu. Poza aparatami samopiszącymi, które notują bez przerwy, wykonuje się te spostrzeżenia w trzech terminach (godz. 7, 13 i 21 czasu średn. miejsc.). Nieco więcej czasu wymagają pomiary aktywnometryczne promieniowania słonecznego, ale i one mogą być ograniczone tylko do pewnych godzin okołopołudniowych, i to jedynie w dniach słonecznych. Natomiast bardziej kłopotliwe, znacznie trudniejsze i wymagające

kosztownych przyrządów są badania, które wyliczyliśmy pod punktami 8—12. Obserwator musi tu mieć nadto pewną wprawę i przygotowanie fizykalne, przytem pomiary wymienione pod 8 i 11 wymagają także prądu elektrycznego, który nie wszędzie jest do dyspozycji.

Po tym wstępie ogólnym przechodzimy do omówienia metod, przyjętych dla czynienia spostrzeżeń w zakresie wyżej wymienionych czynników fizyczno-meteorologicznych.

### *Ciśnienie powietrza.*

Obserwacje ciśnienia powietrza są ważne zwłaszcza w miejscowościach podgórskich i górskich, gdzie ciśnienie powietrza jest zmniejszone. Pozatem obserwacje ciśnienia mogą służyć za wskazówkę dla orientacji o nadsciągających stanach pogody, co niekiedy nie jest bez znaczenia.

Do pomiaru ciśnienia powietrza służy barometr rtęciowy, zaopatrzony w skalę milimetrową i nonjusz, pozwalający odczytywać wysokość słupa rtęci z dokładnością do 0.1 milimetra. Na barometrze jest umieszczony termometr, wskazujący temperaturę barometru. Barometr winien wisieć w pokoju w położeniu zupełnie pionowem, zabezpieczony od bezpośrednich promieni słońca, a zimą zdala od pieca. Na ścianie, naprzeciw górnego końca słupa rtęci, dobrze jest umieścić kartkę białego papieru dla łatwiejszego ustawienia nonjusza. Pomiar ciśnienia składa się z trzech czynności: a) przedewszystkiem odczytuje się temperaturę, wskazaną przez termometr na barometrze — należy przytem uważać, by przy odczytywaniu go nie ogrzać, — b) następnie ustawia się zapomocą śruby mikrometrycznej nonjusz barometru w ten sposób, żeby dolny brzeg nonjusza był styczny do wierzchołka meniska wypukłego rtęci, c) wreszcie odczytuje się na podziałce wysokość słupa rtęci, wskazaną przez nonjusz. Otrzymana w ten sposób wysokość słupa rtęci jest liczbą surową, którą należy poprawić przez uwzględnienie dwóch poprawek. Umówiono się sprowadzać wskazania wszystkich barometrów do temperatury 0°, więc jeżeli barometr był odczytany w temperaturze wyższej (lub niższej od 0°), to należy uwzględnić poprawkę na temperaturę (ze względu na rozszerzalność skali mosiężnej, rtęci i t. d.).

Poniżej podajemy kilka wartości poprawek dla różnych ciśnień i temperatur barometru:

TABLICA XLVII.

| tempera-<br>tura baro-<br>metru | 600<br>mm | 650<br>mm | 700<br>mm | 750<br>mm |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| -50                             | +0,5      | +0,5      | +0,6      | +0,6      |
| 0                               | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       |
| 5                               | -0,5      | -0,5      | -0,6      | -0,6      |
| 10                              | -1,0      | -1,1      | -1,1      | -1,2      |
| 15                              | -1,5      | -1,6      | -1,7      | -1,8      |
| 20                              | -2,0      | -2,1      | -2,3      | -2,4      |
| 25                              | -2,4      | -2,7      | -2,9      | -3,1      |
| 30                              | -2,9      | -3,2      | -3,4      | -3,7      |

Szczegółowsze tabele poprawek barometru na temperaturę zawierają instrukcje meteorologiczne.

Prócz poprawki na temperaturę należy uwzględnić jeszcze poprawkę instrumentalną, podaną w świadectwie barometru.

Do obserwacji ciśnienia atmosferycznego mogą służyć także aneroidy, jednakże wskazania ich są zazwyczaj mało dokładne i dlatego, o ile możności, należy unikać używania tych przyrządów. Wreszcie, o ile są pożądane notowania zmian ciśnienia, można się zaopatrzyć w barograf. Przyrząd ten notuje zmiany ciśnienia automatycznie i wymaga zmiany papieru tylko raz na tydzień. Wskazania barografu są znacznie mniej dokładne ze względu na tarcie piórka o papier i inne wady mechanizmu.

Dla celów meteorologicznych uwzględnia się jeszcze trzecią poprawkę, t. zw. poprawkę na ciężkość normalną. Odnośne szczegóły są zawarte w instrukcji meteorologicznej.

#### *Temperatura i wilgotność powietrza.*

Pomiar temperatury powietrza nie jest tak prosty, jakby się na pozór wydawało. Trudność polega na tem, że należy zmierzyć temperaturę swobodnego powietrza i że termometr powinien być wyłączony z pod wpływu termicznego innych ciał, a zwłaszcza starannie chroniony przed promieniami słonecznymi. Z tego też powodu nie można brać pod uwagę temperatur, odczytywanych na termometrach ściennych, przymocowanych do ściany na-

zewnątrz domu. Również nie mają żadnej wartości naukowej temperatury, odczytane „w słońcu“, gdyż są to tylko temperatury ogrzanego przez słońce termometru i nie odtwarzają wcale temperatury otaczającego powietrza.

Jedynie racjonalnym sposobem pomiaru temperatury powietrza jest odczytywanie termometrów, umieszczonych w drewnianej klatce żaluzyjnej. Klatka taka jest łatwo przewiewna i daje gwarancję rzetelności spostrzeżeń temperatury powietrza. Klatkę ustawia się w ogródku w pewnej odległości od zabudowań. Umieszcza się ją na 4 słupkach w ten sposób, żeby zbiorniki termometrów znajdowały się mniej więcej na wysokości dwóch metrów nad powierzchnią gruntu. Klatka winna być ustawiona w ten sposób, ażeby jej drzwiczki znajdowały się od strony północnej (chodzi o to, ażeby w czasie obserwacji nie padały do klatki promienie słoneczne). Poza to należy dbać o to, ażeby klatka co jakiś czas była świeżo malowana na biało (biały kolor najlepiej odbija promienie słoneczne, przez co unika się nagrzewania klatki). Aby móc wygodnie odczytywać termometry, umieszczone wewnątrz klatki, ustawia się przed nią małe schodki.

Zazwyczaj umieszcza się w klatce termometrycznej cztery termometry: dwa „zwykłe“ z podziałką do  $0^{\circ},2$ , jeden termometr maksymalny i jeden minimalny. Wszystkie termometry winny być ze szkła jenajskiego i mieć świadectwa urzędu miar lub instytutu meteorologicznego. Termometry „zwykłe“ umieszcza się pionowo w odpo-wiedniem trzymadle, zaś termometry maksymalny i minimalny w położeniu poziomem. Wszystkie termometry odczytuje się z dokładnością do  $0^{\circ},1$  C.

Jeden z termometrów zwykłych służy do pomiaru temperatury powietrza, jest to t. zw. termometr „suchy“ w odróżnieniu od termometru „zwilżonego“, którego zbiornik jest owinięty kawałkiem białego batystu i umieszczony nad naczynkiem z wodą; koniec batystu jest w tem naczynku zanurzony, wskutek czego kulka termometru jest stale zwilżona. Ażeby się na niej nie tworzył osad soli wapniowych, należy używać tylko wody destylowanej. Termometr zwilżony wskazuje niższą temperaturę, aniżeli termometr „suchy“, zależnie zresztą od wilgotności powietrza. Oba termometry stanowią t. zw. psychrometr. Wskazania ich służą do wyznacze-

nia wilgotności powietrza, zarówno względnej, jak bezwzględnej (t. j. prężności pary wodnej).

Ażeby znaleźć wilgotność powietrza, należy odczytania obu termometrów poprawić, uwzględniając poprawki instrumentalne (podane w świadectwach) i na podstawie tak poprawionych wartości wyszukać w tablicach psychrometrycznych stopnie wilgotności, jakie tym temperaturom odpowiadają. Najdogodniejsze w użyciu są obszerne tablice psychometryczne Jelinka. Można także używać tablic skróconych, można wreszcie obliczyć wilgotność na podstawie wzoru. Jeżeli przez  $t$  oznaczyć temperaturę powietrza, wskazaną przez termometr „suchy“, przez  $t'$  temperaturę, wskazaną przez termometr zwilżony, przez  $e$  prężność pary wodnej w powietrzu, oraz przez  $e'$  prężność pary nasyconej, jakaby odpowiadała temperaturze  $t$ , to szukana prężność pary w powietrzu wyrazi się wzorem przybliżonym

$$e = e' - 0,60 (t - t'),$$

gdy termometr zwilżony wskazuje wyżej zera, — oraz

$$e = e' - 0,52 (t - t'),$$

gdy jego kulka jest pokryta warstewką lodu.

Wartości prężności pary nasyconej  $e'$  są podane w tablicach fizycznych oraz w instrukcji meteorologicznej.

Aby znaleźć względną wilgotność powietrza, wyrażoną w odsetkach, należy wziąć stosunek prężności obserwowanej do prężności maksymalnej i pomnożyć przez 100, mamy więc:

$$\text{wilgotność względna } f \% = \frac{e}{e'} \cdot 100$$

Jeżeli chodzi o obserwację wilgotności nie na stacji meteorologicznej, ale gdziekolwiek bądź indziej, to zamiast zwykłego psychrometru, można używać psychrometru aspiracyjnego. Jest on urządzony w ten sposób, że koło zbiorników termometrów przepływa stały prąd powietrza, wytwarzany przez wiatraczek, dzięki czemu wskazania tego przyrządu są dokładniejsze, niż zwykłego psychrometru w klatce żaluzyjnej. Można też nim obserwować w pełnym słońcu, gdyż zbiorniki termometrów są osłonięte przez niklowane rurki. Do obliczeń wilgotności zapomocą tego psychrometru służą specjalne tablice.

Jeżeli chodzi o obserwację samej tylko wilgotności względnej, to można korzystać z hygrometru włosowego. Jest to bardzo prosty przyrządek, dogodny w użyciu zwłaszcza zimą, gdy psychrometr często zawodzi. Strzałka hygrometru wskazuje wprost stan wilgotności względnej powietrza. Przyrząd ten nie jest jednak dostatecznie dokładny i co jakiś czas winien być starannie sprawdzany. Hygrometry innego typu (np. do wyznaczania punktu rosy) nie są w praktyce meteorologicznej używane.

Do zapisów wilgotności względnej powietrza służy hygrograf, skonstruowany na tej samej zasadzie, co hygrometr. Częstość bywa połączony razem z termografem, wykreślającym wahania temperatury, i wówczas nosi nazwę termohygrografu.

Co do dwóch pozostałych termometrów: maksymalnego i minimalnego, umieszczonych w klatce, to są one zaopatrzone zazwyczaj w podziałkę półstopniową; dziesiąte części stopnia ocenia się „na oko“, podobnie jak w psychrometrze. Termometr maksymalny wstrząsa się po obserwacji wieczornej o godz. 21, wówczas przechyla się też termometr minimalny w ten sposób, aby pręcik przesunął się wewnątrz słupka cieczy aż do meniska. Obserwacje tych dwu termometrów dają najwyższą i najniższą temperaturę, jaka nastąpiła w ciągu dnia, mają więc duże znaczenie dla klimatologii lekarskiej.

Ponieważ termograf i hygrograf są dość sporych rozmiarów, więc w klatce termometrycznej zazwyczaj się nie mieszczą i dlatego należy dla nich przeznaczyć oddzielną klatkę żaluzijną.

#### *Prędkość i kierunek wiatru.*

Do oznaczania prędkości i kierunku wiatru jest używany w Europie środkowej i wschodniej wiatromierz Wilda. Prędkość wiatru oznacza się przez obserwację wychylenia płytki prostokątnej ( $30 \times 15$  cm, wagi 200 gr), przyczem poszczególnym prętom skali odpowiadają następujące prędkości wiatru:

TABLICA XLVIII.

| Numer pręta | Prędkość wiatru m/sek. | Numer pręta | Prędkość wiatru m/sek. |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 1           | 0                      | 4 5         | 7                      |
| 1-2         | 1                      | 5           | 8                      |
| 2           | 2                      | 5-6         | 9                      |
| 2-3         | 3                      | 6           | 10                     |
| 3           | 4                      | 6-7         | 12                     |
| 3-4         | 5                      | 7           | 14                     |
| 4           | 6                      | 8           | 20                     |

Co do kierunku wiatru, to jest on wyznaczany przez chorągiewkę wiatromierza. Pamiętać przytem należy, żeby kierunek północny wiatromierza był dokładnie wyznaczony według słońca (lub według kompasu, z uwzględnieniem deklinacji magnetycznej). Wreszcie należy zauważyć, dla uniknięcia nieporozumień, że za kierunek wiatru przyjmuje się te strony świata, z których wiatr wieje (a więc np. wiatr E oznacza wiatr, wiejący ze wschodu). Zazwyczaj wystarcza wyróżnianie ośmiu kierunków wiatru.

Ponieważ na stacjach uzdrowiskowych chodzi przeważnie o pomiar tylko prędkości wiatru, więc zamiast wiatromierza Wilda dogodniej używać małego anemometru. Jest to wiatraczek łyżkowy, wprawiany w ruch przez ciśnienie wiatru; umieszczona u dołu przyrządu wskazówka mechanizmu zegarowego podaje ilość metrów, przebieżonych przez wiatr. Ażeby zatem otrzymać prędkość wiatru, należy odczytać położenia wskazówki w odstępach np. 1 minuty i otrzymaną liczbę podzielić przez 60, otrzymamy wówczas prędkość wiatru w metrach na sekundę. Należy przytem uwzględnić, jak zwykle, poprawkę instrumentalną wiatraczka.

Przy braku wiatromierza lub anemometru można z pewnem przybliżeniem oceniać prędkość wiatru według jego działania na otoczenie, w skali Beauforta 10-cio lub 12-sto stopniowej (p. str. 70), albo w skali 6-cio stopniowej (por. Tab. XXXIV. na str. 71). Jednakże oceny te, jako subiektywne, są zazwyczaj obciążone znacznymi błędami.

Stacje meteorologiczne, które rozporządzają znacznymi środkami materialnymi, mogą sobie założyć anemograf, t. j. anemometr samopiszący. Zasada

działania tego przyrządu jest ta sama, co anemometru; rejestracja odbywa się drogą mechaniczną lub elektryczną. W tym wypadku sam wiatrak musi być umieszczony na dachu budynku, na małej wieżyczce (lub na wysokim słupie w pewnej odległości od zabudowań, o ile działanie przyrządu jest elektryczne). Są też anemometry uproszczone, które nie zapisują przebiegu dziennego prędkości wiatru, a tylko sumują przebieżone kilometry przez wiatr. Dzieląc otrzymane liczby przez odpowiednią ilość godzin, otrzymuje się średnią prędkość wiatru w km./godz.

#### *Zachmurzenie nieba, opady i grubość pokrywy śnieżnej.*

Stopień zachmurzenia nieba, czyli wielkość pokrycia nieboskłonu chmurami w stosunku do całego nieboskłonu, oznacza się „na oko“ w skali 10-stopniowej, jak już o tem była mowa na str. 95. Jeżeli jest mgła, t. j. że miejsce obserwacji znajduje się w chmurze, — notuje się 10. W ciągu nocy należy się posługiwać widzialnością gwiazd. Przy liczbie, oznaczającej zachmurzenie, notuje się też stan pogody zapomocą odpowiednich znaków międzynarodowych, np. jeżeli świeci słońce, pisze się przed liczbą zachmurzenia znak ☉, jeżeli padał deszcz lub śnieg, pisze się ● wzgl. \*. Mgłę oznacza się przez trzy kreski poziome ≡, burzę znakiem ⊕, grad Δ i t. d.

Co do opadów, to mierzy się je raz na dobę, o godz. 7 zrana, zapomocą opadomierza. Jest to naczynie blaszane, złożone z dwóch części, nałożonych jedna na drugą; górna część ma otwór okrągły o powierzchni 200 cm<sup>2</sup>. Opad, który dostaje się do opadomierza, spływa następnie do blaszanki, ustawionej na dnie. Obserwacja polega na tem, że zdejmuje się górną część opadomierza i zawartość blaszanki przelewa się do specjalnej miarki szklanej z podziałką na milimetry opadu. Otwór opadomierza ma się znajdować dokładnie 1 metr nad powierzchnią gruntu i winien mieć położenie ściśle poziome; opadomierz powinien być ustawiony w miejscu nieco ochronionem od wiatru, jednak w pewnej odległości od drzew i zabudowań. W ciągu zimy, w czasie opadów śnieżnych, wstawia się do opadomierza krzyż z blachy, aby śnieg nie był wywiewany przez wiatr. Opad mierzy się po stopieniu śniegu; w tym celu należy mieć opado-



mierz zapasowy, który umieszcza się na słupie na czas topnienia śniegu w opadomierzu zdjętym, ustawionym w ciepłym pomieszczeniu.

Jeszcze prostszy jest pomiar grubości powłoki śnieżnej. Przed nadejściem zimy wkopuje się w miejscu poziomem, równym i niezbyt przewiewnym łatę śniegową, zaopatrzoną w podziałkę centymetrową, przyczem podziałkę 0 (zero) umieszcza się na poziomie powierzchni gruntu. Odczytanie podziałki, znajdującej się na równi z powierzchnią pokrywy śnieżnej, daje wprost jej grubość. Obserwacje te są pożądane szczególnie w okolicach górskich, gdzie opad śnieżny w ciągu zimy bywa zazwyczaj bardzo obfity i trwały z powodu niższej temperatury powietrza.

Dla klimatologii lekarskiej są ważne nie tylko ilość opadu i grubość warstwy śniegu, ile częstość opadów i zawiejj śnieżnych, dlatego też w obserwacjach należy notować te zjawiska i czas ich trwania.

#### *Usłonecznienie.*

Powszechnie używany do notowania czasu trwania usłonecznienia heljograf Campbella-Stokes'a składa się z kuli szklanej, umieszczonej na podstawie, oraz z wklęsłego pasa metalowego, w którego wyźłobienia zakłada się paski papieru. Przyrząd ten ustawia się w miejscu otwartem tak, aby promienie słońca miały doń dostęp o każdej porze dnia i roku, oraz w ten sposób, aby kula szklana była dokładnie zwrócona na południe. Papierki są barwy niebieskiej i posiadają podziałkę godzinną, a umieszczone są w pasie metalowym w ten sposób, że promienie słoneczne, po przejściu przez kulę, skupiają się w ognisku na papierze. Ponieważ słońce przesuwa się po nieboskłonie w ciągu dnia, więc promienie słoneczne wypalają na papierku ślad ciągly lub przerywany, zależnie od pogodności dnia. W ten sposób otrzymuje się automatyczny zapis usłonecznienia bez użycia zegara, a obsługa heljografu polega tylko na zmianie papierka codziennie o godz. 21, oraz na utrzymywaniu kuli w należytej czystości. Czystość kuli szklanej jest ważnym warunkiem dokładności zapisów heljografu i szczególnie zimą należy zwracać uwagę, aby kula była wolna od śniegu i od szronu. Jako pewne zabezpieczenie przed tym ostatnim służy powleczenie kuli cienką warstwą gli-

ceryny. Jeśli się tego zaniedba, mogą straty usłonecznienia wskutek pokrycia kuli szronem dochodzić do 4% rocznie.

Poza heljografem Campbella - Stokes'a, wyzyskującym efekt cieplny promieni słonecznych, istnieją heljografy fotograficzne, te jednakowoż są mało dokładne i dlatego używanie ich zostało w Europie zachodniej i u nas zarzucone.

#### *Natężenie promieniowania słonecznego.*

Poza usłonecznieniem, czyli czasem trwania insolacji, niezbędną dla uzdrowisk jest znajomość natężenia insolacji. Mierzy się je zapomocą aktynometrów lub pyrheljometrów. Aktynometry mierzą promieniowanie w sposób względny, natomiast pod mianem pyrheljometrów rozumiemy przyrządy, pozwalające na pomiar bezwzględny promieniowania.

Do najprostszych i najłatwiejszych w użyciu należy aktynometr termoelektryczny Gorczyńskiego. Jest to mały termostos Molla, umieszczony w rurce, która może być zapomocą dwóch śrub ustawiana w kierunku słońca; dwa przewodniki łączą termostos z małym galwanometrem, na którym odczytujemy natężenie prądu, wzbudzonego w termostosie przez promienie słoneczne. Znając współczynnik przyrządu, wyznaczony z porównań jego z pyrheljometrem, można otrzymać natężenie promieniowania słonecznego w kalorjach na  $\text{cm}^2$  i min. Tenże aktynometr może być użyty także jako solaryometr do pomiaru całkowitego promieniowania (słońca i nieba) na powierzchnię poziomą, co ma także znaczenie w heljoterapii. Do pomiaru zdejmuje się wówczas rurkę i termostos (znajdujący się w ochronnym szkle półkulistym) ustawia się poziomo; wychylenie galwanometru, jakie wówczas otrzymujemy, odpowiada natężeniu promieniowania słońca i nieba, lub, jeżeli zasłonimy słońce, — otrzymamy promieniowanie rozproszone nieba. Obserwując wychylenia galwanometru, należy zawsze uwzględnić „punkt zerowy“, t. j. odchylenia wskazówki galwanometru „w słońcu“ odjąć te drobne wychylenia, które występują, gdy aktynometr wzgl. solaryometr znajduje się „w cieniu“. Aktynometr musi być co jakiś czas porównywany z pyrheljometrem, gdyż niekiedy zmienia wartość współczynnika.

Aktynometr Gorczyńskiego może także działać jako aktynograf. W tym celu należy termostos (lepiej duży, niż mały) umieścić na podstawie paralaktycznej, poruszanej zapomocą zegara wraz za słońcem, a przewodniki dołączyć do galwanometru samopiszącego. Dokładność wszakże aktynografu jest znacznie mniejsza, niż aktynometru, gdyż prócz tarcia piórka z tuszem o papier wchodzi w grę jeszcze rozgrzewanie się termostosu, niedokładne utrzymywanie kierunku ku słońcu i inne t. p. błędy.

Dokładniejszy od aktynometru termoelektrycznego jest aktynometr dwumetaliczny Michelsona. Działanie jego polega na tem, że cienka płytką, złożoną z dwu blaszek metalicznych, wyczerniona i wystawiona na działanie promieni słonecznych, wygina się skutkiem różnicy współczynników rozszerzalności obu metali. Wygięcie to jest proporcjonalne do natężenia promieniowania. Mnożąc wielkość wychylenia końca płytki (obserwowane zapomocą mikroskopu na skali mikrometrycznej) przez współczynnik aktynometru, wyznaczony na podstawie porównań z pyrheljometrem (np. Ångströma), otrzymuje się natężenie promieniowania. I tutaj należy obserwować położenie płytki zarówno „w cieniu“ jak i „w słońcu“ i brać pod uwagę dopiero różnicę tych położeń. Aktynometr Michelsona jest bardzo rozpowszechniony w Europie i pozwala także mierzyć promieniowanie słoneczne w poszczególnych przedziałach widma przez zastosowanie filtrów kolorowych.

Do cechowania aktynometrów używa się pyrheljometrów. Najpraktyczniejszy jest pyrheljometr elektryczny Ångströma. Przyrząd ten składa się z dwóch cienkich metalowych płytek, umieszczonych jedna obok drugiej i wyczernionych. Jedną płytkę oświetla się promieniami słonecznymi, przez co płytka się nagrzewa, jednocześnie drugą płytkę ogrzewa się zapomocą prądu elektrycznego, do tej samej temperatury, co pierwsza. Równość temperatur sprawdza się zapomocą galwanometru, połączonego z umieszczonymi pod płytkami termoelementami. Gdy równość temperatur obu płytek jest osiągnięta, wówczas odczytuje się na miliampermetrze natężenie płynącego przez płytkę prądu elektrycznego, poczem cały pomiar powtarza się, zmieniając rolę

plytek. Jest to metoda kompensacyjna, pozwalająca otrzymać dość dużą dokładność pomiaru. Natężenie promieniowania słonecznego oblicza się za pomocą wzoru  $q = k \cdot i^2$ , gdzie stały czynnik  $k$  zależy od szerokości i długości płytki, oraz jej oporu elektrycznego. Całość instrumentarium składa się z właściwego pyrheljometru, z galwanometru, miliampermetru, opornicy i akumulatora. Pyrheljometr winien być porównany z pyrheljometrem normalnym w Stockholmie, jeżeli ma grać rolę wzorca; podobnie winien być starannie sprawdzony miliampermetr.

Jako wzorca używa się też niekiedy pyrheljometru srebrno-tarczowego Abbota („silver disk“). Pomiar jest o tyle trudny, że co 20 wzgl. 100 sekund trzeba odczytywać termometr tego pyrheljometru z podziałką do  $0.01^\circ$  z dokładnością w czasie do 0.1 sek. W tym celu należy się posługiwać chronometrem. Ponadto żmudne jest obliczenie pomiarów. Dlatego pyrheljometr Abbota nie bywa używany do bieżących pomiarów, w których posługiwać się można łatwymi w użyciu aktynometrami. Pyrheljometr „water flow“ Abbota, o którym była mowa na str. 13, służył w swoim czasie do wycechowywania pyrheljometrów srebrno-tarczowych. Należy zwrócić uwagę, że pomiędzy pyrheljometrami Abbota i Ångströma zachodzi różnica około 2.5% (wskazania przyrządów amerykańskich są większe). Przeważnie jest obecnie używana skala Abbotowska i dlatego wartości promieniowania słonecznego, osiągnięte za pomocą pyrheljometru Ångströma, lub za pomocą według niego wycechowanych aktynometrów, powiększa się o 2.5%.

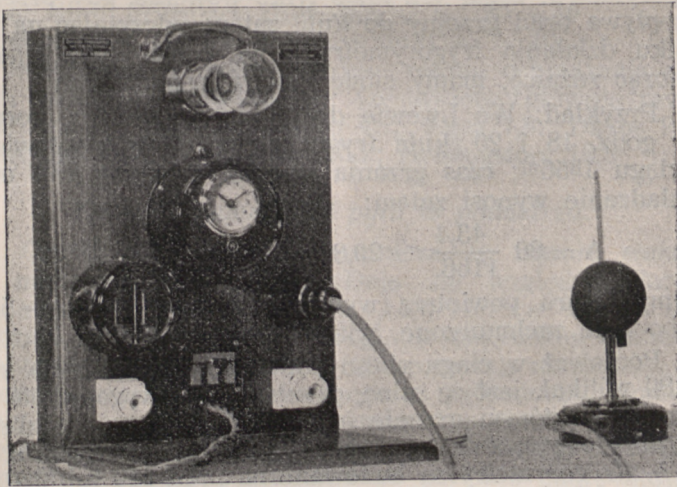
Wyżej omówione metody pomiarów poszczególnych czynników meteorologicznych mogą być z łatwością zastosowane na stacji uzdrowskiej; nie wymagają ani specjalnych urządzeń, ani prądu elektrycznego z sieci miejskiej, ani zbyt kosztownych przyrządów lub żmudnych obserwacji i obliczeń. Z kolei przechodzimy do omówienia pozostałych działów spostrzeżeń, które zakwalifikowaliśmy do rozszerzonego programu obserwacyjnego. Zależnie od potrzeb lub specjalnych zainteresowań uzdrowska mogą być niektóre z nich zrealizowane.

Z braku miejsca musimy jednak ograniczyć się do bardzo krótkich wskazówek.

### *Pomiary ochładzania zapomocą frygorymetru.*

Frygorymetr służy do pomiaru sumarycznego wpływu czynników ochładzających (jak temperatura, wiatr, promieniowanie cieplne, oraz sporadyczne opady), jakie działają na ustrój człowieka. Ponieważ ciało ludzkie nie może być bezpośrednio użyte do tego celu, więc zastępuje się je kulą metalową, podtrzymywaną stale w temperaturze około  $37^{\circ}$  i wystawioną na działanie czynników zewnętrznych. Frygorymetr Davoski (konstrukcji Thilemusa i Dorna) pozwala mierzyć ochładzanie w sposób bezwzględny. Składa się on z masywnej kuli miedzianej

Ryc. 22.



Frygorymetr.

oraz tablicy rozdzielczej, zaopatrzonej w opornicę, przełącznik, przekaźnik (t. zw. relais) i zegar elektryczny. Wewnątrz kuli jest umieszczony mały zwój drutu oporowego tak dobrany, że prąd elektryczny przezeń przepuszczony wydziela w postaci ciepła Joule'a 80 milikaloryj (czyli 0.08 kalorii) w ciągu sekundy na  $1 \text{ cm}^2$  powierzchni kuli. Ponieważ ochładzanie jest w rzeczywistości zazwyczaj mniejsze, więc temperatura kuli pod wpływem ogrzewania podniosłaby się ponad temperaturę  $37^{\circ}$ ; dla

zapobieżenia temu znajduje się wewnątrz kuli termometr elektryczny, który automatycznie przerywa zapomocą przekaźnika dopływ prądu, o ile temperatura przekroczy jakieś 37.5°. Kula wówczas ostyga i gdy temperatura jej spadnie do 36.5°, termometr włącza prąd i kula jest ponownie ogrzewana. W ten sposób kula się grzeje tylko w pewnych odstępach czasu, ostyga natomiast stale w ciągu całego czasu swego wystawienia. Jest rzeczą jasną, że w tym wypadku ochładzanie będzie tylko pewnym ułamkiem 80-ciu milikaloryj, mianowicie takim, ile wynosi stosunek czasu grzania do całkowitego czasu wystawienia kuli. Do otrzymania czasu grzania kuli służy zegar elektryczny, umieszczony na tablicy rozdzielczej frygorymetru: zegar ten idzie tylko wówczas, gdy przezeń przepływa prąd grzejny do kuli, zatem, odczytując na początku działania frygorymetru i na końcu stan zegara, i biorąc różnicę, mamy sumę czasów grzania kuli.

Przykład: We Lwowie dn. 14 lutego 1931 r. pomiędzy godz. 18 i 20 kula frygorymetru była wystawiona w ciągu 1h56m; czas grzania wynosił wówczas 43,4 min. Ochładzanie wynosi zatem:

$$A = 80 \frac{43,4}{1166} = 29,8 \text{ milikal/cm.}^2 \text{ sek.}$$

(Temperatura powietrza wynosiła w tym czasie — 5,9, niebo było zachmurzone, wiatr lekki).

Ponieważ w ciągu wiosny, lata i jesieni grzanie kuli na 80 milikal. jest za silne, przelacza się frygorymetr na opór, przy którym grzanie jest 4, wzgl. 16 razy słabsze, innemi słowy, zamiast czynnika 80, bierzemy czynnik 20 lub 5. Frygorymetry są budowane na prąd 110 lub 220 V, mogą być przytem użyte zarówno na prąd stały, jak zmienny. O ile napięcie w sieci elektrycznej ulega silniejszym wahanom, należy wprowadzić poprawkę, mnożąc wartość ochładzania przez  $(V/110)^2$ , wzgl.  $(V/220)^2$ , gdzie V oznacza napięcie, obserwowane w czasie działania frygorymetru. Ponieważ kula jest zaopatrzona w długi przewodnik, więc można ją ustawiać w dowolnem miejscu na zewnątrz budynku, podczas gdy tablica rozdzielcza frygorymetru znajduje się wewnątrz. Obserwacje wykazują, że na wielkość ochładzania, poza temperaturą, ma wybitny wpływ wiatr, np. na osłoniętej werandzie ochla-

dzanie może być do czterech razy słabsze, niż na szczycie wieży w tych samych warunkach temperatury.

Frygorymetr można także urządzać jako przyrząd samopiszący, włączając w obwód zegara chronograf. Otrzymuje się wówczas nietylko średnią wartość ochładzania, ale także przebieg dobowy.

Znajomość ochładzania w różnych krajach pozwoli z czasem na klasyfikację klimatów, uwzględniającą nasze samopoczucie, nasze „mienie się”. V. Conrad proponuje następną klasyfikację klimatów według wielkości ochładzania:

klimat upalny (Überheizungsklima)  $A < \text{mka}l/\text{cm}^2 \text{ sek.}$

klimat łagodny (Schonungsklima) 10 — 20

klimat lekko pobudzający (Reizmildes K.) 20 — 30

klimat silnie drażniący (Reizstarkes K.) 30 — 40

klimat mroźny (Unterkühlungsklima)  $A > 40$ .

Dotychczas są znane średnie roczne ochładzania dla kilku zaledwie miejscowości (zestawione głównie przez K. Dorna): Rio de Janeiro 4,1; Agra 7,8; Davos 9,6; Karlsruhe 10,9; Świnoujście 15,2; Helsingfors 16,8.

#### *Pomiary zawartości pyłu w powietrzu.*

Oznaczenia zapylenia powietrza są również ważne, jak mierzenie ochładzania. Dają się względnie łatwo przeprowadzić przy pomocy pyłomierza Owens'a. Przyrząd sam nie jest tyle drogi, ile mikroskop o znacznym powiększeniu (500 lub 100-krotnym), niezbędny do obliczania ziarn pyłu, zebranego w pyłomierzu. Pomiar polega na tem, że zapomocą pompki o znanej objętości przepuszcza się badane powietrze przez wąską szczelinę, naprzeciw której jest umieszczone szkiełko nakrywkowe. Wskutek silnego ochłodzenia powietrza przy przejściu przez szparę, pyłki zostają zwilżone i przylepiają się do szkiełka, na którym się je potem liczy. Naturalnie nie liczy się wszystkich ziarn pyłu, tylko ziarna, znajdujące się w obrębie kilku tylko kwadracików pola widzenia mikroskopu. Niech objętość pompki wynosi  $30 \text{ cm}^3$ , i niech smuga pyłu będzie objęta przez 380 kwadracików. Jeżeli wykonano pompką 10 tłoczeń, to objętość powietrza, z którego zebrano pył, wynosi  $300 \text{ cm}^3$ , a zatem ilość ziarn pyłu w  $1 \text{ cm}^3$  wynosi  $380 n : 300 = 1,27 n$ , gdzie  $n$  jest obliczona pod mikroskopem średnia ilość pyłków w 1-ym kwadraciku.

Pomiary zapomocą pyłomierza Owens'a są dokonywane w Anglii przez „Advisory Committee for Air Pollution in London“, gdzie zanieczyszczenie powietrza przez sadze szczególnie daje się we znaki. W Polsce pomiary tego rodzaju były wykonywane w kilku miejscowościach.

### *Pomiary jasności światła dziennego.*

Mierzenia fotometryczne mogą być dokonane bądź zapomocą prostego, lecz mało dokładnego fotometru klinowego Edera i Hechta (błędy dochodzą do 10%), bądź zapomocą fotometru Webera. W ostatnich jednak czasach zaczęto stosować do tego celu komórki fotoelektryczne (fotocelki), które pozwalają mierzyć natężenie światła z dokładnością do 1—2%. Do pomiaru można używać czułego galvanometru i wówczas można nawet rejestrować natężenie światła. W praktyce okazała się jednak wygodniejsza metoda elektrometryczna pomiaru. Najczęściej są używane komórki potasowe i sodowe, które są czułe na żółtą, zieloną i niebieską część widma, jeżeli natomiast chodzi o pomiar promieniowania nadfioletowego, to stosuje się komórki kadmowe, które są czułe w zakresie od 366  $\mu$  do krótkofalowej granicy widma słonecznego.

Podobnie jak w aktynometrach, można także do fotokomórek zastosować filtry kolorowe. W ten sposób daje się wyznaczyć natężenie światła w poszczególnych wąskich przedziałach widma słonecznego.

Fotokomórki są wrażliwe tylko na promienie widzialne, nie reagują natomiast na promieniowanie ciepłe słońca i nieba, które, jakkolwiek niewidzialne, jednak gra dużą rolę w zjawiskach klimatycznych i bioklimatycznych. Z tego względu zamiast — albo, powiedzmy raczej — prócz pomiarów fotometrycznych natężenia światła należy prowadzić pomiary promieniowania rozproszonego, które otrzymuje się na powierzchni ziemi od słońca i nieba.

Wspominaliśmy już, że można je mierzyć zapomocą prostego solarymetru Gorczyńskiego. Dokładniejszą metodę stanowi pyranometr Ångströma - Dorno. Zasadniczą część tego przyrządu tworzą dwa (lub cztery) paski, tak jak w pyrheljometrze Ångströma, z tą tylko różnicą, że jeden z nich jest wybielony zapomocą magnezji, a drugi wyczermony. Paski są nakryte półkulą szklaną, która przepuszcza promieniowanie poniżej długości fali 3  $\mu$ .



Pozatem metoda pomiaru jest podobna do pyrheljometrycznej.

Tam, gdzie dokładność pomiaru promieniowania rozproszonego nie potrzebuje być znaczna, można poprzestać na zastosowaniu prymitywnych, lecz tanich aktynometrów, złożonych z dwu termometrów, umieszczonych w próżni, jeden ze zbiornikiem wyczernionym, drugi z wybielonym. W Polsce skonstruował tego typu aktynometry prof. D. Szymkiewicz we Lwowie, głównie dla celów badań ekologicznych.

### *Rejestracja widma słonecznego.*

W rejestracji widma słonecznego posiadamy najwłaściwszą metodę dla badania rozkładu energii promieniowania w widmie słonecznym. Potrzeba wszakże do tego dość kosztownego spektrografu wraz z urządzeniem dodatkowym, a więc z czułym galwanometrem zwierciadelkowym i komorą rejestrującą. Niezbędne jest przytem ustawienie komory w ciemni fotograficznej, gdzie odbywałoby się zakładanie i wywoływanie papierów. Do badań tego rodzaju nadaje się spektrograf termoelektryczny Gorczyńskiego, zmontowany na podstawie paralaktycznej, dzięki czemu odpada kłopot użycia heljostatu. Spektrograf ten rejestruje rozkład energii w widmie widzialnem oraz w części podczerwonej do fali  $2 \mu$ .

Jeżeli chodzi o badanie rozkładu energii w widmie nadfioletowym, to trzeba użyć specjalnego spektrografu, w którym pryzmat szklany jest zastąpiony przez kwarcowy i w którym niema zwierciadeł. Ze względu na małe natężenie promieniowania w części nadfioletowej widma muszą być zastosowane specjalne środki dla otrzymania wystarczających wychyleń galwanometru, a więc zamiast termostosu używa się termoogniwa w próżni, oraz galwanometru o większej czułości. Spektrograf nadfioletowy Gorczyńskiego jest dopiero w fazie konstrukcji. Badania rozkładu energii w widmie nie będą mogły być zapewne prowadzone na szerszą skalę, jednakże, rozporządzając jednym tylko nawet spektrografem, możnaby wykonać np. trzy jednoroczne serie pomiarów w klimatach uzdrowiskowych odmiennych, a więc: nadmorskim (Hel), kontynentalnym — stepowym — (Zaleszczyki) i górskim (Zakopane). Należy także zauważyć,

że charakter widma słonecznego zmienia się z wysokością słońca i z wilgotnością powietrza, ulega zatem wahaniom w ciągu dnia i w ciągu roku.

### *Pomiary elektryczności atmosferycznej.*

Pomiary składają się w zasadzie z dwóch faz: z pomiaru potencjału elektrycznego i z pomiaru przewodnictwa powietrza. Do pierwszego jest potrzebny elektroskop Fr. Exnera lub, lepiej, elektrometr Wulfa, czulszy od poprzedniego. Elektrometr ten łączy się z przewodnikiem, umieszczonym na pewnej wysokości nad ziemią i zaopatrzonym w kolektor. Może nim być lont dymiący, struga wypływającej wody, lub preparat promieniotwórczy. Działanie kolektora polega na tem, że ładunek ujemny uchodzi, pozostaje natomiast ładunek dodatni, którego wielkość mierzy się zapomocą elektrometru. Dzieląc otrzymaną różnicę potencjałów przez wysokość kolektora nad ziemią, otrzymuje się spadek pola elektrycznego w woltach na metr.

Do pomiaru przewodnictwa elektrycznego powietrza używa się zazwyczaj aparatu Gerdien'a. Jest to aspirator, w postaci rury metalowej, wewnątrz której znajduje się pręt odizolowany, połączony z elektrometrem. Wskutek obracania wiatraczka wytwarza się w rurze prąd powietrza, którego jony wyladowują elektrometr, poprzednio naładowany. Mając potencjał przed i po wentylacji, czas trwania wentylacji i pojemność aparatu, można wyliczyć przewodnictwo powietrza.

Do rejestrowania zmian pola elektrycznego istnieją także aparaty samopiszące. Najbardziej używanym jest elektrometr Benndorfa.

### *Wytwórnice i źródła zakupu przyrządów do czynienia spostrzeżeń meteorologicznych.*

W kraju dostarczają przyrządów m. in.: G. Gerlach, „Pomoc Szkolna“, Czerwiński, Kurowski, wszystkie firmy w Warszawie.

Przyrządy samopiszące wyrabiają głównie: J. Richard w Paryżu, R. Fuess-Berlin-Sieglist, Lambrecht A. G. w Gentydze.

Ceny przyrządów są w przybliżeniu następujące:

Barometr rtęciowy (Gerlach, Kurowski) 235 zł. (bez rtęci).

Termometry meteorologiczne jenańskie (firma „Termo-aerometer“ lub Czerwiński) 25 zł.

Hygrometr włosowy (Fuess, Lambrecht) 40—60 zł.

Komplet deszczomierzy (Kurowski, „Pomoc Szkolna“) 30 zł., miarka do nich 12 zł., kłauka żaluzyjna („Pomoc Szkolna“) 130 zł.

Anemometr ręczny Fuessa 112 mk. niem., Richarda 300 fr. fr.  
Barograf 300 zł.

Termograf 335 zł.

Hydrograf 370 zł., wszystkie z rocznym zapasem papierów (za pośredn. Gerlacha).

Psychometry aspiracyjne wyrabia Fuess, heljografy Fuess, Lambrecht (ok. 350 zł.).

Aktywnometry Gorczyńskiego wyrabia Richard w Paryżu. Aktywnometr termoelektryczny na podstawie ekwatorialnej wraz z miliwoltmetrem samopiszącym (obrót bębna 24 godz. albo 52 min.) 4000 fr. franc. (sam termostos Molla na tejże podstawie — 1500 fr.). Można także załączyć doń inne miliwoltmetry (np. Hartmana i Brauna).

Aktywnometry dwumetaliczne Michelsona, ulepszonej konstrukcji Martena, wyrabia Schultze w Poczdamie (cena 100—120 dolarów).

Pyrheljometrów Angströma dostarcza Rose w Sztokholmie (400 koron szwedzkich); do kompletu potrzebny jest jeszcze miliamperomierz (najlepiej Hartmana i Brauna) i mały galwanometr wskazówkowy.

Również w Sztokholmie są wyrabiane pyranometry Angströma - Dorna, są jednak drogie (ok. 950 koron szwedzkich).

Proste aktywnometry termometryczne do pomiarów promienionowania rozproszonego są bardzo tanie (prof. Szymkiewicz, Lwów, Politechnika).

Fotometr klinowy można nabyć w postaci już wycechowanej i sprowadzonej do skali davoskiej, w Obserwatorium Fizyczno-Meteorologicznym w Davos, tamże otrzymuje się odpowiednie papiery fotograficzne.

Spektrofotometr fotoelektryczny syst. Alta jest wyrabiany przez Lambrechta w Gentydze.

Spektrograf syst. Gorczyńskiego dla części widzialnej i podczerwonej widma słonecznego, na podstawie ekwatorialnej, wyrabia Richard w Paryżu (cena 21,300 fr.), do tego należy jeszcze galwanometr Molla (3300 fr.) i komora rejestrująca (1300 fr.).

Spektrografu nadfioletowego jeszcze w handlu niema.

Frygorymetry konstrukcji Thileniusa-Dorna dostarcza po cenie kosztu Obserwatorium Fiz.-Meteor. w Davos (cena 410 fr. szwajc.). W przypadku zmienności napięcia w sieci należy jeszcze dołączyć zwykły woltmierz (ok. 55 zł.). Dla rejestracji należy zaopatrzyć się w chronograf (np. Fuessa).

Do pomiarów pyłu potrzebny jest pylomierz Owens'a (Brandel w Zakł. Fizycznym Uniw. Warsz. wykonuje po 100 zł.) oraz odpowiedni mikroskop o silnem powiększeniu (cena od 1500 do 2000 zł.).

Wreszcie aparaty aspiracyjne Gerdien'a do pomiarów przewodnictwa elektrycznego powietrza wyrabiają Spindler et Hoyer w Gentydze.

Podane wyżej źródła nie wyczerpują naturalnie wszystkich przyrządów. Ceny są przybliżone i rozumieją się „loco skład“, zatem do przyrządów, sprowadzanych z zagranicy, trzeba jeszcze doliczyć niemałe koszty przesyłki oraz cla.

Przed zakupem przyrządu dobrze jest poradzić się właściwej instytucji (np. Instytut Meteorologiczny, Obserwatorium i t. d.), czy wybór metody instrumentalnej jest właściwy; unika się w ten sposób często rozczarowań i zbytecznych wydatków.

*Post scriptum.*

Wspomniałem już na wstępie rozdziału, że w Polsce niema dotychczas tego rodzaju organizacji, któraby na terenie uzdrowisk zajmowała się sprawą spostrzeżeń meteorologicznych, czyniących zadość postulatowi lekarskiemu w zakresie fizyki klimatu. To, czego dostarcza działalność spostrzegalni, należących do sieci meteorologicznej Państwowego Instytutu Meteorologicznego, nie może ani w małej części zaspokoić tych postulatów.

Uzdrowiska klimatyczne odgrywają w Polsce już obecnie wcale niepoślednią rolę w całokształcie gospodarstwa narodowego. Wszystko, co przyczynić się może do dźwignięcia ich na wyższy poziom, do zapewnienia im większego autorytetu przyrodniczo lekarskiego i do obudzenia tem większego zaufania do ich walorów leczniczych, a temsamem do zapewnienia im powodzenia i stałego rozwoju, zasługuje na bardzo pilną uwagę i na jak najusilniejsze poparcie. A za rzecz niezmiernie ważną, wprost podstawową, uznać trzeba wyczerpujące spostrzeżenia meteorologiczne, jako ten materiał, bez którego obejść się nie może nauka klimatologii lekarskiej, a temsamem także praktyczne leczenie klimatyczne. Urządzenie spostrzegalni, wyposażonych w ten sposób, żeby go mogły dostarczać, spotkałoby się z wielkiem uznaniem tak w lekarskich, jak w przemysłowych sferach uzdrowiskowych. Zrealizowaniem tej myśli, mógłby się najrychlej zająć Związek Uzdrowisk Polskich. Państwowy Instytut Meteorologiczny nie odmówiłby mu napewne swojej bardzo cennej pomocy.

## BIODYNAMIKA CZYNNIKÓW KLIMATYCZNYCH.

Wpływ, wywierany na żywe ustroje przez rozmaitego rodzaju klimatyczne środowiska, tak bardzo wyraźny przy przechodzeniu z jednego środowiska w drugie, inne od poprzedniego, kształtuje się zawsze i wszędzie jako efekt działania całego zbioru przyrodzonych sił — czynników dynamicznych klimatu, — tkwiących w powietrzu i przenikających przez nią na ziemię i na to wszystko, co się na niej znajduje. Zespoły ich zmieniają się wraz ze zmianą zasadniczych warunków klimatycznych. Na to, żeby je poznać dokładnie i oceniać należycie jako zjawiska meteorologiczne i jako siły, zdradzające się przez efekty biodynamiczne, trzeba iść do nich i badać je tam, gdzie powstają i gdzie działają.

Gromadzeniem wiadomości meteorologicznych zajmują się stacje meteorologiczne, rozrzucone wcale gęsto po całej kuli ziemskiej. Na dostarczonym przez nie materiale można już opierać wszechświatową naukę fizycznej klimatologii. Dla nauki klimatologii lekarskiej tworzy takie samo oparcie znajomość skutków działania zbiorów dynamicznych czynników, znamionujących typy klimatyczne, wyróżnione przez medycynę. Takie same warsztaty, jakie klimatologia fizyczna otrzymała w spostrzeżeniach meteorologicznych, trzeba klimatologii lekarskiej zapewnić w zakładach, przeznaczonych do badania i poznawania biodynamiki klimatów.

Z poruszoną w tej chwili sprawą warsztatów naukowych wiąże się zupełnie bezpośrednio tworzenie w najpoważniejszych uzdrowiskach klimatycznych, różnego typu, należycie urządzonych i wyposażonych instytutów badawczych, dostarczanie im wytrawnych kierowników i zapewnienie tym kierownikom i ich współpracownikom przyzwoitych warunków bytu i dobrej atmosfery moralnej dla twórczej pracy.

Nie zawadzi przy tej sposobności nadmienić, że tego rodzaju instytuty posiadają wielkie znaczenie nie tylko jako ważne placówki kulturalne, opłacające się nader sownie z punktu widzenia naukowej ideologii. Służą one znakomicie także zupełnie realnym, gospodarczym interesom posiadających je stacyj klimatycznych, a pośrednio

także całych polaci kraju. Na potwierdzenie tych słów można wskazać zakład w Davos, stworzony w r. 1922 dla badań fizjodynamiki wysokogórskiego klimatu: Instytut i jego długoletni kierownik, Adolf Loewy dali ogromnie wiele nauce klimatologii lekarskiej i cieszą się uznaniem całego medycznego świata naukowego. Davos zajęło czołowe stanowisko wśród wszystkich wysokogórskich stacji klimatycznych nie tylko w Szwajcjarji, ale w całej Europie.

Przez uwydatnienie doniosłości badań, zajmujących się poznawaniem wpływów typowych zespołów dynamicznych czynników klimatycznych, nie mamy bynajmniej zamiaru obniżyć znaczenia prac doświadczałnych, wykonywanych poza uzdrowiskami klimatycznymi w celu poznawania biodynamiki pojedynczych czynników klimatycznych, wyrwanych poniekąd z całego klimatycznego zespołu. Wyniki tego rodzaju badań bywały bardzo cenne, przyczyniały się nawet do rozstrzygania ważnych zagadnień z dziedziny fizjodynamiki. Jako przykład można wskazać wcale ważne dorobki naukowe, uzyskane przez badania wpływu rozrzedzonego i zgęszczonego powietrza w komorach pneumatycznych. Już ten jeden przykład pokazuje, że znajomość wpływów, wywieranych na ustrój przez każdy czynnik dynamiczny klimatu z osobna posiada rzeczywistą wartość naukową i przyczynia się w znacznej mierze do właściwego oceniania wpływów klimatycznych wogóle, a tem samem ułatwia posługiwanie się siłami klimatu dla celów leczniczych.

#### *Biodynamika składników powietrza.*

Powietrze wolnych przestrzeni, a tylko z takim może się liczyć klimatologia lekarska, odznacza się prawie że zupełną stałością wzajemnego ilościowego stosunku tworzących je gazów. Ten brak jawnej zmienności sprawia, że rodzime gazy powietrzne nie mogą odgrywać roli czynników klimatycznych o znaczeniu fizjodynamicznem w zwykłym tego słowa rozumieniu.

Istotny gaz oddechowy, niezbędny dla życia tlen znajduje się w powietrzu w ilości 20.99% objętości tak dobrze nad morzem, jak nad lądem, na niskim czy na wysokim poziomie, na równiku czy na biegunach. Zmiana klimatu nie przynosi ze sobą zmiany tej stosunkowej miary. Ale może się zmieniać i zmienia się istotnie miara bezwzględna. Przy zwiększaniu się wzniesienia powierzchni ziemi nad poziom morza opada ciśnienie powietrza, zmniejsza się jego gęstość, a wraz z tem ubywa,

narówni z innymi gazami, tak bardzo ważnego tlenu. Tlen staje się wtedy doniosłym czynnikiem fizjodynamicznym. Ale w warunkach, którymi się w tej chwili zajmujemy, dzieje się to w zupełnie ścisłym związku z niskim ciśnieniem powietrza.

Dość spore znaczenie, większe, aniżeli się to czyni zazwyczaj, wypadaloby przypisywać powstającym w powietrzu połączeniom tlenu. Należą do nich tlen trójatomowy —  $O_3$  —, znany pod nazwą ozonu, tlenki azotu i woda utleniona. Znaczenie ich polega nietyle na tem, że znajdują się w powietrzu, ile raczej na tem, że z ich istnieniem łączy się zużywanie pewnych zasobów energii promienistej, w pierwszym rzędzie słonecznej w zakresie bardzo krótkich promieni pozafioletowych, a według wszelkiego prawdopodobieństwa także kosmicznych promieni Millikana. Jest w tej łączności świadoma celowość przyrody — chronienie ziemi przed niepożądanym nadmiarem energii promienistej o wielkiej mocy działania. Górujące znaczenie w tym, modyfikującym jej zasady, procesie posiadają drobiny ozonu.\*)

W myśl rozpowszechnionej hipotezy powstaje ozon z tlenu w tych samych warunkach, względnie z tych samych powodów, z których rozświecają się zorze polarne, mimo zastrzeżenia, że zorze występują tylko bardzo wyjątkowo na wysokościach poniżej 95 km. Godzi się także wspomnieć, że czynnikiem ozonotwórczym mają być promienie pozafioletowe, o długości fali około 0.18 czyli 1.800 Å., w bardzo wysokich warstwach ziemskiej atmosfery. Być może, że zużywają się na to w zupełności. W warstwach nieco niższych zaznacza się rozkładowe, „ozonobójcze“ działanie również pozafioletowych promieni, począwszy od fali 0.25  $\mu$ . Możliwy jest tłumaczyć, dlaczego w widmie słonecznym niema promieni pozafioletowych aż do fali o długości 0.29  $\mu$ .

Przeciętna ilość ozonu, mierzona grubością jego warstwy, wynosi, według wyników dotychczasowych pomiarów, w pasach ziemi,

\*) Sprawa ozonu obudziła dopiero w ostatnich latach powszechniejsze zajęcie fachowego świata naukowego. Wyrazem jego była pierwsza konferencja, międzynarodowa, w sprawie ozonu atmosferycznego, odbyta w Paryżu w maju 1929 z udziałem przeszło 40 specjalistów, z Polaków Władysława Gorczyńskiego. Jemu też zawdzięczamy obszerniejsze streszczenie wiadomości o ozonie, ogłoszone drukiem w r. 1930 (Kosmos, serja B., tom 55, str. 113).

położonych w znacznej odległości od równika, około 3 mm., w ciepłej sferze umiarkowanej około 2.4 mm., a między zwrotnikami około 2.25 mm. Wielkość okresowych wahań nie jest jeszcze dość pewnie ustalona. W przybliżeniu wynosi ilość  $O_3$  w milimetrach grubości:

TABLICA XLIX.

|                            | na wiosnę       | w lecie | w jesieni |
|----------------------------|-----------------|---------|-----------|
| Między 50-70° szer. geogr. | 3.5             | 3.0     | 2.5       |
| pod 40° szer. geogr.       | 2.7             | 2.5     | 2.2       |
| między zwrotnikami         | waha około 2.25 |         |           |

Gdyby ozon był rozmieszczony zupełnie równomiernie w atmosferze, wypadałoby go po 0.06 gm. na każdych 100 kg. powietrza. W dolnych warstwach niema go więcej, jak 0.003 gm. I nie można się temu dziwić, skoro zarówno z francuskich, jak kanadyjskich i szwajcarskich oznaczeń, zupełnie między sobą zasadniczo zgodnych, wynika, że właściwa domena ozonu znajduje się na wysokości 40—50 km. nad ziemią. Nie przeszkadza to zresztą, według Götza z Arosy w Szwajcarii, sporadycznemu obniżaniu się ozonowej warstwy pod wpływem zmian atmosferycznych nawet do 20 km.

W powietrzu, unosząc się bezpośrednio nad ziemią, jest ozonu wogóle niewiele, a i te niewielkie ilości wahają w stosunkowo bardzo szerokich granicach. W powietrzu miast, ośrodków przemysłowych, nieporządných osad i miasteczek niema go najczęściej prawie zupełnie. Względnie obficie znajduje się w okolicach górskich, zwłaszcza poza ludzkimi osiedlami. Na Grands Mulets z masywu Mont Blanc znaleziono np. na wysokości 3.050 m. n. p. m. 9.4 mg. w 100 ctm<sup>3</sup>, na Chamonix, 1.100 m. n. p. m., 3.7 mg. Znaczną zawartością ozonu ma się odznaczać powietrze pustyni północno afrykańskich, a nawet dorównywać pod tym względem powietrzu bardzo wysokich gór. Względna zamożnością odznacza się powietrze leśne i morskie. Oznaczenia z parku Montsouris koło Paryża wykazały w lecie 1.84 mg., na wiosnę 1.74 mg., w jesieni 1.43 mg., w zimie 1.41 mg. Zawsze i wszędzie gromadzi się w powietrzu więcej ozonu po burzach deszczowych z gęstymi wyładowaniami elektryczności. Bardzo często można to stwierdzić wprost powonieniem. \*)

\*) Wszystkie dawniejsze oznaczenia ozonu wykonywano niezbyt pewnymi metodami. Sluszne wyniki daje, zdaje się, jedynie tylko metoda spektroskopowa, opisana w praktycznej modyfikacji przez Wł. Gorczyńskiego. (Zob. poprzednią uwagę w dopisku).



Dawniej przypisywano tym ilościom ozonu, które się znajdują w powietrzu górskim, morskim i leśnym, pewne znaczenie, jeżeli nie wprost lecznicze — jakkolwiek i tak się działo — to przynajmniej higieniczno-lecznicze. Czyniono to niekiedy nawet z wielkim naciskiem. Stanowisko to trzeba stanowczo poddać stosownej rewizji. Na podstawie zasługujących na zupełne zaufanie oznaczeń ozonu, dowodzących, że jest go istotnie stosunkowo dość wiele, wolno wnosić, że powietrze, które go w pokazniejszej ilości zawiera, odznacza się większą czystością, „jest w wyższym stopniu higieniczne“. Ale nie można mu z tego tytułu przypisywać odrębnych walorów leczniczych. A spotkać się z tem można bezmała w każdym wydawnictwie propagandowym wszelkiego rodzaju uzdrowisk.

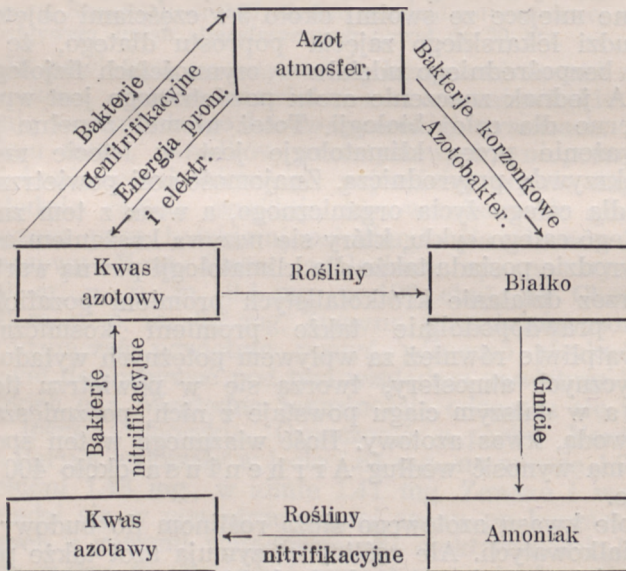
Zupełnie tylko mimochodem wspomina się zazwyczaj w klimatologjach lekarskich o innym gazie, o azocie, jakkolwiek pod względem ilości zajmuje w powietrzu naczelnie miejsce ze swoimi około  $\frac{3}{4}$  częściami objętości. Nie budzi lekarskiego zajęcia poprostu dlatego, że nie bierze bezpośredniego udziału w czynnościach fizjologicznych. A jednak znaczenie azotu powietrznego jest wprost bezmierne dla całej biologji. Toteż niemal zupełnie jego lekceważenie przez klimatologję jest w istocie rzeczy jakby krzywdą przyrodniczą. Znajomość roli powietrznego azotu dla całego życia organicznego, a wraz z tem znajomość tego całego cyklu, który się nazywa krążeniem azotu w przyrodzie posiada także dla klimatologji pewną wartość.

Przez działanie krótkofalowych promieni pozafioletowych, prawdopodobnie także promieni kosmicznych, a niewątpliwie również za wpływem potężnych wyladowań elektrycznych atmosfery, tworzą się w powietrzu tlenki azotu, a w dalszym ciągu powstaje z nich, po zmieszaniu się z wodą, kwas azotowy. Ilość wiązanej w ten sposób azotu ma wynosić według Arrheniusa około 400 ton rocznie.

Sole kwasu azotowego służą roślinom do budowy ich ciał białkowatych. Ale rośliny otrzymują azot także przez pośrednictwo osobnego rodzaju bakterji, zwłaszcza przez bakterję *W i n o g r a d z k i e g o*, azotobakter. Ilość azotu, pobranego w ciągu doby przez 1 gm. bakterji, ma wynosić około 7 mg. Gleba z rozrodzonymi posiewami azotobakterów wzbogaca się w ciągu roku 56 kg. związanego azotu na każdym hektarze. A oprócz azotobakterów są

jeszcze inne rodzaje azotochwytnych drobnoustrojów, żyjących na korzeniach roślin i dostarczających im, a przez ich pośrednictwo także uprawnej ziemi soli azotowych. Azot tych soli służy do tworzenia białka, zarówno roślinnego, jak w dalszym ciągu zwierzęcego. Po spełnieniu nakazanych mu przez przyrodę zadań, wraca azot do swego olbrzymiego atmosferycznego zbiornika, przeszedłszy poprzednio szereg przeobrażeń chemicznych. Przez proces rozpadu i gnicia białka powstaje najpierw amoniak, z amoniaku budują bakterje nitrifikujące kwas azotawy, później azotowy. Wprost przeciwne działanie, nie twórcze, lecz rozkładowe, bakterij denitryfikujących uwalnia azot z połączenia kwasowego i oddaje go powietrzu. W ten sposób i tą drogą dokonują się przemiany i zachowuje się równowaga azotowa w przyrodzie. Ilustruje to obrazowo załączona schematyczna rycina.

Ryc. 23.



Schemat krążenia azotu w przyrodzie.

W ostatnich czasach zwrócił Kestner uwagę na tlenki azotu, jako czynnik fizjodynamiczny, tłómacząc ich działaniem niekorzystny wpływ spadowych wiatrów alpej-

skich — Foehnów — na ustrój ludzki, zwłaszcza u osób z wrażliwym wegetatywnym układem nerwowym. Zniesione z wysokich warstw powietrza w atmosferę przyziemną, dostają się wraz z wdychaniem powietrzem do płuc, ulegają tam wessaniu i wywołują podrażnienie układu naczyńoruchowego i przyrost parcia tętniczego z jego niemiłymi następstwami. Za oparcie dla tego zapatrywania służą z jednej strony wykrycie tlenków azotu w powietrzu wiatrów spadowych, a z drugiej stwierdzenie, że posiadają istotnie zdolność podnoszenia parcia krwi.

O innych gazach, znajdujących się w powietrzu, jako jego stałe składniki, nawet o argonie, zabierającym dla siebie 1% objętości, oraz o helu, zaciekawiającym bardzo chociażby tylko ze względu na pochodzenie, nie umie nauka fizjologii powiedzieć niczego jeszcze na temat ich biologicznego znaczenia. Bez wodoru kwasu węglowego, który również mógłby wzniecać większe zajęcie, znajduje się w powietrzu jako tako czystym, a tem bardziej w powietrzu zupełnie wolnych przestrzeni w tak małej ilości i podlega tak niewielkim wahaniom, że nie starczy na wywieranie jakiegokolwiek widocznego wpływu fizjodynamicznego.

Zaznaczając na wstępie uwag o biodynamice gazów powietrznych że prawie zupełna stałość stosunkowego składu powietrza, jako mieszaniny gazów, zabiera mu możność odgrywania roli czynnika klimatycznego o znaczeniu fizjodynamicznem, dodałem do tego „w zwykłym tego słowa rozumieniu“, ażeby w ten sposób wyrazić, że ta bierność dynamiczna nie jest jednak bezwzględna, tak samo jak nie jest bezwzględna stałość składu powietrza. A z taką, nawet bardzo nieznaczna niestałością, albo, powiedzmy lepiej, z takim subtelnym balansowaniem około ośrodka stałości muszą się łączyć jeszcze inne balansowania w zakresie czynników, należących do zespołu sił klimatycznych. Przy ciąglem i zupełnie bezpośredniem stykaniu się ustroju z powietrzem przez cały narząd oddechowy, a więc na stosunkowo bardzo znacznej przestrzeni, wnikają weni bardzo szybko i bardzo łatwo cząstki podlegającego subtelny zmianom ciała powietrznego, niosą mu równie subtelne podniety i sprządzają jakieś drobinowate zmiany w toku spraw biologicznych. Chodzi tu o ciąglą grę i o ciągle stawanie się fizjologiczne w ramach, pod względem biologicznym zapewne dość szerokich, ale dla naszej, stosunkowo bardzo grubej techniki pomiarowej zawsze jeszcze niepochwytnych. Jedynie tylko z nielicznych pośrednich oznak można wnosić, że w ustroju odbywają się jakieś wegetatywno-robocze falowania. Kiedyś bedziemy umieli je poznawać równie dobrze, jak dziś już poznajemy i oceniamy cały szereg grubszych robót fizjologicznych. Na razie musimy się zadowolnić raczej tylko intuicyjnem ich przyjmowaniem. Wzmianka o tych rzeczach wydawała mi się

w każdym razie potrzebna w związku z wskazywaniem sił przyrody, tkwiących w powietrzu, jako w zespole ciał dynamicznych.

Wszelkiego rodzaju przypadkowe zanieczyszczenia, za wyjątkiem może gazów, pochodzących z wybuchów wulkanicznych, wykraczają poza zakres zainteresowań klimatologii lekarskiej. Ale obecnie nie są już dla niej zupełnie obojętne w tych krajach, w których ogromny rozwój przemysłu przynosi nieodwzowne zanieczyszczenie powietrza, niekiedy nietylko przykre i szkodliwe dla zdrowia, ale nawet wprost niebezpieczne dla życia. Jako przykład mogą posłużyć masowe zatrucia mgłą, przepojoną zabójczymi gazami, spostrzegane w roku 1931 w dolinie Wezery. Takie „przemysłowe“ zanieczyszczenia gazowe niosą ze sobą opary chlorowe, siarkowodór, kwas siarkawy, amoniak i t. d., rozchodzące się, jako uboczne produkty, z rozmaitych zakładów przemysłowych, z fabryk chemicznych, z garbarń, z gazowni, z wytwórni klejów, z zakładów hutniczych i w. in. Poza tem trzeba, niestety, pamiętać także o wytwórniach bojowych gazów trujących, wyrabianych z całą pełnią szatańską świadomości ku zagładzie zarówno ludzi, jak niemal wszystkiego, co tylko żyje na ziemi.

Powszechniejsze i trwalsze znaczenie, aniżeli zanieczyszczenia ciałami gazowymi, posiadają wszelkiego rodzaju zakurzenia powietrza. Rozmaitość materiału, z którego powstaje pył atmosferyczny, jest bardzo wielka. Ale największe znaczenie posiadają tu wietrzejące i podlegające łatwo roztrąciu skały wapienne, rozległe piaszczyiska, a wreszcie dymy i sadze, wydobywające się kominami fabrycznymi z palenisk, skupionych na nie-wielkiej przestrzeni zakładów przemysłowych.

Plaga kurzu, wzbijającego się tumanami po bardziej uczęszczanych traktach w czasie suchej pory roku, jest wszędzie, gdzie niema jeszcze twardych dróg z nierozcierającą się powierzchnią, aż nadto dobrze znana. Ale niewątpliwie większą szkodę dla zdrowia, w pierwszym rzędzie dla zdrowia dróg oddechowych, przynoszą kłęby dymów, unoszących się nad wielkimi ośrodkami przemysłu i nad całą ich okolicą. Obok cząsteczek węgla znajdują się w tych dymach także wprost dla zdrowia szkodliwe składniki. Wynik jednego z rozbiorów, wykonanych przez angielskiego chemika Russela był np. następujący:

TABLICA L.

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| Węgla . . . . .                                | 39.0 |
| Węglowodorów . . . . .                         | 12.3 |
| Organicznych zasad . . . . .                   | 2.0  |
| Kwasu siarkowego . . . . .                     | 4.3  |
| Kwasu solnego . . . . .                        | 1.4  |
| Amoniak . . . . .                              | 1.4  |
| Tlenku żelaza . . . . .                        | 2.6  |
| Krzemianow i innych składników mineralnych . . | 31.2 |
| Wody . . . . .                                 | 5.8  |

Na osobne wyróżnienie zasługuje wreszcie wielka łatwość, z jaką w zadymionem powietrzu około bezmiaru jąder kondensacyjnych skupiają się cząsteczki skroplonej pary wodnej i tworzą t. zw. „czarne“ mgły, ścielące się od wczesnego rana. Dymy i mgły zabierają ogromnie wiele słońca i nadają całej okolicy znamiona jakiegoś ponurego smutku i przygnębienia. Wywierają one także bardzo szkodliwy wpływ na roślinność, wstrzymują jej rozwój, a niektóre gatunki drzew, zwłaszcza iglastych wprost niszcza.

W polskich okęgach uzdrowiskowych niema jeszcze powodu do obaw i zastrzeżeń z tytułu jakiegokolwiek, jeżeli wolno użyć tego określenia, przemysłowych zanieczyszczeń powietrza. Dalej na zachodzie, poza naszą granicą, są już wszakże okęgi z miejscowościami, odwiedzanemi jako uzdrowiska, nie ochronione dostatecznie przed nieodzownemi następstwami industrializacji.

#### *Biodynamika ciśnienia powietrza.*

Ciśnienie powietrza atmosferycznego waha około średniej wartości, ustanowionej przez warunki położenia geograficznego i topograficznego, w tak nieszerokich granicach, że powstające przez to różnice jego wysokości nie mogą same przez się wywierać namacalnego wpływu na tok spraw fizjologicznych i na mienie się ustroju. Tam, gdzie się taki wpływ zaznacza, pospolicie przez subiektywne odczuwania, odgrywają rolę podniet inne, współczesne i współrzędne czynniki klimatyczne. Należą tu ciepłota, wilgotność i wietrzność powietrza, siła promieniowania słonecznego, bezpośredniego i pośredniego, zamglenie i zaobłoczenie powietrzni, opady atmosferyczne, a wreszcie, stosunkowo mało jeszcze poznane, ale nie-

wątpliwie bynajmniej niebagatelne, stopień i rodzaj jonizacji, a równocześnie także stopień i rodzaj ładunków elektrycznych powietrza. Z ciśnieniem powietrza nie trzeba się przytem rachować tak bardzo jako z drażnikiem bezpośrednim. I klimatologia lekarska nie liczy się z temi jego wahaniami, jako z samodzielnym czynnikiem biodynamicznym. Zajmują ją dopiero znaczne różnice średnich wartości ciśnienia w porównaniu z ciśnieniem na poziomie morza, w zasadzie znaczne spadki poniżej tej wysokości.

Impulsu do zupełnie systematycznego poznawania wpływu środowisk z powietrzem o niskiem ciśnieniu na wszelkiego rodzaju sprawy fizjologiczne dostarczyły niemal współrzędnie podróznictwo górskie w celach turystycznych i naukowych, rozpowszechniające się coraz bardziej leczenie rozmaitych chorób przewlekłych, zwłaszcza schorzeń płuc, przez dłuższe przebywanie w górskich miejscowościach klimatycznych, a wreszcie wloty balonów na znaczniejsze wysokości, nie mówiac już o ogromnym rozwoju lotnictwa. Toteż klimatofizjologia wyżynowa stała się tematem bardzo licznych i bardzo wyczerpujących badań. Wcale znaczną rolę odegrały tu badania w komorach pneumatycznych, przeznaczonych do leczenia przewlekłych chorób narządu oddechowego. Można było przez nie wyłączyć działanie innych czynników dynamicznych klimatu górskiego i poznawać sam tylko wpływ rzadszego powietrza, zasilonego w razie potrzeby tlenem.

Szereg badań, uskutecznianych w komorach powietrznych z powietrzem o niskiem ciśnieniu, rozpoczął w roku 1864 v. Vivent oznaczeniami pojemności życiowej płuc u dwóch lekarzy. W powietrzu o ciśnieniu 433 mm. Hg. zanotowano u jednego z nich spadek o 493 ctm<sup>3</sup>, u drugiego o 394 ctm<sup>3</sup>. U obu wystąpiło przekrwienie spojówek, pieczenie w oczach i uczucie gorąca w twarzy, ocieężałość myślowa i zawroty głowy. Zupełnie takie same wyniki otrzymał w r. 1874 Paweł Bert w Paryżu, Schyrmuński w r. 1878 w Berlinie, v. Liebig 1890 r. w Reichenhallu. Dałszy znamienne szczegól polegał na nadmiernem przyspieszeniu oddechu, przy nieco trudniejszym wdechu, a łatwiejszym i szybszym wydechu. Po pewnym czasie uspokaja się oddechanie, staje się głębsze i pełniejsze. Już przy

ciśnieniu nieco niższem, aniżeli 500 mm. Hg. nie można gwizdać, a głos zmienia swoje brzmienie, traci dźwięczność, staje się cichszy, jakby przytłumiony.

Jako przykłady zmian, powstających w czynności oddechania podczas przebywania w komorach ze znacznie rozrzedzonym powietrzem, przytaczam parę spostrzeżeń v. Vivenota i v. Liebiga.

TABLICA LI.

| Autor      | Spos-<br>trzeże-<br>nie | Ciśnie-<br>nie<br>mm. Hg. | Liczba<br>odde-<br>chów | Autor      | Spos-<br>trzeże-<br>nie | Ciśnie-<br>nie<br>mm. Hg. | Pojemność<br>oddechowa<br>cmt <sup>3</sup> |
|------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| v. Vivenot | A.                      | przed.                    | 14                      | v. Vivenot | A.                      | przed                     | 4.237                                      |
|            |                         | posiedz.                  | 18                      |            |                         | posiedz.                  | 3.893                                      |
|            | 430                     |                           | 433                     |            |                         |                           |                                            |
|            | B.                      | przed                     | 17                      |            | B.                      | przed                     | 3.942                                      |
| posiedz.   |                         | 21                        | posiedz.                | 3.449      |                         |                           |                                            |
| 430        |                         | 433                       |                         |            |                         |                           |                                            |
| C.         | przed                   | 15                        | C.                      | przed      | 3.750                   |                           |                                            |
|            | posiedz.                | 17                        |                         | posiedz.   | 2.560                   |                           |                                            |
| 432        |                         | 432                       | 420                     | 2.150      |                         |                           |                                            |
| D.         | przed                   | 7,5                       | v. Liebig               | A.         | 720                     | 3.685                     |                                            |
|            | posiedz.                | 9,5                       |                         |            | 515                     | 3.516                     |                                            |
| 432        |                         |                           | B.                      | 720        | 3.950                   |                           |                                            |
|            |                         |                           |                         | 515        | 3.700                   |                           |                                            |
| v. Liebig  | A.                      | 721                       | 15,5                    | v. Liebig  | A.                      | 720                       | 3.685                                      |
|            |                         | 575                       | 20,2                    |            |                         | 515                       | 3.516                                      |
| 520        |                         | 18,2                      | 720                     |            |                         | 3.950                     |                                            |
| 520        |                         | 17,8                      | 515                     |            |                         | 3.700                     |                                            |
| B.         | 723                     | 9,4                       | B.                      | 720        | 3.950                   |                           |                                            |
|            | 483                     | 12,2                      |                         | 515        | 3.700                   |                           |                                            |
| 425        | 12,4                    |                           |                         |            |                         |                           |                                            |

W naszkicowany przed chwilą i paru przykładami objaśniony sposób zmienia się oddechanie doraźnie u osób nieobytych zupełnie z rzadszem powietrzem i o tyle już uboższem w tlen, że zaznaczać się zaczyna jego niedostatek. Już w r. 1877 mógł Mermoud pokazać przez liczne i bardzo sumienne badania, że przy różnicy wznie-

sienia prawie 1.000 m. n. p. m. i różnicy ciśnienia powietrza około 76 mm. Hg. między Strassburgiem — 124 m. n. p. m. — i St. Croix — 1.100 m. n. p. m. — nie można jeszcze spostrzec zmian w sposobie oddechania. Przeciętna z tych oznaczeń wynosiła dla liczby oddechów w Strassburgu 11.20, w St. Croix 11.15, dla głębokości oddechów w pierwszej z tych miejscowości 524 ctm<sup>3</sup>, w drugiej 557 ctm<sup>3</sup>.

Jako logiczne następstwo uczynionych przez Mermoda spostrzeżeń nasuwał się sam przez się wniosek, że dla powstawania zmian oddechowych potrzeba znacniejszego rozcieńczenia powietrza, a w dalszym ciągu, że istotną przyczyną zmian, powstających w bardziej rozcieńczonem powietrzu, tkwi w niedostatecznej ilości tlenu. Dalszych i jeszcze bardziej przekonujących dowodów na stwierdzenie słuszności takiego pojmowania rzeczy dostarczyły późniejsze badania, rozpoczęte na większą skalę w roku 1896 przez A. Loewy'ego.

Podobnie, jak płuca i cały ich mechanizm oddechowy, zmienia w rzadkiem powietrzu tempo swojej pracy także i serce. V. Liebig podaje z pośród bardzo licznych badań liczby tętna w komorze w rozrzedzonym powietrzu parę spostrzeżeń, jako przykłady przyspieszania się czynności serca:

TABLICA LII.

| S p o s t r z e ż e n i e |                 |                      |                 |                      |                 |
|---------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| A.                        |                 | B.                   |                 | C.                   |                 |
| Ciśnienie<br>mm. Hg.      | Liczba<br>tętna | Ciśnienie<br>mm. Hg. | Liczba<br>tętna | Ciśnienie<br>mm. Hg. | Liczba<br>tętna |
| 724                       | 61              | 724                  | 69              | 720                  | 64              |
| 647                       | 65              | 615                  | 72              | 700                  | 68              |
| 500                       | 66              | 579                  | 75              | 650                  | 72              |
| 429                       | 67              | 512                  | 78              | 420                  | 84              |
| 490                       | 68              | 522                  | 77              | 440                  | 70              |
| 619                       | 64              | —                    | —               | 720                  | 56              |
| 724                       | 61              | —                    | —               | —                    | —               |

Dużą wartość posiadają spostrzeżenia Pawła Berta z r. 1874, poczynione na samym sobie przy posiłkowaniu się w czasie przesiadywania w komorze wdychaniem od czasu do czasu mieszaniny z  $\frac{1}{3}$  tlenu i  $\frac{2}{3}$  powietrza. Wyniki były następujące:



TABLICA LIII.

| Ciśnienie<br>mm. Hg. | Ilość<br>tętna                                         |
|----------------------|--------------------------------------------------------|
| 758                  | 64                                                     |
| 590                  | 70                                                     |
| 535                  | 73                                                     |
| 465                  | 78                                                     |
| 450                  | ponudzanie, lekkie osłabienie                          |
| 430                  | 84 zawrót głowy, wdychiwanie tlenu, tętno spada do 78  |
| 418                  | 70 przy dalszem wdychiwaniu tlenu                      |
| 420                  | 90 w poz. siedzącej, po wstaniu 96 i 100, po tlenie 76 |
| 460                  | 70 przy tlenie                                         |
| 758                  | 58                                                     |

Podupewnieniu się o niezawodnej skuteczności wdychiwań tlenu przeciw wszelkiego rodzaju niemiłym przypadłościom, zjawiającym się w czasie przebywania w atmosferze rozrzedzonego powietrza, obniżał Bert ciśnienie w komorze przy następnych doświadczeniach jeszcze bardziej, nawet do 248 mm. Hg., posługując się równocześnie mieszaniną tlenu i powietrza. Tętno nie dochodziło wtedy nigdy do 70 w minucie. Wyniki tych badań posłużyły za niezbity dowód, że przyczyna zбоceżeń w krążeniu, powstających w atmosferze powietrza o niskim ciśnieniu, tkwi w niedostatku tlenu, a nie w rzadkości powietrza jako takiej.

Stopień zrzędnięcia powietrza, na którym daje się już odczuwać niedostatek tlenu, jest osobniczo wcale różny. Za wartości graniczne uchodzą powszechnie cyfry 350—500 mm. Hg., względnie wzniesienia nad poziom morza 3.300—6.000 metrów. Objawy głodu tlenowego zjawiają się z chwilą, kiedy prężność tlenu w pęcherzykach płucnych opadnie do 30—35 mm. Hg. z poziomu prawidłowego 100—110 mm. Hg. W sposobie, względnie w szybkości tego opadania tkwi istota osobniczo tak bardzo niejednakowego znoszenia atmosfery rozrzedzonego powietrza. Nie jest ona zresztą bynajmniej czemś zupełnie nieznanem. Wiemy, że wiąże się zupełnie ściśle ze sprawnością narządu oddechowego, z dzielnością serca i naczyń, a niewątpliwie także z ilością i z biologiczną tężyzną hemoglobiny.

Wielkie osobnicze różnice pracy narządu oddechowego można pokazać wprost zapomocą cyfrowych oznaczeń. Przykłady takich oznaczeń, niezbędnych przy

lekarskiem ocenianiu kandydatów na lotników, przytoczone za A. Loewym, według jego własnych badań, posłużą jako pouczająca ilustracja.

TABLICA LIV.

| Spostrzeżenie | Pojemność oddechowa w 1 min. ctm <sup>3</sup> | Głębokość oddechu ctm <sup>3</sup> | Zużycie tlenu w 1 minucie ctm <sup>3</sup> | Zawartość tlenu w pęcherz. płucn. % |
|---------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| I.            | 4.915·0                                       | 3.7·7                              | 205·3                                      | 13·4                                |
| II.           | 5.483·3                                       | 322·5                              | 230·5                                      | 14·03                               |
| III.          | 7.283·3                                       | 416·2                              | 211·0                                      | 15·08                               |
| IV.           | 8.328·6                                       | 406·2                              | 226·0                                      | 15·46                               |
| V.            | 10.014·3                                      | 435·4                              | 221·3                                      | 15·77                               |

Sprawna praca płuc zasadza się w istocie rzeczy na umiejętnem wyzyskiwaniu tlenu. Oznacza to to samo, co zachowywanie korzystnego parcia pęcherzykowego i możliwie wysokiego odsetku tlenu w pęcherzykach płucnych. W gorszych warunkach oddechania, t. j. w środowisku rozcieńczonego powietrza musi się w stosowny sposób zmienić mechanizm oddechania, zapewne przy równoczesnem użyciu nieco większego zasobu sił.

Tak samo, jak narząd oddechowy, dostosowuje się do zmienionych warunków narząd krążenia. Współdziałanie jego, i to bardzo wydatne, jest niezbędne dla utrzymania na właściwym poziomie wymiany gazów i wszystkiego, co się z nią wiąże w całym życiu ustroju.

Ostatni wreszcie czynnik w tej narządowej trias tworzy krew i te wszystkie tkanki, z których czynnością łączy się powstawanie i wartość biologiczna krwinek, w najwyższej mierze krwinek czerwonych.

Zagadnienie wzrostu ilości ciałek czerwonych i ilości hemoglobiny w klimacie górskim, zajmowało przez cały szereg lat licznych hematologów i było nawet przedmiotem sporu, trwającego dość długo. Obecnie utrwalilo się już wszędzie przekonanie, że większa ilość krwinek czerwonych i hemoglobiny jest wyrazem wyrównawczych dążeń i czynności ustroju i służy do zapobiegania niepożądanym następstwom małej zawartości tlenu w rozrzedzonym powietrzu.

Wszystkiemi poruszonymi wyżej sprawami, oraz innemi zagadnieniami fizjodynamiki górskiego klimatu

zajmiemy się nieco obszerniej w ustępie o klimacie górskim.

W rodzimej przyrodzie niema warunków dla powstania powietrznych środowisk z ciśnieniem wyższym, aniżeli ciśnienie jednej atmosfery. Stan barometru na poziomie morza pokazuje maximum ciśnienia zupełnie wolnej ziemskiej atmosfery. I to, co jest ponad niem, nie powinnyby już zajmować klimatologii. A jednak zajmuje ją. Technika, wyręczając, czy uzupełniając przyrodę, stworzyła warunki, w których ludzie zawodowo, przy pracy i dla możliwości wykonywania pracy, muszą przebywać przez jakiś czas w sztucznie zgęszczonym powietrzu i ulegać jego wpływowi, a oprócz tego także urządzenia, w których zgęszczone powietrze służy dla celów leczniczych. Stopnie nadwyżki ciśnień są w obu tych przypadkach bardzo niejednakowe.

Z istotnie wysokim ciśnieniem liczyć się trzeba najbardziej w technice budowli wodnych, wobec robotników i ich nadzorców, po części także inżynierów, przebywających w t. zw. kisonach, czyli w komorach, zanurzonych zupełnie w wodzie, zamkniętych szczelnie od góry i wypełnionych, dla wyparcia z nich wody, zgęszczonym powietrzem o ciśnieniu, sięgającym nawet 5 atmosfer. Twórcą takiego pierwszego kisonu, zbudowanego w r. 1841, był francuski inżynier Triger.

W podobnych warunkach, jak robotnicy kisonowi, pracują nurkowie w t. zw. dzwonach nurkowych.

Rzeczy te obchodzą medycynę z tego powodu, że przy nieogłędnym zachowaniu się, przy nazbyt szybkim przechodzeniu z powietrza bardzo zgęszczonego w powietrze o zwykłym ciśnieniu mogą powstawać poważne zaburzenia, a nawet zdarzać się przypadki nagłej śmierci. Wiąże się to z wydzielaniem gazów, wchłoniętych przez tkanki w atmosferze zgęszczonego powietrza w znacznie większej ilości, gromadzeniem się baniek gazu wśród tkanek, w świetle naczyń krwionośnych i w jamach serca. W tkankach nastaje, jako następstwo ucisku, wywieranego przez wolny gaz, mniej lub więcej znaczne upośledzenie czynności, czasem zupełne zawieszenie; w naczyniach i w sercu przerywają zatory gazowe krążenie krwi i spowodzają nagłą śmierć.

Gaz, wydobywający się z tkanek, składa się w 80—90 proc. azotu, w 10—15 proc. z bezwodnika kwasu węglowego i z nieznacznej domieszki tlenu.

Raczej tylko niemiłe przypadłości powstają po przejściu ze zwykłej atmosfery w atmosferę zgęszczonego powietrza. Zjawiają się wtedy ból i szum w uszach, zawroty głowy i wcale cechujące oszołomienie. Przyczynę ich tworzy wgniecenie błony bębenkowej i przekrwienie ucha środkowego, wywołane przez ciśnienie zewnętrzne, wyższe od ciśnienia, panującego w jamie usznej. Wszystkie te zjawiska ustępują po wyrównaniu się różnic ciśnienia.

Zupełnie podobne objawy powstają u ludzi, zanurzających się nagłym skokiem głęboko pod wodę, jak to czynią, wprost dla widowiska, zawodowi sztukmistrzypływacy. Zawrót głowy i krótkie zamroczenie świadomości wystarczają, ażeby pływaka ubezwładnić i stać się przyczyną utonięcia.

Również we Francji powstało i stamtąd rozeszło się po świecie urządzenie dla stosowania zgęszczonego powietrza w celach leczniczych. Obmyślił je i stworzył w postaci pierwszej komory pneumatycznej fizyk z Montpellier, Emil Tabarié. Tak samą komorę, jak wyniki poczynionych w niej spostrzeżeń przedstawił Akademji paryskiej w r. 1838. Nadwyżka ciśnienia w komorze wynosiła w doświadczeniach Tabarié'go około 320 mm. Hg., a więc znacznie mniej, aniżeli pół atmosfery. Wystarczała ona, ażeby powstawały widoczne zmiany w czynności oddechania i w czynności krążenia.

Nowy sposób leczenia, zalecony przez Akademię, rozpowszechnił się bardzo szybko we Francji, głównie dzięki wyleczeniu sławnego w owe czasy matematyka, Francoeur'a. W innych państwach europejskich zaczęły komory pneumatyczne powstawać dopiero około r. 1860.

Poznawaniem wpływu oddechania zgęszczonym powietrzem, w warunkach zupełnie fizjologicznych zajmował się bardzo systematycznie w r. 1864 v. Vivenot. Odbył w tym celu 122 posiedzeń w komorze pneumatycznej przy 320 mm. Hg. nadwyżki ciśnienia, mierząc za każdym razem pojemność życiową 2 razy w czasie posiedzenia, a po raz przed i po posiedzeniu. Wyniki były następujące:

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| Pojemność przed posiedzeniami . . . . .    | 3.050 ctm <sup>3</sup> |
| Pojemność po 30 posiedzeniach . . . . .    | 3.420                  |
| Pojemność po 60 posiedzeniach . . . . .    | 3.580                  |
| Pojemność po 90 posiedzeniach . . . . .    | 3.660                  |
| Pojemność po dalszych 10 posiedzeniach . . | 3.750                  |

Po ostatnich 12 posiedzeniach nie zwiększała się już pojemność.

Jako dalsze wyniki zasługują na uwagę zwolnienie oddechów, niższe ustawienie dolnych granic płuc, zarówno w czasie głębokiego wdechu, jak wydechu, wydatniejsze rozszerzanie się klatki piersiowej i większa głębokość oddechów. Wcałe znamieny jest stosunek między długością wdechu i wydechu. Przy zwykłym parciu określił go v. Vivenot liczbami 10:11, w powietrzu zgęszczonym jak 10:15, a nawet jak 10:27. Kontrolne badania v. Liebiga dały jako wynik stosunek 10:19.5 i 10:27.7.

W zakresie krążenia wypada za najbardziej może znamienne zjawisko uznać blednięcie skóry i błon śluzowych — następstwo słabszego wypełnienia krwią naczyń włosowatych i żył. Zazwyczaj obniża się cokolwiek parcie krwi; fala tętna maleje; najczęściej zmniejsza się także liczba tętna.

Z ogłoszonych niedawno wyników badań G. Benzúra i Z. Rauscha z Budapesztu dowiadujemy się nadto o korzystnym wpływie przebywania w zgęszczonym powietrzu, o ciśnieniu  $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$  atmosfery, na parcie krwi u hipertoniców. W całym szeregu przypadków notowano opadanie parcia tętniczego przy równoczesnym zmniejszeniu się ilości tętna. Niższe ciśnienie utrzymywało się jeszcze jakiś czas po przerwaniu posiedzeń w komorze pneumatycznej.

Na zakończenie uwag o następstwach oddechania zgęszczonym powietrzem godzi się jeszcze wspomnieć o spostrzeżeniach, dotyczących chorobliwych objawów u robotników, pracujących przez dłuższy przeciąg czasu w kesonach.

Lekarz francuski Foley, który się tą sprawą zajmował bardzo dokładnie i spostrzeżenia swoje streścił w osobnej publikacji w r. 1863, odróżnia trzy fazy, względnie trzy stopnie przewlekłej choroby kesonowej. W początkach pracy, aż do osiągnięcia ciśnienia 2 atmosfer, czują się robotnicy bardzo dobrze, pracują chętnie, mają dobry apetyt; usposobienie ich jest pogodne, nawet swawolne. Fazę tę nazywa Foley période bénéficiante. W okresie pracy przy ciśnieniu powietrza w kesonie 2—3 atmosfer zjawiają się napady swędzenia i palenia skóry, zazwyczaj w nocy, kończące się obfitymi potami. Po jakimś czasie zaczynają się pokazywać obrzęki mięśni, później stawów i ścięgien; zazwyczaj trapią chorych także rozmaicie usadowione nerwobóle. Na określenie tych stanów służy używana przez robotników kesonowych nazwa „puces”. W okresie 3-cim, przy pracy w powietrzu o ciśnieniu najmniej 3—4 atmosfer, rozwija się pewnego rodzaju charactwo z niedokrewnością, wychudzeniem, psychicznym przygnębieniem i nerwową niesprawnością. Stan ten określa Foley jako période de déperdition.

Przed powstawaniem choroby kesonowej chronią krótkie okresy pracy — najwyżej 4-ro godzinne — i bardzo powolne przechodzenie z atmosfery kesonowej w zwykłą atmosferę.

Obszerniejsze opisy „choroby kesonowej“, jej różnorodnych objawów, zależnych od usadowienia uszkodzeń, wywołanych przez gromadzący się w tkankach gaz, znajdują się we wszystkich podręcznikach chorób wewnętrznych.

### *Biodynamika wiatru i wędrownych mas powietrznych.*

Lotne ciało powietrzne nie trwa nigdy i nigdzie w zupełnym spoczynku. Nawet to, co w spostrzeżeniach meteorologicznych określa się jako ciszę, nie jest w istocie rzeczy bezwzględny bezruchem. Ruch istnieje. Jest tylko nazbyt słaby, ażeby wzbudzić świadome odczuwanie. Nie wzbudza go aż do granicy szybkości, wynoszącej około 0.5 metra na sekundę. Dopiero powyżej tej granicy sprawia prąd powietrza wrażenie wiatru — przy znacznej chyżości wprost fizycznego gwałtu.

Jako najbardziej bezpośrednie manifestacje prądów powietrznych tworzą ich siła i ich kierunek przedmiot największego i najpowszechniejszego zainteresowania.

Aż nadto dobrze znane jest znaczenie wiatrów dla kultury powierzchni ziemi. One właśnie przyczyniły się w niemalej części do powstania wielkich zupełnie jałowych, morzem piasku zalanych obszarów ziemskich, znanych pustyń afrykańskich, azjatyckich i australskich, oraz mniejszych od nich rozmiarami północno amerykańskich. Z winy zimnych północnych wiatrów obniża się w chłodniejszych pasach umiarkowanej strefy klimatycznej w górskich krajach granica zadrzewienia wrażliwszymi gatunkami drzew, a nawet wogóle zadrzewienia. Huraganowe wiatry niszczą i pustoszą lasy, a tam, gdzie ich już niema, przeszkadzają tworzeniu nowych kultur, a nawet niweczą zupełnie wszelkie próby zadrzewiania, w głównej mierze przez zmiatanie rodzajnej gleby. Przez zimne wiatry cierpi także kultura rolna. Znaczne nieraz szkody czyni „wypalanie“ ozimych zbóż przez mroźne wczesno wiosenne podmuchy, smagające lodowatym zimnem niezakrytą już śniegiem ruń zbożową.

W związku z wierznością powietrza na niemieckich wybrzeżach Morza Północnego poświęca E. Lehmann parę osobnych uwag roślinności nadmorskiej. Zaznacza w nich, że wobec wiatrów, wiejących tam niemal stale i ze znaczną siłą, mogą się ostać i rosnąć

w pasie przybrzeżnym tylko bardzo odporne rośliny, zarówno przyziemne, jak nisko i wysokopienne. Z drzew udają się dobrze sosna górska i sosna kanadyjska, oraz wiąz, z krzewów bez. Inne drzewa, rosnące zupełnie prawidłowo w północnych pasach europejskiego umiarkowanego klimatu, wypaczają się nad Morzem Północnym, przybierają niezwykle groteskowe formy, karłowaciejąc równocześnie bardzo wyraźnie.

Zapewne takie same, a przynajmniej bardzo podobne warunki dla kultury drzewnej, jak nad Morzem Północnym, panują także nad Bałtykiem. Należący do Polski skrawek jego wybrzeża jest wprawdzie wcale dobrze zalesiony, ale i na nim znajdują się wydmy, bezroślinne odcinki. Stworzenie zagajników i drzewostanów, chroniących przed zbyt silnym naporem wiatrów, byłoby w niejednym miejscu możliwą rzeczą, a wszędzie bardzo pożądaną. Chodzi tu zresztą nie o samą tylko ochronę przed siłą podmuchów. Mówiąc o higienicznym znaczeniu wiatrów dla uzdrowisk, podnosi Axel Winkler, że lasy odgrywają rolę filtrów, oczyszczających powietrze. Dzięki nim przynoszą wiatry, wiejące od ładu, nadbałtyckim kąpieliskom niemieckim powietrze, pozbawione kurzu i wszelkiego rodzaju zarazków.

Od przeważnego kierunku i od siły wiatrów zależą w niemalym stopniu właściwości klimatyczne zarówno większych połaci kraju, jak pojedynczych miejscowości. Bezpośrednie znaczenie posiadają tu, co prawda, ukształtowania terenowe — przebieg i wyniosłość pasm górskich z jednej, przebieg dolin i szerszych jarów z drugiej strony, — w pewnej mierze także stopień i rodzaj zalesienia. Ale z tymi właśnie szczegółami łączą się cechy nawietrzania, a w dalszym ciągu także i to, co przyczynia się niemało do powstawania mikroklimatów, zarówno korzystnych, jak niekorzystnych pod względem higienicznym, a tem samem także i lekarskim.

Uwydatnianie wietrzności, jako czynnika, odgrywającego bardzo znaczną rolę w kształtowaniu się mikroklimatów, uzasadnia, wobec zmienności wiatrów w różnych porach roku, zupełnie wyraźne różnicowanie zespołów mikroklimatycznych według pór roku. Prowadzi to siłą rzeczy do stworzenia pojęcia *chronomikroklimatu*, a w jego ramach mikroklimatu zimowego, wiosennego, letniego i jesiennego. Powszechne uwzględnianie chrono-klimatycznych różnic we wszystkich stacjach klimatycznych i rozpowszechnianie wiadomości o nich w świecie lekarskim przyniosłoby niewątpliwą korzyść zarówno chorym, jak stacjom klimatycznym, a lekarzom ułatwiłoby bardzo znacznie rozstrzygnięcie o wyborze najstosowniejszej stacji leczniczej w każdym pojedynczym przypadku.

Najbardziej bezpośrednie działanie wiatru, jako siły atmosferycznej, uwydatnia się przez wpływ na ciepłotę każdego ciała, wystawionego na jego działanie. Ilustrują to bardzo dobrze dość już dawne, zupełnie przy-

mitywne doświadczenia Hillera, polegające na określaniu czasu, potrzebnego na opadnięcie ciepłoty wody w szklanej flasce przy rozmaitej szybkości prądu powietrza z 44° C. na 30° C. Działo się to

|                                                               |                                         |          |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| przy ciszy                                                    | i ciepłocie powietrza 170C. w przeciągu | 116 min. |
| przy wietrze 1 m/sek. i ciepłocie powietrza 190C. w przeciągu | 72 min.                                 |          |
| przy wietrze 2 m/sek. i ciepłocie powietrza 130C. w przeciągu | 44 min.                                 |          |
| przy wietrze 3 m/sek. i ciepłocie powietrza 170C. w przeciągu | 37 min.                                 |          |
| przy wietrze 4 m/sek. i ciepłocie powietrza 170C. w przeciągu | 29 1/2 min                              |          |

W podobny sposób, jak Hiller, oznaczał także Frankenhäuser chłodzące działanie wiatru. Pomiaru wykonywał przy pomocy cylindrycznego naczynia z blachy miedzianej o powierzchni 100 ctm<sup>2</sup> i pojemności 100 ctm<sup>3</sup>, z otworem w pokrywie na termometr. Opadanie ciepłoty wody o 1° C. oznaczało stratę ciepła 1 kalorii gramowej na każdy ctm<sup>2</sup> powierzchni naczynia. Przyrząd otrzymał nazwę homoiotermu. W jednym z licznych doświadczeń zanotowano jako wynik pomiarów stopnia chłodnienia wody, ogrzanej poprzednio do 35° C.:

|                                                                |                                             |             |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|
| wśród ciszy                                                    | przy ciepłocie 200C. stratę ciepła w 1 min. | 0.3 kal/gm. |
| wśród ciszy                                                    | przy ciepłocie 20C. stratę ciepła w 1 min.  | 1.0 kal/gm. |
| przy wietrze 5 m/sek. i ciepłocie 200C. stratę ciepła w 1 min. |                                             | 1.5 kal/gm. |

J. W. Osborne zmodyfikował przyrząd Frankenhäusera o tyle, że naczynie sporządził nie z blachy, lecz z mocnego papieru, dzięki czemu mógł oznaczać stratę ciepła nie tylko przez przewodzenie i promieniowanie, ale także przez parowanie.

Wszystkie te przyrządy możnaby uważać za pierwsze prymitywne aparaty frygorymetryczne. Dokonywane nimi pomiary posiadały niewątpliwie pewną wartość, ale uzyskiwane wyniki nie mogły być zupełnie ścisłe.

O wiele dokładniej i na szerszą skalę zajmował się tem samym zagadnieniem H. Wolpert, posługując się już materiałem ludzkim. Badaną osobę umieszczał na przeciąg 4—6 godzin w komorze oddechowej i poddawał ją działaniu prądu powietrza o szybkości 1-go metra, 8-miu i 16-tu metrów na sekundę przy wilgotności względnej około 40% i przy ciepłocie od 12—40° C. Przy zupełnej ciszy obniżano ciepłotę nawet do 2° C. Wyniki tych badań, wykonywanych najczęściej przy chyżości powietrza, wynoszącej 8 metrów na sekundę, były następujące:



Przy ciepłocie 13—15° C. notowano, jako wyraz energiczniejszego spalania, a tem samym także wytwarzania ciepła, znaczny przybytek bezwodnika kwasu węglowego, wydalanego przez ustrój. Wydalenie CO<sub>2</sub> zmniejszało się w miarę wzrostu ciepłoty aż do 32° C. Wzrastało natomiast po przekroczeniu tej granicy.

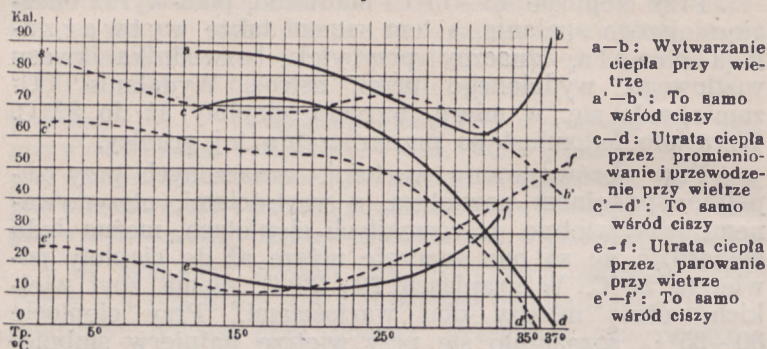
Przy porównywaniu wartości, oznaczonych przy zupełnie spokojnem powietrzu, z wartościami, otrzymywanymi przy wietrze w rozmaitych ciepłotach, można było stwierdzić, że sa one znacznie niższe aż do ciepłoty powietrza 20° C. W granicach 20—26° C. niema zbyt wielkich różnic między obu wartościami. Przy ciepłocie 30—35° C. zaznaczało się przy wietrze najpierw słabnięcie energii spalania, przechodzące następnie w fazę wzmoczonego wytwarzania ciepła..

Zupełnie prosto przedstawia się stosunek utraty ciepła przez przewodzenie i przez promieniowanie przy wietrzem i przy zupełnie spokojnem powietrzu. Pod wpływem wiatru traci ustrój zawsze więcej ciepła, aniżeli przy takim samym ogrzaniu powietrza wśród zupełniej ciszy. Najwyższe wartości osiągają straty w ciepłocie 13—18° C. Różnice wartości, oznaczonych w ciszy i przy wietrze, są wtedy największe. Wraz z podnoszeniem się stopnia ogrzania powietrza maleje oddawanie ciepła względnie szybko, o wiele prędzej, aniżeli się to dzieje w tych samych warunkach wśród ciszy. Różnice między obu wartościami zacierają się skutkiem tego coraz bardziej. Przy ciepłocie 30° C. są już wprost minimalne.

Pewna niespodziankę sprawia porównanie wyników, uzyskanych z oznaczeń utraty ciepła przez parowanie w ciszy i na wietrze. Jedynie tylko w ciepłocie 13—17° C. oznaczano dla parowania przy ruchliwszem powietrzu wyższe wartości, aniżeli przy powietrzu zupełnie spokojnem. W granicach ogrzania od 18 do 32° C. działo się wprost przeciwnie. Przy ciepłocie 26—30° C. znaleziono, że na wietrze tracił ustrój przez parowanie o  $\frac{1}{3}$  do  $\frac{1}{2}$  mniej ciepła, aniżeli w powietrzu zupełnie spokojnem. Różnice zacierają się zupełnie dopiero na granicy 34° C. W obu serjach doświadczeń zaznacza się nader wyraźnie wzmagający parowanie wpływ wyższej ciepłoty.

Wszystkie, streszczone przed chwilą szczegóły ilustruje zamieszczona poniżej rycina (zob. ryc. 24, str. 164).

Ryc. 24.



Wytwarzanie i utrata ciepła na wietrze i wśród ciszy.  
(Według A. Loewy'ego).

Zjawisko ruchu i czynnik mechanicznej siły, tkwiące w niesionem przez wiatr powietrzu, nie są w pojęciu biologji jedynymi czynnikami dynamicznymi powietrza. Należą do nich jeszcze wilgotność, ciepłota, stopień i rodzaj jonizacji, względnie elektrycznego naładowania. Wszystko to kształtuje się rozmaicie, zależnie od pochodzenia masy powietrznej. To też wędrówka tych mas, złączona z wietrznością atmosfery, przenoszeniem się powietrza o swoistych właściwościach klimatycznych w inne okolice, z powietrzem o odmiennych cechach, posiada dla klimatologji lekarskiej wprost podstawowe znaczenie. Wraz z „nanesionem“ powietrzem powstaje zupełnie nowe środowisko życia. Zbiór działających w niem sił i biodynamiczny wpływ, wywierany przez nie na całą miejscową żywą przyrodę, a więc także na ustroje ludzkie, różnią się zawsze od tego, co dawało w swoich właściwościach i w swoich biodynamicznych wpływach powietrze rodzime. Masy napływowe nawiewają wiatry z różnych klimatycznych dziedzin, bardzo często sprzecznych ze sobą pod wielu względami. Sprowadza to wprost brutalne zmiany środowisk. Ludzkie ustroje dostają się skutkiem tego zupełnie nagle w zgoła odmienne warunki klimatyczne. Różna od poprzedniej dynamika wymaga zawsze innego wegetatywnego nastawienia i zmian w całym szeregu czynności fizjologicznych.

F. Linke odróżnia 4 zasadnicze typy mas, albo, jak je nazywa, ciał powietrznych, ciała podbiegu-

nowe — polarne, — podzwrotnikowe — tropikalne, — morskie i śródlądowe, czyli kontynentalne. Najistotniejsze ich meteorologiczne znamiona uwydatnia zestawienie, ujęte w zamieszczonej poniżej tablicy:

TABLICA LV.

| Właściwości meteorologiczne              | Masa podbiegunowa  | Masa podzwrotnikowa    | Masa morska                     | Masa śródlądowa               |
|------------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Stopień ogrzania                         | zimna              | ciepła                 | w zimie ciepła, w lecie chłodna | w zimie zimna, w lecie ciepła |
| Stopień wilgotności                      | sucha              | wilgotna               | wilgotna                        | sucha                         |
| Przejrzystość                            | przejrzysta        | przymglona             | przejrzysta                     | przymglona                    |
| Zapylenie                                | skąpe drobne pyłki | sporo większych pyłków | sporo drobnych pyłków           | sporo drobnych pyłków         |
| Przepuszczalność promieni słońca         | znaczna            | mała                   | mała                            | znaczna w zimie               |
| Przepuszczalność promieni krótkofalowych | znaczna            | mała                   | znaczna                         | mała                          |
| Zjonizowanie                             | małe               | znaczne                | małe                            | znaczne                       |
| Napięcie elektryczne                     | niskie             | dość znaczne           | niskie                          | dość znaczne                  |

Pewne znaczenie posiada może i ten szczegół, podniesiony przez Jolly'ego jeszcze w r. 1879, że powietrze polarne odznacza się większą zawartością tlenu, aniżeli powietrze tropikalne. Różnica może sięgać 0.5%.

Nie zawadzi wspomnieć, że masy powietrzne, płynące z dalekich okolic zmieniają nieco swoje fizyczne własności w czasie długiej drogi nad obszarami ziemi, różniącymi się położeniem i powierzchnią od macierzystych obszarów tych mas. Gorące powietrze podzwrotnikowe ochładza się nieco w swoim pochodzie ku północy nad oceanem i staje się równocześnie wilgotniejsze. Wprost przeciwne zmiany

powstają w zimnem kontynentalnem powietrzu polarnem. Wielkość różnic zależy w obu przypadkach od szybkości, z jaką się masy powietrzne poruszają. Modyfikacje ich pierwotnych własności posiadają ogromne znaczenie dla kształtowania się przelomów meteorologicznych. Gdyby ich nie było, zdarzałyby się niemal podczas każdego przelomu katastrofy meteorologiczne, zwłaszcza katastrofalne opady deszczowe z niszczącymi wylewaniami.

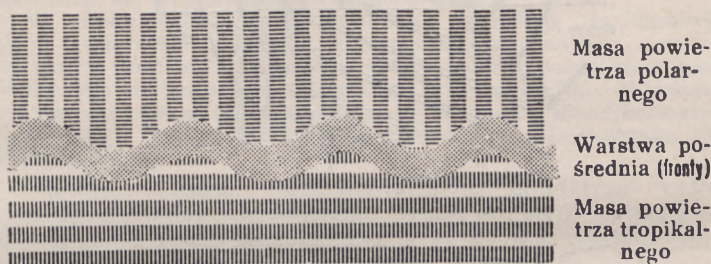
Porównanie meteorologicznych znamion czterech najważniejszych mas powietrznych uzasadnia w stosunkach europejskich rozdział ich na dwie grupy, każda o dwóch antagonistycznych członach. Jedną tworzą masy powietrza polarnego i powietrza podzwrotnikowego, drugą powietrza lądowego i powietrza morskiego. W jednej i w drugiej odbywa się między antagonistami coś w rodzaju walki o prymat klimatyczny, toczącej się z ciągłą zmianą wyników i nigdy na stałe nierozstrzygniętej. Różne jej fazy oznaczają zmiany środowisk atmosferycznych i zmianę warunków bytowania dla wszystkiego, co w tych środowiskach żyje. Efekty zmagania w ramach każdej z obu grup posiadają wielką doniosłość dla powstawania okresowych zmian klimatycznych w całej Europie.

W zachodnich i w środkowych krajach europejskich odgrywają szczególnie znaczną rolę ruchy mas polarnych i mas podzwrotnikowych. Sprawę ściernia się ich wyjaśnia już wcale dokładnie współczesna nauka meteorologii, stworzona w znacznej części przez norweską szkołę meteorologiczną z Bierkneseem, Bergsonem i Solbergem, jako głównymi jej przedstawicielami na czele.

Rozpostarte na dalekiej północy powietrze polarne płynie nieprzerwanym prądem ze wschodu na zachód, w kierunku przeciwnym do obrotowego ruchu kuli ziemskiej. Nad ciepłą strefą klimatyczną unosi się masa powietrza podzwrotnikowego i dąży po kierunkowej linii obrotu ziemi z zachodu ku wschodowi. Od czasu do czasu spotykają się ze sobą. Na płaszczyźnie zetknięcia się obu ciał powietrznych, różniących się od siebie bardzo znacznie swojemi meteorologicznemi własnościami, unosi się coś w rodzaju rozdzielającej je, a równocześnie jakby zszywającej pionowej warstwy pośredniej, o położeniu nieutrwalonem, określanej także mianem polarnego frontu. Ściana ta nie tworzy prostej płaszczyzny. Obie jej powierzchnie, jedna zwrócona ku północy, druga ku południowi, posiadają liczne, głębsze i płytsze wygięcia,

wrzynające się różnej wielkości falami w rozgraniczone przez nią masy powietrzne (zob. ryc. 25). Fale te tworzą po myśli współczesnych zapatrywań meteorologii t. zw. jądra depresyjne, pola niskiego parcia i cyklonów.

Ryc. 25.

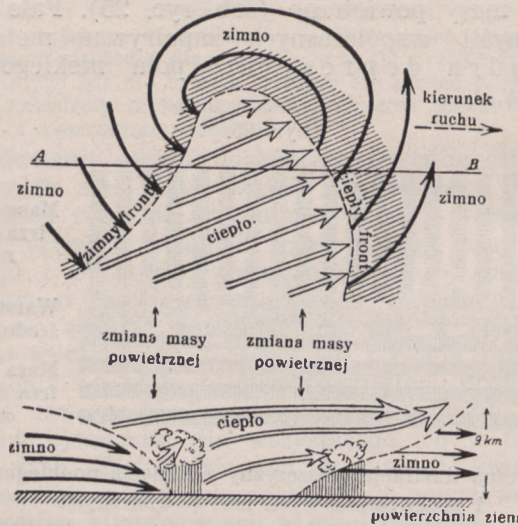


Schematyczna ilustracja płaszczyzny zetknięcia podbiegunowych i podzwrotnikowych mas powietrznych.

Za przykład mechanizmu ruchu mas powietrznych, przy wnikaniu w głąb jednej z nich potężnej fali drugiej, i dla objaśnienia c meteorologicznych następstwach tego wnikania może posłużyć zjawisko wtłoczenia się potężnej fali powietrza podzwrotnikowego w masę powietrza podbiegunowego, naniesionego z lodowych pól Islandji, a nawet Grenlandji. Ilustruje je załączona rycina 26, przedstawiająca pionowy przekrój całego powietrznego układu niskiego ciśnienia, depresji atmosferycznej, względnie cyklonu (zob. ryc. 26, str. 168).

W środku wypiera wielka fala ciepłego powietrza podzwrotnikowego, oznaczona jasnymi strzałkami, zimne powietrze podbiegunowe ku północnemu wschodowi. Poza obrębem fali dostaje się to wypchane powietrze w atmosferę polarną, zawraca z dotychczasowej, narzuconej mu siłą drogi, a następnie wpada ruchem okrężnym na tyły cieplej fali. Powietrze polarne i kierunek jego ruchu oznaczają czarne strzałki. Cały ten kłęb posuwa się z zachodu ku wschodowi. W okolicach, przez które się taki cyklon przewala, powstają szybko po sobie następujące zmiany meteorologiczne. Wraz z wkroczeniem ciepłego frontu podnosi się ciepłota, opada ciśnienie barometryczne. Ale niedługo po tem nadciąga polarne powietrze tylnego zimnego frontu. Nad tą samą okolicą przechodzi antycyklon. Ciśnienie powietrza idzie w górę, ciepłota opada. W okresie cyklonowym tworzą się chmury warstwowe — stratus — padają deszcze ciepłe, w zimie także śniegi. Fazę antycyklonową znamionują huraganowe wichry, chmury kłębiaste i nagłe, ulewne, zimne deszcze, względnie burze śnieżne. (Pola deszczowe oznaczono na rycinie kreskami).

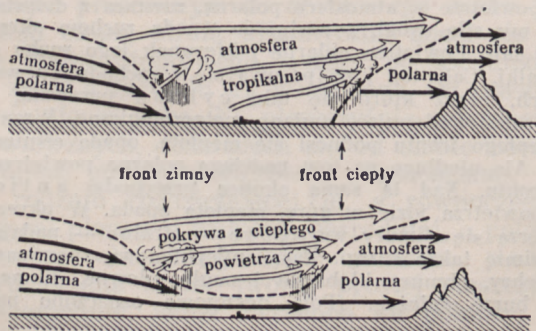
Ryc. 26



Pole depresji — cyklon i antycyklon. (Według de Rudder'a).

Od naszkicowanego w tej chwili klasycznego przebiegu cyklonu zdarzają się rozmaite odstępstwa. Na większą uwagę zasługuje wśród nich zjawisko t. zw. zamkniętego cyklonu, zwłaszcza w okolicach górskich. Nazwa pochodzi stąd, że pod napływające z południa powietrze podzwrotnikowe włącza się powietrze polarne i wypycha całą jego masę w górę. W pewnej wysokości nad ziemią, zresztą dość zmiennej, unosi się wtedy na znacznym obszarze jakby ciepłe okrycie powietrzne. Z wielką słusnością możnaby takie zjawisko określać jako wyniesienie systemu cyklonowego w górne

Ryc. 27.



Schemat zamkniętego cyklonu. (Według de Rudder'a).

szlaki powietrzne. Jako przykład może służyć meteorologiczne spostrzeżenie w Monachjum, objaśnione schematycznym szkicem. Podczas przeciągania nad całą okolicą zamkniętego cyklonu zanotowano w monachijskiej stacji meteorologicznej wyraźny spadek ciśnienia przy niezmienionej ciepłocie powietrza. Natomiast w obserwatorjach, Zugspitze (3000 m. n. p. m.) i na Hohenspeisenberg (900 m. n. p. m.), położonych w stosunkowo niewielkiej odległości od Monachjum, towarzyszyło opadnięciu ciśnienia wcale znaczne podniesienie się ciepłoty powietrza (zob. ryc. 27, str. 168).

W swoim pochodzie ku wschodowi spotykają się niekiedy cyklony z warstwami polarnego, kontynentalnego powietrza, o wysokim parciu, rozprzestrzeniającemi się ku południowemu zachodowi z północnego wschodu ładu azjatyckiego i europejskiego. Naciskane przez nie, skręcają na północ i dostają się do krajów skandynawskich i do Finlandji. Oznacza to bardzo znaczną modyfikację kierunku ich zwykłej drogi.

Ogromna masa kontynentalnego powietrza całej europejskiej Rosji i przeważnej części Syberji, w każdym razie całej jej zachodniej połaci, z dziedziny kontynentalnego wyżu barometrycznego, posiada sama przez się niemałe znaczenie dla środkowych, a nawet dla wschodnich terytorjów zachodniej Europy. W jesieni, w zimie i na wiosnę dochodzi swoim mroźnym, północno-wschodnim prądem aż do krajów nadreńskich; w lecie napływa z południowych rosyjskich i syberyjskich obszarów silnie rozgrzane powietrze i niesie z sobą suchość i upały.

Jeszcze inny obszar z masą powietrzną o wysokim ciśnieniu i o wysokiej ciepłocie, ważny dla klimatycznych stosunków w Europie, znajduje się na rozgraniczeniu umiarkowanej i gorącej strefy z dziedziną azorską jako pewnego rodzaju ośrodkiem. Masa ta zachowuje się, w myśl wywodów monachijskiego meteorologa, Schmaussa, w podobny sposób, jak masa podbiegunowa. Posiada także swoją warstwę frontową, a tem samem także swój front, front równikowy — ekwatorjalny. Najważniejszy szczegół z dorobku badań fizycznych własności i ruchu atmosfery azorskiej tworzy dla klimatologii poznanie, że dolne jej warstwy są silnie ogrzane, warstwy górne, sięgające w substratosferę na wysokość 9—10 km., względnie chłodne, a dalej, że po rozprzestrzenieniu się wyższych warstw ku północy następuje ich oziębienie, a jako dalsze następstwo przyrost ciśnienia i związane z tem ocieplenie rozciągającej się pod nimi troposfery — t. zw. adiabatyczna lub dynamiczna zmiana ciepłoty. Cofanie się „równikowego frontu“ i odpływ azorskiej atmosfery znamionują opadanie ciśnienia barometrycznego i ochładzanie się powietrza.

Wpływ wyżu barometrycznego nad Azorami i w ich otoczeniu rozciąga się na wielkie przestrzenie Europy zachodniej, a w znacznej mierze także i środkowej wraz z krajami polskimi.

Bardziej ograniczone znaczenie posiadają wędrowki powietrza, niesionego t. zw. spadowymi wiatrami, znanymi w krajach alpejskich pod nazwą *Föhn*ów, u nas pod nazwą wiatru *halnego*, nieco powszechniejsze nawiewanie atmosfery przez wiary południowe — włoskie *sirocco*, hiszpańskie *solano* i południowosłowiańska jugowinę.

Już w bardzo dawnych czasach zwracano uwagę na zależność ludzkiego ustroju od zmian środowiska atmosferycznego, a, co za tem idzie, podnoszono także w publikacjach lekarskich niekorzystny wpływ nagłych zmian atmosferycznych na usposobienie i na samopoczucie osób nerwowych, na przebieg niektórych chorób przewlekłych, skłonnych do zaostrzeń, względnie do pogorszeń, mówiono o łączności tych zmian z częstotścią zapadania na pewne ostre choroby zakaźne. Nie brakowało w nich także uwag, poświęconych rozpatrywaniu tego wpływu i wskazywaniu wywierających go dynamicznych czynników klimatu. Posiadają one niewątpliwie pewną wartość, niekiedy nawet znaczną przez bystrość spostrzegania, a zawsze przez gromadzenie i rejestrowanie materiału. Nie wystarcza to wszakże do głębszego wnikięcia w istotę związku między zapadaniem na choroby i ujawnianiem się chorobliwych stanów z jednej, a doraźnym zbiorem właściwości atmosfery, ze stanem pogody, jako całości, z drugiej strony. A wszelkie roztrząsania zagadnień z zakresu meteoropatologii odbywały się, do bardzo jeszcze niedawna, nie na podstawie uwzględniania typów atmosferycznych, lecz drogą analizy biodynamicznych czynników meteorologicznych, względnie klimatycznych. Zmieniło się to dopiero w ostatnich czasach dzięki znamiennym postępom w nauce meteorologii, dokładniejszemu poznaniu wędrowek mas powietrznych, rozmaitych typów atmosferycznych, a wraz z tem także stworzeniu pojęcia frontów atmosferycznych. Do korzystania z tego wszystkiego przyczynia się nowoczesny wzrost lecznictwa klimatycznego i utrwalające się coraz bardziej współdziałanie meteorologii i medycyny. Medycyna przyswaja sobie potrzebne dla jej celów wiadomości z zakresu meteorologii, a naodwrot meteorologia poznaje postulaty nauki lekarskiej i uwzględnia je w swoich badaniach.



Zastęp prac z zakresu meteoropatologii, opierających się o nowe wiadomości z dziedziny ruchu mas powietrznych, nie jest jeszcze zbyt wielki. Ale już i ten dorobek daje poznać sporo szczegółów, świadczących o tem, że między przesuwaniem się frontów atmosferycznych i zachorzeniami istnieje istotnie bliższy związek. Streszczenie tego dorobku przynosi obszerniejsza publikacja de Rudder'a z r. 1931. W osobnem zestawieniu (str. 67) znajduje się tam rejestr chorób z niewątpliwą i z bardzo prawdopodobną meteorotropią, wychodząca na jaw przy przesuwaniu się rozmaitych frontów atmosferycznych. Powtórzenie Rudderowskiego zestawienia posłuży może najlepiej do objaśnienia o wynikach dotychczasowych badań i spostrzeżeń.

TABLICA LVI.

| Do rzędu schorzeń meteorotropijnych należą                                                                                                                                   |                                                                    |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| na pewne, lub prawie na pewne                                                                                                                                                | bardzo prawdopodobnie                                              | może                                                  |
| Ostre dławcowe zapalenie krtani.                                                                                                                                             | Włóknikowe zapalenie płuc.                                         | Początek błonicy i płonicy.                           |
| Spasmofilia osesków z wszelkiego rodzaju ostrymi objawami (napady eklamptyczne i tetaniczne).                                                                                | Niektóre postacie dyshawicy oskrzelowej (napady).                  | Niekiedy napady bólu przy rozmaitego rodzaju kolkach. |
| Rzucawki ciężarnych.                                                                                                                                                         | Napady padaczkowe.                                                 |                                                       |
| Napadowe bóle we wszelkiego rodzaju tkankach w stanie przewlekłego zapalenia (bóle reumatyczne, podagryczne, w bliznach po ranach, tkanki płucnej i t. d.) bóle u tabetyków. | Niektóre postacie zapaleń wyrostka robaczkowego.                   |                                                       |
| Bóle w nerwach.                                                                                                                                                              | Niektóre postacie migreny.                                         |                                                       |
| Krwioplucie.                                                                                                                                                                 | Ostre napady w przewlekłej z'mnicy.                                |                                                       |
| Ostre nieżyty górnych dróg oddechowych z t. zw. zaziębienia.                                                                                                                 | Nagła śmierć osesków (t. zw. śmierć wypryskowa — mors ekzematyca). |                                                       |
| Napady ostrej jaskry.                                                                                                                                                        | Zatory tętnicy płucnej.                                            |                                                       |
| Udary mózgowe i krzepy żył.                                                                                                                                                  | Nagła śmierć w przypadkach miażdżycy tętnic wieńcowych serca.      |                                                       |
|                                                                                                                                                                              | Anginy — samorodne i pooperacyjne.                                 |                                                       |

Jako uzupełnienie przytoczonego w tej chwili zestawienia, trzeba jeszcze dodać, że meteorotropja wymienionych w niem chorób, albo raczej zapadających na nie ustrojów, nie zamyka się w ramach jakiegoś jednego tylko „stanu atmosferycznego“, względnie nie ujawnia się przy posuwaniu się tylko ściśle określonego frontu powietrznego. Ilustrują to zupełnie dobrze odsetkowe grupy znacznego materiału dławcowego de R u d d e r a. I tak zanotowano:

|                                                                                                                                         |        |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|
| w czasie zimnego frontu . . . . .                                                                                                       | 30%    | przypadków |
| w czasie ciepłego frontu . . . . .                                                                                                      | 20%    | „          |
| postaci mieszanych z obu frontów . . . . .                                                                                              | 15—20% | „          |
| w czasie frontu równikowego . . . . .                                                                                                   | 5%     | „          |
| w czasie panowania kontynentalnego eurazyjskiego wyżu, oraz niedających się ściśle określić mieszanin wpływów atmosferycznych . . . . . | 15—20% | „          |
| działania wpływów nie można było stwierdzić bez wszelkiej wątpliwości w . . . . .                                                       | 10—15% | „          |

Dla innych spraw chorobowych nie rozporządzamy odsetkową statystyką. Ale i o nich dowiadujemy się z pisemnych sprawozdań, że zjawiają się w większej liczbie przy rozmaitych frontach mas powietrznych. Najważniejszą rolę odgrywa tu widocznie zmiana, jako taka. Rodzaj jej posiada wprawdzie także pewne znaczenie — odnosi się to zwłaszcza do cyklonowych zaburzeń atmosferycznych, ale, przynajmniej dla większej części schorzeń meteorotropijnych, bynajmniej nie swoiste.

Spore znaczenie dla zajmującego nas w tej chwili zagadnienia, trzeba przyznać także sprawozdaniu v. Strupplera z Instytutu Patologicznego szpitala Monachjum — Schwabing z lat 1928—1929, o stosunkach atmosferycznych w tych dniach, w których ilość sekcji przekraczała przeciętną miarę. Dowiadujemy się z niego, że działo się tak przy napływie ciepłego powietrza, notowanym wśród 65 dni, 59 razy, przy napływie zimnego powietrza 41 razy przy 50 dniach nagłego oziębienia, przy 6 zamkniętych cyklonach 6 razy. W krótkich okresach czasu, rozdzielających dwie kolejne depresje, lub depresje od zjawiającego się wkrótce po niej wyżu barometrycznego, notowanych 14 razy, zwiększyła się ilość sekcji 13 razy. W czasie powtarzającego się 21 razy wiatru halnego — Foehnu — stało się to samo 20 razy. Przyczynę śmierci tworzyły w przeważnej ilości przypadków udary mózgowe, zapalenia płuc i ropniaki opłucne, gruźlica, oraz choroby serca i naczyń.

Uznanie zmian atmosferycznych, pojmowanych jako wyraz napływania innego typu mas powietrznych, za czynnik, współdziałający przy powstawaniu rozmaitego rodzaju

chorób, względnie sprzyjający ujawnianiu się chorobliwych stanów, odnowiło rozważania o istocie ich działania, a równocześnie z tem ożywiło zagadnienie zmian w życiu wegetatywnem ustroju, powstających przez wpływ zmienionego środowiska atmosferycznego i tworzących coś w rodzaju pomostu dla wkraczania ostrych chorób, a dla zaostrenia się i dla ujawniania się przewlekłych chorobliwych stanów. Głębsze wniknięcie w istotę tych spraw posiada dla klimatologii lekarskiej, ujętej na szerokiej podstawie całej medycyny klinicznej, tak bardzo niepoślednie znaczenie, że trzeba ich dotknąć także na tem miejscu, chociażby tylko zupełnie pobieżnie, jeżeli nie dla czego innego, to przynajmniej dla wskazania drogi, po której nauka biologii dąży do poznania obu problemów.

Wcale już znaczne doświadczenie lekarskie, oparte na licznych krytycznie ocenionych spostrzeżeniach, pokazuje, że zdolność wzniecania w ustroju nosotropijnego nastrojenia posiadają w krajach środkowej Europy, w mniejszym albo w większym stopniu, różnego typu napływowe masy powietrzne. Niedobrego wywieranego przez nie wpływu nie godzi się wobec tego przypisywać ani jakiemuś jednemu tylko czynnikowi klimatycznemu, ani zespołom czynników, znamienych dla pojedynczych typów. Moznaby go upatrywać jedynie tylko w zmianie środowiska, jako takiej, bez względu na typ zespołu meteorologicznego, z tem założeniem, że niektóre słabsze ustroje, nazwijmy je ustrojami meteorotropijnymi, znalazłszy się nagle w różnych od poprzednich warunkach atmosferycznych, nie umieją, z braku sprawności, zmieniać doraźnie swojego wegetatywnego nastrojenia i skali swoich wegetatywnych czynności i że przez to właśnie powstają warunki, ułatwiające zapadanie na niektóre choroby ostre, względnie ujawnianie się dawniejszych przewlekłych i utajonych stanów patologicznych. Czołową, jeżeli nie jedyną rolę odgrywałyby tu t. zw. cieplne czynniki klimatu — ruchliwość, wilgotność i ciepłota powietrza, łącznie z bezpośredniem promieniowaniem słonecznem.

To, co wiemy o znaczeniu tych czynników atmosfery dla gry układu naczynioruchowego i dla całej cieplnej gospodarki ustroju z jej autonomicznymi, chemicznymi i fizycznymi urządzeniami, uzasadnia zapewne ujmowanie

sprawy niekorzystnych dla zdrowia wpływów meteorologicznych w ten sposób, w jaki uczyniliśmy to w tej chwili. Ale nie oznacza to jeszcze bynajmniej, że poza tem niema już niczego więcej w zbiorze sił atmosferycznych, z czem liczyć-by się trzeba było.

Wprost już powszechne, a nie wyłącznie tylko lekarskie spostrzeżenia pokazują, że niektóre stany niezupełnego zdrowia dają znać o sobie na dłuższy czas przed nadejściem zmiany pogody, że zdarza się tak nawet wtedy, kiedy taka zmiana dzieje się gdzieś w dalszej okolicy. Mówi się w takich przypadkach o *przeczuwaniu pogody*. Somatyczne ogniska *przeczuć* bywają bardzo rozmaite. Mogą je tworzyć dawne blizny po ranach, rozmaitego pochodzenia, zrosty po przebytych zapaleniach błon surowiczych, zwłaszcza opłucnej, pozapalne zgrubienia w tkance płucnej, okostnej, kości i stawów, rozmaite odcinki wegetatywnego układu nerwowego i układu nerwowego, poddanego działaniu woli, i bardzo wiele innych.

Mimo braku rzeczowych dowodów, łączono wrażliwość wszelkiego rodzaju ognisk meteorotropijnych z elektrycznością powietrza, z przenoszeniem się na znaczną odległość prądów elektrycznych. Mówią o tem publikacje poważnych autorów lekarskich już z pierwszej połowy ubiegłego stulecia. Była to wszakże raczej tylko intuicyjna hipoteza. To też jeszcze około roku 1912 nie uwzględniła czołowa niemiecka balneologiczna organizacja, stworzona w celach naukowych, Zentralstelle für Balneologie, w programie meteorologicznym Dorn'a badań elektryczności powietrza i odmówiła dla nich swojego materialnego poparcia, bo „brakowało spostrzeżeń o fizjologicznym wpływie elektryczności powietrznej na ustrój ludzki“. Od roku 1912 zmieniło się sporo na tem polu. Poznano niemało ważnych szczegółów w zakresie jonizacji powietrza i w zakresie elektrobiologii, a temsamem stworzono pomost dla wyjaśnienia, przynajmniej w pewnej mierze, zagadnień w dziedzinie fizjodynamiki elektryczności atmosferycznej i jej wpływu na zdrowe i na chore ludzkie ustroje. Streszczeniu tego dorobku poświęcimy nieco więcej uwagi w rozdziale o biodynamice elektryczności meteorologicznej. W związku z obchodzącym nas w tej chwili tematem nadmienimy tylko tyle, że rozmaite masy powietrzne niosą w sobie rozmaite

zespoły jonów i ładunków elektrycznych, a wraz z tem zaznaczymy, że, głównie przez badania Dessauera z Frankfurtu nad Menem i jego szkoły, oraz przez prace C. Dorn'o'a, zaczyna się rozjaśniać sprawa oddziaływania ludzkiego ustroju wobec wpływów rozmaicie zjonizowanej i rozmaicie naelektryzowanej atmosfery.

C. Dorn'o, opierając się na dorobku ostatnich dziesięciu lat, tłumaczy fizjodynamiczny wpływ elektryczności powietrznej działaniem częstotliwych prądów elektromagnetycznych, powstających z wielką łatwością przy ścieraniu się odmiennych mas powietrznych, a więc w pierwszym rzędzie w łonie warstw pośrednich, międzymasowych. Częstotliwość ich określa na podstawie pomiarów oscylometrycznych conajmniej cyfrą: 10.000 zmian w ciągu sekundy. Rolę odbiorników spełniają przydatki właściwej skóry z rozmieszczonymi po niej włosami na czele. Drgania, powstające w nich pod wpływem fal elektromagnetycznych, przenoszą się na czuciowe elementy skóry, a przez pośrednictwo nerwów czulnych na układ nerwów wegetatywnych i na cały układ wegetatywny.

Wobec wielkiej szybkości ruchu, wynoszącej 300.000 km. na sekundę, wielkiej przenikliwości i dalekosiężności tych prądów, nie sprawia żadnej trudności zrozumienie wpływu, płynącego z mas powietrznych, przesuwających się nawet w znacznej odległości. Że wpływ ten zaznacza się tem dobitniej przy bezpośrednim stykaniu się ustroju z frontem napływowych mas, jest samo przez się zrozumiałe.

Sposób pojmowania istoty czynników fizjodynamicznych, tkwiących w elektryczności atmosferycznej, przemyślany przez Dorn'o'a, odznacza się niewątpliwie ścisłością rozumowania i skończoną formą. Ale mimo to jest w tem wszystkim jeszcze pewna luka, bo tłumaczenie nie uwzględnia działania atmosferycznych jonów, jako takich. A z badań Dessauera wiemy, że dają one znać o sobie bardzo wyraźnie. Chodzi tu o typ jonów, wyróżnionych bardzo niedawno przez Isra'ela w jego klasyfikacji, jako t. zw. grupa średnia w kompleksie dużych jonów — grosse Mitteljonen —, o tyle ważny, że właśnie jony tego typu odznaczają się wybitnymi własnościami biodynamicznymi i że szczególnie licznie znajdują się

w warstwach powietrza, rozgraniczających odmienne masy atmosferyczne, a więc w t. zw. frontach tych mas. Nie działają one zapewne na większą odległość. Ale za to wywierają tem silniejszy wpływ przy bezpośrednim zetknięciu się z meteorotropijnymi ustrojami.

W związku z zajmującym nas w tej chwili tematem należy się jeszcze krótka wzmianka masom powietrza t. zw. spadowych wiatrów górskich *Foehn*ów w krajach alpejskich, u nas wiatrów *halnych*. Mają je zresztą także inne kraje, przecięte łańcuchami gór, rozciągającymi w kierunku równoleżników. Wszędzie znane są z tego, że wywierają niedobry wpływ na ludzi, nienawykłych do nich od najwcześniejszych lat życia. Stają się przez to bardzo niepożądanem zjawiskiem we wielu górskich i podgórszych uzdrowiskach. Wywoływane przez nie zaburzenia są nawet tak znaczne, że na północnych stokach Alp mówi się wprost o „chorobie *halnej*“ — *Foehnkrankheit*.

Zasadnicze znamiona działania tych wiatrów tworzy zjawianie się zaburzeń zanim jeszcze spostrzeżenia meteorologiczne wskażą napływanie obcego powietrza, zupełna odporność tubylczej ludności, zatracanie się odporności u przybyszów po krótszym lub dłuższym pobycie w okolicy, nawiedzanej przez nie.

U osób z meteorotropią wobec *Foehnu* zmienia się wraz z nadciąganiem wiatru *halnego* zupełnie nagle cały nastrój psychiczny. Opanowuje ich niepokój i drażliwość, niekiedy tak wielka, że przechodzi w niepochamowaną gwałtowność, objawiającą się nawet czynami. Bardzo często dołącza się do tego wygórowana wrażliwość niektórych zmysłów. Ale dzieje się także wprost przeciwnie. Zamiast podniecenia zjawiają się przygnębienie, obojętność i ociężałość, a nawet wpadająca w oczy senność. Do pospolitych objawów należą bóle i zawroty głowy, nerwobóle, u reumatyków i podagryków bóle mięśni, kości i stawów. Wcale często zdarzają się stany pewnego rodzaju duszności i niemiłe przypadłości sercowe i naczynioruchowe. Z chwilą pojawienia się meteorologicznych oznak wiatru *halnego* zmniejsza się zazwyczaj nasilenie wszystkich, a przynajmniej niektórych niemiłych przypadłości. Ale ustępują zupełnie dopiero po ustaniu *Foehnu*.

W celu poznania istotnej przyczyny, wywołującej chorobliwe stany w czasie panowania wiatrów halnych, przeprowadzono w najnowszych czasach liczne badania jonizacji i elektrycznego naładowania powietrza. Zajmowali się niemi w Insbruku na większą skalę zwłaszcza Israel, oraz Storm van Leeuwen, Booy, van Niekerk i Petschacher. Nie powiodło im się jedna rozjaśnić tego zagadnienia. Ani pod względem jonizacji, ani pod względem naładowania elektrycznego nie stwierdzono wybitniejszych różnic między powietrzem rodzimem i powietrzem, naniesionem przez wiatry spadowe, wiejące z południowej strony Alp.

### *Biodynamika pary wodnej powietrza i jej skropleń.*

Z powietrzem stykają się stale i bezpośrednio dwa narządy, narząd oddechowy i skóra. Przez te ciągłe zetknięcia staje się para wodna, zawarta w powietrzu, biodynamicznym czynnikiem klimatu, odgrywającym bardzo znaczną rolę w zakresie wodnej i cieplnej gospodarki ustroju. Modyfikacje, względnie stopniowania tej roli przepisuje stopień wilgotności powietrza. Określanie go według jednej miary, zupełnie ściśle i dokładne, posiada wobec tego podstawowe znaczenie dla biologji, a w dalszym ciągu dla klinicznej medycyny z jej praktycznymi zadaniami.

Za najprostszy i za najwłaściwszy sposób oznaczania wilgotności należałoby uznać mierzenie ilości gramów pary wodnej, zawartej w jednostce objętości powietrza, posługując się przy tem ciałami chemicznymi, chłonącemi łapczywie gaz wodny. Wobec znacznych trudności, złączonych z tego rodzaju oznaczeniami, korzysta fizyczna meteorologia z zupełnej prawie zgodności liczb, określających ilość pary wodnej w gramach i jej prężność w milimetrach ciśnienia, i posługuje się oznaczeniami prężności (zob. str. 127). Wyniki, otrzymane z tych oznaczeń, określają, w praktycznem znaczeniu, podobnie, jak wyniki oznaczeń wagowych, wilgotność bezwzględną. Posiadają one wszakże dla biologji wartość mierniczą dopiero po zestawieniu ich z ciepłotą powietrza, przy której je uzyskano.

O znaczeniu ciepłoty dla zdolności sycenia się powietrza parą wodną, a równocześnie o stosunku między war-

tościami wilgotności bezwzględnej, oznaczonemi w gramach dla 1 metra sześciennego powietrza i w milimetrach prężności, objaśnia zamieszczone niżej zestawienie (według K. D o r n o'a):

TABLICA LVII.

| Ciepłota<br>° C. | Max. prężn.<br>(E) w mm. | Waga pary<br>wodnej w<br>gm. jako<br>równozna-<br>cznik E | Waga pary wodnej w 1 kg. powie-<br>trza nasyconego nią zupełnie w gm.<br>przy ciśnieniu atm. |         |         |
|------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                  |                          |                                                           | 760 mm.                                                                                      | 600 mm. | 400 mm. |
| 50               | 92.5                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| 45               | 71.9                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| 40               | 55.3                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| 35               | 42.2                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| 30               | 31.83                    | 30.66                                                     | 26.23                                                                                        | —       | —       |
| 25               | 23.76                    | 23.09                                                     | 19.51                                                                                        | 24.78   | —       |
| 20               | 17.54                    | 17.33                                                     | 14.35                                                                                        | 18.64   | 27.48   |
| 15               | 12.79                    | 12.85                                                     | 10.46                                                                                        | 13.25   | 19.97   |
| 10               | 9.21                     | 9.39                                                      | 7.53                                                                                         | 9.53    | 14.35   |
| 5                | 6.54                     | 6.80                                                      | 5.41                                                                                         | 6.86    | 10.30   |
| 0                | 4.58                     | 4.85                                                      | 3.77                                                                                         | 4.78    | 7.19    |
| - 5              | 3.17                     | 3.42                                                      | 2.51                                                                                         | 3.19    | 4.79    |
| - 10             | 2.16                     | 2.38                                                      | 1.64                                                                                         | 2.08    | 3.11    |
| - 15             | 1.45                     | 1.63                                                      | 1.05                                                                                         | 1.33    | 1.99    |
| - 20             | 0.96                     | 1.10                                                      | 0.66                                                                                         | 0.84    | 1.26    |
| - 25             | 0.61                     | 0.71                                                      | 0.41                                                                                         | 0.52    | 0.78    |
| - 30             | 0.39                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| - 35             | 0.23                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| - 40             | 0.14                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| - 45             | 0.08                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |
| - 50             | 0.05                     | —                                                         | —                                                                                            | —       | —       |

O wiele pożyteczniejsze określenie wilgotności daje biologji oznaczanie jej n i e d o b o r u — deficytu — t. j. różnicy między zupełnem wysyceniem powietrza przy danej ciepłocie i oznaczoną w milimetrach prężnością pary wodnej. Wyrażająca tę różnicę liczba wskazuje, ile dane powietrze może jeszcze wchłonąć w siebie gazu wodnego. Najchętniej wszakże posługuje się klimatologja lekarska oznaczeniami wilgotności w odsetkach, czyli wilgotności względnej. Praktyczną ich wartość podnosi tej miary klimatolog, jak v. H a n n. Uznaje ją także K.



Dorno. Ale zaznacza jednak, że zupełnie realną podstawę dla oceniania ilości pary wodnej w powietrzu dają dopiero obydwa oznaczenia, t. j. deficytu i odsetkowej wilgotności. Dla uzasadnienia przytacza następujący przykład: W toku spostrzeżeń meteorologicznych w Davos zanotowano dnia 22-go lipca i dnia 26-go października zupełnie jednakowy stopień wilgotności względnej = 40%. W terminie lipcowym wynosiła ciepłota 15° C., w październikowym — 4.2° C. Deficyt wilgotności był bardzo różny. W pierwszym przypadku mogło powietrze wchłonąć jeszcze 7.6, w drugim tylko 2 gm. pary wodnej.

Zaznaczająca się coraz powszechniej dążność do wnoszenia wiadomości i pojęć meteorologicznych na platformę medycyny wyraża się m. in. także przez stworzenie za inicjatywą K. Spenglera pojęcia fizjologicznej wilgotności powietrza. Podstawę dla określania jej tworzy prężność pary wodnej powietrza, nasyconego nią w ciepłocie 37° C. Przez odciążenie od wyrażającej ją liczby wyniku oznaczenia prężności w danym spostrzeżeniu meteorologicznym otrzymuje się wielkość fizjologicznego deficytu wilgotności; przez przyjęcie jej za 100 oblicza się z otrzymanego wyniku fizjologiczną wilgotność względną. Obie wartości posiadają niewątpliwe znaczenie dla oceniania wymiany wody przez płuca i, jakkolwiek w mniejszym stopniu, przez skórę, jako dobra miara osuszającej zdolności powietrza. Zaproponowane swego czasu przez Rubnera określenia względnej suchości powietrza jest z tego tytułu zupełnie dobrze uzasadnione.

Wielką korzyść, płynącą dla biologji i dla klimatologii lekarskiej z przyjęcia fizjologicznych pojęć wilgotności, tłumaczy bardzo zrozumiale przy pomocy stosownych przykładów K. Dorno w publikacji p. t. „Klimatologie im Dienste der Medizin“, wydanej w r. 1920.

Biologiczne znaczenie wilgotności powietrza odsłania się już nawet przez czysto subiektywne przykre uczucie parnoty, doznawane w cieplej i wilgotnej atmosferze, a uczucie ziębiającego chłodu w słabo ogrzanem i wilgotnem powietrzu.

W doświadczeniach Rubnera i Lewaszewa stwierdzono, że w wilgotnem powietrzu powstaje uczucie przykrego chłodu — nazwaćby go można mokrym chłodem — już nawet przy ciepłocie powietrza 15° C., uczucie

parnoty w ciepłocie 20—25° C. L a n k a s t e r czynił na sobie samym spostrzeżenia o odczuwaniu ciepłego powietrza o zmiennej zawartości pary wodnej i stwierdził, że uczucie parnoty powstawało:

TABLICA LVIII.

| w powietrzu o wilgotności . . . . | 45%      | 50%    | 65%       | 70%         | 75%      |
|-----------------------------------|----------|--------|-----------|-------------|----------|
| przy ciepłocie . .                | 29.5 °C. | 28° C. | 27—25 °C. | 24—23.5 °C. | 22—21°C. |

Dla wyrażania jedną liczbą stosunku ciepłoty i wilgotności stworzył K n o c h e pojęcie t. zw. r ó w n o w a ż n i k o w e j ciepłoty — Aequivalenztemperatur. — Oblicza się ją według wzoru

$$A = t + 2e$$

w którym  $A$  oznacza ciepłotę równoważnikową,  $t$  ciepłotę powietrza,  $e$  prężność pary wodnej, zmierzoną równocześnie z ciepłotą.

Zoltan D a l m a d y podaje, że uczucie parnoty powstaje przy 56.4° C. ciepłoty równoważnikowej i w zupełnie spokojnem powietrzu. Z wzoru:

$$e = 28 \cdot 2 - \frac{t}{2}$$

można, według tegoż autora, obliczyć prężność pary wodnej, zawartej w powietrzu o danej ciepłocie, dla każdej ciepłoty, w której się tego uczucia doznaje.

Poczucie fizjologicznej niewygody, złączone z przebywaniem w nazbyt wilgotnem powietrzu, wiąże się bezpośrednio ze zmianami w zakresie wydalania wody przez płuca i przez skórę, a równorzędnie z tem także z gospodarką ciepłą ustroju. Sprawą gospodarzenia ciepłem, dla której obok stopnia ogrzania powietrza, zarówno jego ruchliwość, jak wilgotność posiadają bardzo wielkie znaczenie, zajmiemy się w następnym rozdziale. Na tem miejscu wspomnimy tylko o najistotniejszych szczegółach z zakresu biodynamiki pary wodnej, zawartej w powietrzu.

Rola płuc jest w tej całej sprawie stosunkowo niewielka, o ile chodzi o sam tylko cyfrowy ich udział. Znaczenie narządu oddechowego zaznacza się raczej jako ściowym udziałem.

Powietrze, wciągnięte do płuc, ogrzewa się w nich w przybliżeniu do ciepłoty ciała i chłonie łapczywie parę wodną aż do granicy zupełnego wysycenia. Ilość pobranego z płuc gazu wodnego zależy od stopnia wilgotności powietrznego środowiska. Jeżeli przyjmiemy, że ciepłota powietrza wydechowego wynosi 35° C.<sup>1)</sup>, to w każdym litrze znajduje się 42.2 mg., a w 10.000 litrów, przepływających przeciętnie w ciągu doby przez płuca, 422 gm. pary wodnej. Zamieszczone poniżej zestawienie pokazuje miarę gazu wodnego, dostarczanego przez płuca przy różnych stopniach wilgotności powietrza, a oprócz tego objaśnia o kalorycznej wartości pary wodnej i o udziale płuc w pozbywaniu się ciepła przez ustrój.<sup>2)</sup>

TABLICA LIX.

| Ciepłota powietrza<br>‰ | Wilgotność względna<br>‰ | Ilość pary wodnej w litrze mg. | Ilość pary wodnej w 10.000 litrów gm. | Ilość pary wodnej, wchłoniętej w płucach w ciągu doby gm. | Wartość kaloryczna parv. pochodzącej z płuc w ciągu doby kal. |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 20                      | 20                       | 3.508                          | 35.0                                  | 386.49                                                    | 207.54                                                        |
| 20                      | 40                       | 7.016                          | 70.16                                 | 351.84                                                    | 188.93                                                        |
| 20                      | 60                       | 10.524                         | 105.24                                | 316.76                                                    | 168.80                                                        |
| 20                      | 80                       | 14.032                         | 140.32                                | 281.68                                                    | 151.36                                                        |
| 20                      | 100                      | 17.540                         | 175.40                                | 246.60                                                    | 132.42                                                        |

Ilość wody, wydzielanej przez płuca w postaci pary wodnej, a wraz z nią także i ilość ciepła nie są zapewne zbyt znaczne. I nie godziłoby się przeceniać znaczenia wahań w wydzielaniu z tytułu li tylko rozmiarów wydzielania. Liczyć się trzeba raczej z czem innym, z pewnymi przesunięciami fizjologicznymi, niezbędnymi dla sprowadzenia nowej fizjologicznej równowagi gospodarczej, dostosowanej do zmienionych właściwości atmosferycznego środowiska. W sprawie takiej przemiany odgrywa ogromną rolę wegetatywna konstytucja i biologiczna sprawność ustroju. Ustroje sprawne, o dużej zdolności dostosowywania się, stwarzają tę nową równowagę łatwo i szybko. Ustroje

<sup>1)</sup> Ciepłota wydechowego powietrza jest w rzeczywistości nieco niższa, waha się według A. Loewy'ego i H. Gerharta między 32.5 a 34.0° C.

<sup>2)</sup> Wartość t. zw. utajonego ciepła wynosi 0.537 kal. w gramie pary wodnej.

o małej sprawności zyskują ją o wiele trudniej i potrzebują na to nieco dłuższego czasu. To też tam, gdzie zmiany wilgotności powietrza powstają nagle i z bardzo znacznymi przeskokami w stopniu nasycenia parą wodną, zjawiają się wcale nierzadko niemiłe subiektywne uczucia oddechowe i subiektywna świadomość fizjologicznej niewygody. W pierwszym rzędzie dzieje się tak u osób z niezupełnie zdrowym narządem oddechowym.

Wydalanie wody z ustroju przez skórę odbywa się w dwojaki sposób, drogą t. zw. przeziwu skórniego (*perspiratio insensibilis*) przez parowanie wody i drogą pocenia się (*perspiratio sensibilis*). Są to dwie oddzielne czynności fizjologiczne. Jedna polega zasadniczo na grze bardzo rozgałęzionej sieci naczyń skórnych i na fizycznym zjawisku dyfuzji, druga na biologicznej czynności gruczołów potnych. Opierają się na tem używane dość często określenia „fizykalne i biologiczne“ wydzielenia wody przez skórę.

Zupełne oddzielenie od siebie sprawy przeziwu skórniego i pocenia się opiera się na badaniach A. Loewy'ego i Wechselmanna, wykonywanych na ludziach z wrodzonym brakiem gruczołów skórnych, zarówno potnych, jak łojowych. Przeziwowe wydzielenie wody odbywało się u nich zupełnie tak samo, jak u osób ze skórą prawidłową. Zdolność pocenia się nie istniała.

Przy umiarkowanej ciepłocie powietrza i przy lekkiej pracy fizycznej, nie sprowadzającej jakiegokolwiek nadwyżki ciepłoty ciała, wydziela się woda za pośrednictwem skóry li tylko sposobem fizykalnym. Tempo i wydajność wydzielenia zależą zapewne w sporej mierze od osobniczych właściwości ustroju, od jego konstytucji wegetatywnej, z włączeniem do niej anatomicznej i biologicznej struktury skóry, ale poza tem rozstrzyga o nich, obok wietrzności, ciepłoty i gęstości, w dużym stopniu wilgotność powietrza. O wpływie wiatru mówiliśmy już w poprzednim rozdziale. Ciśnienie barometryczne budzi zajęcie raczej tylko ze względu na właściwości wyżynowej atmosfery. Znaczenie stopnia wilgotności i ogrzania powietrza ilustrują zamieszczone poniżej wyniki szeregu doświadczeń Rubnera i Lewaszewa.

TABLICA LX.

| Ciepłota powietrza<br>°C. | Względna wilgotność<br>% | Wydzielanie wody<br>gm. | Względna wilgotność<br>% | Wydzielanie wody<br>gm. |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 15.0                      | 8                        | 36                      | 89                       | 9                       |
| 20.4                      | 5                        | 54                      | 84                       | 15                      |
| 23.0                      | 7                        | 73                      | 82                       | 19                      |
| 25.4                      | 6                        | 75                      | 81                       | 24                      |
| 28.9                      | 6                        | 105                     | —                        | —                       |

Dla uwydatnienia wpływu wilgotności powietrza na wydalenie wody przez skórę, przytacza K. Dornó wartości, obliczone przez Waltera Knoche'go, jako t. zw. wartości wysuszania, względnie energii parowania, dla żywej skóry, ogrzanej do fizjologicznej miary i dla martwych przedmiotów, o ciepłocie otaczającego je powietrza. Są to wartości teoretyczne.

TABLICA LXI.

| Ciepłota powietrza<br>°C. | Prężność pary wodnej<br>mm. Hg. | Wilgotność względna<br>% | Ciepłota skóry<br>°C. | Wydzielanie wody |                                   |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------------------|
|                           |                                 |                          |                       | przez skórę      | przez martwe przedm.<br>w gramach |
| 20                        | 17.4                            | 100                      | 34                    | 5.0              | 1.1                               |
| 20                        | 10.0                            | 57                       | 34                    | 8.7              | 1.9                               |
| 20                        | 5.0                             | 29                       | 34                    | 17.5             | 3.7                               |
| 20                        | 1.0                             | 6                        | 34                    | 87.1             | 18.7                              |
| 20                        | 0.1                             | 1                        | 34                    | 871.5            | 186.6                             |

Proste następstwo znaczniejszych wahań ilości pary wodnej, wydzielanej przez skórę tworzą zawsze pewne przesunięcia w zakresie oddawania ciepła ustrojowego.

Obfitemu wydalaniu wody sposobem fizycznym towarzyszy siłą rzeczy wywożenie znacznej miary ciepła, utajonego w parze wodnej w ilości 0.537 dla każdego jej grama. Daje to w dobowej sumie bardzo znaczne wartości, sięgające np. w bardzo suchym klimacie pustynnym 50—60% całej ilości ciepła, oddawanego przez ustrój. W powietrzu wilgotnym, a więc o małej zdolności osuszania, odgrywa przeważną rolę wyzbywanie się nadmiaru

ciepla przez przewodnictwo i przez promieniowanie. Stosunek odwraca się wtedy zupełnie. Udział parowania spada bardzo znacznie; wynosi w przeciętnych warunkach 35—45%.

Zmiany w stosunku udziałów promieniowania i przewodzenia ciepła z jednej, a wywożenia go przez parowanie skóry z drugiej strony, związane z wahaniami wilgotności powietrza, nie dokonują się sposobem czysto mechanicznym. Wcale znaczną rolę odgrywają tu także zjawiska biologiczne. Wydatne parowanie oznacza równocześnie wydatniejsze ochładzanie się skóry — słabe parowanie oziębianie się stosunkowo mniejsze. Wraz z niejednakową ciepłotą skóry zmieniają się także stosunki w obrębie skórnej sieci naczyńowej, modyfikuje się krążenie włosowate i ukrwienie skóry. Wyższa ciepłota sprządza ożywienie, niższa pewne osłabienie prądu krwi w sieci włosowatej. A w parze z żywszym krążeniem i z większym fizjologicznym turgorem skóry idzie silniejsze promieniowanie i wydatniejsze przewodzenie ciepła w otaczającą ciałą atmosferę.

Wielka różnorodność osobniczych zestrojów — konstytucyj — wegetatywnych i złączona z tem rozpiętość wszelkiego rodzaju fizjologicznych czynności zaznacza się nader wyraźnie także w sposobie oddziaływania skóry wobec zmieniających się stopni nasycenia powietrza parą wodną. Dla dokładniejszego poznania tych rzeczy w obchodzącym nas obecnie zakresie zapomocą fizjologicznych doświadczeń, potrzeba jeszcze sporo badań. Za pewnego rodzaju wstęp do nich można uważać porównawcze badania, wykonywane u osób ze skórą, podszytą tylko bardzo skąpo podściółką tłuszczową i u osób z obfity podściółką tłuszczową. Różnice parowania skór nego są tu zupełnie wyraźne. Dla uwydatnienia ich przytaczam za A. Loe-wy'm wyniki oznaczeń, wyjęte z szeregu doświadczalnych badań R u b n e r a:

TABLICA LXII.

| Skóra ze skąpą podściółką tłuszczową |                                   |                           | Skóra z obfity podściółką tłuszczową |                                   |                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Ciepłota powietrza °C.               | Ilość pary wodnej w ciągu godziny |                           | Ciepłota powietrza °C.               | Ilość pary wodnej w ciągu godziny |                           |
|                                      | w powietrzu suchem gm.            | w powietrzu wilgotnem gm. |                                      | w powietrzu suchem gm.            | w powietrzu wilgotnem gm. |
| 20                                   | 60                                | 25                        | 20—22                                | 56                                | 27                        |
| 30                                   | 100                               | 65                        | 28—30                                | 134                               | 170                       |
|                                      |                                   |                           |                                      |                                   | i 31 w pocie              |

Porównanie cyfr, wyrażających ilość wydzielonej wody, pokazuje, że u osób chudych odbywa się zawsze, bez względu na wilgotność i na ciepłość powietrza, o wiele skądniej szafarstwo ciepłem, w szczególności w ramach wyzbywania się nadmiaru ciepła, aniżeli u osób z obfitą podściółką tłuszczową. Dowodzą tego zwłaszcza cyfry, wpisane w drugim rzędzie zestawienia. Wynika z nich, że w równych warunkach ciepłoty i wilgotności powietrza u osób z obfitością tłuszczu podnosić się musi dla utrzymania równowagi cieplnej, nawet w suchym i w ciepłym powietrzu, bardzo znacznie parowanie skórne, a dalej, że w powietrzu wilgotnym nie starczy już ta nadwyżka i w sprawę regulacyjną mieszają się, jako nowy czynnik, gruczoly potne.

Występowanie potu, wywołane li tylko przez cieplne czynniki atmosfery, bez jakiegokolwiek udziału czynników psychogenetycznych, świadczy zawsze o zachwianiu równowagi między wytwarzaniem i wyzbywaniem się ciepła, o powstającym przegrzaniu ustroju. Obronę przed niem daje biologiczny odczyn w postaci podrażnienia gruczolów potnych i mniej lub więcej obfite pocenie się. W powietrzu suchym, z wilgotnością względną nieco ponad 20%, dzieje się to, przy spokojnem zachowywaniu się, w ciepłocie około 30° C., w powietrzu z wilgotnością około 60%, już w ciepłocie 25—26° C., a w bardzo wilgotnem powietrzu w znacznie jeszcze niższej.

Jeżeli wpływ zawilgocenia powietrza zaznacza się już w spokoju tak bardzo wyraźnie, to tem więcej waży u ludzi, pracujących fizycznie, a więc produkujących znacznie więcej ciepła. Bardzo pouczające są w tym zakresie spostrzeżenia Wolperta. Pokazują one, że praca przy ciepłocie powietrza 25° C. i wilgotności 50% jest o wiele łatwiejsza, aniżeli w ciepłocie 17° C., ale przy 87% wilgotności, a dalej, że w bardzo wilgotnem powietrzu nie sposób pracować przez czas nieco dłuższy, o ile ciepłota jego wykracza poza 20° C. Dotyczy to w całej pełni Europyjskich. Autochtoni krajów z klimatem tropikalnym znoszą o wiele lepiej wilgotne i ciepłe powietrze. Urządzenia ich ustroju, służące do regulowania ciepłoty, są widocznie doskonalsze, aniżeli u członków białej rasy.

Wcale znaczne modyfikacje w wydalaniu wody i ciepła przez skórę powstają skutkiem okrywania ciała rozmaitego rodzaju odzieżą. Między atmosferą przy-

rodzoną a atmosferą, stykającą się bezpośrednio ze skórą i przenikającą tkaniny ubrań, powstają przez okrycie przeważnej części ciała wcale znaczne różnice ciepłoty i wilgotności. Mówi się nawet z tego tytułu nie bez pewnej słuszności o osobniczym klimacie termicznym każdego, osłoniętego ubraniem ciała.

Przy powietrzu zewnętrznym, chłodniejszym aniżeli skóra, jest ten osobniczy klimat termiczny cieplejszy i suchszy. Naturalne następstwo tworzy wydatniejsze parowanie skóry i większa utrata ciepła tym sposobem, a za to mniejszy udział w wyzbywaniu się ciepła dwoma innymi sposobami — promieniowaniem i przewodzeniem. Zaznaczyć wszakże trzeba, że z żywszem parowaniem, ale utrudnionem przez odzież ułatwianiem się pary, łączy się większa chłonność wodnego gazu i większy stopień wilgotności powietrza przyskórnego i odzieżowego. Powstają przez to modyfikacje w wymianie ciepła z większym lub mniejszym uszczerbkiem dla wydalania go drogą istotnego przeziwu skórniego. Zwłaszcza wśród ciszy w atmosferze mogą w danym razie powstawać warunki dla przegrzewania się stroju skutkiem utrudnionego oddawania ciepła, a tem samem także dla wydatniejszego podniecania czynności gruczołów potnych. Na takiej właśnie modyfikacji polega znaczenie bardzo rozpowszechnionego zabiegu termoterapeutycznego, t. zw. kocowania.

Wilgotne i gorące powietrze utrudnia już samo przez się wyzbywanie się przez ustrój zbyt dużego ciepła. Okrycie ciała zwiększa jeszcze to utrudnienie i sprowadza tem łatwiej i tem rychlej występowanie potu. To też sam instynkt biologiczny każe mieszkańcom pasów ziemi z tropikalnym, t. zn. z wilgotnym i z gorącym klimatem, obywać się bez właściwego ubrania. Zresztą także i u nas pracują męscy robotnicy w upalne dni letnie, zwłaszcza przy parnym powietrzu, niezbyt rzadko z zupełnie nieokrytą górną częścią ciała.

Na pewną uwagę zasługuje może także stopień turgotu skóry, inny w powietrzu wilgotnym i w powietrzu suchym. Ciągłe stykanie się skóry z nasyconą parą wodną, rozgrzaną atmosferą, może sprowadzać macerację naskórki i zmiany zapalne w głębszych warstwach — zjawisko spotykane niezbyt rzadko w strefach wilgotnego i gorącego klimatu. Nadmierna znów suchość powietrza, szczególnie zimnego, zabiera skórze nieokrytej, często



także błonie śluzowej warg zbyt wiele wody i sprowadza przez to lamliwość naskórka i nabłonka, nadmierne luszczzenie się, a oprócz tego także przykre i bolesne szczelinowate popękania.

Nie sposób wreszcie nie wspomnieć o stosunku, zachodzącym w sprawie gospodarzenia wydzielaniem wody z ustroju, między płucami i skórą z jednej, a n e r k a m i z drugiej strony. Żywsze i obfitsze wydzielanie przez płuca i skórę pociąga za sobą ograniczenie wywozu drogą nerek i naodwrot. Dlatego też w suchem środowisku powietrznem jest diureza zawsze skąpsza, mocz odznacza się większym stężeniem i wyższym ciężarem właściwym. W powietrzu wilgotnem wydziela się mocz obficie, ale stężenie jego i ciężar właściwy maleją.

Biologiczne znaczenie wody, zawartej w powietrzu, nie zamyka się w ramach wpływów, wywieranych na fizjologiczne życie ustroju przez lotną jej postać. Posiadają je, i to w stopniu wcale niemalym, także

*skroplenia pary wodnej.*

Najbardziej bezpośredni wpływ wywiera powietrze mgliste i zimne. Określić go można zupełnie trafnie jako spotęgowane działanie przesyconego parą zimnego powietrza.

Skutki przebywania w mglistej atmosferze odczuwa wprost doraźnie n a r z ą d o d d e c h o w y. W drodze do płuc i w samych pęcherzykach płucnych rozgrzewają się drobne kropelki mglistych oparów, woda zamienia się w parę. Łączy się z tem wiązanie sporej ilości ciepła, oraz nasycanie się powietrza, zapelniającego płuca i drogi oddechowe, bardzo obficie gazem wodnym. Cierpi skutkiem tego w znacznym stopniu wydzielanie wody ustrojowej przez płuca. Stosunkowo znaczna utrata ciepła nie może być także obojętna, zwłaszcza dla błony śluzowej dróg oddechowych. Z niekorzystnem działaniem termicznym łączy się w miejscowościach i w okolicach, nawiedzanych przez mgły „miejskie“, działanie mechaniczne zawartych w nich w dużej ilości pyłków czadu i kurzu, rozmaitego pochodzenia, a niekiedy także i chemiczne szkodliwych dla zdrowia gazów. Powstawanie nieżytyw dróg oddechowych w czasie rozpościerania się mgieł, trwającego w okolicach przemysłowych i po wielkich miastach północnego

zachodu Europy, nie obcego również polskim przemysłowym okręgom, jest aż nadto dobrze zrozumiałe.

To samo, co z narządem oddechowym, dzieje się *mutatis mutandis* także z aparatem skórnym. Za wpływem mokrego zimna, wnikającego z mglistym powietrzem we wszystkie pory materiałów odzieżowych i w bezpośrednie sąsiedztwo skóry, zużywa się na ogrzanie tego powietrza i na zamianę mgły w parę wodną, ogromnie wiele ciepła. Przewodnictwo i promieniowanie wzmagają się przez to ponad zwykłą miarę, bo parowanie ogranicza zbytnią wilgotność przyskórnej atmosfery. Ustroje silne, z dzielną, dynamiczną konstytucją wegetatywną, opierają się ze skutkiem działaniu niekorzystnych wpływów, urządzają się w ten sposób ze swoją biologiczną pracą, że równowaga wszelkich fizjologicznych czynności i wszelkich fizjologicznych stanów w rozmaitych narządach nie ulega niezdrowym zmianom. Ustroje wątłe, z konstytucją asteniczną, nie mogą sprostać nadmiernym, w stosunku do ich sił, wymaganiom i zalamują się w tym czy owym zakresie. Szczególną wrażliwością i nieodpornością odznacza się zwłaszcza tkanka mezenchymalna w powszechnem tego słowa rozumieniu. I na tem właśnie tle powstają, tak częste w mglistym klimacie, schorzenia t. zw. reumatyczne mięśni, ścięgien i stawów, a jak to pokazują anatomiczne badania nowszych czasów, streszczone i uzupełnione własnymi spostrzeżeniami przez L. Skubiszewskiego w wykładzie, wygłoszonym w r. 1930 na I-ym Polskim Zjeździe dla badania i zwalczania reumatyzmu w Inowrocławiu, na wielkim obszarze tkanki łącznej, rozścielonej wszędzie i po całym ustroju.

Zły wpływ mglistych oparów nie kończy się na tych skutkach, o których wspomnieliśmy przed chwilą. Opona ich, rozciągnięta nad ziemią, broni dostępu promieniom słonecznym, chłonie łapczywie ciepłe promienie długofaliste, widoczne i niewidoczne, z wielką szkodą dla rozpraszania. Ogrzewanie powierzchni ziemi jest skutkiem tego w znacznym stopniu upośledzone i to tak dobrze bezpośrednio, jak pośrednio, płynące z cieplnych promieni, rozprószonych w atmosferze. Sprowadza to postępujące chłodnienie tej powierzchni i tem większe zamglenie powietrza z jego niekorzystnymi dla zdrowia następstwami. O wiele jeszcze znacniejszych strat doznają inne promienie słoneczne. Pozafioletowe giną zupełnie dla ziemi, promienie chemiczne prawie zupełnie, a promienie świetlne

tracą tak bardzo wiele ze swojej mocy, że niekiedy nie starczą już na rozjaśnienie mroków mgły. To też np. w Londynie i w niektórych innych miastach na europejskim północnym zachodzie trzeba także wśród dnia rozświecać sztuczne światło latarni. Brak światła słonecznego odbija się bardzo niekorzystnie na stanie zdrowia mieszkańców nawiedzanych często przez mgły okolic, zwłaszcza zaś na nastroju i na zdrowiu psychicznym.

Powszechniejsze znaczenie biologiczne, aniżeli opary mgliste, posiadają zaobłoczenia. Mgły nawiedzają częściej i przez nieco dłuższy przeciąg czasu raczej chłodniejsze strefy klimatyczne, a w nich w znaczniejszym stopniu tylko niektóre okolice i miejscowości na stałym lądzie i niektóre części mórz. Chmury tworzą się wszędzie, jakkolwiek o różnej miąższości i o różnym rozprzestrzenieniu. (Por. str. 96).

Od stopnia chmurności, t. zn. od częstości, trwałości i rozprzestrzenienia zaobłoczeń po całym horyzoncie, oraz od pór dnia i roku, w których z pewną statecznością powracają, zależy suma energji sphywającego na ziemię promieniowania słonecznego. Najwidoczniejsze znamię ubywania tej energji tworzy zmniejszanie się ilości godzin słonecznych w ciągu dni, miesięcy i pór roku, oceniane przez porównywanie z ilościami teoretycznymi, obliczonymi nietylko na podstawie astronomicznej długości dni od wschodu do zachodu słońca, ale także przy uwzględnieniu właściwości topograficznych. Różnice między rzeczywistymi i teoretycznymi ilościami są bardzo niejednakowe. O wielkości ich rozstrzyga zasadniczo położenie geograficzne i wzniesienie nad poziom morza, a w ramach tych dwóch czynników położenie ziemi wobec słońca, złączone z ruchem po orbicie jej corocznej drogi. Nieco obszerniej mówiliśmy o tych rzeczach w jednym z poprzednich rozdziałów.

Oznaczanie słoneczności w ilości godzin słońca służy równocześnie za bardzo dobrą wskazówkę dla oceny stopnia zachmurzeń i ich okresowego rozkładu w ciągu całego roku, a w dalszym ciągu także dla oceny biologicznej świetlnej wartości klimatu. To też żądać trzeba bez żadnych pobłażeń, żeby każde uzdrowisko rozporządzało przyrządem heliograficznym i zupełnie systematycznymi notowaniami usłonecznienia.

Bardzo cenne uzupełnienie pomiarów usłonecznienia tworzą dokładne określenia ogrzania ziemi, t. j. określenia w kaloryjach ilości ciepła, spływającego na ziemię ze słońca. Służące do tego celu oznaczenia nie są wszakże zbyt łatwe, wymagają kosztowniejszych urządzeń i zabierają sporo czasu z tytułu żmudnych obliczeń. To też jest ich bardzo jeszcze niewiele. Ale i z tych, które dotychczas uzyskano można wnosić o znaczeniu przejrzystości powietrza dla stopnia ogrzania ziemi. Dla ilustracji przytaczam za Dornem sumy ciepła z kilku europejskich miejscowości (zob. tabl. LXIII).

TABLICA LXIII.

| Nazwa miejscowości | Stopień szer. geogr. | Ilość ciepła dla jednostki powierzchni |          |                               | Ilość ciepła dla horyzontalnej jednostki powierzchni |          |                               |
|--------------------|----------------------|----------------------------------------|----------|-------------------------------|------------------------------------------------------|----------|-------------------------------|
|                    |                      | możliwa                                | rzeczyw. | w <sup>o</sup> / <sub>o</sub> | możliwa                                              | rzeczyw. | w <sup>o</sup> / <sub>o</sub> |
| Treurenberg        | 59.9                 | 252.300                                | 53.610   | 21                            | 75.700                                               | 16.820   | 22                            |
| Stockholm          | 59.3                 | 251.860                                | 108.870  | 43                            | 107.269                                              | 55.620   | 52                            |
| Poczdám            | 52.4                 | 230.590                                | 98.510   | 43                            | 112.070                                              | 53.890   | 48                            |
| Warszawa           | 52.2                 | 216.200                                | 86.350   | 40                            | 106.800                                              | 50.920   | 48                            |
| Kijów              | 50.4                 | —                                      | —        | —                             | 123.500                                              | —        | —                             |
| Wiedeń             | 48                   | 188.450                                | —        | —                             | 99.210                                               | 52.330   | 53                            |
| Montpellier        | 43.6                 | —                                      | —        | —                             | 145.000                                              | 71.820   | 50                            |
| Davos              | 46.8                 | 255.060                                | 137.504  | 54                            | 142.000                                              | 78.110   | 55                            |

Ujemny wpływ na kształtowanie się stosunków świetlnych i ciepłych na ziemi, powstający przez zaobłoczenia powietrzni w ciągu dnia, wynagradza, przynajmniej w pewnej mierze, nagromadzenie chmur w porze nocnej. Dzięki stworzonej przez nie oponie zmniejsza się promieniowanie ziemi w przestworza, utrata ciepła odbywa się skutkiem tego w znacznie wolniejszym tempie, nocne powietrze nie ochładza się tak szybko i tak znacznie, jak w czasie zupełnie pogodnych nocy.

Na roli zaobłoczeń, polegającej na hamowaniu dostępu na ziemię promieniom słonecznym z jednej, na miarkowaniu promieniowania z ziemi, z drugiej strony, a więc zupełnie biernej, nie kończy się ich biologiczne znaczenie. Przez ruch w pionowej płaszczyźnie stają się chmury do pewnego stopnia pośrednikami między wyższymi i niższymi, zupełnie już bliskimi ziemi warstwami atmosfery. A w tych wyższych warstwach znajdują się zawsze w pewnej ilości ciała, nie należące do rządu sta-

łych, t. zw. obowiązkowych składników powietrza przyziemnego, stykającego się bezpośrednio z tem wszystkim, co się znajduje i co żyje na ziemi. Jako najistotniejsze, należą do tych składników ozon i tlenki azotu. Oprócz nich są zapewne jeszcze inne ciała, nieobojętne dla biologii, dotychczas nie poznane i nieocenione należycie. Poza tem wiemy, że w chmurach gromadzą się bardzo znaczne, niekiedy wprost olbrzymie zasoby energii elektrycznej i wielkie ilości jonów, że powstają zakrojone na wielką miarę wyładowania elektryczne i przesunięcia we wzajemnym stosunku jonów, a dalej, że za ich wpływem tworzą się względnie obficie nowe drobiny ozonu i tlenków azotu, odgrywających znaczną rolę w przemianach chemicznych, odbywających się w atmosferze. Wszystko to daje chmurom znamiona mas potencjonalnych, nośników wielkich sil i wcale nie blahych czynników biodynamicznych.

Ale siły, nagromadzone w chmurach, tkwią w nich w stanie utajonym. Czynniki biologiczne stają się dopiero wtedy, kiedy zetkną się z ziemią przez pośrednictwo opadów atmosferycznych, pionowych wiatrów odchmurnych, w pewnej mierze także wyładowań elektrycznych między atmosferą i ziemią.

Transporty, przynoszone na ziemię z przestworzy przez opady atmosferyczne, posiadają wogóle sporą wartość biologiczną. Nie najmniejszą oznacza oczyszczanie powietrza z rozmaitego rodzaju kurzu, nie rzadko także z przymieszek gazowych, dostających się doń, zwłaszcza w okręgach przemysłowych z przemysłem chemicznym, niejednokrotnie w bardzo dużej ilości. O używaniem znaczeniu powietrznego azotu i o higienicznych zaletach ozonu mówiliśmy już dawniej.

W najnowszych czasach obudziła większe zajęcie sprawa atmosferycznego jodu. Poruszymy ją później w rozdziale o klimacie morskim. W tej chwili wystarczy wzmianka, że opady znoszą go na ziemię w ilościach, dających się już zupełnie dokładnie oznaczyć. W osobnym wykładzie mówił o tem H. Cauer na dorocznem zebraniu dolnoreńskiego towarzystwa balneoklimatologicznego, odbytem w maju 1932 r. w zdrojowisku Schwalbach. Dla porównania zawartości jodu w powietrzu i w wodzie z opadów atmosferycznych, wyjmuję z tego wykładu parę cyfr (zob. tabl. LXIV, str. 192).

TABLICA LXIV.

| Miejscowość                            | Milionowe części gm. jodu     |                   |
|----------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                                        | w 10 m <sup>3</sup> powietrza | w kg. wody opadów |
| Berno (500 m. n. p. m.) . . . . .      | 0.03—0.5                      | 0.0—7.9           |
| (2000 m. n. p. m.) . . . . .           | —                             | 2.2               |
| Kühtai (2000 m. n. p. m.) . . . . .    | 0.1—0.4                       | 1.2—3.4           |
| Sonnblick (3106 m. n. p. m.) . . . . . | 0.0—1.5                       | 0.1—1.6           |
| Hohenheim . . . . .                    | —                             | 2.6               |
| Giessen . . . . .                      | 0.3—1.2                       | 1.6—7.1           |
| Holandja (6 km. od brzegu) . . . . .   | 0.2—1.6                       | 1.0—5.3           |
| Gdańsk . . . . .                       | —                             | 5.0               |
| Fahrmarn (M. Północne) . . . . .       | —                             | 8.5               |
| Föhr (na morzu) . . . . .              | 0.7—12.0                      | 105.5             |

Dla higienicznej charakterystyki klimatu, a tem samem także dla oceny jego wartości ze stanowiska lekarskiego posiada istotną wartość nie tyle znajomość ogólnej sumy opadów w ciągu roku, ile rozdzielenie ich na pojedyncze miesiące.

W strefach z wybitnymi okresami deszczowymi powstają w tych okresach bardzo niekorzystne warunki klimatyczne i higieniczne. Ale także w pasach ziemi z klimatem umiarkowanym są całe połacie, nawiedzane dość często przez t. zw. słotne opady, trwające niekiedy nawet przez szereg tygodni. Takie szarugi jesienne znane są aż nadto dobrze niemal we wszystkich krajach europejskich. Mamy je także i w Polsce. Nie są one zazwyczaj powszechne, t. zn. nie nawiedzają, np. u nas wszystkich ziem polskich. Ale są zato okolice, w których skutkiem czysto miejscowych warunków zadeszczenia przydarzają się wyjątkowo często. Wartość ich higieniczna i klimatoterapeutyczna jest skutkiem tego bardzo znacznie upośledzona. Rozległe, nierzadko zupełne zakrycie horyzontu przez chmury nie daje dostępu na ziemię promieniom słońca, deszcz i rozmokła ziemia utrudniają w wysokim stopniu przebywanie na wolnym powietrzu, nasycone wilgocią powietrze wpływa niekorzystnie na wodną i na ciepłą gospodarkę ustroju. Przez słotną pogodę, trwającą przez dłuższy przeciąg czasu, cierpi także świat roślinny.

Dużą wartość higieniczną posiadają częstsze, a nie trwające długo opady atmosferyczne. Letnie ulewne desz-

cze i towarzyszące im burze elektryczne, zwłaszcza wieczorne i nocne, są bardzo pożądane, jako czynnik, oczyszczający i odświeżający powietrze.

Odrębne stanowisko zajmują opady śnieżne, po części przez opad, jako taki, ale głównie przez tworzenie trwalej — w rozumieniu okresowem — pokrywy śnieżnej. Płatki śniegu oczyszczają powietrze z kurzu jeszcze lepiej i dokładniej, aniżeli krople deszczu i chłoną niewątpliwie więcej zanieczyszczeń gazowych. Śnieżne okrycie ziemi, nawet niezbyt grube, daje korzeniom roślin spore zabezpieczenie przed zmarznięciem, zwłaszcza w latach, odznaczających się ostremi zimami. Najwięcej szkody przynoszą światu roślinnemu mroźne i bezśnieżne zimy. Ze stanowiska klimatologii zasługują na podniesienie dwa zjawiska: bardzo energiczne promieniowanie ciepła, wchłoniętego przez śnieg i równie silne odbijanie się promieni słonecznych od powierzchni śnieżnej, zwłaszcza złodowacialej. Następstwem pierwszego z nich jest nader znaczne oziębianie się śniegu i przylegającej do niego bezpośrednio warstwy powietrza. Powstają skutkiem tego znaczne różnice ciepłoty powietrza przyziemnego w porównaniu z ciepłotą zaledwie cokolwiek wyższych warstw. Na wysokości głowy i szyi dorosłego człowieka może być o parę stopni cieplej, aniżeli tuż nad ziemią. Nieodzowny warunek tworzy naturalnie cisza powietrza. Wprost przeciwnie wpływają na stosunki cieplne odbicia promieni słonecznych. Potęgują moc działania promieni bezpośrednich. Dlatego to można się w górach obywać w czasie godzin południowych nawet bez dodatkowego okrycia, a skóra, wystawiona na bezpośrednie działanie słońca opala się tak samo, albo jeszcze lepiej i jeszcze prędzej, aniżeli w równinach na wiosnę lub w lecie. Na tej właśnie sile promieniowania polega w dużej mierze biologiczne i lecznicze znaczenie pobytu w uzdrowiskach z górskim klimatem.

#### *Biodynamika powietrza jako środowiska cieplnego.*

Zasadnicze biologiczne znamię ustrojów wszystkich stworzeń ciepłokrwistych, a tem samem także i ustroju ludzkiego, tworzy homoiotermia krwi, albo, co to samo oznacza, stałość ciepłoty ciała. Nie jest to zapewne stałość bezwzględna w pojęciu wielkości matema-

tycznej. Stopień ogrzania ciała podlega w istocie rzeczy pewnym zmianom nawet w idealnie fizjologicznych warunkach. Ale rozpiętość tych zmian w stanie zdrowia jest w rozumieniu życiowym tylko bardzo niewielka; wahania odbywają się w granicach kilku dziesiątych  $1^{\circ}$  C. u ludzi, w nieco większych u zwierząt. Ilustrują to bardzo dobrze pomiary ciepłoty, dokonywane u zwierząt i u ludzi tak przy niskiej, jak przy wysokiej ciepłocie powietrza. A. Loewy przytacza za Rosenthałem wyniki mierzeń ciepłoty u zwierząt na dalekiej północy. Czytamy w nich następujące cyfry:

TABLICA LXV.

|                    | Tp. ciała $^{\circ}$ C. | Tp. powietrza $^{\circ}$ C. | Różnica tp. $^{\circ}$ C. |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| U lisa polarnego   | 38.3 — 41.1             | —32.5 do —35.6              | 72.2—76.7                 |
| U wilka            | 40.5                    | —32.8                       | 73.3                      |
| U zająca polarnego | 38.3                    | —29.4                       | 76.7                      |
| U pardwy           | 42.4—43.3               | —19.7 do —38.8              | 62.1—82.1                 |

J. Lindhard nadmienia w publikacji o działaniu klimatu polarnego, że z szeregu mierzeń ciepłoty ciała przy ciepłocie powietrza — 12 do — 31 $^{\circ}$  C. otrzymał, jako wartość średnią, 36.26 $^{\circ}$  C., przy ciepłocie powietrza około 0 $^{\circ}$  C., 36.52 $^{\circ}$  C. Różnice między ogrzaniem ciała i powietrza wynosiły w pierwszej serji mierzeń 48.26 — 67.26 $^{\circ}$  C., w drugiej około 36.52 $^{\circ}$  C.

O wpływie, wywieranym na ciepłotę ciała przez dobrze ogrzane powietrze, objaśnia zamieszczone poniżej zestawienie spostrzeżeń kilku autorów: (p. tablica LXVI, str. 195).

Zarówno niższe ciepłoty ciała w zimnym klimacie, jak wyższe w klimacie gorącym są następstwem nagłej zmiany cieplnego środowiska. Z czasem, po dłuższym lub krótszym pobycie, oswaja się ustrój zupełnie z nowymi warunkami i wraca do dawnych norm swojego gospodarzenia ciepłem ustrojowym.

Dla utrzymania ciepłoty ciała na prawie że niezmiennym poziomie fizjologicznym, wbrew działaniu zewnętrznych cieplnych stosunków, musi ustrój, wraz ze zmianą tych stosunków, czynić doraźne zmiany w swojej gospodarce cieplnej. Dziać się to może na dwóch terenach, w zakresie wytwarzania ciepła przez stosowne modyfikacje biologicznego spalania zawartego w pokarmach



TABLICA LXVI.

| Autor                   | Ciepłota powietrza 0C            | Ciepłota ciała 0C.               |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| J. Davy                 | przeciętna: 15.6<br>25.6<br>26.7 | przeciętna: 36.9<br>37.2<br>37.6 |
| Reynard<br>i Blossville | 26.0—30.0<br>12.0—17.0           | 37.58<br>37.11                   |
| Rattrey                 | 18.3<br>28.9                     | 36.8<br>37.25                    |
| Brovn—Séquard           | 8.0<br>29.5                      | przeciętne 36.8<br>u 8 osób 37.9 |
| Naubaus                 | 8.0—18.0<br>22.0—31.0            | 36.65<br>36.90                   |
| R. Plehn                | 12.0—16.0<br>20.0—28.0           | średnia 36.70<br>średnia 37.2    |

paliwa. czasem czerpanego z własnych zapasów ustroju, albo też w zakresie utraty ciepła przez skórę i przez narząd oddechowy, w znikomym małym stopniu także innymi drogami. Poznanie szczegółów tego „dziania się“, wywołanego przez zmiany ciepłoty powietrznego środowiska, oznacza równocześnie poznanie biodynamiki powietrza, związanej zupełnie ściśle ze stopniem jego ogrzania.

Kierownicze stanowisko dla sprawy wytwarzania ciepła zajmuje, według przyjętych powszechnie w fizjologii zapatrywań, międzymózgowie. Za dowód jego słuszności mogą służyć wyniki doświadczeń, przedsięwziętych już w nowszych czasach przez Krehla i Isenschmieda, Isenschmieda i Schnitzlera, Citrona i Leschke'go na zwierzętach w ten sposób, że przecinano całe międzymózgowie. Stwierdzono przez nie, że zwierzęta traciły po takim zabiegu zdolność prawidłowego regulowania swojej ciepłoty i zdolność odczynów gorączkowych. Potwierdzają one tylko trafność dawniej już przez Naunyna, Otta i Wooda, oraz Aronsohna i Sachsa wyrażonego, również na wynikach doświadczeń opartego zdania o znaczeniu między-

mózgowia dla kształtowania się cieplnej gospodarki ustroju.

W myśl zapatrywań Rubnera miałyby rola ośrodka cieplnego polegać na regulowaniu biochemicznych przemian w ustroju, służących wytwarzaniu ciepła, na powszechnem wzmaganiu energii, jeżeli się w ten sposób można wyrazić, komórkowego utleniania, i na utrzymywaniu w ten sposób ciepłoty na fizjologicznym poziomie. Na tem właśnie tle powstało pojęcie chemicznej regulacji ciepłoty.

Wpływ ciepłoty powietrznego środowiska na energię spalania, a tem samem także wytwarzania ciepła zaznaczał w doświadczeniach, wykonywanych przez Rubnera na zwierzętach, bardzo wyraźnie. Jako przykłady mogą posłużyć następujące wyniki doświadczeń, powtórzone za A. Loewy'ım:

U dwóch głodzonych psów oznaczono:

TABLICA LXVII.

| Pies | Ciepłota powietrza 0C. | Kalorie w 1 godz. na 1 kg. wagi |
|------|------------------------|---------------------------------|
| A    | 11.8                   | 40.6                            |
|      | 12.9                   | 39.1                            |
|      | 15.9                   | 36.0                            |
|      | 17.5                   | 35.2                            |
| B    | 18.4                   | 39.7                            |
|      | 19.5                   | 35.1                            |
|      | 27.4                   | 30.8                            |

U świnki morskiej, również głodzonej, zanotowano:

TABLICA LXVIII.

| Ciepłota powietrza 0C. | Ciepłota zwierzęcia 0C. | Ilość CO <sub>2</sub> w 1 godz. na kg. wagi |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
| 0                      | 37.0                    | 2.905                                       |
| 11.0                   | 37.2                    | 2.151                                       |
| 21.0                   | 37.4                    | 1.766                                       |
| 26.0                   | 37.0                    | 1.540                                       |
| 30.0                   | 37.7                    | 1.317                                       |
| 35.0                   | 38.2                    | 1.273                                       |
| 40.0                   | 39.5                    | 1.454                                       |

Z wyników, przytoczonych w tej chwili, dla przykładu, doświadczeń możnaby istotnie wnosić, że kierownictwo wytwarzaniem ciepła należy w całej pełni do mózgowego ośrodka cieplnego, oraz że modyfikacje energii spalania odbywają się w dół i w górę z jednakową swobodą pod dyktando tego ośrodka. W rzeczywistości nie posiada ośrodek cieplny tego rodzaju przemożności, czy wyłączności.

Największej, wprost miarodajnej dla życia, sumy ciepła dostarcza zawsze i we wszystkich warunkach układ mięśniowy w całej swojej rozciągłości. Nawet w zupełnym spoczynku ciała, wśród snu, pracują serce i mięśnie oddechowe, a cała wielka reszta mięśni prężonych trwa w stanie pewnego, jakkolwiek bardzo zwolnionego napięcia, którego żadną miarą poczytywać nie można za zupełną i bezwzględną bierność w pojęciu biodynamicznym. Pewne znaczenie posiada także praca wszelkiego rodzaju gruczołów, oraz biologiczna praca wszystkich komórek, nieustająca nawet wśród zupełnego sennego spoczynku ciała. Energia spalania i zasób wytwarzanego ciepła osiągają wśród sennego bezruchu swój najniższy poziom. Cyfrowe wyniki oznaczeń przemiany gazowej, t. j. ilości pobranego z powietrza tlenu i wydzielonego bezwodnika kwasu węglowego, względnie obliczeń ilości kalorycznych, wykonanych w tych warunkach, służą za miarę podstawowej przemiany pierwiastków, określanej także nazwą przemiany spoczynkowej. W skali bioenergetycznych efektów na tem polu jest to wogóle najniższa wartość fizjologiczna. Doświadczenia Franka i Fr. Voita na zwierzętach, z mięśniami zwióznaczonymi zapomocą kurary, pokazały, że obniżyć jej już dalej nie można. Wpływ ośrodka ciepłoty w mózgu, jeżeliby nawet był istotnie tak zasadniczy, jak to pierwotnie sądzono w łączności z tezą o chemicznej regulacji ciepła, ustaje tu zupełnie. Nie sposób wobec tego przypuszczać, żeby wyższa ciepłota powietrza mogła spowodować malenie przemiany pierwiastków poniżej jej spoczynkowej wartości. Rzeczywistą swobodę, i to w stosunkowo bardzo szerokich granicach, posiada ustrój na tem polu w zakresie zwiększania energii spalania i wytwarzania większej sumy ciepła. Dzieje się to zapewne w dużej mierze przez pośrednictwo pracy mięśni, bądź to zupełnie jawnej, wyrażającej się przez ruch, bądź też

bardziej skrytej, zdradzającej się raczej tylko mimowolnymi skurczami, najczęściej drżeniem mięśni, towarzyszącym uczuciu chłodu.

Podkreślanie znaczenia pracy mięśni, jako czynnika, służącego do podnoszenia na wyższy poziom energii spalania, nie oznacza bynajmniej negacji biochemicznego regulowania ciepła w pierwotnym pojęciu Rubnerowskiem. Odgrywa ona zapewne znaczną rolę w zwierzęcem gospodarstwie ustrojowym, a w pewnych warunkach, np. w czasie snu zimowego niektórych zwierząt może nawet rozstrzygać o trwaniu spraw biologicznych na potrzebnym dla fizjologicznego życia poziomie. Ale nie można jej mimo tego uważać za jedyny czynnik regulacyjny. Na okres zimowych mroźnych chłodów dostają zwierzęta bardzo dobrą ochronę przez gęstszą i dłuższą sierść. Wartości takiego futrzanego okrycia dowodzą wyniki doświadczeń Rubnera, wykonywanych na strzyżonych i niestrzyżonych zwierzętach. Zwierzęta strzyżone musiały przy 30° C. ciepłoty powietrza wytwarzać dla utrzymania w równowadze ciepłoty ciała taką samą ilość ciepła, jaka dla zwierząt niestrzyżonych wystarczała przy 20° C.

O ile u zwierząt biochemiczna regulacja ciepła posiada bardzo wybitne znaczenie w wyrównywaniu ciepłoty ciała, o tyle rola jej w życiu ludzkiego ustroju jest w zasadzie raczej skromna. Uzasadnia to przegląd wyników oznaczeń, wpisanych w zamieszczonych poniżej tablicach.

TABLICA LXIX.

| Oznaczenie Voita                 | Ciepłota: 40 |      |       |       |       |       |       |      |      |  |
|----------------------------------|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--|
|                                  | 6.50         | 90   | 14.30 | 16.20 | 23.70 | 24.20 | 26.70 | 300  |      |  |
| Gm. CO <sub>2</sub> w 1 godzinie | 35.1         | 34.3 | 32.0  | 25.8  | 26.4  | 27.5  | 27.7  | 26.7 | 28.4 |  |
|                                  |              |      | 26.1  |       |       | 27.3  |       |      |      |  |

TABLICA LXX.

| Oznaczenia Rubnera               | Ciepłota °C |       |      |       |      |       |      |       |       |       |  |
|----------------------------------|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|--|
|                                  | 2           | 10-15 | 15   | 15-20 | 20   | 20-25 | 25   | 25-30 | 30-35 | 35-40 |  |
| Gm. CO <sub>2</sub> w 1-godzinie | I —         | 38.9  | —    | 23.1  | —    | 30.5  | —    | —     | —     | —     |  |
|                                  | IIa —       | —     | 32.3 | —     | 30.0 | 27.9  | 31.7 | 32.4  | —     | —     |  |
|                                  | IIb —       | —     | 34.0 | —     | 28.3 | 28.6  | 31.4 | —     | —     | —     |  |
|                                  | III 29.8    | 25.1  | —    | 24.1  | —    | 25.0  | —    | 25.3  | 23.7  | 21.2  |  |

TABLICA LXXI.

|                                      | Ciepłota powietrza<br>0C. | Gm. CO <sub>2</sub> , wydzielone-<br>go w ciągu 1-ej godz. | Uwagi                                 |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Orzeczenia<br>Rubnera<br>i Lewaszewa | 12.8                      | 27.9\                                                      | Drżenie ciała.                        |
|                                      | 12.4                      | 31.2\                                                      |                                       |
|                                      | 13.9                      | 26.2\                                                      | Pod koniec do-<br>świadczeń. drżenie. |
|                                      | 15.3                      | 24.2\                                                      |                                       |
|                                      | 24.9                      | 23.9                                                       |                                       |
|                                      | 25.8                      | 22.9                                                       | Chwilami pot.<br>Prawie stale pot.    |
|                                      | 27.3—27.7                 | 24.9 27.3 24.3                                             |                                       |
| 30.0                                 | 23.7—28.2                 |                                                            |                                       |

Przytoczone w tej chwili wyniki oznaczeń CO<sub>2</sub> pokazują, że wpływ bardzo rozmaicie ogrzanego powietrza na wydzielanie bezwodnika kwasu węglowego jest u ludzi znacznie mniejszy, aniżeli u zwierząt, używanych do tego rodzaju doświadczeń. U zwierząt sięgają różnice 100%, u ludzi około 30%, rzadko nieco wyżej. Dotyczy to naturalnie wyników doświadczeń z wykluczeniem pracy mięśni.

Jak wszędzie i na wszystkich polach pracy fizjologicznej, trzeba także przy ocenianiu energii biologicznego spalania liczyć się z indywidualnymi właściwościami ustroju — z wiekiem, z budową ciała, ze stanem odżywienia i z nastawieniem wegetatywnym, względnie z osobniczą konstytucją wegetatywną. Te same siły biologiczne, które rozstrzygają o rozmiarach spoczynkowej przemiany pierwiastków, kierują niewątpliwie także biochemiczną regulacją ciepła w ciele ludzkim.

Stosunkowo niewielką zdolność ustroju ludzkiego do regulowania ciepłoty ciała sposobem biochemicznym równoważą znacznie większą sprawność urządzeń fizjologicznych, służących do stosownego miarkowania utraty ciepła, do zmniejszania jej, o ile skutkiem działania ciepłych czynników powietrza grozi niedozwolone prawami biologji obniżenie ciepłoty ciała, a naodwrot do zwiększania celem obrony przed przegrzaniem. Tworzy to istotę t. zw. fizycznej regulacji ciepłoty ciała. Bardzo niepoślednie znaczenie posiada tu także możność stwarzania własnego klimatu ciepłego przez stosowne okrycie ciała.

Najważniejszą rolę wśród tych urządzeń odgrywa narząd skórny. Pewne znaczenie posiada układ naczy-

niowy wraz z sercem, znacznie skromniejsze narząd oddechowy.

Pierwsze zadanie skóry polega na przejmowaniu wrażeń cieplnych, płynących z powietrznego środowiska. Spełniają je prawdopodobnie podwójne zakończenia nerwów czulnych, służących do odczuwania ciepłoty, jedno wrażliwe na zimno, drugie na gorąco.

W lekkim ubraniu doznaje się uczucia ciepłej wygody w spokojnym powietrzu przy ciepłocie około 18° C. i przy względnej wilgotności około 40%, bez jakiegokolwiek ubrania dopiero w ciepłocie 25—30° C. Z szeregu zupełnie systematycznych spostrzeżeń Rubnera i Lewaszewa wynika, że uczucie chłodu zjawia się przy braku wszelkiego okrycia w ciepłocie poniżej 27° C., o ile powietrze jest suche i spokojne, w ubraniu w ciepłocie niższej, aniżeli 15° C. Wrażenie nadmiernego ciepła sprawia dla nagiego ciała powietrze ogrzane do 33° C., dla lekko okrytego do 27° C. W powietrzu wietrznym i wilgotnym przesuwają się te wartości. W powietrzu chłodnym potęgują wiatr i wilgotność uczucie zimna. W powietrzu ciepłem zwiększa znacznie stopień wilgotności uczucie gorąca, potęguje je do miary parnoty. To samo czyni także ciepły wiatr. Wiatr nieco chłodniejszy i suchszy sprawia, że gorąco staje się mniej przykrem.

W doświadczeniach Rubnera i Lewaszewa stwierdzono, że przebywanie przez nieco dłuższy przeciąg czasu w powietrzu z wilgotnością względną 96%, ogrzaniem do 24° C., jest bardzo przykre. Powietrze o ciepłocie 30° C. i wilgotności 66% wywołuje już uczucie gorąca; przy wilgotności 10—15% nie doznaje się w powietrzu, ogrzaniem do 28—29° C. uczucia ciepłej niewygody.

Sprawą odczuwania ciepłoty zajmował się na większą skalę także Volpert i stwierdził w całym szeregu spostrzeżeń, że naga skóra odczuwa powietrze o ciepłocie 30—31.5° C., wśród ciszy, jako nieco ciepłe, przy wietrze o chyżości 8 m. na sekundę, jako przyjemne. Wietrzne i wilgotne, a przytem ruchliwe powietrze o ciepłocie 20—25° C. sprawia uczucie większego chłodu, aniżeli suche, również ruchliwe i w tym samym stopniu ogrzane.

W związku z uwagami o odczuwaniu ciepłoty przez nerwy skórne trzeba zaznaczyć zupełnie wyraźnie, że działaniem czulnej ciepłej podniety łączą się poniekąd

w jedną całość wpływy neurowegetatywne, ugruntowane przez zmieniającą się ciepłotę samej skóry.

Wzajemny stosunek między subiektywnem wrażeniem, wzniesieniem przez rozmaicie ogrzane powietrze i ciepłotą skóry, oznaczoną przez ciepłomierz, ujął Vincent w postaci matematycznego równania:

$$p = 30.1 + 0.2 t - v (4.12 - 0.13),$$

w którym  $p$  oznacza ciepłotę skóry,  $t$  ciepłotę powietrza w danej chwili,  $v$  chyżość wiatru w metrach na sekundę, oznaczoną równocześnie z mierzeniem ciepłoty.

Jakkolwiek zasadzie Vincenta czyniono pewne zarzuty z tego powodu, że nie uwzględniono w niej czynnika wilgotności powietrza, do czego Rubner dodawał pomijanie znaczenia indywidualnej konstytucji i stanu odżywienia wogóle, a samej skóry w szczególności, to jednak pokazało się, że obliczenia, uzyskane zapomocą formuły, podanej przez francuskiego autora, są w istocie rzeczy trafne, a tem samem, że można się na nich opierać w życiu praktycznem.

Na podstawie licznych mierzeń ciepłoty skóry, wykonywanych w cieniu, a więc z wykluczeniem bezpośredniego działania promieni słonecznych na skórę, ułożył Vincent szereg relacyj między ciepłotą skóry i odnośzonymi wrażeniami cieplnymi w następujący sposób:

TABLICA LXXII.

| Ciepłota skóry | Subiektywne wrażenie |
|----------------|----------------------|
| 220            | bardzo zimno         |
| 22 - 26.00     | zimno                |
| 26.6 - 29.60   | świeżo               |
| 29.6 - 31.10   | dogodnie             |
| 31.5 - 34.50   | letnio               |
| 34.5 - 37.50   | gorąco               |
| od 37.5 w górę | bardzo gorąco        |

Zamiast określenia wpływu cieplnych czynników klimatu za pomoca mierzenia ciepłoty skóry, posługuje się obecnie klimatofizjologia, a razem z nią także nauka higjeny, coraz powszechniej i w coraz to większym zakresie oznaczeniami stopnia oziębiania — Abkühlungsgrosse, — używając w tym celu znanego od dość już dawna, prostego i niedrogięo mierniczego

przyrządu L. Hilla, znanego pod nazwą katatermometru, albo też, niewątpliwie doskonalszego, ale o wielokroć droższego frygorymetru Dornó'a i Thileniusa, służącego, jako skończony i sprzedażny przyrząd mierzniczy, dopiero od r. 1925. (Opis jego, skreślony przez E. Stenxa, znajduje się na stronie 135).

Wyniki oznaczeń, wykonywanych tak za pomocą katatermometru, jak frygorymetru, przedstawiają wartości czysto fizykalne. Ale mimo to niosą wielką korzyść fizjologii, bo można się nimi posługiwać także do określania straty ciepła przez skórę i wglądać w ten sposób w gospodarkę cieplną ustroju. Możliwość tę zawdzięcza nauka klimatofizjologii w dużej mierze bardzo systematycznym badaniom Dornó'a, z początku tylko własnym, później wykonywanym wspólnie z A. Loewy'ım.

Wśród licznych wyników, uzyskanych przez te badania, posiada podstawowe znaczenie poznanie stosunku, zachodzącego między wartością katatermometryczną, wskazaną przez suchy przyrząd Hillowski i stopniem obniżenia ciepłoty skóry, mierzonej na policzku po stronie, odwróconej od słońca. Jako zupełnie normalną ciepłotę tej okolicy twarzy przyjmuje się 36.5° C. Stosunek ten wyraża iloraz, otrzymany z podzielenia pierwszej wartości przez drugą:

$$Q = \frac{\text{Wartość wskazana przez katatermometer}}{\text{Obniżenie ciepłoty skóry (36.5 - wynik mierzenia)}}$$

Dla Davos waha ten iloraz około cyfry 2. Oznacza to, że w celu określenia stopnia obniżenia ciepłoty skóry na policzku należy wartość katatermometryczną podzielić przez 2.

Dla lepszego wyjaśnienia rzeczy przytaczam z publikacji Dornó'a i Loewy'ego szereg cyfr, określających średnie miesięczne dla wartości katatermometrycznych i dla ciepłoty skóry, oraz obliczone z nich ilorazy:

TABLICA LXXIII.

|                              | w lipcu | we wrze-<br>śniu | w listopa-<br>dzie | w stycz-<br>niu |
|------------------------------|---------|------------------|--------------------|-----------------|
| Wartości katatermometryczne  | 14.7    | 16.6             | 20.6               | 22.5            |
| Ciepłota skóry na policzku . | 29.6    | 28.4             | 25.6               | 23.7            |
| Obniżenie ciepłoty skóry . . | 6.9     | 8.1              | 10.6               | 12.8            |
| Wartość dla Q . . . . .      | 2.1     | 2.0              | 1.9                | 1.7             |



W innych warunkach klimatycznych, aniżeli dawańskie, wypadną zapewne nieco inaczej wyniki mierzeń i obliczeń. Tem samym różnić się od nich będą wartości katatermometryczne i wartości dla  $Q$ . Ale przez to nie zmieni się prawdopodobnie ich zasadnicze biodynamiczne znaczenie, o ile chodzi o zachowanie się skóry wobec wpływów, wywieranych na nią przez ciepłe czynniki klimatu.

Przy ocenianiu tego zachowania się zwraca uwagę stopniowe malenie wartości  $Q$  w miarę zwiększania się wartości katatermometrycznych. Oznacza to nie co innego, jeno dostosowywanie się skóry do oziębiających właściwości powietrznego środowiska i mobilizowanie sił wyrównawczych, zapobiegających utracie ciepła, przekraczającej granice, określone prawami biologji. Przez tę mobilizację i jej skutki w zakresie aparatu skór nego spełnia skóra dalszą część swojego fizjologicznego zadania na polu ciepłej gospodarki ustroju, staje się istotnym czynnikiem t. zw. fizycznej jej regulacji.

Takie samo zadanie spełnia także w warunkach wprost przeciwnych, t. zn. wtedy, kiedy fizjologiczne zdrowie wymaga nie ograniczania, lecz wzmaganania ilości ciepła, wytworzonego w ustroju. A dobre i zupełne jego spełnianie jest tu niewątpliwie jeszcze donioślejsze, aniżeli w pierwszej alternatywie, dotyczące odstępstw od stanu ciepłej dogody ustroju, t. j. tego stanu, w którym równowaga między wytwarzaniem i wyzbywaniem się ciepła utrzymuje się bez udziału, jeżeli się w ten sposób można wyrazić, nadetatowych czynników i czynności regulacyjnych.

Przekształcenia w zakresie gospodarzenia ciepłem biologicznem, nakazane zmianami w stopniu ogrzania środowiska powietrznego, różnią się między sobą, o ile chodzi o osiąganie ostatecznego fizjologicznego celu. Ale fizjologiczny warsztat, na którym się dzieje to przekształcanie, nie zmienia się zupełnie, przynajmniej pod względem zasadniczym. Zmianom podlega tylko jego czynnościowe nastawienie.

Stosunkowo prosto przedstawia się *sprawa wpływu, wywieranego przez zimne powietrze, oraz ochrony przed nim.*

Już na ogrzanie zimnego powietrza, wciągane go przy każdym wdechu do płuc, daje z siebie ustrój większą

sumę ciepła. O wiele więcej traci go przez żywsze promieniowanie i przewodzenie, rosnące w miarę zwiększania się różnicy w ogrzaniu skóry i powietrza. Powstaje przez to doraźne zachwianie równowagi między wytwarzaniem i rozdawaniem ciepła. Do przywrócenia jej na nowo służy w pierwszym rzędzie stosowne okrycie ciała, sporządzone z materiałów, odznaczających się złem przewodzeniem ciepła i zdalnych skutkiem tego do stwarzania ciała jego własnego ciepłego klimatu.

Najlepiej spełniają to zadanie puszyste futra i z paru warstw utkane, dostatecznie sprężyste, drobnoporowate materiały wełniane. Znaczną wartość posiada także dobry, nietwardy i podatny bibulasty papier.

Ochrona odzieżowa służy za bardzo dobry czynnik fizycznej regulacji ciepła. Jest to wszakże tylko czynnik bierny. Ochronę czynną daje narząd skórny przez kurczenie się wszystkich znajdujących się w skórze sprężystych elementów. Pod wpływem zimna zwięzają się naczynia całej sieci skórnej, zaciskają się przewody gruczołów i zespolenia komórkowe, kurczą się także mięśnie skórne. Oznacza to, razem wzięte, pewne zmniejszenie powierzchni skóry, a tem samym także zmniejszenie obszaru, tracącego ciepło. Podobny skutek osiąga się przez skurczenie całego ciała, podwiniecie nóg i przyciśnięcie do tułowia kończyn górnych. Ale istotnie miarodajne oszczędzanie powstaje przez zwięzienie koryta naczyń krwionośnych, zmniejszenie dopływu krwi, a wraz z tem także i dowozu ciepła. Od odczynowej sprawności naczyń i od umiaru w stopniowaniu odczynów zależy, do pewnych granic, zdolność ustroju do przeciwstawiania się działaniu zimnego powietrza. I nie można odmówić słuszności twierdzeniu Rubnera, że układ naczyniowy skóry jest najlepszym płaszczem ochronnym przed zimnem.

Z odczynowem zwięzaniem się naczyń może się łączyć także pewne niebezpieczeństwo dla niezakrywanych pospolicie części ciała, a nawet dla okrytych, ale leżących na dalekim obwodzie, jak n. p. palec u rąk i u nóg. U ludzi ze słabym układem naczyniowym i z chwiejną równowagą naczynioruchową, niedokrewnych, złe odżywionych może odczynowe zwięzienie przeistoczyć się w skurcz naczyń z następującem po nim porażeniem wazomotorów. Pierwszy z tych stanów zdradza się niedokrwieniem, znaczną bolesnością przy mniejszej dotykowej wrażliwości dotkniętej nim części skóry — doigt mort. — drugi sinoczerwonym zabarwieniem i jeszcze większemi zmianami w zakresie czucia, jako objawami odmrożenia. Przypadki tego rodzaju zdarzają się w zimnem i wilgotnem powietrzu, zwłaszcza

przy wietrze nawet wtedy, kiedy ciepłota jego sięga jeszcze ponad punkt marznięcia wody.

Efekt zmian czynnościowych, powstających w obrębie narządu skórniego pod wpływem zimnego powietrza, nie ogranicza się na samej tylko fizycznej regulacji ciepła przez zmniejszenie rozdańnictwa. Kurczenie się elementów sprężystych, zwłaszcza rozbudowanego systemu drobnych mięśni skóry, ponad fizjologiczną miarę napięcia w stanie cieplnej dogody oznacza pewien przybytek pracy, a tem samem także wzmoczenie energii spalania i wytwarzania ciepła. Do czynności wyrównawczej przyłącza się drugi czynnik; regulację fizyczną wspiera regulacja chemiczna, tem wydatniejsza, że instrumentem jej staje się także mniejsza lub większa część całego układu mięśni ciała. Większa ruchliwość i wydatniejsze zaprzęganie mięśni do pracy w zimnem, mroźnem powietrzu jest poprostu wyrazem biologicznego instynktu zarówno u ludzi, jak u zwierząt.

U zwierząt uczestnicy w tej regulacji bez wszelkiej wątpliwości w bardzo znacznych rozmiarach cały ustrój przez większą energję, jeżeli się w ten sposób można wyrazić, wszechkomórkowej przemiany pierwiastków, t. zn. powszechnego utleniania i spalania. Zuntz i jego szkoła twierdzą, że ludzki ustrój nie posiada tej zdolności, a wzmoczone spalanie odbywa się tylko w mięśniach, jako następstwo ich większej pracy. Twierdzenie to nie zyskało wszakże powszechnego uznania. Zdaje się, że jednak także ustrój ludzki, jakkolwiek nie w tej mierze, co zwierzęcy, może, w razie potrzeby, przeciwdziałać wpływom zimnego środowiska przez samorzutne zwiększanie energii spalania, a nie jedynie tylko przez pośrednictwo pracy mięśni. Kultura odzieżowa ludzkości mogła w ciągu wielu tysięcy lat zmniejszyć tę zdolność, ale nie sposób przyjmować za rzecz, nieulegającą żadnej wątpliwości, że ją zabrała bez żadnej reszty.

W związku z poruszoną w tej chwili sporną sprawą nie zawadzi wspomnieć, że ludzie syci znoszą zimno o wiele lepiej, aniżeli głodni. Czynność trawienia i biochemiczne przerabianie materiałów odżywczych dostarcza widocznie znacznie większej sumy ciepła. Dodatni wpływ sytości tłómaczą zresztą aż nadto dobrze wyniki oznaczeń przemiany gazowej w czasie trawienia przez wykazanie znacznego przyrostu produkcji ciepła, sięgającego prze-

ciętnie 15% ponad wartość spoczynkową. Odnosi się to do sposobu odżywiania, pod względem bilansowym zupełnie zrównoważonego. Odsetkowe cyfry zwiększają się bardzo znacznie przy pożywieniu, dostarczającym nadwyżek bilansowych, zwłaszcza przy pożywieniu mięsnem. U psów, karmionych bardzo obficie mięsem, stwierdzał Rubner przyrost wytwórczości ciepła, sięgający 42—46%, Magnus Levy nawet 88—93%.

Oprócz przekształceń na terenie gospodarki cieplnej sprowadza działanie zimna pewne zmiany także w zakresie ściśle narządowych czynności.

Bardzo niepodrzedne znaczenie posiada wśród nich ze względów nawskróś praktycznych oddziaływanie narządu krążenia w tych przypadkach, w których stan serca, czy naczyń, bardzo często obojga razem, nie jest zupełnie prawidłowy. Powszechne zwięźenie naczyń skórnych pociąga za sobą wzrost parcia tętniczego, zwiększenie oporów w krążeniu, a tem samem także zwiększenie pracy mięśnia sercowego. Wprawdzie przez żywszy ruch i wzmożoną czynność mięśni powstaje rozszerzenie naczyń mięśniowych, ale równocześnie wzrasta jeszcze bardziej biologiczne żądanie naddatku pracy serca. Wszystkim tym wymaganiom może podolać w zupełności tylko sprawny mięsień sercowy. To też ludzie z niezdrowym i z niesprawnym narządem krążenia czują się nie dobrze w zimnem środowisku, a z pobytu w niem mogą odnosić nawet poważne szkody.

Niemniejszą wagę, jak serce, posiada cały wielki układ naczyń włosowatych, zwłaszcza sieć naczynek skórnych, odznaczających się ogrozną wrażliwością wobec wpływów, wywieranych na nie przez ciepłe czynniki klimatu. Za ich wpływem powstają bardzo znaczne zmiany w obiegu i w rozdziale krwi. W sposób zupełnie już namacalny pokazują to bardzo niedawne badania kapilaroskopowe H. Finsterwalda, stwierdzające, że w zwięzionych przez działanie zimna naczynkach wolniej ruch krwi, a same naczynia przypominają co jakiś czas swoim kształtem nitki z nanizanymi na nie paciorkami. Jest w tem zjawisku niewątpliwie biologiczna celowość. W naczyniach ze zmienioną chorobliwie strukturą, pozbawionych zupełnej swobody ruchów i zupełnej sprawności, niema już warunków dla powstawania równie szybkich i równie dokładnych przekształceń. Niemożność ta musi się w jakiś sposób odbijać na czynnościach wyrównawczych skóry, a w dalszym ciągu także na toku spraw biologicznych całego ustroju.

Umiarkowane zimno posiada wszakże także i dodatnie strony, o ile wpływom jego poddają się ustroje z pewną

biologiczną tężyzną, zwłaszcza rozwijająca się i rozwinięta młodzież obojga płci. Dowodzą tego spostrzeżenia, poczynione o wpływie sportów zimowych, oraz o wpływie kąpieli powietrznych na plażach chłodnych mór europejskich. Chłodne i ruchliwe powietrze działa jako potężny czynnik ćwiczący i wzmacniający cały układ naczyniowy wraz z sercem, daje mu większe siły, większą wytrzymałość i odporność.

Dość wyraźny wpływ wywiera zimno także na mechanizm oddychania, oceniany w całej jego rozciągłości. Wyrazem tego wpływu, dającym się stwierdzić zupełnie bezpośrednio, bez uciekania się do bardziej złożonych badań, jest zmniejszenie się częstości oddechów przy równoczesnem ich pogłębieniu. Z pogłębieniem zgadza się najzupełniej przybytek pojemności oddechowej płuc. Oznacza to w każdym razie, jeżeli nie większą, to w każdym razie dokładniejszą wentylację płuc. Głębsze oddechy służą za czynnik ćwiczebny mięśni oddechowych, a do pewnego stopnia także za czynnik, ułatwiający krążenie płucne.

Zmianom w mechanizmie oddychania towarzyszą pewne przesunięcia w zakresie wymiany gazów w płucach. Stwierdzają to badania J. Lindharda, wykonywane w Grenlandji i w Danji. Trzeba wszakże podnieść, że przy ocenianiu wyników tych badań liczyć się trzeba nie tylko z wpływem zimnego powietrza, ale także z wpływem światła. Podnosi to sam Lindhard, streszczając swoje spostrzeżenia z letnich i z zimowych miesięcy. Sądzi on, że zimowe zmniejszenie częstości oddechów przy równoczesnem ich pogłębieniu, wydatniejsza wentylacja płuc, obfitsze wytwarzanie CO<sub>2</sub> i malenie pęcherzykowego parcia CO<sub>2</sub> przypisywać należy raczej złemu naświetleniu słonecznemu, aniżeli niskiej ciepłocie powietrza.

O innych szczegółach z dziedziny biologji, związanych z przebywaniem w zimnem środowisku powietrznem, powiemy w rozdziale o klimacie polarnym.

Nawet wielka tężyzna, odporność i zahartowanie wobec zimna tracą swoje walory, jeżeli przebywanie w niskiej ciepłocie trwa nadmiernie długo, zwłaszcza wtedy, gdy powietrze jest bardzo wietrzne. W bardzo niekorzystnych warunkach zatracą się wreszcie możność

regulowania ciepłoty ciała; ciepłota zaczyna opadać, ciało chłodnie coraz bardziej, a wraz z tem słabną także wszystkie czynności fizjologiczne ustroju. Stopień oziębienia, uważany powszechnie za krytyczny, wynosi 20—24° C., mierzonych w odbyticy. Po osiągnięciu go popada ustrój w stan powszechnej hypotonji czynności fizjologicznych, jako następstwa zanikającego wytwarzania ciepła.

Jako znamienne objawy przemarznienia ustroju, znane są powszechnie senność, zanik woli i niepomierna bezsilność. Ludzie, u których powstały, nie są już zdolni do żadnego wysiłku. Poddają się wyczerpaniu nerwowemu, trwają w bezruchu, zasypiają i giną wśród snu. Oddechy, z początku przyspieszone, wolnieją coraz bardziej. W ten sam sposób zachowują się także ruchy serca. Nie zawadzi wszakże przypomnieć, że słabe ruchy serca mogą jeszcze trwać mimo zupełnego napozór zmarznienia. Trwanie ich daje uzasadnioną nadzieję ratunku.

Przypadki zupełnego przemarznienia i zejścia śmiertelne z tego powodu nie należą w przeciętnych warunkach obecnego życia w naszym umiarkowanym klimacie do częstych wydarzeń. Ludzie należycie odżywieni, zdrowi i trzeźwi, odziani przytem dostatecznie, nie są zasadniczo narażeni na niebezpieczne przemarznienia. Grożą one raczej tylko nędzarzom i charłakom, po części także ludziom podchmielonym, zwłaszcza z zamroczoną już wyraźnie świadomością.

Zgola inaczej, aniżeli w zimnem środowisku powietrzem, musi ustrój urządzać swoją gospodarkę ciepłą, znalazłszy się w atmosferze z powietrzem, ogrzanem ponad miarę biologicznej dogody.

Ochrona ustroju przed zimnem polega na wzmaganiu wytwarzania ciepła z jednej, na ograniczaniu wyzbywania się go z drugiej strony. W nadmiar ciepłem środowisku trzeba te dwa nastawienia fizjologiczne wprost przeinaczyć, t. zn. ograniczać wytwarzanie, a spotęgować tracenie.

Ograniczanie wytwórczości może się odbywać, w ramach fizjologicznych, tylko na dwóch ustrojowych warsztatach, w obrębie narządu trawienia i całego aparatu mięśniowego. Trzeci warsztat, utworzony przez olbrzymią ilość przeróżnych komórek, z ich własną autonomją i całą misterną biologiczną robotą, leży

poza granicami ingerencji wyrównawczych dążeń w pojęciu fizjologicznem.

Wspominając nieco wyżej o t. zw. spoczynkowej wartości przemiany pierwiastków, określonej przez ilość zużytego tlenu i wydalonego bezwodnika kwasu węglowego, miałem sposobność przypomnieć, że wyraża ona tę najniższą wartość energetyczną, której nie można już obniżyć, a raczej, która obniżyć się już nie pozwoli, bo jest wyrazem najistotniejszych potrzeb życiowych ustroju. Wprawdzie i na tem polu odbywają się wahania ku górze i ku dołowi, ale ramy ich są wcale wąskie, a tem samem nie mogą przesunięcia w jedną i w drugą stronę odgrywać znaczniejszej roli, o ileby chodziło o spełnianie zadań wyrównawczych.

Nikłość różnic pokazują bez wszelkiej już wątpliwości wyniki oznaczeń przemiany gazowej, wykonywanych w porze letniej i zimowej przez E i k m a n n a. W lecie wynosiło zużycie  $O_2$  w ciągu jednej minuty  $253.3 \text{ ctm}^3$ , wydalenie  $CO_2$   $225.5 \text{ ctm}^3$ ; w zimie dały oznaczenia dla  $O_2$   $253.8 \text{ ctm}^3$ , dla  $CO_2$   $232.2 \text{ ctm}^3$ .

O znaczeniu narządu pokarmowego objaśniają wcale dobrze porównawcze spostrzeżenia z zimnej i z ciepłej pory roku w naszej strefie umiarkowanej, a jeszcze lepiej spostrzeżenia o ilości i jakości pożywienia w klimacie tropikalnym i w klimacie polarnym, nietylko przybyszów z krajów środkowej Europy, ale także miejscowej ludności. Eskimos musi być syty; spożywa duże ilości mięsa i tłuszczu, Arab pustynny zadawalnia się w danym razie nawet garścią daktyli. Podobnie odżywia się także Europejczyk, jeżeli się znajdzie w takich samych, jak tamci, warunkach klimatycznych. Ale na to, żeby można było bez naruszania podstaw zdrowia czynić takie przesunięcia pokarmowe, są wprost niezbędne pewne przekształcenia na terenie czynności narządu pokarmowego. W zimnem środowisku musi się wzmacniać jego sprawność przy równoczesnem większem łaknieniu, a naodwrot maleje jedno i drugie w atmosferze gorącego powietrza. Ułatwia to ograniczanie spożycia w czasie upalnych dni letnich, względnie w tropikalnym klimacie do tego stopnia, że powstaje bilansowy niedobór, pokrywany z nagromadzonych poprzednio w ustroju zapasów. Ubywanie wagi ciała jest w tych warunkach prostem następstwem instynktowych przekształceń, zarówno jakościowych jak ilościowych.

wych, w zakresie pokarmów. O doniosłym znaczeniu tego instynktu przekonał się na samym sobie K. E. Rank e, kiedy, wbrew jego ostrzeżeniom, chciał w gorącym klimacie odżywiać się w ten sposób, żeby utrzymać równowagę bilansową. Niefortunna próba spowodowała wcale poważne zaburzenia w stanie jego zdrowia.

Istotna korzyść, osiągnięta w gorętszym środowisku powietrznym przez zmniejszenie kalorycznej wartości pożywienia, może być tylko wtedy wcale znaczna, jeżeli poprzednio miara pożywienia przekraczała rzeczywiste biologiczne zapotrzebowanie. Tam, gdzie nie było nadmiernego spożycia, określanego pospolicie nazwą luksusowej konsumpcji, polega ta korzyść raczej tylko na pewnym ograniczeniu wytwórczości ciepła skutkiem mniejszej pracy całego narządu trawienia.

Najwięcej można uzyskać przez ograniczenie pracy mięśni w najszerszym jej pojęciu. Dlatego też Europejczyk, o ile tylko może, spędza w gorącym klimacie godziny południowe, nawet do późnego popołudnia w zupełnym spokoju. Około dwugodzinny spoczynek południowy, w czasie letnich robót polnych, w dniu upalne nawet dłuższy, jest również zupełnie uzasadniony.

Ale nawet przy zachowaniu zupełnego spokoju nie osiąga się w silnie ogrzaniem, zwłaszcza w nasyconym parą wodną i spokojnym, bezwietrznym powietrzu niezbędnej równowagi cieplnej przez samo tylko ograniczanie wytwarzania ciepła. Rolę rzeczywistego regulatora odgrywa zawsze i wszędzie inna, wprost przeciwna czynność fizjologiczna, polegająca na wyzbywaniu się nadmiaru ciepła.

To wyzbywanie się ciepła odbywa się nie jednym, ale kilku sposobami. Według Rubnera traci ustrój dorosłego mężczyzny, ważącego 80 kg. w powietrzu średnio ogrzaniem i średnio wilgotnym, t. zn. w warunkach t. zw. dogody atmosferycznej, przy zwykłym trybie codziennego życia 2.700 kaloryj w ciągu doby. Z tego przypada:

|                                              |      |            |      |   |       |
|----------------------------------------------|------|------------|------|---|-------|
| Na ogrzanie powietrza oddechowego . . . . .  | 35   | kal. czyli | 1.3  | % |       |
| Na ogrzanie spożytych pokarmów . . . . .     | 42   | " "        | 1.5  | " | 4.7%  |
| Na ruch (zwykłe chodzenie) . . . . .         | 51   | " "        | 1.9  | " |       |
| Na parowanie . . . . .                       | 558  | " "        | 20.7 | " |       |
| Na przewodzenie ciepła w otoczenie . . . . . | 833  | " "        | 30.9 | " | 74.6% |
| Na promieniowanie . . . . .                  | 1181 | " "        | 43.7 | " |       |



Cale to zestawienie pokazuje bardzo wyraźnie, że w pospolitych warunkach życia największa część straty ciepła pochodzi z przewodzenia i z promieniowania, a po niej z parowania. Reszta nie posiada większego znaczenia. Przewodzenie i promieniowanie odbywa się wyłącznie tylko przez pośrednictwo skóry, parowanie także przez pośrednictwo narządu oddechowego.

Z oznaczeń Rubnera wynika, że w dogodnych warunkach atmosferycznych płuca wydają z siebie w ciągu godziny w wydechanem powietrzu, przy zupełnie spokojnem zachowaniu się, 17 gm., przy głębokiem oddychaniu 19 gm., przy głośnem czytaniu 28 gm., a przy śpiewaniu 37 gm. wody w postaci pary wodnej. Za średnią dobową ilość uchodzi miara 400—500 gm. Oznacza to około 40% całej ilości pary wodnej, oddawanej przez ustrój otaczającemu go powietrzu. Reszta, t. j. 60% wyparowuje przez skórę. Stosunek ten zmienia się wraz ze zmianą ciepłoty i wilgotności powietrza — z korzyścią dla udziału płuc w powietrzu chłodnem i z małą zawartością pary wodnej, z niekorzyścią w powietrzu silnie ogrzanem i o znacznym stopniu wilgotności. Mówiliśmy o tem już dawniej, w jednym z poprzednich ustępów i objaśniliśmy tę sprawę za pomocą przykładów z przytoczeniem kalorycznych wartości strat ciepła w atmosferze, sprzyjającej i niesprzyjającej wydalaniu pary wodnej przez płuca.

Rola płuc w sprawie ochładzania nie jest w każdym razie zbyt wielka. Po zliczeniu ilości traconego tą drogą ciepła z tytułu parowania i ogrzewania powietrza, a nawet po dodaniu po myśli obliczeń Tigerstedta jeszcze pewnej ilości kaloryj, opuszczającej płuca z bezwodnikiem kwasu węglowego, nie wyniesie ogólna suma strat więcej, jak około 15% całej ilości ciepła, oddawanego przez ustrój otoczeniu. Nie wyklucza to bynajmniej nawet bardzo znacznych wahań bezwzględnej ilości wydalanej przez płuca pary wodnej, oraz przesunięć odsetkowych tak w górę, jak ku dołowi.

Stwierdzenie stosunkowo skromnego udziału płuc w ochładzaniu ciała pokazuje równocześnie, że spełnianie tego bardzo ważnego zadania leży w przeważnej części w zakresie fizjologicznej czynności narządu skórnego. Sposób, w jaki skóra wywiązuje się z tego swo-

jego zadania, względnie rozdział całego aktu ochładzania na trzy składowe jego części — przewodzenie, promieniowanie i parowanie, zależą z jednej strony od właściwości konstytucyjnych ustroju i od stanu samej skóry, z drugiej od własności środowiska powietrznego. O znaczeniu właściwości skóry wspominaliśmy już dawniej. Dokładniejszym rozpatrywaniem tej sprawy, z wielu względów niewątpliwie bardzo ważnej i zajmującej, nie możemy się zajmować w tej chwili. Z łatwo zrozumiałych powodów ograniczyć się musimy na wskazaniu fizjologicznego mechanizmu, zabezpieczającego ustrój przed przegrzaniem w czasie przebywania w nazbyt ciepłym środowisku powietrznym.

W dogodnych warunkach atmosferycznych traci ustrój najwięcej ciepła przez promieniowanie i przez przewodzenie. Parowanie usuwa się na dalsze miejsce. W powietrzu, ogrzanem nieco silniej, zmienia się ten stosunek bardzo wyraźnie na korzyść parowania. Przyczynę tego przestrojenia tworzy zmniejszenie różnicy między ciepłotą skóry i ciepłotą powietrza. A wiemy z fizyki, że każde ciało oddaje swoje ciepło tem łatwiej i tem obficie, im niższą jest ciepłota środowiska, w którym się znajduje, a naodwrot tem trudniej i tem skąpiej, im cieplejsze jest to środowisko, zwłaszcza jeżeli panuje w niem zupełny spokój. W miarę, jak maleje przewodzenie i promieniowanie ciepła, nabiera stopniowo coraz większego znaczenia zjawisko parowania. Z obliczeń *Rubnera* wynika, że strata ciepła przez parowanie w powietrzu zupełnie spokojnem wynosi:

|                                           |        |                |
|-------------------------------------------|--------|----------------|
| w powietrzu o ciepłocie 15—20° C. . . . . | 16.7%  | ogólnej straty |
| " " " 25—30° C. . . . .                   | 30.6%  | " "            |
| " " " 35—40° C. . . . .                   | 112.0% | " "            |

Przytoczone liczby ilustrują bardzo dobrze to, co powiedzieliśmy przed chwilą. Cyfra 112% pokazuje nadto, że w pewnych warunkach może wyzbywanie się ciepła za pośrednictwem bardzo wydatnego parowania przewyższać jego wytwarzanie.

Mówiąc o parowaniu wody ze skóry, mamy na myśli zarówno parowanie niewidoczne, sprawę fizyczną, określaną jako *perspiratio insensibilis*, jak parowanie wydzielonego potu, czyli *perspiratio sensibilis*, zjawisko biofizjologiczne. W dogodnych ciepłych warunkach

atmosferycznych góruje zupełnie stanowczo pierwszy z tych sposobów oziębiania.

Pojawianie się potu dowodzi, że fizyczne parowanie nie wystarcza już do utrzymania cieplnej równowagi, albo, co to samo znaczy, że ciepłota ciała podnosi się ponad fizjologiczną miarę. Wyższe ogrzanie ciała, w szczególności krwi, staje się, zdaniem Rubnera, drażnikiem dla gruczołów potnych i sprowadza mniej lub więcej obfite pocenie się. Doświadczenia Sterna pokazały, że dzieje się to może już przy stosunkowo nieznacznym podwyższeniu ciepłoty ciała o  $0.1^{\circ}\text{C}$ ., ale także dopiero przy sporo większym, dochodzącem do  $0.8^{\circ}\text{C}$ . Podobne wyniki, jak Stern, który posługiwał się gorącymi kąpielami, osiągnął Fredericq przez wykonywanie nieco cięższej pracy. Nadwyżka w ogrzaniu ciała, potrzebna do wzniecenia czynności gruczołów potnych, wahała w tych doświadczeniach między  $0.14$  a  $0.49^{\circ}\text{C}$ . To samo, co sprowadza gorącą kąpiel, albo wydatniejsza praca, dzieje się także w czasie przebywania w silniej ogrzaniem środowisku powietrznem.

Równocześnie z żywą czynnością wydzielniczą gruczołów potnych zaznacza się pospolicie, za wpływem rozgrzewania się ciała, także wydatniejsza czynność gruczołów łojowych. Z zasady dzieje się tak u ludzi z rasy murzyńskiej, odznaczających się wielką doskonałością i wielką sprawnością fizjologicznych urządzeń, przeznaczonych do regulowania gospodarki cieplnej w gorącym klimacie afrykańskim. Jednym z instrumentów tej sprawności są właśnie gruczoły łojowe przez swoją tłuszczową wydzielinę. Znaczenie jej dla sprawy ochładzania ciała ilustruje nader obfite pocenie się skóry, natartej jakimkolwiek tłuszczem. Poza tem wiemy z doświadczalnych spostrzeżeń Wolperta, że ludzie z obfitą podściółką tłuszczową pocą się łatwiej i tracą przez to znacznie więcej wody, aniżeli ludzie chudzi.

Z chwilą, kiedy na skórze zaczynają występować krople potu, maleje odsetkowy udział niewidocznego parowania w oziębianiu ciała. Wreszcie może dojść nawet do tego, że całe wydzielanie wody odbywa się wyłącznie tylko przez czynność gruczołów potnych. Dzieje się tak zwłaszcza w ciepłym i wilgotnym powietrzu. Z zasady zjawia się wtedy także uczucie przykrewnej parnoty. Wysy-

cenie powietrza parą wodną służy tu za czynnik, potęgujący działanie ciepłoty.

Podobny wpływ wywiera także odzienie, w stopniu wyższym, lub niższym, zależnie od kroju i od materiału, z którego je sporządzono. Osłona ciała przez zwykłe letnie ubranie oznacza to samo, co podniesienie ciepłoty bezwietrznego środowiska powietrznego co najmniej o 5° C. Trzeba do tego dodać i to jeszcze, że warstwa powietrza, rozpostarta między ubraniem i skórą, nasycy się zupełnie parą wodną i przez to nasycenie utrudnia w wysokim stopniu parowanie skóry, a w dalszem naturalnem następstwie także wyzbywanie się tą drogą nadmiaru ciepła. Skutkiem tego powstaje tem łatwiej klimatyczna hipertermia, a w ślad za nią podrażnienie gruczołów potnych i wydzielanie potu.

W związku z klimatyczną hipertermią należy się jeszcze krótka wzmianka przegrzaniu ustroju, powstającemu skutkiem każdej wydatniejszej pracy fizycznej.

Pracujące mięśnie zużywają stosunkowo bardzo znaczne zasoby fizjologicznego paliwa i stają się przez to wytwórcami wielkiej ilości ciepła. Z tego ciepła zamienia się wszakże tylko około 30% w żywą energię. Cała wielka reszta, około 70%, staje się w istocie rzeczy balastem biologicznym, którego ustrój musi się pozbyć pod grozą utraty swojej fizjologicznej równowagi. Na widowni wegetatywnego życia zjawiają się w tym celu te same czynniki ładu w gospodarce cieplnej, o których mówiliśmy jako o czynnikach, niwelujących wpływy nazbyt ogrzanego środowiska powietrznego. O tem, co mają zdziałać, ażeby spełnić swoje zadanie, objaśniają wyniki doświadczeń N. Zuntza, przedsiębranych w celu dokładnego określenia wpływu pracy na rozmiary biologicznego spalania (zob. tabl. LXXIV, str. 215).

Za dalszy przykład, nadający się do objaśnienia o wpływie pracy na sprawę wytwarzania ciepła, mogą służyć wyniki badań Zuntza i Schumburga, przeprowadzanych u żołnierzy w czasie ćwiczeń marszowych. Stwierdzono przez nie, że suma ciepła, wytworzonego w czasie 27-kilometrowego marszu z obciążeniem 20—25 kg., wynosi 1400—1500 kaloryj, a z obciążeniem 30 kg. nawet około 1700 kaloryj.

Przytoczone przed chwilą cyfry starczą, zdaje się, za dobrą wskazówkę dla należytego oceniania skutków pracy, wykonywanej

TABLICA LXXIV.

| Rodzaj pracy                                                          | Przyrost w czasie 1-dnogodz. pracy kalorie | Zużycie na ten cel tłuszczu gramy | Odsetkowe zwiększenie energii w porównaniu z wartością spoczynkową |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. 3.6 km. chodu na równinie                                          | 144                                        | 16                                | 215                                                                |
| 2. 6.0 km. chodu na równinie                                          | 283                                        | 30                                | 420                                                                |
| 3. 8.4 km. chodu na równinie                                          | 660                                        | 70                                | 1000                                                               |
| 4. 6.0 km. na równinie z obciążeniem 25 kg.                           | 385                                        | 41                                | 580                                                                |
| 5. Ruch w górę 300 m. przy łagodnej pochył.                           | 147                                        | 16                                | 220                                                                |
| 6. Ruch w górę 300 m. przy stromem wznies.                            | 174                                        | 18                                | 260                                                                |
| 7. Praca na ergostacie 30.000 mk. w godzinie                          | 388                                        | 41                                | 580                                                                |
| 8. 9 km. jazdy na kole na równinie                                    | 183                                        | 19                                | 270                                                                |
| 9. To samo 15 km.                                                     | 313                                        | 33                                | 460                                                                |
| 10. To samo 22 km.                                                    | 571                                        | 60                                | 850                                                                |
| 11. 9 km. na kole przy 30%-owym wzniesieniu                           | 345                                        | 36                                | 510                                                                |
| 12. 15 km. na kole na równinie, przeciw wiatrowi o chyżości 10 m/sek. | 601                                        | 64                                | 900                                                                |

w czasie wycieczek i wypraw turystycznych, przedsięwziętych wśród łąka, lub w gorącym, n. p. w pustynnym klimacie afrykańskim. Z całą słuszością uważać je można także za drogowskaz przy sprawdzaniu indywidualnej zdolności do znoszenia, bez szkody dla zdrowia, często bardzo znacznych trudów i do czynienia sporych wysiłków, złączonych z turystycznymi wyprawami. A turystyka wkracza jednak wcale nie-rzadko w dziedzinę nawet ściśle lekarskiej klimatologii.

Jako pewnego rodzaju biologiczny narządowy odruch, zjawia się przy każdej pracy już bardzo wcześniej przyspieszenie i pogłębienie oddechów, a tem samem zwiększa się także wentylacja płuc. Wzrasta przez to wydalanie wody. Nadwyżki dochodzą do 50, a nawet do 100%. Nie znaczy to wszakże zbyt wiele wobec bardzo wydatnego wytwarzania ciepła.

Niepomierne większe znaczenie posiadają zmiany czynnościowe na terenie skóry. Żywsze krążenie w rozszerzonych naczyniach i wyższa skutkiem tego ciepłota skóry, ułatwiają, przy równoczesnem zwiotczeniu całego układu mięśni skórnych, w niemalym stopniu przewodzenie i promieniowanie ciepła w otoczenie, a wraz z tem także niewidoczne parowanie wody. Efekt jest tem większy, im lepsze są po temu warunki w środowisku powietrznem. W powietrzu chłodnem i ruchliwem może to nawet wystarczać do zupełnego wyzbywania się nadmiaru ciepła, powstającego w toku lżejszej pracy. Ale nie starczy już przy pracy cięższej i w warunkach atmosferycznych, niesprzyjających uchodzeniu ciepła ze skóry. Nieodzowną staje się wtedy czynność gruczołów potnych. Ochładzanie przez pośrednictwo pocenia się góruje nawet wcale często nad innymi sposobami, niekiedy do tego stopnia, że prawie zupełnie, bo aż w 95%, dokonuje się tą właśnie drogą. Ilość wypoconej wody może wtedy wynosić do trzech, a nawet więcej litrów na dobę.

Sprawa utrzymywania równowagi cieplnej ustroju wśród pracy wykracza znacznie poza ramy zagadnień klimatologicznych, pojmowanych w ten sposób, w jaki się to zazwyczaj czynić zwykło. Klimat, a w szczególności klimat ciepły nie jest wyłącznym atrybutem wolnych przestrzeni. Każde mieszkanie i każde miejsce pracy — pracownie rzemieślnicze, fabryki, kopalnie i t. d. — posiadają także jakiś, swój własny klimat ciepły. A od tego, jakim on jest i jakie stwarza warunki dla pracy, zależą subiektywne uczucia klimatycznej wygody i niewygody, racjonalne używanie sił przez pracowników, jakość i wyniki ich roboty. Poznawanie i określanie klimatu na tej płaszczyźnie staje się zagadnieniem o powszechnej społecznej doniosłości. I społeczna medycyna zaczyna się niem zajmować zupełnie już systematycznie. Wyrazem tego zajmowania jest m. in. ogłoszona w ostatnich czasach praca G. D. Arnautofa i E. G. Wellera z streszczeniem wyników spostrzeżeń o dogodnych warunkach ciepłego klimatu w warsztatach robotniczych przy lekkiej i ciężkiej pracy.

Jako najstosowniejsze ogrzanie pracowni dla osób, wykonujących lekką pracę przy zużyciu 300 ctm<sup>3</sup> tlenu w ciągu minuty, określono w sprawozdaniu około 18° C. przy 20—50% względnej wilgotności powietrza. Ciepłota skóry na klatce piersiowej wahała wtedy między 31.5—33.8° C. Pracownicy mieli uczucie zupełnej klimatycznej wygody. Niedobry wpływ wyższego ogrzania i większej wilgotności w ramach 20—28° C. ciepłoty i 40—50% wilgotności, można było zrównoważyć przez stały prąd powietrza o szybkości 10—90 m. w min. Powyżej 28° C. i 50% wilgotności, ustawało już działanie sztucznego wiatru. Dla utrzymania równowagi, stawała się wtedy niezbędną wydatniejsza czynność gruczołów potnych.

Przy ciężkiej pracy i zużyciu 900 dm<sup>3</sup> tlenu w ciągu minuty, trzeba było już w ciepłocie 18—19° C. i wilgotności 40—50% sztucznego wiatru dla utrzymania dobrego poczucia u pracujących. W granicach 24—30° C. i wilgotności około 80% nie starczył wiatr, nawet o szybkości ponad 100 m. w minucie.

Bodaj krótka wzmianka należy się jeszcze poza zmianami, wywoływanymi przez silniej ogrzane powietrze w gospodarce cieplnej ustroju, także przesunięciom, powstającym na innych terenach.

Dotknęliśmy już wyżej mechanizmu oddychania. Zmiany powstają w nim zasadniczo dopiero wtedy, kiedy skutkiem grożącego przegrzania wkraczać muszą automatyczne zarządzenia układu vegetatywnego. Dla płuc staje się takim imperatywem pewne hipertermia krwi i silniejsze przez to drażnienie ośrodka oddechowego. Zjawia się wtedy przyspieszenie i pogłębienie oddechów a wraz z tem także wydatniejsza wentylacja płuc.

Równie jawne zmiany powstają w czynności naczyni krążenia. Z tej samej przyczyny, co żywsza czynność oddechowa, zjawia się także przyspieszenie ruchów serca. Jeszcze bardziej wpada w oczy rozszerzenie naczyń skórnych i większa soczystość całej skóry. Następstwo zwiotczenia naczyń tętniczych tworzy obniżanie się parcia krwi. Nie zawadzi na tem miejscu wspomnieć, że zarówno u Europejczyków, przebywających przelotnie w gorącym klimacie, jak u stałych mieszkańców gorących stref klimatycznych utrzymuje się parcie krwi stale na niższym poziomie, aniżeli u mieszkańców stref umiarkowanych.

Sporo uwagi poświęcano od dość dawna badaniom składu krwi. Ocena wyników tych badań nastęrcza wszakże zawsze pewne trudności z powodu zmian, powstających w wodnej gospodarce ustroju skutkiem wydatnej utraty wody za pośrednictwem płuc i skóry. Pewne zagęszczenie krwi z przyrostem ilości krwinek i hemoglobiny jest w tych warunkach aż nadto dobrze zrozumiałe.

Strata wody innemi drogami tlómaczy dostatecznie skąpsze wydzielanie moczu i większe jego stężenie.

O zwichnięciu równowagi cieplnej i o przegrzaniu ustroju, z dalszemi, poważniejszymi, a nawet groźnemi następstwami, powiemy w następnym rozdziale.

### *Biodynamika promieniowania słonecznego.*

Z dokładnym i bardzo wszechstronnym zbadaniem widma słonecznego, jako systematycznie uporządkowanego układu promieni o różnej długości fali, wiąże się bezpośrednio także poznanie, że istotnie wierny, a przynajmniej prawie zupełnie wierny obraz tego widma otrzymano dopiero powyżej górnej granicy ziemskiej atmosfery, a więc na wysokości kilkuset kilometrów ponad ziemią. W długiej drodze ze słońca na ziemię dokonują się w nim, zarówno w wysokich, jak w zupełnie niskich warstwach powietrza, wcale znaczne zmiany. Niektóre rodzaje promieni gubią się w atmosferze doszczętnie, inne zatracają się częściowo, w mniejszym lub w większym stopniu.

Do rzędu promieni, ginących zupełnie już bardzo wysoko nad ziemią, należą ciemne, pozafioletowe promienie o najkrótszej fali około  $0.18 \mu$ , aż do fali o długości  $0.29 \mu$ . W oparciu o panujące obecnie zapatrywania na sprawę powstawania i rozpadania się powietrznego ozonu nazwałoby je można tlenotropijnymi promieniami pozafioletowymi, skoro według tych zapatrywań najkrótsze z nich zużywają się na skupianie drobin tlenu i tworzenie z nich ozonu, a nieco dłuższe na wprost przeciwną robotę, na rozbijanie drobin ozonu i wyzwalamie przez to drobin tlenu. Na ziemię dostają się promienie pozafioletowe dopiero o długości fali  $0.30 \mu$ . Ilość ich zależy od długości drogi, jaką przebyć mają, a pozatem od fizycznego stanu atmosfery. Te same czynniki rozstrzygają także o stopniu przenikania wszystkich innych rodzajów promieni, zarówno barwnych, jak niewidocznych już, pozaczerwonych. Zależność od nich mniejsza się w stronę długofalistej części widma. (Por. str. 15, tabl. VI i str. 40, tabl. XX).

Na pełną przyrodniczą moc promieniowania słonecznego, składają się trzy zasadnicze rodzaje energii, energia świetlna, cieplna i chemiczna, względnie biochemiczna. Każdą z nich niosą w sobie wszystkie barwne promienie. Promieniom ciemnym, pozafioletowym i pozaczerwonym, brakuje mocy światła. Rozdział tych energii między pojedyncze składowe części widma nie jest bynajmniej równy. Najwięcej światła dają promienie zielone i żółte, najwięcej ciepła promienie czerwone i pozaczer-



wone; potęgą chemiczną i biochemiczną odznaczają się najbardziej promienie pozafioletowe, a po nich, jednak znacznie już słabszą, promienie fioletowe i niebieskie.

Już tych bardzo niewiele, wypowiedzianych przed chwilą uwag powinno wystarczyć dla stworzenia pojęcia z jednej strony o nader znacznej zmienności widma słonecznego w jego przyrodzonych ramach pod względem fizycznym, z drugiej zaś strony o równie znacznych przesunięciach w zakresie dynamiki promieniowania słonecznego, jedno i drugie za wpływem zmian w stosunku między ziemią i słońcem, oraz zmian, powstających na samej ziemi i w jej powietrznym okryciu. A zmiany te, zarówno okresowe, ujęte w karby praw, kierujących ruchem ciał niebieskich, wśród nich także ruchem ziemi i nastawieniem jej powierzchni wobec słońca, jak nieokresowe, czysto już ziemskie, są, razem wzięte, tak bardzo różnorodne, że ocenianie dynamiki promieniowania słonecznego ze stanowiska klimatologii lekarskiej może być tylko zupełnie ogólne. Dla oceny szczegółowej, podejmowanej w celach przyrodniczo - lekarskich, zarówno ściśle naukowych, jak praktycznych, potrzebna jest niezbędnie dokładna znajomość miejscowych warunków, znamiennych dla jakiejś części powierzchni ziemi, zawsze z uwzględnieniem czasu i przestrzeni. Z taką samą słusnością, z jaką się mówi o mikroklimacie ciepłym, trzeba mówić także o mikroklimacie świetlnym.

Jakkolwiek promieniowanie słoneczne jest tą siłą, która bardzo często rozstrzyga o tem, co się dzieje i co się dokonuje w ziemskim świecie, zarówno nieorganicznym, jak organicznym, to jednak działanie jej zależy w znacznej mierze także od fizycznego, w świecie żywym także od fizjologicznego stanu ciał, wystawionych na bezpośredni wpływ promieni słonecznych. Efekt takiego bezpośredniego zetknięcia się może być zasadniczo trojaki: 1) odtrącenie promieni przez trafione nimi ciało, czyli odbicie się promieni od powierzchni tego ciała, 2) przepuszczenie ich przez masę ciała, albo wreszcie 3) pochłonięcie promieni, z zasady tylko wybranych, w części większej lub mniejszej, przyczem promienie niepochlone mogą ulec odbiciu, albo też przejść przez masę ciała.

Wybitnym brakiem zdolności zarówno wchłaniania, jak przepuszczania wszelkiego rodzaju promieni świetlnych,

a więc i promieni słonecznych, z wyjątkiem promieni pozafioletowych, odznaczają się wszystkie białe ciała o gładkiej, zwłaszcza litej powierzchni. Odtrącają je po prostu od siebie. Skutkiem takiego odbijania nabierają takiej samej barwy, jaką posiadają trafiające je wiązki światła.

Odbite promienie słoneczne rozpraszają się w okolnym powietrzu, rozświecają je i grzeją. Stąd właśnie pochodzi olśniewający blask w sąsiedztwie białych skał, na polach śnieżnych i lodowych, nad zlewiskami i rozlewiskami wodnymi. W tem samym tkwi przyczyna wyższej ciepłoty powietrza w ich najbliższem otoczeniu. Po części dlatego także nie czuje się w górach na płaszczyznach śnieżnych i lodowych idącego od nich chłodu, a w czasie godzin popołudniowych można się nawet obchodzić bez wierzchniego okrycia, a, naodwrot, w lecie doznaje się nieznośnego gorąca w sąsiedztwie białych i szaro-białych skał.

O termicznym znaczeniu odbitych promieni słonecznych objaśniają bardzo dobrze porównawcze pomiary ciepłoty powietrza w bliskiem sąsiedztwie odbijających powierzchni i w nieco dalszem otoczeniu. I tak n. p. przytacza v. Hann wyniki tego rodzaju mierzeń, wykonywanych przez Franklanda: W Pontresinie wskazywał ciepłomierz w odległości 10 metrów od białej ściany  $38.7^{\circ}\text{C}$ , nad leżącą opodal łąką tylko  $27.7^{\circ}\text{C}$ . Na Jeziorze Zurychskim wynosiła ciepłota powietrza w sferze odbitych promieni  $34^{\circ}\text{C}$ , w odległości 1.6 km. od brzegu, w pełnem świetle słonecznem  $31.5^{\circ}\text{C}$ . To samo ilustrują także wyniki pomiarów Defoura z nad Jeziora Genewskiego, przytoczone przez A. Loewy'go. Na podstawie swoich mierzeń obliczył Defour, że udział odbitych promieni w ogrzewaniu powietrza jest tem większy, im bliżej horyzontu znajduje się słońce. Niedaleko linii horyzontu, przy kącie padania promieni słonecznych na ziemię  $4^{\circ}$  dostarczają 68%, przy kącie  $7^{\circ} 40'$  — 50%, a przy kącie  $16^{\circ} 20'$  — 30% całej sumy ogrzania.

Proste przeciwieństwo białych ciał tworzą, o ile chodzi o zachowanie się wobec światła, ciała, z a b a r w i o n e n a c z a r n o. Znamionuje je wielka łapczywość świetlna i niemal nieograniczona zdolność chłonięcia wszelkiego rodzaju promieni. Dzięki temu rozgrzewają się niezmiernie łatwo i w bardzo znacznym stopniu. Tem samym odzna-

czają się także barwne ciała wobec promieni o barwie uzupełniającej, n. p. czerwone wobec zielonych i nadwrót. Przy zetknięciu się z innymi promieniami zachowują się w podobny sposób, jak ciała białe. Najjaskrawiej uwydatnia się to wobec promieni o ich właściwej barwie. Antagonizm ten tłumaczy, dlaczego okrycia, sporządzone z czerwonych materiałów, chronią wcale dobrze przed gorącymi promieniami letniego słońca, a naodwrot zielone, przyczyniają się do powstawania tem większego rozgrzania.

Barwa ciał, biorących w siebie pewne promienie, nie jest wszakże tym jedynym czynnikiem, któryby na stałe rozstrzygał o rodzaju świetlnej chłonności. Wiemy już z codziennych spostrzeżeń i z życiowego doświadczenia, że w świetle słonecznym, nawet w pośrednim, tracą niemal wszystkie barwy swoją pierwotną świeżość, względnie jaskrawość, matowieją i blakną, niekiedy tak bardzo, że tracą zupełnie swój pierwotny charakter. W toku takich przemian zmienia się także zdolność chłonięcia barwnych promieni słonecznych. Jeszcze większe, wprost już zasadnicze zmiany chłonności powstają w następstwie chemicznych i fizycznych zmian, dokonujących w barwnych ciałach, wystawionych na działanie słońca. Towarzyszą im niezbyt rzadko istotne przebarwienia, a równocześnie z tem także przemianowania chłonności barwnych promieni.

Na osobną wzmiankę zasługuje ciekawe zjawisko fluorescencji. Polega ono na tem, że niektóre promienie, wniknąwszy w rozczyny ciał, obdarzonych własnościami fluorescyzującymi (eozyna, fluorescyna, chinina i in.), przekształcają się na promienie o innej długości fali, zasadniczo większej, a temsamem zmieniają swoje własności optyczne. Stożek światła, rzuconego na taki rozczynek, nabiera większego blasku (t. zw. zjawiska Tyndalla), a rozczynek sprawia wrażenie, jakby falowania barw, lśniącego swoistym matowym blaskiem, w odcieniach żółtawym, zielonkawatym i różowym.

Przeistoczeniu ulegają w zasadzie promienie krótkofaliste, wśród nich zwłaszcza pozafioletowe, szczegół, zasługujący na osobne wyróżnienie z myślą o sprawach biologicznych.

Zjawisko fluorescencji, już samo przez się ciekawe, wznieca tem większe zajęcie, że ciała, obdarzone własnościami fluoreszującymi, zjawiają się także w ludzkim i w zwierzęcym ustroju.

W jeszcze wyższym stopniu, aniżeli fluorescencja, zasługują na wyróżnienie zjawiska świetlne, powstające w roztworach barwnych koloidów, określane mianem

wrzekomej fluorescencji. Polegają one na tem, że roztwór, oświetlony przez padające z boku promienie światła, przybiera inną barwę, bardzo często uzupełniającą. Za przykład może posłużyć alkoholowy roztwór indofenolu, rozcieńczony bardzo znacznie przekroploną wodą. Przy bocznem oświetleniu widać w nim brunatno czerwony stożek świetlny.

Zmiany barw zależą bardzo często od zmian w stopniu rozpróśnienia cząstek stałych w roztworze. I tak zmienia się n. p. czerwona barwa drobno cząsteczkowego roztworu czerwieni kongo w roztworze nieco większych cząsteczek na barwę niebieską.

Przez wzmiankę o fizycznych zjawiskach prawdziwej i wrzekomej fluorescencji, a w związku z tem także o koloidach powstaje zupełnie wyraźne zetknięcie się dwóch napozór odrębnych światów, jednego, określanego mianem t. zw. martwej przyrody i drugiego, złożonego z przelicznych ustrojów roślinnych i zwierzęcych, a więc i ludzkich. Równocześnie wyłania się pomost między tem, co się dzieje w żywej, z koloidów utworzonej materji tych wszystkich ustrojów, i tem, co leży w zakresie przemian, dokonujących się w świecie martwej przyrody.

Warunki dla bezpośredniego śledzenia toku spraw biologicznych i dla zupełnie dokładnego poznawania ich istoty nie są bynajmniej łatwe, zwłaszcza, o ile chodzi o ustroje ludzkie, a nawet zwierzęce w pospolitem tego słowa znaczeniu. O wiele łatwiej przychodzi poznawanie wszelkiego rodzaju stawań się na terenie martwej przyrody, a po poznaniu ich korzystanie z naukowego dorobku w dziedzinie badań biologicznych. To też od badań w tym zakresie rozpoczęła się i na ich wynikach opiera się w bardzo dużej mierze cała nowoczesna fotodynamika, a w dalszym ciągu także fotofizjologia, w pierwszym rzędzie świata roślinnego, w dalszym także zwierzęcego.

Zasadniczy warunek wpływania promieni słonecznych i wogóle wszelkiego rodzaju promieni na środowiska, z którymi się stykają, tworzy wchłonięcie ich przez środowisko. Na podstawie tej zależności, określonej mianem prawa Draper-Grothusa, rozbudowywała się cała nauka fotodynamiki.

Skutki wpływów, wywieranych w środowisku przez wchłonięte w nie promienie, mogą być bardzo roz-

maite. Ale zasadniczo można je ująć, jak to czynią: C. Neuberger i L. Pincussen, w trzech zasadniczych grupach, w grupie zjawisk fizycznych, fizyczno-chemicznych i chemicznych.

Jako zjawisko fizyczne, nie pozbawione, zdaje się, znaczenia także dla biologii, zwraca uwagę wpływ promieni słonecznych na stany naładowań elektrycznych, zwłaszcza opisane najpierw przez Hallwachs'a rozładowywanie się ujemnie naelektryzowanych metali, oraz, jak to pokazały badania Knoblauch'a, także rozmaitych innych ciał, wśród nich ciał, odznaczających się własnościami fluorescencji. Zdolnością takiego rozładowywania odznaczają się w największej mierze promienie pozafioletowe.

Niemniej ciekawe jest inne zjawisko z dziedziny fotoelektryczności, odkryte przez Becquerela, — powstawanie prądu elektrycznego po naświetleniu jednej z elektrod, zanurzonych w roztworze jakiegokolwiek elektrolitu, a według Goldmanna także w roztworze ciał fluorezujących. Prąd płynie od elektrody ciemniej ku elektrodzie naświetlonej. Efekt działania promieni jest tem wydawniejszy, im więcej z nich uległo wchłonięciu. Z ułatwieniem chłonięcia łączy się prawdopodobnie stwierdzone przez Rigolelta uczulanie elektrod przez okrycie ich powłoką barwikową.

Zjawiska fotoelektryczne użytkowuje misterny przemysł fizyczny do rozmaitych celów. Opiera się na nim budowa czułych przyrządów mierniczych, m. in. także aktinometrów.

Zdaniem fizyków tworzą zjawiska fotoelektryczne poniekąd zadatkowe pierwowiny, względnie punkt wyjścia dla wszystkich wogóle przemian w strukturze fizycznej i chemicznej, tak nieorganicznej, jak organicznej materji.

Taką podstawową przemianę, fizyczno-chemiczny efekt działania promieni, przedstawia przeistaczanie się roztworów krystalicznych w roztwory koloidalne. I tak stwierdził Amann o siarce, że w „pustych“ jej roztworach tworzą się pod wpływem światła znikomo małe cząsteczki, t. zw. submikrony, a po nim Siedentopf, że siarka krystaliczna zamienia się w siarkę koloidalną. Takie same wyniki otrzymał Hartwagener dla roztworów złota. Przy dalszem śledzeniu tych przemian przekonał się Nordensen, że niktę z początku cząsteczki koloidalnych

rozprószeń teżeją pod wpływem światła coraz bardziej aż do tworzenia się zupełnie wyraźnych skłaceń. Powstawanie ich można znacznie przyspieszyć przez dodanie koloidalnych roztworów jednego z ciał, odgrywających rolę katalizatorów (Bowie). Największe niewątpliwie znaczenie posiada wśród nich żelazo, nie tylko dlatego, że odznacza się wielką mocą katalityczną, ale także z tytułu swojej powszechności, jako składnik żywej materji (Neuberg).

Powszechniejsze znaczenie, aniżeli przez zdolność wywoływania zjawisk fizycznych i przemian fizyczno-chemicznych, posiada światło, dzięki mocy wzniecania różnorodnych odczynów chemicznych i przetwarzania w ten sposób rozmaitych ciał chemicznych na inne ciała. Dla niektórych z pośród nich starczy już samo tylko działanie światła, ażeby uległy jakimś zmianom, w ścisłym tego słowa znaczeniu fotogenetycznym. Wcale często wspierają działanie światła, w mniejszym lub w większym stopniu, rozmaitego rodzaju katalizatory. Wreszcie zdarza się także i tak, że światło wywiera wpływ chemo-dynamiczny dopiero przy współdziałaniu katalizatorów.

Ze względu na rodzaj i istotę odczynów odróżnia chemja kilka rodzajów działania fotochemicznego. Należą tu izomeryzacja i polimeryzacja, utlenianie — oxydacja, — od-tlenianie — redukcja, — rozkład — fotoliza, — kojarzenie — fotosynteza, wreszcie powstawanie złożonych, wielo-rakich odczynów.

Dla wywoływania efektów chemicznych, wystarcza niekiedy krótkie, niemal przelotne działanie światła, a więc coś w rodzaju impulsu, ożywiającego utajoną skłonność do chemicznej przemiany. W innych przypadkach potrzeba na to stałego oświetlenia. Trwałość przeistoczeń bywa wcale różna. Ale zasadniczo można odróżnić trzy jej odmiany: 1) Z związku o chwiejnej równowadze chemicznej powstaje stałszy związek, opierający się skuteczniej działającym nań wpływem zewnętrznym; 2) związek fotogenetyczny odznacza się mniejszą stałością, a więc posiada znamiona chwiejnej równowagi chemicznej, albo wreszcie 3) ulega po ustaniu działania energii świetlnej jeszcze dalszym przemianom. Niestalaść równowagi chemicznej nowych ciał, powstałych za wpływem światła i nie podlegających już dalszym samorodnym przemianom, uwydatnia się w ten sposób, że w ciemności przyjmują z powrotem swoją pierwotną po-

stać. Odbywa się to na zasadzie znanej bardzo dobrze w chemji odwracalności odczynów.

Z pośród wszystkich trzech wymienionych wyżej rodzajów przemian chemicznych, powstających pod wpływem światła, posiadają dla biologji może najskromniejsze znaczenie odczyny izomeryzacyjne i polimeryzacyjne.

Izomeryzacja polega, jak wiadomo, na tem, że podlegające jej ciała zmieniają nieco ugrupowania swoich atomów, ale zachowują nadal swój ciężar drobinowy i swoją surową podstawową konstrukcję chemiczną, określaną w niemieckiem imiennictwie mianem Bruttoformel. Jako popularne przykłady, wskazać tu można dla izomeryzacji nieodwracalnej zmianę barwy fosforu z żółtej na czerwoną, lub czerwoną cynobru na czarną po naświetleniu. Wybitną fototropją, a więc odwracalnością odczynu chemicznego odznaczają się m. in. ciała, zwane fulgidami — pochodne kwasu bursztynowego. Odzyskują one w ciemności swoją pierwotną barwę, zmienioną przez naświetlanie.

Polimeryzacja nie sprowadza również zmiany surowej konstrukcji ciał chemicznych. Istota jej polega na wielokrotnem zwiększeniu pierwotnego ciężaru drobinowego. Nie wyklucza to zresztą tak wydatnych przesunięć w układzie strukturalnych składników, że z świetlnej kąpieli wychodzą ciała chemiczne o zupełnie innych własnościach. Za przykłady zupełnie prostej polimeryzacji mogą służyć: przemiana tlenu w ozon, dokonująca się pod wpływem promieni pozafioletowych o bardzo krótkiej fali, oraz przemiana antracytu w diantracyt. Rozbicie drobin ozonu na drobiny tlenu, a więc poniekąd odwrócenie odczynu, nastaje również przez działanie promieni pozafioletowych, ale o nieco dłuższej fali. Z diantracytem dzieje się to samo w ciemności. Jako typ polimeryzacji z równoczesną gruntowną przebudową ciała chemicznego i z zupełną zmianą jego własności, można wskazać przemianę formaldehydu na węglowodan, odczyn, posiadający w myśl zapatrywań Bayera, ogromne znaczenie dla powstawania cukru w ustroju roślin.

Bardzo w całej przyrodzie rozpowszechnioną postać chemicznych stawań się, a więc i przemian chemicznych, tworzą odczyny, polegające na utlenianiu i na odtlenianiu. Wymieniamy je obok siebie, bo

w istocie rzeczy uzupełniają się wzajemnie, albo raczej istnieją zawsze równocześnie jeden obok drugiego. Ciało, utleniające się, zabiera tlen jakiemuś innemu ciału — może niem być w danym przypadku masa powietrzna — a naodwrot ciała, przechodzące proces odtleniania, oddaje uwolniony ze związku tlen swojemu otoczeniu. Stanowcze wyróżnianie jednego lub drugiego odczynu oznacza właściwie tylko to, że dokonująca się przezeń przemiana chemiczna posiada w danej chwili istotne praktyczne znaczenie bądź to naukowe, bądź też przemysłowe, względnie biologiczne, podczas gdy równoczesny odwrotny odczyn nie stwarza niczego ważnego. Zdarzać się wszakże może także i tak, że zarówno przez utlenienie, jak przed odtlenienie, skojarzone ze sobą i odbywające się równocześnie, powstają nieobojętne dla życia nowe ciała chemiczne.

Wśród ciał, odgrywających rolę w aktach utleniania, wyróżnia się bardzo wybitnie dwutlenek wodoru —  $H_2O_2$ . Powstaje on bardzo łatwo za wpływem promieni słonecznych w rozmaitych wodnych roztworach, także w wodach płynących i stojących, przez redukcję innych ciał, aby następnie równie łatwo oddawać tlen swojemu otoczeniu i utleniać na wielką skalę zwłaszcza rozmaitego rodzaju ciała i twory organiczne. To też znaczenie jego dla biologii jest bardzo niepoślednie.

Wobec wielkiej mnogości organicznych ciał chemicznych i równie wielkiej ich różnorodności jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że końcowe efekty utleniającego działania światła muszą być bardzo liczne i bardzo niejednakowe. Najprostszy z pośród nich znamionuje zupełne utlenienie, t. j. rozłożenie związku chemicznego na bezwodnik kwasu węglowego i na wodę. Za przykłady mogą tu służyć acetylen i kwas szczawowy. Z drobin pierwszego z nich i z 5 drobin tlenu powstają 4 drobiny bezwodnika kwasu węglowego i 2 drobiny wody. Drobina kwasu szczawowego —  $C_2O_2H_2$  — daje z 1 drobiną tlenu dwie drobiny bezwodnika kwasu węglowego i 2 drobiny wody. Niweczenie tego kwasu, tak bardzo rozpowszechnionego w świecie roślinnym, pod wpływem światła przez działanie tlenu, zasługuje na osobne podniesienie.

W związku z zmianką o spalaniu kwasu szczawowego i o niewątpliwem znaczeniu tego spalania dla życia roślin, godzi się wspomnieć, że w świetle ulegają stosunkowo



łatwo utlenieniu rozpuszczone w wodzie kwasy aminowe, mocznik, kwas moczowy i kwas hippurowy, a więc najważniejsze wytwory przemiany ciał białkowych. To samo dzieje się także z cholesteryną i z lecytyną. Bardzo znaczną rolę przypisuje chemja przy tych wszystkich przemianach działaniu dwutlenku wodoru, tworzącego się, jak wspomnieliśmy nieco wyżej, za wpływem światła.

Wcale ważne zadanie spełnia dalej światło jako czynnik, wznecający, względnie wzmagający utlenianie, przy powstawaniu barwików. Odnosi się to zwłaszcza do niektórych barwików anilinowych, przekształcających się z t. zw. leukozasad dopiero za wpływem światła na istotne barwidła. Podobnie dzieje się także z pierwotnie bezbarwnymi pierwocinami barwików roślinnych i zwierzęcych. Za przykład może tu służyć purpurowy barwik, powstający z wystawionej na działanie światła wydzieliny pewnego gatunku ślimaka, znanego już w starożytności, określany mianem starożytnej purpury, a jako inny przemiana bezbarwnego indykanu w barwne indigo.

Ale dzieją się w tym zakresie także wprost przeciwne zmiany barwików, zarówno przyrodzonych, jak wytworzonych w chemicznych pracowniach, względnie w chemicznych zakładach przemysłowych. Proces świetlnego utleniania sprowadza nie powstawanie, lecz zanikanie barw. Barwki roślinne i zwierzęce, w przeważnej swojej większości oporniejsze, ulegają pospolicie tylko mniej lub więcej znacznemu zblaknięciu. Sztuczne barwki odbarwiają się zazwyczaj o wiele łatwiej, blaknięcie postępuje szybciej, a z czasem może barwidło zniknąć nawet zupełnie.

Nie mniejszą doniosłość, jak przemiany chemiczne, odbywające się w świetle mocą utleniania, posiadają dla biologji, równie liczne, jak tamte, odczyny fotolityczne, polegające na tem, że z ciał bardziej złożonych i o wyższym ciężarze drobinowym powstają związki o prostszej strukturze i o niższym ciężarze drobinowym. Zupełnie zrozumiałe zajęcie wznecają w tej dziedzinie chemicznych stawań się zwłaszcza fotolizy materiałów pokarmowych i powstających z ich przeróbki wytworów przemiany pierwiastków. Poznawaniu jej poświęcono sporo czasu i trudu.

Z badań, zajmujących się śledzeniem wpływu światła na węglowodany, dowiedzieliśmy się, że moc działania po-

siadają prawie że wyłącznie tylko promienie pozafioletowe. Za wpływem ich ulegają kruszeniu skrobia i glikogen. W toku dalszych przemian stwierdzano tworzenie się kwasów, a Ne u b e r g zauważył przy fotolizie arabinozy, glikozy i xylozy powstawanie ozonu.

Bardzo znaczną odpornością wobec promieni świetlnych odznaczają się czyste ciała białkowe. Stosunkowo najłatwiej jeszcze poddaje się ich działaniu żelatyna. Ale i ona ulega rozbiciu dopiero przy współdziałaniu ze światłem katalizatorów. Inne rodzaje białka zmieniają tylko w mniejszym lub w większym stopniu swoje pierwotne fizyczne, w części także chemiczne własności, nie tracąc przytem zasadniczych swoich cech. Natomiast propeptony i peptony ulegają już wyraźnej hydrolizie. O kwasach aminowych i o ich utlenianiu w świetlnem środowisku wspominaliśmy już nieco wyżej. Dla uzupełnienia wypadu jeszcze nadmienić, że jako efekt odczynu powstaje przytem z zasady aldehyd, poczytywany za znamienne następstwo dokonującego się w świetle przeistaczania tych związków chemicznych. Działanie światła rozciąga się także na ciała nukleinowe, ściśle biorąc, na kwasy nukleinowe. Z badań Ne u b e r g a wynika, że z rozszczepienia ich powstają amoniak, ciała purynowe, węglowodan i kwas fosforowy.

Z pośród ciał, tworzących się przy dalszej przemianie pierwiastków na terenie ustrojów ludzkich, zasługują na uwagę zwłaszcza aceton i kwas mlekowy. Pierwszy rozkłada się w świetle na kwas octowy i na metan; przy rozkładzie drugiego, do czego potrzebne jest współdziałanie katalizatorów, powstaje acetaldehyd.

Przez podanie paru najważniejszych szczegółów o przemianach materiałów odżywczych, wzniecanych mocą działania światła, nastęrcza się sama przez się sposobność do wzmiarki o wpływie światła na zczyny trawienne.

Według zgodnych sprawozdań wszystkich badaczy, zajmujących się poznawaniem wpływu światła na zczyny, odznaczają się wybitnemi dynamicznemi własnościami, zdolnością osłabiania, względnie ubezwładniania zczynów, w pierwszym rzędzie promienie krótkofaliste, a więc pozafioletowe. Ale, jakkolwiek działanie ich jest bardzo powszechne, to jednak podlega wcale znacznym modyfikacjom, zależnym od drugorzędnych, a jednak nieobojętnych czyn-

ników. W myśl spostrzeżeń Pincussena odgrywają znaczną rolę stężenie rozczyńców, zgęszczenie jonów wodorowych, rodzaj i ilość znajdujących się w roztworze soli, w danym razie także chłonników — absorbencjów. Niekiedy potrzebne jest współdziałanie tlenu. Obecność jego jest wprost konieczna, o ile fotodynamiczne wpływy ograniczają się do działania barwnych promieni. Wzmagają one wielokrotnie wpływ światła i sprawiają, że nawet słabe światło, samo przez się obojętne jako czynnik dynamiczny, sprowadza zniszczenie zaczynu.

Skromniej, aniżeli zakres innych fotochemicznych odczynów, przedstawia się zastęp odczynów fotosyntetycznych. Nie zmniejsza to jednak bynajmniej znaczenia tego efektu działania światła. Posiada on wielką doniosłość, zwłaszcza dla biologii świata roślinnego. Dla objaśnienia jej przy pomocy przykładu, wskazują Pincussen i Neuberger spostrzeżenia Störmera i Ladewiga o powstawaniu za wpływem promieni pozafioletowych estru metylowego kwasu będzwinowego z kwasu będzwinowego, rozpuszczonego w alkoholu metylowym, podnosząc równocześnie znaczenie tej fotosyntezy dla fizjologii roślin.

Mówiąc o odczynach chemicznych, wzniecanych działaniem energii promienistej, wspomnieliśmy kilkakrotnie o współdziałaniu naczulników — katalizatorów. Zasadnicza rola przedstawicieli tej grupy chemodynamicznej może być dwojaka. Polega albo na tem, że tworzą niezbędną podniętę dla powstawania odczynu, albo też na tem, że tylko wspierają, potęgują działanie światła i przyspieszają przebieg całego aktu odczynowego. Zdolność do spełniania jednego czy drugiego zadania posiadają wcale liczne ciała chemiczne, znane bardzo dobrze zarówno w warsztatach przemysłu chemicznego, jak badaczom, pracującym na wielkim biologicznym warsztacie całej przyrody. Dzięki tej znajomości można uzyskiwać bardzo wydajne i bardzo szybkie odczyny chemiczne także w tych przypadkach, w których bez współdziałania naczulników trzeba by na nie długiego czasu, tygodni, a nawet miesięcy.

Z wcale długiego szeregu naczulników, wybijają się na pierwszy plan, zwłaszcza jony żelaza i manganu, oraz barwiki, odznaczające się własnością fluorescencji.

W związku z zmianą o żelazie nie zawadzi przypomnieć, że w myśl badań Baudischa i Welo'a, oraz całego szeregu późniejszych doświadczeń i spostrzeżeń bardzo już licznych przyrodników i lekarzy, na czoło połączeń żelaza wysuwa się pod względem dynamicznym t. zw. czynne żelazo, jako najdzielniejszy naczulnik. A w takiej postaci znajduje się żelazo we wszystkich zawierających je szczawach. I zdaje się nie ulegać żadnej wątpliwości, że od tego właśnie zależą w dużym stopniu ich wielkie walory biodynamiczne. Z całą stanowczością można podobne znaczenie przypisywać jonom manganu, znajduwanym w szczawach żelazistych bardzo często obok żelaza. Wyzyskiwanie tych wód na szeroką skalę w celach leczniczych w ścisłym tego słowa znaczeniu, oraz w celach dijetetyczno-leczniczych byłoby ze wszechmiar pożądane.

Zastęp odczynów chemicznych, powstających przez współdziałanie światła i żelaza, jako naczulnika, jest bardzo znaczny. Najważniejsze z pośród nich wymienia N e u b e r g w następującym porządku:

1. Alkohole zamieniają się w aldehydy.
2. Z poliałkoholów powstają oxialdehydy i oxiketony.
3. Z kwasów tworzą się związki aldehydowe i ketonowe.
4. Monosakcharydy ulegają w pewnej części przemianie na osony.
5. Disakcharydy ulegają inwersji.
6. Polisakcharydy ulegają hidrolizie.
7. Glikozydy ulegają hidrolitycznemu rozszczepieniu.
8. Kwasy aminowe zamieniają się w uboższe od nich o 1 atom C aldehydy przy równoczesnym powstawaniu amoniaku. Podobnie dzieje się z kwasami oxiaminowymi. Kwasy aminokarbonowe zamieniają się na kwasy aldehydowe. To samo odnosi się w pewnym stopniu także do glikokolu.
9. Glicerydy ulegają zmydleniu.
10. Parzyste kwasy fosforowe, pochodzące z związków polihydroxyłowych ulegają takim samym przemianom, jak ich macierzyste związki.
11. Propeptony i peptony ulegają hidrolizie.

Już przez tego rodzaju, jak przytoczone przed chwilą, fotogenetyczne przemiany chemiczne, zaznaczają się zupełnie wyraźnie twórcze zdolności energii świetlnej. Ale w całej pełni ujawnia się ta jej moc dopiero na sprawach fizjologicznego życia światła roślinnego.

Wszystkie złożone, wielodrobinowe ciała, potrzebne do życia, do rozbudowy tkanek i do wzrostu, tworzy każda

zielona roślina sama w sobie z najprostszymi związkami chemicznymi, z nieorganicznych soli, z wody i z bezwodnika kwasu węglowego. Sole bierze z gleby, wodę w przeważnej części również z gleby, bezwodnik kwasu węglowego z powietrza. Przerabia to wszystko drogą misternej syntezy na organiczny materiał budowlany i buduje z niego całe swoje roślinne ciało, zapewne nieodróżnicowane tak bardzo szczegółowo, jak ciało zwierzęce, ale bynajmniej nie tak proste, jakby się na pierwszy rzut oka mogło wydawać.

Najważniejsze zadanie syntetycznej roboty polega na tworzeniu węglowodanów, jako podstawowego materiału budowlanego. Ażeby je spełniać, potrzebuje roślina dwóch czynników: energii promienistej i swojego własnego naczelnika, swego zielonego barwika, spokrewnionego, jak to pokazały badania L. Marchlewskiego, z hemoglobina chlorofilu.

Kolejność, w jakiej wymieniliśmy te czynniki, należałoby, ściśle biorąc, odwrócić i wymienić chlorofil na pierwszym miejscu, bo bez niego niema ani śladu syntezy, a on sam powstaje przez działanie światła jako pierwszy i nieodzowny warunek zupełnie samoistnego życia i rozwijania się rośliny.

Chronologia genezy nie jest wszakże najważniejszym motywem dla wysuwania chlorofilu na pierwsze miejsce. O wiele więcej znaczy ta okoliczność, że według wszelkiego prawdopodobieństwa jemu właśnie dostaje się w udziale rola najistotniejszego czynnika w całym akcie syntezy i że przy tej robocie posługuje się pochłanianymi przez siebie wszystkimi promieniami widma słonecznego. Z prac Willstättera i jego współpracowników wynika, że na wytwarzanie węglowodanów przez rośliny składają się dwie, do pewnego stopnia równorzędne czynności. Jedna z nich polega na pochłanianiu przez chlorofil  $\text{CO}_2$  i spajaniu się z nim, druga na budowaniu chlorofilowego przetleniowego kwasu mrówczanego. Odszczepiony z tego związku formaldehyd ulega polimeryzacji i zamienia się na węglowodan.

Na produkcję organicznej materii roślinnej nie zużywa się wszakże nigdy cały przez fotosyntezę wytwarzany materiał węglowodanowy. Zostaje z niego zawsze bardzo

znaczna nadwyżka, złożona na cały czas okresu wegetacyjnego w nadziemnej części rośliny, a poza tym okresem w jej korzeniach. Inna jej część gromadzi się w rozmaitego rodzaju owocach, równie, jak tamta, bądź to w postaci skrobji, bądź też w różnych odmianach cukru. Powstają w ten sposób przyrodzone składy materiałów odżywczych i pokarm dla roślinożernych zwierząt, a przez ich pośrednictwo, z ich własnego ciała, także dla zwierząt mięsożernych. Bez słońca i bez chlorofilu nie byłoby roślin, a bez roślin nie mógłby powstać świat zwierzęcy.

Na pośrednictwie w powstawaniu w roślinach i przez rośliny materiałów pokarmowych nie kończy się jeszcze działanie słonecznej energii promienistej. Służy ona roślinom także za potężny bodziec do wytwarzania poznanych dopiero w najnowszych czasach, niezbędnych dla zdrowego życia ciał, nazwanych *witaminami*. I fizjologiczny warsztat roślinny jest, zdaje się, jedynym przyrodzonym miejscem ich produkcji, a jeżeli nie jedynym, to w każdym razie najważniejszym.

Dokładniejsze poznanie biochemizmu ustroju roślinnego i doniosłej roli, jaką w nim odgrywa światło słoneczne dostarcza nietylko dobrych podstaw dla zrozumienia złączonej z chemicznymi stawianiami się fizjologii roślin, ale może także służyć do wytłumaczenia bardzo ciekawego zjawiska ruchowego, określanego mianem *fototropji*. Świadczy ono z jednej strony o istnieniu czegoś w rodzaju wegetatywnego instynktu, z drugiej zaś o tem, że pod wpływem światła powstają jakieś przemiany w elementach, służących do zaspokajania instynktownych pożądań przez zwracanie ku światłu zdolnych do zmiany położenia części rośliny. W grę wchodzi tu zdaniem fitofizjologów sprawa biochemiczne z tworzeniem związków chemicznych, spełniających m. in. także rolę ruchowych drażników.

Za bardzo dobry przykład samorodnego fototropijnego zjawiska w zupełnie wolnej przyrodzie może służyć niezwykle szybkie bujanie młodych drzew, rosnących w grupie starszych i wyższych od nich okazów, trwające tak długo, dokąd korony ich nie zrównają się z koronami pierwotnie wyższych od nich drzew. Równie dobrze ilustruje je rozrastanie się drzew piramidalnych. Północne ich odrośla strzelają prosto w górę, wyginają się nawet łukowato, zwracając szczytowe gałązki ku południowi, ażeby zdo-

bywać jak najczęściej światła i słońca. Stożek drzewa kształtuje się bardzo foremnie. Odgałęzienia, wyrastające po stronie południowej bywają wcale często niesforne, odstają od pnia i psują zarysy piramidy. Słońce ciągnie je ku sobie nawet wbrew ich własnym rozrostowym skłonnościom. Zdarza się tak z piramidalnymi dębami i z tujami, z wyrastającymi w drzewa jałowcami, z włoską topolą i t. d. Ku słonecznym stronom zwraca najchętniej kielichy swoich kwiatów bardzo wiele roślin łąkowych i ogrodowych. Także i całe listowie rozkłada się w ten sposób, żeby zbierać jak najczęściej promieni słonecznych.

Wprost drastyczne zjawiska fototropji, powstają przy zupełnie celowem naświetlaniu roślin sztucznem światłem. Młode, piórkowate listowie zbóż, n. p. owsa, można w ten sposób wygiąć o  $90^\circ$  i rozłożyć wprost na ziemi.

Efekt działania zależy tak od natężenia światła, jak od czasu naświetlania. Oba te czynniki zastępują się wzajemnie do tego stopnia, że o skutku naświetlania rozstrzyga iloczyn ich wartości. Przez bardzo długie naświetlanie osiągnąć można według v. Guttenberga pewien skutek przy świetle, dostarczajacem zaledwie 0.000008 części energii jednej świecy Hefnerowskiej. Spore, niekiedy wprost rozstrzygające znaczenie posiada miejsce, wystawione na działanie promieni świetlnych. Doświadczenia R o t h e r t a z listowiem skielkowanego owsa pokazały, że zjawisko fototropji powstaje zupełnie łatwo i pewnie tylko po naświetleniu samego szczytu listków, jako najwrażliwszej części rośliny. Trafiająca ją podnieta przebiega w dalszym ciągu całą roślinę, zapewne aż do korzeni i wywołuje odruchowe krzywienie się łodyżki. Nadmiar światła może spowodować odwracanie się rośliny — fototropia zamienia się poniekąd w fotofobję, albo, co to samo oznacza, staje się z dodatniej ujemną. Godzi się podnieść także i ten szczegół, że sposób oddziaływania rośliny na trafiające ją promienie świetlne, zależy w sporym stopniu od jej wegetatywnego nastrojenia. Roślina, rosnąca w silnie zacienionem miejscu, a tembardziej w ciemności, zachowuje się po przeniesieniu jej w pełne światło zgoła inaczej, niżeli roślina, oswojona zupełnie ze światłem. Nieobojętny jest także rodzaj światła. Z badań B l a u w'a dowiedzieliśmy się, że z całego widma słonecznego najznacniejszy wpływ wywierają promienie niebieskie o długości

fali 0.43 — 0.50  $\mu$ , więc tak blade, jak ciemno niebieskie. W stronę promieni z dłuższą falą słabnie ten wpływ coraz bardziej i znika prawie zupełnie na czerwonej granicy widma.

Na tle takiego samego dążenia ku światłu, co roślinna fototropia, powstaje także, podobna do niej zupełnie w swojej istocie, fototaksa wszelkiego rodzaju pierwotnych tworów, obdarzonych swobodą ruchów, jak n. p. zarodniki alg, niektóre rodzaje euglen, wolwakacen i t. d. Na żywość fototaksy wpływa bardzo wyraźnie rodzaj płynnego środowiska, w którym żyją należące tu twory. Wzmaga ją n. p. według spostrzeżeń Loeba bardzo znacznie lekkie zakwaszenie wody. Wszelkiego rodzaju modyfikacje powstają pozatem przez te same zmiany, które wpływają na stopniowanie zjawisk roślinnej fototropji.

Pożądanie światła i szukanie go jest zresztą bardzo powszechną dążnością całego niższego świata zwierzęcego. Poznawaniem szczegółów tej dążności zajmował się zupełnie systematycznie J. Loeb przy badaniu życia niektórych odmian polipów, oraz gąsienic niektórych motyli. Na fototaksę gąsienic zwracał uwagę także W. Ostwald. Ale trzeba jednak wskazać także wprost przeciwne zjawisko i przypomnieć, że niektóre gatunki zwierząt nie odznaczają się bynajmniej zamiłowaniem do światła. Cały sposób ich życia łączy się raczej z unikaniem światła, z pewnego rodzaju fotofobją. Dla przykładu można tu wskazać dżdżownice, gąsienice wielu chrząszczy, n. p. chrząszcza majowego, szkodniki, żywiące się korzeniami roślin, jak turkoć podjadek, wszystkie odmiany ciem, z pośród zwierząt kręgowych krety i nietoperze. Z całą słusnością nazwałoby można tego rodzaju stworzenia przynajmniej względnymi fotofobami.

Niepożądane wpływy świetlnej energii, wywołujące dążenia ochronne w postaci ujemnej fototropji, tworzą ponieważ przejście do zupełnie już drastycznego działania promieni, do niszczenia rozmaitego rodzaju drobnoustrojów, a więc do sprawy, posiadającej bardzo doniosłe znaczenie w życiu i w gospodarstwie całej żywej przyrody. Zajmowano się nią zupełnie dokładnie już w ostatniem ćwierćwieczu ubiegłego stulecia. Jako pierwsi w szeregu badaczy, podali wyniki swoich doświadczalnych spostrzeżeń Dawnes i Blunt w r. 1877 i donieśli



o bakterjobójczym działaniu promieni słonecznych. Nieco później przyszło poznanie, że istotne znaczenie w dziele niszczenia drobnoustrojów posiadają promienie pozafioletowe. Znaczenie tego dorobku zamykało się na razie w ramach raczej tylko teoretycznych zainteresowań. Powszechniejsze zajęcie obudziły dopiero badania Finsena i jego szkoły, zmierzające do stworzenia dobrych naukowych podstaw dla leczenia światłem, jako nowego działu fizjoterapii. W wynikach ich znalazło się potwierdzenie dawniejszych spostrzeżeń o wpływie promieni świetlnych na bakterje i o górującym znaczeniu promieni pozafioletowych. Ale równocześnie z tem pokazało się, że moc zabijania drobnoustrojów posiadają także inne rodzaje promieni, o ile działają w środowisku, zawierającym w sobie dostateczną ilość tlenu, a dalej także i to, że bakterjobójcza dzielność wszystkich zwiększa się nawet wielokrotnie przy obecności ciał, obdarzonych własnościami fluorescencji. Trzeba wszakże dodać do tego, że uczulające wpływy ciał fluorezujących słabną, a nawet znikają zupełnie w roztworach, zawierających w sobie ciała białkowe, o których wiemy, że odznaczają się bardzo wielką odpornością wobec promieni świetlnych.

Ze zdolności niszczenia drobnoustrojów przez energje świetlną odnosi ogromna korzyść cała przyroda, a w niej także i cała ludzkość. Promienie słoneczne spełniają dla niej na wielką skalę pomyślaną czynność odkażania, odgrywają rolę wszechświatowej policji biologicznej. A służą jej wszędzie, w powietrzu, na powierzchni ziemi, względnie na powierzchni przeróżnych znajdujących się na niej przedmiotów, w sporych rozmiarach także w płynących i w stojących wodach.

W powietrzu działają wspólnie z światłem wysychanie i brak niezbędnego bakterjom do życia pożywienia. Niejakie znaczenie wypadaloby może przypisywać zdarzającym się od czasu do czasu gwałtownym wyładowaniom elektrycznym i złączonym z niemi nagłym zmianom jonizacji powietrza, oraz tworzącym się pod wpływem wyładowań elektrycznych tego rodzaju związkom chemicznym, jak ozon, dwutlenek wodoru i tlenki azotu, względnie kwas azotowy. Mimochodem trzeba także wspomnieć o mechanicznem oczyszczaniu powietrza przez wodę opadów atmosferycznych.

Na powierzchni ziemi ulegają zabójczemu działaniu promieni słonecznych bardzo łatwo bakterje, leżące zupełnie wolno i niczem nie osłonięte. Większą odpornością odznaczają się gatunki, zdolne do tworzenia postaci zarodnikowych. Znaczną przeszkodę tworzą dla światła okrycia z jakiegokolwiek masy białkowej. Wiemy n. p. bardzo dobrze, że w plwocinie, odksztuszonej przez chorych na gruźlicę na wolnym powietrzu wprost na ziemię, zachowują bakterje gruźlicze stosunkowo bardzo długo swoją żywotność i zdolność zakażenia. Równie dobrą osłonę daje nawet zupełnie cienka warstwa ziemi. Ale jednak nie można utrzymywać, żeby niweczyła zupełnie zdolność bakterjobójczego działania promieni słonecznych. Wprawdzie najdzielniejsze z nich, pozafioletowe, pochłaniane przez samą nawierzchnię, nie wnikają już w leżącą pod nią warstwę, ale czynią to inne promienie i mogą wywierać pewien wpływ przy współdziałaniu tlenu zupełnie bezpośrednio, a przez wzniesienie odczynów chemicznych także pośrednio.

Dla wód, zapelniających przyrodzone zbiorniki, zarówno dla stojących, jak płynących, niesie słoneczna energia promienista, zdolność t. zw. samoroznego oczyszczania się. W istocie rzeczy jest sama przez się najdzielniejszym czyszczącym czynnikiem.

Według spostrzeżeń H. Buchnera, poczynionych na jeziorze starnbergskim, ulegają bakterje działaniu promieni słonecznych jeszcze w głębokości 1.5 — 2.0 metrów. Na samej powierzchni wody i tuż pod nią dzieje się to wcale szybko, w dalszych warstwach stopniowo coraz powolniej.

Na dzieło niszczenia składają się z jednej strony zupełnie bezpośredni wpływ promieni, z drugiej zaś równie niedobry wpływ wytworów utleniania, powstających pod wpływem światła słonecznego, wśród nich w pierwszym rzędzie dwutlenku wodoru. Przez utlenianie dokonuje się nadto rozkład wszelkiego rodzaju ciał organicznych, zanieczyszczających wodę. Zadanie usuwania zarówno bakteryj, jak zanieczyszczeń innego rodzaju spełniają poza tem w bardzo wydatny sposób drobne twory amebowate, przebywające w wodzie rzek, jezior i stawów nawet w bardzo licznych gromadach.

Nader ważne uzupełnienie bakterjóbójczego działania promieni słonecznych tworzy ich zdolność do zmniejszania i unicestwiania jądowitości jądów bakteryjnych. Odznaczają się nią zwłaszcza promienie pozafioletowe. To też posługiwano się nimi niemal przy wszystkich badaniach, przedsięwziętych celem dokładnego poznawania wpływu światła na trucizny organiczne tego pochodzenia.

Znajomość skutków działania światła w dziedzinie fizyki, chemji i biologji żywych stworzeń niższego rodzaju tworzy równocześnie podstawę dla zupełnie celowych badań, zajmujących się poznawaniem zjawisk fizjologicznych i niefizjologicznych, powstających za wpływem światła w ustroju ludzkim, względnie zwierzęcym i służy za dobre wskazówki dla tłómaczenia tych zjawisk. To, co się dzieje w retortach chemicznych naukowych pracowni, czy zakładów przemysłowych, powtarza się z pewnemi modyfikacjami także w żywych ustrojach, bez względu na ich hierarchiczne stanowisko w wielkiem państwie całej przyrody.

Niezbędny warunek bioenergetycznego wpływania promieni świetlnych na sprawy fizjologiczne i na gospodarke ustroju określa to samo prawo Drapper-Grotthusa, o którym wspomnieliśmy już wyżej, t. zn. że tworzy go zdolność wchłaniania ich przez żywą materję rozmaitego rodzaju tkanek. To też zachowanie się tkanek wobec promieni widma słonecznego, wchłanianie ich, przepuszczanie i odbijanie, posiada podstawowe znaczenie dla całej biologicznej fotodynamiki. Na pierwszy plan wysuwa się tu skóra, jako narząd, spełniający ważne zadania fizjologiczne i jako powłoka, chroniąca ciało przed bezpośrednim stykaniem się z powietrznem środowiskiem.

W obrazie całej struktury skóry odrzynają się od siebie bardzo wyraźnie dwa pokłady, pokład naskórkowy — epidermis — i pokład podnaskórkowy — cutis. — Jeden i drugi składają się z kilku warstw. W naskórkowym idą kolejno po sobie: warstwa zrogowaciałego naskórka — stratum corneum, — warstwa jasna — stratum lucidum, — warstwa ziarnista — stratum granulosum, — wreszcie ostatnia, warstwa rozrodcza — stratum germinativum, — określna także jako warstwa Malpighiego — stratum Malpighii. — Pokład podnaskórkowy składa się z właściwej skóry — corium — i tkanki podskórnej. Górną warstwę właściwej skóry tworzą gęste spłoty pęczków tkanki łącznej, krzyżujących się ze sobą w rozmaity sposób i w roz-

maitych kierunkach, z rozrzuconymi wśród nich, nielicznymi, zaledwie dostrzegalnymi przestworami. Nazwano je częścią *brodawką* — *pars papillaris*. — Przez stopniowe ubywanie pęczków tkanki łącznej powstają w niej, nieco głębiej, coraz wyraźniejsze próżnice, przypominające swoim kształtem figurę rombów, opisywane jako *romby Langera*. Całość sprawia wrażenie siatki, o różnej wielkości oczkach, rozrzuconych wcale dowolnie. Podobieństwem z siatką zawdzięcza swoją nazwę części siatkowatej — *pars reticularis*. — Dalszy jej ciąg tworzy warstwa podścieliskowa skóry, zbudowana z włókien tkanki łącznej i z licznych włókien sprężystych. Włókna te znajdują się zresztą także we wszystkich wyższych warstwach i sięgają aż pod warstwę zrogowaciałego naskórka, cieniejąc w nich coraz bardziej. Z licznych ich nagromadzeń pod warstwą zrogowaciałą powstaje bardzo subtelnie utkana siateczka.

Pierwszy bardzo ważny dorobek, uzyskany z badań, zajmujących się dokładnem poznawaniem wpływu promieni słonecznych na skórę, zawdzięcza nauka fotodynamiki słonecznej w istocie rzeczy zupełnie pospolitym spostrzeżeniom o t. zw. *słonecznym zapaleniu skóry*. Powstawanie tego rodzaju zapalenia szczególnie łatwo na wielkich wysoczyznach wśród śniegów i lodów, zwłaszcza na lodowcach, oraz na lodowych polach okolic podbiegunowych, określonego wprost jako *oparzelina lodowcowa* — *Gletscherbrand* —, uzasadniało samo przez się przypuszczenie, że w zespole promieni słonecznych znajdują się tam jakieś możniejsze czynniki, aniżeli w niezaśnieżonych równinach. Istotę ich wyjaśnił stosunkowo dość już dawno, bo w r. 1888. szwedzki badacz *Widmark*, donosząc, że zdolnością wywoływania oparzeliny słonecznej odznaczają się promienie chemiczne, wzgl. biochemiczne, zwłaszcza pozafioletowe. Większa ich obfitość na znacznych wysokościach, spotęgowana jeszcze przez bardzo silne odbicie od lodu i od zlodowaciałego śniegu w górach, sprawia, że skóra ulega tak łatwo i w tak znacznym stopniu drażniącemu działaniu światła słonecznego. Na lodowych obszarach podbiegunowych dzieje się to samo głównie przez wpływ promieni pozafioletowych, pochodzących z odbicia. Zupełnie takie same wyniki otrzymał ze swych badań w r. 1891. *Hammer*, a nieco później także *Finsen* wraz ze swoimi współpracownikami.

Zapalenia skóry, przypominające zupełnie dokładnie oparzelinę lodowcowa, jakkolwiek nie tak ciężkie, zdarzają się w cieplej porze roku także w zwykłych klimatycznych warunkach, jako następstwo dłuższego przebywa-

nia w pełnym słońcu, na wodzie, w sąsiedztwie skał, odznaczających się zdolnością silnego odbijania promieni, na piaskach, na niezacienionych drzewami drogach, a nawet na łąkach i na polach. Tworzą one poniekąd przejście od bardzo drastycznych do łagodniejszych skutków działania słonecznej energii promienistej na skórę, znanych jako rumień słoneczny — erythema solare — w ogólnych zarysach z zwykłych spostrzeżeń codziennego życia. Bardzo dokładnie i systematycznie zajmował się ich poznawaniem przez osobne doświadczenia zwłaszcza F i n s e n.

Badania twórcy nowoczesnej fototerapii pokazały, że widoczne następstwa drażnienia zjawiają się nie bezpośrednio po naświetleniu, lecz stosunkowo dość późno, po upływie kilku, a nawet kilkunastu godzin. Istotę ich tworzy ciemnoczerwone zabarwienie całego obszaru skóry, poddanego działaniu światła, utrzymujące się przez dłuższy lub krótszy przeciąg czasu, zależnie od siły światła i od miary czasu naświetlania. Z zaczerwienieniem, wywołanem przez dłuższe działanie silniejszego światła, łączy się zawsze znaczna wrażliwość i bolesność skóry. Na sobie samym stwierdził ją n. p. F i n s e n już po 20-to minutowem naświetlaniu światłem lampy łukowej, zawierającym sporo promieni pozafioletowych. Skóra zbladła w tem doświadczeniu dopiero po kilku dniach, łuszcząc się równocześnie bardzo silnie. Ostateczny efekt polegał na wydatnem brązowym zabarwieniu, utrzymującym się przez pół roku. Zupełnie podobne skutki sprowadzał H a s e l b a c h przez naświetlania słabem światłem, powtarzane kilkakrotnie w krótkich odstępach czasu. Trzeba do tego jeszcze dodać, że sprowadzają je nie tylko promienie pozafioletowe, ale także krótkofaliste barwne promienie.

Taki sam odczyn skórny powstaje także jako następstwo działania światła słonecznego w zupełnie wolnej przyrodzie z tą tylko różnicą, że zaczerwienienie zjawia się o wiele prędzej, jako doraźny efekt wpływu, wywieranego przez silniej ogrzane powietrze i przez ciepłe promienie słoneczne. Skala tych odczynów jest wcale szeroka.

Oprócz odczynowości, niewykraczającej w istocie rzeczy poza ramy zjawisk fizjologicznych, zdarzają się, jako wyraz chorobliwego przewrażliwienia skóry, odczyny zupełnie nie-

fizjologiczne, a nawet powstają typowe fotogenetyczne choroby skórne.

Przyczyna różnego oddziaływania skóry, wystawionej na działanie promieni słonecznych, tkwi niewątpliwie w jej przyrodzonych, lub nabytych właściwościach. I w ten sposób ocenia ją oddawna medycyna kliniczna i klimatologia lekarska, jakkolwiek nie było na to bezpośrednich dowodów, czerpanych z wyników zupełnie celowych badań doświadczalnych. Dowody tego rodzaju przyniosły dopiero nowsze czasy wraz z poznaniem zachowania się wobec promieni świetlnych pojedynczych warstw skóry pod każdym względem prawidłowej. Do rzeczowej oceny stanów i objawów przewrażliwienia posłużyły prace, zajmujące się badaniem doświadczalnych uczuleń skóry i torowaniem drogi dla leczenia uczuleń samorodnych.

Podstawowe znaczenie dla nauki o biodynamice światła posiada poznanie, że fizyczne efekty zetknięcia się promieni z ciałem ludzkim czy zwierzęcem zależą zasadniczo od ich fizycznej przyrody. W pracy z r. 1908, opartej na wynikach własnych i cudzych badań, określił tę zależność bardzo dokładnie Schmidt, podając skalę stopniowanej przenikliwości promieni o różnej długości fali. Największą zdolnością przenikania wszystkich tkanek, to znaczy zdolnością przechodzenia przez nie bez wywierania wyraźnego wpływu biodynamicznego odznaczają się promienie pozaczerwone, a po nich stopniowo coraz mniejszą w kolejnym porządku promienie czerwone, pomarańczowe, żółte, zielone, niebieskie i fioletowe, wreszcie, jako ostatnie, pozafioletowe, pochłaniane bardzo łapczywie już na samej powierzchni ciała.

Przyczyna różnej przenikliwości tkwi zapewne w niejednakowej aktinofilji tkanek, zależnej od ich struktury fizycznej i od drobiazgowej chemicznej budowy koloidów tkaninowych. Znaczenie czynników chemicznych podnosi zwłaszcza badacz rosyjski, Mesernicki w swojej publikacji z roku 1927, poświęconej sprawie biofizyki promieniowania słonecznego.

Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że w dziele pochłaniania promieni krótkofalowych, w pierwszym rzędzie promieni pozafioletowych, główną rolę odgrywać musi skóra. Wynika to nie tylko z tego, że na niej skupia się zupełnie bezpośrednio działanie światła, ale także z tytułu fizycznej

i chemicznej struktury jej utkania, wyróżniającej ją bardzo dosadnie z pośród wszystkich innych narządów. Odgrywając ją spełnia równocześnie dwa zadania, zadanie filtrowania tego rodzaju promieni, któreby z całą pewnością wyrządzały szkodę innym, głębiej położonym narządom i zadanie transformatora pochłoniętej energii promienistej. Przez spełnianie ich staje się skóra jakby fizjologicznym bardzo pomysłowym instrumentem fizycznym.

Fizjologiczność instrumentu sprawia, że cała jego robota nie może się odbywać na zasadzie stałego matematycznego wzoru, że muszą w niej być jakieś stopniowania. Świadczą o tem aż nadto dobrze niezupełnie jednakowe wyniki badań, przedsięwziętych przez rozmaitych badaczy. Ale niezgodność ta nie jest bynajmniej zasadnicza i nie przeszkadza stworzeniu obrazu tego, co się z promieniami dzieje w całej skórze. Sporo bardzo wartościowego materiału dostarczyły tu zwłaszcza nowsze prace wcale licznych badaczy, m. in. Mitschera, Andersona i Machta, A. Bachema i C. J. Reeda, Gigona, Pearsona, Andersona (jr) i Fräsera, T. Takahaskiego.

Wyniki wszystkich tych badań pokazują, że skóra, zarówno żywa, jak pochodząca z zwłok, odznacza się wybitną zdolnością pochłaniania promieni pozafioletowych. Takahiski stwierdził niemal zupełną nieprzepuszczalność skóry królika, przy grubości nieco większej, aniżeli 0.1 mm. dla promieni poniżej 0.28  $\mu$ . Poza tem dodaje jeszcze w swoim sprawozdaniu, że z promieni o fali 0.36—0.30  $\mu$  przechodzi przez skórę z przekrojem ponad 0.25 mm. zaledwie  $\frac{1}{1000}$  —  $\frac{1}{40000}$  część całej, spływającej na skórę ilości. Przeogromna jej większość gubi się w skórze. W przeważnej części odbywa się to pochłanianie w warstwie zrogowiałego naskórka — stratum corneum — i w warstwie ziarnistej — stratum granulosum, — w mniejszej w warstwie rozrodczej — stratum germinativum, — a nawet już w pokładzie właściwej skóry, w corium.

O znaczeniu całego pokładu naskórkowego objaśniają bardzo dobrze porównawcze badania W. T. Andersona (jr) i H. D. Fräsera, zajmujące się określeniem jego świetlnej chłonności u dzieci i u osób dorosłych. Przez cienki naskórek skóry dziecięcej, o przekroju 0.15—0.25 mm

przenika z promieni pozafioletowych, o fali  $0.256 \mu$ , nie znajdujących się jeszcze w ziemskim widmie słonecznym, 0.5%, z promieni o fali  $0.296 \mu$  1 — 5%, z promieni o fali  $0.313 \mu$  5 — 10%. Natomiast przepuszcza naskórek osób dorosłych, którego grubość wynosi przeciętnie 1 mm., co najwyżej 0.1% wszystkich promieni pozafioletowych.

Jeszcze dalej poszli w określaniu zdolności pochłaniania krótkofalowych ciemnych promieni przez naskórek Bachem i Reed, wyróżniając chłonne właściwości samej tylko jego warstwy zrogowaciałej. Po stwierdzeniu, że skóra z zupełnie świeżych zwłok i skóra żywa nie różnią się prawie zupełnie pod względem własności aktynofilnych, sporządzali z zamrożonej skóry podeszew różnej grubości podłużne skrawki, począwszy od grubości 0.01 mm. i badali ich zdolność pochłaniania i przepuszczania promieni, o rozmaitej długości fali. Badania te pokazały, że zrogowaciała warstwa naskórka przewyższa pod względem zdolności chłonięcia wszelkiego rodzaju promieni pozafioletowych wszystkie inne warstwy naskórkowe, a tembardziej warstwy właściwej skóry. Na osobną wzmiankę zasługuje zwiększanie się chłonności w miarę malenia fali, a więc dla promieni pozafioletowych ziemskiego widma słonecznego w granicach  $0.40 - 0.28 \mu$ , z szczytową wartością wobec najkrótszych, a równocześnie pod względem biodynamicznym najdzielniejszych, a więc zdolnych wyrządzać największe szkody biologiczne. Nie zawadzi przy tej sposobności wspomnieć, że te najkrótsze promienie odkryć można w ziemskim widmie słonecznym według Götza tylko wyjątkowo w wyższych częściach atmosfery i przy wysokim położeniu słońca.

Słabsza, ale zawsze jeszcze bardzo znaczną zdolność chłonięcia ciemnych promieni krótkofalowych posiada warstwa ziarnista, z tem tylko ograniczeniem, że promienie o fali  $0.28 \mu$  pochłania zaledwo w śladach, a więc zachowuje się wobec nich wprost przeciwnie, aniżeli warstwa zrogowaciała.

Zupełnym już brakiem tej zdolności odznacza się warstwa rozrodcza naskórka. Natomiast bierze w siebie bardzo łapczywie barwne promienie o najkrótszej fali, następujące w obrazie widma słonecznego bezpośrednio po promieniach pozafioletowych.



W skórze właściwej układają się stosunki dość rozmaicie.

Badania, przeprowadzane na żywej skórze dały dla pokładu naskórkowego takie same wyniki, jak badania aktinofilji w martwej skórze. I w niej także odbywa się pochłanianie promieni pozafioletowych, zwłaszcza z falą około 0.28  $\mu$ , w przeważnej części w warstwie zrogowaciałej i w warstwie ziarnistej. Promienie o fali dłuższej i krótszej od 0.28  $\mu$  wnikają częściowo głębiej i ulegają wchłonięciu w warstwie rozrodczej i w właściwej skórze. Na uwagę zasługuje wybitne zwiększanie się chłonności warstwy zrogowaciałej wobec promieni o bardzo krótkiej fali, począwszy od 0.25  $\mu$ . Z promieni o fali 0.20  $\mu$  nie przechodzi już przez nią ani nawet mała cząstka. Szczegół ten posiada zapewne spore znaczenie dla fototerapii, posługującej się sztuczną energją promienistą z dużą ilością promieni o nader krótkiej fali.

Z pośród barwnych promieni pochłania skóra w bardzo wielkiej ilości promienie o krótszej fali aż do zielonych włącznie. Dzieje się to w silnie unaczynionej skórze właściwej i w podskórnym pokładzie tkanki łącznej. Znaczniejsza część tych promieni pochodzi wprost od słońca, część mniejsza z dokonującej się w wierzchnich warstwach naskórka przemiany promieni pozafioletowych na promienie fioletowe i niebieskie. Wszystkie inne barwne promienie i krótkie promienie pozaczzerwone, przechodzą przez skórę do wnętrza ciała. Natomiast zatrzymują się w niej w dość sporej ilości długofaliste „gorące“ promienie, grzeją ją, a nawet mogą wywoływać zjawiska oparzenia z tworzeniem się pęcherzy.

Jako drugi narząd, odznaczający znaczną chłonnością wobec długofalistych promieni pozaczzerwonych, wymienia G i g o n pluca, zaznaczając równocześnie, że wprost przeciwnie zachowuje się cały układ mięśniowy. Pośrednie stanowisko zajmują mózg, wątroba, nerki, śledziona, kości i skóra.

Lęczywość, z jaką naskórek w górnych swoich warstwach chłonie promienie pozafioletowe, znane jako najdzielniejsze świetlne czynniki biodynamiczne, oceniania pod kątem widzenia przyrodniczej teleologii, nadaje mu wybitne piętno narządu ochronnego, przeznaczonego do zabezpie-

czania ustroju z jego wrażliwymi narządami wewnętrznymi przed niepożądanymi wpływami słonecznej energii promienistej.

Podobnie, jak każdy inny narząd, posiada także skóra zdolność dostosowywania swojej czynności i swojego bioanatomicznego stanu do potrzeb ustroju, dyktowanych przez wpływ powietrznego środowiska i przez powstające w niem zmiany, w danym przypadku przez zmiany jego klimatu świetlnego. Wyrazem tej zdolności są t. zw. świetlne odczyny — słoneczny rumień, słoneczne zapalenie i słoneczna oparzelina skóry, o których wspominaliśmy już nieco wyżej. Odczyny te dowodzą, że suma spływającej na skórę słonecznej energii promienistej przekroczyła już miarę ochronnych przysposobień skóry, a tem samem, że trzeba je podnieść na wyższy poziom.

Z tego, co wiemy o losach promieni słonecznych w skórze trzeba wraz z *Bachem* i *Reedem* wnieść, że odczynowy rumień powstaje najwcześniej w warstwie ziarnistej naskórka lub w właściwej skórze, a dopiero w dalszym ciągu rozszerza się na górne warstwy naskórka.

Za bodziec, wywołujący przekrwienie, możnaby uważać z niewątpliwą słuszością silniejsze ogrzanie skóry. Ale nie sposób pomijać jeszcze innego wpływu, czysto biochemicznego, wywieranego przez znajdującą się także w skórze, zwłaszcza w pokładzie naskórkowym, histaminę, względnie przez jakieś spokrewnione z nią bardzo blisko ciało. *Levis*, autor obszernej monografji o naczyniach skórnych, wyraża zupełnie stanowczo przekonanie, że wszystkie odruchy naczyń skórnych powstają raczej przez pośrednictwo histaminy, a nie przez bezpośredni wpływ nerwów naczynioruchowych. O wybitnem jej działaniu na naczynia skórne, świadczą także sprawozdania o skutkach jontoforezy histaminowej, wprowadzonej do lecznictwa schorzeń reumatycznych przez *Deutscha*, wśród nich obszerne sprawozdanie *A. Laqueura*, ogłoszone w roku 1932.

Łatwość, z jaką histamina pod wpływem bodźców skórnych powstaje z swojego pierwowzoru, złożonego w ustroju, w znacznej ilości w naskórku, a według *W. Koskowskiego* także w ciałkach czerwonych krwi, względnie, jeżeli istnieje tam już jako taka, łatwość, z jaką się uwalnia z swoich biologicznych osłonek, flu-

maczy aż nadto dostatecznie rychle powstawanie przekrwienia za wpływem energicznych promieni słonecznych. O ileby chodziło o dowody tego jej uwalniania się i wkraczania do obiegu krwi, to wskazać można w tym celu pracę J. Jankowskiego z r. 1932, streszczającą wyniki doświadczeń, wykonywanych pod kierunkiem W. Koskowskiego w Instytucie Farmakologii Doświadczalnej U. J. K. we Lwowie, właśnie dlatego, żeby wykazać przechodzenie histaminy do surowicy krwi po rozmaitego rodzaju drażnieniach skóry.

W najłżejszej swojej postaci zdradza się rumień świetlny bardzo tylko nieznaczem zaróżowieniem skóry. Znaczniejszemu podrażnieniu towarzyszy barwa żywo-czerwona i lekkie wychylanie się na powierzchnię mieszków, jeszcze większemu barwa ciemnoczerwona i wyraźne wystawanie mieszków; przy nader wielkiem tworzą się nawet pęcherze.

Bez względu na stopień odczynu powstaje zawsze, jako jego końcowy, zupełnie celowy efekt, zgrubienie warstwy zrogowaciałej naskórka, poprzedzone w przypadkach z wyraźnem zapalnym przekrwieniem skóry złuszczeniem się naskórka, w przypadkach z ledwo zaznaczonym rumieniem bez wyraźnego złuszczenia. Zgrubienie to tworzy w myśl przyjętego już powszechnie zapatrywania Mitschera najistotniejszy czynnik ochrony przed nieporządanymi wpływami słonecznej energii promienistej, tak samo zresztą, jak przed takimi samymi wpływami, pochodzącymi z sztucznych źródeł światła.

Dalsze, wprost już wpadające w oczy i znane skutkiem tego powszechnie, następstwo świetlnego odczynu, niezależne zresztą od rumienia, tworzy mniej lub więcej znaczne zbrunatnienie skóry, jako wyraz gęstszych skupień barwikowych ziarenek, zgrupowanych koło komórek i zapewniających im przez to lepszą osłonę przed promieniami słonecznymi.

Sprawa powstawania barwika skórniego, nie jest jeszcze wyjaśniona z całą naukową ścisłością. Po badaniach Meirovskiego z wynikami, streszczonemi w publikacjach z lat 1906 i 1913, i po uznaniu za rzecz niewątpliwą, że pigment skóry należy do grupy barwików melaninowych, zajął się Bloch wyszukaniem

jakiegoś takiego ciała chemicznego, któreby dostarczało stosownego, na polę już gotowego materiału dla powstawania skórnej melaniny. Wychodził przy tem z niewątpliwie zupełnie słusznego założenia, że komórki, w których się tworzy, nie budują jej drogą syntezy z organicznych pierwocin, a zajmują się li tylko przekształcaniem spokrewnionego z nią związku. Ciało chemiczne tego rodzaju znalazł, w spowinowaconym z tyrozyną fenolu, w dioxyfenylalaninie, nazwanej w skrótowaniu „depa“. Po wprowadzeniu jej w skórę następowała przemiana na barwik melaninowy. Opierając się na wyniku tych doświadczalnych spostrzeżeń, przyjmuje Bloch, że w skórze znajduje się zawsze w pewnej ilości bezbarwna pierwocina melaniny i że zamiana jej na barwik dokonuje się przez działanie wytwarzanego w komórkach skóry swoistego zaczynu — barwikowej oxydazy. Pewnego rodzaju uzupełnienie tego toku myśli i tłumaczenia chemicznego mechanizmu, działającego przy powstawaniu barwika skóry, przynoszą badania Lutz'a przez stwierdzenie, że do uczynniania oxydazy potrzebne jest działanie energii promienistej. Światło odgrywa w ten sposób rolę, podobną do roli katalizatorów.

W całym tem, zupełnie zresztą konsekwentnem pojmowaniu genezy barwika skóry jest wszakże nie dająca się jeszcze niczem zapelnąć luka. Niema odpowiedzi na pytanie, skąd bierze się, względnie skąd pochodzi prapostać melaniny. Za rzecz, nie ulegającą, zdaje się, żadnej wątpliwości, możnaby uznać jedynie tylko to, że pewien zapas prapostaci barwika znajduje się stale w skórze. Świadczą o tem m. in. także badania G. O. E. Lignaca i pokazanie przez nie, że w martwej skórze powstaje po naświetleniu taka sama melanina i takie samo brunatne zabarwienie, jak w skórze żywej.

Przy ocenianiu ochrony, dostarczanej przez barwik skóry, ścierają się ze sobą dwa zapatrywania. Jedno, wyznawane i propagowane zwłaszcza przez Kellera, odmawia mu wszelkiego znaczenia ochronnego; w myśl drugiego ma zabezpieczać komórkowe twory skóry przed działaniem promieni cieplnych długofalistej, pozaczerwonej części widma słonecznego, a w myśl wyników badań, przeprowadzanych na większą skalę przez H. Meyera i H. Kirchhoffa, także przed działaniem promieni pozafioletowych.

Wpływ promieniowania słonecznego na skórę nie ogranicza się na wzniesieniu zmian rozrostowych i na zapewnianiu przez nie skutecznej ochrony przed nadmiernym działaniem światła. Wraz z nimi zwiększa się z zasady także powszechna biologiczna jedność i odporność skóry, a przez jej pośrednictwo także biologiczna tężyzna całego ustroju i zdolność do zwalczania szkodliwych dla zdrowia rozmaitych zewnętrznych czynników. Dla uwydatnienia tego zakresu w życiowej roli, odgrywanej przez skórę, stworzył Hoffmann pojęcie eozofilaksji, rozczłonkowane w najnowszych czasach przez P. Woringera. Podstawę rozczłonkowania tworzą znamiona zupełnie nieswoistej odporności, na pierwszym miejscu zdolność przeciwstawiania się wpływowi atmosferycznym, z jednej, a zwalczania zakażeń, manifestujących się typowymi osutkami skórnymi z drugiej strony. Na określenie nieswoistej odporności służy wyrażenie dermofilaksja; za nazwę dla odporności swoistej służy słowo dermoantergja. Uzasadnienie dla wprowadzenia tego drugiego pojęcia tworzą spostrzeżenia o osutkach odrowych i w ospie wietrznej, oraz po szczepieniach krowianką ospową na skórze, naświetlanej w okresie wylegania tych chorób i na skórze zasłoniętej. W pierwszym przypadku są te osutki zawsze znacznie silniejsze, aniżeli w drugim. Różnice pojmuje Woringer jako wyraz niejednakowej wartości ciał ochronnych, wytwarzanych przez ustrój dla zwalczania zakażenia. Słabsze osutki dowodzą mniejszej, silniejsze większej wartości tych ciał.

O biochemicznym i biofizycznym mechanizmie powstawania większej tężyzny i większej odporności tak samej skóry, jak całego ustroju wiemy jeszcze stosunkowo bardzo niewiele. Ale w każdym razie możemy już powiedzieć przynajmniej tyle, że w skórze odbywa się przemiana fizycznych, a przez to także i dynamicznych własności promieni. Nie ulega także żadnej wątpliwości, że nastaje w niej zamiana energii promienistej na inną postać energii, zasługującej w całej pełni na nazwanie jej energią biologiczną. Dla uzasadnienia takiego pojmowania tych mistycznych przemian można się powołać na tworzenie się w skórze biochemicznego ciała o tak bardzo wielkiej życiowej doniosłości, jak witamina D. Dzieje się to, jak wiemy, tak dobrze jak wyłącznie tylko przez działanie promieni pozafioletowych. Istotę tego dziania się określa bardzo dosadnie Chalmers Watson, identyfikując pojęcie witamin z pojęciem energii świetlnej i długości fal osobnego odcinka w elektromagnetycznym widmie. Role, jaką przytem odgrywają promienie słoneczne, podniósł w ostatnich czasach nanowo G. W. Saleeby w osobnej publikacji, po-

święconej sprawie działania kąpiele słonecznych i gromadzenia przez nie w ustroju zapasów biodynamicznej energii na długie, prawie bezsłoneczne okresy angielskiej zimy.

Nie obrażałoby zapewne zasad, służących za oparcie dla naszych współczesnych pojęć bioenergetycznych, gdybyśmy chcieli przypuścić, że zasoby rozmaitego rodzaju energetów, przygotowywane i stale odnawiane przez działanie promieni słonecznych, służą do utrzymywania na właściwym poziomie całego długiego szeregu spraw życiowych, najrychlej przez pośrednictwo ciał, określanych mianem hormonów.

Przy rozważaniu tych rzeczy można jeszcze sięgnąć do zdobytych bardzo niedawno wiadomości o powstawaniu t. zw. biologicznych promieni, odkrytych przez Gurwicza, najpierw w cebuli i w drożdżach. Obecnie wiemy już, że takie same promienie wysyłają także krew, czynne mięśnie i czynne narządy trawienne, a niewątpliwie i inne narządy w czasie, kiedy spełniają swoje życiowe zadania. Należą one do grupy promieni pozafioletowych i powstają, w myśl bardzo rozpowszechnionego zapatrywania, jako wyraz ewolucyj biologicznych, odbywających się w komórkach, najprawdopodobniej przy współdziałaniu czynników fotodynamicznych. Przez tego rodzaju oświetlenie sprawy tych prądów wprowadza się na naukową platformę pojęcie nowej formy przemian energetycznych. Przypomina to w pewnej mierze dobrze znaną odwracalność chemicznych odczynów.

Większa lub mniejsza gotowość skóry do wzniesienia w sobie odczynu, jego stopień i wydatność ochronnych przemian, zdradzająca się w widoczny sposób, najbardziej przez nasilenie barwnego tonu opalenizny, zależą w pierwszym rzędzie od siły promieniowania i od długości czasu naświetlania. Ale poza tem odgrywają bardzo niepoślednią rolę jeszcze inne czynniki.

Najpowszechniejsze znaczenie posiada gatunkowość skóry, złączona z pochodzeniem rasowym i plemiennem, z wiekiem, z płcią, z osobniczą konstytucją i z tężyzną biologiczną. Dowodzą tego nie tylko pospolite spostrzeżenia z codziennego życia, ale także wyniki zupełnie systematycznych badań. I tak podaje K. Dornó, że odczyn ochronny stwierdzał najrychlej i w najwydatniejszej postaci u ludzi, należących do ras kolorowych, u Chińczyków, Indian i Malajów. Wśród członków białej rasy oddziaływują najlepiej bruneci, najslabiej t. zw. popielaci blondyni, mężczyźni lepiej, aniżeli kobiety, dzieci i młodzież o wiele wydatniej, aniżeli osoby dorosłe, zwłaszcza w starszym wieku. Odnosi się to zarówno do skutków naświetlań słonecznych, jak do naświetlań sztucznem światłem. Pewnego rodzaju uzupełnienie tych badań przynoszą wyniki oznaczeń dawki rumieniowej dla

naświetlań promieniami Roentgenowskimi, podane przez F. Ellingera na podstawie spostrzeżeń u 1.164 osób. Dowiadujemy się z nich, że dawka, potrzebna do wywołania rumienia, jest u brunetów przeciętnie o 20 — 30 % wyższa, aniżeli u blondynów, u kobiet o około 20 % niższa, aniżeli u mężczyzn. Znaczniejszą wrażliwością odznaczają się kobiety w okresie miesiączki i przez pierwsze trzy miesiące ciąży.

Wyraźny wpływ na kształtowanie się odczynowości wywiera stopień ukrwienia skóry. Po naświetlaniu skóry, przekrwionej przez nacieranie, mięsienie lub przez sztucznie wywołany zastój, stwierdzali R. Stahl i W. Berg zawsze wydatniejszy rumień, a potem większą opaleniznę. Niedokrwiona skóra odznacza się mniejszą wrażliwością.

Nie zawadzi przypomnieć, że opalenie się w pełnym słońcu ułatwiają chłód i silniejszy prąd powietrza. Działaniu tych czynników trzeba niewątpliwie w sporej mierze przypisywać szybkie powstawanie wydatnej opalenizny w zimie i na wiosnę.

Na wzmiankę zasługuje także doniesienie R. Stahla i W. Berga o energiczniejszym działaniu światła po wstrzyknięciu naświetlanym osobom małej dawki wyciągu z nadnerczy. Dowodziłoby to, że odczynowość skóry zależy, przynajmniej w pewnym stopniu, od stanu fizjologicznego napięcia, panującego w zakresie wegetatywnego układu nerwowego.

Przemiany, dokonujące się na skórze, t. zn. rozrost — akantozą — jej warstw i wydatniejsze rogowacenie — keratoza — pierwszej z nich, rozciągają się także na włosy i na paznokcie. To też z dłuższym i silniejszym działaniem światła w cieplejszych porach roku łączy się zawsze szybsze odrastanie i włosów i paznokci. Sposobność do czynienia tych spostrzeżeń zwiększyła się bardzo, przez rozpowszechniony obecnie zwyczaj chodzenia, w cieplejszych porach roku, z gołą głową.

Jakkolwiek zdolność aklimatyzacji świetlnej, polegająca na przystosowywaniu stanu i czynności skóry do warunków klimatu świetlnego jest wprost elementarnym atrybutem biologicznym, to jednak zdarzają się niekiedy odstępstwa od tej zasady. I tak np. brakuje albinosom,

zarówno ludzkim, jak zwierzęcym, materiału, względnie urządzeń do wytwarzania barwika. Ale nie jest to jeszcze najdotkliwszy niedostatek. Zdarzają się ustroje ze skórą, nieznoszącą prawie zupełnie bezpośrednich promieni słonecznych, przewrażliwioną do tego stopnia, że nawet krótkie przebywanie w słońcu sprowadza w niej bardzo przykre odczyny. Przyczyna tkwi w niezdrowym uczuleniu skóry, wywołanem bądźto przez własne uczulacze, np. przez tworzącą się w ustroju hematoporfina, bądź też przez związki chemiczne, zwłaszcza z grupy fluoroscezujących barwików. U białych myszy, zaprawionych hematoporfina, eozyną lub fluoresceyną, powstają po naświetleniu ciężkie obrażenia skóry z zapaleniem i z obumarciem tkanek, kończące się śmiercią zwierzęcia.

U ludzi z uczuloną skórą powstaje już po krótkim przebywaniu na słońcu wyraźne podrażnienie z obrzękiem i z nieznoszeniem swędzeniem skóry. Znaną są zresztą także znamienne fotogeniczne choroby skóry, powstałe na tle idiosynkrazji świetlnej. H. Jausion wyznaczył im w swoim podziale świetlnych dermatoz na cztery grupy, na grupę fototraumatyczną, fotodynamiczną, fotobiotropiczną i fotoanafilaktyczną, osobne miejsce w tej ostatniej grupie. Względnie lekką postać takiej fotoanafilaktycznej dermatozy przedstawia *hydroa aestivalis vacciniformis*, postać znacznie cięższą *xeroderma pigmentosum*. Pierwsza z nich zdarza się niemal wyłącznie tylko u dzieci i przebiega wśród objawów choroby gorączkowej z bólami głowy, nudnościami i wymiotami. Znamienny objaw skórny tworzą pęcherzyki, rozrzucone na nieokrytych częściach ciała, wypełnione z początku zupełnie jasną, wodnistą, później ropiastą treścią. Po wygojeniu się zmian skórnych pozostają blizny, podobne do blizn ospowych. *Xeroderma pigmentosum*, typowa dziedziczna choroba skóry, przechodząca z jednego pokolenia na drugie, zdradza się w samych początkach tylko przez pospolite słoneczne zapalenie skóry, powstające nader łatwo i szybko już po bardzo krótkim naświetlaniu. W dalszym ciągu przybywają nowe objawy. Skóra grubieje i pokrywa się barwиковymi plamami; w jeszcze dalszym dzieje się wprost przeciwnie, zjawia się cieńczenie skóry i zupełne odbarwienie — leukodermia. Wcale często tworzą się w niej brodawkowate wyrośle, ulegające nierzadko zwyrodnieniu nowotworo-



wemu. Zupełnie podobną chorobę można spotkać u bydła, zwłaszcza u krów, karmionych hreczką, znaną pod nazwą *fagopyrismus*. Niemieckie imiennictwo określa ją jako *Buchweizenkrankheit*.

Bez względu na zabezpieczenie przed powstawaniem fotogenetycznych patologicznych zmianach skórnych osiąga się przez unikanie bezpośredniego światła słonecznego. Niejaką ochronę dają osłony z cienkiego czerwonego musliu, oraz wcierania w niezakryte części skóry oleju kakaowego. Zmniejszenie wrażliwości można osiągnąć przez podawanie t. zw. fotoantikatalizatorów, n. p. rezorcyny lub pirokatechiny, albo, wprost odwrotnie, fotokatalizatorów, jak eozyna, fluorescyna i t. p. stosowanych w minimalnych, homeopatycznych dawkach. Do tego samego celu nadają się chlorek wapniowy i sole podsiarczynowe, oraz xylol, zalecany zarówno zewnątrz, jak i na wewnątrz. Wobec antagonizmu promieni pozafioletowych i promieni czerwonych oraz pozaczzerwonych, znanego od dość już dawna, a stwierdzonego w ostatnich czasach ponownie badaniami i spostrzeżeniami F. Bärchera, R. K. Browna, G. F. Warnhülsa i innych, korzysta się z niego dla łagodzenia i skracania przebiegu aktinodermatoz i naświetla się chore części skóry światłem czerwonym i pozaczzerwonym.

Rozległa płaszczyna, na jakiej promienie świetlne stykają się z krwią, krążącą w gęsto w skórze rozsnutych naczyniach, czyni i z niej także teren tak dobrze, jak bezpośredniego działania słonecznej energii promienistej.

Z tytułu swojej barwy chłonie krew bardzo łapczywie zwłaszcza zielone i niebieskie promienie widma słonecznego. Równocześnie z tem staje się światłoczynną i wysyła z siebie, co prawda tylko bardzo słabe, promienie świetlne. Schäpfer, który swymi badaniami odkrył tę jej własność, tłumaczy ją pewnymi zmianami w strukturze lipidów krwi — lecytyny i cholesteryny — opierając się przytem na wyniku doświadczeń Neubergera z lecytyną, ulegającą w bezpośrednich promieniach słońca przy obecności katalizatorów utlenieniu i nabierającą przez to zdolności wątego świecenia. Krew posiada ją stale, zapewne dlatego, że zatrzymuje w sobie przez dłuższy czas pochłonięte promienie. Przebywanie na słońcu sprowadza przyrost tej zdolności.

Z całą słusznością można przypuszczać, że z zasobów zgromadzonej w sobie energii nie zatrzymuje krew wszystkiego tylko dla siebie, lecz dzieli się jakąś jej częścią z wszystkimi komórkami i tkankami narządowymi i staje się w ten sposób pośrednikiem między słońcem i całym szeregiem rozmaitych narządów. Niesie im poprostu biolo-

giczne podniety. Jako jedno z następstw ich działania możnaby wskazać większe zużywanie tlenu przez żywotne jeszcze tkanki, poza ustrojem, stwierdzone doświadczeniami *Abderhaldena* i *Wertheimera*, o ile się je oświetla promieniami słonecznymi.

Na podstawie dobrze ugruntowanych wiadomości o znaczeniu światła dla powstawania chlorofilu, spokrewnionego z barwikiem krwi, należałoby wnosić, że światło wywiera wielki wpływ także na całą hematopoezę. Przypuszczenie to uzasadniają w pewnej mierze wprost już banalne spostrzeżenia o barwie skóry, pozbawionej światła, względnie korzystającej z niego tylko bardzo niewiele, jak to się dzieje np. na dalekiej północy w czasie długiej nocy polarnej z tubylczą ludnością strefy podbiegunowej, względnie z członkami wypraw polarnych, w strefie umiarkowanej z dziećmi najuboższej warstwy społecznej, skazanymi, z braku ciepłej odzieży, na przebywanie w porze zimowej w bezsłonecznych mieszkaniach. Przyczyna znamiennej błądosi tkwi w pierwszym rzędzie w niedokrwieniu skóry, prostem następstwie wywołanego przez brak światła zężenia naczyń skórnych i wynikającego stąd słabszego przepływu krwi. U osób dorosłych, zresztą zupełnie zdrowych, ogranicza się na tem ujemny wpływ braku światła. Ani ilość krwinek czerwonych, ani ilość barwika nie zmienia się u nich w ten sposób, żeby można było mówić o istotnej niedokrewności. W każdym razie nie uprawniają do tego wyniki badań, wykonywanych u uczestników kilku wypraw polarnych. Szczegół ten podnoszą *Brugsch* i *Pappenheim*, powołując się na sprawozdanie *Gellencreutz*a z wyprawy naukowej na *Spitzberg* w czasie zimy 1882/83, oraz na późniejsze sprawozdania z wypraw *Nansena*. Takie same wyniki otrzymał *Schoeneberger* z badań krwi koni, przebywających nawet przez kilkanaście lat pod ziemią w rozmaitych kopalniach.

Ale z tego, co się dzieje z krwią przy braku, względnie przy znacznym niedostatku światła słonecznego u dorosłych ludzi i zwierząt, zdrowych i dobrze odżywianych, nie można jeszcze wnosić o wplywie światła na skład krwi. Istotne znaczenie posiadają tu badania krwi przy pełnem oświetleniu ciała. Zajmowano się niemi po wielokroć razy i stwierdzano zawsze przybywanie ilości ciałek krwi

i ilości hemoglobiny. Jako przykłady mogą służyć wyniki badań Grawitza, Oeruma, Beringa, notowane u tych samych osób w różnych warunkach naświetlenia. Sprawozdanie Oeruma podnosi osobno wybitny wpływ niebieskiego światła. Znany jest także hemotaktyczny wpływ stosowanych z właściwym umiarem kąpeli słonecznych, opisywany dokładnie przez Lenkeia, a w zupełnie już nowych czasach przez cały szereg rozmaitych lekarskich pisarzy. Na osobną uwagę zasługują badania Kestnera, który po doświadczalnych upustach krwi u psów stwierdzał znacznie szybsze postępy odnowy krwi u zwierząt, poddawanych działaniu światła lampy łukowej, zbliżonego, z pośród wszystkich sztucznych, najbardziej do światła słonecznego. Nie zawadzi przytem wspomnieć, że dodatni wpływ wywierało nietylko naświetlanie, ale także wdychiwanie przez zwierzę powietrza, aspirowanego z bliskiego otoczenia lampy. O wybitnie dodatnim wpływie naświetlań promieniami pozafioletowymi u osób niedokrewnych i o zwiększaniu się ilości krwinek czerwonych i ilości hemoglobiny przekonał się Austin Furniss na wcale licznym materiale chorych.

Bardzo wartościowe uzupełnienie wiadomości o wpływie światła na skład krwi przyniosły w ostatnich latach sprawozdania z badań, zajmujących się określaniem odporności, a tem samem biologicznej też żywny krwinek czerwonych. Autor jednego z nich, Taro Yamamoto, stwierdził po naświetlaniu „sztucznym słońcem górskim“ bardzo wyraźny wzrost odporności wobec rozczynów saponiny, nie tak znaczny wobec rozczynów soli kuchennej. Autor drugiego, Ryszard Seyderhelm, wykonywał swoje badania w ten sposób, że wprowadzał u psa między żyłę szyjną i tętnicę dogłową lampę kwarcową i naświetlał krew, krążącą swobodnie w naczyniach. Wstrzykując następnie do żyły udowej rozczyn saponiny, przekonał się, że dawki jej, wywołujące w zwykłych warunkach wyraźną hemolizę, nie skutkują zupełnie w krwi naświetlonej. Na podstawie tych wyników przyjął, że w krwi znajduje się jakieś ciało ochronne — daje mu nazwę cytogeniny — czynniane w większej ilości przez pozafioletowe promienie lampy kwarcowej. Przez dalsze badania powiodło się Seyderhelmowi wyodrębnić to ciało z krwinek czerwonych

w wolnym od białka roztworze i przekonać się, że istotnie posiada zdolność zapobiegania saponinowej niedokrewności.

Jakkolwiek przytoczone w tej chwili sprawozdania przynoszą niewątpliwie ważne szczegóły dla oceny wpływu światła na stan krwinek czerwonych, to jednak nie można z nich jeszcze wysnuwać zupełnie pewnych wniosków o działaniu światła słonecznego w przyrodzonych warunkach. Dla dokładnego poznania tego działania potrzeba dłuższych seryj oznaczeń, wykonywanych w różnych porach roku, względnie przy różnym położeniu słońca. A tego rodzaju badań, przedsięwziętych na większą skalę, nie posiadamy jeszcze. Do pewnego stopnia, możnaby się tu posłużyć oznaczeniami odporności krwinek, wykonywanymi w klimacie wysokogórskim przez J. Kaulbersza w Davos (1.560 m. n. p. m.), na Gornergrat (3.100 m. n. p. m.) i w Campana Regina Margherita (4.600 m. n. p. m.). Przyniosły one, jako zasadniczy wynik, stwierdzenie większej odporności czerwonych ciałek krwi w górach, aniżeli w niskim położeniu. W zespole czynników dynamicznych klimatu wysokogórskiego zajmuje promieniowanie słoneczne tak bardzo wybitne miejsce, że jemu właśnie możnaby z wielką słuszością przypisywać, jeżeli już nie wyłączne, to w każdym razie bardzo wielkie znaczenie przy zwiększaniu się biologicznej tężyzny wogóle, a tężyzny i większej odporności krwinek czerwonych w szczególności.

Na wzmiankę zasługuje jeszcze wpływ światła, ściśle biorąc promieni pozafioletowych na krew wyznaczoną. Polega on, jak to pokazały przedsiębrane na szerszą skalę badania Haselbacha, na tem, że oxyhemoglobina zamienia się bardzo szybko w methemoglobinę, a z rozpadu methemoglobiny powstaje rychło hemina. Ciałka czerwone ulegają rozpuszczeniu. E. Mayer i M. Dworski śledzili bardzo dokładnie stopniowe postępy tego rozpuszczania się krwinek w promieniach pozafioletowych i odróżnili w niem trzy fazy. Pierwsza znamionuje zacieranie się obrysów ciałek i powstawanie wypustek; w drugiej nastaje zmiana barwy i zjawiają się twory, łamiące silnie światło; w trzeciej ulegają ciała rozpuszczeniu, pozostaje z nich tylko przejrzyste rusztowanie; oplókująca je ciecz przybiera barwę żółtą z odcieniem zielonawem.

Świetlna hemoliza nabiera większego biologicznego znaczenia, jeżeli do tego, cośmy o niej nadmienili, dodamy, że w myśl badań Pfeiffera, Sacharowa, Sachsa, Mayer-Betza, Hausmanna i in. powstaje nader łatwo przy równoczesnem uczuleniu tego rodzaju ciałami, jak hematoporfiryna i niektóre barwiki. Do wywoływania jej wystarczają wtedy słabsze promienie i krótsze ich działanie. A uczulenia zdarzać się mogą i zdarzają się rzeczywiście także w żywych i żyjących ustrojach. Podnosi to zwłaszcza Hausmann. Na tle takich uczuleń mogą powstawać także za wpływem promieni pozafioletowych widma słonecznego, jeżeli znajdują się w niem w większej obfitości, uszkodzenia krwi, przepływającej przez naczynia skórne, a w dalszem następstwie nawet cięższe schorzenia, zwłaszcza t. zw. światłopochodne schorzenia skóry. Uzasadniają to zresztą także wyniki doświadczeń z wstrzykiwaniami rozczywnów ciał uczulających, przedsiębrane przez Fischera i Hausmanna na zwierzętach.

Działanie światła, zdradzające się na terenie krwi przez zmiany stanu i własności krwinek czerwonych, nie ogranicza się na wywoływaniu tylko tych zmian. Z dotychczasowych, dość zresztą skąpych badań zdaje się wynikać, że naświetlanie wpływa także na stan przeciwwykazalnych urządzeń ochronnych i to zarówno w zakresie powstawania właściwych niweczników, jak uzupełniaczy. Pincussen przekonał się n. p., że u zwierząt uczulonych zmniejsza się wartość komplementu po naświetlaniach. Nadto stwierdzono w tych samych warunkach wybitniejsze działanie nukleolityczne i proteolityczne surowicy krwi, a więc zwiększanie się ilości odnośnych zaczynów. Przyczyna tego przybytku tkwi, zdaniem Pincussena, w szybszym rozpadzie komórek i w wydawniejszem wylugowywaniu uwolnionych przez to zaczynów. Za podstawę dla takiego pojmowania tej rzeczy służą wyniki badań Pfeiffera w przypadkach śmierci z oparzenia i śmierci, wywołanej przez niepomierne działanie świetlnej energii promienistej. I tu i tam następuje przeladowanie krwi zaczynami. Nie zawadzi wreszcie wspomnieć o doświadczeniach G. C. Bentivoglio'a, przedsiębranych na świnkach morskich, uczulanych surowicą końską, z których wynika, że przez naświetlanie surowicy promieniami pozafioletowymi można ją pozbawić uczulających zdolności, a przez naświetlanie uczulonych poprzednio zwierząt uchronić je przed powstawaniem anafilaktycznego szoku, a przynajmniej osłabić bardzo znacznie jego objawy.

Trzecią i ostatnią płaszczyznę, na której promienie świetlne stykają się bezpośrednio z ustrojem tworzy narząd wzrokowy. Istota stykania się, drogi przewodzenia energii świetlnej do wnętrza ciała, ośrodkowe efekty

jej działania i sposób przenoszenia ośrodkowych wegetatywnych rozkazów dla roboczych tkanek i narządów są tu wszakże inne, aniżeli przy bezpośredniem stykaniu się promieni ze skórą i z krwią. Jeżeli zostawimy na boku czysto miejscowy wpływ światła, sprowadzający przy nadmiarze działającej energii promienistej nawet poważne uszkodzenia oka, omówione w ostatnich czasach bardzo dokładnie przez W. Hoffmanna z kliniki ocznej w Królewcu, to wszystko to, co się dzieje w ustroju i z ustrojem przez świetlne drażnienia wzrokowe, odbywa się na zasadzie kolejnych zmysłowych, psychicznych i wegetatywnych odruchów. Przez zmysłowe wrażenia jasności, bardzo często barwnej, powstają zasadniczo korzystne zmiany psychicznego nastrojenia, ożywia się to jakieś swoiste uczucie, które w potocznej mowie nosi nazwę radości życia, a wraz z niem zjawia się także, narazie raczej tylko podświadome poczucie większej energii życiowej, potrzeba ruchu i czynu. W dalszym ciągu rodzą się z tego możliwe impulsy wegetatywne i ożywiają się bardzo znacznie wszystkie wegetatywne czynności. O ile chodzi o ostateczny efekt, to przez ten cały cykl odruchów dzieje się zupełnie to samo, jakkolwiek na innych drogach, co na fizjologicznym roboczym warsztacie sprawiają promienie słoneczne, wchłonięte w skórę i w krew, z tą tylko może różnicą, że uwydatnia się w nim znacznie wyraźniej i bardziej bezpośrednio rola układu nerwowego, a w niej jego wegetatywnego odcinka, wnikającego swojemi najsubtelniejszymi zakończeniami w żywą materję strukturalnych składników wszystkich roboczych narządów, z najważniejszymi wśród nich, z typowymi hormonotwórczymi narządami na czele. Odrębność mechanizmu wpływania światła na sprawy życiowe ustroju nie oznacza, jak widać z tego przedstawienia rzeczy, odrębności skutków działania, pojmowanych jako jedna wielka całość. Na sumę ich składają się zawsze i wszędzie efekty energii promienistej, przenikającej do ustroju przez skórę, przez krew i przez narząd wzrokowy. Zasadzie tej nie sprzeciwia się bynajmniej swoistość pochodzenia niektórych z pośród tych efektów.

Pomimo wcale jeszcze znacznych braków i luk w badaniach, przedsiębranych dla poznawania tego wszystkiego, co za wpływem światła dzieje się z ustrojem

ludzkim czy zwierzęcym i z całą gospodarką ustrojową, można już mówić o bardzo wielu rzeczach na podstawie zupełnie ścisłych doświadczeń i na podstawie niemniej ścisłych, krytycznie ocenionych spostrzeżeń.

Wśród całego szeregu zagadnień wznieca łatwo zrozumiałe zajęcie sprawa wpływania światła na poczynanie się nowych ustrojów, a w dalszym ciągu na ich rozwój, płodowy i pozapłodowy, zupełnie już samodzielny. Niezwykle bogatego materiału dla bliższego poznania tej sprawy dostarczają już nawet zupełnie pospolite spostrzeżenia o okresowości rozrodczych faz w życiu świata zwierzęcego. Związek ich z promieniowaniem słonecznym, widoczny w całym tym świecie, uwydatnia się może najjaskrawiej w królestwie ptaków. Początek wiosny jest zawsze i wszędzie okresem ptasich godów. A wiosna oznacza nie tylko większą długość dnia słonecznego i większą siłę promieni słonecznych, ale także zjawianie się w widmie słonecznym więcej i na dłużej promieni pozafioletowych i, co również posiada niemałe znaczenie, promieni pozafioletowych o coraz krótszej fali, a więc nośników energii promienistej, odznaczających się wybitnym dynamizmem biochemicznym. Promienie te służą, zdaje się, za najpotężniejszy bodziec dla powstawania rozplodowych popędów i dla wynikających z nich i złączonych z nimi dalszych biologicznych i fizjologicznych czynności. Nie wyklucza to zresztą bynajmniej współdziałania także całego szeregu innych promieni, mieszczących się w widmie słonecznym. Ostateczny i istotny teren działania bodźca tworzy bez wszelkiej wątpliwości cały wielki układ hormonalny.

Po stwierdzeniu przez Zondeka, że wyciąg, sporządzony z przedniego płatu przysadki, posiada swoistą zdolność wywoływania u zwierząt objawów ruji, ustaliło się już powszechnie pojęcie hormonu płciowego. Ale, o ile chodzi o całą sprawę rozrodczości, a nie o samą tylko rujowość, to trzeba jednak przyznać, że działaniem hormonu płciowego nie można jeszcze wytłumaczyć całego zespołu zmian, powstających w czasie okresowych faz rozrodczości zarówno w samczych, jak w samczych ustrojach zwierzęcych.

U ptasich samców towarzyszy płciowemu podnieceniu, a nawet wyprzedza je, większa żywość i krasa upierzenia.

Uderza to zwłaszcza u dzikich kogutów bażancich, u cietrzewi i u głuszców. Tem samym odznaczają się godowe upierzenia bataljonów, zwanych także bojownikami i dubeltów. Na podniesienie zasługują także bojowy temperament i zawziętość w walce tych ptaków, zwłaszcza cietrzewi i bataljonów. Ani świetność upierzenia, ani wielka żywotność, ruchliwość i wojowniczość nie mają w istocie rzeczy zbyt wiele wspólnego z czynnością gruczolu, dostarczającego płciowego hormonu. Nie łączy się z nią w każdym razie zupełnie bezpośrednio. Można je poczytywać raczej tylko za jawną oznakę pobudzenia innych gruczołów, powstającego na tle wydawniejszej czynności przedniego płatu przysadki, a zapewne także i gruczołów Leydiga, ale może także zupełnie samodzielnie.

Na pierwszym miejscu wypada zwrócić uwagę na tarczycę, po części także na nadnercza. Podstawę do wyróżniania tych właśnie inkretorycznych gruczołów tworzą chociażby tylko spostrzeżenia o biologicznej podrzędności w przypadkach niedostatecznej produkcji hormonów tarczycowych i nadnerczowych, a z drugiej strony o ożywianiu się życiowych spraw za wpływem przetworów tarczycowych, stosowanych bądźto w celach leczniczych, bądź też w celach doświadczalnych. O ile chodzi o tarczycę, to opierać się tu jeszcze można na wynikach badań, przedsięwziętych celem poznania struktury gruczolu u zwierząt, przebywających w rozmaitych warunkach świetlnych. Jako pierwszy zajmował się nimi Walter Bergfeld, posługując się w swoich doświadczeniach białymi szczurami. W sprawozdaniu, ogłoszonym w r. 1931, podkreślił bardzo wyraźnie różnicę histologicznej struktury gruczolu tarczycowego, pochodzącego ze zwierząt, trzymanych w ciemności i zwierząt, korzystających zupełnie swobodnie z światła słonecznego, o ile w świetle znajdują się promienie pozafioletowe o fali krótszej, aniżeli  $0.31 \mu$ . Tarczycę ze zwierząt, trzymanych w ciemności, względnie w świetle, pozbawionem promieni pozafioletowych w ramach  $0.28 - 0.31 \mu$ , znamionuje „niepokój tkanki gruczolowej“, wyrażający się przez brak treści koloidalnej w mieszkach i przez wybitne bujanie komórek śródblonków, wyścielających mieszki. Stan ten zmienia się wyraźnie po wstrzykiwaniach wyciągów ze skóry, naświetlanej krótkofalowymi



promieniami pozafioletowymi. O zupełnie takich samych wynikach, uzyskanych z badań tarczyc królików, trzymanyh w ciemności i w świetle, oraz krów, przebywających niemal stale w stajni, a więc pozbawionych światła słonecznego, i krów, pasących się na wolnem powietrzu, doniósł nieco później *Gerhard Rosenkranz*. Jako wartościowe uzupełnienie tych spostrzeżeń może służyć doniesienie *A. Nitschke*'ego o dobrym wpływie ergosteryny, podawanej szczeniom, trzymanym w ciemności i o chronieniu przez to zwierząt przed powstawaniem „ciemnicowych“ zmian w tarczycy. Spostrzeżenia te nadają się bardzo dobrze do poparcia słuszności zapatrywań o wielkiem znaczeniu krótkofalowych promieni pozafioletowych dla trwania prawidłowego stanu a tem samem także prawidłowej czynności gruczołu tarczowego.

W podobny sposób, jak u męskich zwierząt, przedstawia się, w fazie rozrodczej, sprawa hormonalna, o ile chodzi o rzeczy zasadnicze, także u samic. I u nich odgrywa zaczątkową rolę pożądanie płciowe, wynikające z instynktu macierzyństwa. Ale całą resztę czynnościowych przemian w ustroju, złączonych z macierzyństwem i służących jego celom, urządziła przyroda na inną modłę, aniżeli u samców. Jeżeli o męskim rodzaju można powiedzieć z całą słusnością, że promienista energia słoneczna daje mu zewnętrzną świetność i wielki zasób temperamentu, to dar, jaki od słońca otrzymuje ustrój samic, określićby można najrychlej, jako zdolność wewnętrznego skupiania się biologicznego i gromadzenia zasobów, zapewniających dobre warunki dla rozwoju potomstwa.

Dość już dawno, bo jeszcze w r. 1824 stwierdził *William Edwards*, że normalnie rozwinięty narybek łęgnie się tylko z odpowiednio oświetlonej ikry, a *O. Haempel* i *H. Lechler* donieśli niedawno, że korzystny wpływ na łęg i na rozwój narybku pstrągów wywierają niezbyt silne promienie pozafioletowe. O lepszej jakości jaj z naświetlanych kur i wylęgłych z takich jaj piskląt mówią, jako o wyniku swoich badań, *Hart* i *Steenbock*. Sprawozdań, świadczących o wpływie światła przez macierzyste ustroje na rozwój płodów, możnaby przytoczyć jeszcze znacznie więcej. Na wyróżnienie zasługuje wśród najnowszych publikacja *E. A. Aisikowicza* z wynikami bardzo szczegółowych badań

i spostrzeżeń, robionych celem dokładniejszego poznania rozwoju płodów i pomiotów króliczych w różnych warunkach świetlnych. Warto przeczytać ją w całości. Dowiadujemy się z niej, że samice, przebywające w świetle, różniły się przez żywość i ruchliwość, bardzo znacznie od biernych i oswiałych zwierząt, trzymany w ciemności. Waga młodych, urodzonych w ciemności, wynosiła 32 — 60 gramów, urodzonych w normalnych warunkach, 48 — 62 gramów, pomiotu samiec naświetlanych 49 — 93 gramów. Śmiertelność wahała się u pierwszych między 30 i 40%, u ostatnich wynosiła 18 — 19%. Młode, karmione mlekiem naświetlanych matek, rozwijały się znacznie szybciej i lepiej. Poza tem uwydatniał się bardzo wyraźnie wpływ pór roku. Postępy rozwoju były o wiele gorsze w zimie, aniżeli w okresie od kwietnia do października, a więc w czasie dłuższego i lepszego usłonecznienia.

O znaczeniu światła dla rozwoju młodocianych zwierząt objaśniają bardzo systematyczne oznaczenia wagi ciała z dłuższego okresu czasu. I tak stwierdzono:

TABLICA LXXV.

| u zwierząt                                                   | liczących dni życia |    |     |     |     |     |     |     |      |      |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
|                                                              | 1                   | 3  | 6   | 7   | 10  | 21  | 30  | 45  | 75   | 120  |
| trzymanych w świetle wagę gm.                                | 54                  | 72 | 101 | 112 | 141 | 237 | 334 | 555 | 1165 | 1625 |
| trzymanych w świetle i naświetlanych lampą kwarc. wagę gm.   | 54                  | 77 | 116 | 125 | 173 | 328 | 483 | 801 | 1486 | 1911 |
| trzymanych w ciemności wagę gm.                              | 48                  | 61 | 79  | 86  | 116 | 205 | 280 | 481 | 1012 | 1401 |
| trzymanych w ciemności i naświetlanych lampą kwarc. wagę gm. | 47                  | 62 | 85  | 95  | 136 | 238 | 328 | 552 | 1115 | 1591 |

Nader cenne uzupełnienie przytoczonych przed chwilą wyników spostrzeżeń i ważeń przyniosły badania, zajmujące się oznaczaniem ilości popiołu w ciele pomiotów, pochodzących od matek króliczych, trzymany podczas

cięży w rozmaitych warunkach świetlnych. Przeciętne wartości, obliczone z liczb, podanych przez A i s i k o w i c z a, były następujące:

TABLICA LXXVI.

| Pomioty z matek trzymanyh                          | Przeciętna waga pomiotów gm. | Przeciętna waga popiołu gm. | Wartość o/0-owa popiołu w por. z wagą pomiotu | Wynik porównania wartości o/0 |
|----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| w świetle . . . . .                                | 44·874                       | 1·537                       | 2·61                                          |                               |
| w świetle i naświetlanych lampą kwarcową . . . . . | 49·289                       | 1·583                       | 3·22                                          | +23.3                         |
| w ciemności . . . . .                              | 42·500                       | 0·8435                      | 1·98                                          | -24.1                         |
| w ciemności i naświetlanych lampą kwarcową .       | 44·010                       | 1·1061                      | 2·52                                          | - 3.4                         |

Wybitny wpływ światła na stopień mineralizacji ustroju uwydatnia się przez przytoczone liczby nader wyraźnie. Z istoty rzeczy wynika, że wahania w górę i w dół, zależne od warunków świetlnych, dotyczą w znacznym stopniu zwłaszcza wapna i fosforu i tworzą wcale dobrą miarę dla oceny kostnienia, a równocześnie także konstytucyjnych właściwości ustroju. I tak oznaczono:

TABLICA LXXVII.

| W 100 gm. popiołu z pomiotu matek trzymanyh        | wartości przeciętne |                      |                               |                      |
|----------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|
|                                                    | CaO                 |                      | P <sub>4</sub> O <sub>5</sub> |                      |
|                                                    | gm.                 | wartość z porównania | gm.                           | wartość z porównania |
| w świetle . . . . .                                | 33·2                |                      | 37·3                          |                      |
| w świetle i naświetlanych lampą kwarcową . . . . . | 35·1                | +14·7%               | 41·0                          | +10%                 |
| w ciemności . . . . .                              | 28·7                | -13·7%               | 31·6                          | -15·2%               |
| w ciemności i naświetlanych lampą kwarcową . .     | 31·7                | - 4·5%               | 35·9                          | - 3·7%               |

Te same doświadczenia pokazały dalej, że zwiększaniu się ilości popiołu, a w nim fosforu i wapna, towa-

rzyszy zawsze większe „stężenie“ ciała zwierząt, t. zn., że ubywa w niem wody, a przybywa części stałych, czyli suchej pozostałości. I tak zawierały ciała pomiotów samic, trzymanyh

|                                                      |                                                  |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| w świetle . . . . .                                  | przeciętne suchej pozostałości 18.4%, wody 81.6% |
| w świetle i naświetlanych lampą kwarcową . . . . .   | 19.5%, „ 80.5%                                   |
| w ciemności . . . . .                                | 16.7%, „ 83.3%                                   |
| w ciemności i naświetlanych lampą kwarcową . . . . . | 18.2 „ 81.8%                                     |

Raczej teoretyczne zajęcie wzniciają spostrzeżenia braci v. Riesów o wpływie czerwonego i niebieskiego światła na rozwój młodocianych zwierząt, w danym przypadku szczurów. Dowiadujemy się z nich, że zwierzęta, trzymane w klatkach z czerwonymi szybami rosły o wiele prędzej i przewyższały wzrostem bardzo znacznie swoich rówieśników, przebywających w klatkach ze zwykłymi szybami. To samo, jakkolwiek w mniejszym stopniu działo się z zwierzętami, trzymanymi w klatkach z niebieskimi szybami.

Przytoczone w tej chwili wyniki badań służą za zupełnie wyraźną oznakę znacznych i, dodajmy odrazu, korzystnych przesunięć w zakresie gospodarstwa ustrojowego, powstających za wpływem światła. Cała przemiana pierwiastków ożywia się w bardzo znacznym stopniu z wielkim pożytkiem dla spraw, związanych z rozbudową i z rozwojem młodocianego ustroju. A dzieje się to zarówno w życiu płodowem, dzięki zasobom ciała macierzyńskiego, jak w okresie zupełnie już samodzielniego rozwoju, jakkolwiek i tu także w samych jego początkach bardzo wielką rolę odgrywa odżywcza i biologiczna wartość pokarmu, dostarczanego w mleku matek.

Przy ocenianiu znaczenia światła, zwłaszcza promieni pozafioletowych, dla sprawy laktacji można się obecnie powoływać na wyniki wcale licznych, zupełnie celowych badań i spostrzeżeń. Już w okresie pokwitania stwierdzono wielokrotnie (The d e r i n g i inni), że u dziewcząt osiągnąć można przez naświetlanie znacznie szybszy i wydatniejszy rozwój i rozrost tkanki gruczołowej sutków. Traversaro i Collazo uzyskali w ten sposób u 23 na 30 karmiących kobiet, z niedostatecznem wytwarzaniem pokarmu, bardzo znaczne wzmoczenie produkcji mleka. O podobnych wynikach mówią spostrzeżenia także innych autorów. Niemalą doniosłość posiadają wcale już liczne sprawozdania o korzystnym wpływie naświetlonego mleka w przypadkach krzywicy, a K. R e i c h h u b e r zaleca bardzo usilnie podawanie dzieciom takiego mleka, zwłaszcza w celach zapobiegawczych, zamiast aptecznych przetworów ergosterynowych, n. p. bardzo rozpowszechnionego vigantolu. Z kół weterynarskich odzywają się żądania, ażeby w mlecznych gospodarstwach, dostarczających mleka dla miast, poddawano krowy syste-

matycznie naświetlaniu. Odnosi się to zasadniczo do krów, trzymany stale w stajni, bez względu na porę roku. S a i d m a n n radzi czynić to samo z karmiącymi matkami i mamkami.

Równie wyraźnie, jak u młodocianych zwierząt, zaznacza się wpływ światła także u dzieci i niedorosłej młodzieży. Z łatwych do pojęcia przyczyn nie można go ujmować w cyfry, jak to się dzieje w doświadczeniach, przedsięwziętych na zwierzętach, ani wyodrębnić go z taką samą, jak tam, dokładnością z całego zespołu biodynamicznych czynników klimatu. Ale nie ulega żadnej wątpliwości, że w tym zespole usłonecznienie zajmuje bardzo ważne stanowisko. Podnoszą to wszystkie, wcale już liczne publikacje, streszczające wyniki spostrzeżeń o korzystnych zmianach w ustroju dzieci i szkolnej młodzieży już po kilkotygodniowym pobycie na t. zw. kolonjach wakacyjnych. Wszystkie mówią o przybywaniu wagi i długości ciała, o rozroście mięśni i przybywaniu tkanki tłuszczowej, a poza tem także o większej sprawności duchowej i cielesnej, jeżeli nie u wszystkich, to w każdym razie u ogromnej większości młodocianych uczestników kolonijnych pobytów.

Powszechnie znany jest także o wiele szybszy przebieg ozdrowin po cięższych chorobach za wpływem powietrznej i świetlnej kąpieli. Szczególne znaczenie posiadają tu zwłaszcza promienie pozafioletowe. Ilustrują to bardzo dobrze zupełnie systematyczne spostrzeżenia Gastona Torelliego, streszczone w osobnej publikacji z 1932 roku, z zestawieniem obok siebie 118 przypadków ozdrowin po rozmaitych chorobach, w których stosowano naświetlania i 125 przypadków, nie poddanych naświetlaniu. Za miarę dla oceny służyło przybywanie wagi ciała. Wyniki były następujące: (zob. tabl. LXXVIII, str. 264).

Cyfry, przytoczone w tem zestawieniu, mówią same za siebie i nie wymagają już dalszych objaśnień.

Światło wywiera wszakże wyraźny wpływ na twórczość biologiczną nie tylko młodocianych, rozwijających się dopiero ustrojów i ustrojów zdrowiejących, a więc wymagających pewnego rodzaju przebudowy. To samo dzieje się także u ludzi zupełnie zdrowych i w sile wieku, a nawet i u starszych, w okresie życia, w którym odtwórczość biologiczna jest już bardzo niewielka. I tu zaznacza się, mniej lub więcej wyraźnie,

TABLICA LXXVIII.

| Rodzaj choroby                       | Przybytek wagi ciała        |                                   |                        |                                |                                   |                        |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
|                                      | w przypadkach naświetlanych |                                   |                        | w przypadkach nienaświetlanych |                                   |                        |
|                                      | liczba przyp.               | przeciętny z okresu naświetl. kg. | przeciętny dzienny kg. | liczba przyp.                  | przeciętny z okresu naświetl. kg. | przeciętny dzienny kg. |
| Tyfus brzusz. . . .                  | 14                          | 4                                 | 0.181                  | 14                             | 3.6                               | 0.170                  |
| Wysiękowe zapalenie opłucnej . . .   | 22                          | 2.7                               | 0.107                  | 22                             | 2.58                              | 0.103                  |
| Suchoe zapalenie opłucnej . . . .    | 33                          | 2.4                               | 0.118                  | 30                             | 2.33                              | 0.104                  |
| Zapalenie płuc . . .                 | 8                           | 2.8                               | 0.140                  | 10                             | 3.03                              | 0.138                  |
| Nieżytowe zapalenie płuc . . . .     | 10                          | 3.31                              | 0.156                  | 10                             | 1.89                              | 0.073                  |
| Zimnica . . . . .                    | 7                           | 3.18                              | 0.153                  | 14                             | 2.07                              | 0.121                  |
| Niedokrewność . .                    | 12                          | 2.8                               | 0.120                  | 16                             | 2.3                               | 0.092                  |
| Zapalenie wyrostka robacz. . . . .   | 12                          | 3.1                               | 0.152                  | 9                              | 2.4                               | 0.135                  |
| Średnio dla całego materjału . . . . |                             | 2.9                               | 0.134                  |                                | 2.5                               | 0.113                  |

przybytek energii życiowej, większa wytrzymałość i odporność, zjawia się żywsze i pogodniejsze usposobienie. Źródło tej odmienności nie może leżeć gdzie indziej, jak tylko w innym, wyższem nastrojeniu spraw biologicznych, a więc w większej teźyźnie i w większej roboczej żywotności przeróżnaitych komórek i całych narządów.

Na to, ażeby powstawać mogło takie steżenie i ożywianie, potrzebne są niezbędnie jakieś, zapewne bardzo tylko niewielkie w grubem pojęciu, ale jednak dla misternej struktury pierwszcza komórek już bynajmniej nieobojętne fizyczno-chemiczne przemiany w składzie tworzących je koloidów. Wiemy o nich obecnie już przynajmniej tyle, że dokonują się przez pewne przesunięcia w układzie jonów — elektrolitów. Jako pośrednie przykłady takich przesunięć można wskazać wyniki badań Aisikowicza, o których cokolwiek obszerniej mówiliśmy nieco wyżej. Bezpośrednie znaczenie posiadają oznaczenia zawartości elektrolitów w pojedynczych narządach, względnie tkankach. Wcale dokładny przegląd ich wyników podał m. in. Ludwik Pincussen. Znamienne następstwo działania promieni świetlnych tworzy przybytek jonu wapniowego i ubywanie jonów potasu i magneu. Dzieje się to

napewne w krwi, w płucach i w wątrobie, na mniejszą skalę w mięśniu sercowym. Z badań Jerzego Glassa dowiedzieliśmy się o przesunięciach na terenie krwi jonów chlorowych i o większem ich stężeniu w upostaciowanych jej składnikach. Oznacza ono, podobnie, jak przyrost uwapnienia koloidów, malenie zasadowości, a więc przechylenie się równowagi elektrolitów w kierunku kwasicowym.

Wzmianka o zmianie w zakresie równowagi kwasowo zasadowej nie oznacza bynajmniej zachwiania jej na niekorzyść zasadowości. Ch. de Gheldere stwierdził wprawdzie u królików, naświetlanych promieniami pozafioletowymi, malenie rezerwy zasad, ale tylko jako przejściowe zjawisko. Otrzymane przez niego wyniki nie różniły się zupełnie od wyniku badań Ch. Krötza, przeprowadzonych na sobie samym. U dzieci, odznaczających się, jak wiadomo, niższą zasadowością, aniżeli ludzie dorośli, uzyskiwali Leenhardt i Chaptal przez naświetlanie przyrost rezerwy zasad. To samo stwierdził L. Pincussen u chorych na cukrzycę w przypadkach ketonurji. I tu także zaznaczał się zwrot ku zasadowości. Z wyników tych wszystkich badań można w każdym razie wnosić, że naświetlanie nie sprowadza bynajmniej zmniejszania się zasadowości, a nawet zwiększa ją tam, gdzie stopień jej jest niewielki.

Zapewne niemniejszą doniosłość, jak przesunięcia jonów chloru, wapniu, magnu i potasu, oraz sodu, powstające w żywych ustrojach za wpływem świetlnej energii promienistej, przyznać trzeba także wahaniom ilości i rozmieszczenia jodu. Wcale już liczne badania, przeprowadzane w tym zakresie w różnych krajach i w różnych częściach świata, na większą skalę zwłaszcza w Szwajcjarji, w Indiach angielskich i w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, zebrane i omówione krytycznie w ostatnich czasach przez J. a m e s a H. S m i t h a, upoważniają w całej pełni do tego, żeby promieniowanie słoneczne zaliczyć do rzędu czynników, rozstrzygających o zawartości jodu w wodzie, w roślinach i w materiałach pokarmowych, a w dalszym ciągu także w ustrojach ludzkich i zwierzęcych. Na szczególną uwagę zasługują tu wyniki oznaczeń jodu w gruczole tarczowym i stwierdzenie przez nie, że ilość jego maleje przy braku, względnie niedostatku światła, a zwiększa się podczas przebywania w słonecznym środowisku i przy dostatecznej sile promieniowania pozafioletowego. Nieco wyżej wspominaliśmy już o różnej strukturze tarczycy u zwierząt, trzymanyh w świetle i w ciemności. Wszystkie te szczegóły odgrywają nie-

wątpliwie bardzo ważną rolę w kształtowaniu się całego gospodarstwa ustrojowego.

Wiadomości, pozyskane dotychczas w zakresie zmian, powstających za wpływem światła w chemicznej strukturze koloidów i zbudowanych z nich komórek i tkanek, jakkolwiek bardzo jeszcze skromne, uchylają na każdy sposób bodaj cokolwiek rąbek tajemniczej zasłony, zakrywającej jeszcze do niedawna zupełnie szczelnie drobiazgowo stawania się biologiczne na terenie życia i wewnętrznej pracy ustroju. A czynią to zwłaszcza wtedy, kiedy się je zestawia z zupełnie nowymi poglądami o zjawiskach elektromagnetycznych, o promieniowaniu biologicznem i o prądach, powstających w każdej komórce z osobna, krążących w niej po zamkniętem kole i wywierających także pewien wpływ na jej otoczenie. Jasną jest rzeczą, że przez przesunięcia w zakresie równowagi jonowej i przez zmiany w strukturze koloidów powstawać muszą równocześnie także zmiany naładowań elektrycznych i napięcia prądów biologicznych, a w dalszym ciągu także zmiany w życiu i w życiowej pracy komórek. Bardzo szczegółowo i, dodajmy do tego, w bardzo zajmujący sposób omawia te sprawy Jerzy L a k h o w s k i w obszernej pracy, wydanej pod tytułem: „Tajemnica życia. Fale kosmiczne i prądy biologiczne“ najpierw w języku francuskim, nieco później także w niemieckim.

Kryteria dla oceny całego toku wewnętrznego życia komórkowego i tego wszystkiego, co się dzieje na jego terenie, są w tej chwili stosunkowo bardzo jeszcze pierwotne. Składają się na nie z jednej strony wyniki oznaczeń przemiany ciał azotowych, rozczłonkowanych w ten sposób, że przynajmniej w pewnej mierze objaśniają o zamieraniu i o odradzaniu się żywej materji komórek — a z drugiej strony wyniki oznaczeń przemiany spoczynkowej, uzupełnione poznawaniem toku przeróbki materiałów odżywczych, dostarczających przeważnej sumy ciepła, a więc w pierwszym rzędzie przemiany węglowodanów, w dalszym tłuszczów i białek.

Tworzenie tych kryterjów i posługiwanie się nimi nie są wszakże tak proste, jakby się na pierwszy rzut oka zdawać mogło. Odnosi się to zwłaszcza do oceniania rozmiarów rozpadu i odbudowy komórek. Liczyć się



przytem trzeba z zależnością efektów od mocy działającej energii promienistej i od osobniczych właściwości ustrojów, poddawanych wpływowi światła. Dawkowanie energii posiada tu zasadnicze, wprost rozstrzygające znaczenie dla skutków działania. I z tem właśnie łączą się, bynajmniej niejednakowe, często wprost zasadniczo różne wyniki badań, przedsięwziętych w rozmaitych warunkach świetlnych.

Promieniowanie słoneczne, o mocy i trwaniu, nie przekraczających zdrowej miary, wywiera niewątpliwie dodatni wpływ na kształtowanie się spraw rozpadu i odnowy komórek. Dowodzi tego korzystny bilans azotu uzyskany z oznaczeń przemiany ciał białkowych w doświadczeniach Liebesny'ego, Duriga i in. badaczy. Zatrzymywaną w ustroju resztę można snadnie uważać za materiał budowlany. Do zagadnienia tego powrócimy jeszcze w ustępie, zajmującym się biodynamiką klimatu górskiego.

W niedobrych warunkach zjawia się bilans ujemny, przywóz azotu nie dorównuje wywozowi. Dzieje się to naturalnie kosztem białka komórek. O tego rodzaju wynikach oznaczeń przemiany azotowej mówią m. in. sprawozdania L. Pincussena, Königsfelda, Mayer-sona i Laurensa. Zużycie białka było wcale znaczne zwłaszcza u zwierząt, uczulonych poprzednio zapomocą eozyiny, oraz u zwierząt, którym wstrzyknięto nieco rozczynionej soli jodowej.

Oznaczenia bilansowe całego azotu nie mówią jeszcze zbyt wiele o tem, co się dzieje z materją samych komórek. Nieco światła wnoszą w tę sprawę doświadczenia Gropplera przez stwierdzenie, że w surowicy krwi naświetlanych, bynajmniej nie nadmiernie, zwierząt, pojawiają się w większej ilości proteolityczne zaczyny, uwolnione z ciał rozpadających się w większej ilości koloïdów komórkowych. O większym ich rozpadzie świadczy także stwierdzone badaniami Kaplańskiego obfitsze gromadzenie się żużli azotowych, zwłaszcza kwasów aminowych, w naświetlonej skórze pracownianych zwierząt.

O wiele trudniej, aniżeli rozpadanie się, przychodzi ujmować przez pośrednictwo biologicznych eksperymentów odbudowę i tworzenie się nowych tworów komórkowych. L. Pincussen czyni to, w oparciu o wyniki

badania jednego z pośród swoich współpracowników, T. Iwatsua, przedsięwziętych w celu poznawania przebiegu autolizy wątroby zwierząt, poddawanych słabszym i silniejszym, ale nie nadmiernie silnym naświetlaniom. Zasadnicze znaczenie posiada tu stwierdzenie niejednakowych efektów samotrąwienia po działaniu światła, o słabszym i o znaczniejszym nateżeniu. W pierwszym przypadku zaznacza się przy porównaniu z wynikami badań u zwierząt nienaświetlanych pewna nadwyżka azotu, pochodzącego z rozpadu niekrzepliwych ciał białkowych, rozkruszanie ich drobin nie postępuje dość daleko; w drugim niema żadnej nadwyżki, a rozpad drobin kończy się zupełnym ich rozbitciem na kwasy aminowe.

Według zapatrywania Pincussena, stworzonego na podstawie wyników tych doświadczeń, sprowadza naświetlanie, posiadające większą moc działania, szybki rozpad słabych, w pojęciu biologicznym, komórek i zupełne rozkruszenie tworzącego je materiału budowlanego na ostateczne pierwociny drobin ciał białkowych. Komórki, odznaczające się znaczną dzielnością biologiczną, nietylko opierają się działaniu światła, ale nawet jędrnieją i nabierają większych walorów życiowych. W miejsce rozpadłych, niedoleźnych komórek powstają zupełnie nowe twory, o wiele od poprzednich żywotniejsze. Przy powstawaniu ich mogą za materiał budowlany służyć, przynajmniej w pewnej części, rozkruchy koloidów, pochodzące z zamarych komórek. Wyjaśnia to zupełnie dobrze istotę i znaczenie korzystnych bilansów azotu.

Końcowy efekt biologicznych przemian, powstających za wpływem światła na terenie państwa komórkowego, tworzy po myśli przytoczonego przed chwilą rozumowania zwiększanie się tężyzny i życiowej dzielności ustroju. Godzi się to najzupełniej z postrzeżeniami codziennego życia, świadczącymi o korzystnym przestrojeniu ustroju. Za zupełnie ściśle dowody tego korzystnego przestrojenia służą wcale już liczne wiadomości, uzyskane z badań biochemicznych. Polegają one, jeżeli nie zawsze, to w każdym razie bardzo często na stwierdzeniu większej szybkości i dokładności utleniania.

Jako jedno z pośród należących tu zjawisk można wymienić dokonujące się w ustroju przemiany ciał puryno-

wych, śledzone w nowszych czasach bardzo systematycznie zwłaszcza przez szkołę Pincussenowską. Z przeprowadzonych w niej, ale jeszcze niezupełnie ukończonych badań zdaje się wynikać, że przez działanie światła, pochodzącego z stosownie dobranych źródeł, można bardzo znacznie zmieniać cały tok tych przemian i sprawiać, że przeistaczanie się ciał purynowych nie kończy się na powstawaniu kwasu moczowego u ludzi, a allantoiny u zwierząt, lecz toczy się dalej, aż do powstania kwasu szczawowego, a nawet kwasu węglowego, jako zupełnie już końcowego wytworu spalania. Poznanie tych szczegółów posiada niewątpliwie sporo praktycznego znaczenia.

Żywszem utlenianiem tlómaczy Pincussen ubywanie katalazy w wątrobie naświetlanych przed badaniem zwierząt, a do pewnego stopnia także ubywanie jonu glutatowego i obniżanie się poziomu siarki w krwi.

Siarka, związana w ustroju z azotem, odgrywa bardzo znaczną rolę w sprawach utleniania i oddleniania i budzi także z tego tytułu spore zajęcia w dziedzinie biochemji, a w ostatnich czasach także i fotobiologii. Z tych właśnie zakresów pochodzi ogłoszona bardzo niedawno publikacja Egle Inglessiego z doniesieniem, że w doświadczeniach na królikach stwierdzał po niedługim, 10 do 15 minutowym, naświetlaniu w krwi ubytek, po dłuższym, przeciągającym się nawet do 45 minut, wyraźny przybytek ilości jonu glutatowego. Tłumaczy to tem, że w pierwszej serii doświadczeń osiągał spotęgowanie, w drugiej zaś osłabienie utleniania.

Sprawą sumarycznego spalania, jako mierzniaka całej przemiany pierwiastków, zajmowano się już od połowy ubiegłego wieku. I z tego właśnie okresu, z r. 1855, pochodzi pierwsza publikacja Moleschotta z doniesieniem, że u żab odbywa się biologiczne utlenianie o wiele żywiej w świetle, aniżeli w ciemności. Taki sam wynik daly doświadczenia Fubinięgo i Spalittaęgo z r. 1888, przedsiębrane na królikach, świnkach morskich, ptakach i żabach, i nieco późniejsze, z r. 1892, Fabinięgo i Benedicentięgo, wykonywane na zwierzętach, zapadających w sen zimowy. Alexander i Révécz, donieśli w r. 1912 o ożywianiu się przemiany pierwiastków za wpływem światła nawet u kuraryzowanych zwierząt, a więc po wykluczeniu czynności mięśni. Z najnowszych czasów pochodzą oznaczenia przemiany spoczynkowej u ludzi, przedsiębrane przez G. Arnautowa i E. Weller a przy zachowaniu wszelkich ostrożności, zabezpieczających przed samowolną

i nieświadomą czynnością mięśni. Wyniki oznaczeń w świetle były o 5.4 — 7.5% wyższe od wyników, otrzymywanych w ciemności.

Swoisty wpływ światła na sprawę przemiany pierwiastków nie ulega po tych badaniach już chyba żadnej wątpliwości. Na zupełnej swobodzie zaznacza się on jeszcze o wiele dobitniej skutkiem większej ruchliwości i wydatniejszej pracy mięśni.

Bardzo nieobojętne pogłębienie wiadomości o wpływie światła na całość spalania ustrojowego przyniosły badania, zajmujące się poznawaniem tego wpływu na odrębne rodzaje gromadzących się w ustroju przeznaczonych na spalanie materiałów odżywczych.

Na pierwsze miejsce wysuwają się wśród nich węglowodany, względnie cukier. Korzystanie z zajmujących się nimi badań sprawia o tyle pewne trudności, że przeprowadzono je w rozmaitych warunkach, na bardzo niejednakowym materiale doświadczalnym i przy posługiwaniu się wcale różnorodnym światłem, tak pod względem rodzaju, jak mocy działania. Po dokładnem ich uszeregowaniu i po sumiennem rozważeniu wyników można wszakże naszkicować wcale dokładny obraz wpływu światła na cukier.

W doświadczeniach *Pincussena* zaznaczyły się u świnek morskich zupełnie wyraźnie dwie fazy. Pierwszą znamionowało przybywanie w krwi cukru, ubywanie kwasu mlekowego, drugą ubywanie cukru. Wobec stwierdzonego przez *Kawakamięgo* zwiększania się ilości glikogenu tak w wątrobie jak w mięśniach, przy równoczesnem maleniu ilości kwasu mlekowego, należałoby przypuszczać, że przybytkowy cukier pierwszej fazy nie pochodzi z rezerw ustroju. Zdaniem *Pincussena* mogłaby być jego źródłem resynteza. Takie same wyniki, jak *Pincussen* na świnkach morskich, otrzymał *Ceruti* na szczurach, a *St. Rothmann* w swoich doświadczeniach na ludziach.

Dalsze ogniwo w szeregu doświadczalnych badań, służących do poznawania wpływu energii świetlnej na przemianę węglowodanów, stworzył *A. Gigon* spostrzeżeniami o skutkach obfitszego karmienia królików cukrem gronowym. Zwierzęta, trzymane w ciemności, chorowały po tem karmieniu, podczas gdy zwierzęta, przebywające

w świetle, znosiły je zupełnie dobrze i bez jakiejkolwiek szkody dla zdrowia. Świadczy to bardzo wymownie o znaczeniu światła dla gospodarki węglowodanowej, a dla oceny fotodynamiki z punktu widzenia klimatologii lekarskiej posiada tem większe znaczenie, że w Gigonowskich doświadczeniach dawcą światła było słońce, a nie, jak w przytoczonych poprzednio, sztuczne jego źródła.

W podobny sposób, jak u zdrowych ludzi i zwierząt, wpływa światło na stan ocukrzenia krwi, a równocześnie z tem i moczu, u chorych na cukrzycę. Mówią o tem sprawozdania z spostrzeżeń Pincussena, Weinbrena i Messerle'go u osób dorosłych, a Ferri'ego u dzieci, o ile dawka, stosowana u młodocianych chorych, nie była zbyt wysoka. We wszystkich stwierdzano malenie ilości cukru zarówno w krwi, jak w moczu, a wraz z tem także poprawę ogólnego stanu. Wyjątek tworzyły tylko te przypadki wśród spostrzeżeń Pincussena, w których choroba przebiegała z wybitną poliurją, poczytywaną za następstwo zmian w czynności przysadki mózgowej.

Wpływ światła na losy cukru w ustroju przypomina tak bardzo żywo działanie insuliny, że wprost siłą rzeczy nasuwa się zestawianie obok siebie tych dwóch dynamicznych czynników, a w dalszem naturalnem następstwie śledzenie jakiegoś bliższego, łączącego je stosunku. O tem, że tego rodzaju stosunek nietylko istnieje, ale że jest bardzo nawet ścisły, świadczy dość już sporo szczegółów, dostarczonych przez badania medycyny doświadczalnej. Jako jeden z najprostszych można wskazać wyniki spostrzeżeń Gigona, poczynionych na królikach, o których wspominaliśmy przed chwilą. Wskazują one aż nadto wyraźnie, że do wytwarzania insuliny w dostatecznej ilości potrzebna jest niezbędnie stosowna miara światła. Ważne uzupełnienie tych spostrzeżeń przyniosło poznanie, że wyciągi, sporządzone z narządów zwierząt, trzymany w ciemności, wstrzyknięte normalnym zwierzętom, spowodują przyrost cukru w krwi. To samo zdarza się także z wyciągami zwierząt, u których naświetlenie spowodowało spadek ocukrzenia krwi. Niekiedy otrzymano przy tego rodzaju doświadczeniach poniekąd paradoksalne wyniki — przybywanie cukru w krwi po naświetleniu zwierzęcia i po wstrzyknięciu wyciągów, sporządzonych z jego narządów wkrótce po naświetleniu.

Istotę działania światła możnaby ująć w następujący sposób: Światło służy za ważną podniecię do wytwarzania inzuliny i do utrzymywania jej na stosownym poziomie. Wpływ jego, jako doraźnego drażnika, n. p. podczas kąpieli słonecznej lub podczas sztucznych naświetlań, sprowadza wyladowywanie inzuliny z biologicznych zbiorników, z trzustki, z wątroby, z płuc, z mięśni i z krwi, a w dalszym naturalnym następstwie mniejsze lub większe przekształcenia gospodarki węglowodanowej. Wyladowanie może być niekiedy tak znaczne, że zapasy wyczerpują się zupełnie, albo prawie zupełnie. O ile to dotyczy zwierząt, to wyciągi, sporządzone z ich narządów, nie posiadają mocy działania inzulino-ego. Tempo i miara, w jakich inzulina opuszcza swoje składy i w jakich się potem tworzy na nowo, zależą zarówno od właściwości konstytucji wegetatywnej, jak od siły i rodzaju działającego światła.

Oprócz zupełnie typowych odczynów na terenie gospodarki węglowodanowej powstają niekiedy także nietypowe zjawiska, polegające na zbyt długim przeciąganiu się pierwszej fazy odczynu z większym ocukrzeniem krwi. O przyczynie tej odmienności nie można jeszcze orzekać zupełnie stanowczo. Są już wszakże pewne dane, które pozwalają przypuszczać, że tkwi w składzie samej inzuliny. Dostarczają ich publikacje z doniesieniem, że w rozczy-nach jej znajduje jakiś, niepoznany dotychczas składnik, który działa wprost przeciwnie, jak istotna lecznicza inzulina i sprowadza większe ocukrzenie krwi. Mówi o tem sprawozdanie M. Bürgera z roku 1929 i drugie, z roku 1930, P. Wichelsa i H. Laubera, a dalej praca A. v. Koranyi'ego z powołaniem się na wyniki badań Hetenyi'ego, zasługujących na tem większą uwagę, że materiału zastrzykowego dostarczały wyciągi, sporządzone z narządów zwierząt, którym poprzednio wstrzykiwano inzulinę. Zasadniczo takie same spostrzeżenia poczynił przy kontrolnych badaniach Pincussen. Wnioskuje z nich, że w pewnych warunkach antagonistą inzuliny znajduje się chwilowo w takiej przewadze, że niweczy zupełnie jej działanie. O ile chodzi o „inzulinemię z naświetlania“, może się to łączyć z używaniem niewłaściwego rodzaju, albo niestosownej dawki światła.

Bardzo niewiele wiemy dotychczas o wpływie światła na tłuszcze i na lipoidy. Doraźny efekt naświetlań polega, w myśl badań L. Pincussena i E. Zuckersteina, na zwiększaniu się ilości tłuszczu w krwi, natomiast maleniu w sercu i w wątrobie. W krwi przybywa także lipazy. A. Kultjugin, nieco później St. Małczyński, a po nim Essinger i György domieśli o przybywaniu cholesteryny, ostatni z pośród nich także fosforu lipoidowego. Dla lecytyny dały taki sam wynik naświetlania promieniami pozafioletowymi, przedsiębrane przez Florę Peolaę u dzieci. Natomiast przybywało cholesteryny tylko w tych przypadkach, w których ilość jej w krwi nie sięgała prawidłowej miary. Ogólnie znane jest powstawanie za wpływem promieni pozafioletowych ergosteryny.

Wobec bezpośredniej zależności całej przemiany pierwiastków, zahaczającej zawsze o sprawę utleniania, w oddychaniu wiążą się z poznawaniem wpływu światła na gospodarkę ustrojową bardzo ściśle, niemal w jedną całość, badania przewiewu płuc, a wraz z tem także mechanizmu oddychania. Zajmowano się niemi już przed kilkudziesięciu laty. Ale w tych dawniejszych doświadczeniach, dokonywanych wyłącznie tylko na zwierzętach, nie liczone się jeszcze z wzmogoną żywością zwierząt, wywołaną przez wrażenia świetlne i z nieodzownem ustawieniem na wyższym poziomie biologicznego nastrojenia. Wydatniejsza wymiana gazów i niejaki zmiany w mechanizmie oddychania były w tych warunkach aż nadto dobrze zrozumiałe. Mimo tych zasadniczych usterek w samym założeniu doświadczeń znalazły się jednak w ich wynikach szczegóły, zasługujące nietylko na uwagę, ale także na to, żeby się z nimi w całej pełni liczyć przy ocenianiu wpływu światła na oddychanie. Dostarczyły ich badania Selmi'ego i Piacenti'ego z r. 1870, powtórzone w r. 1888 przez Fabini'ego i Spalitta'ego. Stwierdzono przez nie, że ilość pobieranego tlenu i wydzielanego bezwodnika kwasu węglowego zmienia się zupełnie wyraźnie przy zmianach barwy światła. Po przyjęciu ilości, oznaczonych przy białem świetle dla CO<sub>2</sub>, za 100, znaleźli badacze, wymienieni na pierwszym miejscu, w powietrzu wydechanem:

w świetle: fioletohem, czerwonym, niebieskiem, zielonym, żółtem  
 u psa 88 92 104 106 128 jedn. objęt. CO<sub>2</sub>  
 u myszy 87 93 123 128 176

Zasadniczo takie same wyniki otrzymali Fabini i Spalitta w swoich doświadczeniach z świnkami morskimi, królikami, ptakami i żabami. Siłą logikij, trzeba z nich wysnuć wniosek, że jeżeli zmiany wentylacji płuc powstają przy zmianie barw, to taki sam efekt wywołać musi także światło, jako takie.

Pierwsze porównawcze oznaczenia przewiewu płucnego w świetle i w ciemności przedsiębrał na sobie samym Speck. Podczas oddychania z otwartymi oczyma wynosiła pojemność życiowa płuc 6446 ctm, z szczelnie osłoniętymi 6017 ctm<sup>3</sup>. Różnice są tu już na tyle znaczne, że można z nich zupełnie słusznie wnosić o wpływie światła na rozmiary wentylacji płuc. W jeszcze wyższym stopniu uprawniają do tego wyniki oznaczeń J. Linharda, wykonywanych w Groenlandji i w Danji zupełnie systematycznie w czasach letnich i zimowych miesięcy. Powtarzam w całości, według jednej z publikacji tego autora, wyniki oznaczeń groenlandzkich:

TABLICA LXXIX.

|               | Ilość<br>oznaczeń | Liczba<br>oddechów<br>w 1 min. | Głębokość<br>oddechu<br>ctm <sup>3</sup> | Wentylacja<br>pęcherz.<br>w 1 min. | CO na 1 kg.<br>i 1 godz.<br>ctm <sup>3</sup> | Parcie<br>pęcherzyk.<br>CO <sub>2</sub> mm. |
|---------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kwiecień 1907 | 7                 | 10 1                           | 976                                      | 6.82                               | 212                                          | 30.6                                        |
| Czerwiec 1907 | 13                | 7.3                            | 1362                                     | 7.74                               | 238                                          | 29.4                                        |
| Sierpień 1907 | 10                | 7.1                            | 1491                                     | 8.45                               | 241                                          | 26.7                                        |
| Listopad 1907 | 10                | 8.4                            | 1269                                     | 7.85                               | 237                                          | 29.6                                        |
| Styczeń 1908  | 12                | 10 65                          | 914                                      | 6.39                               | 208                                          | 31.8                                        |

Różnice między cyframi, otrzymanymi w zimie i w lecie, uwydatniają się bardzo wyraźnie po przeliczeniu ich na wartości odsetkowe. Pokazuje się z nich, że w czasie letnich miesięcy

częstość oddechów zmniejsza się o . . . . . 32.4%  
 głębokość oddechów wzrasta o . . . . . 63.1%  
 przewiew pęcherzykowy wzrasta o . . . . . 32.3%  
 wydalanie CO<sub>2</sub> wzrasta o . . . . . 15.9%  
 parcie pęcherzykowe CO<sub>2</sub> maleje o . . . . . 16.0%



Zasadniczo takie same wyniki dały badania, przeprowadzone u 5 osób w Kopenhadze. I tu można było stwierdzić znaczne różnice między letnimi i zimowymi wartościami. Z obliczeń stosunkowych wynika, że w lecie

|                                                               |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| liczba oddechów zmniejsza się o . . . . .                     | 23.8%  |
| głębokość oddechów wzrasta o . . . . .                        | 26.4%  |
| przewiew pęcherzykowy wzrasta o . . . . .                     | 14.85% |
| parcie parcie pęcherzykowe CO <sub>2</sub> maleje o . . . . . | 11.00% |

Ze względu na długie okresy czasu, objęte mierzniami, oraz na wybitne przeciwieństwa między bezsłoneczną polarną zimą i bardzo słonecznym latem, zasługują sprawozdania Lindharda na stanowcze wyróżnienie wśród wielu innych, zajmujących się zagadnieniem wpływu światła w wolnej przyrodzie na sprawę oddychania. O ile chodzi o częstość oddechów, można je zestawić ze sprawozdaniem Lenkei'a, który zwolnienie ruchów oddechowych stwierdzał po kąpieli słonecznej u 95% badanych w tym kierunku osób.

Poza temi, jeżeli się tak wyrazić można, czystymi spostrzeżeniami, mówią współczesne publikacje o wynikach wcale licznych i dokładnych badań, przedsięwziętych w tego rodzaju warunkach klimatycznych, że liczyć się trzeba także z działaniem innych czynników dynamicznych klimatu, a nie samego tylko oświetlenia. Odnosi się to n. p. do badań, przedsięwziętych w Alpach przez Haselbacha i Lindarda lub Zuntza i Duriga, a na Teneriffie przez v. Schröttera i Zuntza. I tu także stwierdzano w świetle zupełnie podobne modyfikacje oddychania, jak w spostrzeżeniach, poczynionych na dalekiej północy. Ale w klimacie wysokogórskim zaznacza się już nazbyt wyraźnie wpływ rozrzedzonego powietrza i nie można go pomijać przy ocenianiu zmian w czynności oddychania.

Biologiczny mechanizm wzniecanych przez światło modyfikacji nie może być zupełnie prosty. A. Loewy tłumaczy je odruchowymi podrażnieniami, pochodzącymi z naświetlonej powierzchni skóry. Przemawiają zatem w pierwszym rzędzie spostrzeżenia Lindharda o niewątpliwym znaczeniu stopnia podrażnienia skóry i o znaczeniu rumienia, w dalszym zależności modyfikacji od wielkości naświetlanej powierzchni i od osobniczej

i regionalnej wrażliwości skóry. Jako przenośniki drażnienia, wskazałoby wypadało najrychlej nerwy czuciowe. Nie można wszakże pomijać zupełnie także innej możliwości, działania jakichś ciał chemicznych, powstających, względnie uczynnianych przez działanie biochemicznych promieni świetlnych. Istoty ich nie znamy wprawdzie tak dokładnie, ażeby je można było nazywać i wskazywać, ale wiemy już, że istnieją. Ponadto liczyć się jeszcze trzeba z wrażeniami wzrokowymi i z ich działaniem na sferę psychiczną, na wyobraźnię i na nastroje duchowe. A od tego wszystkiego zależą w bardzo znacznym stopniu nastawienia wegetatywne i rozmaitego rodzaju czynności fizjologiczne. Chodzi tu o wpływy, wywierane na ośrodki duchowego życia i duchowego odczuwania przez obrazy przyrody, odsłaniane przez światło, a uświetniane i obdarzane czarem barw przez bezpośrednie promienie słoneczne. Urok jasnych, słonecznych obrazów przyrody jest zawsze niecodzienny i wznieca zawsze jakieś odruchy nastrojowe, a w dalszym ciągu także i biologiczne - cielesne. Należą do nich m. in. także, aż nadto dobrze znane, zwolnienie, niekiedy nawet wstrzymanie na krótki czas oddechania, a równocześnie z tem także pogłębienie oddechów.

Jeszcze bardziej bezpośrednio, jak na czynność oddychania, zaznacza się drażniący wpływ świetlnej energii na biologicznym stanie układu naczyniowego, a przez jego pośrednictwo całego narządu krążenia.

W wolnej przyrodzie, gdzie źródłem tej energii jest jedynie tylko słońce, liczyć się trzeba tak dobrze, jak zawsze i wszędzie z dwoma dynamicznymi czynnikami — z czynnikiem biochemicznym, reprezentowanym przez promienie krótkofaliste, w najwyższej mierze przez pozafioletowe, i z czynnikiem termicznym, zawartym najobficiej w promieniach o długiej fali, zwłaszcza w zupełnie ciemnych, pozaczerwonych. Odnosi się to w całej pełni do tej części energii promienistej, która przenika zupełnie atmosferę i pada bezpośrednio na ziemię i na to wszystko, co się na niej znajduje, ale równie dobrze także i do części, rozprószonej w powietrzu i spływającej dopiero stamtąd na ziemię. Różnica polega tylko na skali wpływów, zmieniającej się zresztą wraz z zmianą kątów padania promieni na ziemię i ze zmianą ilości, po części także jakości t. zw. nieistotnych składników powietrza. Wobec tego współza-

wodnictwa, albo raczej współdziałania dynamicznego, trudno w wolnej przyrodzie o tego rodzaju warunki, w jakich się odbywa badanie wpływu światła, pochodzącego z dowolnie wybranego sztucznego źródła. Można by wprowadzić i tu także używać filtrów świetlnych, ale tego rodzaju doświadczenia noszą jednak aż nazbyt wyraźne znamiona sztuczności. Na wolnym powietrzu nie kapie się nikt i nigdzie przez filtry w świetle słonecznym.

Z wypowiedzianych w tej chwili uwag wynika, że przy ocenianiu skutków działania słonecznej energii promiennej na naczynia i na cały narząd krążenia, liczyć się trzeba tak dobrze z czynnikiem biochemicznym, jak termicznym promieni. Prawie że zupełnie można natomiast wykluczyć termiczny wpływ samego powietrza. Osiąga się to przez badania przedsiębrane w niskiej ciepłocie, a więc najlepiej u nas w porze wiosennej, a pozatem pod wyższymi stopniami szerokości geograficznej, lub w miejscowościach, wzniesionych dość już znacznie ponad poziom morza. Dogodniejsze warunki dla poznawania biochemicznych wpływów światła istnieją przy badaniach, posługujących się sztucznymi jego źródłami.

W ustępie, poświęconym sprawie działania światła na skórę i na naczynia skórne, wspomnieliśmy o histaminie, jako o czynniku, odgrywającym prawdopodobnie bardzo znaczną, może nawet górującą rolę przy powstawaniu rumienia świetlnego. To samo, co w rumieniu, dzieje się z naczyniami skórnymi także i tam, gdzie niema zapalnego podrażnienia skóry, a efekt działania światła ogranicza się na wywoływaniu stanu, który określićby można najrychlej jako czynną pletozę skóry. W każdej kąpieli świetlnej, słonecznej, czy sztucznej, ulegają naczynia mniej lub więcej znacznemu rozszerzeniu. Bezpośrednie następstwo rozszerzenia tworzy zmalenie oporów w dużym obszarze krążenia i spadek ciśnienia tętniczego. I o tem opadaniu ciśnienia mówią bardzo już liczne sprawozdania z badań, zajmujących się poznawaniem wpływu światła na krążenie. Dla przykładu można tu wymienić sprawozdanie Lenkeïa o wyniku spostrzeżeń, poczynionych w kąpieli słonecznej i takie same A. Loewy'ego, Fr. Müllera, Gronheima i Bornsteina z słonecznych plaż kąpielisk Morza Północnego, Schieffera, Bickela, A. Loewy'ego, Wohlgemutha, Schweitzera

z egipskich pustynnych stacyj klimatycznych. Plehna z klimatu podzwrotnikowego. Takie same spostrzeżenia poczynili, posługując się światłem lamp lukowych, Hasselbach, Kestner i inni. Różnice wartości, oznaczanych przed kąpielą i po kąpeli świetlnej, wynoszą kilka do kilkunastu, wyjątkowo nawet więcej mm. Hg.

Takie samo proste następstwo rozszerzenia naczyń skórnych, jak opadanie parcia tętniczego, tworzą także zmiany w rozmieszczeniu krwi. Wraz z przybywaniem jej w skórze, a zapewne skutkiem większej ruchliwości, także i w mięśniach zmniejsza się ukrwienie narządów wewnętrznych, zwłaszcza tych z pośród nich, które służą za pewnego rodzaju zapasowe magazyny, albo też, z powodu stałszych niedostatków w krążeniu, zawierają jej za wiele. Na czoło wysuwają się tu wątroba i płuca. Oznacza to w każdym razie pewne odciążenie krążenia trzewiowego, a w przypadkach osłabienia serca bardzo nieobojętne ułatwienie jego pracy.

Korzyść z rozszerzenia naczyń skórnych uwydatnia się już w skuteczności leków, stosowanych wśród napadów anginy sercowej, — stenokardji — celem wywołania takiego rozszerzenia, w postaci kąpeli z maki gorczycznej, synapismów, okładów z chrzanu i t. p. Tem lepszych wyników można się spodziewać od światła, zwłaszcza wtedy, jeżeli oblituje w promienie pozafioletowe, znane ze swojej zdolności uczyniania „ciała histaminowego“. Stosuje się je istotnie z lampy kwarcowej na dość wielką skalę, a niektórzy lekarze, n. p. Ernest Freund z I. wiedeńskiej kliniki medycznej jest wprost entuzjastycznym zwolennikiem i rzecznikiem tego sposobu leczenia chorych z napadami anginy sercowej, podnosząc jego skuteczność nawet na dość długą metę, o ile uzyskany dobry wynik utrwała się przez powtarzane od czasu do czasu sporadyczne naświetlania. Powtarzanie to jest potrzebne do podtrzymywania pletory skórnej, szczególnie w okolicy serca i wielkich naczyń. A podtrzymywanie jej nie sprawia większej trudności wobec tego, że wrażliwość naczyń skórnych, poddawanych działaniu światła z promieniami biochemicznymi, wzrasta bardzo znacznie i na dłuższy przeciąg czasu (Hausmann i inni). Powszechny w świecie niewieścim zwyczaj odsłaniania górnej części klatki piersiowej zimą i latem zasługuje niewątpliwie na zupełne uznanie z punktu widzenia higieny. I byłoby istotnie rzeczą bardzo pożądaną, ażeby go sobie przyswoiła także męska połowa rodzaju ludzkiego.

Z czynną pletorą skórną łączy się, jako dalszy jej skutek, sprawa przeziwu skórniego, promieniowania i przewodzenia, a tem samem wyzbywania się ciepła przez ustrój. Wynika już z istoty rzeczy, że suma strat musi być wyższa przy naczyniach rozszerzonych i przy

żywszem w nich krążeniu, aniżeli wtedy, kiedy krew płynie węższem korytem i w znacznie mniejszej ilości. Ustroje sprawne, w znaczeniu biologicznem, wyrównują tę nadwyżkę, bez jakiegokolwiek szkody dla siebie, a nawet z pewną korzyścią, przez większą ruchliwość, wydatniejszą pracę mięśni i żywszą przemianę pierwiastków. Przy braku pełnej sprawności powstają niedociągnięcia, a w dalszem ich następstwie mniej lub więcej znaczne zaburzenia czynnościowe, niekiedy zupełnie nawet wyraźne schorzenia. Hans Maulten, który, dla dokładniejszego poznania sprawy regulacji ciepła u osób, z rozszerzonymi przez działanie światła naczyniami skórnymi, zupełnie systematycznie mierzył ciepłotę skóry i stwierdził w ten sposób, że istnieją u nich znaczne różnice w gospodarstwie cieplnem w porównaniu u osób ze skórą niepleteczną, tłumaczy niemi powstawanie t. zw. słonecznego, względnie świetlnego nieżytku oskrzelowego — bronchitis solaris — opisanego przez Kurta Klare'go jako osobna etiologiczna postać nieżytków oskrzelowych. W istocie rzeczy wypadaloby go zaliczyć do grupy chorób „z zaziębienia“.

W myśl spostrzeżeń Klare'go zapadają na nieżytki słoneczne szczególnie dzieci o węższej budowie ciała, ze skórą delikatną, pobudliwą, z szarą lub niebieskimi oczyma, z jasnym jak len owłosieniem i ze znamionami skazy wysiękowo zolowej. Na większą częstość nieżytków po zjawieniu się pierwszych gorętszych dni wiosennych u osób mało odpornych zwraca uwagę także Stolte. We wszystkich tych spostrzeżeniach odgrywa zapewne bardzo znaczną rolę niestosunek między niedość jeszcze ogrzaniem powietrzem i znaczną już energją bezpośrednich promieni słonecznych. Nie daje się to odczuwać przy skórze sprawnej, zdolnej do szybkich odczynów naczynioruchowych, ale przynosi szkodę tam, gdzie skórne urządzenia regulacyjne nie mogą podoląć swoim zadaniom.

Parę uwag godzi się jeszcze poświęcić sprawie wpływów, wywieranych przez promienistość słoneczną na układ nerwowy z jego sferą zmysłową i psychiczną.

Najbardziej bezpośrednio, a w dalszym ciągu także i najpowszechniej działa światło przez wrażenia wzrokowe. Mówiliśmy o tem pokrótce już nieco wyżej. W tej chwili dodamy jeszcze tylko tyle, że rodzaj efektów, ocenianych według skali dodatnich i ujemnych skutków, zależy tak dobrze od mocy energii świetlnej, jak od scenerji przyrody, a w niemałym stopniu także od zasadniczych cech i od zmiennych nastrojów psychicznych ludzi, odbierających wrażenia wzrokowe. Zastrzeżenia te są same przez

się zrozumiałe. Nie możnaby bez nich wytłumaczyć różnych odczynów psychicznych i zależnych od nich nastawień wegetatywnych, powstających wobec takiej samej scenerji przy rozmaitem oświetleniu i, naodwrot, przy takim samym świetle, ale w innym środowisku przyrody, oraz bardzo niejednakowego osobniczego oddziaływania wobec krajo-brazowych wrażeń wzrokowych.

O ile chodzi o samo tylko światło, to i tu także obowiązuje fizjodynamiczna zasada, która mówi, że słabsze podniety przynoszą korzyść, nazbyt silne niewątpliwą szkodę. I tak zwiększa się przy dobrem oświetleniu bystrość wzroku. Zbyt silne światło olśniewa i zmniejsza zdolność patrzenia i zasięg widzenia. Na śnieżnych i lodowych polach zdarzają się nawet przy pełnym blasku słońca przemijające oślepięcia, określane mianem śnieżnej ślepoty.

Za miarę dla oceniania wpływu światła na nastrojenie psychiczne mogą do pewnego stopnia służyć spostrzeżenia z pustynnych stacyj klimatycznych Egiptu, Algierji i Maroka, z ich bezchmurnem niebem, dotyczące osób, cierpiących na męczącą bezsenność. Wraz z przyjazdem do nich zjawia się potrzeba snu, a ze snem przychodzi także korzystna zmiana w sposobie patrzenia na świat i na ludzi. O większej potrzebie snu po kąpielach słonecznych mówią także sprawozdania Lenkei'a. Bardzo być może, że w powstawaniu odprężenia nerwowego, nieodzownego warunku senności, wcale znaczna rolę odgrywa czynna pleatora skóry, o której wspominaliśmy nieco wyżej, oraz malenie wrażliwości nerwowych zakończeń skóry, stwierdzone przez Bernharda drogą zupełnie systematycznych badań. Odprężenie i potrzeba snu nie przeszkadzają przytem zupełnie przyzywaniu energii życiowej. Lehman i Paderesen mówią wprost o zwiększaniu się siły mięśni za wpływem biochemicznych promieni widma słonecznego, a Schweitzer o większej wydatności i stateczności pracy z początkiem pobytu w egipskich pustynnych stacjach klimatycznych. Świadczy to zupełnie wyraźnie o dodatnim wpływie światła słonecznego na fizjologiczne nastawienie całego narządu ruchu i to zarówno w ośrodkowych, jak obwodowych jego odcinkach.

Wszystko, o czem mówiliśmy dotychczas na temat bio-dynamicznego działania promienistej energii słonecznej,

odnosiło się zasadniczo do wpływów, wywieranych przez promienie świetlne i biochemiczne. Nie wyczerpuje to jeszcze całego zakresu jej mocy. Ten nieuwzględniony dotychczas zakres tworzy

*biodynamika gorących promieni słonecznych.*

Osobna wzmianka o tych promieniach nie oznacza jeszcze bynajmniej przyznawania im istotnej odrębności fizycznej i fizjodynamicznej. Uzasadniają ją raczej tylko biologiczne następstwa działania cieplnej energii promienistej, a więc to samo, co w innych zakresach tworzyło podstawę dla osobnego omawiania skutków działania jej chemodynamicznych i fotodynamicznych czynników. O darze ciepła słonecznego, jako takim, wiemy, że pochodzi od całego widma, jakkolwiek w niejednakowej mierze od różnych jego odcinków (por. str. 218).

Skórą, pokrywającą ciało ludzkie, zachowuje się bardzo niejednakowo wobec rozmaitych promieni słonecznych. Tak dobrze, jak bez reszty chłonie promienie pozafioletowe, w bardzo znacznej, nawet w przeważnej ilości fioletowe, niebieskie i zielone; w głąb przenika przez nią sporo promieni żółtych, pomarańczowych i czerwonych, najwięcej pozaczerwonych. Zdolność odbijania jest stosunkowo niewielka. Z barwnych promieni, przeważnie żółtych, pomarańczowych i czerwonych, ulega odbiciu około 35%, z pozaczerwonych zaledwie 15%.

O promieniach pozaczerwonych wiemy, że są ze wszystkich słonecznych najgorętsze, a oprócz tego i to także, że najłatwiej ze wszystkich przenikają ziemską atmosferę. Służy to za miarę dla oceny tej wielkiej ilości ciepła, jaką niosą w sobie ciało ludzkiemu i stopnia, w jakim je ogrzewają. Dla końcowego efektu jest przytem rzeczą zupełnie obojętną, czy gorące promienie spływają wprost ze słońca, czy też pochodzą z odbicia, albo z promieniowania w sąsiedztwie, jakkolwiek nie ulega wątpliwości, że największą moc działania posiadają bezpośrednie promienie słoneczne, chociażby tylko z tego tytułu, że skupiają się najbardziej na powierzchni ciała. Poznanie tej ich wielkiej mocy, zdradzającej się zarówno przez dobre, jak przez niepożądane skutki działania, uczyniło z nich przedmiot bardzo powszechnego zainteresowania.

O dobrych skutkach gorących promieni słonecznych wspominaliśmy już wyżej. Istotę ich tworzy ochrona ciała

przed traceniem w zimnym środowisku powietrznym zbyt wiele ciepła, ułatwianie zrównoważonego szafarstwa ciepłem ustrojowym, a tem samym także całego gospodarstwa ustroju. Niedobre następstwa działania polegają na zachwianiu równowagi w cieplnym gospodarstwie i na przegrzaniu ustroju.

Przejścia od dobrych do złych skutków, zdradzających się już przez podmiotowe odczuwanie i przez odstępstwa od fizjologicznych zjawisk życiowych, dające się poznać przez przedmiotowe badanie i spostrzeganie, są zasadniczo zupełnie wyraźne. Ale o przekraczaniu granicznej linii skutków rozstrzyga nie tylko moc grzejących promieni. Bardzo niepoślednią rolę odgrywają przytem wilgotność i ruchliwość powietrza, jako współrzedne termiczne czynniki klimatu, a oprócz tego także biologiczna wartościowość ustroju, zwłaszcza stan serca i naczyń, sprawność urządzeń, służących do regulowania ciepłoty ciała, stopień oswojenia się z działaniem wyższej ciepłoty, względnie rodzaj i stopień aklimatyzacji termicznej. Równie wielkie znaczenie posiada wytwarzanie własnego ciepła, złączonego bardzo ściśle z pracą i ze spoczynkiem, oraz wyzbywanie się tego ciepła, łatwiejsze lub trudniejsze, zależnie od rodzaju materiału i od kroju odzieży, służącej do okrycia ciała.

Jakkolwiek szkodliwe następstwa przebywania w gorącym środowisku, zwłaszcza w żarze promieni słonecznych, znano już od bardzo dawna, a sławny belgijski klinicysta z końca XVII-go stulecia, Boerhaave stworzył osobne, kliniczne, po części także anatomopatologiczne pojęcie udaru, względnie porażenia słonecznego, utrwalone następnie przez współdziałanie jego uczniów van Swieten a. Colombiera i innych. obudziła ta sprawa stosunkowo dość późno, bo dopiero w drugiej połowie ubiegłego wieku większe zajęcie medycyny doświadczalnej. Jako pierwszy zajął się nią A. Walter, a wyniki swoich doświadczeń, wykonywanych na królikach, ogłosił w roku 1867. Doniósł w nich, że zwierzęta, przywiązane do deski i wystawione na działanie promieni słonecznych przy ciepłocie powietrza około 22° C., ginęły już po 1 — 2-godzinnem przebywaniu w tego rodzaju kąpieli słonecznej. Znamienne objawy tworzyły sinica, namiętność i tak wielkie przyspieszenie tętna, że nie można go było policzyć, pływ-



kość i przyspieszenie oddechów i wysoka, 44 — 46° C. sięgająca ciepłota ciała. Takie same wyniki otrzymał w roku 1879 J a k u b a s c h, powtarzając, również na królikach, doświadczenia W a l t h e r a.

Uwydatniło się przez nie niewątpliwe znaczenie przegrzania ustroju, jako czynnika, sprowadzającego ostatecznie śmierć zwierząt. Zupełnie bezpośredniego dowodu, świadczącego o tem, że przegrzanie jest dziełem samych tylko gorących promieni, dostarczyły dalsze badania, zupełnie już szczegółowe, przeprowadzone w ten sposób, że można było przez nie poznawać zupełnie oddzielnie wpływ promieni krótkofalowych, niosących w sobie tylko bardzo niewiele ciepła i gorących promieni długofalowych. Zajmowali się niemi, zupełnie od siebie niezależnie, M ö l l e r i S c h m i d t i pierwsi, zdaje się, podnieśli dominującą rolę promieni z gorącej części widma.

Nieco nowych szczegółów przyniosły doświadczalne badania H. A r o n a, przedsiębrane niezbyt dawno, parę lat przed wojną światową, na Manili, a więc w klimacie tropikalnym. Pokazało się z nich zupełnie już niewątpliwie, że przyczyna słonecznych porażeń tkwi jedynie tylko w przegrzaniu ustroju, powstającym jako następstwo działania gorących promieni, nie zrównoważonego przez dostatecznie sprawną czynność fizjologicznych urządzeń, służących do regulowania gospodarki cieplnej ustroju. I tak n. p. znosiły psy normalne bez szkody dość długie naświetlanie słoneczne. Natomiast ginęły po osłabieniu sprawności regulacyjnej przez tracheotomię. Malpom nie szkodziło naświetlanie samej tylko głowy. Ale ginęły już po niezbyt długim przetrzymaniu ich w pełnej kąpieli słonecznej. U jednych i u drugich można było zapobiec powstawaniu chorobliwych objawów przez wywoływanie sztucznego, dostatecznie silnego wiatru i ułatwianie w ten sposób zwierzętom wyzbywania się nadmiaru ciepła.

Ustrój ludzki posiada w skórze niezwykle dobre urządzenia, chroniące go przed szkodliwym działaniem niezbyt wysokiej ciepłoty środowiska. Tworzą je jej wielka zdolność pochłaniania i niemniejsza wyzbywania się nadmiaru ciepła. Dla mózgu dają nadto wysmienitą ochronę kości czaszki. Badania P. S c h m i d t a pokazały, że przez skórę i przez kości przenika w głęź zaledwie tylko  $\frac{1}{100}$

ość gorących promieni słonecznych. Cała ogromna reszta, bo 99% ulega w nich wchłonięciu.

O niezwykle wielkiej sprawności urządzeń, służących do ochrony ustroju przed przegrzaniem, świadczy cały szereg wprost brutalnych doświadczeń, zestawionych przez Rosenthala. Kilka z nich przytaczam za A. Loe-  
wyim dla przykładu.

I tak trzy młode dziewczęta zdołały przez 5 — 10 minut wytrzymać w piecu piekarskim, w powietrzu o ciepłocie 130° C. Pięciu angielskich autoeksperymentatorów uczyniło to samo przez 10 minut w ciepłocie 92.22° C.; oprócz tego jeden z nich przebywał przez 7 minut w ciepłocie 94.44° C., drugi przez 8 minut w ciepłocie 127.7° C. i 12-cie minut w ciepłocie 110° C. Ciepłomierz, trzymany pod językiem, wskazywał tylko 37.8° C. Z dwóch innych osób, służących tym samym badaczom za przedmiot ich spostrzeżeń, podniosła się ciepłota ciała u jednej po 20-to minutowym przebywaniu w powietrzu, ogrzanem do 98.8° Celsjusza, do 38.9 C., u drugiej po 10-cio minutowym pobycie w powietrzu o ciepłocie 104.6° C. do 38.9° C.

Wszystkie doświadczenia, o których uczyniliśmy wzmiankę w tej chwili, odbywały się w zupełnie suchem środowisku powietrznem. Przyczyniało się to w bardzo dużym stopniu do zapewnienia skuteczności fizjologicznej akcji regulacyjnej. Efekty jej maleją bardzo znacznie w powietrzu, nasyconem parą wodną, a więc silnie zawilgoconem. Ilustrują to bardzo dobrze spostrzeżenia Berger'a i Delaroche'a. Berger mógł w suchem powietrzu, ogrzanem do 109.5° C., wytrzymać przez 7 minut, w kąpieli parowej, przy podniesieniu jej ciepłoty z 41.25° C. na 53.75° C., stosunkowo niewiele dłużej, bo tylko 12 minut. Delaroche wytrzymywał w kąpieli parowej, ogrzanej z 37.5° C. do 51.25° C., tylko 10.5 minut. U pierwszego z nich podnosiła się ciepłota po kąpieli parowej o 3.1° C., u drugiego o 1.87° C.

W parze z ustalaniem się ciepłoty na wyższym poziomie idzie zawsze żywsze spalanie i większe zużycie się palnych zasobów ustroju. Velten i Pflüger oszacowali nadwyżkę kaloryczną u królików przy wzroście ciepłoty ciała o 1° C. na 5.7 — 6.1%. W doświadczeniach, wykonywanych na ludziach przez H. Winternitza, wzrastało zużycie tlenu skutkiem podniesienia

się ciepłoty ciała do 38 — 39° C. o 40 — 110%. Linser i Schmidt otrzymywali przy takiej samej ciepłocie ciała cyfry zużycia wyższe o 15 — 97%, Salomon o 15.9%, ale już jako czystą wartość, po odliczeniu zużycia z tytułu wydawniejszej pracy płuc i serca. Za materiał dostarczający organicznego paliwa, służą aż do pewnych granic niemal wyłącznie tylko węglowodany i tłuszcze. Białko staje się nim w myśl badań Linsera i Schmidta dopiero wtedy, kiedy ciepłota ciała przekracza 39° C., jw bardzo znacznej mierze, zwłaszcza przy nagłe powstającym przegrzaniu ciała.

Zbytecznym byłoby dodawać, że osoby, poddające się zajmującym nas w tej chwili badaniom, zachowywały się zupełnie spokojnie i nie miały na sobie żadnego okrycia. Praca i ubranie sprowadzają nader niekorzystną zmianę warunków dla kształtowania się gospodarki cieplnej w gorącym środowisku.

Wśród pracy i przez pracę wzrasta z istoty rzeczy wytwarzanie ciepła. Ciepłota ciała podnosi się zupełnie wyraźnie i ustala się, dzięki odpowiedniemu, wyższemu nastawieniu równowagi regulacyjnej, przynajmniej na jakiś czas, na innym poziomie. Za przykład takiego ustawiania się mogą służyć oznaczenia ciepłoty ciała, podane dla trzech palaczy okrętowych przez Hirschfelda:

| Ciepłota ciała wynosiła dla palacza | I.      | II.     | III.    |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|
| przy ciepłocie powietrza 45° C      | 39.4° C | 38.9° C | 39.4° C |
| przy ciepłocie powietrza 50° C      | 39.6° C | 39.1° C | 39.2° C |
| przy ciepłocie powietrza 52° C      | 39.4° C | 39.8° C | 39.7° C |

Wszyscy trzech robotnicy czuli się zupełnie dobrze, mimo znacznie wyższej ciepłoty ciała i mogli bez większego wysiłku spełniać swoje ciężkie obowiązki. Ale byli to ludzie oswojeni z gorącym środowiskiem i ze swoją zawodową pracą. Ogromnie wiele ważyło i to także, że pracowali w suchym powietrzu i właściwie bez odzieży. Przy braku termicznej aklimatyzacji jest każda zaledwie cokolwiek cięższa praca bardzo trudna, zwłaszcza w powietrzu wilgotnym i w ubraniu. V. Lusch an zetknął się w Kurdystania z greckimi robotnikami kamiennymi i cieślami, którzy przy ciepłocie powietrza 30° C. i wilgotności 60 — 65% mogli jeszcze wprawdzie pracować, ale

wydajność ich pracy wynosiła zaledwie połowę tego, co u krajowych robotników. Większej wilgotności nie znosili już zupełnie, a przy próbach pracy zapadali na udary słoneczne. Do powstawania udaru wystarczał już nawet bardzo powolny marsz na przestrzeni niewiele kilometrów.

Wielkie znaczenie ubrania, jako przeszkody dla należytego działania urządzeń, przeznaczonych dla chronienia stroju przed przegrzaniem, ilustrują liczne spostrzeżenia, poczynione w czasie marszów i ćwiczeń wojskowych. Hiller wspomina n. p., że widział pierwsze oznaki udaru słonecznego u maszerujących żołnierzy już przy ciepłocie powietrza  $18.75^{\circ}\text{C}$ . i 86% względnej wilgotności. I nie może to nawet wywoływać zdziwienia, skoro wiemy, jaką przeszkodę dla przeziwu skórniego i dla parowania potu, gromadzącego się na skórze, tworzy przylegające do ciała sukienne ubranie i jak bardzo rozgrzewa się powietrze pod wojskowemi czapkami, a tem bardziej pod stalowymi hełmami. Ciepłota jego może sięgać  $50$ , a nawet  $60^{\circ}\text{C}$ . Na zasadzie przewodnictwa rozgrzewają się w dalszym ciągu skóra i całe sklepienie czaszki, a wreszcie opony i sam mózg. Zdaniem Schmidta przynosi to niejednokrotnie większą szkodę, aniżeli zupełnie bezpośrednio promieniowanie słoneczne. Podobne, jakkolwie nie tak bardzo wielkie znaczenie, jak cięższe okrycie głowy, posiada bujny porost włosów. Ciepłota powietrza może wśród włosów dochodzić do  $40$  i więcej stopni Celsjusza.

Jako bardzo dobry przykład złych skutków utrudnionego oddawania ciepła przez skórę mogą posłużyć spostrzeżenia Deppe'go, zebrane wśród tubylczej murzyńskiej ludności we wschodniej Afryce. Panuje tam zwyczaj szczelnego owijania niemowląt, mimo tropikalnego upału, w skrawki rozmaitej materji. I u takich dzieci widywał Deppe podniesienie ciepłoty ciała, sięgające  $39 - 40^{\circ}\text{C}$ ., stałe biegunki i prawie że charłactwo. Wraz z odrzuceniem zawijadeł i pozostawieniem niemowląt często zupełnie nago tylko pod okryciem z lekkiej gazy, opadała ciepłota ciała, ustawały biegunki, stan ogólny poprawił się bardzo szybko. Skutkiem niewłaściwego otulania i okrywania dzieci, przecieplania ich, zdarzają się niewątpliwie i w naszym, umiarkowanym klimacie w czasie letnich upałów takie same chorobliwe stany, jakie u dzieci murzyńskich spostrzegał Deppe.

Typowe następstwo przegrzania stroju bardzo znacznego stopnia i, dodajmy do tego odrazu, zgodnie z przy-

jętem już powszechnie zapatrywaniem, rozwijającego się skutkiem porażenia regulacji ciepła. tworzy porażenia słoneczne, inaczej udar słoneczny, względnie, o ileby chodziło o szersze ujmowanie tej sprawy, udar kaloryczny z nadmiaru ciepła. Jest ono zupełnie uzasadnione skoro wiemy, że do powstawania porażen z przegrzania nie potrzeba koniecznie bezpośredniego działania promieni słonecznych. Zdarza się to w kotłowniach okrętowych, pozbawionych zupełnie światła słonecznego, a Jakubasch mówi o przypadkach porażen w krajach tropikalnych wśród żołnierzy, przebywających w czasie dziennych upałów pod namiotami, lub w zupełnie dobrze zacienionych miejscach, a nawet o porażeniach w nocy wśród snu pod namiotami. Nie są to wszakże, naogół biorąc, zbyt częste przypadki. Przynajmniej pozornie zbliżają się do nich chorobliwe stany, rozwijające się skutkiem męczących marszów u turystów lub żołnierzy w parne, ale zupełnie bezsłoneczne dni. W większości przypadków tkwi przyczyna tych stanów w nadmiernem wyczerpaniu i dlatego określono je nazwą wyczerpania z gorąca — heat prostration w angielskiem, Hitzeerschöpfung, w niemieckim imiennictwie lekarskiem. Typowe porażenia kaloryczne zdarzają się rzadko w tych warunkach. Górujące znaczenie posiadają zawsze i wszędzie rzeczywiste porażenia słoneczne, chociażby tylko z tego tytułu, że są najpospolitsze.

O wielkiej doniosłości bezpośredniego działania gorących promieni słonecznych świadczy dostatecznie ten szczegół, że do powstawania udarów nie jest bynajmniej potrzebna wysoka ciepłota środowiska. Znane są przypadki porażen wśród snu w pełnym słońcu przy ciepłocie powietrza nawet o kilkanaście stopni niższej od ciepłoty ciała, a tembardziej przy pracy, lub przy wysiłkach sportowych czy turystycznych.

Udar słoneczny nie powstaje zazwyczaj nagle i niespodziewanie. Prawie zawsze poprzedzają go mniej lub więcej wyraźne zwiastunowe objawy. Należą do nich bóle i zawroty głowy, uczucie pewnego osłabienia, dość często nudności, a nawet wymioty, przyspieszenie, czynności serca i ruchów oddechowych, znaczny turgor i zaczerwienienie skóry, obfite pocenie się z powtarzającym się w pewnych odstępach czasu coraz to nowym napływem

fal potu. Już w tym początkowym okresie można stwierdzić wyższą ciepłotę ciała w granicach 37.5 — 38.5° C. Wszystko to nie jest jeszcze groźne. Schronienie się przed słońcem, względnie przed gorącem, przerywa dalsze postępy przegrzania, ciepłota ciała opada, niemiłe podmiotowe przypadłości łagodnieją i ustępują wreszcie zupełnie.

O ile wpływy kaloryczne działają w dalszym ciągu, rozgrzewa się ciało w dalszym ciągu i wreszcie przychodzi chwila, kiedy urządzenia regulujące gospodarkę cieplną przestają działać i ciepłota ciała osiąga t. zw. krytyczny stopień, w przecięciu 40.5° C. Wraz z tem zjawia się, zwykle zupełnie nagle, istotny udar kaloryczny. Przychodzi zamroczenie świadomości z omdleniem, w cięższych porażeniach typowy zapad z ustaniem wszelkiej odczynowości. Chory leży zupełnie bezwładnie z zwióczalymi mięśniami; oddycha bardzo szybko i bardzo powierzchownie, niekiedy z przerwami, nawet w typie Cheyne Stokesa; serce uderza słabo i nader często; nitkowanego tętna nie można zazwyczaj policzyć. Skóra, albo zupełnie sucha, albo pokryta zimnym lepkiem potem, przybiera odcień sinawy, na twarzy z znamieną bledością — livido. Mocz wydziela się w skąpej ilości; niekiedy niema go zupełnie. Wcale często zdarzają się nudności, wymioty i biegunka. Ciepłota ciała utrzymuje się na znacznej wysokości, dochodzi niekiedy do 43 i 44° C., w klimacie podzwrotnikowym nawet do 46 i 47° C.

Po jakimś czasie zjawiają się krótkie skurcze w mięśniach kończyn i twarzy i rozszerzają się nawet na całe ciało, wzniesając powszechne drgawki. Nie wyczerpuje to jeszcze bynajmniej zakresu zjawisk ruchowych. Na wielką ich różnorodność składają się napady kurczów padaczkowych, powszechnych i Jacksonowskich, następujących w krótkich odstępach czasu jeden po drugim, kloniczne kurcze pojedynczych grup mięśniowych, skurcze przepoń, polyku, faliste kurczenie się mięśni, zwłaszcza klatki piersiowej i szyji, drzenie kończyn, drzenie gałek ocznych i t. d.

Niekiedy przebiega porażenie z objawami choroby umysłowej. Zjawiają się majaczenia, spokojne i gwałtowne, rozmaitego rodzaju omamy, wielki niepokój, zupełne pomieszanie psychiczne.

W toku napadu zdarzają się niezbyt rzadko zwolnienia i nowe zaostżenia. Początek zdrowienia znamionuje wielka senność i sen, trwający niejednokrotnie przez wiele godzin. Ale samo zdrowienie nie dokonuje się bynajmniej szybko, rozciąga się co najmniej na kilka do kilkunastu dni, w cięższych przypadkach nawet na znacznie jeszcze dłuższy okres czasu. Mącą je najrozmaitsze zaburzenia przyrody nerwowej, zarówno w zakresie ośrodkowego, jak wegetatywnego układu nerwowego, niedostatki w ramach narządu krążenia i narządu pokarmowego, a nadto, jako rzecz najpospolitsza, zbrocenia w składzie krwi, znamienne dla hemolitycznej niedokrewności. Niekiedy pozostają po przebytem porażeniu słonecznym już na stałe nawet poważniejsze zbrocenia, a tak dobrze jak zawsze utrzymuje się przez bardzo długi przeciąg czasu wielka wrażliwość wobec wpływów kalorycznych.

Naszkiecowany w tej chwili w najogólniejszych zarysach obraz objawów i przebiegu porażen kalorycznych wystarczy zapewne do stworzenia zasadniczego pojęcia o biologicznych szkodach, jakie w ustroju ludzkim może wyrządzać słoneczna energja promienista przez zbytnią moc i zbyt długie działanie gorących promieni. W całej pełni liczyć się z tem trzeba przy zalecaniu kąpiei słonecznych. Są one poniekąd obosiecznym mieczem, a więc wolno się niemi posługiwać tylko z wielkim umiarem i bardzo krytycznie. Przy polecaniu ich i przy stosowaniu trzeba się liczyć nie tylko z chorobą, jako taką, ale także z jej przebiegiem, z stanem ogólnym chorych, z ich konstytucją, a w niej w dużej mierze z strukturą i z biologiczną wartościowością skóry. Przez umiejętne stosowanie helioterapii osiąga się wcale często niezwykle dobre skutki, przez nieumiejętne i szablonowe można wyrządzić bardzo wielkie szkody.

Na zakończenie jeszcze krótka wzmianka o ratowaniu, względnie leczeniu osób, dotkniętych udarem słonecznym.

Zasadniczy warunek ratowniczych zabiegów tworzy przeniesienie chorego w chłodniejsze środowisko i ułatwienie skórze wydalenia ciepła z ustroju przez usunięcie wszelkiego ubrania. Do ożywienia czynności skóry służą częste zmywania chłodną wodą, lekkie poklepywania, mięsienie. Do skrzepienia mięśnia sercowego służą przetwory kamforowe, nadnerczowe, wyciągi z tylnego płatu przysadki mózgowej. Dobre usługi oddawałby prawdopodobnie wyciąg z mięśni, sporządzany według przepisu Koskowskiego, na-

zwany myostriatolem. Wobec niedowładu ośrodka oddechowego są wskazane tego rodzaju leki, jak lobelina, kardiasol. J. Modrakowski podnosi znakomite działanie  $\text{CO}_2$ , dodanego w ilości 6 — 8% do tlenu, a nawet tylko do powietrza, wdychiwanych przez chorych, po uśpieniu chloroformem lub eterem, celem ożywienia oddychania i zapobiegania zapaleniom płuc. W ten sam sposób możnaby zapewne podniecać ośrodek oddechowy w przypadkach udarów kalorycznych. Przy stosowaniu wszelkich zabiegów ratowniczych należy dbać o jak największy spokój dla chorego i nie narażać go na żadne wysiłki. O rodzaju i o sposobach dalszego leczenia rozstrzyga rodzaj i istota objawów chorobowych.

### *Biodynamika jonów i elektrycznych naładowań atmosfery.*

Cała współczesna nauka o elektryczności atmosferycznej, w pierwszym rzędzie w zakresie meteorofizyki, w dalszym ciągu w zakresie elektrofizjodynamiki, opiera się na poznaniu potężnych źródeł energii promienistej, znajdujących się zarówno w wnętrzu skorupy ziemskiej, jak w świecie pozaziemskim. Skorupa ziemska dostarcza tej energii w promieniach, pochodzących z ciał promieniotwórczych, światła pozaziemski w promieniach pozafioletowych, o dokładnie już określonej długości fal, wchodzących w skład widma słonecznego, oraz w t. zw. promieniach kosmicznych Millikana, przenikających w ziemską atmosferę z dalekich przestworzy pozasłonecznych. Inne jej źródła, pochodzenia ziemskiego, stworzone pracą umysłów i rąk ludzkich, posiadają w zasadzie tylko podrzędne znaczenie. Nabierają go wszakże coraz więcej skutkiem rozszerzania się bezdrutowej telegrafii, urządzeń dla rozmów radiowych i t. d. Tam, gdzie jest ich już bardzo wiele, trzeba się z nimi liczyć zupełnie już poważnie.

Przez działanie nazwanych przed chwilą sił promienistych dokonuje się w atmosferze ziemskiej to, co określamy mianem jonizacji powietrza — obojętne pod względem elektropotencjalnym drobiny gazów powietrznych stają się nośnikami ładunków elektrycznych, jedne dodatnich, inne ujemnych. Już w chwili powstania łączą się te elektroczyenne drobiny jonowe z tyłoma, równie, jak one, małymi cząsteczkami gazów powietrznych, pod względem elektrycznym obojętnymi, na ile starczy wielkość ich powierzchni. Powstają w ten sposób niewielkie zespoły zjonizowanych drobin, doda-



tnich i ujemnych. Są to t. zw. małe albo lekkie jony, każdy zbudowany z kilku do 10-ciu dwuatomowych drobin i niosący w sobie uznany za jednostkę ładunek elektryczny, ujemny lub dodatni, wynoszący około  $4.77 \times 10^{-10}$  jedn. elektrostat. Do wyrażania ich wielkości służy określenie ruchliwości w polu magnetycznym 1 V. na przestrzeni 1 ctm. W pospolitych warunkach wynosi ona 1 ctm. w ciągu sekundy.

Ilość „narodzin“ powietrznych jonów, albo raczej elektronów w każdej jednostce czasu, zasadniczo w ciągu jednej sekundy, zależy od stopnia jonotwórczości promienistej energii, przenikającej atmosferę, czyli, jak zwykle się mówić, od radjoczynności powietrza. Ale zawsze powstaje w jednostce objętości powietrza i w ciągu 1 sekundy stała ilość dodatnio i ujemnie zjonizowanych drobin.

Zgodnie z zasadami chemii fizycznej i jej nauka o jonizacji rozczynionych soli należałoby przypuszczać, że chemiczna istota jonów powietrznych o przeciwnych sobie ładunkach nie jest jednakowa. Poruszając tą sprawę, wskazuje F. Linke, raczej tylko dla przykładu, jony tlenu i bezwodnika kwasu węglowego, zasługujących w pewnej mierze na miano biologicznych antagonistów. Takimi samymi antagonistami są może także na terenie ugrupowań jonowych atmosfery. A jeżeliby tak było rzeczywiście, to nie są zapewne jedynymi. W ten sam sposób możnaby było oceniać także strukturę zarówno lekkich, jak ciężkich jonów.

Żywot lekkich elektronów jest raczej tylko przelotny, nie trwa dłużej, jak 20 sekund w powietrzu lądowym, a 200 sekund w powietrzu morskiem. Część z nich traci swoje ładunki przez wymianę dodatniej i ujemnej elektryczności. Inna część spaja się z licznie rozprószonymi w powietrzu wielkimi zespołami drobin różnego pochodzenia, o rozmiarach, przekraczających co najmniej tysiąckrotnie ich własne rozmiary. W najmniejszych z tych wielkich jonów mieści się około 1.000, w największych nawet z górą 50,000.000 dwuatomowych drobin. Są one także nośnikami ładunków elektrycznych, dodatnich i ujemnych i podobnie, jak małe jony, powstają, ażeby się zatracić przez rozładowanie. Powtarza się to zawsze i wszędzie z zachowaniem statecznej równowagi między ładowaniem i rozładowywaniem drobin i całych ich zespołów, ustalonej przez znajdujące się w powietrzu siły jonizatorskie.

**M a t e r j ę** wielkich kompleksów, wciągających w siebie małe elektrony gazowe, tworzą bądź to drobiny wody, mieszejacej się z powietrzem, jako zupełnie lotny gaz wodny, albo, jako mieslychanie drobne przedkondenzacyjne skupienia, bądź też innego rodzaju drobiny, może także t. zw. aerosole Fr. Linke'go i G. von dem Borne'a, nader subtelne pyłki, różnego pochodzenia, zawieszone w powietrzu, zależnie od miejscowych warunków ziemskich, w mniejszej czy w większej ilości.

Zapewne najpowszechniejsze znaczenie posiadają wśród wszystkich bardzo licznych ciał, zdalnych na nośniki ładunków elektrycznych, mikrocząsteczki pary wodnej, zmieszanej z istotnymi gazami powietrznymi. W powietrzu miejskiem i środowisk przemysłowych odgrywają wielką rolę niedopałki i resztki spalinowe, wyrzucane obficie w postaci dymów i czadu z palenisk fabrycznych. W gęsto zaludnionych okolicach, poprzerzeczanych licznymi drogami komunikacyjnymi i z żywym na nich ruchem, czyni to samo pył drogowy. Na osobną wzmiankę zasługują, zwłaszcza ze względu na kąpieliska morskie i na zdrojowiska z solankami jodowymi, drobinki jodowe i soli kuchennej, unoszące się w powietrzu. Bardzo być może, że atmosferyczny jod i chlorek sodu przyczyniają się w sporym stopniu do powstawania miejscowych odrębności klimatycznych i stają się wcale niepodrzednymi czynnikami mikroklimatycznymi.

Podjęcie na szerszą skalę badań w tym kierunku jest tem bardziej wskazane, skoro przez Cauera wiemy, że jod powietrzny łączy się bardzo chętnie i łatwo z drobinami pary wodnej, znajdującej się w powietrzu i tworzy z nią chemiczne jędra ciężkich jonów.

Wobec wielkiej różnorodności jonów pod względem rozmiarów starano się je poszeregować przynajmniej w jakichś zasadniczych grupach. Na tle tych starań powstał m. in. podział, stworzony przed kilku laty przez Israela. Obejmuje on następujące postawowe grupy, uporządkowane z uwzględnieniem wielkości promienia zespołów drobinowych i ilości drobin, tworzących rozmaite zespoły:

| Rodzaj jonów               | Promień zespołu      | Ilość drobin w zespole |
|----------------------------|----------------------|------------------------|
| Małe jony gazowe . . .     | 4—10 A <sup>1)</sup> | 2—10                   |
| Małe średnie jony . . .    | około 80 A           | około 100.000          |
| Wielkie średnie jony . . . | 80—260 A             | średnio 1 milion       |
| Langevinowskie jony . . .  | 250—550 A            | średnio 10 milionów    |
| Bardzo wielkie jony . . .  | powyżej 550 A        | średnio 30 milionów    |

<sup>1)</sup> Celem określenia długości fali rozmaitych częstotliwych drgań (energia promienista, pochodząca z rozmaitych źródeł światła, z ciał promieniotwórczych i t. d.) posługuje się fizyka jednostkami

Rozmiary aerosolów są znacznie większe, aniżeli największych z ostatniej grupy w podziale Izraela. Promień ich wynosi według Linke'go 1.000 — 10.000 Å, a masa składa się z 500 milionów do 200 miliardów dwuatomowych drobin.

Ilość i wzajemny stosunek rozmaitego rodzaju jonów podlegają bardzo znacznym wahaniom; zależą od warunków topograficznych, od rodzaju kultury całych połaci kraju i pojedynczych miejscowości, a poza tem także od pór dnia i roku, oraz od zmieniających się warunków atmosferycznych.

Na podstawie bardzo licznych badań, zwłaszcza Elstera i Geitela, można dla lekkich, gazowych jonów przyjąć, jako średnie wartości, w miastach około 800, na wsi 1.600, na terenie wysokogórskim mniej lub więcej znacznie ponad 2.000 jednostek jonowych w 1 ctm<sup>3</sup>.

Wzajemny stosunek średnich i wielkich jonów zależy, podobnie, jak ilość małych jonów, również w znacznym stopniu od pochodzenia powietrza i od wzniesienia nad poziom morza. Dla uwydatnienia znaczenia tych czynników przytaczam zestawienie odnośnych obliczeń, podane dla szeregu niemieckich okolic i miejscowości przez J. Linke'go:

TABLICA LXXX.

| Nazwa miejscowości                 | Małe średnie jony | Wielkie średnie jony | Jony Langevinowskie | Bardzo wielkie jony |
|------------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Frankfurt n/M . . . . .            | 5%                | 20%                  | 22%                 | 53%                 |
| Taunus Obserwatorjum astr.         | 10%               | 12%                  | 36%                 | 46%                 |
| Wildbad — dolina . . . . .         | 1%                | 18%                  | 42%                 | 40%                 |
| Wildbad Sommerberg . . . . .       | 5%                | 28%                  | 34%                 | 32%                 |
| Innsbruck . . . . .                | 10%               | 56%                  | 18%                 | 15%                 |
| Gastein przy wodospadzie . . . . . | 24%               | 40%                  | 23%                 | 15%                 |
| Bad—Gastein . . . . .              | 6%                | 49%                  | 20%                 | 25%                 |

Te wzajemne stosunki zmieniają się zupełnie wyraźnie wraz z zmianą mas powietrznych. Według spostrzeżeń Linke'go, poczynionych w Frankfurcie

Angströma — Å —. 1 Å =  $\frac{1}{10}$  milimikronu czyli 1 dziesięćmilionowej milimetra; 1 milimikron =  $\frac{1}{1000}$  mikronu; 1 mikron =  $\frac{1}{100}$  milimetra. W tych samych jednostkach są tu podane wymiary jonów.

n/M. zawiera powietrze, naniesione z okolic podzwrotnikowych i z nad wielkich kontynentów, w danym przypadku z dalszego wschodnio-europejskiego, znacznie więcej wielkich jonów, aniżeli powietrze morskie i podbiegunowe.

Wyraźne różnice przynoszą z sobą także zmiany pór roku. Wśród lata znajdują się w powietrzu zawsze mniejsze, wśród zimy większe ilości jonów z wszystkich czterech grup średnich i wielkich jonów. Dla Frankfurtu nad Menem określa F. Linke wzajemny ich liczbowy stosunek jak 1:3.

Znaczne zmiany można stwierdzić także w ciągu całego dnia, od wschodu do zachodu słońca, nie wszędzie zresztą jednakowe. Na równinach dają oznaczenia najniższe cyfry podczas wczesnych godzin rannych, najwyższe w godzinach przedpołudniowych, wskazują znaczny spadek tuż popołudniu, w czasie największego ogrzania powietrza i najsilniejszych odziemnych prądów konwekcyjnych. W górskich okolicach zaznacza się popołudniowy spadek w dolinach, niema go na okalających doliny skłonach i wzniesieniach, poprostu dlatego, że odziemne prądy zabierają z sobą znaczną ilość jonów i wynoszą na najwyższe poziomy.

Wprost przeciwne wahania okazują ilości małych jonów gazowych. W powietrzu letniem jest ich więcej, aniżeli w zimowym, a wśród dnia najwięcej wczesnym rankiem, najmniej w godzinach wieczornych.

Większe biologiczne znaczenie, aniżeli ogólna suma jonów, posiada ich rozdział potencjalny — stosunek między jonami, niosącymi w sobie dodatnie i ujemne ładunki elektryczne, a prawdopodobnie także materjalna przyroda i związana z tem wielkość jonów. Zdaje się, że pod tym względem różnią się między sobą lekkie jony gazowe i wszystkie inne, znacznie od nich większe. O małych jonach wiemy, zwłaszcza z bardzo licznych badań Elstera i Geitela, że przeważają wśród nich dodatnie. Nadwyżka wynosi około 10%. Tłumaczy to, dlaczego powietrze odznacza się, poza rzadkimi i nielicznymi wyjątkami, dodatnią elektrycznością. Stosunkowo małe jej napięcie, mniejsze, aniżeli powinno być wobec 10-cio procentowej przewagi jonów dodatnich, upoważnia

najzupełniej do wniosku, że wśród innych jonów jest nieco więcej nośników ujemnego ładunku.

Sluszność takiego wnioskowania można zresztą uzasadnić także wynikami zupełnie szczegółowych badań od czasu, kiedy uzyskano sposoby do oddzielnego oznaczania ilości rozmaitego rodzaju jonów i ich nładowań. Za przykład może tu posłużyć następujące zestawienie, wyjęte z pracy H. Israela p. t.: „Untersuchungen über schwere Ionen in der Atmosphäre“.

TABLICA LXXXI.

| Dzień                 | Małe   |        | Duże   |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
|                       | jony + | jony - | jony + | jony - |
| 1. II. 1929 . . . . . | 470    | 430    | 13.700 | 16.800 |
| 2. II. 1929 . . . . . | 580    | 440    | 8.700  | 10.700 |
| 4. II. 1929 . . . . . | 380    | 600    | 21.900 | 17.400 |
| 4. II. 1929 . . . . . | 770    | 580    | 13.900 | 12.800 |
| 5. II. 1929 . . . . . | 540    | 640    | 32.200 | 24.400 |
| 5. II. 1929 . . . . . | 520    | 510    | 6.700  | 7.000  |
| 6. II. 1929 . . . . . | 330    | 250    | 11.300 | 12.100 |
| 6. II. 1929 . . . . . | 270    | 310    | 13.600 | 13.800 |
| 7. II. 1929 . . . . . | 380    | 350    | 5.000  | 7.300  |
| 7. II. 1929 . . . . . | 600    | 400    | 10.100 | 7.100  |

| Miesiące           | Małe   |        | Duże   |        |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
|                    | jony + | jony - | jony + | jony - |
| Luty . . . . .     | 481    | 422    | 12.020 | 10.040 |
| Marzec . . . . .   | 344    | 309    | 8.540  | 9.370  |
| Kwiecień . . . . . | 622    | 587    | 7.140  | 7.560  |
| Maj . . . . .      | 787    | 788    | 4.500  | 4.790  |

Zasada ta nie wyklucza zresztą układania się stosunków wprost odwrotnie. Zdarza się to, względnie zdarzać się może wszędzie podczas burz elektrycznych i opadów deszczowych i śnieżnych, a więc tylko przez niedługie okresy czasu. Ale w pewnych warunkach, ściśle miejscowych, może być także stałym zjawiskiem. Jako takie miejscowości znane są n. p. zdrojowisko Gastein ze swojemi obojętnymi cieplicami i wyspa Föhr na Morzu Północnem, odległa o 9 kłm. od brzegu. I tak n. p. oznaczył Gerke w Gasteinie, jako wynik jednego ze swoich badań, 40.000 ujemnych i 2.700 dodatnich jonów, Israel, w innym

miejscu, opodal wodospadu, 3.600 dodatnich i 1.400 ujemnych, wyłącznie tylko średnich i wielkich jonów. Na wyspie Föhr wywiera na układanie się stosunków nader wybitny wpływ przyptyw i odpływ morza. Lekkie jony z znakiem ujemnym przeważają w czasie przyptywu, z znakiem dodatnim podczas odpływu. W pierwszej z tych faz okresowego ruchu wód morskich jest suma obu rodzajów jonów najmniejsza, w czasie odpływu, a raczej tuż po skończonym odpływie największa. Wprost przeciwnie dzieje się z ciężkimi jonami. Najwięcej znajduje się ich w powietrzu przy najwyższym, najmniej przy najniższym stanie wody. Różnice wahają się w stosunku 3 : 1. Zawsze wszakże przeważają jony z ładunkiem ujemnym i to w stosunku 5 : 3.

Miejscowości z tego samego rodzaju, lub z podobnymi cechami jonizacji powietrza, jak Gastein i wyspa Foehr, jest niewątpliwie jeszcze sporo na całej kuli ziemskiej. Warto by np. zbadać pod tym względem stosunku, panujące w sąsiedztwie źródeł na ziemiach polskich. Wprost wyjątkowy teren tworzyłyby dla takich badań holenderskie wyspy azjatyckie, t. zw. Wschodnie Indje. Na niektórych z nich, szczególnie na Jawie, znajdują się źródła z wodami kruszcowymi, odznaczającymi się, w porównaniu z europejskimi, wprost niebywałą ilością jodu.

Bardzo znamienne stosunki panują w wyższych warstwach powietrza. Według zgodnych sprawozdań Eberta i Geitela z r. 1901, Czermaka, Caspariego, Duriga i Zuntza z r. 1902, oraz bardzo wielu późniejszych, odznacza się powietrze wysokogórskie nie tylko większą zawartością jonów wogóle, ale nadto także wybitną przewagą dodatnich naładowań. Odnosi się to zwłaszcza do powietrza, zalegającego mało przewiewne jary, wąwozy i rozpadliny górskie. Jednobiegowość roślin wraz z zwiększaniem się wysokości.

Powszechniejsze znaczenie, aniżeli trwale typy jonizacji, znamionujące pewne miejscowości, okolice, nawet całe warstwy atmosfery, posiada ich zmienność, złączona zupełnie ściśle z przesuwaniem się mas powietrznych o różnych właściwościach meteorologicznych, czyli z wędrówką tych mas, odbywającą się na bardzo wielkich przestrzeniach. Najwcześniej zwrócono uwagę na nawiania, dążące z południa przez Alpy na północne ich stoki, znane pod nazwą Foehnów, u nas pod nazwą wiatrów halnych.

W samych początkach badań, zajmujących się poznaniem jonizacji atmosfery, twierdził C z e r m a k, że powietrze Foehnów odznacza się 4 — 10cioletnie silniejszą jonizacją i wybitną przewagą jonów dodatnich. Tezę tę wyznają niektórzy pisarze lekarscy jeszcze i obecnie. Czynie tak n. p. Z w o n i c k y i A. O b r o s s o w w swojej publikacji, ogłoszonej w kwietniu 1933 r. Z jednobiegunowością jonizacji łączono w dalszem następstwie znane powszechnie objawy t. zw. choroby halnej „Foehnkrankheit“. Późniejsze badania, przedsiębrane przez Izraela, dały wszakże inne wyniki. Istotę ich tworzy poznanie, że zmienia się bardzo wyraźnie stosunek ilościowy małych i wielkich jonów. Pierwszych znajduje się w powietrzu nieco więcej, drugich znacznie mniej, aniżeli w rodzimem powietrzu okolic, względnie miejscowości, nawiedzanych przez Foehny. Natomiast nie stwierdzono zmiany stosunku między jonami dodatnimi i ujemnymi. Niedobór wielkich jonów ma tworzyć według D e s s a u e r a przyczynę niemiłych przypadłości, nagabujących ustroje ludzkie, nieobyte z wiatrami halnymi.

Sporo szczegółów dorzuciły badania jonizacji wędrownych mas powietrznych, przedsiębrane na większą skalę, zwłaszcza przez F. L i n k e'go i jego współpracowników. Wyniki ich streściliśmy już dawniej, powtarzając za L i n k e'm meteorologiczne znamiona nawiań atmosfery z rozmaitych dziedzin, posiadających największe znaczenie dla klimatu zachodniej Europy (zobacz str. 165). W tej chwili ograniczamy się tylko do zaznaczenia, jako najważniejszych szczegółów, zupełnie wyraźnych różnic w rodzajowym składzie jonów i w stopniu elektrycznych napięć atmosfery, naniesionej z rozmaitych stref, względnie dziedzin klimatycznych.

Już nawet wtedy, kiedy nauka fizyki nie znała jeszcze jonów i źródła elektryczności atmosferycznej, a o niej samej wiedziała tylko bardzo niewiele, przeczuwała medycyna, że między niektórymi przejawami życia żywych ustrojów i elektrycznością powietrza istnieje zupełnie bezpośredni związek. Uwydatniało się to bardzo wyraźnie przy próbach tłumaczenia przyczyny choroby górskiej, chorobliwych zjawisk, powstających w czasie panowania alpejskich wiatrów halnych, wreszcie wpływu, wywieranego, zwłaszcza na wrażliwsze ustroje, przez burze elektryczne. Posługując się wyrażeniem „przeczuwała“,

czynię to w tym celu, żeby zaznaczyć, że łączenia spraw biologicznych z elektrycznością atmosferyczną nie mogła uzasadnić wynikami zupełnie celowych doświadczalnych badań, a opierała się jedynie tylko na prostem spostrzeganiu i na mniej lub więcej trafnem rozumowaniu. Współczesna nauka lekarska posiada już pewien zasób tego rodzaju wyników. Poza tem sięgać jeszcze może do przyrodniczego dorobku o powszechniejszem znaczeniu, streszczającego się w poznaniu stałych i bardzo ścisłych zależności między tem, co się dzieje w świecie martwej i tem, co się dokonuje w świecie żywej materji, albo, jak mówić jest w zwyczajnym, w państwie nieorganicznej i organicznej przyrody. Ułatwia to w niemałym stopniu zrozumienie wielu spraw biologicznych, a równocześnie zaciera poniekąd granice pomiędzy pojęciami o życiu martwych i żywych tworów na ziemi i w całym wszechświecie.

Teoretyczną podstawę dla badań, zmierzających do poznawania biodynamicznych wpływów w powietrzu, jako nośnika energii elektrycznej, stworzyło założenie, że zdolność wpływania łączy się najprawdopodobniej z pewną jednostronnością ładunków, t. zn. z wyraźną przewagą naładowań dodatnich lub ujemnych, czyli z jednobiegunowością elektryczności, względnie jonizacji powietrza. Teza ta, wypowiedziana po raz pierwszy zupełnie wyraźnie w r. 1901 przez A s c h k i n a s s a i C a s p a r i'ego, spotkała się z uznaniem zarówno w gronie fizyków-meteorologów, jak w gronie lekarzy — fizjoterapeutów i zainaugurowała poniekąd nową erę w nauce elektrodynamiki atmosfery. Znaczenia jej nie uszczupła bynajmniej to, że trzeba ją obecnie nieco rozszerzyć, względnie uzupełnić przez zaznaczenie, że obok wartościowości ładunków elektrycznych bardzo niepoślednią rolę odgrywają jeszcze rodzaj jonów, ich bezwzględna ilość i wzajemny stosunek jonów rozmaitej wielkości, zwłaszcza małych, z jednej, a wielkich, o rozmaitej skali wielkości, z drugiej strony.

Z tego, co wiemy już o dynamice jonów, wynika z całą pewnością, że rolę czynników dynamicznych odgrywają głównie większe i cięższe, mało ruchliwe drobiny jonowe. Przy rozważaniu tej ich roli zaznacza C. D o r n o, że, wnikając z wdychanem powietrzem w drogi oddechowe, przedostają się wcale głęboko przez wyścielającą je błonę śluzową do wnętrza ciała i wnoszą z sobą powtarzające się bez



przerwy podniety elektryczne, w części mechaniczne, a według zapatrywań D e s s a u e r a także chemiczne.

Niekiedy mogą być te chemodynamiczne podniety nawet bardzo silne. Zdaje się, że tylko przez nie powstają u niektórych osób objawy lekkich zatruczeń jodotyrynowych po niezbyt nawet długim przebywaniu na wybrzeżu morskiem. Zupełnie takie samo zatrucie widziałem jako następstwo pobytu w jednym z naszych zdrojowisk solankowych z wodą słoną, zawierająca stosunkowo dość wiele jonów jodowych. Jako inny przykład cięższych jonów, obdarzonych własnościami chemodynamicznymi, możnaby wskazać zespoły jonowe, zawierające w sobie drobiny powietrznych tlenków azotu. Nie godzi się także zapominać o jonach z drobinami ziewów radowych, wydobywających z ziemi w niektórych okolicach, zwłaszcza na większych wysokościach, w znacznej obfitości, oraz o wielkich jonach z materiału, dostarczanego przez pył kosmiczny, zdaniem D o r n a bardzo nieobojętnych.

Ruchliwe, lekkie jony mogą, zdaje się, wpływać na ustrój raczej przez stykanie się z skórą. Wynika to już chociażby z tego, że przeważają wśród nich drobiny z dodatnim ładunkiem, a na skórze i w skórze gromadzi się elektryczność z ujemnym znakiem.

Sprawa naładowań powierzchni ciała ludzkiego nie jest tak prosta, jakby się to na pierwszy rzut oka mogło wydawać. I tak podnosi K. D o r n o, że podobnie, jak ciepłota, nie jest także naładowanie elektryczne skóry zupełnie jednakowe na całym jej obszarze. O ile chodzi o ilościowe różnice, to zwiększa się bardzo znacznie jej ładunek przez szorowanie podszwami po podłodze, okrytej linoleum, przez ocieranie się o ciało ubrania, przez parokrotne lekkie potarcie dłoni włosów na głowie i t. d. Ale oprócz tego liczyć się trzeba także z różnicami jakościowymi. Doświadczenia D o r n o a, przeprowadzane wspólnie z W. K o h l h ö r s t e r e m, wykazały, że całe owłosienie posiada nie ujemny, lecz dodatni ładunek elektryczny, podobnie, jak wełniane pończochy i skórzane podszwy. Mówiąc o tem, zaznacza D o r n o, że gdyby było inaczej, musiałoby „stawanie włosów na głowie”, spostrzegane jako odruch przy nagłym strachu, tworzyć stałe zjawisko. Na tle tych różnych naładowań odbywa się wymiana elektryczności między skórą i jej owłosieniem, a więc powstają powierzchniowe prądy o bardzo niejednakowym i zmieniającym się prawie bezustannie napięciu. Ze stopień i rodzaj jonizacji powietrza odgrywa przy tem niezwykle wielką rolę, jest samo przez się zrozumiałe.

Pierwsze próby określania wpływu jednostronnej jonizacji powietrza rozpoczęły się w r. 1915. Podjęli je G r a b l e y i K o n o w. Pierwszy postępował w ten sposób, że po naładowaniu badanej osoby ujemną elektrycznością z maszyny influencyjnej, zwiększał znacznie dodatnie naładowanie powietrza, w którym się użyta do doświadczenia osoba znajdowała, zapomocą emanacji radowej. Jako efekt

powstawały zmiany naczyń ruchowe, bicie serca i niepokój. Kunow postępował inaczej; posługiwał się powietrzem zjonizowanym ujemnie, a nie, jak w doświadczeniach Grabley'a, dodatnio. U przebywających w takim środowisku osób można było stwierdzić prawie zawsze rozszerzenie naczyń skórnych, u wielu spadek parcia krwi. Wpływ na stan ogólny zaznaczał się w dwojaki sposób. W jednym szeregu spostrzeżeń notowano pewnego rodzaju znużenie, a nawet senność, niekiedy uczucie chłodu, czasem duszności, bóle głowy. W innych spostrzeżeniach zwracało uwagę znacznie lepsze samopoczucie, większa żywość duchowa i cielesna.

Obok tych badań zasługują na wzmiankę osobiste spostrzeżenia poczynione na samym sobie przez Sokolowa, u którego w czasie pobytu w r. 1905 na Kaukazie, nad jeziorem Tambukan, pod wpływem jednostronnej jonizacji atmosfery powstał napad reumatyzmu. To samo stało się w kilkanaście lat później przy wybitnie ujemnym naładowaniu powietrza. Pod wpływem przekonania, że rodzaj naładowań elektrycznych powietrza odgrywa bardzo znaczną rolę biodynamiczną, stał się Sokolow, z zawodu fizyk, gorliwym propagatorem jonoterapii i stworzył dla jej stosowania osobne, przez siebie obmyślane urządzenia. Techniczna ich niedoskonałość, polegająca z jednej strony na tem, że jonizacja gubiła się już w bardzo niewielkiej odległości od jonizatora, z drugiej zaś na tem, że równocześnie z powstaniem jednostronnych naładowań tworzyły się nieobojetne pod względem biodynamicznym tlenki azotu i ozon, przeszkodziła utrwaleniu się nowego sposobu leczenia. Takie same ujemne urządzenie posiadało, o ile chodzi o tlenki azotu i o ozon, także urządzenie Picarda, który niemal równocześnie z Sokolowem stosował i zalecał leczenie zapomocą jednostronnie zjonizowanego powietrza.

Na właściwe tory weszła metodyka badań biodynamiki jonów dopiero bardzo niedawno, dzięki ścisłej współpracy fizyków, inżynierów i lekarzy w Instytucie dla badań fizyczno lekarskich, stworzonych w r. 1921, w Frankfurcie nad Menem z inicjatywy i w znacznej części także i sumptem Henryka Oswald'a, jako osobny zakład wydziału lekarskiego tamtejszego uniwersytetu.

Przy rozwiązywaniu podstawowego, fizycznego zagadnienia, głównie przez Aleksandra Janickiego, służyły w pierwszym okresie badań, jako siły jonizujące, a) promienie Roentgena, b) promienie pozafioletowe lampy kwarcowej, c) skrawki platyny, powleczonej lakiem i rozgrzewanej prądem elektrycznym, d) t. zw. ziejące wyladowania — Sprühentladungen. — Znaczny stopień jonizacji osiągnano zwłaszcza przy dwóch ostatnich sposobach. Ale była to tylko jonizacja z lekkimi gazowymi jonami, nie nadająca się do badań biodynamicznych (Dessauer). Poza tem zaś stwierdzono, że wraz z jonizacją tworzą się w znacznej ilości tlenki azotu i ozon. Wykluczało to tembardziej posługiwanie się do doświadczeń tego rodzaju powietrzem.

Znacznie lepsze wyniki dały próby z związkami chemicznymi z grupy metali ziemnych. Dla ilustracji przytaczam za A. Janickim parę przykładów:

TABLICA LXXXII.

| Jonizator                                     | Sila prądu<br>Amp. | Trwanie<br>dośwrad.<br>godz. | Odległość<br>od siatki <sup>*)</sup> | Napięcie<br>siatki<br>k V | Ładunek<br>jonizacji | Ilość jonów<br>w litrze |
|-----------------------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| Słupek z MgO . .                              | 4·0                | 3                            | 3                                    | -4·5                      | +                    | 0·44 × 10 <sup>9</sup>  |
| Słupek z ThO . .                              | 3·8                | 5                            | 7                                    | +1·4                      | -                    | 0·88 × 10 <sup>9</sup>  |
| Zawieszina ThO <sub>2</sub> drutem platynowym | 3·6                | 7                            | 7                                    | +1·5                      | -                    | 0·40 × 10 <sup>9</sup>  |
| Porowata cegła z roztworem CsCO <sub>3</sub>  | 3·2                | 3                            | 7                                    | +1·5                      | -                    | 2·40 × 10 <sup>9</sup>  |
|                                               | 3·8                | 10                           | 7                                    | +1·5                      | -                    | 0·45 × 10 <sup>9</sup>  |
| Palnik Nernsta (tlenek yttrium)               | 0·4                | 8                            | 7                                    | -1·3                      | +                    | 0·15 × 10 <sup>9</sup>  |

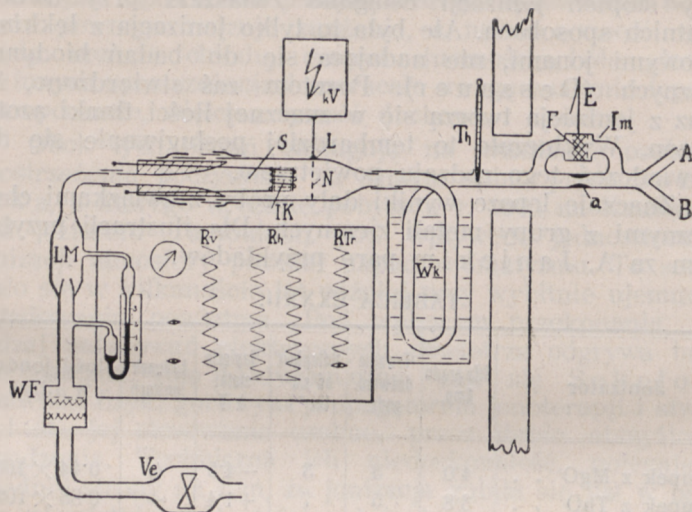
Z pośród tych wszystkich materiałów uznano za najodpowiedniejszy sproszkowany, chemicznie zupełnie czysty tlenek magnowy z wytwórni Kahlbauma.

Sporo czasu zajęło obmyślenie i zbudowanie przyrządu, służącego do wytwarzania jonów o dowolnych ładunkach i w dostatecznej, dającej się dobrze zmierzyć ilości. Stworzono go według planów inż. N. Wołodkiewicza, jednego z grona współpracowników instytutu Oswaldowskiego, w r. 1926, a następnie udoskonalono w r.

\*) Siatka spełnia zadanie rozdzielacza ładunków elektrycznych.

1927. Schemat tego drugiego modelu podaje załączona rycina, wyjęta z publikacji Pawła Happela, zamieszczonej w wydawnictwie Fr. Dessauera, „Zehn Jahre Forschung auf dem physikalisch medizinischen Grenzgebiete“ p. t. Untersuchungen über unipolar beladene Luft (zob. ryc. 27).

Ryc. 27.



Objaśnienie: Ve — Wentylator do ssania powietrza. WF — Filtr z waty, LM — Manometr ze skalą, służący do oznaczania ilości litrów powietrza, przepływającego przez jonizator. IK — Słupek z MgO, owinięty drutem platynowym, tworzący istotę jonizatora. S — Separator jonów. KV — Transformator. N — Siatka druciana. L — Otwór w szklanej rurze separatora, służący do połączenia KV z N. WK — chłodnica wodna. Th — Ciepłomierz. IM — Jonometer. AB — Otwory, z których powietrze dostaje się do masek oddechowych, względnie do komory doświadczalnej.

Elektrony, wytwarzane przez aparaturę, której schemat podaliśmy przed chwilą, należą do grupy t. zw. Langevinskich jonów, odznaczających się większymi wymiarami, aniżeli lekkie jony gazowe. Objasnia o tem obrazowo tablica, wyjęta z pracy Fr. Dessauera, zamieszczonej w tem samym wydawnictwie, co znana już wyżej publikacja P. Happela (zob. tabl. LXXXIII.).

Istotę jonów tworzą znikomo małe pyłki magnu i platyny, okoloné drobinkami gazów powietrznych, w danym razie także pary wodnej. O ładunkach nie wiemy

TABLICA LXXXIII.

| Rozmiary jonów |                               | Rodzaj jonów                                                 | Ruchliwość jonów<br>ctm/volt<br>sek./ctm. |           |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------|
| Promień        | jonów<br>atmosfer. sztucznych |                                                              | sztucz-<br>nych                           | atmosfer. |
| 4              | $\times 10^8$<br>ctm. *       | atmosfer.<br>lekkie                                          |                                           | 1.3-1.8   |
| 18             | •                             | Nernstowskie                                                 | 0.1-0.07                                  |           |
| 80             | •                             | atmosfer. naj-<br>lżejsze Longe-<br>vinowskie                |                                           | 0.01      |
| 100            | •                             | magnowe uży-<br>wane najczę-<br>ściej do dośw.<br>biologicz. | 0.007                                     |           |
| 140            | •                             |                                                              | 0.0035                                    |           |
| 190            | •                             |                                                              | 0.0018                                    |           |
| 400            | •                             | Longevinow-<br>skie normalne                                 |                                           | 0.0005    |

jeszcze, czy tkwią w pyłkowym jądrze, czy też w jego gazowej osłonce.

Stopień jonizacji zależy w dużym stopniu od „wieku“ słupka magnowego, określonego drutem platynowym i od ciepłoty jego nagrzania. Z przeciągającym się ogrzewaniem łączy się ubytek wytwórczości; przez silniejsze ogrzanie osiąga się jej wzmożenie. Dzięki znajomości tych szczegółów można produkcję jonów regulować, względnie utrzymywać ją na potrzebnej dla celów doświadczalnych, czy leczniczych, wysokości, bądź to przez zmianę słupka, bądź też przez silniejsze ogrzewanie druta platynowego. Średnia wydajność wynosi około  $10^{10}$  w litrze powietrza.

Mimoходом nie zawadzi wspomnieć, że w loku biodynamicznych doświadczeń stwierdzono (Happel) bardzo wyraźny wpływ bezwodnika kwasu węglowego na ładowność elektryczną jonów. Pokazało się, że donieszka  $\text{CO}_2$  przeszkadza w wysokim stopniu tworzeniu się jonów z ładunkiem ujemnym, a dodatek jego do zjonizowanego już ujemnie powietrza wprost niszczy ten ładunek. Dodatnie jony zachowują się prawie że obojętnie, a jeżeli ulegają rozbrojeniu, to tylko w bardzo niewielkiej ilości. Ani tlen, ani azot nie wywierają na jonizację żadnego wpływu.

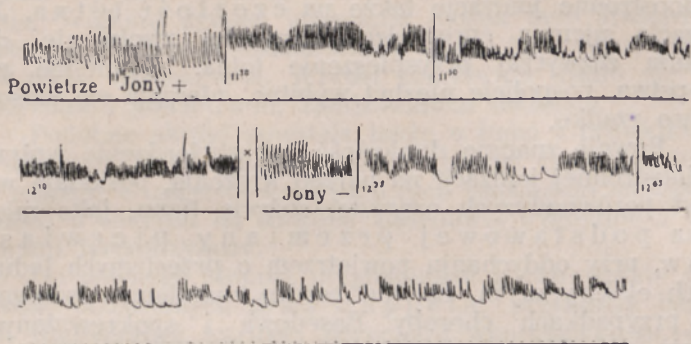
Waga stałej masy tej całej ilości jonów, składającej się z niezmiernie subtelnych drobinek Mg i Pt, jest niezmiernie mała, wynosi około  $20 \times 10^{-8}$ . Dessauer i Wołodkiewicz obliczają, że w czasie oddychania powietrzem, zjonizowanym w magnowym jonizatorze, dostaje się do płuc w ciągu  $\frac{1}{2}$  godziny 0.01 miligramu Mg. A. Janicki, który bardzo dokładnie badał bilans oddechowy jonów, stwierdził, że większa część z tej całej ilości opuszcza płuca z wydychanym powietrzem. To, co w nich pozostaje, waha w granicach 14—40%. Pozostałość jest tem większa, im lżejsze są jony magnowe, im głębiej wnikają w płuca i im dłużej w nich przebywają.

Po uzyskaniu urządzeń, za pomocą których można było otrzymywać jonizację powietrza o dowolnym znaku, zależnie od potrzeby, ujemnym lub dodatnim, oraz utrzymywać ją na prawie jednakowym poziomie, można było przystąpić do poznawania biodynamicznych wpływów jednostronnej jonizacji. Pierwsze sprawozdanie o wyniku badań, wykonanych w Instytucie dla Fizykoterapii frankfurckiej polikliniki profesora Strassburgera, ogłosił w r. 1931 Paweł Happel.

Jako znamiennej szczegół, wypada podnieść zaraz na wstępie wprost przeciwne skutki działania ujemnych i dodatnich maładowań zjonizowanego powietrza.

Bardzo wybitną różnicę można spostrzec już w torze oddechowym. Tuż po krótkim oddychaniu powietrzem, zjonizowanym ujemnie, nastaje znaczne zwolnienie ruchów oddechowych, po nieco dłuższym zjawiają się nawet krótkie pauzy oddechowe. Wprost przeciwny wpływ wywiera oddychanie powietrzem z jednostronnym dodatnim ładunkiem jonów. Zmianę tempa można poznać nawet przez zwykłe spostrzeganie, tem wyraźniej na krzywej oddechów, uzyskanej przyrządem Mareyowskim. Jedno z tego rodzaju zdjęć przedstawia załączona rycina, wyjęta z pracy Happela (zob. ryc. 28).

Ryc. 28.



Osoby, użyte do doświadczeń z zjonizowaniem dodatnio powietrzem, sprawiają po nieco dłuższem oddychaniu niem wrażenie, jakby odczuwały niedostatek tlenu.

Równie wyraźny wpływ, jak na oddychanie, wywiera różnie naładowane powietrze na parcie krwi w tętnicach. Już nawet u ludzi z zupełnie prawidłowemi naczyniami i z prawidłowem krążeniem sprowadza powietrze z jonizowane ujemnie, spadek parcia, powietrze z przeciwnym znakiem elektrycznego ładunku wzrost parcia. Tak spadek, jak przyrost ciśnienia znikają wkrótce po doświadczeniu. Znacznie dosadniej, aniżeli u ludzi z prawidłowem parciem krwi, zaznacza się działanie ujemnej jonizacji u hipertoniców. Spadek parcia jest u nich zawsze znaczniejszy i utrzymuje się znacznie dłużej. Zasadniczo towarzyszy mu korzystna zmiana samopoczucia chorych. Wprost przeciwnie dzieje się po wdychiwaniach dodatnio zjonizowanego powietrza. Niekiedy już po pierwszym, częściej dopiero po jednym z następnych posiedzeń zjawiają się u chorych przy równoczesnym wzroście parcia rozmaite niemile podmiotowe objawy, zwłaszcza bóle i zawroty głowy; usposobienie i samopoczucie zmieniają się wyraźnie niekorzystnie. W jednym z przypadków Happela powstały, w związku z doświadczeniami dla badania wpływu jednostronnej dodatniej jonizacji powietrza, objawy tak znacznej niesprawności serca, że poddaną im chorą trzeba było umieścić, celem leczenia, na oddziale klinicznym.

W podobny sposób, jak na parcie tętnicze, wpływają jednostronne jonizacje także na częstość tętna. Jonizacja ujemna sprowadza najczęściej zwolnienie, dodatnia zazwyczaj przyspieszenie tętna. Odmienne następstwa, pospolicie niezbyt wybitne, zdarzają się stosunkowo rzadko.

Równie znaczną doniosłość, jak stwierdzenie wpływu jednostronnej jonizacji na narząd krążenia, posiadają wyniki porównawczych oznaczeń zużycia tlenu, jako miernika podstawowej przemiany pierwiastków, przy oddychaniu powietrzem o przeciwnych ładunkach elektrycznych. Są one bardzo znamienne zwłaszcza w przypadkach choroby Basedowa i spokrewnionych z nią chorobliwych stanów. Bardzo dobrze ilustrują je cyfry, otrzymane i przytoczone przez H a p p e l a. Powtarzamy je w całej rozciągłości (zob. tabl. LXXXIV).

TABLICA LXXXIV.

| Data         | Zużycie tlenu w ctm <sup>2</sup><br>przed i po<br>1-godzinnem oddycha-<br>niu powietrzem zjoniz-<br>owanym dodatnio |       | Różnica | Zużycie tlenu w ctm <sup>2</sup><br>przed i po<br>1-godzinnem oddycha-<br>niu powietrzem zjoniz-<br>owanym ujemnie |       | Różnica |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| 23. 8. 1926  |                                                                                                                     |       |         | 195·5                                                                                                              | 177·9 | —17·8   |
| 24. 8. 1926  |                                                                                                                     |       |         | 169·1                                                                                                              | 147·7 | —21·4   |
| 25. 8. 1926  | 165·9                                                                                                               | 168·6 | + 2·7   |                                                                                                                    |       |         |
| 27. 8. 1926  |                                                                                                                     |       |         | 171·6                                                                                                              | 173·0 | + 1·4   |
| 28. 8. 1926  | 162·2                                                                                                               | 181·3 | +19·1   |                                                                                                                    |       |         |
| 4. 9. 1926   |                                                                                                                     |       |         | 203·3                                                                                                              | 143·6 | —59·7   |
| 7. 9. 1926   | 176·9                                                                                                               | 227·4 | +50·5   |                                                                                                                    |       |         |
| 13. 9. 1926  |                                                                                                                     |       |         | 180·4                                                                                                              | 192·8 | +12·4   |
| 14. 9. 1926  |                                                                                                                     |       |         | 162·7                                                                                                              | 159·0 | — 3·7   |
| 15. 9. 1926  | 164·4                                                                                                               | 151·2 | —13·2   |                                                                                                                    |       |         |
| 16. 9. 1926  | 170·7                                                                                                               | 176·4 | + 5·7   |                                                                                                                    |       |         |
| 9. 10. 1926  |                                                                                                                     |       |         | 165·3                                                                                                              | 156·1 | — 9·2   |
| 12. 10. 1926 |                                                                                                                     |       |         | 166·0                                                                                                              | 173·4 | + 7·4   |
| 14. 10. 1926 |                                                                                                                     |       |         | 158·8                                                                                                              | 135·6 | —23·2   |
| 16. 10. 1926 |                                                                                                                     |       |         | 174·8                                                                                                              | 164·1 | —10·7   |
| 21. 10. 1926 |                                                                                                                     |       |         | 162·7                                                                                                              | 166·0 | + 3·3   |
| 23. 10. 1926 |                                                                                                                     |       |         | 166·4                                                                                                              | 152·0 | —14·4   |
| 26. 10. 1926 |                                                                                                                     |       |         | 173·4                                                                                                              | 154·0 | —19·4   |

W całym, wcale długim szeregu oznaczeń O<sub>2</sub> po oddychaniu powietrzem, zjonizowanym ujemnie, przeważają



bardzo wyraźnie wyniki, dowodzące malenia energii spalania. Większą żywość utleniania można było stwierdzić tylko przy czterech oznaczeniach, wśród tego tylko jeden raz nieco znaczniejszą. Wprost przeciwnie działo się po oddychaniu powietrzem, zjonizowanym dodatnio.

Podobne skutki powstają także u ludzi z prawidłową przemianą pierwiastków. Różnica polega tylko na tem, że różnice w zużyciu tlenu są u nich zasadniczo mniejsze, aniżeli u chorych na chorobę Basedowa, względnie z objawami tyreotoxykozy.

Do pewnego stopnia przypadkowe potwierdzenie wyników, otrzymanych przez Happela, przyniosły badania higienicznej wartości przyrządu wentylacyjnego, obmyślanego i zbudowanego przez E. Küstera przy współudziale inż. M. Hirscha. W czasie tych badań pokazało się, że pod wpływem pewnych czynników powstają wyraźne zmiany w jonizacji powietrza tak pod względem jakości jonów, jak ich naładowań i że wtedy, kiedy powietrze zawiera w sobie znaczną ilość ujemnie naładowanych średnich jonów, przypominających MgO-jony, wytwarzane przez jonizator Dessauerowskiego instytutu franfurckiego, można u osób, użytych do tego rodzaju prób, stwierdzić malenie zużycia tlenu, a na odwrót przyrost przy wyraźnej przewodzie dodatniej jonizacji..

Zajmujące wyniki dały także badania psychologicznego wpływu jednostronnej jonizacji. Stwierdzono przez nie, że w czasie oddychania ujemnie naładowanem powietrzem zwiększa się zdolność zatrzymywania i odtwarzania wrażeń wzrokowych, a w małym stopniu może także i słuchowych. Zgoła odmienny wpływ wywiera powietrze, zjonizowane dodatnio. Podobnie dzieje się zazwyczaj także z nastrojami psychicznymi i z całą sprawnością umysłową.

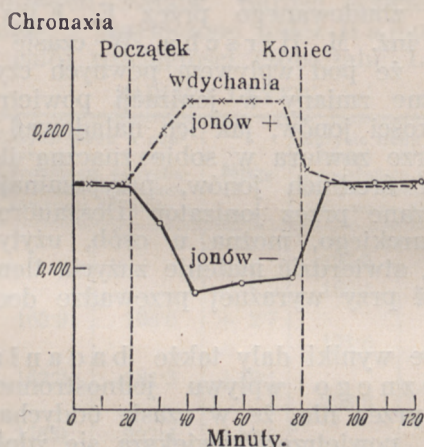
Poniekąd dalszy ciąg badań psychoneurotycznych tworzą oznaczenia pobudliwości nerwów obwodowych, zasadniczo ruchowych, przy różnych naładowaniach powietrza za pomocą określenia chronaxji<sup>1)</sup>). Zajmował się nimi

<sup>1)</sup> Określanie chronaxji polega na oznaczeniu czasu, jaki jest potrzebny do ujawnienia się drażnienia przez prąd galwaniczny o sile dwa razy większej, aniżeli wynosi siła prądu, wywołująca najslabszy odczyn ruchowy mięśnia.

najpierw Gunnar Endström pod kierunkiem Hap-pela, posługując się przyrządem, opisanym przez Hansa Kohna.

Wyniki ich są bardzo znamienne dla obu rodzajów jonizacji. Pokazują zupełnie wyraźnie, że za wpływem ujemnie zjonizowanego powietrza powstaje obniżanie się chronaxji, a więc większa wrażliwość obwodowego aparatu nerwowego, a na odwrót, że oddychanie powietrzem z dodatnim ładunkiem sprowadza przyrost chronaxji, czyli zmniejszenie wrażliwości. Lepiej, aniżeli cyfry, uwydatnia te zmiany przedstawienie sposobem graficznym, wyjęte z publikacji Emgströma (zob. ryc. 29).

Ryc. 29.



Jako o uzupełnieniu streszczonych przed chwilą wyników badań szkoły niemieckiej, wypada jeszcze wspomnieć o doświadczalnych spostrzeżeniach autorów rosyjskich, N. Zwonicky'ego i A. Obrossowa, poczynionych na myszach. Ale trzeba jednak zaraz na wstępie zaznaczyć, że używany przez nich sposób sztucznego jonizowania powietrza zapomocą statystycznej elektryczności, dostarczanej przez maszyny influencyjne systemu Mercedes lub Wimshursta, nie chroni przed powstawaniem flenków azotu i ozonu. O mieszaniu się ich z zjonizowanym powietrzem wspominają nawet wprost Zwonicky i Obrossow, dodając zresztą, że domieszka była bardzo

nieznaczna i nie starczyła do wywarcia trującego wpływu. Mimo tego zapewnienia trzeba jednak zwrócić uwagę na uderzającą niestałość wyników doświadczeń z rozmaicie zjonizowanym powietrzem. W niektórych z nich notowano śmierć zwierząt tak dobrze po oddychaniu powietrzem z dodatnim, jak z ujemnym ładunkiem; w innych nie było chorobliwych oznak przy obu modyfikacjach. Mówią o tem aż nadto wyraźnie krótkie protokoły doświadczeń, zamieszczone w publikacji rosyjskich badaczy. Wobec tego rodzaju wyników nie można z tych badań wysnuwać zupełnie stanowczych wniosków. To też Zwonicki i Obrossow zadawalniają się zupełnie słusznie li tylko stwierdzeniem, że silnie zjonizowane środowisko powietrzne nie jest obojętne dla ustroju zwierzęcego i nie czynią nawet różnicy między dodatnią i ujemną jonizacją.

Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że już bardzo rychło po poznaniu korzystnego wpływu, wywieranego przez ujemnie zjonizowane powietrze na niektóre narządy i ogólny stan ustroju, rozpoczęły się badania, zmierzające do wyzyskania tych wiadomości w celach leczniczych. Nie możemy zajmować się niemi szczegółowo na tem miejscu. Ale nie sposób pominąć je zupełnie milczeniem.

Pierwsze, wcale już obszerne sprawozdanie o osiągniętych wynikach leczniczych ogłosili w roku 1931 J. Strassburger i P. Happel z Instytutu dla Fizykalnej Terapii i z Polikliniki Lekarskiej Uniwersytetu Frankfurckiego. Dowiadujemy się z niego, że materiału dla doświadczeń leczniczych dostarczały wcale różnorodne sprawy chorobowe. Należały do nich: 1) hipertonia, 2) schorzenia reumatyczne, 3) podagra, 4) zapalenia nerwów i nerwobóle, 5) ostre i przewlekłe nieżyty oskrzeli, 6) dychawica oskrzelowa, 7) dychawica sercowa, 8) choroby serca i naczyń, 9) zaburzenia w okresie przekwitania, 10) choroba Basedowa i 11) chorobliwe stany, powstałe na tle zaburzeń meteorologicznych. Sprawozdanie zajmuje się wszakże tylko hipertonią, schorzeniami reumatycznymi i nieprawidłowymi stanami, wzniesanymi przez czynniki klimatyczne.

Z pośród hipertoniaków, sięgających cyfry 200, osiągały największą korzyść i w największej liczbie ko-

biety, znajdujące się w okresie przekwitania, o wiele skromniej przedstawiały się wyniki u chorych z hipertonicznymi postaciami choroby Brightha. W zestawieniu, obejmującym wszystkie leczone przypadki, zanotowali Strassburger i Happel:

TABLICA LXXXV.

| Wyniki         | dla całego materiału | dla kobiet w okresie przekwitania | dla chorych z chorobą Brightha |
|----------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| dodatnie . . . | w 81%                | w 91.5%                           | w 62%                          |
| ujemne . . .   | w 19%                | w 8.5%                            | w 38%                          |

Osiągnięta poprawa polegała nie tylko na obniżaniu się parcia krwi, wynoszącym nierzadko kilkadziesiąt mm., ale także na ustępowaniu niemiłych przypadłości podmiotowych, jak bóle i zawroty głowy, łatwe nużenie się przy pracy i niemożność zajmowania się pracą. Podnieść trzeba także i to, że utrzymywała się przez szereg miesięcy, w niektórych przypadkach nawet dłużej, aniżeli przez rok. Nawroty można było zawsze usunąć przez serję nowych oddychań zjonizowanym ujemnie powietrzem.

Dobre skutki osiągnano także u reumatyków. Zasługuje to tembardziej na uwagę, że zdarzali się wśród nich chorzy na przewlekłe i na podostre gośćcowe zapalenie stawów, u których nie można było zwalczyć choroby za pomocą zwykle w tego rodzaju przypadkach stosowanego leczenia. U przeważnej większości chorych, bo w 75%, zaznaczał się doraźny efekt oddychania zjonizowanym ujemnie powietrzem, niekiedy już pierwszego, występowaniem silniejszych bólów, a nawet zupełnie wyraźnych zapalnych odczynów i gorączką, z zasady bardzo umiarkowaną, nie sięgającą nigdy 38° C. Nie zawadzi wspomnieć, że odczynowe bóle zdarzały się u osób, które jonowemu leczeniu poddawano nie z powodu reumatyzmu, lecz z racji jakiejś innej choroby i że bóle powstawały w stawach, zajętych kiedyś zapalną sprawą gośćcową.

Poprawę notowano w 25—50% wszystkich spostrzeżonych przypadków. Liczba ich była stosunkowo nie-

wielka i nie pozwala na wysnuwanie stanowczych wniosków o istotnej wartości nowego sposobu leczenia.

Dość znacznego, z początku raczej tylko okolicznościowego materiału, później gromadzonego już systematycznie, dostarczyły osoby, zresztą zdrowe, ale doznające niemiłych przypadłości pod wpływem zmian atmosferycznych, albo, jak się obecnie mówi, pod wpływem zmian frontów atmosferycznych, zjawiska bardzo pospolitego w Frankfurcie nad Menem. Oddychanie ujemnie zjonizowanym powietrzem usuwało u nich tak dobrze, jak zawsze przykre uczucie zajęcia głowy i ociężałości duchowej, przygnębienia, bólu głowy i in. t. p. dolegliwości. U osób, podlegających napadom migreny, można było w ten sposób zapobiegać napadom, a w czasie napadu łagodzić jego gwałtowność.

Wszystko to, czego dokonano i co osiągnięto na polu badań, zajmujących się poznawaniem biodynamiki, sztucznie wytworzonych i dokładnie zróżnicowanych jonów atmosferycznych, określa Franciszek Dessauer zaledwie tylko jako początek roboty, wiodącej do przejrzenia całego zasięgu i całej istoty działania jednej z najważniejszych sił przyrody, za którą trzeba bezprzecznie uważać elektryczne ładunki powietrzni i ich nośniki — jony atmosferyczne.

Ale już nawet to, co dał ten początek, przynosi w sobie i dla biologji i dla patologji bardzo niepoślednie wartości, stwarzając podstawy dla rozważania, a w dalszym ciągu także dla tłumaczenia niektórych zjawisk, powstających w ustroju w związku z zmieniającymi się stanami meteorologicznymi, względnie klimatycznymi.

Przy rozpatrywaniu efektów działania jednostronnie zjonizowanego powietrza nie podobna przeczyć, że przypominają wcale dokładnie następstwa drażnienia wegetatywnego układu nerwowego za pomocą bądź to wagtropijnych, bądź też sympatykotropijnych farmakodynamicznych drażników.

Jako wyraz wagtropijnego działania można wskazać opadanie parcia krwi, malenie ilości tętna, zmniejszanie się liczby oddechów i zużycia tlenu, a niewątpliwie także obniżanie się wartości chronaktycznych — wszystko jako następstwo oddychania powietrzem o ujemnym ładunku elektrycznym. Wprost przeciwnie dzieje się po oddychaniu

powietrzem, zjonizowanym dodatnio. Parcie krwi idzie tu w górę, serce uderza częściej, liczba oddechów i ilość zużywanego tlenu zwiększają się, pobudliwość nerwów ruchowych maleje. Zupełnie podobne przeciwieństwa powstają po zadrażnieniu układu wegetatywnego w pierwszym przypadku przez związki z grupy muskarynowej, n. p. przez cholinę, w drugim przez sympatykotropijną nadnerczynę. Trzeba wobec tego przyjąć, że w biologicznej strukturze żywej materji rozmaitych komórek, tkanek i narządów dokonują się za wpływem ujemnych jonów takie same przesunięcia, jak za wpływem farmakologicznego drażnienia parasympatycznego układu nerwowego, a za wpływem jonów dodatnich takie same, jak po farmakodynamicznem drażnieniu współczulnego układu nerwowego. W grę wchodzi tu bez wszelkiej wątpliwości tak dobrze chemiczne, jak fizyczne przesunięcia, t. z. to samo, o czem mówiliśmy w ustępie, poświęconym rozpatrywaniu fizycznych i chemicznych skutków działania słonecznej energii promienistej. Na tle tego rodzaju przesunięć odbywają się w żywym ustroju fizjologiczne wahania wszelkiego rodzaju życiowych czynności.

O znaczeniu elektrycznych naładowań dla stanu i czynności pojedynczych narządów objaśniają wcale dobrze doświadczalne spostrzeżenia Ellingera, streszczone w dyskusji nad wykładem Strassburgera o leczniczem znaczeniu jednostronnie zjonizowanego powietrza, wygłoszonym w r. 1931 w zdrojowisku Dürkheim na dorocznem Zebraniu Tow. Badawczego Środkowej Nadrenji — Mittelrheinische Studiengesellschaft. W toku badań przepuszczalności nerki zabiej wobec cukru zauważył Ellinger, że w czasie zmiany frontów atmosferycznych, zwłaszcza podczas alpejskiego wiatru halnego, przy przepuszczaniu przez nerkę płynu, zawierającego cukier gronowy, rozpuszczony w roztworze soli z jonami Na, K i Ca, pojawiał się cukier w treści pęcherza, a nie było go w zwykłych warunkach atmosferycznych. Nasunęło to podejrzenie, że przyczynę cukromoczu mogą tworzyć niezwykle naładowania elektryczne i zachęciło do poznania wpływu sztucznych naładowań na zachowanie się nerki, a obok tego także naczyń i serca żab. I wpływ tego rodzaju naładowań zaznaczył bardzo wyraźnie. Zależnie od ich znaku, dodatniego lub ujemnego, można było wcale dowolnie ograniczać albo zwiększać przepuszczalność nerki, zmieniać rytm serca i częstość tętna, wywoływać większe przesączenie się osocza krwi w tkanki i sprowadzać w ten sposób obrzęki, i na odwrót zwiększać chłonność naczyń i osuszać sąsiednie tkanki. Ciekawe są także spostrzeżenia Ellingera o naładowaniach nabłonków kanalików nerkowych żaby, zmieniających się wraz ze zmianą pór roku, i o złączonym z tem niejednakowym składzie moczu. Letni mocz odznacza się wysoką kwasotą; mocz zimowy oddziałuje prawie zupełnie obojętnie. Wyrażają się przez

to zmiany w mineralnej gospodarce ustroju. A o mineralizacji wiemy, że łączy się bardzo ściśle z nastrojeniem całego układu vegetatywnego. Na uwagę zasługują tu zwłaszcza wahania ilości jodu, wapnia i potasu, skojarzone ze zmianą pór roku i z różnym nasileniem promieniowania słonecznego, a niewątpliwie także z różnymi naładowaniami komórek i całych narządów żywego ustroju.

W toku tej samej dyskusji wspomniał *Aschoff* z *Kreuznachu*, że przy ujemnem naładowaniu ciała ludzkiego w pokoju z powietrzem, zjonizowanem dodatnio i zawierającym ziewy radowe, chłona płuca znacznie więcej tych ziewów i osiada ich więcej na skórze, aniżeli w innych stanach naładowań.

Z dziedziny fizyki donosi już w najnowszych czasach *Giulio Ceresole* o wybitnym wpływie zmieniającej się jonizacji powietrza na ilość kropel wody, względnie innych płynów, wypływających w jednostce czasu przez cienką, włosowatą rurkę z zawierającego je naczynia. Oznacza to zmiany lepkości. Zupełnie to samo dzieje się, zdaniem *Ceresolego*, także z płynami żywego ustroju. Cenneśtia ich podlega również wahaniom pod wpływem zmieniających się naładowań atmosfery.

Na dokładne wejście w to wszystko, co na polu biochemji i biofizyki dzieje się niewątpliwie w ustroju przy różnych stopniach i rodzajach jonizacji atmosfery, nie starczą jeszcze środki i sposoby, jakimi w tej chwili rozporządza nauka biologji, a w wyższej jeszcze mierze przeprowadza temu współzawodnictwo w wpływaniu biologicznem różnych dynamicznych czynników atmosfery. Zaznacza to bardzo wyraźnie *P. Happel*, wspominając o próbach całego szeregu badań, jak oznaczanie cholesteroliny, potasu i wapnia w krwi, rezerwy alkalicznej, koncentracji jonów wodoru itd. Z czasem powiedzie się zapewne stworzyć dobre warunki także i dla tego rodzaju badań i poznać przez nie zupełnie szczegółowo biodynamiczne znaczenie jonów. Ale już i z dotychczasowych wyników, osiągniętych przez badanie wpływów sztucznie jednostronnie zjonizowanego powietrza, można, jak to zaznaczyliśmy nieco wyżej, wysnuwać pewne wnioski o znaczeniu przyrodzonej jonizacji atmosfery dla życiowych spraw ustroju.

Ośrodek obecnych zainteresowań tworzą chorobliwe objawy, określane pospolicie mianem choroby górskiej, patologiczne stany, powstające w związku z zmianą frontów mas powietrznych, wreszcie bardziej miejscowe nagle zmiany meteorologiczne.

Łączenie *choroby górskiej*, o której mówić będziemy nieco obszerniej w 2-giej części książki, w ustępie,

zajmującym się klimatem górskim, z niekorzystną dla zdrowia jonizacją powietrza, uzasadniają, przynajmniej w pewnej mierze, spostrzeżenia o niemal że swoistem działaniu powietrza w niektórych częściach gór. Zwłaszcza w Andach znajduje się dość wiele kotlin, jarów i przełęczy górskich, znanych z tego, że podróż przez nie przynosi z sobą ciężkie napady osłabienia mięśnia sercowego, duszności, niezbyt rzadko krwawień z błony śluzowej dróg oddechowych i przewodu pokarmowego, obok przemożnego osłabienia nerwowego i cielesnego. W Alpach zdarza się to samo, jakkolwiek w łagodniejszej postaci, n. p. na żlebie Lyss, na t. zw. Kurytarzu w drodze na Mont Blanc itd. Zwraca to tembardziej uwagę, że po wydostaniu się z tych niesamowitych przejść nawet na większe wzniesienia doznają podróżni mniej lub więcej znacznej ulgi i odzyskują odrazu lepsze samopoczucie i większą swobodę ruchów. Szkodliwe następstwa przebywania w nich można istotnie najłatwiej tłomaczyć działaniem niezwykle zjonizowanego powietrza, unoszącego się nad takimi niezdrowymi miejscowościami. O ile chodzi o żleb koło Lyss, to powołać się tu można nawet na wyniki oznaczeń jonizacji podane przez Caspariego i stwierdzenie przez nie, że panuje tam nadmiernie silne dodatnie naładowanie atmosfery. Poza tem nie zawadzi zaznaczyć, jak to czyni Fr. Dessauer, że w grę mogą wchodzić także fizyczne i chemiczne właściwości jonów. Wcale dobrego oparcia dla takiego pojmowania sprawy, poniekąd swoistego, niekorzystnego działania powietrza w niektórych partjach górskich, dostarczają spostrzeżenia o zjawianiu się znamion choroby górskiej w czasie wędrówki po górach dopiero w czasie nagłych przewrotów meteorologicznych i burz elektrycznych, a więc najwidoczniej skutkiem zmian w jonizacji powietrza.

Bardzo jeszcze niejasno przedstawia się pochodzenie chorobliwych stanów, powstających w czasie najazdu wiatrów halnych. Wspominaliśmy o tem już dawniej i nadmieniliśmy, że na podstawie dotychczasowych badań nie podobna jeszcze rozstrzygać o tej rzeczy. Co najwyżej możnaby wyrazić przypuszczenie, że współudział naładowań elektrycznych powietrza w powstawaniu chorobliwych objawów polega nie tyle na jednostronności



jonizacji, ile na szybkich zmianach ładunków, a prawdopodobnie także na innej gatunkowości jonów. Nie wystarcza to wszakże do wytłumaczenia, dla czego te objawy powstają już wtedy, kiedy przyrządami mierniczymi nie można jeszcze stwierdzić zmian meteorologicznych. Najwidoczniej jest w atmosferze coś takiego, co wyprzedza powietrzną masę halnego wiatru. I wprost już siłą logiki trzeba się zgodzić z Dornem, który to „coś“ określa jako falę prądów elektromagnetycznych. Mówiliśmy już o tem w ustępie o biodynamice wędrownych mas powietrznych.

Większe znaczenie biologiczne i, dodajmy do tego odrazu, nozologiczne, aniżeli jonizacja powietrza na wysokich górach i powietrza, niesionego wiatrami halnymi, posiadają naładowania mas powietrznych, przepływających i rozpościerających się nad środowiskami codziennego życia, w miejscu stałych zamieszkań.

Nie potrzeba na to lekarskiej spostrzegawczości, ażeby stwierdzić bez wszelkiej wątpliwości, że rodzaj środowiska powietrznego nie jest obojętny dla kształtowania się zarówno duchowego, jak cielesnego nastawienia ustroju. Zasadniczo można przy tem odróżnić dwa rodzaje efektów. Jeden z nich polega na tego rodzaju zharmonizowaniu fizjologicznych czynności, że wynika z tego pełnia dobrego samopoczucia i dobrej biologicznej sprawności; drugi, wprost przeciwny, oznacza nadwyreżenie fizjologicznej harmonji, a skutkiem tego gorsze samopoczucie i gorszą biologiczną sprawność. Stopień ich i ewentualne następstwa zależą od biologicznej, indywidualnie bardzo niejednakowej, tak zasadniczej, jak doraźnej wartości ustroju, albo, innymi słowy, od większej lub mniejszej zdolności równoważenia zewnętrznych wpływów na terenie wegetatywnego życia. Przy zbyt małej zdolności powstają w związku z napływaniem mas powietrznych, o innych własnościach meteorologicznych, nader łatwo zaburzenia czynnościowe, zwłaszcza w zakresie narządu oddechowego i narządu krążenia, zmienia się nastrój i usposobienie psychiczne.

W zakresie zmian w krążeniu zasługują na osobną wzmiankę spostrzeżenia Bettmanna, poczynione na naczyniach włosowatych wkrótce przed burzami i w czasie burz elektrycznych. Uderza w nich

jakby chaotyczny niepokój. Ścianki kurczą się i rozkurczają zupełnie bezładnie i w bardzo krótkich odstępach czasu. Światło naczynek zaciska się i rozszerza nadmiernie. Ruch krwi odbywa się zgoła inaczej, aniżeli się to dzieć powinno w rozumieniu fizjologicznem. Spostrzeżenia Bettmanna dotyczą tylko powierzchownych naczyń skóry, względnie błony śluzowej warg. Podobne zaburzenia w krążeniu włosowatym zdarzają się zapewne także w narządach wewnętrznych i tworzą tło dla wypadów czynnościowych. Niepospolite znaczenie posiadają zwłaszcza dłużej trwające skurcze naczynek, źródło t. zw. kryz naczyńiowych, uznawanych dość już powszechnie za istotną przyczynę nie tylko przemijających zaburzeń czynnościowych, ale także trwalszych schorzeń, opartych na poważnych zmianach anatomicznych, a nawet nagłych zejść śmiertelnych. W ostatnich czasach pojawiły się w piśmiennictwie lekarskiem już nawet osobne prace, poświęcone rozpatrywaniu zależności śmierci osób z chorem sercem, z hipertonią, z miażdżycą naczyń mózgowych i t. d. od zmian meteorologicznych, w szczególności od zmian w jonizacji i w rodzaju naładowań elektrycznych atmosfery. Należy tu m. in. publikacja Singera, ogłoszona w roku 1932 w Rozprawach Niemieckiego Towarzystwa dla badań narządu krążenia. Autor jej oświadcza się zupełnie stanowczo za istnieniem takiej zależności. Jeszcze dalej idzie A. Hagentorn, bo stara się udowodnić na podstawie dat statystycznych, że istnieje wcale ścisły związek między częstością zejść z powodu narządu krążenia i dobowym przebiegiem elektrycznego napięcia atmosfery.

Schorzenia serca i naczyń, rozpatrywane w związku z zmianami atmosferycznymi, to tylko jeden rozdział z dziedziny meteoropatologii, co prawda najdawniejszy. W nowszych czasach zajmują się i klinicyści i lekarze-praktycy wcale żywo sprawą nozologicznego znaczenia kryz meteorologicznych w związku z dokładniejszym poznaniem fizycznych własności nawiewanych z różnych stron mas powietrznych. Mówiliśmy już o tem nieco wyżej (zob. str. 160). W publikacjach, zajmujących się tą sprawą, można się spotkać z uwagami na temat roli, jaką w patogenezie i w przebiegu niektórych chorób odgrywają naładowania atmosfery. I tak

np. donosi lekarz węgierski, Stefan Budai, że w czasie przelomowych zmian atmosferycznych i burz elektrycznych spostrzegał w rozmaitego rodzaju schorzeniach narządów jamy brzusznej bardzo poważne powikłania. Należały do nich pęknięcia jajowodów w ciąży jajowodowej, skręcenia szypuł w przypadkach torbieli jajnikowych, przebicia wrzodów żołądka i dwunastnicy, krwawienia z macicy itd. W tych samych warunkach zdarzały się najczęściej uwieżgnięcia przepuklin brzusznych i znaczne pogorszenia gruźliczych zapaleń otrzewnej. Nie godzi się, co prawda, utrzymywać, że rzeczywistą przyczynę tych wszystkich zdarzeń tworzyły elektryczne naładowania atmosfery, ale jednak wolno, a nawet trzeba zaznaczyć przynajmniej tyle, że zachodziła współczesność klinicznych zdarzeń i kryz meteorologicznych.

Nieco jaśniej przedstawia się sprawa somatycznych odczuwań zmian atmosferycznych przez ludzi z rozmaitego rodzaju wygojonemi już, a przynajmniej z nieczynnemi w danej chwili sprawami pochodzenia zapalnego lub urazowego. Chodzi przy tem o bóle w stawach, w kościach, w nerwach i w mięśniach, w zbliżowanej skutkiem przebytych zapaleń opłucnej, osierdnej, lub otrzewnej. Ostateczna ich przyczyna nie może tkwić gdzie indziej, jak tylko w jakichś chemicznych i fizycznych przemianach na terenie tkanki, tworzącej siedlisko bólu, wykraczających poza granice ściśle fizjologicznych przesunięć, bądź to już bezwzględnie, bądź też tylko względnie, t. z. z tytułu niezupełnie prawidłowej, w pojęciu fizjologicznej całości, struktury tej tkanki. Ból jest tym sygnałem, który oznajmia, że dzieje się coś niezwykłego.

Tłumaczenie genezy tego dziania się ułatwiają bardzo znacznie najnowsze zdobycze jonologii w dziedzinie badań biologicznych, polegające na poznaniu, że jednostronna jonizacja, a prawdopodobnie także zmiana gatunkowości jonów tworzą, jeżeli nie jedyny, to w każdym razie bardzo ważny czynnik drażnienia. Wynika to z doświadczeń szkoły Dessauerowskiej. Dalszego oparcia dostarczają spostrzeżenia o działaniu przyrodzonej jonizacji w sąsiedztwie źródeł z wodami, obfitującymi w ziewy radowe, m. in. z spostrzeżeń Gerké'ego, poczynionych w Gasteine. Odnosi się to wszakże tylko do

pojmowania genezy bólów w czasie przebywania w samem rawianem środowisku powietrznem, a nie tłumaczy jeszcze bólów, zwiastujących zbliżanie się nowej masy powietrznej, t. zn. tego, co się u nas nazywa somatycznym przeczuciem zmian pogody, a w słownictwie niemieckiem „das Wetterfühlen“. Jest to w zasadzie to samo, co dzieje się z meteorotropijnymi ustrojami przed najazdem wiatrów halnych. Najwidoczniej powstają w masie powietrznej tych wiatrów na tyle silne prądy elektryczne, że mogą działać jako czynnik biodynamiczny i wzniecać somatyczne odruchy. W ten sposób pojmuje tę sprawę, jak wspomnieliśmy wyżej, K. D o r n o. I jest to w danej chwili jedyne możliwe tłumaczenie.

---

## CORRIGENDA.

- Str. 8 w. 20 od góry zamiast Camcunix ma być Chamonix.  
" 11 w. 3 od dołu zam. Humphrey'a ma być Humphreys'a.  
" 13 w. 10 od dołu zam. Sawalliewa ma być Sawaliewa.  
" 14 w. 1 od góry zam. Wheatston'a ma być Weatstone'a.  
" 41 w. 12 od dołu zamiast jakim ma być jakim.  
" 51 w. 10 od dołu zamiast dodatnimi, t. zn. ma być do-  
datnimi i ujemnymi, t. zn.  
" 51 w. 10 i 9 od dołu zamiast dodatnim, cięższymi ma być  
dodatnim i ujemnym.  
" 51 w. 9 od dołu zamiast z jonami ujemnymi ma być  
z jonami ujemnymi i dodatnimi.  
" 51 w. 8 od dołu zamiast o ładunku ujemnym ma być  
o ładunku dodatnim i ujemnym.  
" 70 w. 10 zamiast naajbardziej ma być najbardziej.  
" 85 tabl. XXXIX zamiast Greenwich ma być Greenwich.  
" 99 w. 16 zamiast granizach ma być granicach.  
" 100 w. 3 zamiast uwydatnieniu ma być uwydatnieniem.  
" 102 w. 12 od góry zamiast Ocenianie ma być Oceniane.  
" 104 w. 8 od dołu zamiast 2852 dni ma być 2852 mm.  
" 106 w. 7 od dołu zamiast przymorza to ma być przy-  
morza i to.  
" 107 w. 2 od góry zam. kaloryczne ma być kalorycznych.  
" 110 w. 16 od dołu zamiast wietrznych ma być wietrzny.  
" 145 w. 17 od dołu zamiast 0.18 ma być 0.18 p  
" 148 ryc. 23 nad najniższą linią strzałkową zamiast Rośliny  
ma być Bakterje.  
" 154 w. 3 nad tablicą zamiast w rozrzedzonym ma być  
z rozrzedzonym.  
" 169 w. 21 zamiast dla środkowych, ma być dla środkowej.  
" 177 w. 8 od góry zamiast jedna ma być jednak.  
" 199 tablica LXXI. zamiast Orzeczenia ma być Oznaczenia.  
" 217 w. 14 od góry zamiast pewne, ma być pewna.

- Str. 218 w. 17 od góry zamiast około 0.18  $\mu\mu$  ma być 0.18  $\mu$   
i zamiast 0.29 ma być 0.29  $\mu$ .
- „ 220 w. 15 od góry zam. południowych ma być południowych.
- „ 224 w. 16 od dołu zamiast chemicznych, wystarcza ma być  
chemicznych wystarcza.
- „ 225 w. 12 od dołu zamiast czyny ma być czynu.
- „ 226 w. 8 od dołu zamiast  $C_2 O_2 H_2$  ma być  $C_2 O_4 H_2$ .
- „ 232 w. 16 od góry zam. fizjologiczny ma być fizjologiczny.
- „ 273 w. 17 od góry zam. w oddychaniu ma być od oddychania.
- „ 288 w. 8 od góry zamiast w dalszym ciągu ma być  
jeszcze bardziej.

#### U W A G A.

Na stronie 51, wiersz 7 od dołu, zdanie, rozpoczynające się od słów: „Różnica wielkości i ruchliwości...“ ma opiewać: „Różnica wielkości i ruchliwości łączy się z tem, że jony ciężkie powstają zawsze z związku elektronów z atomami materji, a lekkie są tylko elektronami gazowymi“. (Por. rozdział p. t. „Biodynamika jonów i elektrycznych naładowań atmosfery“, strona 290).

K.1773/52





180. 903

1/15

19/15 0

---

m 5 1/2