



ŚWIAT DROBNOUSTROJÓW.

W. CONN.

— 0 —

ŚWIAT
DROBNOUSTROJÓW

BAKTERYE

(Germ Life)

Przełożył z angielskiego

Dr. F. SACHS

Z 34 rysunkami w tekście.



WARSZAWA
BRONISŁAW NATANSON
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI J. FISZERA
Nowy Świat № 9





Дозволено Цензурою
Варшава, 27 Июля 1899 г.



PRZEDMOWA.

Mnożące się w ciągu ostatnich lat odkrycia wywołały powszechne zainteresowanie się bakteryami. Niewielu znajdziemy dziś ludzi czytających, którzyby nie słyszeli o tych drobnoustrojach i ich stosunku do chorób. Wszelako publiczności znany jest jedynie ten ich stosunek do chorób. Sam wyraz „bakterya“ lub „drobnoustrój“ u większości ludzi wywołuje wyobrażenie o czemś szkodliwym. Ostatnie lata uwydatniły doniosłe pod wielu względami znaczenie tych drobnoustrojów zupełnie niezależnie od chorób; ale ta strona przedmiotu nie zwróciła jeszcze na siebie powszechnej uwagi i nie zainteresowała dostatecznie czytelników. Zadaniem tego dziełka jest przedstawienie krótkiego zarysu naszych wiadomości o bakteryach i ich znaczeniu w świecie, z uwzględnieniem nietylko znanej

ich roli w wywoływaniu chorób, lecz także ważniejszego jeszcze znaczenia ich jako czynników innych zjawisk przyrody. Mamy nadzieję, iż uda się nam dowieść, że drobnoustroje te powinny być uważane przedewszystkiem, nie za wrogów, lecz za przyjaciół, oraz sprostować bardzo rozpowszechnione, lecz błędne, poglądy na ich stosunek do naszego życia.

Kwiecień 1897.

ROZDZIAŁ I.

Bakterye jako rośliny.

W ciągu ostatnich lat piętnastu przedmiot bakterjologii *) rozwinął się ze zdumiewającą szybkością. Na początku dziewiątego dziesięciolecia bieżącego wieku prawie nie słymano o bakterjach poza kołami naukowemi, a nawet sami uczeni bardzo mało o nich wiedzieli. Dziś wyraz ten stał się prawie potocznym, i każdy czytelnik dowiaduje się, że bakterye mają ważny związek z jego życiem codziennem. Organizmy zwane bakterjami stanowią właściwie niewielką klasę niższych roślin, lecz ta niewielka grupa, jak się okazało, posiada tak doniosłe znaczenie w swym stosunku do świata wogóle, że badania nad

*) Wyraz «drobnoustrój» ukuty został dla oznaczenia wszystkich roślin mikroskopowych, określanych zwykle wyrazami: «bakterye» i «drożdże».

nią stopniowo skryształizowały się w odrębną gałąź wiedzy. Jest coś nienormalnego w fakcie, że odrębna gałąź wiedzy, interesująca tak znaczną liczbę ludzi, rozwinęła się około drobnej grupy roślin niższych. Ważne znaczenie bakterjologii zależy, nie od znaczenia, jakie posiadają bakterje jako rośliny, lecz jedynie od właściwej im zdolności wywoływania głębokich zmian w przyrodzie. Niema ani jednej grupy roślin, któraby mogła dorównać im znaczeniem.

W niniejszem dziełku wykażemy w krótkości, ile zarówno dobrego jak złego zawdzięczamy życiu i rozwojowi tych organizmów mikroskopowych. W miarę jakśmy je coraz więcej poznawali w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat, stawało się coraz widoczniejszym, że ta drobna klasa roślin mikroskopowych zajmuje w zjawiskach przyrody miejsce pod pewnemi względami równoznaczne z zajmowanym przez ogół roślin zielonych. Jakkolwiek rozmiary ich są znikome, znaczenie ich nie może być dość wysoko ocenionem, gdyż na ich działalność opiera się ciągłość życia królestwa zwierzęcego i roślinnego. Zarówno w dobrem jak złem są one czynnikami nieustających i prawie nieograniczonych potęg.

Uwagi historyczne.

Badania nad bakterjami zaczęły się wraz z użyciem mikroskopu. W końcu XVII stulecia mikroskopista Leeuwenhoek, posługując się swemi prostymi soczewkami, pierwszy dostrzegł organizmy, które znamy obecnie pod tą nazwą, dość wyraźnie, by je mógł opisać. Wszelako poza stwierdzeniem ich istnienia spostrzeżenia jego mówiły mało lub nic. Nie wiele więcej powiedzieć można o badaniach podejmowanych w ciągu następnych stu pięćdziesięciu lat. W ciągu tego długiego okresu niejeden mikroskop zwrócony był ku tym drobnoustrojom; lecz większość badaczy poprzestawała na oglądaniu ich, podziwianiu ich drobnych rozmiarów i wyrażaniu podziwu wobec cudów przyrody. Nieliczni mężowie, bardziej naukowo traktujący przedmiot, poświęcili nieco uwagi tym drobnym organizmom. Z pośród nich wymienimy: Von Gleichena, Müllera, Spallanzanego i Needhama. Każdy z nich, zarówno jak inni, przyczynił się do rozszerzenia naszych wiadomości o życiu mikroskopowem, a pomiędzy innemi organizmami badał i te, które obecnie nazywamy bakterjami. Już wówczas czyniono przypuszczenia co do możliwego związku przyczynowego pomiędzy temi organizmami a chorobami, i przez pewien czas myśl ta zajmowała

umysły lekarzy. Uzyskanie jednak jakiegokolwiek dowodu na poparcie tego przypuszczenia było na owe czasy niemożliwe: to też zostało ono odrzucone, jako bezzasadne, i zapomniane, aż znowu odżyło około połowy bieżącego stulecia. W ciągu tego stulecia dziwów, dokładność, z jaką badano bakterye, postąpiła o tyle, że zaszła potrzeba wprowadzenia nowych nazw, i widzimy, że Müller używa nazw: *monas*, *proteus*, *vibrio*, *bacillus* i *spirillum*, będących dotychczas jeszcze w użyciu, jakkolwiek w znaczeniu odmiennem od nadanego im przez Müllera. Badania tego uczzonego pozwoliły mu odróżnić kilka odrębnych typów i podjąć próbę klasyfikacji tych jestestw. Nie przypisywano im wielkiego znaczenia, lecz poprostu widziano w nich najdrobniejsze ze znanych organizmów.

Nie wydało to żadnych doniosłych rezultatów, po części wskutek niedokładności mikroskopów ówczesnych, po części zaś wskutek niezrozumienia istoty zagadnienia. Gdy przypomnimy sobie drobne rozmiary bakteryi, niemożliwość badania każdej z nich przez czas dłuższy niż ten, w ciągu którego śledzić ją możemy pod mikroskopem, gdy uwzględnimy także niedoskonałość mikroskopów, która uniemożliwiała znaczne powiększenie, a nadewszystko, gdy ocenimy brak wśród uczonych przeświadczenia o konieczności dokładnego spostrzegania — nie będzie nas dziwiło,

że ubiegłe stulecie nie pozostawiło nam żadnych wiadomości o bakteryach poza samym faktem istnienia pewnych, nadzwyczaj drobnych, organizmów w różnych rozkładających się ciałach. Nawet i wiek bieżący, aż do połowy swej, niewiele do tego dorzucił. Wprawdzie mikroskop został znacznie ulepszony w początkach stulecia, a ponieważ ulepszenie to stało się silnym bodźcem do badania życia mikroskopowego, pomiędzy więc innymi badanymi organizmami zwrócono uwagę i na bakterye. Ehrenberg, Dujardin, Fuchs, Perty i inni pozostawili w bakteryologii ślady swej pracy już w pierwszej połowie stulecia. Wprawdzie Schwann doszedł do wniosku o istnieniu związku pomiędzy drobnoustrojami a rozmaitemi sprawami fermentacji i rozkładu, do wniosku, który, jakkolwiek wówczas nie został przyjęty, okazał się w następstwie słusznym; wprawdzie Fuchs przeprowadził staranne badania nad zakażeniem „mleka błękitnego“ i słusznie wywnioskował, że zakażenie powodowane bywa przez organizm mikroskopowy, który on sam i odkrył i starannie zbadał; wprawdzie Henle podał ogólną teorię stosunku tych organizmów do chorób i wskazał sposób, w jaki należy dowodzić związku przyczynowego pomiędzy jakimś drobnoustrojem a chorobą; wprawdzie wypowiedzianą została ogólna teoria o zależności wszelkiej fermentacji od

organizmów żyjących — ale wszystkie te pomysły sprawiały małe wrażenie. Z jednej strony bakterye nie były uznawane za odrębną klasę organizmów, nie były jeszcze odróżniane od drożdży i innych drobnych żyjątek; nie przeczuwano jeszcze ich rozmaitości i nie pojmowano ich znaczenia; nie było powodu do przypisywania im większej doniosłości niż którymkolwiek innym drobnym zwierzętom i roślinom, a ich niezmiernie drobne rozmiary i prostota nie wywoływały wśród mikroskopistów zainteresowania się niemi. Z drugiej strony ich związek przyczynowy ze sprawami fermentacyjnymi i gnilnymi został zupełnie zaciemniony z winy powagi naukowej chemika Liebiga, który sądził, że fermentacja i gnicie są sprawami czysto chemicznymi. Uczony ten utrzymywał, że wszystkie ciała białkowe znajdują się w stanie chemicznie nieustalej równowagi i, pozostawione sobie, rozpadają się bez jakiegokolwiek udziału organizmów mikroskopowych. Wielka powaga Liebiga i efektywność wygłaszanych przezeń twierdzeń zapewniły szerokie uznanie jego teoryom i na pewien czas zaciemniły stosunek organizmów mikroskopowych do spraw fermentacyjnych i gnilnych. Zarzuty przeciwko twierdzeniom Liebiga ledwie dawały się słyszeć, a doświadczenia Schwanna pomijało milezieniem. Do szóstego więc lat dziesiątka bieżącego stulecia organizmy te, które

stały się później podstawą nowej gałęzi wiedzy, były zaledwie znane. Nieliczni badacze uznawali ich istnienie, tak samo jak istnienie każdej innej grupy drobnych zwierząt i roślin, ale nie uważali ich za odrębną grupę. Coraz więcej gromadziło się spostrzeżeń świadczących o prawdopodobnym związku przyczynowym pomiędzy sprawami fermentacyjnymi i gnilnymi a rozwojem organizmów mikroskopowych. Spostrzeżenia te znane były nielicznym tylko badaczom, większość zaś nic o nich nie wiedziała.

Dopiero Ludwik Pasteur wysunął bakterye na pierwszy plan, i dzięki jego pracom dopiero organizmy te, wspomniane przedtem tylko w publikacjach naukowych, stały się przedmiotem wznastającego powszechnego zainteresowania. Pasteur pierwszy z powodzeniem wystąpił przeciw chemicznej teorii fermentacji, wykazawszy, że ciałom białkowym nie jest właściwa dążność do rozkładu. Pasteur pierwszy jasno dowiódł, że małe te ciała, podobnie jak wszystkie większe zwierzęta i rośliny, zawdzięczają swe istnienie zwykłemu sposobom rozplądania się, nie zaś samorodztwu, jak dawniej utrzymywano. Pasteur pierwszy pokazał, że tak zwane zjawisko, jak kwaśnienie mleka, zostaje wywołane przez organizmy mikroskopowe, rosnące w mleku. Pasteurowi pierwszemu udało się dowieść, że pewne gatunki organizmów mi-

króskopowych są przyczyną pewnych chorób, i wskazać skuteczne sposoby unikania ich. Wszystkie te odkrycia szybko następowały po sobie. W ciągu dziesięciu lat od chwili, gdy imię Pasteura stało się znanem uczonym, badania rozwinęły się tak szybko, że spostrzeżono, iż posiadają one wielką doniosłość dla świata naukowego, jeżeli nie dla „szerokiej“ publiczności. Wyliczanie innych ważnych, dokonanych przez Pasteura, odkryć nie wchodzi teraz w obręb naszego zadania. Jego prawo do tytułu „ojca bakterjologii“ wynika z tego, cośmy już powiedzieli. Nie znaczy to, żeby on odkrył drobnoustroje lub pierwszy je badał; nie znaczy też, żeby on pierwszy wpadł na myśl o ich związku przyczynowym z fermentacją i chorobą; lecz on pierwszy oparł przedmiot na trwałej podstawie, dowiódłszy, za pomocą ścisłych doświadczeń, niektórych zdań, wypowiedzianych przez innych, i w ten sposób skierował uwagę nauki ku badaniu drobnoustrojów.

Gdy Pasteur wykazał doniosłość przedmiotu, inni zwrócili swą uwagę w tym samym kierunku, bądź-to w celu sprawdzenia, bądź w celu obalenia twierdzeń uczonego. Postęp wszakże nie był bardzo szybki, ponieważ okazało się, że przeprowadzenie doświadczeń bakterjologicznych nastrocza niezmiernie trudności. Bakterje nie były jeszcze uznane za grupę organizmów dość wyraźną, by mogła

być wyodrębnioną, gdyż nawet Pasteur z początku brał je za jedno z drożdżami. Jako osobna grupa organizmów zostały one po raz pierwszy wyodrębnione przez Hoffmana w r. 1869, i od tego czasu wyraz bakterje w zastosowaniu do tej szczególnej grupy organizmów coraz więcej zaczął wchodzić w użycie. Badania połączone były z takimi trudnościami, że w ciągu całego szeregu lat nie było prócz Pasteura badaczy, którzyby mogli z powodzeniem eksperymentować i dochodzić do wniosków wytrzymujących próbę czasu. W ciągu pierwszych trzydziestu lat, jakkolwiek liczba badaczy i badań ustawicznie wzrastała, mało co więcej możemy znaleźć prócz sporów i zamieszania. Trudność otrzymania do doświadczeń jakiegoś gatunku bakterji oddzielnie, niezmieszanego z innymi (czystych hodowli), czyniła postęp prawie niemożliwym. Wyniki tak były sprzeczne, że w całym przedmiocie wkrótce zapanował beznadziejny chaos i bardzo mało kroków zrobiono na pewnym gruncie. Metody tak były trudne, wyniki tak skłócone i niejasne z winy nieczystych hodowli, że pracownik żłiziejszy, pragnąc poznać dawniejsze odkrycia w jakimkolwiek dziale bakterjologii, nie potrzebuje cofać się poza rok 1880, gdyż może być prawie przekonany, iż wszystko, cokolwiek było dokonane przed tą datą, raczej jest błędne niż prawdziwe.

W ciągu ostatnich jednak lat piętnastu zaszła zadziwiająca zmiana. Trudności tkwiły głównie w metodzie badania, a w dziewięcym lat dziesiątku naszego stulecia metoda ta została uproszczona przez Roberta Köcha. To uproszczenie metody odrazu uczyniło dany dział badań przystępnym dla uczonych, którzy nie posiadali geniuszu Pasteura. Obecnie łatwo można już było otrzymywać czyste hodowle i za pomocą tych czystych hodowli dochodzić do wyników jednostajnych i prostych. Obecnie można już było wykonywać prace, które odznaczały się ścisłością i których dalsze doświadczenia nie obalały. Od czasu jak metody te zostały w ten sposób uproszczone, badania nad bakteriami rozwinęły się z szybkością wprost zdumiewającą, a wiedza nagromadziła się w stopniu prawie zatrważającym. Sama szybkość, z jaką mnożyły się badania, była przyczyną znacznego zamieszania, ponieważ nowe odkrycia nie miały dość czasu, by mogły być należycie przyswojone przez naukę. Obecnie znamy wiele faktów, których znaczenie jest jeszcze niepewne, a jasne, logiczne roztrząsanie faktów bakterjologii współczesnej jest niemożliwe; lecz nagromadzono i ugrupowano już dość wiadomości, aby można było wskazać przynajmniej kierunek, w jakim podąża postęp bakterjologii, i właśnie wytknięciu tego kierunku poświęcone będą następne rozdziały,

Co to są bakterje?

Najbardziej interesujące fakty, związane z przedmiotem bakterjologii, dotyczą sił i wpływu, wywieranego przez bakterje w naturze. Morfologiczna strona przedmiotu dość interesuje uczonego, lecz tylko jego samego. Wszakże niepodobna przystąpić do badania sił bakterji bez pewnych wiadomości o samych tych organizmach. By pojąć, w jaki sposób odgrywają one pierwszorzędą rolę w sprawach przyrody, musimy przedewszystkiem wiedzieć jak wyglądają i gdzie się znajdują. Krótki więc przegląd pewnych faktów morfologicznych niezbędny jest zaraz na wstępie.

Postać bakterji.

Co się tyczy postaci, bakterje mają najprostszą, jaką tylko znamy, budowę. Jakkolwiek istnieją setki rozmaitych gatunków, posiadają one tylko trzy główne formy, które można porównać z kulami bilardowymi, ołówkami i korkociągami. Kule, laseczki i świdry przedstawiają wszystkie postaci. Kule mogą być wielkie lub małe i mogą grupować się rozmaicie; laseczki mogą być grube lub cienkie, długie lub krótkie; świdry mogą być skręcone luźno lub ściśle, mogą mieć jeden tylko, dwa lub więcej zakrętów, mogą być giętkie,

lub sztywne: ale laseczki, kule i świdry obejmują wszystkie typy.

W rozmiarach znajdujemy pewne różnice, jakkolwiek niewielkie. Wszystkie bakterye są niezmiernie drobne i zawsze niedostępne dla nieuzbrojonego oka. Rozmiary postaci kulistych wahają się w granicach od $0,25\mu$ do $1,5\mu$ (0,000012 do 0,00006 cala angielskiego). Laseczki mogą mieć nie więcej nad $0,3\mu$ w średnicy lub też mogą dochodzić do $1,5-2,5\mu$, długość ich zaś waha się od długości, zaledwie przewyższającej ich średnicę do rozmiarów długiej nici.

To samo powiedzieć można o postaciach spiralnych. Są to bezsprzecznie najmniejsze żyjących organizmów, odkrytych przez nasze mikroskopy.

Fig. 1.

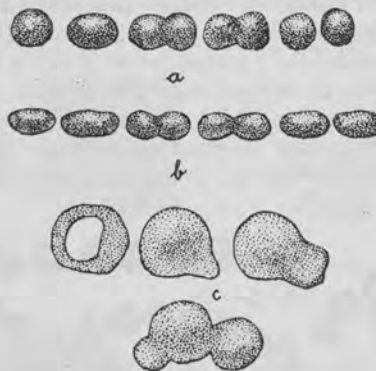


Główne postaci bakteryi:
a. postaci kuliste,
b. postaci laseczkowate,
c. postaci spiralne.

Sposób, w jaki bakterye rosną, stanowi jedną z ich cech najbardziej charakterystycznych. Posiadają one zdolność rozmnażania się przez prosty podział lub rozszczepienie. Każdy osobnik wydłuża się i dzieli w środku na dwie podobne połowy, z których każda

potem powtarza tę samą sprawę. Sposób rozmnażania się przez prosty podział stanowi cechę różniącą bakterye od drożdży, gdyż te, jako rośliny, rozmnażają się w sposób zwany kielkowaniem. Fig. 2 przedstawia dwa te sposoby rozmnażania.

Fig. 2.



Sposób rozmnażania się bakteryi:
a. i b. bakterye, dzielące się przez rozszczepienie;
c. drożdże, rozmnażające się przez kielkowanie.

Gdy tym sposobem wszystkie bakterye rozmnażają się przez podział, niektóre różnice w szczegółach wywołują rzucające się w oczy różnice w wynikach. Badając postaci kuliste, spostrzegamy, że niektóre gatunki dzielą się,

jak powiedziano, na dwie części, które rozchodzą się wzajemnie i z których każda z kolei dzieli się w kierunku przeciwnym; są to tak zw. mikrokokki. Inne gatunki dzielą się tylko w jednym kierunku. Często nie rozchodzą się one po podziale, lecz pozostają złączone. Każda znowu się wydłuża i dzieli, wszystkie jednak pozostają złączone. W ten sposób tworzą się długie łańcuchy kul, jak sznury koralu; są to paciorkowce. Inne gatunki dzielą się z początku w jednym kierunku, potem prostopadłe do pierwszego podziału, trzeci zaś podział następuje prostopadłe do płaszczyzny pierwszych dwóch, tworząc w ten sposób grupy po cztery, ośm lub sze-

Fig. 3.

Fig. 4.



Mikrokokki.

Paciorkowce.

snaście (Fig. 5); jest to sarcina. Każdy poszczególny gatunek bakterii jest jednolity w swym sposobie podziału; różnice te są przeto dowodami różnorodności gatunków czyli, zgodnie z naszą dzisiejszą metodą klasyfikacji, różne sposoby podziału przedstawiają

różne rodzaje. Wszystkie bakterie tworzące paciorki stanowią odrębny rodzaj paciorkowców, a wszystkie dzielące się w trzech płaszczyznach podziałowych stanowią inny rodzaj, sarcina i t. d.

Laseczkowate bakterie również różnią się nieco pomiędzy sobą, lecz w mniejszym stopniu. Prawie zawsze dzielą się one w płaszczyźnie prostopadłej do ich najdłuższego wy-

Fig. 5.

Fig. 6.



Sarcina.

Laseczniki o różnych rozmiarach, tysiąc razy powiększone.

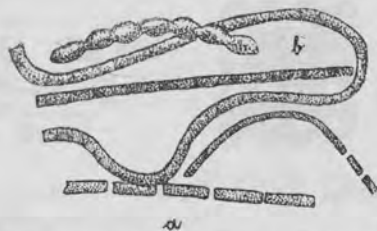
miaru. Lecz i tu znowu znajdujemy niektóre gatunki rozchodzące się bezpośrednio po podziale stale ukazujące się w postaci krótkich laseczników; przeciwnie, inne pozostają złączone po podziale i tworzą długie łańcuchy. Niekiedy rosną one wzdłuż bez jakiegokolwiek podziału; w ten sposób tworzą się długie nici (Fig. 7); nici te jednak przedstawiają, potencjalnie przynajmniej, długie łańcuchy krótkich laseczników. W odpowiednich warunkach rozpadają się na krótkie lasecz-

Świat drobnoustr.



niki, jak to widzimy na Fig. 7a. Niekiedy gatunek laseczkowaty może dzielić się podłużnie, lecz to zdarza się rzadko. Zupełnie to samo powiedzieć można o postaciach spiralnych. Tu również znajdujemy krótkie laseczniki, długie łańcuchy lub też długie nici spiralne, w których nie widać podziału na krótkie pierwiastki, lecz które w pewnych warunkach rozpadają się na krótkie odcinki (Fig. 8).

Fig 7.



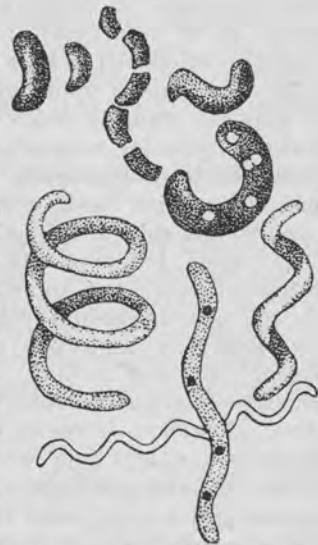
Postaci laseczkowate, tworzące łańcuchy.

Szybkość rozmnażania się.

Ta właśnie zdolność bakteryi rozmnażania się przez podział nadaje im taką doniosłość. Ich drobne rozmiary czyniłyby je dość niewinnymi, gdyby nie nadzwyczajna ich mnożność. Właściwa bakterjom zdolność rośnięcia i dzielenia się jest prawie nie do uwierzenia. Niektóre z gatunków, starannie obserwowane pod mikroskopem, w przyjaznych

dla siebie warunkach rosną tak szybko, że dzielą się co pół godziny, a nawet i częściej. Liczba osobników, wytwarzanych przy tej szybkości w ciągu dwudziestu czterech godzin, łatwo daje się obliczyć. W ciągu jednego

Fig. 8.



Różne typy bakteryi spiralnych.

dnia każda bakteria wydałaby przeszło 16 milionów pięset tysięcy potomków, a w ciągu dwóch dni około 281 bilionów pięset milionów. Dalej, obliczono, że te 281 bilionów pięset milionów wytworzyłyby około pół kwarty i ważyłyby około funta. W końcu trzeciego dnia ogólna liczba potomków doszłaby 47,000,000,000,000 i ważyłaby około 16,000,000 funtów. W rzeczywistości liczby te nie mają żadnego znaczenia, gdyż nie są to liczby rzeczywiste lub nawet choćby możliwe. Nadługo zanim potomstwo dojdzie do milionów, szybkość

rozmnażania się bakterii zostaje powściągnięta bądź przez brak pożywienia, bądź przez nagromadzenie wydzielanych przez nie wytworów, które są dla nich szkodliwe. W każdym jednak razie daje to słabe wyobrażenie o nieograniczonej prawie zdolności rozmnażania się, jaką posiadają te organizmy; świadczy zarazem, że w bakterjach mamy do czynienia z siłami o wielkości prawie nieskończonej.

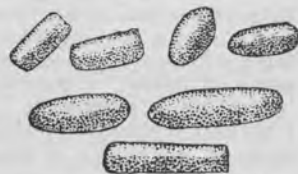
Ta zadziwiająca zdolność rozwoju pochodzi głównie stąd, że bakterie rosną na odżywkach wysoko uorganizowanych i gotowych już do wchłaniania. Większość roślin musi przerabiać swe własne pożywienie z prostszych substancji, jak kwas węglany (CO_2) i woda, bakterie zaś żywią się zawsze złożonymi związkami organicznymi, przygotowanymi już uprzednio dzięki życiu roślin i zwierząt. Z tego powodu mogą one rosnać szybciej niż inne rośliny. Ponieważ nie są zmuszone wytwarzać sobie własny swój pokarm, jak większość roślin, ani też szukać go, jak zwierzęta, lecz żyją wśród niego, przeto szybkość, z jaką rosną i rozmnażają się, ograniczona jest jedynie przez ich zdolność chwytania i przyswajania pokarmu. Rosnąc w takich warunkach pożywienia, powodują one w nim pewne zmiany chemiczne, bez wątpienia pozostające w związku bezpośrednim z zużywaniem tych substancji, jako pożywienia. Wiedząc, że wywołują one zmiany che-

miczne w materiałach odżywczych i pamiętając o tej zadziwiającej zdolności rośnięcia, z góry możemy być na to przygotowani, że są też zdolne do wywoływania zmian gdziekolwiek się osiedlą i zaczną rosnać. Ich zdolność żywienia się złożonym pożywieniem organicznym i wywoływania w nim zmian chemicznych wraz z zadziwiającą zdolnością przyswajania tego materiału, jako pokarmu, daje im niezmiernie doniosłą rolę w naturze.

Różnice pomiędzy rozmaitemi gatunkami bakterii.

Przy tej niezmiernie prostej budowie bakterie przedstawiają pewne nieznaczne odmiany w szczegółach, pozwalające je odróżniać. Laseczniki bywają niekiedy bardzo tępe u końców, jakgdyby były ścięte poprzecznie; w innych gatunkach są więcej zaokrąglone, a nieraz cokol-

Fig. 9.



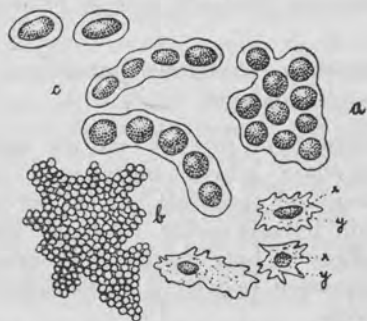
wiek zaostrome Fig. 9. Niekiedy są otoczone cienką warstwą jakiejś galaretowatej substancji,

Różne postaci laseczników.

która tworzy to, co nazywają otoczką (Fig. 10). Otoczka ta może je łączyć i służyć za spoidło, niepozwalające rozpaść się oddzielnym ogni-

wom łańcucha (Fig. 10c). Niekiedy taka wydzielina galaretowata łączy wielkie masy bakteryi w grudki; te mogą pływać po powierzchni płynu, w którym rosną, lub opadać na dno. Massy takie nazywają się zoogloea, i ich wygląd ogólny stanowi jedną z cech pozwalających odróżniać rozmaite gatunki bakteryi (Fig. 10a i b). Rosnąc na

Fig 10.



Bakterye z otoczkami: *a* i *b* przedstawiają zoogloea; *c*. łańcuchy koków z otoczkami; *d*. bakterye przedstawiające przypuszczalną budowę; *x*. przedstawia jądro; *y*. protoplazmę.

i szybko wytwarza potomstwo. Lecz potomstwo to, nie będąc w stanie poruszać się poprzez żelatynę, pozostaje skupione w jedną masę, którą bakteryolog nazywa kolonią. Ten sposób skupiania się, zależny od rozmaitych sposobów wzrostu, nie zawsze jest je-

na twardem podłożu, jak np. żelatyna, różne gatunki w rozmaity sposób rozchodzą się ze swego punktu centralnego. Pojedyncza bakteria w

środku ta-

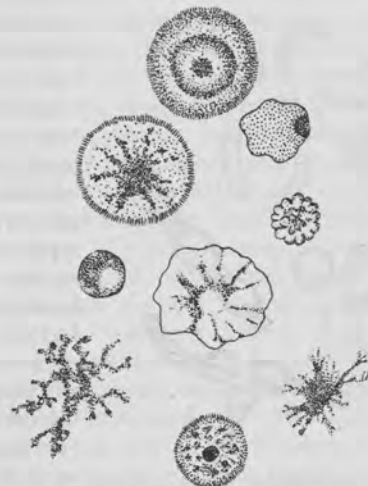
kiej masy

stwardnia-

lej rośnie

dnakowy, i kolonie te przedstawiają znaczne różnice w swym wyglądzie. Różnice te są stałe dla każdego gatunku bakteryi, i stąd postać i wygląd kolonii dają bakteryologo-

Fig. 11.



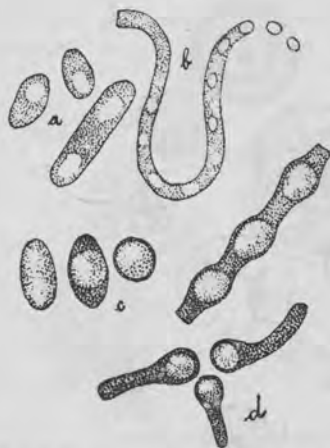
Różne typy «kolonii», utworzonych przez bakterye, rosnące na żelatynie. Każdy szczególny typ kolonii utworzony został przez szczególny gatunek bakteryi.

wi możliwość odróżniania rozmaitych gatunków (Fig. 11). Wszystkie te cechy różniczkowe posiadają dla bakteryologa praktyczne znaczenie w odróżnianiu gatunków.

Tworzenie się zarodników.

Prócz zdolności rozmnażania się przez pro-
sty podział wiele gatunków bakteryi posia-
da inny jeszcze sposób rozmnażania się: za

Fig. 12.



pomocą zarodników. Zarodniki są to zaokrąglone lub owalne cząsteczki protoplazmy bakteryi, mogące opierać się nieprzyjaznym wpływom, które na zwykle bakterye działałyby niszcząco. Powstają one wśród bakteryi dwojakim sposobem.

Zarodniki wewnętrzne: *a.* i *b.* zarodniki tworzące się wewnątrz laseczników; *c.* zarodniki, tworzące się w środku laseczników i wywołujące zgrubienie środka; *d.* zarodniki tworzące się w końcu laseczników i powodujące zgrubienie końca.

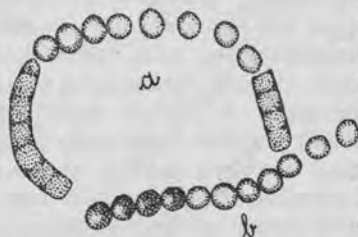
postaci spiralnych (Fig. 12). Z początku występują one jako drobne massy ziarniste lub jako

ciemne punkty, które stopniowo zaczynają się wyróżniać z pośród reszty lasecznika. Ostatecznie w ten sposób tworzy się wewnątrz lasecznika jasny, silnie załamujący światło, kulisty lub owalny zarodnik, który w średnicy może być większym od lasecznika, wywołując w nim w ten sposób zgrubienie i nadając mu postać wrzeciona (Fig. 12*c*). Zarodniki powstawać mogą w środku lub na końcach laseczników (Fig. 12). Mogą one powstawać kosztem całej protoplazmy lasecznika lub też nieznacznej jej części, przyczem lasecznik, który je utworzył, nie przestaje być czynnym pomimo powstawania w nim zarodników; są zawsze jasne i silnie załamują światło, gdyż zawierają mało wody; nie barwią się też tak łatwo, jak zwykle laseczniki. Zdają się być pokryte warstwą jakiejś substancji, która nie przepuszcza barwników i dzięki której również mogą opierać się rozmaitym wpływom zewnętrznym. Ta warstwa ochronna wraz z małą zawartością wody sprawia, że wytrzymują one suszenie, wysoki stopień ciepłoty oraz wiele innych nieprzyjaznych warunków. Zwykle zarodniki występują z lasecznika, i lasecznik, który je wytworzył, zamiera; zresztą, niekiedy lasecznik pozostaje czynnym nawet i po wytworzeniu zarodników.

Zarodniki sławowate. Pewne gatunki bakteryi nie wytwarzają zarodników w spo-

sób powyżej opisany, lecz dają początek ciałom, zwanym niekiedy zarodnikami stawowatymi (*arthrospora*). Ciała te tworzą się jako krótkie odcinki laseczników (Fig. 13a). Długi lasecznik może niekiedy rozpaść się na kilka krótkich, zaokrąglonych elementów, które są jasne i zdają się posiadać wzmoczoną odporność wobec wpływów nieprzyjaznych. To samo spotkać można wśród postaci

Fig. 13.



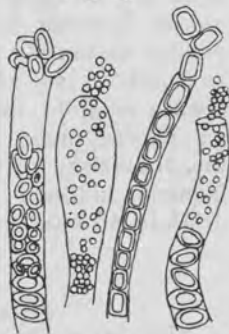
Tak zw. zarodniki stawowate: a. jako odcinki laseczników; b. jako ogniwa łańcucha koków.

Są one nieco większe, i przypuszczano, że posiadają wzmoczoną odporność, podobnie jak prawdziwe zarodniki (Fig. 13b). Wątpliwem jest jednak, czy można ciała te uważać za zarodniki. Nie posiadamy dowodów, by odznaczały się one jakąś szczególną odpornością na gorąco, jak zarodniki wewnętrzne, i bakteryolo-

gowie wogóle skłonni są do zapatrywania się na nie, po prostu, jak na komórki, będące w stanie spoczynku. Nazwa „zarodniki stawowate” została im nadana w celu oznaczenia, że są utworzone jak stawy lub ogniwa; nazwę tę możemy zatrzymać, jakkolwiek ciała te nie są prawdziwymi zarodnikami.

Inny jeszcze sposób tworzenia zarodników spotykamy u niektórych poszczególnych bakterii. W tym wypadku (Fig. 14) protoplazma w szerokiej nici rozpada się na liczne drobne ciała kuliste, które ostatecznie znajdują sobie wyjście. Zarodniki w ten sposób utworzone mogą nie być wszystkie jednakowe; różnią się między sobą rozmiarami. Ten sposób tworzenia zarodników spotykamy jedynie u nielicznych postaci bakterii.

Fig. 14.



Tworzenie się zarodników w niezwykłych postaciach (*Crenothrix*).

Sposób tworzenia zarodników stanowi jedną z cech przy odróżnianiu gatunków. Niektóre gatunki nie tworzą zarodników,—przynajmniej w tych warunkach, w których, były badane. Inne tworzą je łatwo we wszelkich

prawie warunkach, a jeszcze inne tylko w pewnych szczególnych, szkodliwych dla ich życia. Sposób tworzenia zarodników zawsze jest jednostajny dla każdego oddzielnego gatunku.

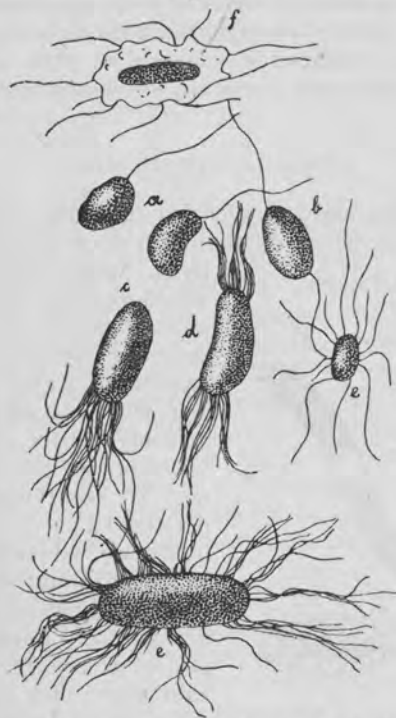
Jakikolwiek jest sposób tworzenia zarodników, cel jego w życiu bakteryi zawsze jest ten sam: służy ono za środek zachowania gatunku przy życiu w warunkach nieprzyjaznych. Ich zdolność opierania się ciepłu i suszeniu pozwala im żyć tam, gdzie zwykle postaci szybko-by wyginęły. Niektóre z tych zarodników są zdolne wytrzymać krótkotrwałą ciepłotę 180° C., a wrzącą wodę mogą znosić przez czas długi. Zarodniki takie, znalazłszy się potem w warunkach przyjaznych, kielkują i rozpoczynają na nowo działalność bakteryjną.

Ruch.

Niektóre gatunki bakteryi obdarzone są ruchem czynnym; możemy widzieć, jak poruszają się w rozmaitych kierunkach w płynie, w którym rosną. Ruch ten wywołany zostaje przez bicz, wystające z ciała. Bicz te (Fig. 15), biorą początek w błonie, otaczającej bakterye, lecz mają ścisły związek z jej zawartością protoplazmatyczną. Ich układ jest różny u różnych gatunków bakteryi. Niektóre gatunki mają pojedynczy bicz na jed-

nym końcu (Fig. 15a); i inne na obu (Fig. 15b.)

Fig. 15.



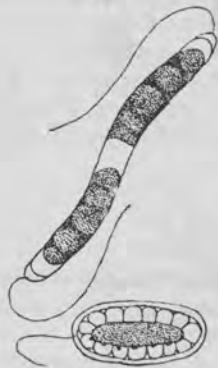
Bakterye z biczami: a. pojedynczy bicz; b. dwa bicze; c. pęk biczów na jednym końcu; d. pęki biczów na obu końcach; e. jednostajna opona z biczów; f. rysunek pokazujący pochodzenie biczów z zewnętrznej warstwy ciała,

Inne znowu mają, przynajmniej przed samym podziałem, pęk biczów na jednym lub obu końcach (Fig. 15c i d), kiedy inne posiadają mnóstwo biczów, gęsto rozsianych naokoło ciała (Fig. 15e). Bicze te ustawicznie uderzają w płyn, dzięki czemu bakterye posuwają się w nim naprzód.

Budowa wewnętrzna.

Bardzo mało powiedzieć możemy o budowie bakteryi po opisanii ich form zewnętrznych. Mimo wszystkie wzmiankowane odmiany w szczegółach, odznaczają się one nadzwyczajną prostotą, i prawie wszystko, co możemy widzieć, stanowi ich postać zewnętrzną.

Fig. 16.



Wewnętrzna budowa bakteryi.

Fig. 16 przedstawia niektóre z tych szczegółów; kwestya to jednak jeszcze bardzo ciemna.

Bakterye zdają się posiadać błoniastą oponę, która bywa nieraz natury komórkowej. Otacza ona protoplazmę, przedstawiającą różne niepewne szczegóły w budowie. Niektórzy mikroskopisci jakoby znaleźli jądro i uważają bakterye za komórki z zawartemi w nich jądrami (Fig. 10c i 15f). Inni uważali całą bakterye za jądro bez protoplazmy, gdy inni znowu przyszli do wniosku, że widzialna budowa wewnętrzna nie jest niczem innym, jak tylko zjawiskiem, zależnem od fizycznego układu protoplazmy. Jakkolwiek możemy przypuszczać, że bakterye posiadają pewną budowę wewnętrzną, musimy jednak przyznać, że dotychczas badacze nie zdołali jej wykazać. Słowem, po dwóch wiekach badań bakterye przedstawiają nam się prawie tak samo jak z początku. Dotychczas jeszcze musimy je opisywać jako drobne kule, laseczki lub świdry o budowie niedającej się bliżej odróżnić, niekiedy ruchome, niekiedy nieruchome, niekiedy wytwarzające zarodniki, niekiedy zaś nie, i rozmnażające się zwykle przez podział na dwie części. Przy całym rozwoju mikroskopu współczesnego nie możemy nic więcej nad to powiedzieć. Nasz postęp w poznaniu bakteryi polega prawie wyłącznie na znajomości sposobów wzrostu oraz zjawisk wywoływanych w przyrodzie.

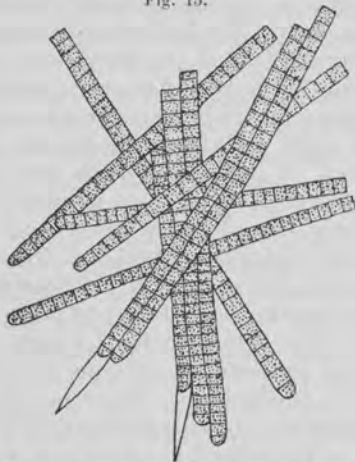
Zwierzęta czy rośliny?

Niemaló rozprawiano dawniej nad tem: czy bakterye zaliczyć należy do roślin, czy do zwierząt? Posiadają one niewątpliwie wiele cech wspólnych z jednymi i z drugimi. Bardzo rozpowszechniona wśród nich zdolność do czynnego samoistnego ruchu, oraz okoliczność, że żyją zwykle na ciałach złożonych, służących im za pożywienie, są cechami właściwemi zwierzętom, i na tem opierało się przypuszczenie, że bakterye są prawdziwemi zwierzętami. Lecz ich postać ogólna, sposób w jaki rosną, tworzą nici i zarodniki, są to cechy czysto roślinne. Pod względem postaci ogólnej bakterye są bardzo podobne do pewnej grupy niższych roślin zielonych, znanej pod nazwą *Oscillariae*. Fig. 17 przedstawia grupę tych *Oscillariae*; podobieństwo tych ostatnich do niektórych nitkowatych bakteryi jest niezaprzeczane; *Oscillariae* są wszakże prawdziwemi roślinami i barwę mają zieloną. Bakterye są przeto obecnie uważane za niski typ roślin, pozbawiony chlorofilu¹⁾, lecz spokrewniony z *Oscillariae*. Brak chlorofilu zmusił je do zmiany swego stosunku do pożywienia, mianowicie do żywienia się ciałami złożonemi zamiast prostych, które stanowią poży-

¹⁾ Chlorofil jest to zielony barwnik roślin,

wienie roślin zielonych: możemy więc bez wahania się nazywać je roślinami. Ciekawą jest rzeczą, że w myśl tego poglądu stanowisko ich w świecie organicznym sprowadza się do bardzo podrzędnego w systematyce. Nie tworzą one klasy osobnej, lecz są podklasą, lub

Fig. 15.



Nici *Oscillariae*, najbliżej spokrewnionych z bakteryami, nawet rodziną, i to rodziną blisko spokrewnioną z niektórymi innymi pospolitemi roślinami; lecz brak chlorofilu i wynikające ztąd szczególne życie sprowadziły ciekawą anomalię. Kiedy najbliżsi ich krewni znani są tylko botanikom i nie posiadają żadnego znaczenia poza swemi stosunkami w systematyce, one same,

bakterye znane są każdemu i ściągają na siebie uwagę setek badaczy. Anomalię tę wywołał w nich brak chlorofilu i wynikająca stąd zależność ich od złożonego pożywienia.

Klasyfikacja bakteryi.

Gdy już powszechnie uznano, że bakterye są roślinami, dalsza ich klasyfikacja okazała się rzeczą bardzo trudną, a obmyślenie sposobu odróżnienia gatunków nastęrcza bakteriologom niezmiernie trudności. Nadzwyczajną ich prostota czyni niełatwym zadaniem wynalezienie cech, za pomocą których jakiś gatunek mógłby być poznany. Mimo wszakże ich podobieństwo nie ulega wątpliwości, że istnieje wiele różnych gatunków. Okazuje się, że bakterye, które wydają się prawie zupełnie jednakowemi, posiadają pod mikroskopem zupełnie różne właściwości i z tego powodu winny być uważane za odrębne gatunki. Lecz w kwestyi odróżniania ich panowała niejasność. Badacze przysli wreszcie do wniosku, że różnice w kształtach, rozmnażaniu się i tworzeniu zarodników dostarczają dość danych, by można już było podzielić bakterye na rodzaje. Rodzaj *bacillus*, np. jest nazwą daną wszystkim laseczkowatym bakteryom, tworzącym zarodniki wewnętrzne i t. d. Celem wprowadzenia dalszych podziałów uznano za konieczne oparcie się na innych właściwościach, jak: postać kolonii, powstałej na żelatynie, zdol-

ność wywoływania chorób lub utleniania związków azotowych i t. d. Tym sposobem obecnie rozmaite gatunki odróżniane są raczej na zasadzie swych cech fizyologicznych niż morfologicznych. Podstawa ta klasyfikacji jest niedostateczna i wywołała wiele zamieszania w próbach klasyfikowania bakteryi; zadanie też określenia gatunku bakteryi jest dziś bardzo trudne, i przy najlepszych naszych metodach nie rozwiązujemy go w sposób zadawalniający. Nieliczne tylko gatunki, o cechach wyraźnych, dobrze są znane, a działanie ich tak dobrze zbadano, że możemy je poznać z łatwością. Lecz wśród olbrzymiej masy bakteryi, które były badane, tak mało nad znaczną ich większością wykonano doświadczeń, że cechy ich nie są nam znane, i nie możemy odróżnić wielu z nich od innych. Widzimy, że każdy bakteriolog, pracujący w jakimś specjalnym kierunku, zwykle posiada spis bakteryi, które znajduje, wraz z danemi o nich, które zebrał. Spis taki ma pewną wartość dla niego samego, lecz ma bardzo niewielką dla innych bakteriologów z powodu niedostateczności danych. Tym sposobem zdarza się, że znaczna część różnych gatunków bakteryi, opisywanych dziś w literaturze, została odkryta i zbadana przez jednego tylko badacza; opisał on je i, być może, nadał im też nazwy. I to jednak być może, iż ten sam gatunek został już odkryty

przez dwóch lub trzech innych bakteriologów, ale z powodu trudności porównywania wyników i niedostateczności opisów tożsamość gatunków nie dała się stwierdzić, i prawdopodobnie opisano je później znowu pod inną jaką nazwą. To samo powtórzyć się może jeszcze nieraz, tak iż, jeden i ten sam gatunek jest nam znany pod kilku różnemi nazwami, jako badany przez kilku różnych badaczy.

Zmienność bakterji.

Sprawę zaciemnia jeszcze i ta okoliczność, że niektóre gatunki bakterji odznaczają się większą lub mniejszą zmiennością. Był czas w dziejach bakteriologii, gdy panowało przekonanie, że bakterje nie odznaczają się stałością, lecz, że jeden i ten sam gatunek może przybierać rozmaite kształty i rozmiary i posiadać rozmaite własności. Niektórzy widzieli w bakterjach fazę rozwoju wyższych roślin. Zagadnienie: czy bakterje pozostają stałemi przez dłuższy przeciąg czasu?—zawsze żywo zajmowało bakteriologów, i dziś jeszcze nie wiemy jaka będzie ostateczna odpowiedź. Dowiedziono niezbiecie, że pewne gatunki mogą zmieniać swe cechy fizjologiczne. Bakterje chorobotwórcze, naprzykład, w pewnych warunkach tracą swą zdolność wywoływania chorób. Gatunki wywołujące zielone zabarwienie żelatyny mogą utracić swe własności. Otóż, ponieważ na zasadzie podobnych

cech fizjologicznych oddzielamy różne gatunki bakterji od siebie, przeto próby określenia gatunków prowadzą do wielkiego zamieszania i niepewności. Następnie dowiedziono, że w rozwoju pewnych gatunków bakterji zachodzą niekiedy większe lub mniejsze przemiany. Ten sam gatunek może występować w postaci krótkiego lasecznika, długiej nici, lub rozpaść się na kuliste zarodniki, i w ten sposób krótki lasecznik, nie, lub postać kulista mogą należeć do jednego i tego samego gatunku. Inne gatunki raz mogą się poruszać, innym razem nie, kiedy znowu w trzecim określię przedstawiają, poprostu masę zarodników kulistych. Postać kulista, wydłużając się przed podziałem, wydaje się krótkim lasecznikiem, a krótki lasecznik po dokonany podziale może być tak krótki, że wygląda jak organizm kulisty.

Wobec tego niedziw, że nie posiadamy zadowalniającej klasyfikacyi bakterji lub, że różni bakteriologowie nie są zgodni pomiędzy sobą co do cech charakteryzujących gatunek lub co do tego, czy dwie jakieś postaci są identyczne, czy też nie. Lecz przy całym tem zamieszaniu powoli powstaje coś w rodzaju systemu. Pomimo, że gatunki mogą się zmieniać i wykazywać różne właściwości w różnych warunkach, zasadnicza stałość gatunków jest dziś wszędzie uznana jako fakt. Osobniki tego samego gatunku mogą wykazywać

różne właściwości w różnych warunkach; lecz według powszechnego mniemania w identycznych warunkach właściwości są stałe. Przekształcenie jednego gatunku w inny również jest niemożliwe, jak w wyższych grupach roślin. Powszechnie przyjęto, że bakterye tworzą grupę roślin samodzielną i że nie mogą być uważane za fazy rozwoju roślin wyższych; obok znacznej zmienności i długiego niekiedy rozwoju z następczemi fazami istnieje również istotna stałość. Klasyfikacja systematyczna, której dokonano, jest mniej więcej zadawalniająca. Poznajemy coraz dokładniej cechy bakteryi, tak, że mogą one być rozpoznane w różnych miejscach przez różnych badaczy. Wszyscy pracujący nad bakteryami żywią przekonanie, że mimo wszelkie trudności dokonanie klasyfikacji i opisu bakteryi, tak zupełnych, by mogły ująć i scharakteryzować dokładnie rozmaite gatunki, stanowi tylko kwestyę czasu.

Nawet przy dzisiejszej, nieściślejszej, znajomości tego, co cechuje gatunek, koniecznem jest użycie pewnych nazw. Bakterjom zazwyczaj dajemy nazwę rodzajową, opartą na ich wyglądzie mikroskopijnym. Nazw tych istnieje niewiele. *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Sarcina*, *Bacterium*, *Bacillus*, *Spirillum*: oto są wszystkie nazwy, zazwyczaj stosowane do zwykłych bakteryi. Istnieje kilka innych, mniej często używanych. Do nazwy

rodzajowej zwykle dodają nazwę gatunkową, opartą na jednej z cech fizyologicznych. Na przykład, *Bacillus typhosus* (lasecznik tyfusu) jest to nazwa, dawana lasecznikowi wywołującemu tyfus brzuszny. Nazwy te są pożyteczne, gdy gatunek jest pospolity i dobrze znany; lecz wartość ich okazuje się wątpliwą, gdy idzie o gatunki mniej znane. Zdarza się często, iż bakteryolog, badając bakterye znajdowane w pewnej miejscowości, otrzymuje długą listę gatunków dotychczas nieznanych. W takich razach zwykle się wylicza te gatunki, a nie nadaje się im nazw. Jest to zwyczaj często najwłaściwszy, ponieważ bakteryolog rzadko kiedy może przewertować całą literaturę bakteryologiczną ze ścisłością dostateczną, by mógł orzec, czy kto inny przed nim nie znalazł już tych samych gatunków w innej miejscowości. Badacz bakteryi np., znajduje około siedemdziesięciu różnych ich gatunków w różnych serach. Bada je dość dokładnie dla swych własnych celów, lecz nie dość dokładnie, by orzec: czy kto inny nie znalazł tych samych gatunków, być może, w mleku lub w wodzie? Wylicza je zatem poprostu, co bynajmniej nie przesądza, czy są to gatunki nowe, czy nie. Dzięki tej metodzie unikamy dawania różnych nazw tym samym gatunkom, znalezionym przez różnych badaczy. Jest nadzieja, że rozwijająca się stale nauka czasem zgrupuje postaci, które

są w rzeczywistości identyczne, lecz zostały opisane przez różnych badaczy.

Gdzie znajdujemy bakterye?

Niema roślin lub zwierząt, któreby tak powszechnie były znajdowane w przyrodzie jak bakterye. Ta ich wszechobecność wraz z wielką zdolnością rozmnażania się nadaje im taką doniosłość w przyrodzie. Istnieją one prawie wszędzie na powierzchni ziemi. Znajdują się w gruncie, zwłaszcza zaś na jego powierzchni; wszelako nie dochodzą do znacznej głębokości, gdyż niewiele ich znajdowano głębiej niż na cztery stopy pod powierzchnią ziemi. Na powierzchni są bardzo liczne, zwłaszcza gdy grunt jest wilgotny i przepelniony ciałami organicznymi. Ilość ich w jednym gramie może się wahać od kilkuset do stu milionów. Bakterye gruntowe należą do różnych gatunków: opisano około czterdziestu najrozmaitszych, rozpowszeczonych w gruncie. Są one we wszystkich wodach, zarówno na ich powierzchni jak w głębi. Znajdowano je na znacznej głębokości w oceanie. Przybywają we wszystkich zbiorowiskach wody świeżej, i wszystkie osady w podobnych zbiorowiskach pełne są bakteryi. W wodach bieżących znajdują się nawet w większej ilości, niż w stojących. Pochodzi to stąd, że wody bieżące

ustawicznie zasilane są wodami, które omyły powierzchnię ziemi i uniosły wszystko, co na niej było nagromadzone. Natomiast jeziora i wodozbiory z wodą stojącą pozwalają bakteryom opadać na dno, i w ten sposób woda oczyszcza się do pewnego stopnia. Dalej znajdują się bakterye w powietrzu, zwłaszcza w miejscach zaludnionych. Liczba ich jest największa nad samą powierzchnią ziemi i zmniejsza się w górnych warstwach powietrza. Wszystko, co wzbija kurz, znacznie powiększa ilość bakteryi w powietrzu, a kurz i cząstki pyłu z odzieży ludzi, skupionych w zamkniętym pokoju, napełniają powietrze olbrzymią ilością bakteryi. Te drobnoustroje znajdują się w niezmiernej obfitości w każ tej cząsteczce rozkładającej się materyi. Kupy gnoju, martwe ciała zwierząt, rozkładające się drzewa, śmiecie, muł, nieczystości wszędzie pełne są bakteryi, gdyż w podobnych miejscach znajdują one dla siebie najlepsze pożywienie. Ciała zwierząt zawierają je w znacznej ilości w ustach, żołądku i kiszkach; dotyczy to, naturalnie, w równej mierze i człowieka. Do powierzchni ciała przylegają bakterye w wielkiej ilości: na odzieży, pod paznogciami, pomiędzy włosami, we wszelkiej możliwej szczelinie lub fałdzie skóry, we wszystkich wydzielinach. Wszelako nie spotykamy ich w tkankach zdrowego osobnika, ani we krwi, mięśniach, gruczołach, ani w ja-

kimkolwiek innym organie. Wydzieliny, jak mleko, mocz i t. p., jednak je zawierają zawsze, ponieważ bakterye znajdują się w przewodach wyprowadzających wydzieliny gruczołów na zewnątrz, i tym sposobem, pomimo że nigdy nie mają umiejscowienia w zdrowym gruczole, zarażają zawsze wydzielinę podczas jej przejścia nazewnątrz. Nietylko wyższe zwierzęta, lecz i niższe, mają ciało mniej lub więcej pokryte bakteryami. Muchy noszą je na swych nóżkach, pszczoły pomiędzy włoskami i t. d.

Słowem, gdziekolwiek w przyrodzie znajduje się miejsce dla pyłu, są one jakby uśpione lub przynajmniej rosną bardzo wolno. Bakterye przylegające do suchych włosów mogą rozrastać się bardzo słabo, jeżeli wogóle się rozrastają. Podobnie w czystej wodzie bakterye mało się rozmnażają; wysuszone w pyłe są w stanie zupełnego uśpiania. Lecz każda bakteria lub zarodnik posiada, jak wyżej wzmiankowaliśmy, utajoną zdolność rozmnażania się i, jeżeli przypadkiem padnie w miejsce, w którym znajduje pożywienie i wilgoć, natychmiast zaczyna się rozmnażać. Wszędzie zatem w przyrodzie istnieje ta grupa organizmów, obdarzona niepojętą prawie zdolnością rozmnażania się, zdolnością, powstrzymywaną jedynie brakiem pożywienia. Dajmy im pożywienie: a zdolność utajona wyjdzie na jaw. Pożywienia tego dostar-

czają im martwe ciała zwierząt i roślin, wydzieliny zwierzęce, wreszcie różne inne źródła. Bakterye, którym udało się natrafić na podobny materiał odżywczy, żywią się nim, dopóki zapas pożywienia nie wyczerpie się lub rozwój nie zostanie powstrzymany w jakikolwiek inny sposób. Możemy zatem uważać bakterye za stałą i powszechną siłę, zwykle trzymaną na uwięzi. Dzięki swej wszechobecności i zdolności wywoływania zmian chemicznych w materiałach odżywczych, są one zawsze gotowe do sprowadzania zmian w przyrodzie. Do tych-to zmian zamierzamy obecnie przejść.

ROZDZIAŁ II.

Wieloraki użytek z bakterji w przemyśle.

Odżywki, na których bakterye mogą żyć, znajdują się w nieskończonej różnorodności, gdyż każdy prawie wytwór życia zwierzęcego i roślinnego może zaspakajać ich potrzeby. Zdaje się jakgdyby niektóre gatunki wymagały określonych rodzajów pożywienia, — warunki ich życia są przeto nieco ograniczone; lecz większość może żyć na najrozmaitszych związkach organicznych. Bakterye, spożywając materiał służący im za pokarm, wywołują w nim

zmiany chemiczne. Zmiany te należą do rzędu tych, które znane są chemikom jako rozkładowe. Znaczy to, że bakterye, ovladnawszy składowemi częściami swego pożywienia, rozkładają je chemicznie. Częstka materiału odżywczego zostaje rozszczepiona na prostsze cząstki, i w ten sposób odżywka zmienia się pod względem chemicznym. W rezultacie związki pojawiające się w roztworze zazwyczaj bywają natury prostszej niż cząstki pierwotnej odżywki. Wytwory te zwykle nazywamy wytworami rozkładu lub niekiedy wytworami rozszczepienia. Czasami wszakże prócz zdolności rozkładania swego pożywienia na części bakterye posiadają jeszcze zdolność tworzenia z owych części nowych związków i w ten sposób jednocześnie tworzą i rozkładają. Bądź-co-bądź bakterye, rosnąc na pewnym gruncie odżywczym, mogą dawać początek licznym wytworom, które poprzednio w gruncie tym nie istniały. Dzięki swej nadzwyczajnej zdolności odtwarzania się, wywołują te zmiany bardzo szybko i w krótkim czasie mogą dać początek olbrzymiej ilości szczególnych wytworów swego rozwoju.

Tej-to właśnie zdolności wytwarzania zmian chemicznych w swem pożywieniu bakterye zawdzięczają doniosłą swą rolę w świecie. Ich zdolność rozkładania chemicznego materiału odżywczych już sama przez się ma niemałą doniosłość; zaś wytwory, które

powstają jako wynik tego szeregu zmian chemicznych, posiadają już doniosłość, którą obecnie zaledwie dopiero zaczynamy oceniać. W poniższym zarysie roli, którą bakterye odgrywają w przemyśle, zarówno jak w przyrodzie, zaznaczymy, że często są one czynnikami doniosłymi jedynie dzięki swej zdolności wywołowania rozkładu; największa ich wszakże wartość zasadza się na tem, że są czynnikami ważnemi dzięki wytworom swego życia.

Przedewszystkiem musimy nadmienić, że istnieje kilka gałęzi przemysłu, które właściwie tworzą jedną grupę przemysłu maceracyjnego. Wszystkie one opierają się na rozkładowych zdolnościach bakteryi. Chyba nie ma zwierzęcia ani rośliny, które byłyby zdolne oprzeć się rozmiękczającemu wpływowi bakteryi. Na tę ich zdolność przemysł liczy w wielu różnych kierunkach.

Korzyści pochodzące z rozkładowej działalności bakteryi.

Plótno. — Plótno robimy z pewnych włókien drzewnych lodygi lnu. Lodyga ta składa się nietylko z włókien, dających się zużytkować; dużo w niej włókien kruchych, zupełnie bezużytecznych. Atoli włókna pożyteczne tak ściśle połączone są z nieużytecznemi i wzajemnie pomiędzy sobą, że nie zdołamy rozdzielić ich żadnemi środkami mechanicz-

nemi. Cała komórkowa istota lodygi spójna jest rodzajem kitu, będącego prawdopodobnie solą wapnia i kwasu pektynowego. Otóż sztuka preparowania lnu polega na pozbyciu się bezwartościowych włókien drzewnych i zachowaniu wartościowych, dłuższych, mocniejszych i użyteczniejszych, które później przerabiamy na płótno. Lecz, aby włókna oddzielić, należy przedewszystkiem rozmiękczyć całą tkanę. Odbywa się to zawsze za pomocą bakteryi. Lodygi lnu po stosownem obrobieniu wystawiamy na działanie wilgoci i ciepła, dzięki czemu natychmiast zaczyna się w nich szybki rozwój bakteryi. Często odbywa się to wprost przez wystawienie lnu na pewien czas na rosę i deszcz. Drugi sposób polega na zupełnem zanurzeniu lodyg w wodzie i pozostawieniu ich tam przez dni 10—14. Według trzeciego sposobu woda, w której zanurzony jest len, zostaje ogrzana do 24—32° C., oraz zaprawiona pewnemi chemikaliami na 50—60 godzin. We wszystkich wypadkach skutek jest ten sam: wilgoć i ciepło wywołują rozwój bakteryi, odbywający się z mniejszą lub większą szybkością w zależności od temperatury i innych warunków. Powstaje w ten sposób fermentacja gnilna, dzięki której kit spajający włókna ulega rozmięczeniu. Po ukończeniu tej sprawy, zwanej moczeniem, włókna dają się oddzielić od siebie z wielką łatwością. W sposób czy-

sto mechaniczny oddzielamy wtedy z łatwością włókna użyteczne od czysto-drzewnych. Cała ta sprawa jest typową fermentacją. Len fermentujący wydaje nieprzyjemny zapach, a plyn po fermentacyi napełniony jest wytworami, stanowiącemi użyteczny nawóz. Sprawa ta niedawno dopiero została zbadana naukowo. Lasecznik wywołujący „moczenie“ znany nam jest obecnie; dowiedziono, że moczenie polega na rozkładzie kitu pektynowego. Dotychczas nie znamy żadnego sposobu oddzielania płóciennych włókien lnu od drzewnych, któryby mógł się odbywać bez pomocy bakteryi.

Juta i konopie. — Prawie zupełnie ten sam użytek mamy z działalności bakteryi w przemyśle jutowym i konopnym. Przemysł jutowy, rozwinięty na wielką skalę, zdobył sobie poważne miejsce. Juta, podobnie jak len, przedstawia włókno z kory rośliny i zmieszana jest w korze z mnóstwem innych bezużytecznych mas włóknistych. Tak samo, jak przy preparowaniu lnu i tu fermentacja, wywoływana przez bakterye prowadzi do rozmięczenia materiału, tak, iż włókna mogą być rozdzielone. Sprawa ta nazywa się „moczeniem,“ jak w przemyśle lnianym; w szczególach wszakże przedstawia się nieco odmiennie. Juta poddawana bywa zwykle fermentacyi w wodzie stojącej, jakkolwiek niekiedy moczyć ją potrzeba w wodzie rzecznej przez czas dość długi, aby rozmięczenie dokonać się mogło. Gdy już fer-

mentacja w ten sposób się zaczyna, włókna jutowe dają się oddzielać od drzewa. Są one o tyle giętkie i mocne, że można z nich tkać płótno żaglowe, dywany, rolety, obrusy i inne grube tkaniny.

Ta sama metoda stosowana jest przy oddzielaniu włókien konopi. Konopie zawierają pewne długie, giętkie włókna obok innych bezużytecznych. Fermentacja, wywołana przez bakterye, rozmięcza tkanki, tak, iż można je swobodnie oddzielać.

Włókna kokosowe, przedstawiające pewne podobieństwo do powyżej opisanych, otrzymywane są z łupiny orzecha kokosowego w ten sam sposób. Niedojrzałą łupinę wkładamy do wody, w której moczy się ona i fermentuje przez długi czas, od sześciu miesięcy do roku. Przez ten czas tak się rozmięcza, że można ją rozbijać, dopóki pojedyncze włókna nie zostaną rozdzielone. Wyrabia się z nich grube tkaniny, mające szczególną wartość z powodu wielkiej trwałości. Rogoże, szczotki i t. p. oto są przykłady wyrobionych z nich artykułów.

W każdej z tych spraw fermentacja musi mieć dążność do rozmięczenia potrzebnych włókien, zarówno jak spajającej je substancji. Wszelkie tkanki roślinne podlegają gniciu, i jeżeli to „moczenie“ trwa zbyt długo, rozmięczające działanie fermentacji szkodzi włóknom. Jest rzeczą bardzo prawdopodobną,

że fermentacja w tej formie, w jakiej zwykle jest prowadzona, wywiera pewien szkodliwy wpływ na włókna i że gdyby można było obmyśleć jakiś czysto mechaniczny środek oddzielania włókien od drzewa, wytwarzalibyśmy lepszy materiał. Lecz podobnego środka mechanicznego jeszcze nie obmyślono, i jak dotychczas, fermentacja gnilna stanowi jedyną praktyczną metodę oddzielania włókien.

Gąbki.—Poniekąd podobnej użyteczności doznajemy od bakterji przy wyrobie gąbek. Zwykła gąbka jest prosto włóknistym szkieletem morskiego zwierzęcia. Za życia szkielec ten wypełniają całkowicie miękkie części zwierzęcia; aby gąbka stała się zdolną do użytku, te miękkie części organiczne muszą być usunięte. Uskutecznia się to łatwo za pomocą gnicia. Świeże gąbki wystawione na działanie ciepła słonecznego bardzo szybko gniją. Bakterje, dostawszy się do gąbek, wywołują rozkład miękkich tkanek. Po krótkim gniciu w ten sposób rozmięczona materya organiczna z łatwością daje się wymyć ze szkieletu, pozostawiając czyste włókno gotowe na sprzedaż.

Wyrob skóry.—Garbowanie skóry jest sprawą czysto chemiczną; przy niektórych sposobach cała nawet operacja wyrabiania skóry stanowi tylko sprawa chemiczna; przy innych wszakże, zwłaszcza używanych w Ameryce, w pewnym stadium czynne są bakterje. Z wy-

suszony skóry, dostarczonej do garbarni, przede wszystkim należy usunąć sierść wraz z zewnętrznymi warstwami; w tym celu skórę trzeba wymoczyć i rozmiękczyć. W niektórych garbarniach osiąga się to przez moczenie w chemikaliach, w innych zaś kładą skórę do wody, którą lekko nagrzewają, dopóki nie rozpocznie się fermentacja, która rozmiękcza ją tak, że warstwy jej zewnętrzne mogą być z łatwością usunięte za pomocą noża; przyczem usuwa się i sierść. Gnicie bakteryjne jest przeto w garbarni środkiem pomocniczym przy przygotowywaniu skóry do właściwego garbowania. Również i w następnych stadiach garbowania fermentacja bakteryjna, zdaje się, odgrywa pewną rolę, lecz jest to rzecz mało jeszcze znana.

Moczenie skieleców. — Przygotowywanie skieleców do muzeów i wykładów anatomii wprawdzie nie odbywa się na wielką skalę, posiada jednak pewną doniosłość. Przy preparowaniu skieleców moczenie jest sprawą, którą zwykle się posilkujemy. Polega ono prosto na tem, że trzymamy skielec w wodzie, w ciągu jednego lub dwóch dni, po uprzednim oczyszczeniu go z mięśni. Powstające przytem gnicie rozmiękcza tkanki wiążące tak, iż kości mogą być z łatwością oczyszczone z resztek mięśni.

Kwas cytrynowy. — Z fermentacji bak-

teryjnej korzystamy również przy zwykłym wyrobie kwasu cytrynowego. Kwas wyrabiany jest głównie z soku cytrynowego. Sok wyciskamy z owocu i następnie pozostawiamy, by mógł fermentować. Fermentacja pomaga oddzielić masę śluzową i w ten sposób umożliwia otrzymanie kwasu cytrynowego w czystym stanie. Sprawa ta prawdopodobnie podobną jest do sprawy moczenia, opisanej już powyżej, jakkolwiek nie została jeszcze zbadana przez bakterjologów.

Korzyści otrzymane z wytworów życia bakteryjnego.

Odgrywając taką rolę w naszym przemyśle, wprost tylko dzięki swej zdolności wywoływania rozkładu, bakterye posiadają wartość przede wszystkim dzięki wytworom swej działalności. Gdziekolwiek obejmą w posiadanie materję organiczną i zaczną się nią żywić, tam z pewnością rozwiną się nowe związki chemiczne, będące w znacznej mierze wynikiem rozkładu, a po części także i spraw twórczych. Nowe te związki są bardzo różnorodne. Różne gatunki bakteryi tworzą związki niejednakowe, nawet gdy, rosnąc, rozkładają ten sam materiał odżywczy. Co więcej, jeden i ten sam gatunek bakteryi może dawać początek niejednakowym wytworom, gdy rośnie na różnych materiałach odżywczych.

Niektóre związki w ten sposób wytworzone są jadowite, inne zaś niewinne. Niektóre są gazami, inne płynami. Niektóre wydają szczególną woń, jak to możemy poznać z woni, wydawanej przez gnijące mięso; inne mają szczególnie smak, czego przykład daje zły smak mięsa w początkowych okresach gnicia. W sposób czysto empiryczny ludzie nauczyli się przyspieszać rozwój niektórych z tych wytworów i obecnie robią praktyczny użytek z posiadanej przez bakterye zdolności dostarczania potrzebnych nam związków chemicznych. Całe gałęzie przemysłu, których produkcję obliczyć można na miliony rubli, oparte są na wytworach życia bakteryjnego, posiadających o wiele donioślejszy związek z naszym życiem codziennem, niż powszechnie przypuszczają. W wielu razach przemysłowicę, zalegający od tego działania życia drobnoustrojowego, nie o tem nie wie; doświadczenie tylko mówi mu, że jego czynności dają pożądane wyniki, niemniej jednak jego przemysł pozostaje w zupełnej zależności od bakteryi.

Bakterye w przemyśle fermentacyjnym.

Możemy przytoczyć kilka różnorodnych przykładów zastosowania bakteryi do różnych gałęzi przemysłu fermentacyjnego, w których pomoc ich ma dla nas mniej lub więcej doniosłe znaczenie. W niektórych z tych przy-

kładów wpływ bakteryi jest głęboki i zasadniczy, w innych jedynie przypadkowy. Przemysł fermentacyjny doszedł u narodów cywilizowanych do olbrzymich rozmiarów i stał się ważnym czynnikiem w życiu współczesnem. Fermentacja przeważnie oparta jest na rozwoju klasy roślin mikroskopowych, zwanych drożdżami. I bakterye i drożdże są roślinami mikroskopowymi i, być może, pozostają w bliskim związku sobą. — Botanik znajduje pomiędzy nimi różnicę w sposobie rozmnażania się, i z tego powodu unieszcza je w różnych klasach (Fig. 2). Pod względem zdolności wywoływania zmian chemicznych w swem pożywieniu drożdże mają duże podobieństwo do bakteryi, jakkolwiek te zmiany chemiczne są innego rodzaju. Cały wielki przemysł fermentacyjny, obracający milionami kapitałami, oparty jest na rozkładach chemicznych, wywoływanych przez rośliny mikroskopowe. Przy większości spraw fermentacyjnych dąży się do otrzymania alkoholu, który wprawdzie niekiedy bywa wytwarzany przez bakterye, lecz w przemyśle wyrabiany jest w wielkich ilościach jedynie za pomocą drożdży. Skutkiem tego, chociaż fermentacje wywoływane przez bakterye są bardziej rozpowszechnione w przyrodzie i dają początek większej ilości wytworów rozkładu niż fermentacje wywoływane przez drożdże, to jednak w przemyśle bakterye

grają mniej doniosłą rolę, niż drożdże. Tem niemniej bakterye nie są pozbawione znaczenia w zwykłych sprawach fermentacyjnych. Jakkolwiek nie są czynnymi w wywoływaniu tych spraw, to jednak bardzo często stają się przyczyną wielu zakłóceń w ich przebiegu. Gdy fermentuje słód przy wyrobie piwa lub sok winogron przy wyrobie wina, dążeniem jest posiadacza browaru i winnicy, aby fermentację wywoływały czyste drożdże bez domieszki bakteryi. Gdy drożdże są czyste, fermentacja przebiega jednostajnie i dobrze. Piwowar i winiarz wiedzą przecież oddawna, że często w fermentacji zdarzają się nieprawidłowości. Oddawna tedy znane te nieprawidłowości, lecz dopiero bakteryolog odkrył ich przyczynę i wskazał środki zaradcze. Powodem najważniejszych zakłóceń, spostrzeganych przy fermentacji, jest obecność zakażających bakteryi w drożdżach. Drobnoustroje te zostały mniej lub więcej starannie zbadane przez bakteryologów, którzy też ich wpływ na piwo i wino określili. Niektóre z nich wywołują kwas i czynią wytwory kwaśnymi; inne nadają im gorzkość; inne znowu wytwarzają ciało, które czyni wino lub piwo lepkiem („ropy“). Coś około dwudziestu gatunków bakteryi, jak się okazało, daje się napotkać w materiale fermentującym i niszczy wartość wytworu winiarza i piwowara. Gatunki bakteryi zakażające i niszczące wino różne są od tych, które zakażają

ją piwo. Mogą one zawsze się znaleźć przy wielkich fermentacjach alkoholowych i stanowią niebezpieczeństwo wymagające niestannej bacności. Za dawnych czasów zakłócenia pochodzące z tych źródeł były znacznie większe niż obecnie. Od czasu gdy dowiedziono, że różne zaburzenia w sprawie fermentacyjnej są wynikiem zanieczyszczenia bakteryami drożdży, używanych do fermentacji, obmyślono sposoby zaradzenia ztem. Obecnie winiarz rozporządza środkami uniknięcia zakłóceń, wywoływanych przez bakterye, a piwowar zaopatrzony jest w mikroskop, pokazujący mu obecność lub nieobecność zakażających bakteryi. Chociaż więc fermentacje alkoholowe nie zależą od bakteryi, to jednak, by umiejętnie kierować temi fermentacjami, należy znać cechy właściwe bakteryom.

Istnieją pewne inne sprawy fermentacyjne, mniej lub więcej doniosłe pod względem handlowym, które bezpośrednio zależą od działalności bakteryi. Niektóre z nich bez wahania się uznać możemy za fermentacje; o innych trudno powiedzieć, by należały do przemysłu fermentacyjnego.

Ocet.

Handlowe znaczenie przemysłu octowego, jakkolwiek wielkie, nie dorównywa pod

względem rozmiarów znaczeniu fermentacji alkoholowych. Ocet przedstawia słaby roztwór kwasu octowego wraz z różnemi innymi częściami składowymi, pochodzącymi z materiałów dostarczających kwasu. W przemyśle octowym alkohol używany jest zawsze jako źródło kwasu octowego. Wytwarzanie tego kwasu z alkoholu przedstawia proste utlenienie. Równanie $C_2H_5O + O_2 = C_2H_4O_2 + H_2O$ pokazuje zachodzącą przy tem zmianę chemiczną. Utlenienie to osiągnąć możemy środkami czysto chemicznymi. W zwykłych warunkach alkohol nie łatwo łączy się z tlenem; gdy jednak przepuszczać go będziemy przez gąbczastą platynę, połączenie odbywa się łatwo i daje kwas octowy. Ten sposób otrzymywania kwasu octowego możliwym jest doświadczać, lecz nie daje się użytkować na szerszą skalę. W zwykłym przemyśle octowym utlenienie jest prawdziwą fermentacją i dochodzi do skutku dzięki bakterjom.

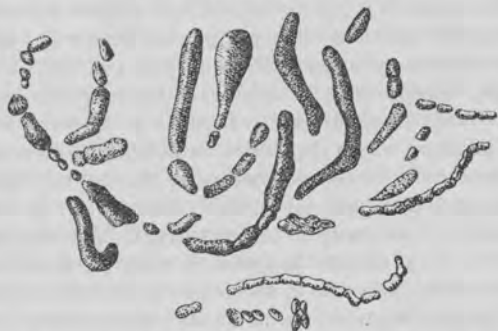
W przemyśle octowym używają różnych słabych roztworów alkoholowych. Najwięcej używane są: sód sfermentowany; słabe wino, jablecznik, niekiedy zaś słaby roztwór spirytusu z dodatkiem cukru i słodu. Jeżeli roztwory te pozostawimy przez pewien czas na powietrzu, kwaśniejają one powoli dzięki stopniowemu przejściu alkoholu w kwas octowy. Pod koniec fermentacji wszystkie alkohol znikają; w rzeczywistości wszakże nie wszystkie prze-

chodzi w kwas octowy, gdyż działanie tlenu na tem się nie ogranicza. Podczas utleniania się alkoholu część kwasu sama utlenia się w dwutlenek węgla, który natychmiast się ulatnia; jeżeli pozwolimy, by fermentacja odbywała się bez przeszkody przez czas dość długi, stracimy w ten sposób wiele kwasu octowego.

Utlenianie alkoholu przy wyrobie octu odbywa się dzięki temu, że w płynie rosną bakterye. Gdy wyrób octu odbywa się w sposób właściwy, na powierzchni płynu tworzy się gęsty kożuch, zwany „macią octową“ czyli „gniazdem octowym.“ Kożuch ten, jak się okazuje, składa się z bakterji, które posiadają zdolność pochłaniania tlenu z powietrza lub w każdym razie łączenia alkoholu z tlenem. Z początku przypuszczano, że przyczyną utlenienia alkoholu jest jeden tylko gatunek bakterji, przezwany przez uczonych *Mycoderma aceti*; lecz dalsze badania dowiodły, że kilka gatunków posiada tę sama zdolność i że nawet w handlowym wyrobie octu kilka gatunków gra rolę (Fig. 18), aczkolwiek różne te gatunki nie zostały jeszcze dokładnie zbadane. Każdy z nich działa najlepiej w pewnych warunkach. Niektóre działają wolno, inne szybko; rosące wolno, zdaje się, wytwarzają większą ilość kwasu ku końcowi. Gdy ilość kwasu octowego doszła do pewnej granicy, więcej bakterji już się nie wytwarza, na-

wet jeżeli pozostał nieutleniony jeszcze alkohol. Ilość kwasu równa 14^o/_o zwykle niszczy wszelką zdolność dalszego ich wzrostu. Wytwarzanie kwasu w zupełności zależy od wzrostu bakteryi i sekret przemysłu octowego polega na umiejętnem manipulowaniu temi bakteryami w celu zachowania ich w najczystszej postaci i dania im najlepszej możności wzrostu.

Fig. 18.



Lasecznik octowy, bakteria będąca zwykłą przyczyną fermentacyi octowej.

Istnieje sposób wyrabiania octu, sposób bardzo szybki, którego przebieg jest nieco odmienny. Wielkie naczynie cylindryczne napełniamy wiórami, przez które zwolna sączy się słaby roztwór alkoholu. Płyn, prze-

szedłszy przez wióry, po pewnym czasie wydostaje się na zewnątrz ze znaczną zawartością kwasu octowego. Na pierwszy rzut oka sprawa ta wydaje się czysto chemiczną i przypomina nam utlenienie, zachodzące wtedy, gdy alkohol przepuszczamy przez gąbczastą platynę. To też widziano tu utlenienie chemiczne, w którym bakterye nie grały żadnej roli; mniemanie to jednak było błędne. Przy tym sposobie zawsze musimy zaczynać sprawę od polania wiórów ciepłym octem. Jeżeli tą drogą nie pojawią się w wiórach odpowiednie bakterye, alkohol nie będzie się utleniał w czasie przejścia przez nie; gdy zaś bakterye w ten sposób wprowadzone dość już wyrosły, by pokryć zupełnie wióry, powstawanie kwasu octowego posuwa się o wiele szybciej. Jeżeli pozwolimy octowi spływać powoli wzdłuż zawieszzonego sznura, tak, aby bakterye mogły umiejscowić się na sznurze, i jeżeli następnie po sznurze sączyć się będzie alkohol, to wtedy zachodzi utlenienie i tworzy się kwas octowy. Z faktów tych poznano, że wszystkie sprawy w przemyśle octowym zależą od działalności bakteryi. Jakkolwiek utlenienie alkoholu w kwas octowy może się odbywać w sposób czysto chemiczny, w praktyce nie jest to możliwe na wielką skalę, i occiarze wszędzie znajdują się w zależności od bakteryi jako czynników wywołujących utlenienie. Bakterye te, w liczbie kil-

ku gatunków, żywią się związkami azotowymi, zawartymi w fermentującej massie, i sprządzają pożądane zmiany w alkoholu.

Ta fermentacja octowa podlega pewnym nieprawidłowościom, i occiarze nie zawsze mogą być pewni, że odbywać się ona będzie w sposób zadawalniający. Podobnie jak przy warzeniu piwa, tak i tu, zakażające bakterye dostają się niekiedy do masy fermentującej i zakłócają normalny przebieg sprawy. Zwłaszcza zapach octu często cierpi wskutek podobnych przyczyn. Jak dotychczas, occiarze nie zastosowali jeszcze do fermentacji octowej tej samej zasady, która dała takie dobre wyniki w piwowarstwie: mianowicie, nie użyli do wywołania fermentacji czystej hodowli odpowiedniego gatunku bakteryi. Dokonywano tego wszakże eksperymentalnie, przyczem okazało się, że jest to możliwe. Z praktyki przecież occiarze wiedzą, że prostsze sposoby otrzymywania fermentu, dające im hodowle, wprawdzie nie absolutnie, lecz prawie czyste, najzupełniej wystarczają. Niewiadomo czy hodowle czyste rzeczywiście będą kiedykolwiek używane w tym przemyśle.

Kwas mleczny.

Wyrób kwasu mlecznego odbywa się w rozmiarach mniejszych, niż kwasu octowego, lecz również gra pewną rolę w han-

dlu. Kwasu mlecznego nie używamy w wielkich ilościach; posiada on tylko pewną wartość w medycynie i przemyśle. Przy wytwarzaniu go zależymy zupełnie od bakteryi. Jest to kwas, który, jak zobaczymy, wytwarza się przy zwykłym kwaśnieniu mleka, i liczne gatunki bakteryi mogą wytwarzać ten kwas z cukru mlecznego. Kwaśne mleko zawiera przeto zawsze mnóstwo drobnoustrojów mlecznych. Przy wytwarzaniu kwasu w celach handlowych niekiedy jako gniazda używamy mleka, najczęściej jednak innych substancyi. Niekiedy używa się mieszaniny z cukru trzcinowego i kwasu winnego. Celem wywołania fermentacji do mieszaniny tej dodają pewnej ilości mleka kwaśnego, gnijącego sera lub jednego i drugiego, gdyż ciała te zawsze zawierają drobnoustroje mleczne. Bezwątpienia, znajduje się tam wiele innych bakteryi wywierających odmienne działanie; lecz bakterye wytwarzające kwas zawsze są w tak znacznej ilości i rosną tak energicznie, że fermentacja mleczna odbywa się wbrew wszelkim innym bakterjom. I tu możliwe jest ulepszenie sprawy przez użycie czystych hodowli drobnoustrojów mlecznych; dotychczas wszakże metody takiej nie zastosowano. Handlowe znaczenie kwasu mlecznego nie jest dość wielkie, ażeby przemysł ten mógł dla siebie wiele wymagać.

Obecnie jedyny sposób fabrykowania kwasu mlecznego zależy od bakterii. Chemiczne sposoby wprawdzie są znane, lecz nie stosowane w przemyśle. Istnieje kilka różnych gatunków kwasu mlecznego. Różnią się one od siebie stosunkiem atomów w molekuły oraz stosunkiem do światła polaryzowanego; niektóre postaci skręcają płaszczyznę polaryzacji na prawo, inne na lewo, gdy inne znowu zachowują się całkiem obojętnie. Wszystkie typy są wytworami spraw fermentacyjnych; przytem różne gatunki bakterii wydają też różne typy.

Kwas masłowy.

Przy wytwarzaniu kwasu masłowego głównie zależni jesteśmy od bakterii. Kwas ten nie ma zbyt wielkiego znaczenia, i wyrób jego nie może być uważany za oddzielną gałąź przemysłu; jednakże w pewnych ilościach stanowi przedmiot wytwórstwa przemysłowego. Jest to kwas, który można wyrabiać sposobami chemicznymi, lecz, podobnie jak się to dzieje z dwoma poprzednimi kwasami, jego wyrób do handlu oparty jest na działalności bakterii. Pewne gatunki bakterii mogą wytwarzać kwas masłowy i przytem z najróżnorodniejszych źródeł. Kwas ten stanowi stałą część składową mleka i masła; wytwarzanie go przez bakterie było histo-

rycznie jedną z pierwszych fermentacji bakteryjnych, które jasno zrozumiane zostały. Można go otrzymywać również z różnych rodzajów cukru i krochmalu. Gliceryna także może podlegać fermentacji masłowej. Obecność tego kwasu bywa często niepożądaną, gdyż jest on jednym z czynników jęczenia masła i innych podobnych artykułów.

Wyrób indyga.

Wyrób indyga z rośliny tej nazwy jest sprawą fermentacyjną, odbywającą się dzięki swoistej bakterii. Gdy liście rośliny zanurzymy w wielkiej kadzi, napełnionej wodą, wnet rozpoczyna się fermentacja. Wynik fermentacji polega na tem, że część rośliny, będąca podstawą indyga, oddziela się od liści i rozpuszcza w wodzie. Drugą cechą fermentacji jest to, że rozpuszczony materiał przeobraża się chemicznie we właściwe indygo. Po dokonaniu tego przeobrażenia pojawia się charakterystyczna barwa niebieska, i materiał staje się nierozpuszczalnym w wodzie. Wygląda on jak masa niebieska, oddzielona od wody; masę tę zbieramy już jako indygo.

O istocie tej sprawy wiemy dotychczas bardzo mało. Że jest to fermentacja, nie ulega wątpliwości; dowiedziono, iż wywołuje ją wyraźnie określony gatunek bakterii, spotykany w liściach indygowych. Jeżeli liście wyjalowione

włożymy do wyjalowionej wody, fermentacja nie wystąpi i indygo wcale nie otrzymamy. Jeżeli wszakże do masy tej dodamy trochę swoistych bakteryi, fermentacja natychmiast się zacznie, i pojawi się niebieska barwa indyga. Jasnym jest przeto, że indygo stanowi wytwór fermentacji bakteryjnej, wywoływanej zazwyczaj przez odrębny gatunek bakteryi. O szczegółach tej sprawy wszakże wiemy dotychczas mało i praktycznego zastosowania faktów poznanych jeszcze nie dokonano.

Bakterye w wyrobie tytoniu.

Sprawę fermentacyjną całkiem odmiennej natury, lecz niezmiernej doniosłości handlowej, odkryto również w produkcji tytoniu. Proces jest długi i nieco zawily i składa się z licznych, różnorodnych faz. Tytuń po uprzednim starannem wysuszeniu musi wchłaniać z powietrza wilgoć; następnie układa się go w wielkie sterty, by mógł podlegać dalszym zmianom. Sprawa ta zdaje się być fermentacją, gdyż temperatura masy szybko się podnosi i widzimy wszelkie objawy fermentacji. W pewnych odstępach czasu tytuń w tej stercie poruszamy i przekładamy w ten sposób, że część, która z początku była na spodzie, znajduje się potem na wierzchu; wszystkie przeto czę-

ści sterty jednakowo podlegają sprawie. Następnie tytuń rozsyłają do różnych wytwórców, i u nich sprawa cała się kończy. Dalsze traktowanie tytoniu jest nader rozmaite, zależne od tego, czy wytwór żądany służyć ma do palenia, czy do zażywania i t. d.; we wszystkich jednak wypadkach fermentacji bakterye odgrywają wybitną rolę. Niekiedy na liściach bezpośrednio zaszczipiamy materiał fermentacyjny. Przy wyrobie tabaki szczegóły sprawy są bardziej skomplikowane niż przy wyrobie tytoniu do palenia. Po roztarciu i zmieszaniu z pewnemi ciałami tytuń znowu podlega fermentacji, która trwa tygodnie całe, a nawet miesiące. W różnych metodach wyrabiania tabaki fermentacje odbywają się w różny sposób, i niekiedy tytuń podlega dwóm lub trzem różnym działaniom fermentacyjnym. Wynikiem tego wszystkiego jest powolne wytwarzanie produktu handlowego. W czasie ostatecznych spraw fermentacyjnych rozwija się szczególna barwa i zapach tabaki, a w czasie fermentacji liści tytoniowych — czy — to podczas pierwszej fermentacji, czy jednej z następnych — powstaje swoisty zapach i aromat tytoniu.

Nie można ani na chwilę przypuszczać, żeby zmiany te, zachodzące podczas wyrabiania tytoniu i doprowadzania go do postaci handlowej, odbywały się wyłącznie dzięki bakteryi. Nie ulega wątpliwości, że zjawiska che-

miczne i fizyczne grają w nich ważną rolę. Niemniej jednak od chwili, gdy tytoń zostaje zebrany w polu, do czasu, gdy staje się gotowym na sprzedaż, wyrób jego ściśle związany jest z bakteriami i organizmami fermentacyjnymi wogóle. Niektóre z tych spraw są wywoływane wyłącznie przez życie bakterijskie; w innych drobnoustroje pomagają sprawie, jakkolwiek prawdopodobnie nie mogą być uważane za czynniki jedyne.

Od początku wytwórcy tytoniu musi walczyć z licznymi drobnoustrojami, które mogą wywoływać choroby w jego tytoniu. Podczas suszenia, jeżeli temperatura, stopień wilgotności lub dostęp powietrza nie odpowiadają właściwym warunkom, powstają rozmaite zaburzenia i mogą pojawić się różne choroby, obniżające lub niweczące wartość wytworu. Zjawiska te wywoływane są przez różnego rodzaju drobnoustroje. Podczas fermentacji, która następuje po suszeniu, wytwórcy również walczyć musi z niepożądanymi drobnoustrojami, gdyż jeżeli sprawa nie odbywa się w sposób właściwy, fermentacja sprowadza skutki pozbawiające tytoń jego zalet. Od chwili zebrania w polu do ostatniej fazy wyrobu tytoniu ludzie zajęci przygotowaniem go na sprzedaż muszą ciągle mieć się na baczności, by zapobiegać wyrastaniu w nim niepożądanych organizmów. Z tego powodu wyrób tytoniu przedstawia delikatną operację, która łatwo

może się nie udać, jeżeli nie jest wykonywana z jaknajwiększą starannością.

W różnych sprawach fermentacyjnych, przez które przechodzi wyrób tytoniu, drobnoustroje, bezwątpienia, pomagają wytwórcy. Bakterie wywołują pierwszą fermentację, która następuje po suszeniu, i te same organizmy w znacznej mierze dają początek wszystkim następnym fermentacjom, jakkolwiek napozór w niektórych razach pomagają tu sprawy czysto chemiczne. Szczególne właściwości tytoniu po części zależą od szczególnego typu fermentacji, która się odbywa w tem lub innym z tych działań fermentacyjnych. Fermentacja to właśnie daje początek szczególnemu aromатовi różnych gatunków tytoniu. Ponieważ różne zapachy, charakteryzujące różne gatunki tytoniu, rozwijają się, przynajmniej w znacznej mierze, podczas spraw fermentacyjnych, zupełnie więc naturalnem jest przypuszczenie, że różne właściwości tytoniu, o ile to dotyczy zapachu, zależą od różnych typów fermentacji. Ilość gatunków bakterii znajdujących na liściach tytoniu w różnych fazach jego wyrobu jest bardzo wielka; i zgodnie z tem, cośmy już poznali, musimy przypuszczać, że różne gatunki bakterii wywołują różne skutki w sprawach fermentacyjnych. Zupełnie naturalnem wydaje się przeto przypuszczenie, iż różne aromaty różnych gatunków prawdopodobnie zależą od tego faktu, że

w różnych wypadkach tytuń fermentował pod wpływem różnych gatunków bakteryi.

Nie jest to tylko wniosek teoretyczny. Twierdzenie to w znacznej mierze opiera się na badaniach doświadczalnych, dających pewne wskazówki co do praktycznych wyników w przyszłości. Wychodząc z zasady, że różnica pomiędzy wyższemi a niższemi gatunkami tytoniu zależy od charakteru bakteryi wywołujących fermentację, niektórzy bakteriologowie usiłowali otrzymać z wysokiego gatunku tytoniu znajdujący się w nim gatunek bakteryi. Bakterye te były następnie hodowane według metod bakteriologicznych i używane do doświadczeń nad fermentacją tytoniu. Ponieważ zapach wysokiego gatunku tytoniu w znacznej mierze, lub przynajmniej w części, zależy od działania szczególnych drobnoustrojów, pochodzących z gruntu, na którym tytuń rośnie, należało więc przypuszczać możliwość wytworzenia podobnego zapachu w liściach tytoniu, który wyrósł w innej miejscowości, jeżeli do fermentacji użyte zostaną czyste hodowle bakteryi, otrzymanych z wysokiego gatunku tytoniu. Dotychczas niewiele na tem polu uczyniono, i niewiele też poznano. Dwaj bakteriologowie niezależnie od siebie robili doświadczenia nad fermentacją liści tytoniowych za pomocą czystych hodowli bakteryi, otrzymanych z podobnych źródeł. Obaj piszą, że doświadczenia się udały. Obaj utrzy-

muja, że powiodło im się poprawić gatunek tytoniu przez zaszczepienie na liściach czystej hodowli bakteryi otrzymanych z tytoniu odznaczającego się lepszym zapachem. Prócz tego niektórzy inni bakteriologowie wykonali doświadczenia dowodzące, że zapach tytoniu i charakter dojrzewania mogą być stanowczo zmieniane przez użycie do fermentacji różnych gatunków drobnoustrojów.

Musimy jednak przyznać, że bardzo mało wiemy dotychczas o całej tej sprawie. Nad przedmiotem tym dopiero od niedawna rozpoczęto badania, a jakkolwiek poznano wiele szczegółów, nie zrozumiano ich jeszcze zupełnie, i wiadomości nasze o całej tej sprawie są dotychczas jeszcze nieco chaotyczne. Pewnem wydaje się w każdym razie, że jakoś tytoniu w znacznej mierze zależy od charakteru fermentacji zachodzących w różnych fazach wytwarzania. Również wydaje się pewnem, że fermentacje te wyłącznie lub przeważnie wywoływane są przez drobnoustroje i że charakter fermentacji w znacznej mierze zależy od gatunku wywołujących ją drobnoustrojów. Jeżeli tak jest w istocie, tedy nie wydają się nieprawdopodobnem, że dalsze badania doprowadzą do praktycznych wyników dla tej wielkiej gałęzi przemysłu. Badania nad drożdżami i sposobami zabezpieczenia ich od zanieczyszczenia sprowadziły przewrót w przemyśle piwowarskim. Być może

iz i w tej gałęzi przemysłu fermentacyjnego, tak ważnej pod względem handlowym, użycie czystych hodowli bakteryi wywoła w przyszłości równie wielki przewrót w metodach, jak się to stało w przemyśle fermentacyi alkoholowej.

Nie należy jednak wnioskować, że różnice w gatunkach tytoniu, rosnącego w różnych częściach świata, zależą wyłącznie od różnych sposobów wytwarzania i typów fermentacyi. Istnieją różnice w utkaniu liści, różnice w składzie chemicznym tytoniu, zależące niewątpliwie od gruntu i warunków klimatycznych, a na te różnice, rzecz prosta, nigdy nie wpłyniemy, zmieniając charakter spraw fermentacyjnych. Jest jednak rzeczą prawdopodobną, że, o ile zapach, odróżniający wyższe gatunki tytoniu od niższych, zależy od charakteru spraw fermentacyjnych, o tyle może być w przyszłości, w znacznej mierze przynajmniej, zmieniany dowolnie przez użycie czystych hodowli w wyrobie tytoniu. Prawdopodobnie ta gałąź przemysłu fermentacyjnego ma przed sobą równie wielką przyszłość, jaką niegdyś miał przemysł fermentacyjny, związany z wyrobem piwa i wina.

Opium.

Opium, służące do palenia, zwykle przejść musi przez cały szereg faz przygotowawczych,

trwających kilka miesięcy. Przypominają one do pewnego stopnia wyrób tytoniu. Mamy tu widocznie do czynienia z fermentacją zależną od wzrostu drobnoustrojów. W tym wypadku wszakże nie są to bakterye, lecz gatunek pokrewnych im grzybów. Roślina ta jest pleśnią, i, jak utrzymują, zaszczepienie hodowli tej pleśni na opium przyspiesza jego wyrób.

Niepożądane fermentacje.

Zanim opuścimy ten dział naszego przedmiotu, winniśmy nadmienić o pewnych niepożądanych fermentacjach, zakłócających nasz przemysł i wymagających specjalnych metod, niekiedy nawet rozwijających osobne gałęzie przemysłu w celu zapobiegania im. Jako czynniki rozkładu, bakterye są niepożądane, ilekroć dostają się do materiału, który pragnęlibyśmy przechować. Ponieważ są one wszędzie w obfitości, musimy być przygotowani na to, że niechybnie zaatakują wszelką substancję wystawioną na działanie wody i powietrza i mogąca podlegać fermentacyi. Stąd są one często przyczyną wielu zakłóceń; w przemyśle fermentacyjnym powodują niekiedy niewłaściwy rodzaj fermentacyi, jeżeli nie postarano się zapobiedz obecności niepożądanych gatunków bakteryi. Przy wyrobie octu te niewłaściwe gatunki, znalazł-

szy dostęp do rozczyń, dają początek niepożądanemu zapachowi, który szkodzi bardzo produktowi. W przemyśle tytoniowym zwykłą jest rzeczą, że szkodliwe gatunki bakterii dostają się do tytoniu w którejkolwiek fazie jego wyrobu i, wyrastając, powodują różnorodne zaburzenia. Ta wszechobecność bakterii uniemożliwia przechowywanie owoców, mięsa i jarzyn przez czas dłuższy bez specjalnych metod. Sam ten fakt wywołał rozwój jednej z najważniejszych gałęzi przemysłu. Konserwowanie mięsa i owoców polega jedynie na doprowadzeniu ich do stanu, w którym będą już zabezpieczone od najścia drobnoustrojów. Metoda ta w teorii jest niezmiernie prosta. Ogrzewamy materiał, który ma być konserwowany, do wysokiej temperatury i następnie zamykamy go hermetycznie, póki jeszcze jest gorący. Gorąco zabija wszystkie bakterie, które mogły się tam znajdować, a hermetyczne zamknięcie uniemożliwia dostęp innym bakteriom. Ponieważ wszelki rozkład organiczny zależy od wzrostu bakterii, taki zatem wyjałowiony i zamknięty materiał może być przechowywany przez czas nieokreślony, jeżeli tylko operacja dość starannie jest wykonana. Sposoby jej wykonywania z dostateczną starannością różnią się nieco w różnych gałęziach przemysłu, lecz zasada ich jest zawsze jednakowa. Zasluguje na uwagę fakt, że ten sposób konser-

wowania mięsa podany został w ubiegłym stuleciu, zanim jeszcze podejrzewano jakikolwiek związek między drobnoustrojami a fermentacją i gniciem. Był on już długi czas w użyciu, gdy uczeni wciąż jeszcze rozprawiali: czy można zapobiedz gniciu przez zamknięcie dostępu bakteriom? W ciągu ostatnich kilku lat jednak dany przemysł rozwinął się w sposób zadziwiający od czasu, gdy zrozumiano zasady, na których się opierał. To zrozumienie doprowadziło nas do lepszych metod niszczenia życia bakteryjnego i hermetycznego zamykania, co ze swej strony znowu dało nam możliwość osiągnięcia lepszych rezultatów przy konserwowaniu mięsa, tak, że dziś przemysł ten obraca milionami.

Niekiedy bakterie w pokarmach mają pewną wartość. Zły zapach mięsa jest oznaką rozpoczynającego się rozkładu. Kapusta kiszona jest pokarmem umyślnie poddanym fermentacji i kwaśnieniu. O wartości bakterii w wytwarzaniu zapachu masła i sera mówimy w innym miejscu. Lecz wogóle celem naszym musi być zapobieganie wyrastaniu bakterii w pokarmach. Pokarmy winny być suszone, gotowane lub trzymane w lodzie, albo też potrzeba wynaleźć inny jakiś sposób, zapobiegający wyrastaniu w nich bakterii. Obecność drobnoustrojów zmusza nas do korzystania z lodowni i kładzie podwaliny przemysłu lodownianego i refrygera-

cyjnego. Podobnie zmusza nas do wędzenia wędlin, solenia i suszenia ryb i mięsa i wprowadzania licznych innych szczegółów do sposobów przyrządzania i przechowywania pokarmów.

ROZDZIAŁ III.

Bakterye w przemyśle nabiałowym.

Mleczarstwo stanowi jedno z najpierwotniejszych naszych zajęć. Człowiek w najodleglejszych epokach, od czasu gdy zaczął hodować zwierzęta domowe, był już obeznany z mleczarstwem. W ciągu wielu tych wieków rozwinęły się pewne metody wytwarzania, dające pożądane wyniki. Metody te są, po prostu, rezultatem nagromadzonego doświadczenia, bardzo rzadko zaś zdawano sobie sprawę z zasad, na których się opierają. Wszelako metody wieków ubiegłych przestały nas zadawalniać. Postępowi naszej cywilizacji w ciągu ostatnich lat pięćdziesięciu towarzyszył widoczny rozrost przemysłu nabiałowego. Dzięki rozrostowi temu konieczni się stały nowe metody, i mleczarze od dawna oglądali się za niemi. Doświadczenie lat ostatnich nauczyło nas, że nowych metod poszukiwać należy w zastosowaniu odkryć

bakteryologii. Przekonaliśmy się, że mleczarstwo znajduje się w ściślejszym związku z bakteryami i ich działalnością, niż jakakolwiek inną gałąź produkcji. Współczesne gospodarstwo mleczne, pominąwszy sprawę utrzymywania krów, polega na usiłowaniu zapobiegania rozwojowi bakteryi w mleku oraz na pobudzaniu ich rozwoju w śmietanie, maśle i serze. Te główne przetwory mleczne rozpatrzmy oddzielnie.

Źródła bakteryi w mleku.

Pierwszym faktem, na który zwrócić należy uwagę, jest ten, że mleko w chwili wydzielania go z wymienia zdrowej krowy nie zawiera bakteryi. Jakkolwiek bakterye są prawie wszędzie obecne, nie znaleziono ich jednak w sokach zdrowych zwierząt ani w wydzielinach ich gruczołów. Mleko zatem wydzielane przez gruczoł mleczny wolne jest od bakteryi. Trzeba było długiego czasu dla dowiedzenia tego faktu, lecz wreszcie został on dowiedziony. Powtóre, dowiedziono, że wszystkie zmiany normalne, zachodzące w mleku po wydzieleniu, zależą od wyrastania bakteryi. I temu również przez długi czas zaprzeczano i w ciągu wielu lat, gdy sprawy gnilne i fermentacyjne powszechnie już były uznane jako rezultat wzrostu drobnoustrojów, zmiany zachodzące w mleku wyjmowano z pod

ogólnego prawidła. Jednostajność, z jaką mleko kwaśnieje, oraz trudność lub pozorna niemożliwość zapobieżenia tej zmianie, utwierdzały wszystkich w przekonaniu, że kwaśnienie mleka jest zmianą normalną, charakterystyczną dla mleka, podobnie jak krzepnięcie charakterystycznym jest dla krwi. Mniemanie to wszakże zostało stanowczo obalone i ostatecznie dowiedziono, że poza nielicznymi zmianami fizycznymi, zależnymi od parowania i nieznacznego utlenienia tłuszczu, mleko, jeżeli tylko jest wolne od bakterii, nie podlega żadnym zmianom. Jeżeli bakterii niema, mleko przez czas nieokreślony pozostaje słodkiem.

Niepodobna jednak dobywać mleka z krów tak, ażeby było ono wolne od bakterii, chyba, że użyjemy środków absolutnie niemożliwych w zwykłym gospodarstwie mlecznym. Przy zwykłym sposobie dojenia mleko niechybnie zostaje zanieczyszczone bakteriami i w chwili, gdy dostało się do szkopka, zawiera często pół miliona lub nawet milion bakterii w każdym calu sześciennym. Wydaje się to prawie niewiarogodnym, lecz rzecz ta wielokrotnie została dowiedziona i nie ulega żadnej wątpliwości. Ponieważ bakterii tych niema w wydzielanem mleku, muszą one pochodzić z jakichś źródeł zewnętrznych. Źródła te są następujące:

Najważniejszym jest sama krowa; jakkolwiek bowiem mleko jej w chwili wydzielania jest jałowe, a we krwi jej niema bakterii, niemniej jednak zwierzę samo stanowi najobfitsze źródło zanieczyszczenia mleka bakteriami. Przedewszystkiem przewody mleczne pełne są bakterii. Po każdym dojeniu mała ilość mleka pozostaje zawsze w przewodach, które są idealnym miejscem dla rozwoju bakterii. Z powietrza lub skądinąd bakterie dostają się do tych przewodów po wydojeniu i natychmiast zaczynają szybko się rozmnażać. W czasie następnego udoju pełno ich już jest w przewodach, i pierwsze ilości dojonego mleka od razu splukują większość ich do szkopka, gdzie mogą już dalej rozwijać się w mleku. Następnie powierzchnia ciała krowy zawiera je w obfitości. Każdy włos, każda cząstka brudu, każda odrobina zaschłego nawozu jest kryjówką dla milionów bakterii. Tyłne części krowy zwykle są zanieczyszczone, ponieważ mleczarz rzadko czyści swą krowę, a podczas dojenia, wskutek jej ruchów, wymachiwania ogonem, pocierania się o dojącego, znaczna ilość brudu i nieczystości zostaje z niej zmiecioną i wpada do szkopka. Mleczarz zna to źródło zanieczyszczenia i zwykle uważa za konieczne przedcedzenie mleka po wydojeniu. Lecz cedzenie, odbywające się przez grube płótno, usuwa tylko grubsze cząstki brudu, nie wywiera zaś żadnego wpły-

wu na bakteryje: przechodzą one przez płótno bez przeszkody. Następnie, naczynia do mleka również zawierają bakteryje, ponieważ mycie nigdy nie doprowadza ich do absolutnej czystości. Po najstaranniejszym wymyciu w kuchni zawsze pozostanie wiele bakterii w szczelinach naczyń lub w drzewie, gotowych do wyrastania, skoro tylko naczynie napelni się mlekiem. Przyczynia się do tego i sama osoba dojąca, gdyż wykonywa tę czynność nieczystymi rękami, w nieczystej odzieży, i niemało bakterii przechodzi z niej do naczyń. Wreszcie powietrze obory dostarcza znacznej ilości bakterii; źródło to jednak nie jest tak obfite, jak dawniej mniemano. Niewątpliwie, powietrze zawierać może w swym pyłe wiele bakterii, które w pewnej ilości dostają się do mleka, zwłaszcza, gdy pozwala się bydłu spożywać suche, dające dużo pyłu siano przed dojeniem i podczas niego; lecz jeżeli tylko powietrze nie jest w ten sposób przepelnione pyłem, źródło to bakterii nie jest zbyt obfite i w porównaniu z bakteriami, pochodzącymi z innych źródeł, bakteryje powietrza nie są ważne!

Tym sposobem mleko napelnia się bakteriami, a ponieważ przedstawia dla nich wyborny pokarm, bakteryje przeto natychmiast zaczynają wyrastać. Mleko podczas dojenia jest ciepłe i posiada temperaturę szczególnie sprzyjającą wyrastaniu bakterii. Rozmnaża-

ją się one z wielką szybkością, i w ciągu kilku godzin liczba ich prawdopodobnie wzrasta tysiąckrotnie. Liczby, które stwierdzić możemy po upływie dwudziestu czterech godzin, niekiedy są wprost niewiarogodne. Mleko na targu sprzedawane może zawierać pięćset milionów bakterii w calu sześciennym. Liczba ta jest już najwyższą, w każdym razie jednak mleko mające jeden dzień prawie zawsze zawiera wiele milionów bakterii w każdym calu sześciennym; liczba ich zależy od świeżości i temperatury mleka. Podczas tego wyrastania bakteryje, rzecz prosta, nie pozostają w bezczynności. Wobec tego, że, jak wiemy, są one czynnikami zamian chemicznych, możemy z góry być przygotowanymi na to, iż w mleku zajdą zmiany podczas tego szybkiego rozmnażania się bakterii, a zmiany, wywoływane w mleku i przetworach mlecznych przez te bakteryje, są bardzo liczne i stanowczo wpływają na wartość produktu. Są one korzystne i niekorzystne dla gospodarza: mleczarzowi przynoszą szkodę, producentowi masła i sera — pożytek.

Wpływ bakterii na mleko.

Pierwszą i najpowszechniejszą zmianą, wywołowaną w mleku, jest kwaśnienie. Zjawisko to tak jest powszechne, że uważają je ogólnie za zmianę nieuniknioną, której

zapobiedz niepodobna, i, jakeśmy to już wyżej zaznaczyli, dawniej uznawano je za normalną własność mleka. Dziś jednak dobrze rozumiemy to zjawisko. Zależy ono od działania pewnych bakterii mleka na cukier mleczny, który przechodzi w kwas mleczny, ten zaś nadaje mleku smak kwaśny i ścina je. Jeżeli kwas ten wytworzył się w małej ilości, obecność jego staje się szkodliwą dla wzrostu bakterii i dalszy ich rozwój powstrzymuje. Po skwaśnieniu zatem mleko przez pewien czas zwykle nie podlega dalszym zmianom.

Kwaśnienie mleka uważane było zwykle za jedno zjawisko, jednakowe we wszystkich wypadkach. Gdy je bakterjologowie po raz pierwszy badali, sądzili, że zależy ono zawsze od jednego tylko gatunku drobnoustrojów, który zwykle znajdowano i który przeważało się jako lasecznik kwasu mlecznego (*bacillus acidi lactici* Fig. 19). Bakteria ta istotnie wywołuje kwaśnienie mleka w krótkim czasie i znajduje się w mleczarniach Europy. Gdy wszakże bakterjologowie zwrócili większą uwagę na ten przedmiot, okazało się, że samoistne kwaśnienie mleka nie zawsze bywa wywoływane przez jeden i ten sam gatunek bakterii. Oprócz lasecznika kwasu mlecznego odkryto cały szereg różnych gatunków bakterii, które również wywołują kwaśnienie mleka i znajdują się

w różnych próbach kwaśnego mleka. Ilość gatunków bakterii, które, jak się okazało, mogą spowodować kwaśnienie mleka, znacznie wzrosła, i obecnie znamy przeszło sto gatunków posiadających tę zdolność. Różne te gatunki nie w jednakowy sposób działają na mleko. Wszystkie wytwarzają kwas, lecz różnią się co do jego rodzaju i ilości, a zwłaszcza co do innych zmian, zachodzących w tym samym czasie, gdy mleko kwaśnieje, tak, że w rezultacie mleko kwaśne bardzo jest różnorodne. Wbrew tej różnorodności wszakże najświeższe badania usiłują dowieść, że większość wypadków samoistnego kwaśnienia mleka zależy od bakterii, które, jakkolwiek nieco zmienne, prawdopodobnie stanowią jeden gatunek i są identyczne z lasecznikiem kwasu mlecznego (Fig. 19). Gatunek ten, znajdujący się powszechnie w naszych mleczarniach, według najnowszych badań znajduje się i w Ameryce. Możemy zatem powiedzieć, że jakkolwiek istnieje wiele gatunków bakterii, mogących wywoływać kwaśnienie mleka, jeden wszakże z nich bardziej Fig. 19. Lasecznik kwasu mlecznego. Jest pospolity i powszechniej się znajduje, niż inne, i ten stanowi zwykłą przyczynę kwaśnienia mleka.

Badając starannie wpływ wywierany na mleko przez różne gatunki bakterii, znajdo-



wane w mleczarni, przekonujemy się, że zmiany powodowane przez bakterye, gdy te mogą swobodnie rozrastać się w mleku, są wielce różnorodne. Mleczarzowi grożą licznie nieprawidłowości, zachodzące w mleku. Niekiedy zsiada się ono, nie kwaśniejac. Nieraz gorzknieje lub nabiera nieprzyjemnego „zepsutego“, „mydlanego“ smaku. Czasem mleko staje się lepkiem, zamiast kwaśnieć i zsiadać się normalnie. W takich razach po pewnym czasie lepkość tak wzrasta, że możemy je wyciągać w długie nici. Takie zakażenie mleka jest nader niepożądane, gdyż powtarza się uporcezywie przez czas dłuższy wbrew wszelkim usiłowaniom zaradczym. W innych znowu wypadkach mleko staje się błękitnem, zabarwiając się w czasie kwaśnienia w piękny kolor nieba. Albo też może stać się czerwonym, lub niekiedy żółtem. Wszystkie te zmiany mleczarz ma do zawdzięczenia niezwykłym gatunkom bakteryi, bardzo bujnie rozrastającym się w jego mleku.

Bakteryologowie zdołali udowodnić związek wszystkich tych zakażeń z różnemi gatunkami bakteryi. Okazało się, że znaczna ilość tych drobnoustrojów ścina mleko, nie czyniąc go kwaśnem; inne nadają mu smak gorzki; inne znów „zepsuty“, a jeden gatunek wywołuje smak „mydłany“. Dwadzieścia czy więcej nawet gatunków powoduje lepkość mleka. Dwa różne gatunki nadają mu barwę

błękitną, dwa czy trzy wytwarzają barwniki czerwone (Fig. 20), a jeden czy dwa żółte. Słowem, stwierdzono niezbicie, że wszystkie te zakażenia, mniej lub więcej niepożądane dla mleczarza, zależą od wyrastania niezwykłych bakteryi w mleku.

Różnorodne te zakażenia wszystkie są szkodliwe, i w samej rzeczy, o ile to dotyczy wytwórców i spożywców mleka, możemy powiedzieć, że bakterye od początku do końca są źródłem niepożądanych zakłóceń. Uniknąć ich, w granicach możliwości — oto jest życzenie mleczarza, życzenie, które podziela każdy, kto ma cokolwiek do czynienia z mlekiem. Poznawszy, że różnorodne zakłócenia, zdarzające się niekiedy i w lepszych gospodarstwach mlecznych, zależą od bakteryi, mleczarz, przynajmniej w pewnej mierze, jest przygotowany do walki z niemi. Uniknąć tych zakłóceń bardzo łatwo, jeżeli znamy źródło, z którego pochodzą zakażające organizmy, oraz tę okoliczność, że niska temperatura w znacznej mierze zaradza złemu. Przy tych wiadomościach uniknięcie wszystkich tych zakłóceń jest tylko kwestyą staranności w prowadzeniu gospodarstwa mlecznego. Trzeba przyznać, że większość tych niepożądanych bakteryi pochodzi z niezwykłych źródeł zakażenia.

Fig. 20.



Bakterye czerwonego mleka.

Niezwykłymi źródłami zwiemy takie, których przystaranności można uniknąć. Wprawdzie bakterye wywołujące kwaśnienie tak są rozpowszechnione, że zwykłymi sposobami nie można ich uniknąć; lecz wszystkie inne niepożądane poddają się naszej kontroli. Mleczarz powinien pamiętać, że źródłem zakłóceń mogących wyniknąć w jego mleku jest nieczystość w jakiegokolwiek formie: czy to nieczystość na krowie, czy pył z siana rzuconego w oborze, czy brud na wymionach krowy lub jakiegokolwiek inne już niezwykle i dające się uniknąć źródło. Źródła te, już raz przez nas wymienione, zawsze zapatrują mleko w bakterye; lecz w zwykłych warunkach, gdy krowa trzymana jest czysto, a niekiedy nawet i przy niezachowywaniu czystości, dostarczają one tylko tych bakteryi, które wywołują kwaśnienie. Wiedząc o tem, mleczarz wie zarazem, że środkami zaradczeni przeciw niepożądanym zakażeniom są czystość i niska temperatura. Jeżeli dba o to, by naczynia były bardzo czyste, jeżeli utrzymuje swą krowę tak czysto, jak swego konia, jeżeli baczy na porządek wewnątrz i naokoło śpichlerza i mleczarni oraz przechowuje mleko w niskiej temperaturze — wtedy nigdy nie będzie go niepokoilo ani lepkie, ani zepsute mleko, ani jakiegokolwiek z opisanych zakłóceń; wreszcie może natychmiast usunąć te zakażenia, gdyby się po-

jawiły. Czyste słodkie mleko jest jedynie sprawą dostatecznej staranności. Lecz staranność wymaga pracy i wydatków. Póki żądać będziemy mleka taniego, póty otrzymywać będziemy mleko nieczyste. Lecz, gdy poznamy, że tanie mleko jest złem mlekiem i gdy gotowi będziemy płacić nieco drożej, — wtedy tylko spodziewać się możemy większej staranności w prowadzeniu gospodarstw mlecznych,] które dzięki temu dostarczać nam będą czystsze mleka.

Bakteryologia uczy nas zatem, że cała kwestya mleka w naszych miastach polega na zapobieganiu zbyt szybkiemu wzrostowi bakteryi. Organizmy te są szkodliwe dla mleczarza. Celem-to właśnie uniknięcia ich szkodliwego wpływu wprowadzono wszystkie owe sposoby przestrzegania czystości w oborze i na podwórzu, wszystkie sposoby rozwożenia mleka w specjalnych wagonach. Wszelkie ulepszenia specjalne w wielkim przemyśle mleczarskim opierają się na usiłowaniu zapobieżenia, po pierwsze, obecności zbyt wielkiej ilości bakteryi, a powtóre, ich rozmnażaniu się.

Bakterye w wyrobie masła.

Przechodząc od mléka do masła, znajdujemy stosunki nieco odmienne, gdyż tu bakterye raczej są sprzymierzeńcami producenta,

niż jego nieprzyjaciółmi. Nie wiedząc o tem, maślarze zdawien dawna czynili użytek z bakteryi w wyrobie masła i korzystali z wytworów dostarczanych im przez bakterye. Śmietana otrzymana z mleka zawsze zawiera znaczną ilość drobnoustrojów, które w śmietanie rozwijają się równie łatwo, jak w mleku. Maślarz rzadko ubija śmietanę świeżo otrzymaną z mleka. Są wprawdzie miejscowości, w których masło wyrabiane ze słodkiej śmietany znajduje popyt, lecz w większości krajów spożywczy wymagają innego gatunku masła, i śmietana przed ubiciem zostaje poddana sprawie, znanej pod nazwą „dojrzwania“ lub „kwaśnienia“. Dojrzwanie polega na tem, że śmietanę pozostawia się w kadzi na przeciąg czasu od dwunastu godzin do dwóch lub trzech dni, zależnie od okoliczności. W tym czasie zachodzą w niej pewne zmiany. Bakterye, które pierwotnie znajdowały się w śmietanie, mają możność rozrastania się, a gdy dojrzwanie dochodzi do końca, liczba ich wzrasta niezmiernie. W rezultacie charakter śmietany zmienia się tak samo, jak w podobnych okolicznościach zmieniło się mleko. Staje się ona cokolwiek kwaśną, zsiada się nieco i nabiera szczególnego przyjemnego smaku i aromatu, którego nie posiadała pierwotnie w stanie świeżości. Gdy śmietana dojrzała, zaczyna się jej ubijanie. Bakterye wywierają swój wpływ głównie podczas dojrzwania

gdyż po ubiciu znaczenie ich jest mniejsze. Część ich zbiera się w maśle, część zaś zostaje następnie splukaną z masła. Większość bakteryi pozostałych w maśle wkrótce umiera, nie znajdując tam przyjaznych warunków rozwoju; inne wszakże żyją i mogą wyrastać, stając się głównymi czynnikami zmian, dzięki którym masło gorzknieje. Maślarza zresztą więcej obchodzi samo dojrzwanie, niż sprawy późniejsze.

Dojrzwanie śmietany ma na celu stworzenie lepszych warunków dla wyrobu masła. Doświadczenie nauczyło maślarzy, że o wiele łatwiej ubić się daje śmietana dojrzała, niż słodka i że z dojrzałej otrzymuje się więcej masła. Najważniwszem wszakże celem dojrzwania jest nadanie masłu szczególnego smaku i aromatu, charakteryzującego dobry produkt. Masło ze słodkiej śmietany pozbawione jest aromatu, mając smak prawie identyczny ze smakiem śmietany. Masło zaś wyrobione z dojrzałej śmietany posiada szczególny delikatny smak i aromat, dobrze znany amatorom masła, a rozwijający się podczas dojrzwania.

Bakteryologom udało się wyjaśnić, że znacznym stopniem ścisłości, istotę tego dojrzwania. Sprawa ta jest fermentacją, którą można porównać z fermentacją, odbywającą się w słodzie. Rozwój bakteryi podczas dojrzwania wywołuje zmiany chemiczne, nieco za-

wilej natury, dotyczące każdej ze składowych części mleka. Bakterye kwasu mlecznego rozkładają cukier mleczny i wytwarzają kwas mleczny; inne działają na tłuszcz, wywołując w nim nieznaczne zmiany; inne znów działają na sernik i białko mleka. W rezultacie otrzymujemy różne wytwory rozkładu, i te to właśnie wytwory warunkują różnicę pomiędzy dojrzałą a niedojrzałą śmietaną. Dzięki im kwaśnieje ona i zsiada się; one też stwarzają właściwy jej zapach. Wytwory rozkładu powszechnie uważane są za rzecz niepożądaną w pokarmach. Jest to słuszne, o ile dotyczy tych wytworów, które powstają w śmietanie, jeżeli pozwalamy, by rozkład trwał długo. Jeżeli zamiast powstrzymać dojrzewanie po upływie jednego lub dwóch dni, pozwolimy, by trwało ono dni kilka, natenczas śmietana się rozkłada, a masło z niej otrzymane jest stanowczo szkodliwe. Lecz w zwykłych warunkach, gdy sprawę powstrzymamy we właściwym czasie, wytwory rozkładu są raczej przyjemnymi, niż nieprzyjemnymi, zapach zaś, nadawany przez nie śmietanie, a potem masłu,—nader pożądanym. Te to właśnie wytwory rozkładu nadają szczególny charakter wysokim gatunkom masła, a szczególny ten charakter określa cenę, którą producent otrzymać może za swój wyrób.

Na nieszczęście jednak maślarz nie zawsze polegać może na dojrzewaniu. Gdy zwy-

kle odbywa się ono w sposób zadawalniający, niekiedy, z przyczyn nieznanych mu, przebiega całkiem normalnie. Zamiast przyjemnego aromatu i smaku śmietana może wtedy nabrać smaku nieprzyjemnego; może się stać gorką, zjełczałą. Co więcej, doświadczenie stwierdziło jeszcze, że niektóre maślarnie nie zdola otrzymywać jednakowo dobrze dojrzewającej śmietany. Widzimy zatem, że gdy jedne zakłady otrzymują wyniki pomyślne, inne, przy tej samej staranności, osiągają o wiele mniej przyjemny aromat i smak masła. Przyczyny tych zjawisk zostały wyjaśnione przez nowoczesną bakteryologię. W mleku, a następnie w śmietanie, znajdowano zawsze wiele bakteryi, lecz te nie zawsze były jednego gatunku. Istnieją dziesiątki, a być może i setki, gatunków bakteryi rozpowszechnionych wewnątrz i naokoło naszych śpichlerzy i obór, a bakterye, które w ogromnych ilościach wyrastają w różnych partjach śmietany, nie zawsze są te same. Sposób dojrzewania, a następnie zarówno smak jak zapach wielce są różne, zależnie od tego; czy ten lub ów ganek bakteryi w niej się rozwijał. Okazało się, że niektóre gatunki dają dobre wyniki i mają zapach pożądanym, gły przeciwnie inne w tych samych warunkach dają złe wyniki i zapach niepożądany (Fig. 21—23). Jeżeli maślarz otrzymuje śmietanę, w której jest znaczna liczba bakteryi, wytwarzających dobry

smak, wtedy dojrzewanie śmietany będzie normalne, a masło posiadać będzie wielkie zalety. Jeżeli wszakże zdarzy się, że śmietana zawiera tylko ga-



Bakterya wytwarzająca przyjemny smak w mleku. Gatunek ten używany jest w handlu do wywoływania dojrzewania śmietany.

albo nie wpływają wcale na smak i zapach. Dlatego to dojrzewanie śmietany zwykle daje dobre wyniki. Bakterjologowie stwierdzili, że istnieją pewne gatunki bakterji, mniej lub więcej rozpowszechnione w mleczarniach, które wywierają na smak wpływ niepożądany. Jeżeli znajdują się w śmietanie w wielkiej ilości, wtedy i charakter dojrzewania i wartość otrzymanego masła bardzo na tem cierpią. Te szkodliwe gatunki bakterji nie są jednak bardzo rozpowszechnione w czysto utrzymywanych śpiczlerzach i oborach. Dlatego to tak szeroko stosowana procedura, przy której pozwalamy śmietanie dojrzewać pod wpływem bakterji, przypad-

Fig. 21.

tunki, dające smak nieprzyjemny, wtedy dojrzewanie będzie się odbywało gorzej, a otrzymane masło będzie niższego gatunku. Na szczęście, większość gatunków bakterji, które dostają się do śmietany ze zwykłych źródeł, są tego rodzaju, że albo dają dobre wyniki,

kiem znajdujących się w niej, daje zwykle dobre wyniki. Lecz w czasie, gdy byłoby przechodzi od paszy zimowej do letniej i odwrotnie—maślarze przekonywają się niekiedy, że dojrzewanie odbywa się nienormalnie. Przyczyna jest ta, że śmietana została zakażona mnóstwem szkodliwych gatunków. Dojrzewanie wywołane przez nie jest zatem niepożądane, a wartość masła niesłychanie na tem cierpi.

Póki masło było wyrabiane sposobem domowym, podobne obniżenie wartości stanowiło rzecz stosunkowo małej wagi. Gdy wyrabiano kilka funtów naraz, i to tylko raz lub dwa razy na tydzień, niewielka była strata, jeżeli ta lub inna partya masła ucierpiała na wartości. Lecz obecnie przemysł maślarski ześrodkowuje się w wielkich maślarniach, i odkrycie środków, zapewniających jednostajną a wysoką wartość, staje się sprawą niezmiernie doniosłą. Jeżeli maślarnia, wyrabiająca pięćset funtów masła dziennie, cierpi wskutek nienormalnego dojrzewania, to wartość masła zniża się w takim stopniu, że cena jego spada i maślarnia ponosi straty. Trwanie podobnego stanu przez dwa lub trzy tygodnie może zagrozić finansowemu położeniu maślarni i doprowadzić ją do bankructwa. Przy obecnem ześrodkowaniu przemysłu maślarskiego pożądanem się staje odkrycie środków, regulujących tę sprawę w sposób dokładniejszy.

Znalezienie takich środków zaradczych przeciwko złym wynikom dojrzewania śmietany nie leżało w mocy maślarni. Maślarni musi wyrabiać masło z takiej śmietany, jakiej mu dostarczono, a jeżeli śmietanę tę już zanieczyściły szkodliwe gatunki bakterii, jest wobec nich bezsilnym. Wprawdzie do pewnego stopnia można temu zaradzić przez przestrzeganie szczególnej czystości. Jeżeli śpiczlerze, krowy, obory, naczynia do mleka i t. p. utrzymywane są w czystości, jeżeli się przedsięwzięte szczególne środki ostrożności, zwłaszcza w tych porach roku, kiedy zakłócenia są najczęstsze, jeżeli się pilną uwagę zwraca na rodzaj paszy, wtedy zwykle śmietana nie zostaje zakażona szkodliwymi bakteriami. Można uważać za fakt dowiedziony, że szkodliwe te bakterie pochodzą z nieczystości; staranne zatem unikanie wszelkich podobnych źródeł nieczysto-

Fig. 22.



Bakterie nadające masłu przyjemny zapach.

ści w znacznej mierze zapobiega zakażeniu śmietany. Środki te są stosowane w wielu zakładach. Maślarnie, wyrabiające najdroższe i najbardziej ujednoliconie masło, są to właśnie te, w których najstaranniej przestrzegają czystości w gospodarstwie folwarcznym, a zwłaszcza w manipulacjach z mlekiem i śmietaną. Dzięki temu znacznej części zakłóceń, zdarzających się

w mleczarniach z winy szkodliwych bakterii, możemy uniknąć.

Lecz metody te nie dostarczają nam pewnych środków przeciwko zakłóceniom wywołanym przez niewłaściwe gatunki bakterii w dojrzewaniu śmietany, ani też środków otrzymania jednostajnego smaku masła. Nawet w najlepszych warunkach smak masła jest różny, zależnie od pory roku. Masło wyrobione w zimie stoi niżej od wyrobionego w miesiącach letnich i, jakkolwiek w części zależy to niewątpliwie od odmiennej paszy, którą otrzymuje bydło, i od niejednakowych wskutek tego właściwości śmietany, to jednak różnice te w smaku masła zależą w części także od różnych gatunków bakterii, które znajdują się w dojrzewającej śmietanie w różnych porach roku. Gatunki bakterii w śmietanie czerwcowej różnią się od tych, które znajdują się zazwyczaj w styczniowej; czynnik ten niewątpliwie warunkuje różnicę pomiędzy masłem zimowym a letnim.

Stosowanie sztucznych hodowli bakterii w dojrzewaniu śmietany.

Bakteryologowie starają się pomódz maślarniom w tym kierunku, dostarczając im bakterii potrzebnych do otrzymania najlepszych wyników w dojrzewaniu śmietany.

Osiąga się to za pomocą metody niezmiernie prostej w zasadzie, lecz nastęrczającej pewne trudności w praktyce. Potrzeba tylko otrzymać gatunek bakteryi, który daje najlepsze wyniki, i dostarczyć go w czystej hodowli i w wielkiej ilości maślarniom, celem zaszczerpienia w śmietanie. W tym celu bakterjologowie przez kilka lat poszukiwali gatunku bakteryi, któryby dawał najlepsze wyniki, i wypuścili na rynek kilka różnych „czystych hodowli.“ Otrzymało je wielu bakterjologów i mleczarzy w północnych krajach europejskich, oraz Stanach Zjednoczonych. Te czyste hodowle dostarczane są mleczarom w różnych postaciach, lecz zawsze składają się z wielkich ilości pewnych gatunków bakteryi, które, jak uczy doświadczenie, są pożyteczne przy dojrzewaniu śmietany (Fig. 21—23).

Osiągnięcie pomyślnych wyników w ich zastosowaniu połączone jest dotychczas ze znacznymi trudnościami. Największa trudność polega na wskazaniu metody użycia czystych hodowli w maślarni. Śmietana mająca dojrzewać zakażona już jest, jak widziliśmy, bakterjami, i dojrzewałaby we właściwy sposób nawet wtedy, gdyby nie dodano do niej żadnej czystej hodowli. Czystych hodowli przeto nie można używać w sposób taki jak drożdży do ciasta. Oczywiście, proste dodanie czystej hodowli do śmietany nie zapewniłoby po-

żądanych wyników, gdyż śmietana dojrzewałaby wtedy, nie pod wpływem czystej hodowli, samej przez się, lecz w połączeniu ze wszystkimi bakterjami, które znajdowały się w niej pierwotnie. Zachodzi kwestya: czy w tych warunkach wyniki byłyby pomyślne i czy metoda taka dałaby możność pozbycia się złego smaku i zapachu, pochodzącego z obecności szkodliwych gatunków bakteryi? Oczywiście, pożądanem jest usunięcie bakteryi ze śmietany przed dodaniem do niej czystej hodowli. Uczynić to można z łatwością, ogrzewając ją przez krótki czas do temperatury 69° C., gdyż taka wystarcza do zniszczenia większości bakteryi. Następne dopiero dodanie czystej hodowli odpowiednich bakteryi po-

zwoli śmietanie dojrzewać pod wpływem wyłączonej dodanej hodowli. Metoda taka daje dobre wyniki i szybko rozpowszechnia się w krajach europejskich, produkujących masło; w Ameryce jednak dotychczas się nie upowszechniła, gdyż ogrzewanie śmietany połączone jest ze znacznym nakładem kosztów i pracy. Z tego powodu, a także celem obznajomienia maślarni z użyciem czystych hodowli, starano się otrzymać nieco podobne, jakkol-

Fig. 23.



Bakterya, nadająca masłu przyjemny zapach.

wiek mniej jednostajne, wyniki przez zastosowanie czystych hodowli bezuprzedniego ogrzania śmietany. Używając czystych hodowli według tej ostatniej metody, maślarz winien dodać do swej śmietany znaczną ilość hodowli pewnego gatunku bakteryi na tej zasadzie, że po dodaniu do śmietany tak wielkiej ilości bakteryi, nawet jeżeli śmietana ta została uprzednio zanieczyszczona pewnemi bakteryami, dojrzewanie odbywać się będzie głównie pod wpływem sztucznie dodanej hodowli; znajdując się w śmietanie w ilości o wiele większej, niż inne „dzikie“ gatunki, będzie ona wywierała wpływ znacznie większy, niż te „dziczki.“ Metoda ta, rozumie się, nie zapewnia nam jednostajności; wprawdzie w wielu razach wystarcza, ale gdy śmietana jest już przepełniona znaczną liczbą szkodliwych gatunków bakteryi, wyjątkowo tylko dać może pożądane wyniki. Przypuszczenie to nie jest teoretycznem jedynie: stwierdzono je doświadczeniem. Dodanie właściwych czystych hodowli daje w wielu razach, lecz nie zawsze, wyniki pomyślne; również nie zawsze wyniki te są jednostajne. Jakkolwiek stosowanie czystych hodowli według tej metody przedstawia postęp w porównaniu z metodą zwykłą, pozwalającą śmietanie dojrzewać bez podobnych dodatków, to jednak jest ona stanowczo niższą od metody, według

której dodajemy zaczyn do śmietany uprzednio ogrzanej.

Istnieje inna jeszcze metoda dodawania bakteryi do śmietany celem zapewnienia korzystniejszego dojrzewania. Jest ona często stosowana i, będąc prostszą, w wielu razach zapewnia niewątpliwe korzyści, polega zaś na użyciu tego, co nazywamy zaczynem naturalnym. Zaczyn naturalny jest to, po prostu, pewna ilość śmietany, wziętej z możliwie najlepszego źródła, t. j. z najczystszej i najlepszej mleczarni lub od krów, dających najlepszy gatunek śmietany, — i pozostawionej w ciepłym miejscu na przeciąg dwóch lub trzech dni, dopóki nie skwaśnieje. Przez ten czas śmietana napelnia się znacznemi ilościami bakteryi, poczem dodaje się do niej, jako zaczynu, śmietany mającej dojrzewać. Przy tej metodzie maślarz wprawdzie pozbawiony jest kontroli nad rodzajem bakteryi, wyrastających w zaczynie, lecz w praktyce stwierdzono, że jeżeli tylko pochodzenie śmietany jest dobre — otrzymujemy wyniki nadzwyczaj pomyślne, i na tej drodze prawie zawsze osiągamy poprawę masła.

Używanie czystych hodowli jest rzeczą jeszcze bardzo nową, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych. W krajach europejskich, produkujących masło, używają ich od dawniejszego czasu, i tam też lepiej je poznano. Co nam przyszłość przyniesie, trudno przewidzieć;

lecz wydaje się prawdopodobnem, że gdy trudności w szczegółach zostaną przezwyciężone, nastanie czas, kiedy maślarze używać będą zaczynu do śmietany tak samo, jak gospodynie używają drożdży do chleba, a piwowarzy—do siodu. Zaczynów tych prawdopodobnie dostarczać będą bakterjologowie. Inniemi słowy, bakterjologia w blizkiej przyszłości poda maślarzom metodę kontrolowania dojrzewania śmietany, pozwalającą otrzymywać wysoki i jednostajny gatunek masła, przynajmniej o ile to dotyczy smaku i zapachu.

Bakterje w serze.

Dojrzewanie sera. — Trzecim wielkim wytworem przemysłu mleczarskiego jest ser. Tu producent więcej jeszcze zależy od bakterji, niż przy wyrobie masła. Przy wyrobie sera sernik mleka zostaje oddzielony od innych wytworów za pomocą podpuszczki. Zebrany w wielkiej ilości i wyciśnięty, tworzy on świeży ser. Ser ten odstawiamy na kilka tygodni, a niekiedy i miesięcy; przez ten czas podlega on sprawie znanej pod nazwą dojrzewania. W czasie dojrzewania rozwija się w serze szczególnie zapach, charakterystyczny dla skończonego produktu. Smak świeżo wyrobionego sera bardzo się różni od smaku zupełnie dojrzałego. Gdy masło wyrobione z nie-

dojrzałej śmietany posiada smak przyjemny, dla którego w pewnych miejscowościach nawet jest szczególnie poszukiwane, na ser nie-dojrzały nigdzie niema popytu: ma on smak, którego chyba nikt nie nazwie przyjemnym. W samej rzeczy cała wartość sera zależy od smaku i zapachu produktu, a te rozwijają się w czasie dojrzewania.

Wywieranie wpływu na dojrzewanie sera stanowi dla producenta najtrudniejszą część jego zadania. Istotnie, jest to sprawa, nad którą posiada on bardzo małą kontrolę. Nawet, gdy wszystkie warunki zdają się sprzyjać, gdy ser wyrobiony zostanie z największą starannością, zdarza się niekiedy, że dojrzewanie odbywa się w sposób zupełnie nienormalny, a otrzymany ser nie ma żadnej wartości. Producent sera nie może zrozumieć tych nieprawidłowości i nie posiada żadnych środków do usunięcia ich. Nienormalne to dojrzewanie przedstawia różne typy. Niekiedy ser staje się nadzwyczaj porowatym, pełnym dużych jam, wskutek czego wyrasta nad miarę i traci swą wartość. Innym razem w serze pojawiają się czerwone i niebieskie plamy, albo też rozwija się nieprzyjemny smak i woń, i te pozbawiają wytwór wszelkiej wartości. Nieraz znaczna część wytworu dojrzewa w podobnie nienormalny sposób i przez długi czas nie przedstawia żadnej wartości. Gdyby można odkryć sposób usunięcia tych nie-

prawidłowości, byłoby to wielkiem dobrodziejstwem dla producentów sera. To też czyniono już liczne usiłowania w celu umożliwienia im kontroli nad dojrzewaniem.

Dojrzewanie sera było przedmiotem długich badań ze strony bakteriologów, którzy zajmowali się przetworami mlecznymi. To, że stanowi ono wynik rozwoju bakterji, wydaje się z góry już prawdopodobnem. Tak samo jak dojrzewanie śmietany jest to sprawa odbywająca się wolno, sprawa chemiczna, której towarzyszy rozkład materji proteinowej. Odbywa się ona najłatwiej przy pewnej temperaturze, sprzyjającej rozwojowi drobnoustrojów. Wszystkie te objawy każą przypuszczać działanie bakterji. Co więcej, zapach i smak, rozwijające się przy tem, w wielu razach bardzo przypominają bakteryjne wytwory rozkładu; dotyczy to zwłaszcza sera limburskiego. Badając starannie sprawę dojrzewania sera, przekonamy się, że przypuszczenie powyższe jest uzasadnione. Dojrzewanie sera zależy od wielu różnorodnych czynników. Sposób przyrządzania, ilość wody, pozostającej w twarogu, temperatura dojrzewania i różne inne czynniki, związane ze sprawami mechanicznymi w wytwarzaniu sera, wpływają na charakter dojrzewania. Lecz obok tych czynników istnieje niewątpliwie jeszcze jeden, a czynnikiem tym jest ilość i rodzaj bakterji, znajdujących się podczas

wyrobu sera w twarogu. Gdy z jednej strony stwierdzono, że sery wyrabiane w różny sposób dojrzewają niejednakowo, to z drugiej faktem jest również, że dwa sery wyrobione w jednakowych warunkach i w sposób zupełnie identyczny mogą również niejednakowo dojrzewać, wskutek czego woń ich będzie niejednakową. Różnice pomiędzy serami w ten sposób wyrabianymi mogą być drobne lub, przeciwnie, znaczne, lecz niewątpliwie istnieją. Każdemu znana jest znaczna różnica w zapachu różnych serów, a zapach ten zależy w znacznej mierze od czynników innych niż zwykła sprawa mechaniczna wyrobu sera. Ogólne podobieństwo całej sprawy do fermentacji bakteryjnej każe nam z góry już przypuszczać, że niektóre różnice zależą od różnych rodzajów bakterji, rozmnażających się w serze i wywołujących w nim rozkład.

Bakterjologia z łatwością dowiodła słuszności tego zdania. Tego, że dojrzewanie sera zależy od rozwoju bakterji, można dowieść bardzo łatwo, wyrabiając sery z mleka pozbawionego bakterji. Jeśli np. sery wyrobione z mleka uprzednio wyjałowionego lub pasteryzowanego, w którym zatem większość bakterji została zniszczona, a zresztą przyrządzone w sposób zwykły, poddajemy dojrzewaniu, to sery takie nie dojrzewają, lecz całemi miesiącami zachowują swój smak pierwotny. W innych doświadczeniach do se-

ra dodawano niewielką ilość płynu sprawiającego dezynfekcję — ilość wszakże wystarczającą do zapobieżenia wyrastaniu bakterii — i znowu stwierdzono, że dojrzewania niema. Nie dość na tem. Badając ser w czasie dojrzewania, spostrzegamy, że bakterie rosną przez cały ten czas. Wszystkie te fakty wzięte razem dowodzą, że dojrzewanie sera jest fermentacją zależną od bakterii. Należy jednak zaznaczyć, że w serze bakterie nie znajdują warunków sprzyjających szybkiemu wzrostowi. Wprawdzie pełno jest w nim pokarmu dla bakterii, ale mało wilgotna masa jego ma znaczną gęstość, gdyż zawsze wodę mniej lub więcej z niego wyciskamy; przenikanie tedy tlenu do środka masy musi się odbywać z nadzwyczajną powolnością. Gęstość, brak dostatecznej wilgoci i nieprzenikanie tlenu są to warunki, w których bakterie nie rosną bardzo szybko. Są one o wiele mniej pomyslnie niż w dojrzewającej śmietanie, i bakterie też rosną w serze z szybkością nierównie mniejszą. Istotnie, wzrost tych organizmów w czasie dojrzewania jest nadzwyczaj powolny w porównaniu z możliwą szybkością wzrostu, o której mówiliśmy wyżej. Niemniej jednak bakterie rozmnażają się w serze i, w miarę jak dojrzewanie postępuje, stają się coraz liczniejszymi, jakkolwiek liczba ich waha się, wzrastając i spadając pod wpływem różnych warunków.

Próby określenia stosunku różnych rodzajów dojrzewania do różnych rodzajów bakterii miały bardzo małe powodzenie. Niejednakowa woń zależy od dojrzewania, wywołanego przez różne rodzaje bakterii; wyda się to rzeczą prawie pewną, gdy przypomnimy, że różne rodzaje rozkładu zależą od różnych gatunków bakterii. Zdawać-by się mogło, że wydzielenie z dojrzalego sera znajdujących się w nim bakterii i otrzymanie w ten sposób gatunku niezbędnego do wywołania pożądanego dojrzewania, nie powinno nastrożać zbyt trudności. Lecz z pewnych powodów nie jest to tak łatwe w praktyce, jakby się wydawać mogło w teorii. Wiele różnych gatunków bakterii wydzieliło z serów. Pewien bakteriolog, badając różne sery, wydzielił z nich około osiemdziesięciu różnych gatunków, inni znaleźli w różnych źródłach być może więcej jeszcze. Co więcej, dokonywano doświadczeń ze znaczną ilością tych różnych gatunków bakterii celem określenia, czy są one zdolne do wywołania normalnego dojrzewania. Doświadczenia te polegają na wyrabianiu sera z mleka, uprzednio pozbawionego bakterii i następnie zakażonego znacznymi ilościami badanego gatunku bakterii. Dotychczas doświadczenia te nie dały wyników zadawalniających. W niektórych razach ser prawie wcale nie dojrzewa; w innych dojrzewa, lecz wcale nie jest podob-

ny do sera, który mieliśmy naśladować. Jedno czy dwa doświadczenia, dokonane w ostatnich czasach, pozwalają spodziewać się większego powodzenia; użyto bowiem do dojrzewania kilku gatunków bakterii. Ser wyrobiony z mleka sztucznie zakażonego temi gatunkami dojrzewa w sposób zadawalniający i posiada niektóre z oczekiwanych znamion.

Dotychczas jednak w żadnym z tych doświadczeń nie otrzymano typowego, normalnego dojrzewania; lecz doświadczenia te wykazały niezbicie, że zdarzające się często nienormalne dojrzewanie zależy od obecności w mleku niepożądanych gatunków bakterii. Niektóre doświadczenia z wyrobem serów za pomocą sztucznych hodowli bakterii dały sery zupełnie nienormalne. Wiele z serów w ten sposób wyrabianych wykazywało w dojrzewaniu nieprawidłowości identyczne z temi, które zdarzają się przy zwykłym sposobie wyrobu. Okazało się, że niektóre gatunki bakterii, użyte sztucznie przy dojrzewaniu sera, dają początek porowatości i nadmiernemu przeraśnianiu, o czem już wyżej wspomniano (Fig. 24); inne znowu wywołują nieprzyjemny smak i zapach. W tym względzie chyba dość uczyniono, by dowieść, że nienormalne dojrzewanie sera zależy przede wszystkim od wyrostania w nim gatunku niewłaściwego. Bakteriologowie wydzielili z sera i poddali badaniom i doświadczeniom długi szereg gatun-

ków, wywołujących nieprawidłowe dojrzewanie. Wynikiem tych badań jest metoda umożliwiająca częściową kontrolę i zapobieganie

tym nieprawidłowościom. Metoda ta polega na sprawdzaniu fermentacyjnych właściwości użytego mleka. Małe ilości mleka z różnych gospodarstw mlecznych, umieszczone w serowni podlegają tam swemu

zwykłemu kwaśnieniu. Jeżeli fermentacja czyli kwaśnienie odbywa się w sposób prawidłowy, mleko uważamy za odpowiednie do wyrobu sera. Lecz jeżeli w jednej z wziętych prób mleka fermentacja przebiega nieprawidłowo, jeżeli pojawia się niezwykła ilość baniek gazu lub nieprzyjemny zapach i smak, to próba ta nie wróży należytego wyrobu sera, gdyż według wszelkiego prawdopodobieństwa dojrzewanie byłoby nieprawidłowem. Mleko z takiego źródła nie jest przeto używane do wyrobu. Wprawdzie jest to niedostateczny sposób kontrolowania dojrzewania, posiada jednak pewną wartość praktyczną. Jedyna to dotychczas metoda kontrolująca dojrzewanie.

Fig. 24.



Bakteria powodująca przeraśnianie sera.

Bakteryologowie ufają, że w przyszłości dojdą w tym względzie do wyników praktyczniejszych od dotychczasowych. Jeżeli prawdą jest, że dojrzewanie sera odbywa się dzięki bakterjom, oraz, że różne właściwości sera zależą od wyrastania różnych gatunków bakterji w czasie dojrzewania, tedy prawdopodobną wydaje się możliwość otrzymania właściwego gatunku i dostarczania go serowniom celem sztucznego szczepienia na serze, zupełnie tak samo jak możliwem się stało dostarczanie sztucznie hodowanych drożdży piwowarom lub bakterji maślarzom. Musimy jednak przyznać, że jest to rzeczą przyszłości. Dotychczas nie otrzymano żadnych praktycznych wyników, z których mogliby skorzystać producenci sera dla kontrolowania z jaką taką dokładnością sprawy dojrzewania sera.

Widzimy tedy, że w tym ostatnim przetworze mlecznym bakterje odgrywają wybitniejszą jeszcze rolę, niż w którymkolwiek innym. Wartość pożywna sera zależy od znajdującego się w nim sernika. Cena targowa jedynie zależy od smaku i zapachu, a te są wytworem wzrostu bakterji. Producent sera znajduje się zatem w zupełnej zależności od działalności bakterji, i jeżeli nasi bakteryologowie będą mogli w przyszłości bliżej zbadać ten przedmiot, to, być może, znajdą środki, umożliwiające producentom dokładną kon-

trołę nad dojrzewaniem. Nie dość na tem. Wobec wielkiej różnitości w zapachu i smaku sera, wobec tego, że różne gatunki bakterji niewątpliwie dają początek różnym produktom rozkładu, wydaje się rzeczą możliwą, że przyjdzie czas, kiedy producent sera będzie mógł dowolnie wytwarzać w swym serze ten lub inny zapach, a to przez dodanie szczególnego gatunku bakterji, lub szczególnej mieszaniny gatunków, o których wiadomo, że wywołują pożądany skutek.

ROZDZIAŁ IV.

Bakterje w przyrodzie. — Rolnictwo.

Dotychczas, rozważając stosunek bakterji do człowieka, a uwzględniając jedynie przemysł, stwierdziliśmy, że odgrywają one doniosłą rolę w wielu gałęziach wytwórczości przemysłowej społecznego życia cywilizowanego. Rola ta jest tak doniosła, że niema gałęzi przemysłu, któraby się nie znajdowała pod ich wpływem bezpośrednim. W życiu naszym niema ani jednej chwili, w którejbyśmy nie korzystali z pośrednich lub bezpośrednich wytworów działalności bakterji. Obecnie

przechodzimy do przedmiotu, posiadającego doniosłość jeszcze bardziej zasadniczą; badanie bowiem bakterii w przyrodzie przekonawa, że pewne procesy naturalne, związane z życiem zwierząt i roślin, opierają się na życiu bakterii. Przyroda żyjąca wydaje się nieskończoną, gdyż sprawy życiowe odbywały się w świecie poprzez niezliczone wieki z siłą, zdaje się, niesłabnącą. Podstawą spraw tych jest nieustająca gra siły życia, zależna od pewnych czynności drobnoustrojów. Tak dalece jest to prawdą, że po krótkim już badaniu poznajemy, iż bieg życia na powierzchni ziemi byłby niemożliwym, gdyby działalność bakterii została powstrzymana na dłuższy przeciąg czasu. Słowem, życie kuli ziemskiej zależy od tych drobnoustrojów.

Bakterie jako czyszciciele.

Przedewszystkiem możemy zaznaczyć wartość tych organizmów, poprostu, jako czyszcicieli, utrzymujących powierzchnię ziemi w stanie potrzebnym do rozwoju zwierząt i roślin.

Oto wielkie drzewo w lesie umiera i pada na ziemię. Przez pewien czas pień drzewa leży jako zwarta masa, lecz po kilku miesiącach zaczynają się w nim powolne zmiany. Kora mięknie i odpada od drzewa, które również mniej lub więcej mięknie; następ-

nie staje się zdobyczą owadów; twardość jego coraz bardziej się zmniejsza, aż wreszcie miąższ rozsypuje się w miękką, brunatną, sproszkowaną masę, która wchodzi w skład gruntu poczem wyrasta na niej mech i inne rośliny, i pień drzewa znika z oczu. W taki sam sposób rozmiękcza się i rozpadają ciała martwych zwierząt. Części miękkie szybko się rozkładają, i nawet kości ostatecznie pokrywają się ziemią i rozsypują, aż wreszcie z czasem i one również kończą swe widome istnienie. Jest to sprawa rozkładowa, a wynik jej ten, że twarda masa drzewa lub zwierzęcia rozpada się. Co się z nią stało? Odpowiedź zawiera tajemnicę wiecznej świeżości przyrody. Część jej rozproszyła się w powietrzu w postaci gazów i pary wodnej, część zmienia swój układ i wchodzi w skład ziemi, tak, iż w rezultacie ciało rośliny lub zwierzęcia znika, zamieniając się na gazy, ulatniające się w powietrze, oraz na składowe części ziemi.

W całej tej sprawie rozpadu życia organicznego bakterie odgrywają bardzo doniosłą rolę. Rozkład istoty drzewnej pnia zaczyna się dzięki działalności pleśni, gdyż jedynie tylko ta grupa organizmów może skuteczny przypuścić atak do twardej tkanki drzewa. W dalszym jednak ciągu rozpad ten odbywa się już dzięki życiu bakterii. W rozkładzie tkanek zwierzęcych bakterie są wyłącznemi

czynnikami. W ten sposób w sprawie ulatniania się materii organicznej w powietrze lub przechodzenia w ziemię, życie bakterii jest czynnikiem przeważającym.

Rozpatrując przedmiot ten w świetle czy-
sto mechanicznem, nie możemy dość ocenić doniosłości bakterii, oczyszczających w ten sposób powierzchnię ziemi. Jeżeli pomyślimy, jakim byłby stan tej powierzchni w braku czynników rozkładowych, uwalniających ją od martwych ciał zwierząt i roślin, przyjdzie-
my do wniosku, że ziemia byłaby oddawna niezamieszkalną. Gdyby martwe ciała roślin i zwierząt z wieków ubiegłych nagromadzały się na powierzchni ziemi, i nie byłoby siły, któraby je rozkładała na prostsze części składowe i rozpraszała, to samą swą masą oddawna już pokryłyby one zupełnie powierzchnię ziemi, tak, że nie pozostawiłyby miejsca dla dalszego rozwoju zwierząt i roślin. Pod względem czysto mechanicznym zatem bakterie niezbędne są jako czynniki rozkładu, aby powierzchnia ziemi świeża i niezawaloną pozostawać, a życie dalej trwać mogło.

Rola bakterji w gospodarstwie przyrody.

Lecz tu sprawa bynajmniej się nie kończy. Gdy zastanowimy się nad tem, wyda nam się rzeczą niezmiernie zadziwiająca, że powierzchnia ziemi była zdolna

bezustannie wytwarzać zwierzęta i rośliny w ciągu wielu milionów lat istnienia na niej życia. Rośliny i zwierzęta potrzebują pokarmu, przytem zwierzęta zależą w tym względzie całkowicie od roślin; rośliny jednak na równi ze zwierzętami potrzebują pokarmu i, jakkolwiek znaczną jego część otrzymują z powietrza, to jednak nie mało także czerpią z gruntu. Z konieczności zatem nasuwa się nam pytanie: czem się to dzieje, że ziemia od wieków już nie została wyczerpana z pokarmu? W jaki to sposób ziemia może corocznie w ciągu milionów lat wydawać rośliny, nie tracąc mimo to swej pierwotnej urodzajności?

Wyjaśnienie tego zjawiska znajdujemy w tym prostym fakcie, że w procesach naturalnych ten sam pokarm używany jest wciąż na nowo, z początku przez rośliny, potem przez zwierzęta, a potem znowu przez rośliny, i że procesy te mogą powtarzać się bez końca tak długo, dopóki słońce dostarcza energii podtrzymującej to ustawiczne krążenie. Jedna faza tego przenoszenia pokarmu od zwierząt do roślin i od roślin do zwierząt znana jest prawie każdemu. Wiadomo, że zwierzęta, oddychając, spożywają tlen, który wydychają napowrót w połączeniu z węglem, jako kwas węglany. Z drugiej strony rośliny pochłaniają kwas węglany, a wydychają napowrót tlen w stanie wolnym. W ten sposób jedno królestwo spożywa wytwory wydzielone przez

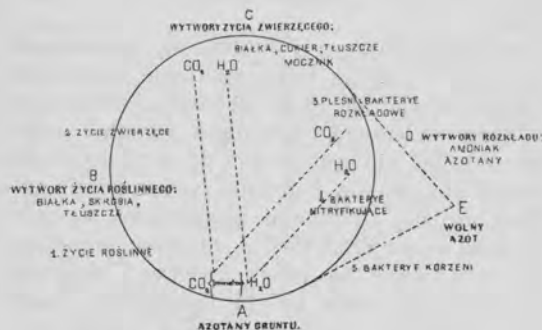
drugie, i sprawa ta powtarzać się może bez końca: zwierzęta napęlniają atmosferę kwasem węglanym, potrzebnym do życia roślinnego, rośliny zaś wyziewają w nią jednocześnie dostateczną ilość tlenu do życia zwierzęcego. Tlen tym sposobem krąży bez końca od zwierząt do roślin i od roślin do zwierząt.

Podobnie krążą wszystkie inne pokarmy niezbędne dla zwierząt i roślin, jakkolwiek przy tych innych pokarmach operacja jest bardziej zawiła i więcej wymaga ogniw do utworzenia łańcucha. Przejście pokarmu przez cały szereg zmian, dzięki którym ze stanu, czyniącego go odpowiednim dla roślin, powraca ponownie do stanu, w którym raz jeszcze staje się dla nich odpowiednim, stanowi jedno z najciekawszych odkryć nauki współczesnej, a jak zobaczymy, bakterye właśnie odgrywają w tem wielce doniosłą rolę. To krążenie pokarmu zgrubszą przedstawiono na załączonym diagramacie; lecz dla dokładnego zrozumienia koniecznem jest wyjaśnienie różnych faz tego cyklu.

U spodu koła, na Fig. 25, w A podane są różne składniki, znajduwane w gruncie i tworzące pokarm roślin. Pokarm ten, jak widać na rysunku, pochodzi z części z powietrza, jak kwas węglany i woda, w części zaś z gruntu. Z pomiędzy składników gruntu najważniejszymi są azotany; związki te bardzo łatwo są przyswajane przez rośliny, stając się

składową ich częścią. Należy dodać, że istnieją inne jeszcze składowe części gruntu, stanowiące pokarm roślin, jak to: związki zawierające potas, fosfor i niektóre inne pierwiastki.

Fig. 25.



Dyagramat, przedstawiający krążenie materii w przyrodzie.

Dla uproszczenia przedmiotu związki te pominiemy. Rośliny zatem wchłaniają z powietrza gazy, a z gruntu wzmiankowane związki i za pomocą energii dostarczanej przez promienie słońca przerabiają proste te związki

chemiczne na bardziej złożone. Daje nam to drugą fazę (Fig. 25 B): wytwory życia roślinnego. Wtwory te życia roślinnego składają się z takich materyałów, jak cukier, skrobia, tłuszcze i białka; wytworzyła je wszystkie roślina z materyałów dostarczanych przez grunt i powietrze, przy współdziałaniu promieni słonecznych. Te wytwory życia roślinnego stanowią teraz pokarm królestwa zwierzęcego.

Skrobia, tłuszcze i białka są pokarmem zwierząt, i jedynie tylko podobnie złożonemi ciałami żywić się może królestwo zwierzęce.

Życie zwierzęce, zajmujące wysokie miejsce w kole, nie jest zdolne do wydobywania swego pożywienia z gruntu, lecz musi się zasilać bardziej złożonemi pokarmami, wytworzonemi przez życie roślin. Złożone te pokarmy spożywane są przez zwierzę i wchodzi w skład jego ciała. Dzięki działalności zwierząt niektóre z tych pokarmów odrazu ulegają rozkładowi na kwas węglany i wodę, te zaś, znalazłszy się w wolnym przestworze, odzyskują stan, w którym znowu służyc mogą za pokarm roślinom. Ta część pokarmu zostaje tedy napowrót ściągniętą na spód koła (Fig. 25, linie kropkowane). Lecz jakkolwiek prawdą jest, że zwierzęta w ten sposób sprowadzają niektóre ze swych pokarmów do prostej postaci kwasu węglan-

nego i wody, powiedzieć jednak tego nie można o większości pokarmów zawierających azot. Pokarmy te równie są niezbędne do życia jak tamte, zawierające węgiel a zwierzęta nie doprowadzają pokarmów azotowych do stanu, w którymby je mogły przyswoić sobie rośliny. Pokarmów azotowych, dostarczanych zwierzętom przez rośliny, zwierzęta nie mogą im zwrócić. Część tych pokarmów przetwarzają w nowe białka (Fig. 25C), część zaś sprowadzają odrazu do postaci prostszej, znanej pod nazwą mocznika: w tej postaci azot zwykle bywa wydalany z ciała zwierzęcego; lecz mocznik nie służy za pokarm roślinom, gdyż zwykle rośliny zupełnie są niezdolne do przyswojenia go sobie. Część azotu spożytego przez zwierzę gromadzi się w jego ciele, które przeto po śmierci zwierzęcia zawiera wielce złożone związki azotowe; lecz rośliny nie są zdolne do przyswojenia sobie tych związków. Roślina nie może się żywić tkanką mięśniową, ani tłuszczem, ani kośćmi, gdyż są to związki tak złożone, że ona zużytkować ich nie zdoła. Tak więc podczas krążenia pokarmów ze związków wziętych z ziemi powstały związki o coraz większej złożoności; doszły one do szczytu koła i żaden z nich prócz części węgla i tlenu nie został obrócony napowrót w pokarm dla roślin. Aby materyał ten znowu mógł stać się odpowiednim dla życia roślin i ponownie

okrażyć koło, musi być jeszcze raz przeprowadzony ze swej bardzo zawilej postaci w postać prostszą.

Teraz występują na scenę czynniki rozkładowe, o których wyżej mówiliśmy. Najbliższą tedy fazę w naszym cyklu zajmują bakterie wywołujące rozkład. Organizmy te istniejące, jak to już widzieliśmy w powietrzu, ziemi, wodzie i zawsze gotowe opanować wszelką substancję organiczną, która może im dostarczyć pożywienia, żywią się wytworami życia zwierzęcego, czy to będą wytwory takie; jak tkanka mięśniowa, tłuszcz, cukier, czy też wydaliny, jak mocznik. W wytworach tych bakterie wywołują wspomniane już chemiczne zmiany rozkładu. W rezultacie tego rozkładu chemicznego ciała złożone rozpadają się na coraz prostsze składniki, aż wreszcie następuje zupełny rozpad ciała zwierzęcego lub jego wydaliny i przejście w postaci tak już proste, że związki te znowu mogą służyć za pokarm roślinom. Tym sposobem bakterie są koniecznym ogniwem łączącym ciało zwierzęce lub jego wydaliny z ziemią, a więc z tą fazą cyklu, w której materiały te jeszcze raz służyć mogą za pokarm roślinom.

Lecz w biegu sprawy rozkładowej, odbywającej się dzięki działalności bakterii gnilnych, bardzo często się zdarza, że niektóre z materiałów pokarmowych rozpadają się na składniki zbyt proste, by mogły służyć za po-

karm roślinom. Jak widać na rysunku (Fig. 25D), część wytworów rozszczerzenia, powstałych z rozpadu tych pokarmów zwierzęcych, przybiera postać kwasu węglanego i wody. Składniki te służyć mogą za pokarm roślinom, jak pokazują linie kropkowane. Przechodzą one bowiem w powietrze, skąd zielone liście roślin znowu je pochłaniają i przyswajają jako pokarm. Tym sposobem węgiel i tlen okrażyły koło i znowu powróciły do miejsca, z którego wyszły. Co zaś do azotowej części pokarmu, to zdarza się bardzo często, że wytwory będące wynikiem spraw rozkładowych nie znajdują się jeszcze w stanie odpowiednim, by mogły służyć za pokarm roślinom. Zostały one doprowadzone do stanu zbyt prostego. W rezultacie tych zmian gnilnych azotowe wytwory życia zwierzęcego rozpadają się często na związki tak proste jak amoniak (NH_3) lub na związki zwane przez chemików azotanami (Fig. 25D). Otóż związków tych rośliny przyswajac nie mogą. Bujna roślinność kuli ziemskiej otrzymuje swój azot z gruntu w postaci bardziej złożonej niż wspomniane tu związki, gdyż, jak widzimy, głównie azotany dostarczają roślinom azotowych części pokarmu; lecz azotany zawierają znaczną ilość tlenu. Amoniak, będący jednym z wytworów rozkładu gnilnego, nie zawiera tlenu, azotony zaś zawierają go mniej niż azotany. Ciała te są zatem zbyt

proste, aby mogły służyć roślinom za źródło azotu. Rozkład chemiczny materiałów pokarmowych, będący wynikiem działalności bakterii gnilnych, jest zbyt zupełny, i pokarmy azotowe nie znajdują się jeszcze w stanie nadającym się do przyswojenia przez rośliny.

Teraz występuje na scenę nowa klasa drobnoustrojów, której istnienie stwierdzono w ciągu ostatnich lat. Wszędzie w gruncie, a zwłaszcza w gruncie urodzajnym, znajduje się grupa bakterii, która otrzymała nazwę bakterii nitryfikujących (Fig. 26). Organizmy te rosną w gruncie i żywią się jego składowymi częściami. Działanie ich na wy-

Fig. 26.



Bakterie gruntu wywołujące nitryfikację.

Niektóre z nich sprowadzają utlenienie wytworów azotowych, dzięki któremu amoniak łączy się z tlenem i daje cały szereg wytworów, ostatecznie przechodzących w azotany (Fig. 26). Za sprawą innych gatunków wyższe jeszcze związki azotowe, a między niemi i azotony, są dalej utleniane i przechodzą ostatecznie

w azotany. W ten sposób drobnoustroje nitryfikujące tworzą ostatnie ogniwo łańcucha wiążącego królestwo zwierzęce z roślinnym (Fig. 25, 4). Gdy bowiem organizmy nitryfikujące utleniły wytwory rozszczepienia związków azotowych, utlenione te związki w postaci azotanów lub kwasu azotowego pozostają w gruncie i mogą już teraz być przyswojone przez korzenie roślin, mogą napowrót rozpocząć swą wędrówkę. Widzimy więc, że kiedy rośliny, budując związki złożone, stanowią ogniwo, wiążące ziemię z życiem zwierzęcym, bakterie w drugiej połowie koła, rozkładając napowrót te związki, są ogniwem, wiążącym życie zwierzęce z ziemią. Koło pokarmowe byłoby niezupełnym bez udziału życia bakterii, podobnie jak byłoby niezupełnym bez udziału życia roślinnego.

Lecz nawet i teraz koło to nie jest zupełne. Skutkiem niektórych spraw rozkładowych część azotu oddziela się od koła po stycznej. W przebiegu spraw rozkładowych, odbywających się dzięki działalności drobnoustrojów, znaczna część azotu rozprasza się w powietrzu w stanie wolnym. Gdy mięso się rozkłada, część jego przechodzi w amoniak i inne związki azotowe; przy dłuższym trwaniu gnijącego rozpada się na prostsze jeszcze postacie, i w rezultacie azot rozprasza się w powietrzu w postaci wolnego azotu. Ten wolny azot

rozprasza się w powietrzu wszędzie, gdzie tylko odbywa się gnicie. Jest on stracony dla roślin, te bowiem nie mogą przyswajać wolnego azotu z powietrza. Na rysunku widać, jak ta część materiału za sprawą bakterii rozkładowych została wyrzucona z koła po stycznej (Fig. 25E). Wobec tego staje się jasnym, że zapas pokarmu azotowego stale musi się zmniejszać. Pierwotnie ziemia mogła zawieść daną ilość związków azotowych, lecz gdy skutkiem spraw rozkładowych znaczne ilości azotu rozpraszają się w powietrzu, koniecznym tego następstwem jest stale zmniejszanie się ogólnej ilości pokarmu azotowego, od którego zależy królestwo roślinne i zwierzęce.

Ilość azotu, krążącego w tem kole, zmniejsza się innemi jeszcze sposobami. Przede wszystkim musimy zaznaczyć, że wynikiem zwykłych spraw roślinnych jest stopniowe splukiwanie gruntu wskutek którego azot zostaje unoszony do oceanu. Ciało zwierzęcia lub rośliny, które przypadkiem wpadło do strumienia lub rzeki, dostaje się do morza, i ostatecznie wytwory jego rozkładu przechodzą do oceanu, gdzie są już stracone dla ziemi. Jakkolwiek to stopniowe wyciąganie azotu z gruntu przez splukiwanie odbywa się wolno, niemniej jednak jest pewnem. Odbywa się ono o wiele szybciej w naszym okresie cywilizacji, niż za dawnych czasów, ponieważ wytwory gruntu dostarczane do miast wpadają tam do

sieci kanalizacyj. Nasze miasta zatem przy dzisiejszym systemie kanalizacji splukują z ziemi związki azotowe i odprowadzają je do morza.

W innym jeszcze kierunku związki azotowe stają się straconemi dla życia roślinnego: mianowicie, przez używanie różnych związków azotowych do wyrobu materiałów wybuchowych. Proch strzelniczy, nitrogliceryna, dynamit i wszystkie prawie materiały wybuchowe, używane do jakichkolwiek celów, są to związki azotowe. Podczas wybuchu azot ulatnia się w powietrze w postaci gazu, w znacznej części w postaci wolnego azotu. Związki, z których wyrabiamy materiały wybuchowe, zawierają azot w formie dostępnej dla roślin. Saletra np. równie nadaje się do używania gruntu, jak do wyrobu materiałów wybuchowych. Wytwory zaś wybuchu są to gazy, których rośliny nie mogą już zużytkować; tym sposobem każdy wybuch związków azotowych przyczynia się do tego stopniowego rozpraszania wytworów azotowych, zmniejszając zapas pokarmu, służącego roślinom.

Wszystkie te czynniki przyczyniają się do zmniejszenia masy materiału krążącego w kole pokarmowym przyrody, i tym sposobem zdają się fatalnie zmierzać do zakończenia procesów życiowych; gdy bowiem z ziemi wyczerpane zostaną związki azotowe, życie roślinne będzie musiało ustać z braku pokarmu, a bezpośrednio potem ustanie i życie

zwierzęce. Ta utrata azotu zmusza w znacznej mierze naszych rolników do kupowania nawozu. W ciągu ostatnich lat piętnastu jednak przekonaliśmy się, że i tu również możemy patrzeć na naszych przyjaciół, bakterye, jako na czynniki, działające przeciw tej dążności w procesach przyrody. Życie bakteryi, w dwóch różnych kierunkach, przywraca z atmosfery mniejszą lub większą ilość tego rozproszonego wolnego azotu.

Przedewszystkiem stwierdzono w ostatnich czasach, że, jeżeli ziemia zupełnie wolna od wszelkiej roślinności, lecz zawierająca pewne gatunki bakteryi, pozostaje w zetknięciu z powietrzem, to ilość zawartych w niej związków azotowych zwolna, lecz stale wzrasta. Te związki azotowe, oczywiście, wyrabiane są przez bakterye gruntu, gdyż nie nagromadzają się w razie nieobecności bakteryi w gruncie, nagromadzają się zaś zawsze, gdy bakterye są obecne we właściwej ilości i we właściwym gatunku. To przyciąganie azotu jest dziełem, nie jednego gatunku drobnoustrojów, lecz dwóch czy trzech działających wspólnie. Znamy pewne kombinacye bakteryi, które, zaszczerpione na gruncie, przyciągają azot, lecz żaden gatunek nie daje tego wyniku pojedynczo. Nie wiemy, w jakiej mierze drobnoustroje te rozpowszechnione są w ziemi, ani w jakich rozmiarach odbywa się to przyciąganie azotu przez bakterye. Zjawie-

sko to dopiero niedawno zostało stwierdzone, lecz możemy już z całą słusnością uważać bakterye ziemi za jeden z czynników w sprawie odzyskiwania z atmosfery rozproszonego w niej wolnego azotu.

Druga droga, którą bakterye przyczyniają się do odzyskania straconego azotu, polega na skombinowanym działaniu pewnych ich gatunków z niektórymi wyższymi roślinami. Zwykle rośliny zielone, jak to już zaznaczono, nie mogą przyswajać wolnego azotu z atmosfery. Stwierdzono jednak mniej więcej przed piętnastu laty, że niektóre gatunki roślin, a głównie wielka rodzina strączkowych, obejmująca groch, bób i t. p., nawet rosnąc na glebie ubogiej w azot, mogą otrzymywać go z innego źródła niż gleba, na której rosną. Groch, rosnący na glebie niezawierającej związków azotowych i zraszany wodą nie zawierającą azotu, w miarę jak kielkuje i rośnie, nagromadza znaczną ilość azotu w swych tkankach. Jedyne źródłem tego azotu mogło być, oczywiście, powietrze, które otacza liście rośliny lub przenika przez grunt i dochodzi do jej korzeni. Zjawisku temu początkowo przeczesano, później jednak przekonano się, że jest ono rzeczywistem i zależy od współdziałania roślin z pewnymi bakteryami ziemi. Gdy roślina strączkowa przyswaja sobie w ten sposób azot z powietrza, na korzeniach jej rozwijają się małe guzowatości, zwane wę-

zatkami lub gruzelkami korzenia. Węzłki te bywają wielkości główki od szpilki, niekiedy są jeszcze większe, dochodząc nieraz do rozmiarów dużego grochu, a nawet jeszcze większych. Są to, jak stwierdza badanie mikroskopowe, małe gniazda bakteryi. Drobnoustroje ziemi (Fig. 27) znajdują sobie jakoś drogę do korzeni kielkującej rośliny i, natrafwszy odpowiednie podłoże, rozwijają się w znacznej ilości, tworząc w korzeniu gruzelki. Wtedy, w sposób zupełnie nam nieznaną, roślina i bakterye, rosnąc razem, wyciągają azot z powietrza, przenikającego do gleby, i wiążą go w gruzelkach i korzeniach w postaci związków azotowych. W rezultacie okazuje się, że ilość azotu (w związkach) w roślinie po pewnym czasie znacznie się zwiększyła (Fig. 25E).

Fig. 27.



Bakterye ziemi, wywołujące tworzenie się gruzelków w korzeniach.

Roślina umiera i wtedy korzenie jej, lodygi i li-

Stanowi to punkt wyjścia w sprawie odzyskania utraconego azotu. Roślina żyje sobie dalej swem zwykłym życiem, być może powiększając zapas azotu w swych korzeniach, lodygach i liściach przez cały czas swego dojrzewania. Następnie gdy życie rośliny dobiegło końca, roślina umiera i wtedy korzenie jej, lodygi i li-

ście padają na ziemię, pokrywają się nią i stają się lupem wspomnianych już bakteryi rozkładowych. Azot w powyższy sposób przyswojony podlega znanym nam zmianom rozkładowym, prowadzącym ostatecznie do utworzenia azotanów. W ten sposób część utraconego azotu zostaje odzyskana przez ziemię w postaci azotanów i znowu może rozpocząć wędrówkę swą w kole odżywczym przyrody.

Widzimy teraz, że koło to jest zamknięte. Zaczynając się od mineralnych składników gruntu, materiał odżywczy posuwa się w swej wędrówce od gruntu do rośliny, od rośliny do zwierzęcia, od zwierzęcia do bakteryi, a od bakteryi, poprzez szereg innych bakteryi, napowrót do gruntu, w tym stanie, w jakim zeń wyszedł. Jeżeli w czasie tej wędrówki część azotu została odrzucona po styczności z ziemią, to i ta część również sprowadzona będzie napowrót do gruntu za sprawą życia bakteriijnego. Tak więc materiał odżywczy wzierzał i roślin nie ustaje w swem wiecznym krążeniu. Światło słońca dostarcza energii do ruchu. Światło słońca również zmusza materiał odżywczy do posuwania się w kole i podtrzymuje te nieskończone przemiany; i póki słońce będzie świeciło nad ziemią, póty, zdaje się, niema powodu, aby sprawa ta kiedykolwiek ustała. To bezustanne krążenie uczyniło możliwym nieprzerwane trwanie życia w ciągu milionów lat istnienia zie-

mi. To bezustanne krążenie czyni życie możliwym i teraz, i jedynie tylko ten fakt, że materiał odżywczy może w powyższy sposób krążyć od zwierząt do roślin i od roślin do zwierząt, podtrzymuje dalsze istnienie żyjącego świata. Lecz, jakeśmy widzieli, połowa tego wielkiego koła przemian materiału odżywczego zależy od życia bakteryi. Bez nich ciało zwierzęce i jego wydaliny nigdy nie mogłyby stać się napowrót pokarmem dla roślin; a zatem bez działalności tych drobnoustrojów koło odżywcze byłoby niepełne i życie na powierzchni ziemi nie mogłoby trwać przez czas nieokreślony. Trwanie obecnego stanu przyrody oraz istnienie życia w ubiegłych okresach dziejów świata oparte jest na wszechobecności bakteryi i na ich nieustającej działalności, zarówno rozkładowej jak i twórczej.

Stosunek bakteryi do rolnictwa.

Zaznaczyliśmy już, że bakterye odgrywają ważną rolę w niektórych gałęziach przemysłu rolnego, zwłaszcza zaś w gospodarstwie mlecznem. Przy rozważaniu kwestyi, któreśmy tylko co roztrząsali, staje się dla nas jasnym, że organizmy te pozostawać muszą w bliższym jeszcze związku z zajęciami rolnika. Rolnictwo polega na hodowaniu roślin i zwierząt, a widzieliśmy już jak doniosłą jest rola bakteryi w podtrzymywaniu życia

zwierzęcego i roślinnego. Lecz niezależnie od tych wywodów teoretycznych powierchowne nawet badanie pokazuje, że rolnik robi czysto praktyczny użytek z bakteryi; czyni on to zwykle nieświadomie, co jednak postaci rzeczy nie zmienia.

Kielkowanie ziarna.

Życie bakteryjne wywiera swój wpływ nawet na kielkowanie ziarn, gdy te zostały rzucane w ziemię. Gdy ziarno padło na grunt wilgotny, zaczyna zaraz kielkować pod wpływem ciepła. Bogata białkowa zawartość ziarna stanowi wyborny materiał odżywczy, a ponieważ bakterye znajdują się w ziemi w wielkiej ilości, zwykle więc zaczynają wyrastać i rozwijać się na ziarnie. Jeżeli wilgoć jest nadmierna a ciepłota znaczna, to często bardzo rosną w ziarnie tak szybko, że kielkowanie ustaje i ziarno gnije w ziemi; w zwykłej jednak glebie to się nie zdarza. I tu wszakże bakterye wyrastają w ziarnie, jakkolwiek nie w takiej ilości, aby wyrządzić szkodę jakąś. Badacze utrzymują, że obecność niewielkiej ich ilości konieczną jest, aby ziarno kielkowało w sposób właściwy; utrzymują, że wyrastające bakterye dążą do rozmiękczenia materiału odżywczego w ziarnie, tak, że młody kielek może go sobie przyswoić z większą łatwością, i że bez podobnego rozmiękczenia ziarno pozostaje zbyt twardem

by mogło wykiełkować. Twierdzenie to wydaje się jednak wątpliwem, gdyż ziarna mogą dość dobrze kiełkować bez pomocy bakterii. Niemniej jednak bakterie rosną w ziarnie podczas kiełkowania i pomagają roślinie do rozmiękczenia materiału odżywczego. Roli ich w kiełkowaniu ziarna nie możemy uważać za istotną. Można twierdzić, że zwykle grają one przynajmniej przypadkową rolę w tym podstawowym procesie życia, jakkolwiek niewiadomo czy przyczyniają się tem w znacznej mierze do wyrastania kielków.

Jamy w gospodarstwie rolnem.

W urządzeniu jamy zbożowej rolnik niewątpliwie ma przed sobą wielkie zagadnienie bakteriologiczne. Gdy stara się przechować letnią paszę na zimę dla swego bydła, napotyka przeszkodę ze strony pospolitych bakterii. Jeżeli pasza będzie wilgotna, niewątpliwie podlegnie rozkładowi i w krótkim czasie stanie się niezdatną do użytku. Rolnik musi przeto suszyć niektóre rodzaje paszy, jak siano. Lecz nie wszystkie rodzaje paszy w ten sposób przechowywać można. Niektóre ziemniaki, jak lodyga kukurydzy, stanowią dobrą paszę, gdy są świeże, wysuszone zaś małą mają wartość. Dzięki doświadczeniu i obserwacji rolnik odkrył metodę kierowania wzrostem bakterii, która pozwala mu

uniknąć zwykłych złych następstw. Mamy na myśli jamę zbożową. Jest to wielkie, mocno zbudowane pudło, otwarte tylko od góry. Zieloną paszę bardzo ściśle w niem układa tak, iż po napełnieniu powietrze ma dostęp jedynie tylko do powierzchni. W tych warunkach pasza pozostaje wilgotną, niemniej jednak nie podlega swej zwykłej fermentacji i gniciu i całymi miesiącami może być przechowywana bez zmiany. Z podobnej jamy wyjąć możemy paszę w kilka miesięcy po włożeniu, a przekonamy się, że jest jeszcze zdatna do użytku. Wprawdzie charakter jej zmienił się nieco, lecz nie uległa rozkładowi, i byłoby chciwie ją zjeść.

Bardzo mało jeszcze wiemy o naturze zmian zachodzących w paszy w jamie zbożowej. Pasza nie jest zabezpieczona od fermentacji. Gdy paszę do jamy wkładamy powoli, występuje bardzo wyraźna fermentacja, dzięki której temperatura masy podnosi się do 60—70° C. Ogrzanie to zależy od pewnych gatunków bakterii, łatwo rosnących nawet przy tak wysokiej temperaturze. Fermentacja zużywa do pewnego stopnia powietrze w jamie się znajdujące i wywołuje osiadanie masy, wykluczające dalszy dostęp powietrza. Pierwsza fermentacja wkrótce ustaje, poczem zachodzą jedynie powolne zmiany. Po pewnym czasie zwolna zaczynają wyrastać pewne bakterie wytwarzające kwas, i z czasem cała

massa staje się nieco kwaśną wskutek utworzenia się kwasu octowego. Lecz usunięcie powietrza, ściśle układanie i mała ilość wilgoci zapobiegają wyrastaniu zwykłych bakterii gnilnych, i masa pozostaje zdatną do użytku przez długi czas. Przy innych sposobach napelniania jamy paszę bardzo szybko układają i ściśle ubijają, tak, aby od razu już, o ile możności, usunąć wpływ powietrza. W tych warunkach brak wilgoci i powietrza w znacznej mierze zapobiega fermentacji. Jedynie tylko wyrastają niektóre bakterie wytwarzające kwas, i to bardzo wolno. W obu wypadkach otrzymujemy ten wynik, iż zapobiegamy wyrastaniu zwykłych bakterii gnilnych, prawdopodobnie wskutek braku dostatecznej ilości tlenu i wilgoci, i tym sposobem nie dopuszczamy rozkładu. Ściśle zapakowana pasza przedstawia równie nieprzyjazne warunki dla rozwoju bakterii gnilnych, jak mocno wyciśnięty ser (patrz wyżej) i wzrost ich w ten sam sposób zostaje powstrzymany. Przedmiot ten dotychczas bardzo mało nam jest znany; wiemy jednak dosyć, aby zrozumieć, że powodzenie w urządzaniu jamy zbożowej zależy od umiejętnego manipulowania bakteriami.

Urodzajność gruntu.

Jedynym obowiązkiem rolnika jest wyciągnięcie z ziemi pokarmu. Osiąga on to bądź bezpośrednio, uprawiając zboże, bądź pośrednio, hodując zwierzęta, które żywią się wytworami ziemi. W obu wypadkach urodzajność gruntu stanowi najważniejszy czynnik jego powodzenia. Urodzajność ta jest to dar, otrzymywany przezeń od bakterii.

Już w pierwotnem tworzeniu się gruntu zależy ten dar w pewnej mierze od bakterii. Grunt, jak wiadomo, w znacznej części utworzony jest ze skał sproszkowanych. Kruszenie się skał nazywamy zwykle wietrzeniem i przypisujemy je wpływowi wilgoci i zimna wraz z utleniającem działaniem powietrza. Bezwątpienia tak jest rzeczywiście, i wietrzenie stanowi sprawę fizyczną i chemiczną. Niemniej jednak w tym podstawowym procesie kruszenia skał działanie bakterii ma pewne znaczenie, jakkolwiek, być może, niewielkie. Niektóre gatunki, jak widzieliśmy, mogą rozwijać się na bardzo prostych odżywkach, znajdując w wolnym azocie i związkach węgla dość złożony materiał dla swego życia. Drobnoustroje te rosną na nagiej powierzchni skał, przyswajając sobie azot z powietrza, a węgiel z pewnych szeroko rozpowszechnionych związków lub z kwasu wę-

glanego, zawartego w powietrzu. Wydzielane przez nie kwaśne wytwory przyczyniają się do rozmiękczenia skał i tem samem ułatwiają pierwszy krok w sprawie wietrzenia.

Wszakże grunt nie jest utworzony wyłącznie tylko ze skał skruszonych. Prócz nich zawiera jeszcze liczne składniki, nadające mu urodzajność. Należą tu różne siarczany, stanowiące ważną część pożywienia roślin. Siarczany te zdają się być utworzone, przynajmniej w części, dzięki działalności bakterii. Rozkład ciał białkowych między innymi daje początek siarkowodorowi. Gaz ten, pospolicie znajdujący się w powietrzu, zostaje utleniony dzięki rozwojowi bakterii w kwas siarczany, stanowiący podstawę wielu siarczanów gruntu. Do odkładania się połączeń fosforu i krzemu z żelazem prawdopodobnie również w pewnej mierze przyczynia się działalność bakterii. Wszystkie te sprawy są czynnikami tworzenia się gruntu. Bezsprzecznie kruszenie się skał, odbywające się wszędzie w przyrodzie, jest głównie wynikiem zmian fizycznych i chemicznych; mamy jednak zasadę do twierdzenia, że czynnikiem fizycznym i chemicznym, przynajmniej do pewnego stopnia, dopomagają bakterie.

Ważniejszy od poprzednich czynnik urodzajności gruntu stanowi zawartość azotowa, bez której grunt jest zupełnie jałowy. Pochodzenie tych składników azotowych by-

ło mniej lub więcej zagadkowe. Urodzajna gleba wszędzie zawiera azotany i inne związki azotu, a w niektórych miejscowościach istnieją olbrzymie pokłady tych związków, np. pokłady azotanów (saletry) w Chili. Że pochodzą one pierwotnie z wolnego azotu atmosfery, wydaje się rzeczą pewną; czyniono różne usiłowania celem wytlómaczenia sposobu, w jaki azot utworzył związek. Przypuszczano, że przy wywiązywaniu się elektryczności w powietrzu powstaje kwas saletrany, który wtedy łatwo łączy się ze składnikami gruntu, by wytwarzać azotany. Zamało przecież mamy danych, aby czynnikowi temu przypisywać wielką wagę.

Czynnikiem istotnym są niewątpliwie bakterie gruntu. Jak to już widzieliśmy, bakterie mogą przyswajać wolny azot atmosferyczny, przeistaczając go w azotony i azotany. Widzieliśmy również, że mogą one działać wspólnie z roślinami strączkowymi i niektórymi innymi, uzdalniając je do pochłaniania azotu atmosferycznego i nagromadzania go w korzeniach. Dwa te fakty zapobiegają wyczerpywaniu się azotowych składników gruntu, pomimo że rozpraszanie azotu odbywa się nieustannie. Dalej, musimy przypuścić, że dzięki podobnej działalności bakterii powstały pierwotne azotowe składniki gruntu. Ze wszystkich możliwych czynników działalność bakterii wydaje się jedynym, który mógł dostarczyć azotanów glebie dziewiczej; musimy za-

tem uważać bakterye za istotną przyczynę pierwotnej urodzajności gruntu.

Lecz i pod innym jeszcze względem rolnik bezpośrednio zależy od bakteryi. Najważniejszą część urodzajnego gruntu stanowi tak zwany czarnoziem. Jest on bardzo złożony i niejednakowy w różnych gruntach; zawiera w obfitości związki azotowe wraz z siarczanami, fosfatami, cukrem i niektórymi innymi substancjami. Dzięki czarnoziemowi ziemia ogrodowa różni się od piasku, a gleba urodzajna od jałowej. Jeżeli ziemia jest rokrocznie uprawiana, jej odżywcze składniki zwolna, lecz niechybnie się wyczerpują. Z czarnoziemem corocznie coś ubywa i jeżeli ubytek nie będzie pokryty, grunt staje się niezdolnym do podtrzymania życia. Rolnik rozumie, że, aby utrzymać wytwór gruntu na stałej wysokości, należy mniej lub więcej stale używać nawozu.

To używanie nawozów jest, po prostu, karmieniem zboża. Niektóre z tych nawozów rolnik kupuje i bardzo mało lub nawet nie wie o ich pochodzeniu. Najpospolitszą jednak metodą karmienia zboża jest używanie zwykłej mierzwy. Łatwo pojąć, dlaczego mierzwa jest pokarmem dla roślin; składa się bowiem z niestrawionych resztek pokarmów, wraz z mocznikiem, i wszystkimi wydalinami zwierzęcymi i zawiera przeto, prócz części mineralnych, wszystkie azotowe odpadki ży-

cia zwierzęcego. Wydaliny te nie od razu są zdatne na pokarm dla roślin; doświadczenie nauczyło rolnika, że te, dla użyteczności swej uprzednio przejść muszą cały szereg zmian powolnych, zwanych niekiedy dojrzewaniem. Nieraz rozrzucają po polu świeży gnój, lecz rośliny korzystają zeń mogą jedynie wtedy, gdy dojrzewanie już się skończyło. Świeże wydaliny zwierzęce, jako nawóz, bardzo małą lub żadnej nie posiadają wartości. Rolnik pozostawia zatem gnój na pewien czas w kupach, w których podlega on powolnym zmianom, stopniowo doprowadzającym go do stanu użyteczności dla roślin. Dojrzewanie to łatwo zrozumieć na zasadzie tego, cośmy już poprzednio mówili. Świeże wydaliny zwierzęce składają się z różnych, wielce złożonych, związków azotowych, dojrzewanie zaś polega na ich rozkładzie. Ciała białkowe rozpadają się, a ich pierwiastki azotowe zostają sprowadzone do postaci azotanów, leucyny i t. d., a nawet amoniaku lub wolnego azotu. Dalej, następuje druga sprawa: sprawa utlenienia tych związków azotowych; amoniak i azotony, będące wynikiem rozkładu, przeistaczają się w azotany. Słowem, w tym dojrzewającym gnoju odbywają się sprawy, opisane w pierwszej części tego rozdziału, dzięki którym skomplikowane ciała azotowe najpierw ulegają rozkładowi, a potem utlenieniu, by mogły utworzyć po-

karm dla roślin. Dojrzewanie gnoju jest sprawą i analityczną i syntetyczną. Za sprawą analizy ciała białkowe i inne rozpadają się na bardzo proste związki, z których część rozprasza się w powietrzu, część zostaje w gnoju i utlenia się; utlenione dopiero dają materiał użyźniający. Dzięki działalności bakterii kupa gnoju staje się więc dla rolnika wielkim źródłem pożywienia dla roślin. Do tej kupy gnoju rzuca on odpadki, słomę, wogóle substancje roślinne i zwierzece lub wszelkie odpadki organiczne, które ma pod ręką. Wszystko to idzie na łup bakterii, które wywołują rozkład i przeistaczają odpadki te znowu w pożywienie dla roślin. Gnijąca kupa gnoju jest zatem olbrzymią hodowlą bakterii.

Znajomość sprawy dojrzewania uczy rolnika, jak zapobiegać stratom. Przy zwykłym rozkładzie kupy gnoju niemała część azotu ginie, rozpraszając się w powietrzu, bądź jako amoniak, bądź jako wolny azot. Nawet azotany mogą w ten sposób zginąć skutkiem bakterii. Część azotu dla rolnika zupełnie jest stracona; tę stratę właśnie wynagradzić sobie może, kupując azotany w postaci sztucznych nawozów, lub ściągając azot z powietrza dzięki działalności bakterii, o której mówiliśmy już wyżej. Rozporządzając temi wiadomościami, uczy się on zapobiegać stratom. Podczas rozkładu ważnym czynnikiem strat jest amoniak,

który, będąc gazem, łatwo rozprasza się w powietrzu. Znając ten zwykły wynik działalności bakterii, uczeni nauczyli rolnika, że, dodając do kupy rozkładającego się gnoju pewnych pospolitych chemikaliów, łatwo łączących się z amoniakiem, może on w kupie tej zatrzymać większą część azotu w postaci soli amoniakalnych, które nie posiadają żadnej dążności do rozpraszania się w powietrzu. Zwykły gips lub nadfosforany łatwo łączą się z amoniakiem; dodane do mierzwy w znacznej mierze przeciwdziałają dążności azotu do ulatniania się, co pozwala rolnikowi zwrócić glebie większą część azotu, wyciągniętego z niej w postaci zbiorów i zużytego przez inwentarz. Rośliny przeistaczają azotany w ciała białkowe. Zwierzęta żywią się temi ciałami białkowymi i wykonywają dla rolnika pracę lub dostarczają mu mleka. Następnie jego inwentarz bakteryjny zabiera się do odpadków azotowych i w kupie gnoju przeistacza mu je znowu w azotany, gotowe jeszcze raz rozpocząć ten ruch cykliczny. Mogłoby to trwać prawie bez końca, gdyby nie dwie okoliczności: 1) rolnik wysyła ze swego gospodarstwa materiał azotowy w postaci mleka, zboża lub innych produktów azotowych, które przeznaczają na sprzedaż — i 2) w czasie sprawy rozkładowej część azotu, jakęśmy widzieli, ulatnia się w powietrze w postaci azotu.

Dla zapobieżenia tym stratom rolnik rozporządza inną metodą użyźniania gruntu, również zależną od bakteryi. Jest to tak zwany zielony nawóz. Niektóre rośliny, przyswajające azot z powietrza hodujemy na polu, które ma być użyźnione, poczem nie sprzątamy ich, lecz zaorywamy w ziemię; ścinamy zresztą wierzcholki, resztę zaś zaorywamy. Materiał roślinny w ten sposób worany pozostaje tam do następnego roku i użyźnia glebę. Bakterye ziemi wchodzą tu w grę w różnych kierunkach. Popierwsze, jeżeli roślina zasiana jest strączkową, bakterye ziemi pomagają jej przyswajać azot z powietrza. Jedynie tylko te rośliny nadają się na nawóz zielony, które mogą przy pomocy bakteryi otrzymać azot z powietrza i nagromadzić go w swych korzeniach. Powtóre, gdy cały zbiór został worany w ziemię, staje się on lupem różnych bakteryi rozkładowych, rozszczepiających związki złożone na prostsze. Węgiel w znacznej mierze rozprasza się w powietrzu, jako kwas węglany, zkad może być przyswojony przez następne pokolenie roślin. Minerale i azot pozostają w ziemi. Części azotowe przechodzą przez ten sam szereg zmian rozkładowych i syntetycznych, któreśmy już opisywali, i w rezultacie azot, przyswojony z powietrza dzięki skombinowanej działalności roślin strączkowych i bakteryi, zostaje przeistoczony w azotany i służy

za pokarm następnemu pokoleniu roślin, rosnących na tym samym gruncie. Mamy tu zatem praktyczną metodę użytkowywania właściwej bakteryiom zdolności przyswajania azotu i odzyskiwania go z powietrza, celem zastąpienia tej jego części, która została utracona.

Tym sposobem widzimy, że ważna dla rolnika sprawa urodzajności gruntu polega na odpowiedniem manipulowaniu bakteryami. Drobnoustroje te wzbogaciły jego grunt. W mierzwie przeistaczają wszystkie odpadki w ciała proste, z których część zamienia się na pożywienie dla roślin, reszta zaś jest dla nich straconą. Wreszcie bakteryi użyć można do odzyskania tej właśnie części straconej, i rolnik, o ile tylko należyte jest obeznany z temi faktami, może utrzymywać pod swą kontrolą zapas tego ważnego pierwiastku. Tym sposobem nieustająca urodzajność ziemi stanowi dar bakteryi.

Bakterye jako źródło szkód w rolnictwie.

Jakkolwiek rozpatrywane powyżej zagadnienia obejmują najważniejsze fakty bakteriologii rolnictwa, to jednak stosunki rolnika z bakteryami nie kończą się na tem. Drobnoustroje te w inny jeszcze sposób wpływają na jego działalność. Nie zawsze są jego pomocnikami, jak to było w większości przy-

kładów dotychczas przytoczonych. Wywołują np. choroby wśród jego bydła, o czem szczegółowiej pomówimy w następnym rozdziale. Bakterie, będąc czynnikami rozkładu, skłonne są do rozkładania zarówno tych materyałów, które rolnik chciałby zachować bez zmiany, jak i tych, któreby pragnął poddać procesowi rozkładowemu; z równą gotowością napadają na jego owoce i warzywa jak i wywołują dojrzewanie jego śmietany. Lupina owoców i warzyw zabezpiecza ich wnętrze od najścia bakteryi; lecz gdy całość jej w jakimkolwiek miejscu zostanie naruszona, bakterie przenikają do wnętrza i spowodują gnienie. Dla zapobieżenia temu rolnik przechowuje swe plody w zimnej piwnicy. Bakterie nie pozwalają mu przechowywać mięsa przez czas dłuższy, jeżeli nie pomyśli o środkach powstrzymujących ich rozwój. Przenikają one do jaj jego ptactwa i niszczą je. O szkodliwym ich wpływie w mleczarstwie, niepozwalającym przechowywać mleka, jużśmy wspominali. Jeżeli rolnik zasiewa ziarna, gdy powietrze przesycone jest wilgocią, bakterie ziemi wywołują zbyt szybki ich rozkład, i, zamiast kiełkować, ziarna gniją w ziemi. Wytwarzają one nieprzyjemną woń i są przyczyną większości szczególnych zapachów przyjemnych i nieprzyjemnych, właściwych gospodarstwu wiejskiemu. Napadają na materię organiczną, dostającą się do studni, rzeczki

lub stawu i, rozkładając ją, napełniają wodę nieprzyjemnemi i, być może, jadowitemi wytworami, które czynią ją niezdatną do picia. Nietylko przyczyniają się do gnicia drzew padłych w lesie, lecz również napadają na drzewo, które rolnik pragnąłby zachować, napadają zwłaszcza gdy drzewo jest wilgotne. Tym sposobem przyczyniają się w znacznej mierze do zniszczenia budowli drewnianych. Obecność drobnoustrojów zmusza rolnika do suszenia siąna, do wędzenia szynki, solenia mięsa, przechowywania owoców i warzyw w zimnem miejscu, do zapobiegania pękaniu lupiny, do trzymania nabiału w lodzie, do zabezpieczania drzewa od deszczu, do używania fundamentów kamiennych zamiast drewnianych i t. d. Wogóle gdy rolnik pragnie pozbyć się jakichś odpadków organicznych, pozostawia je bakterjom, gdyż na równi z ogniem są one jedynemi jego współdziałaczkami w sprawie usuwania materii organicznej. Gdy rolnik pragnie przerobić niepotrzebne odpadki organiczne na nawóz, korzysta z działalności bakteryi w kupie mierzwy. Z drugiej strony ilekroć zechce przechowywać materjały organiczne, spotyka w bakterjach wrogów, których musi bacznie się wystrzegać.

Tym sposobem życie rolnika przez cały rok ściśle związane jest z bakterjami. Od nich zależny jest, gdy mu idzie o utrzymanie ciągłej urodzajności gruntu i nieprzerwane

otrzymywanie dobrych zbiorów. Od nich zależnym jest w sprawie przetwarzania na pokarm dla roślin odpadków organicznych domu i gospodarstwa. Od nich zależnym jest, gdy chce uzupełnić swój zapas azotu. Od drobnoustrojów tych zależy smak i zapach jego masła i sera. Lecz z drugiej strony musi on ciągle być na straży przeciwko nim. Wszystkie jego wytwory muszą być zabezpieczone od sprawianych przez nie spustoszeń. Powodzenie w życiu rolnika polega więc w znacznej mierze na umiejętnym kierowaniu działalnością bakteryi. Pomaganie im w niszczeniu i rozkładaniu wszystkiego, czego nie życzy sobie zachować, oraz przeciwdziałanie ich niszczącemu wpływowi na materiał organiczny, który chciałby zachować do przyszłego użytku: oto jest przedmiot znacznej części jego pracy. Najlepszym rolnikiem doby dzisiejszej i, radziśmy w to wierzyć, najlepszym rolnikiem przyszłości, jest ten, kto najrozumniej i najumiejtniej potrafi kierować olbrzymimi siłami, dostarczając mu przez rozwój jego mikroskopowych sprzymierzeńców.

Stosunek bakteryi do węgla kamiennego.

↓Sprawą, w której bakterye odegrały doniosłą rolę, jest utworzenie się pokładów węgla kamiennego. ↓Zbyteczną byłoby rzeczą wyjaśniać doniosłość węgla w cywilizacji

współczesnej. Niezależnie od znaczenia węgla, jako materiału opałowego, trzymającego w zależności od siebie całą cywilizację, jest on źródłem nieskończonej ilości produktów użytecznych. Węgiel wydaje nam nasz gaz oświetlający, amoniak zaś stanowi jeden z wytworów przemysłu gazowego. Z węgla otrzymujemy również smołę, z którego wychodzi długi szereg użytecznych materiałów, jak farby anilinowe, kwas karbolowy i t. d. Spis produktów, które zawdzięczamy węglowi, jest niezmiernie długi, a wartość tego materiału nie może być dość wysoko ocenioną. W wyrabianiu tych produktów z węgla kamiennego bakterye nie odgrywają żadnej roli. Wiele z nich otrzymujemy za pomocą dystalacji. Lecz gdy zapytamy: jakim czynnikiem zawdzięczamy węgiel pokładów węglowych?— dowiemy się, że i tu również winniśmy wiele bakteryom.

Węgiel kamienny, jak wiadomo, pochodzi z nagromadzenia bujnej roślinności ubiegłych okresów geologicznych. Dostarczyły go nam zielone rośliny wieków ubiegłych, a zawiera on wogóle tyle kwasu węglanego, ile go rośliny te pochłonęły z powietrza. A kiedy rośliny zielone czynne były w dokonywaniu tego przyswajania, bakterye w dwóch różnych kierunkach odgrywały ważną rolę w wytwarzaniu węgla kamiennego. Po pierwsze, dostarczały roślinom tym azotu. Bez zapasu

związanego azotu w ziemi węglodajne te rośliny nie mogłyby rosnąć. Przedmiot ten już był roztrząsany. Nie posiadamy żadnych absolutnych danych co do roli bakterji w dostarczaniu roślinom azotu w ubiegłych stuleciach, lecz mamy wszelkie powody do mniemania, że w przeszłości, jak i obecnie, głównem źródłem organicznego azotu była atmosfera i że rośliny przyswajały sobie azot z atmosfery dzięki działalności bakterji. W [braku jakiegokolwiek znanego czynnika, możemy z dostateczną pewnością utrzymywać, że bakterje miały ważny udział w tem przyswajaniu azotu i że powinniśmy je przeto uważać za dostarczycieli azotu nagromadzonego w węglu kamiennym.

Lecz w późniejszym stadium tworzenia się pokładów węgla bakterje przyczyniły się do tego w sposób bezpośredni. Węgiel kamienny nie tylko jest nagromadzoną roślinnością. Węgiel kamienny naszych pokładów różni się bardzo w swym składzie chemicznym od drzewa. Zawiera on więcej węgla (czystego) i mniej wodoru i tlenu niż zwykle substancje roślinne. Przeistaczaniu się roślinności wieków ubiegłych w węgiel kamienny towarzyszyła stopniowa utrata wodoru i wynikający ztąd wzrost zawartości węgla. Powiększyło to skupienie węgla kamiennego i nadało mu większą wartość jako materiałowi opałowemu. Wytłómaczenie sposobu, w jaki

materyał drzewny wieków ubiegłych uległ przeistoczeniu w węgiel kamienny, nie nastrocza nam obecnie żadnych trudności. Ta sama sprawa w podobny sposób zachodzi dziś w torfowiskach krajów północnych. Obumarła roślinność—drzewa, pnie, gałęzie i liście—nagromadza się w massy i przy odpowiednim stanie wilgoci i temperatury zaczyna fermentować. Pospolicie ta działalność bakterji, jak to już zazaczyliśmy, powoduje prawie zupełne, acz powolne, utlenienie węgla i kończy się zupełnym rozpadem istoty roślinnej. Lecz jeżeli masa roślinna pokrywa się wodą i mułem przy odpowiednim stanie wilgoci i temperatury, wtedy zachodzi odmienny rodzaj fermentacji, niepowodujący już takiego zupełnego rozpadu. Woda niedopuszcza tlenu do massy fermentującej, utlenienie węgla w znacznej mierze jest uniemożliwione, i substancja roślinna powoli zmienia swój charakter. Pod wpływem tej powolnej fermentacji, której prawdopodobnie sprzyja ciśnienie, masa staje się coraz twardszą i gęstsza, coraz bardziej traci swój charakter drzewa, i zawartość wodoru i tlenu stopniowo się zmniejsza. Bez wątpienia zmniejsza się także i zawartość węgla, gdyż wydzielą się przytem gaz błotny, zawierający węgiel. Lecz w tej powolnej fermentacji, odbywającej się pod wodą w bagniskach torfowych, strata węgla względnie jest mała; materyał

drzewny nie utlenia się całkowicie, jak się to dzieje w zwykłym procesie rozpadu. Strata wodoru i tlenu większa jest niż węgla, zawartość przeto węgla w tej massie wzrasta. Nie jest to zwykły rodzaj fermentacji, odbywającej się w nagromadzonych massach roślinnych. Potrzeba tu szczególnych warunków i, być może, szczególnych gatunków drobnoustrojów. Torf nie we wszystkich klimatach się tworzy. W strefach gorących lub tam, gdzie substancja drzewna wystawiona jest na działanie powietrza, fermentacja istoty roślinnej jest zupełniejsza, i roślina doznaje zupełnego zniszczenia przez utlenienie. Jedynie tylko w strefach zimniejszych i pod warstwą wody zniszczenie materii organicznej nie dochodzi do zupełnego rozpadu. Taka niezupełna fermentacja odbywa się jeszcze w wielu miejscach i za jej sprawą masy roślinne przeobrażają się w torf.

To tworzenie się torfu stanowi pierwsze stadium powstawania bardziej zbitego węgla kamiennego. Dzięki dalszemu trwaniu tych samych procesów masa staje się coraz bardziej skupioną i twardą. Przechodząc od wierzchołka do spodu podobnej masy torfu spostrzegamy, że staje się ona coraz gęstsza; u spodu jest zwykle twarda, brunatna i przedstawia zaledwie słabe ślady pierwotnej budowy drzewnej. Materiał ten nazywamy lignitem. Zawiera on więcej węgla, niż torf, lecz

mniej, niż węgiel kamienny, i przedstawia, oczywiście, szczebel w tworzeniu się węgla. Lecz sprawa idzie dalej; wodoru i tlenu nieustannie ubywa, aż wreszcie wytwarza się prawdziwy węgiel kamienny.

Jeżeli takie pojmowanie sprawy tworzenia się węgla kamiennego zgodne jest z prawdą, to, oczywiście, mamy przed sobą sprawę, w której udział życia bakteryjnego był znaczny i doniosły. Dokładnych wiadomości o istocie tej sprawy brak nam zupełnie. Nie wiemy nic pozytywnego o rodzaju drobnoustrojów, wywołujących tę powolną, osobliwą fermentację. Dotychczas bakteryologowie jej nie zbadali; z bezpośredniego doświadczenia nie wiemy, czy jest ona rzeczywiście wynikiem działalności bakterii. Zwykle zapatrywano się na nią, poprostu, jako na powolną zmianę chemiczną; lecz ogólne jej podobieństwo do innych spraw fermentacyjnych tak jest wielkie, że bez wielkiego wahania się przypisać ją możemy drobnoustrojom i niewątpliwie niektórym roślinom, współdziałającym z niemi. Nie mamy powodu do powątpiewania, czy bakterie istniały w okresach geologicznych z temi samymi właściwościami, któremi obecnie się odznaczają; pewnym postaciom bakterii, rosnącym bez tlenu, prawdopodobnie przypisać możemy powolne zmiany, które wytworzyły węgiel kamienny. Mamy tu zatem znowu wielkie źródło bogactwa przyrody, a za-

wdzięczamy je bakterynom. Jakkolwiek woda i ciśnienie były istotnymi czynnikami w sprawie odkładania się węgla kamiennego, to jednak szczególna postać fermentowania roślin, spowodowała w roślinności zmiany chemiczne, których wynikiem było przeistoczenie się jej w węgiel kamienny. Roślinność ubiegłych okresów zależała od azotu, przyciągniętego przez bakterye. Drobnoustrojom tym zawdzięczamy również fakt, że roślinność nagromadziła się dla nas w pokładach skalistych.

ROZDZIAŁ V.

Bakterye pasorzytne i stosunek ich do chorób.

Ze wszystkiego, co dotyczy bakteryi, być może, najpoważniej znany jest fakt, że są one przyczyną chorób. Fakt ten właśnie uczynił je przedmiotem powszechnego zajęcia. Ta strona życia bakteryi pierwsza zwróciła na siebie uwagę, najstaranniej była badana, i co do niej nagromadzono najwięcej dowodów. Tak nieustannie roztrząsano i podnoszono stosunek bakteryi do chorób, że większość czytelników prawie nie oddziela tych dwóch

pojęć. Dla większości ludzi sam wyraz „bakterya“ jest prawie równoznaczny z chorobą, i myśl o polykaniu bakteryi z wodą lub mlekiem wywołuje odrazę i trwogę. Zdaniem publiczności dość jest dowieść, że jakiś artykuł spożywczy zawiera bakterye, aby go potępić.

Widzieliśmy już, że na bakterye zapatrywać się należy jako na czynniki użyteczne i że zasadniczy ich związek z życiem roślin nadaje im raczej prawo do miłania naszych przyjaciół, niż wrogów. Wprawdzie istnieje odwrotna strona sprawy: gdy mowa o gatunkach pasorzytnych. Te formy pasorzytne mogą nam szkodzić bezpośrednio lub pośrednio. Ale gatunki bakteryi, które zdolne są wyrządzić nam jakąś krzywdę, bakterye chorobotwórcze, są bardzo nieliczne w porównaniu z olbrzymim zastępem gatunków niewinnych. Mała liczba gatunków, może od dwudziestu do czterdziestu, należy do rzędu chorobotwórczych, gdy nierównie większa, dochodząca do setek, a być może i tysięcy, gatunków, obejmuje bakterye zupełnie niewinne. Nie szkodzą nam one wcale, nawet jeżeli będziemy je polykali tysiącami. Nie są one pasorzytami i nie mogą rozwijać się w ciele ludzkim. Ich obecność daje się zupełnie pogodzić z najlepszym zdrowiem, a nawet mamy pewne powody do przypuszczania, że są one niekiedy wprost pożyteczne dla zdrowia. Byłoby niesprawiedliwym potępić wszystkie bakterye

dlatego tylko, że niektóre z nich czasami wywołują choroby. Wogóle bakterye są raczej czynnikami dobrego, niż złego.

Istnieją wszakże pewne gatunki, wyrządzające ludzkości wiele szkód przez zakłócanie normalnych procesów życiowych. Te bakterye chorobotwórcze nie wszystkie działają jednakowo, lecz szkodzą człowiekowi najrozmaitszemi drogami. Możemy uznać dwie różne klasy pomiędzy nimi, które wszakże, jak zobaczymy, związane są szeregiem typów przejściowych. Są to, popierwsze, bakterye chorobotwórcze, które nie są ściśle pasorzytne, lecz żyją w stanie wolnym w przyrodzie; powtóre, bakterye, które żyją jako prawdziwe pasorzyty w ciałach człowieka i innych zwierząt. Aby pojąć rzeczywisty stosunek dwu tych klas, musimy uprzednio zastanowić się nad sposobami, jakimi bakterye wogóle wywołują choroby.

W jaki sposób bakterye wywołują choroby?

Odkiedy poznano zdolność niektórych gatunków bakteryi do wywoływania chorób, pytanie: w jaki one sposób to czynią? zawsze stało na pierwszym planie. Nawet wtedy, gdy rosna w ciele, w jaki sposób wytlómaczyć dlaczego ich obecność daje początek objawom charakteryzującym chorobę? Różne odpowiedzi dawano na to pytanie w przeszłości. Przypuszczano,

że bakterye, rosnąc, pochłaniają pokarm przeznaczony dla ciała i tym sposobem ciało to wycieńczają; że wywołują utlenienie tkanek ciała lub odtlenienie ich, lub, że wreszcie w sposób mechaniczny zakłócają krążenie. Żadne z tych przypuszczeń nie utrzymało się; ale za to inne przypuszczenie, wypowiedziane dawniej, przetrwało próbę czasu. Bakterye, rosnąc w ciele, mają wytwarzać jad, a ten jad dopiero wywiera bezpośrednie działanie na ciało. Powiedzieliśmy już, że bakterye, wyrastając w jakimkolwiek środowisku, wytwarzają znaczną ilość produktów rozkładu. Powiedzieliśmy również, że pomiędzy temi produktami niektóre są natury jadowitej; są one tak jadowite, że zaszczerpione ciało zwierzęcia mogą wywołać zatrucie i śmierć. Potrzeba tylko jeszcze przypuścić, że bakterye chorobotwórcze, rosnąc w sposób pasorzytniczy w ciele człowieka, wytwarzają podobne jady, a posiadziemy już wytlómaczenie w jaki sposób dają początek chorobom.

To wytlómaczenie chorób zakaźnych jest czemś więcej niż prostą tylko teorią. W wielu razach poparły je oczywiste dowody. Stwierdzono, że bakterye, wywołujące błonicę, tężec, tyfus, gruźlicę i niektóre inne choroby, wytwarzają bardzo silne jady, nawet wtedy, gdy rosna na zwykłych podłożach odżywczych. Jady te, zaszczerpione zwierzętom, dają początek większości tych samych obja-

wów, co i same bakterye, gdy jako pasorzyty rosną w ciałach zwierząt. Główna różnica w wynikach po zaszczepieniu zwierzęciu jadu i żywych bakteryi polega na szybkości działania. Po zastrzyknięciu jadu objawy zatrucia następują prawie natychmiast; po zaszczepieniu zaś żywych bakteryi skutek widoczny jest dopiero po kilku dniach lub nawet później, a więc wtedy dopiero, gdy zaszczepione bakterye miały dość czasu, by wyrosnąć w ciele i wytworzyć znaczną ilość jadu. Nie dowiedziono bynajmniej, by wszystkie zarodki chorobotwórcze działały w ten sposób, lecz stwierdzono prawdziwość tej metody w wielu przypadkach, oraz wielkie jej prawdopodobieństwo w innych. Jakkolwiek niektóre bakterye działają może w sposób odmienny, to jednak musimy uznać wytwarzanie jadów za zwykłą, bezpośrednią przyczynę objawów chorobowych. To wyjaśnienie ułatwi nam jasne zrozumienie stosunku różnych bakteryi do chorób.

Bakterye chorobotwórcze, niebędące ściśle pasorzytnemi.

Uznawszy, że bakterye mogą wytwarzać jady, łatwo przyjść możemy do wniosku, że nie koniecznie muszą być pasorzytami, aby wywoływać zaburzenia chorobowe. Rozwijając się w przyrodzie, bakterye te nie bę-

dą wywoływały żadnych zaburzeń. Jady będą się wytwarzały w rozkładającym się materiale, lecz rzadko kiedy będą przenikały do ciała ludzkiego. Jady te, wytwarzane w pierwszych stadyach gnicia, w dalszych stadyach podlegają utlenieniu w niewinne produkty. Lecz gdyby się zdarzyło, że niektóre z tych bakteryi przypadkiem rosły w produktach organicznych spożytych następnie przez człowieka, oczywiście, mogłyby wywniknąć złe skutki. Jeżeli pokarm taki spożyty został przez człowieka wtedy, gdy bakterye zdołały już wytworzyć w nim swe produkty jadowite, może nastąpić natychmiastowe zatrucie organizmu. Skutek może być nagły i gwałtowny, jeżeli spożyto znaczną ilość jadowitego materiału, lub słaby, lecz przewlekły, jeżeli małe jego ilości wielokrotnie spożywane są z pokarmami. Podobne przykłady nie należą do rzadkich. Dobrze znane są wszystkim przypadki otrucia lodami, serem lub mlekiem oraz w wielu razach rybami lub mięsem, w którym bakterye miały możność rozwinięcia się. We wszystkich tych przypadkach jad polykany bywa w ilości wystarczającej, aby natychmiast wywołać gwałtowne objawy, nie raz kończące się fatalnie, w innych zaś przypadkach przemijające, skoro tylko udaje się wyprowadzić jad z ciała. Niekiedy wszakże ilość spożytego jadu może być bardzo mała, zbyt mała, by mogła wywołać jakiegokolwiek

następstwa, chyba że jad będzie spożywany wielokrotnie. Wszystkie te zaburzenia możemy przypisywać sfermentowanym lub rozkładającym się pokarmom. Podobne fakty trudno odróżnić od innych, powstających w warunkach nieco odmiennych, a mianowicie:

Może się zdarzyć, że bakterye rosnące w produktach spożywczych rozwijać się w nich będą dalej nawet po spożyciu i przejściu do żołądka lub kiszki. Stosuje się to zwłaszcza do bakteryi mleka. W tych warunkach bakterye nie są pasorzytami w ścisłym znaczeniu tego słowa, gdyż żywią się w dalszym ciągu tym samym pokarmem, co i poza obrębem ciała ludzkiego, kosztem zaś tkanek człowieka wcale się nie żywią. Wytwarzane przez nie jady rozwijać się będą w dalszym ciągu tak długo, póki bakterye rosną, czy to w naczyniu z mlekiem, czy w ludzkim żołądku. Jeżeli teraz jady zostaną wchłonięte przez ciało, mogą spowodować łagodną lub gwałtowną chorobę, o krótszym lub dłuższym przebiegu, trwającą może być tak długo, jak sam pokarm lub bakterye spożywane są przez osobnika. Najważniejszą chorobą tej grupy jest wzbudzająca taką twórgę cholera dziecięca, tak częsta wśród niemowląt, karmionych krowiem mlekiem w ciepłej porze roku. Łatwo pojmujemy naturę tej choroby, jeżeli wspomnimy, jak wielką jest ilość bakteryi w mleku, zwłaszcza pod-

czas upalów, oraz gdy zważymy, że w delikatnym organizmie niemowlęcia gwałtowne zaburzenia powstać mogą już za sprawą niewielkich ilości jadu, które pozostałyby bez widocznego wpływu na silniejszy organizm dorosłego. Dalej, łatwo pojąć, jak szybko choroba ustępuje leczeniu, jeżeli postaramy się, aby mleko dawane choremu, było wyjałowione.

Nie znamy jeszcze całego obszaru zaburzeń, wywoływanych przez tego rodzaju bakterye. Znajdują się one przeważnie w związku z naszymi produktami spożywczymi i zwykle, jakkolwiek nie zawsze, dotyczą czynności trawiennych. Prawdopodobnie wiele przypadków biegunki letniej powstaje z podobnych przyczyn i gdyby wyśledzić ich źródło, okazałoby się, że wywołują je jady bakteryjne, spożyte z pokarmami lub napojami lub podobne jady, wytworzone przez bakterye, które w tych pokarmach wyrosły już po spożyciu ich przez człowieka. Podczas upalów, gdy bakterye znajdują się wszędzie w takiej obfitości i gdy rosną tak szybko, nie można uniknąć zupełnie tych niebezpieczeństw bez rozciągnięcia dozoru na wszystkie pokarmy. Należy jednak pamiętać, że najpospolitszym i najniebezpieczniejszym źródłem podobnych jadów jest mleko lub jego przetwory i z tego powodu nie należy podczas upalów pić mleka, jeżeli nie jest ono zupełnie

świeże, lub jeżeli nie było gotowane celem zniszczenia zawartych w niem bakteryi.

Bakterye chorobotwórcze, które są prawdziwemi pasorzytami.

Ta grupa bakteryi chorobotwórczych obejmuje drobnoustroje, które, wtargnąwszy do ciała, żywią się kosztem jego tkanek, zamiast rozwijać się poprostu w spożytym pokarmie. Trudno jednak ściśle rozgraniczyć obie grupy. Naprzykład, bakterye wywołujące błonicę (*diphtheria* Fig. 28) w rzeczywistości

Fig. 28.



Lasecznik błonicy.

nie przenikają do ciała. Rosną one w gardzieli, przyczepione do ścian, i są ograniczone tylko do tej ściany zewnętrznej lub do tkanek powierzchniowych. Słowem, lasecznik ten znajduwany bywa tylko w ustach i gardzieli i w rzeczywistości występuje tylko na tak zwanych błonach rzekomych. Nie przenika nigdy do tkanek ciała, jakkolwiek przebywa na błonie śluzowej. Na błonie tej rośnie energicznie i wydziela, czy też wytwarza, w jakiś sposób, niezmiernie silne jady. Ciało je wchłania

i wtedy występują ogólne objawy choroby. W znacznym stopniu to samo powiedzieć można o laseczniku wywołującym tężec (*tetanus* Fig. 29). Lasecznik tężca zwykle wszczepia się w ranę zadaną jakimś przedmiotem, który leżał na ziemi, gdzie lasecznik ten żyje. Po takim wszczepieniu się rośnie szybko, lecz pozostaje umiejscowiony w ranie, nie przenikając w znaczniejszym stopniu do tkanek. W czasie swego wzrostu wytwarza jednak kilka jądów, które wyodrębniono i zbadano. Pomiędzy nimi znajdują się najgwałtowniejsze, o jakich wogóle wiemy. Lasecznik podczas swego rozmnażania się w tkankach naokoło rany wydziela

Fig. 29.

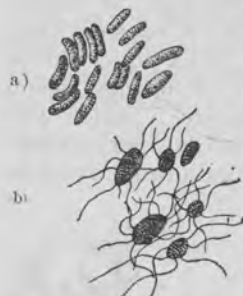


Lasecznik tężca.

te jady, a ciało je potem wchłania. Ich trujące działanie powoduje gwałtowne objawy choroby. Podobnej mniej więcej natury jest cholera azyatycka. Wywołują ją laseczniki, które mogą szybko rozwijać się w kiszkaach, żywiąc się po części znajdującymi się w nich pokarmami, po części zaś, być może, wydzielinami ciała, gdyż znajdowano je w ścianach kiszek. Lecz nie jest to właściwy pasorzyt, a straszna choroba, którą wywołuje, jest skutkiem wchłaniania jądów, wydzielanych w kiszkaach.

Stąd jeden tylko krok do prawdziwych pasorzytów. Tyfus brzuszny, np., jest chorobą, wywoływaną przez bakterye, które rosną wprawdzie w кишkach, lecz prócz tego przenikają jeszcze do tkanek w wyższym stopniu niż bakterye cholery (Fig. 30).

Fig. 30.



Lasecznik tyfusu brzuszego: a) zabarwienie, pokazujące charakterystyczne formy w hodowlach b) zabarwienie, pokazujące bicze.

Znaczna liczba bakteryi chorobotwórczych, podobnie jak lasecznik tyfusu, mniej lub więcej ogranicza się pewnym szczególnem umiejscowieniem. Zamiast rozproszyć się po całym ciele, gdy znalazły doń wstęp, pozostają one

stają one jednak całego ciała, lecz umiejscawiają się w poszczególnych gruczołach, jak wątroba, śledziona i t. p. Nawet i tu nie wydaje się, by znajdowały bardzo przyjazne warunki, gdyż rozwój ich w tych miejscach nie przybiera znacznych rozmiarów. Można je znaleźć w śledzionie w postaci małych grup lub ognisk, lecz nie rozsiane po całym organie. Gdziekolwiek rosną, wytwarzają jad, zwany tyfotoksyną, i ten-to jad głównie daje początek chorobie.

w pewnych szczególnych organach. Najpowszejszym wzorem podobnych pasorzytów jest lasecznik gruźlicy, przyczyna suchot, zolzów (skrofuły), próchnienia stawów, wilka i t. p. (Fig. 31). Jakkolwiek lasecznik ten jest bardzo rozpowszechniony i może atakować prawie wszystkie organy ciała, to jednak zwykle obszar jego rozwoju bywa bardzo ograniczony. Może się on umiejscowić w małym gruczolku, w jakimś jednym stawie,

Fig. 31.



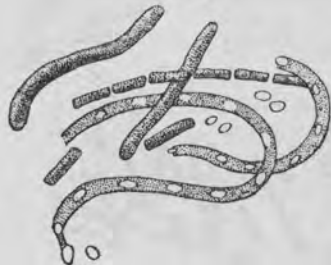
Lasecznik gruźlicy: a) w tkance płucnej; b) znacznie powiększony; c) postać, w której niekiedy występuje w płwocinie suchotników.

w małej cząstce płuc lub w gruczołach kręgowych, podczas gdy inne części ciała pozostają wolne od zakażenia. Częstokroć cała choroba rozpościera się na tak mały obszar, że nie pociąga wcale poważnych następstw.

W innych jednak wypadkach laseczniki mogą po pewnym czasie powoli lub szybko rozszerzyć się z tych ognisk, atakując coraz silniej organizm, póki wreszcie nie sprowadzą fatalnego zejścia. Choroba ta postępuje bardzo wolno.

Dalej, istnieją inne jeszcze pasorzyty, które nie umiejscawiają się w ten sposób, lecz,

Fig 32.



Lasecznik węglik.

przeniknąwszy do ciała, natychmiast wywołują ogólne zakażenie, atakując krew, a nawet wszystkie prawie tkanki jednocześnie. Najbardziej typowy przykład tego rodzaju przedstawia węglik (karbunkul) czyli czarna krosta, choroba, na szczęście, rzadka u człowieka (Fig. 32). Tu laseczniki rozmnażają się we krwi, i bardzo szybko powstaje ogólne fatalne zakażenie całego ciała, będące wynikiem obfitości laseczników wszędzie, na wszystkich punktach. Niektóre zagadkowe choroby, znane pod nazwą zakażenia krwi, mają, o ile się zdaje, tę samą naturę, gdyż są wynikiem ogólnego

najścia pewnych bakterii chorobotwórczych na cały organizm.

Wogóle widzimy, że tak zwane „choroby zakaźne“ są następstwem działania na organizm jądów wytworzonych przez rozwój bakterii. Różnice w naturze tych jądów powodują różnice w charakterze chorób, a różnice w siłach pasorzytniczych różnych gatunków bakterii wywołują znów znaczne różnice w przebiegu chorób i ich stosunku do zjawisk zewnętrznych.

Jakie choroby zależą od bakterii?

Bezwątpienia, bardzo ważną jest rzeczą określić, w jakiej mierze choroby człowieka zależą od bakterii. Dokładna wszakże odpowiedź na to pytanie nie łatwą jest obecnie, a nawet niemożliwą. Nie łatwo dowieść, że pewną wyodrębnioną chorobę wywołują bakterye. Ażeby tego dokazać, potrzebaby znaleźć pewną szczególną bakterye, która byłaby obecna we wszystkich przypadkach tej choroby; obmyślić sposób hodowania jej poza obrębem ciała na podłożach odżywczych; dowieść jej nieobecności w zdrowych zwierzętach lub w zdrowym człowieku, jeżeli dana choroba właściwa jest człowiekowi; i nakoniec odtworzyć chorobę w zdrowych zwierzętach przez zaszczepienie im bakteryi. Wszystkie te dowody nastroczają trudności,

a zwłaszcza ostatni. Badając zwierzęta, można sztucznie wywołać w nich chorobę przez zaszczepienie. Lecz doświadczenia nad człowiekiem zwykle są niemożliwe i, gdy idzie o chorobę ludzką, bardzo trudno otrzymać ten dowód ostateczny, a nawet otrzymać go niepodobna. Gdyśmy odkryli pewną swoistą bakterję, połączoną z pewną chorobą, dalsze doświadczenia z nią możemy wokonywać jedynie tylko nad zwierzętami. Ale niektóre choroby ludzkie nie napastują zwierząt, w przypadkach zaś chorób, które można wywołać u zwierząt, często niewiadomo, czy choroba wywołana u zwierzęcia przez zaszczepienie jest identyczna z daną chorobą ludzką wobec różnicy objawów u różnych zwierząt. Wskutek tego dowód natury zakaźnej różnych chorób waha się od absolutnej pewności do prostego podejrzenia. Ułożenie zatem zupełnego i dokładnego spisu chorób wywoływanych przez bakterje, lub spisu gatunków bakterji chorobotwórczych dla człowieka, jest obecnie niemożliwe.

Trudność większa tem, że, jak przekonaliśmy się w ostatnich czasach, te same gatunki bakterji chorobotwórczych w różnych warunkach dawać mogą różne wyniki. Gdy zaczęto badać choroby pasorzytnicze i po raz pierwszy dowiedziono związku ich z bakterjami, myślano, że każdy poszczególny gatunek bakterji chorobotwórczych wywołuje pewną określoną chorobę; i odwrotnie, przy-

puszczano, że każda choroba zakaźna ma za przyczynę jeden właściwy sobie gatunek bakterji. Najnowsze badania wykazały jednak, że jest to niezupełnie zgodne z rzeczywistością. Niektóre choroby istotnie znajdują się w podobnym określonym związku z pewnym gatunkiem bakterji. Zarazek węglik, np., zawsze wywołuje będzie węglik, bez względu na to, jak i w jakim miejscu ciała został zaszczepiony. Podobnie w pewnej liczbie innych przypadków określone bakterje swoje spotykamy w określonych chorobach. Lecz z drugiej strony istnieją pewne bakterje chorobotwórcze nieposiadające podobnie określonej działalności i dające różne wyniki, zależne od okoliczności, od stanu dotkniętego organu lub samego osobnika. Na przykład, znaczna liczba różnych typów zakażenia krwi: posocznica, ropnica, gangrena, zapalenie ran lub zbieranie się ropy wskutek drobnej ranki na skórze,—słowem, cały zastęp najrozmaitszych zaburzeń, poczynając od drobnego ropienia aż do gwałtownego zakażenia krwi, zależy od bakterji; niepodobna jednak wykazać związku pewnego określonego gatunku z różnymi typami tych zaburzeń. Istnieją trzy zwykle postaci tak zwanych koków ropnych, które znajduwane są prawie bez różnicy w różnych typach zaburzeń zapalnych. Co więcej, gatunki te bakterji znajdują się

z niezawodzącą niemal stałością wewnątrz i naokoło ciała, nawet w stanie zdrowia. Mamy je na odzieży, na skórze, w ustach i w kanale pokarmowym: przebywają tam zwykle, nie przynosząc żadnej szkody; mogą jednak zaszkodzić, jeżeli przypadkiem zetkną się z raną. Leczą ta zdolność szkodenia jest zmienna, zależnie od stanu osobnika i od odmiany samych bakterii. Jeżeli osobnik znajduje się w stanie zupełnego zdrowia, bakterie niewiele mu zaszkodzą, nawet jeżeli dostaną się do podobnych ran; ale w chwili osłabienia żywotności mogą wyrządzić znacznie już większą szkodę i skorzystać z jakiegoś drobnego zadrażnienia, aby przeniknąć pod skórę i dać początek zapaleniu i ropieniu. U niektórych ludzi pojawiają się drobne ropnie lub drobne zapalenia, ilekroć skóra dozna uszkodzenia; u innych natomiast obrażenia i zadrażnienia goją się szybko bez żadnych zaburzeń. Bezwątpienia i jedni i drudzy narażeni są jednakowo na możliwość zakażenia, lecz jedni stawiają opór, inni zaś nie. W moim potocznej mowie, że podobna skłonność do ropni dowodzi złego stanu krwi — zdanie nic nie wyjaśniające. Dalej przekonywamy się, że ten sam gatunek bakterii w różnych czasach posiada różną zdolność wywoływania choroby. Niektóre gatunki pospolicie zamieszkują kanał pokarmowy, nie przynosząc żadnej szkody; w pewnych wszakże, bliżej

niezbadanych, warunkach przenikają do tkanek, dając początek poważnej, a być może i śmiertelnej, chorobie. Część więc bakterii możemy porównać z najeźdźcami zewnętrznymi, przeciwnie, inne są wrogami domowymi. Pierwsze, jak lasecznik tyfusowy, zawsze wywołują zaburzenia, ilekroć uda im się przeniknąć do ciała i znaleźć w niem grunt odpowiedni. Drugie, jak normalne laseczniki jelit, istnieją tam stale, lecz zwykle są nieszkodliwe, wywołując zaburzenia jedynie tylko w pewnych szczególnych warunkach. Wszystko to dowodzi, że istnieją inne jeszcze czynniki, określające przebieg choroby lub nawet samo jej wystąpienie, prócz prostej obecności pewnego szczególnego gatunku bakterii chorobotwórczych.

Z powyższych faktów wynika, że spis chorób zakaźnych byłby nieco niepewny. Jednakże badania ostatnich lat dwudziestu wespół z dawniejszemi wykryły pewien określony stosunek bakterii do chorób: wykaz więc chorób w sposób mniej lub więcej określony związanych z pewnymi gatunkami bakterii nie jest pozbawiony znaczenia. Oto wykaz taki obejmujący jedynie tylko choroby dobrze znane:

Nazwa choroby:	Nazwa bakterii, wywołującej chorobę.
Wąglik (czarna krosta).	Lasecznik wąglik.
Cholera.	<i>Spirillum</i> cholery azjatyckiej.

Nazwa choroby:	Nazwa bakterji wywołującej chorobę.
Zapalenie płuc włóknikowe.	Mikrokok zapalenia płuc.
Błonica.	Lasecznik błonicy.
Nosacizna.	Lasecznik nosacizny.
Rzęzączka.	Mikrokok rzęzączki.
Influenza.	Lasecznik influenzy.
Trąd.	Lasecznik trądu.
Gorączka powrotna.	<i>Spirillum Obermeiera.</i>
Tężec.	Lasecznik tężca.
Gruźlica (suchoty, zolży i t. p.)	Lasecznik gruźlicy.
Tyfus brzuszny.	Lasecznik tyfus brzuszny.

Rozmaite zakażenia ran, jako to: p o s o c z n i c a, ropnica, ostre ropnie, wrzody, róża i t. p., zależą od kilku postaci mikrokoków, podobnych do siebie pod wielu względami i tylko nieznacznie się różniących. Znajdujemy je prawie bez różnicy w tych zakażeniach przyrannych, i żadna z nich nie ma określonego związku z jakąś szczególną postacią chorobową prócz mikrokoła róży. Zwykle mikrokokki ropne należą do trzech gatunków — gronkowiec ropotwórczy złoisty, gronkowiec ropotwórczy i paciorkowiec ropotwórczy. Są to gatunki najpospolitsze, lecz niekiedy znajdujemy jeszcze i inne.

Prócz powyższych chorób, których zależności od bakterji dowiedziono, następujące jeszcze z mniejszą lub większą pewnością

przypisywać możemy określonym swoistym bakterjom: zapalenie oskrzeli, zapalenie wsierdza, odrę, koklusz, zapalenie otrzewnej, zapalenie płuc przymiot i t. p.

Można ułożyć inną jeszcze listę chorób, których ogólny charakter dowodzi, że zależą od bakterji, lecz w których nie znaleziono jeszcze żadnej określonej bakterji. Dowiedziono również, że i u zwierząt znaczna liczba chorób zależy od tych drobnoustrojów. Prócz tego znaleziono pewną liczbę gatunków bakterji w materyach takich, jak kał, rozkładająca się krew i t. d. Jak pokazały doświadczenia, materye te zdolne są wywoływać choroby u zwierząt, lecz nie posiadamy co do nich żadnej pewności, czy w warunkach normalnych rzeczywiście wywołują kiedykolwiek chorobę. Być może, iż przyczyniają się do wywoływania zaburzeń, zależnych od zatrutych pokarmów; nie możemy ich jednak uważać za prawdziwe zarazki.

Zmienność siły chorobotwórczej.

Jak to już zaznaczono, w pojęciach naszych o stosunku bakterji do chorób zaszły znaczne zmiany od czasu, gdy pojęcia te po raz pierwszy sformułowano. Obecnie przyznajemy, że i inne czynniki prócz obecności bakterji wpływają na chorobę. Czynniki te

możemy rozpatrzyć pod dwiema rubrykami, mianowicie: zmienność bakterii i zmienność podatności osobnika. Pierwsza będzie wymagała krótkiego tylko omówienia.

Że jeden i ten sam gatunek bakterii chorobotwórczych w różnych czasach posiada niejednakową zdolność wywoływania choroby, o tem wiadano już oddawna. Wiadomo, że różnorodne warunki wpływają w ten sposób na złośliwość bakterii. Lasecznik, który, jak przypuszczają, wywołuje zapalenie płuc, traci swą zdolność do wywoływania choroby, gdy przez czas krótki był hodowany w laboratorium na zwykłych podłożach odżywczych. Łatwo to pojąć wobec tego, że jest to lasecznik pasorzytny i rozwija się jedynie w warunkach pasorzytniczych. Niekiedy możemy przywrócić mu siłę chorobotwórczą, przeprowadzając go na jakieś podatne zwierzę. Jedną z najgwałtowniejszych bakterii chorobotwórczych jest ta, która wywołuje węglik, lecz traci ona swą siłę chorobotwórczą, jeżeli jest hodowana przez czas dłuższy w wysokiej temperaturze. Mikrokok, wywołujący kurzą cholere, słabnie, jeżeli jest hodowany na zwykłym podłożu odżywczym, przytem jednak należy się starać, aby upłynęło kilka dni pomiędzy następującymi po sobie szczepieniami na podłożach odżywczych. Na większość bakterii chorobotwórczych oddziaływać możemy już - to

osłabiając w nich zdolność wywoływania choroby śmiertelnej, już też zupełnie ją nawet znosząc. Z drugiej strony pewne warunki powodują wzrost złośliwości zarazków chorobotwórczych. Zarazek wywołujący wodowstręt staje się o wiele gwałtowniejszym, jeżeli zostanie zaszczipiony królikowi, a następnie wzięty od królika do dalszych szczepień. Mikrokok kurzej cholery, któryśmy osłabili w sposób wyżej określony, może odzyskać swą pierwotną złośliwość, jeżeli go zaszczipimy małemu ptakowi, wróblowi np., a następnie dopiero przeniesiemy na innego ptaka. Kilka takich szczepień przywraca mu pierwotną siłę. Podobną zmiennością, bezwątpienia, odznaczają się gatunki zarówno w stanie naturalnym jak w sztucznych hodowlach. Bakterye wywołujące rozmaite zakażenia przyranne i ropne w zwykłych warunkach przedstawiają wahania od typu mogącego powodować gwałtowne i śmiertelne zakażenie krwi, do typu wywołującego jedynie prosty ropień lub nawet zupełnie nieszkodliwego. Czynniki ten bezwątpienia w znacznej mierze określa gwałtowność niejednej epidemii bakteryjnej choroby zakaźnej.

Podatność osobnika.

Wielka zmiana, zaszła w dawnych naszych poglądach, wpłynęła na nasze pojęcia, doty-

czące siły odpornej osobników wobec najścia bakterii chorobotwórczych. Dawno już zauważono, że niektóre osobniki podatniejsze są na chorobę niż inne i w dociekaniach nad znaczeniem tego faktu dokonano wielu cennych i zajmujących odkryć. Po zarażeniu nastaje okres, w ciągu którego niema żadnych widocznych objawów. Po tym okresie następuje wybuch choroby i jej rozwój aż do przesilenia, a gdy to ostatnie minęło, wyzdrowienie. Ogólny przebieg choroby zakaźnej dzieli się na trzy okresy: okres wylegania, rozwój choroby i wyzdrowienie. Podatność organizmu na chorobę najlepiej rozpatrzyć pod trzema nagłówkami: wtargnięcie, odporność, wyzdrowienie.

Drogi wtargnięcia. — By w osobniku powstać mogła choroba zakaźna, potrzeba aby bakteria wywołująca tę chorobę, uprzednio wtargnęła do organizmu. Istnieje kilka dróg, które bakterie mogą wtargnąć; są to usta, nos, skóra i niekiedy przewody wydalające. Bakterie przenikające do organizmu przez usta przybývają z pokarmami i napojami, które polykamy; przenikające przez nos dostają się z powietrza; te zaś, które przenikają przez skórę, w większości przypadków pochodzą z zetknięcia się z jakimś zarażonym przedmiotem, np. z ciałem zarażonej osoby, albo z jej odzieżą lub z przedmiotami do niej należącemi i t. p. Niekiedy bak-

terye mogą przeniknąć przez skórę z powietrza; fakt to bądź co bądź nie częsty i ogranicza się nielicznymi chorobami. Należy tu zapamiętać dwa niezwykle doniosłe fakty: popierwsze, że możliwość zakażenia bakteryjnego przez powietrze jest nader niewielka i ograniczona nielicznymi chorobami, jak ospa, gruźlica, szkarlatyna i t. p., a powtóre, że nieuszkodzona skóra i nieuszkodzona błona śluzowa stanowią prawie niezawodną ochronę przeciwko najściu bakterii. Gdy skóra jest cała, bez pęknięć i zadraśnień, bakterie, jeżeli wogóle, bardzo rzadko mogą przez nią przeniknąć. Dwa te fakty są nadzwyczaj ważne, gdyż ze wszystkich źródeł zakażenia najmniej ustrzedz się możemy zakażenia przez powietrze, a ze wszystkich dróg przenikania bakterii najtrudniej nam strzedz skóry. Bardzo łatwo możemy uwolnić pokarmy od bakterii chorobotwórczych za pomocą gotowania; w podobny sposób możemy uczynić nieszkodliwemi napoje; lecz w żaden sposób nie możemy nie oddychać powietrzem; nie posiadamy również żadnego sposobu dezynficyowania powietrza, a tym, którzy mają do czynienia z chorymi, niepodobna zupełnie uniknąć zetknięcia czy to z chorym, czy z zarażoną odzieżą lub utensyliami.

Z przytoczonych tu faktów widać, że podatność osobnika na chorobę wywołwaną

przez bakterye pasorzytnicze zależy od zamię-
 wania czystości, od ostrożności w obchodzeniu
 się z zarażonym materiałem, od mniej lub
 więcej starannego czyszczenia rąk po każdym
 zetknięciu się ich ze źródłem zakażenia, od zwy-
 czaju spożywania pokarmów gotowanych lub
 surowych, oraz od stanu skóry i błon śluzo-
 wych, gdyż każde uszkodzenie zwiększa po-
 datność. Lekkie niedomagania, jak zaziębie-
 nie, wywołujące stan zapalny błony śluzowej,
 zmniejsza jej siłę odporną i czyni osobnika
 podatniejszym na zarazki chorobotwórcze
 w razie ich obecności. Owrzodzenia w ustach
 lub próchniejące zęby mogą w ten sam spo-
 sób stać się ważnymi czynnikami podatności.
 Tym sposobem mnóstwo czysto fizycznych czyn-
 ników wpływać może na podatność osobniczą.

Siła odporna organizmu. — Nawet
 po wtargnięciu do organizmu nie jest jeszcze
 pewnem, czy bakterye wywołają chorobę,
 gdyż muszą teraz stoczyć walkę, zanim zdo-
 będą grunt. Zaczyna się wtedy prawdziwa
 walka pomiędzy siłami organizmu a ty-
 mi mikroskopowymi najeźdźcami. Znalazłszy
 wstęp do organizmu ludzkiego, bakterye
 uzbroiły przeciwko sobie potężne jego siły
 ochronne, dążące do zniszczenia i wypędze-
 nia ich. Mnóstwo bakteryi ginie natychmiast,
 a niekiedy wszystkie zostają zniszczone, nie
 zdobywszy gruntu. W takich wypadkach, rozu-
 mie się, niema żadnych zaburzeń; w innych

organizmowi nie udaje się przewyciężyć
 siły najeźdźców, i ci szybko zaczynają się
 rozmnażać. W walce tej powodzenie najeźdź-
 ców niekoniecznie zależy od ich liczby. Wal-
 czą one, poprostu, o zdobycie w organizmie
 gruntu, na którym mogłyby żywić się i ro-
 snąć. Do zdobycia tego gruntu starczyć może
 kilka osobników, które następnie rozmna-
 żając się, stać się mogą nieskończenie licz-
 nymi. Aby się więc obronić, ciało ludzkie musi
 zniszczyć każdą pojedynczą bakterye lub
 przynajmniej uczynić ją niezdolną do rozwo-
 ju. Zdziwiająca zdolności reprodukcyjne za-
 pewniają bakterjom w walce znaczne korzy-
 ści. Z drugiej strony nawet te, tak szybko
 rozmnażające się, istoty wymagają pewnego
 czasu, aby stać się dość licznymi, by mogły
 szkodzić. Istnieje zatem okres po wtargnię-
 ciu ich do ciała, podczas którego są słabe
 liczebnie. W tym okresie wylęgania ciało
 może organizować obronę, wystarczającą do
 ich wypędzenia.

Nie znamy jeszcze dobrze sił, które orga-
 nizm ludzki może uzbroić przeciwko tym wro-
 gom; niektóre jednak sposoby obrony są już
 dla nas zrozumiałe, a w każdym razie dość
 wiemy, by wyrobić sobie pojęcie o natężeniu
 toczącej się walki oraz o potężnych siłach,
 które organizm gotuje do boju ze swymi
 wrogami.

Przedewszystkiem zaznaczymy, że w większości swej bakterye nie mogą wcale rosnąć w organizmie ludzkim, nawet gdy już znalazły doń wstęp. Bakteryologowie znają dziś setki, a nawet tysiące, gatunków, lecz znaczna większość ich znajduje w tkankach ludzkich warunki tak nieprzyjazne dla swego życia, że bakterye te są zupełnie niezdolne do rozwijania się w nich. Ludzkie ciało lub ludzka krew stanowią dla nich doskonały pokarm, gdy osobnik nie żyje, ale żywe mięso ludzkie i żywa krew wywierają na nie do pewnego stopnia wpływ zgubny, fatalny dla ogromnej większości gatunków. Pewne tylko, nieliczne gatunki nie ulegają zniszczeniu przez wrogie działanie tkanek zwierzęcych, lecz zdolne są do wzrostu i rozmnażania się w żywym ciele. Te bakterye są jedynemi chorobotórczemi, gdyż w gruncie rzeczy są to jedyne bakterye, które mogą wywołać chorobę, rosnąc w tkankach zwierzęcia. Ta okoliczność, że ogromna większość bakteryi nie może rosnąć w żywym organizmie, dość wyraźnie świadczy, iż w żywej tkance istnieją pewne warunki wrogie dla życia bakteryjnego. Co więcej, nie ulega wątpliwości, że są to właśnie te same wrogie warunki, które dają ciału możność odparcia napadu gatunków chorobotwórczych w wypadkach, gdy opór organizmu uwieńczył się powodzeniem.

Jakież to są te siły uruchomione przeciwko intruzom? Istota walki zdaje się polegać na wytwarzaniu trucizn i odtrutek. Zdaje się być faktem niewątpliwym, że pierwszy krok w walce z bakteryami polega na zalaniu ich pewnemi jadami powstrzymującemi ich wzrost. We krwi i w limfie człowieka oraz innych zwierząt istnieją pewne wytwory, wywierające niszczący wpływ na wzrost drobnoustrojów. Istnienie tych jądów nie ulega wątpliwości; liczne doświadczenia bezpośrednio dowiodły ich obecności we krwi zwierząt. O naturze ich wiemy bardzo mało, lecz hamujący ich wpływ na wzrost bakteryi jest stwierdzony. Nazwano je aleksynami; powstają one w żywych tkankach, wszakże o sposobie ich powstawania nic nie wiemy. Za pomocą tych jądów ciało może zapobiedz wzrostowi ogromnej większości bakteryi, które przenikają do jego tkanek. Zazwyczaj drobnoustroje zostają zabite od razu, gdyż aleksyny te działają jak środki antyseptyczne, i zwykłe bakterye również nie mogą rosnąć w żywym ciele jak nie mogłyby rosnąć w płynie zawierającym inne jady. Tym sposobem ciało posiada doskonałą ochronę przeciwko większości bakteryi.

Wielki jest zastęp gatunków, znajdujących w wodzie, mleku, powietrzu, w naszych ustach lub na naszej skórze, gatunków, prawie wszechobecnych w przyrodzie, które mogą dość

bujnie wyrastać na zwykłych martwych odżywkach organicznych; lecz jak tylko uda im się przeniknąć do żywej tkanki ludzkiej, rozwój ich natychmiast zostaje powstrzymany przez owe czynniki antyseptyczne, które je zalewają. Bakterye te zatem nie są zarodkami chorobotwórczemi i nie stanowią źródła zaburzeń dla zdrowia ludzkiego.

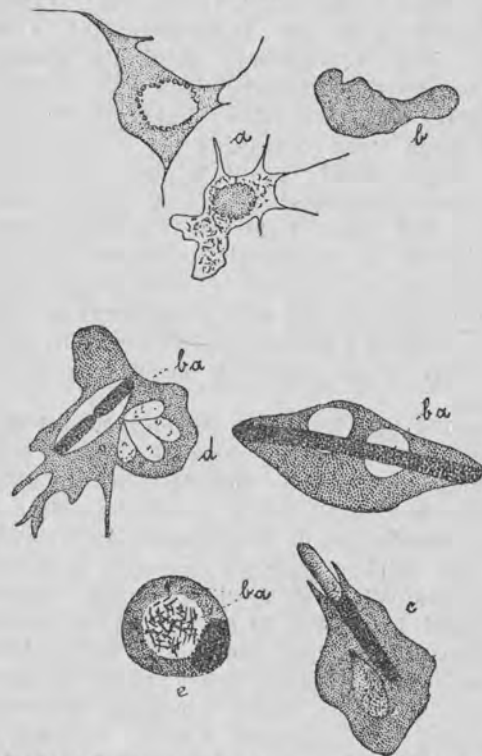
Z drugiej strony istnieją nieliczne gatunki bakteryi, które są zdolne utrzymać swe siedlisko w organizmie wbrew usiłowaniom osobnika pozbycia się ich. Są to właściwe gatunki chorobotwórcze czyli tak zwane „zarodki chorób.“ Jedynie tylko te gatunki, które zdołają przezwyciężyć pierwszy opór, mogą być takimi zarodkami chorób, gdyż jedynie tylko one utrzymują się na zdobytym gruncie w organizmie.

Lecz w jaki sposób gatunki te zwyciężają jady, zabijające inne nieszkodliwe bakterye? Podobnie jak postaci nieszkodliwe, znajdują one w owych aleksynach przeszkodę dla swego wzrostu, lecz są zdolne do przeciwdziałania jadom. W tych ogólnych uwagach o jadach mamy do czynienia z ciemnym nieco przedmiotem: widocznie jednak bakterye chorobotwórcze są dość silne, aby zwyciężyć aleksyny organizmu, i wytwarzając ze swej strony pewne inne produkty, zubożniające aleksyny, tym sposobem niweczą ich działanie. Te bakterye chorobotwórcze, dostawszy się

do organizmu, dają natychmiast początek grupie ciał przezwanych *lizynami*. Lizyny te równie są dla nas tajemnicze, jak aleksyny, lecz zubożniają działanie aleksyna i w ten sposób przewyciężają opór stawiany przez ciało wzrostowi bakteryi. Najezdniczy mogą teraz rozmnażać się dość szybko, by zdobyć trwałą grunt w ciele, i wkrótce wywołują nienormalne objawy, zwane chorobą. Tak więc bakterye chorobotwórcze różnią się od niechorobotwórczych przede wszystkim tą zdolnością wydzielania produktów, które mogą zubożnić zwykle działanie aleksyn i przewyciężyć normalny opór stawiany przez ciało ich życiu pasorzytniczemu.

Nawet gdy bakterye zwyciężyły już aleksyny, walka nie jest jeszcze skończona, gdyż osobnik posiada inny sposób obrony, który zostaje teraz użyty celem powstrzymania rozwoju nacierających drobnoustrojów. Obrona ta jest dziełem szeregu czynnych komórek, znajdujących we krwi, zwanych białymi ciałkami krwi (Fig. 33 *a* i *b*). Są to drobne kłaczkii protoplazmy, znajdujące się we krwi i limfie w ogromnej ilości; są to komórki czynne, zdolne do ruchu i mogące wypelzać z naczyń krwionośnych. Często widzimy, że wchłaniają one w swe ciała małe przedmioty, z którymi się stykają. Jednym z ich obowiązków jest pochłanianie drobnych ciał

Fig. 33.



Białe ciała krwi i inne fagocyty: *a* forma stała; *b* forma ruchoma; *c* fagocyt z bakterją, nawpół pochłoniętą; *d* fagocyty zawierające bakterye martwe lub żywe; *e* fagocyt obladowany bakterjami.

drażniących, które mogą znajdować się w tkankach, i wynoszenie ich w celu wydalenia na zewnątrz. Tym sposobem działają one jak czyszciciele. Ciała te niewątpliwie mają pewien udział w odpieraniu napadów bakteryi chorobotwórczych. Pospolicie gromadzą się w wielkiej liczbie w tej okolicy ciała, w której znajdują się napadające bakterye. Drobnoustroje wywierają na nie wpływ przyciągający, i ciała opuszczają naczynia krwionośne, tworząc niekiedy zwartą falangę, szczelnie otaczającą napadające zarazki. Nagromadzenie ich w tych miejscach daje się spostrzegać zewnątrz przez zjawisko zwane z a p a l e n i e m.

Nie ulega wątpliwości, że ciała wszczynają walkę z bakterjami z chwilą, gdy je tak otoczyły. Niemaló rozprawiano nad tem, w jaki sposób prowadzą one walkę. Niektórzy utrzymywali, że ciała zagarniają w siebie bakterye, jakby je polykały, a następnie je trawią (Fig. 33 *e*, *d*, *e*). Pogląd ten dał początek teorii f a g o c y t o z y, a ciała przeważano fagocytami. Kilkoletnie badania wykazały jednak, że prawdopodobnie nie jest to zwykły sposób, którym ciała niszczą bakterye. Zgodnie z naszymi współczesnymi wiadomościami sposób ten jest natury chemicznej. Ciała te, zgromadziwszy się w znacznej ilości naokoło najeźdźców, jak się zdaje, wydzielają pewne szkodliwe produkty, działają-

ce na bakterye tak, jak wspomniane już aleksyny. Nowe te ciała wywierają wybitnie szkodliwy wpływ na rozmnażające się bakterye, powstrzymują szybko ich rozrost i, działając w połączeniu z aleksynami, mogą nawet zupełnie je zniszczyć.

Gdy bakterye w ten sposób zostały zabite, białe ciała krwi mogą obladować się ich martwemi ciałami i zabrać je z tego miejsca (Fig. 33 *d, e*). Niekiedy powracają one do krwiobiegu i unoszą bakterye do rozmaitych części ciała w celu wydalenia ich. Często białe ciała giną w walce, i wtedy mogą się gromadzić w postaci ropy i utworować sobie drogę przez skórę, która już bezpośrednio je wydała. Walka pomiędzy temi fagocytami a bakteryami jest zacięta. Jeżeli w końcu fagocyty okazują się silniejszymi od najeźdźców, bakterye stopniowo wszystkie ulegają zniszczeniu, i napad zostaje odparty. W podobnych okolicznościach osobnik zwykle nic nie wie o tem zajściu. Walka odbywała się zupełnie bez udziału świadomości z jego strony; może on nawet nie wiedzieć, że był wystawiony na napad ze strony bakteryi. W innych wypadkach bakterye okazują się silniejszymi od fagocytów. Rozmnażają się szybko i niekiedy wydzielają substancye, któremi odpędzają fagocyty. Zwykle, jak to już zaznaczono, ciała zostają przyciągnięte do miejsca napadu, lecz w pew-

nych razach, gdy na organizm napada szczególnie niebezpieczny i silny gatunek bakteryi, wydzielina ich jest tak silna, że rzeczywiście odpędza ciała. W tych warunkach zastępy najeźdźcze mogą rozmnażać się bez przeszkody, rozproszyć się po ciele, i choroba szybko wybucha, jako wynik trującego ich działania na tkanki ciała.

Wynika stąd, że ciało ludzkie nie jest bezradne wobec bakteryi chorobotwórczych, lecz, że rozporządza potężnymi siłami odpornymi. Nie należy jednak przypuszczać, że podany tu zarys działania tych sił wyczerpuje już przedmiot, ani też, że opór pod wszelkimi względami odbywa się dokładnie w powyższy sposób. Nad przedmiotem tym od niedawna dopiero rozpoczęto badania, i wiele tu jeszcze jest ciemnych faktów. Przyszłość może zmodyfikować nawet ten krótki zarys. Uznając jednak niejasność szczegółów, możemy być pewni faktów ogólnych. Żywe ciało posiada pewne bardzo skuteczne siły odporne, które nie pozwalają większości bakteryi rozwijać się w jego tkankach i na które w znacznej mierze liczyć ono może, gdy idzie o wypędzenie bakteryi chorobotwórczych. Odporne te siły po części stoją w związku z wytwarzaniem przez ciało jadów, po części zaś z czynnymi siłami szczególnych komórek, które przezwano fagocytami. Wyjaśnienie pochodzenia jądów i szczegółowego sposobu dzia-

lania fagocytów możemy pozostawić przyszołości.

Te odporne siły organizmu zmieniają się w zależności od warunków. Oczywiście, są to siły naturalne i niewątpliwie zmieniają się ze zmianą ogólnego stanu zdrowia osobnika. Silne zdrowie, ciało krzepkie, dobrze odżywiane i jędrne, oczywiście, przedstawiać będzie warunki najdzielniejszego oporu chorobom bakteryjnym. Ciało, którego czynności są słabe, skutkiem niedostatecznego odżywiania, może stawić mniejszy opór. Kwestya: czy osobnik zostanie dotknięty chorobą zakaźną? — nie sprowadza się jedynie do kwestyi: czy będzie wystawiony na zarażenie, lub nawet czy bakterye znajdą wstęp do jego ciała? Zależy to również od tego, czy posiada dość sił cielesnych, aby wytworzyć aleksyny w odpowiedniej ilości i wezwać fagocyty w dostatecznej liczbie i sile, by mogły odeprzeć napad. W sprawie zapobiegania chorobom wiele uczynić możemy przez poprawę warunków zdrowotnych, które przyczyniają się do zabezpieczenia osobnika od napadu. Lecz nie powinniśmy zapominać, że druga połowa walki nie mniej jest doniosłą; należy zatem czynić wszystko, co tylko można, by wzmocnić siły odporne organizmu.

Wyzdrowienie z choroby zakaźnej.

Siły odporne nie zawsze wystarczają do wypędzenia napastników. Drobnoustroje mogą utrzymać się w ciele przez pewien czas i niekiedy przelamać opór, poczem już rozmnażają się bez przeszkody i obejmują organizm w posiadanie. W miarę jak liczba ich wzrasta, nagromadzają się jadowite ich wytwory i zaczynają wywierać bezpośredni wpływ trujący na ciało. Okres wylegania mija, i zaczyna się choroba. Idzie ta choroba swoim trybem. Zwykle natężenie jej coraz bardziej wzrasta, aż wreszcie następuje przesilenie. Wtedy, jeżeli tylko zatrucie nie jest tak gwałtowne, by miało sprowadzić śmierć, objawy ustępują i zaczyna się powrót do zdrowia.

Lecz dlaczego choroba zakaźna nie jest śmiertelną? Jeżeli bakterye obejmują w posiadanie ciało i mogą w niem rosnać, dlaczego nie zawsze rozmnażają się dopóty, dopóki nie wytworzą dostatecznej ilości jadu, by zniszczyć życie osobnika? Takie fatalne wyniki istotnie zdarzają się, lecz w ogromnej większości wypadków ostatecznie następuje wyzdrowienie.

Oczywiście, ciało musi posiadać jakiś zasób sił odpornych, które biorą udział w ostatecznem wyzdrowieniu. Jakkolwiek osłabiły

je jady a przynębiła choroba, nie ustępuje ono w walce, lecz powoli organizuje nowy napad na intruzów. Przez pewien czas rozmnażające się bakterye nie napotykają przeszkód i szybko rosną, lecz nareszcie dalszy ich wzrost zostaje powstrzymanym, ich siła słabnie, i liczba ich zmniejsza się ustawnie, az w końcu zostają zupełnie wypędzone z ciała. Istota tego nowego oporu dotychczas mało nam jest znana. Przedewszystkiem widzimy, że zazwyczaj po podobnym wyzdrowieniu odporność osobnika na chorobę zwiększa się. Ta zwiększona odporność trwać może bardzo długo i może być tak znaczną, że prawie zupełnie zabezpieczy przed chorobą na wiele lat lub na całe życie. Jednokrotne przebycie szkarlatyny daje osobnikowi wielką odporność na przyszłość. Z drugiej strony odporność w ten sposób nabyta może być tylko do czasu, jak w przypadku błonicy. Lecz pewnego stopnia odporności zawsze, zdaje się, organizm nabywa i zdaje się, że ta siła odporna wzrasta w miarę postępu choroby, a gdy się stanie dostateczną, wypędza bakterye, zanim te spowodują śmierć, poczem następuje wyzdrowienie.

Od czego zależy ta nowonabyta siła odporna, tego dotychczas bakteryologowie nie wiedzą, jakkolwiek pewne czynniki są już znane. Nie ulega wątpliwości, że w niektórych chorobach komórki ciała po pewnym

czasie wytwarzają substancye służące za odtrutki przeciw truciznom, wytworzonym przez bakterye w czasie wzrostu ich w ciele — antytoksyny. W błonicy, np., bakterye rosnące w gardzieli wytwarzają trucizny, które zostają wchłonięte przez ciało i dają początek objawom chorobowym; lecz po pewnym czasie komórki ciała reagują i same wytwarzają odtrutkę, która zobojętnia trujące działanie jadu błonicowego. Substancya ta została wyosobniona z krwi zwierząt, które wydzielały z błonicy, i otrzymała nazwę antytoksyny błonicowej. Lecz nawet znajomość tych faktów nie wyjaśnia nam zupełnie wyzdrowienia. Antytoksyna zobojętnia działanie jadu błonicowego, i wtedy ciało rozwija siłę wypędzającą bakterye, które obrały sobie siedlisko w gardzieli. W jaki sposób to się odbywa, dotychczas nie wiemy. Wywiązująca się antytoksyna, poprostu, zobojętnia działanie jadu. Wypędzać bakterye musi inna jakaś siła, siła, która może ujawnić się dopiero wtedy, gdy trujący wpływ jadu został zobojętniony. W tych więc przypadkach wyzdrowienie zależy przedewszystkiem od rozwoju w ciele naturalnych odtrutek na jady, a powtóre od innej jakiejś nieznaney siły, która wypędza pasorzyty.

Fakty to niewątpliwie zadziwiające. Gdyby od kogoś zażądano, żeby wymyślił najmniej prawdopodobną teoryę na wytłómaczenie

wyzdrowienia z choroby, trudno byłoby mu znaleźć mniej prawdopodobną niż ta, według której komórki ciała wyrabiają podczas choroby odtrutkę na jad wytworzony przez bakterye. Nie ulega wszakże wątpliwości, że podobne odtrutki tworzą się w przebiegu chorób zakaźnych. Nie stwierdzono tego jeszcze we wszystkich chorobach; zaszlibyśmy zbyt daleko, gdybyśmy chcieli utrzymywać, że w ten sposób odbywa się powrót do zdrowia we wszystkich przypadkach. Co do chorób bakteryjnych wogóle możemy tylko powiedzieć, że, przeniknąwszy do ciała w jakimś słabym punkcie, bakterye muszą przede wszystkim stoczyć walkę z siłami odpornymi organizmu, które są po części natury biologicznej, po części zaś chemicznej. Te siły odporne w wielu razach wystarczają zupełnie, by nie pozwolić bakterjom zdobyć grunt. Jeżeli armia najezdnicza zwycięża siły odporne, wtedy bakterye zaczynają szybko się rozmnażać i obejmują w posiadanie ciało lub pewną jego część. Rozwijają się tak długo, dopóki albo osobnik nie umrze, albo nie nastąpi coś, co powstrzyma ich wzrost. Gdy w osobniku rozwiną się nowe siły, powstrzymujące wzrost bakteryi, zaczyna się powrót do zdrowia, i wtedy, dzięki tym nowym siłom uodparniającym, osobnik staje się zabezpieczonym od ponowienia się choroby na dłuższy lub krótszy przeciąg czasu.

Taki jest w najogólniejszym zarysie stosunek pasorzytów bakteryjnych do ciała ludzkiego. Należy jednak przyznać, że różne choroby różnią się bardzo w swych stosunkach i że ogólny szablon nie daje się zastosować do wszystkich. Różnica polega zarówno na sposobie jak na miejscu wtargnięcia. Nietylko powstają różne rodzaje jądów, dające początek różnym objawom zatrucia; nietylko wywoływane zostają różne następstwa w różnych zwierzętach; nietylko różne gatunki chorobotwórcze różnią się wielce pod względem zdolności wywoływania ciężkich chorób; lecz prócz tego jeszcze różne gatunki różnią się także co do gatunku zwierząt, na które napadają. Niektóre z nich mogą żyć, jako pasorzyty, jedynie tylko w człowieku; inne w człowieku, myszy i kilku innych zwierzętach; niektóre w różnych zwierzętach, lecz nie w człowieku; niektóre w myszy polnej, lecz nie w myszy pospolitej; są żyjące w koniu, w płakach, lecz nie w ssakach ciepłokrwistych, gdy inne znowu prawie jednakowo dobrze żyć mogą w tkankach całego szeregu zwierząt. Rozumie się, że pasorzyty, które mogą żyć w człowieku, pozostają w szczególnym związku z chorobami ludzkimi i przedstawiają szczególny interes dla lekarza; gdy żyjące w zwierzętach podobnie przedstawiają interes dla weterynarzy.

Widzimy zatem, że bakterye pasorzytne przedstawiają bardzo znaczne różnice. Różnią się one pod względem miejsca i sposobu wtargnięcia oraz części ciała, którą obierają sobie za miejsce rozwoju; różnią się gwałtownością i charakterem wytwarzanych przez się jadów oraz zdolnością przezwyiężania uodparniających sił ciała; w różnych czasach różnią się zdolnością wywoływania choroby: słowem, wykazują tak znaczną liczbę rozmaitych sposobów działania, że żaden ogólny opis nie może stosować się do wszystkich, ani też żadna ogólna metoda zabezpieczenia się przed nimi lub wypędzania ich nie daje się zastosować do dłuższego szeregu chorób.

Choroby zależne od organizmów nienależących do grupy bakteryi.

Jakkolwiek celem tego dziełka jest przede wszystkim przedstawienie świata bakterieryjnego, byłoby jednak rzeczą niestosowną, gdybyśmy opuścili ten przedmiot, nie wzmiankowawszy o chorobach wywoływanych przez organizmy nienależące do grupy bakteryi. Większość tak zwanych chorób zakaźnych zależy od bakteryi, któremi zajmowaliśmy się w poprzednich rozdziałach. Istnieją przecież choroby, których przyczyny szukać należy pomiędzy organizmami należącymi do innych grup. Niektóre z tych ostatnich są to rośliny,

mające organizację wyższą niż bakterye, inne zaś są niewątpliwie zwierzątkami mikroskopijnymi; znamionami swemi różnią się one nieco od bakteryi, i stąd przebieg tych chorób zwykle jest odmienny. Z chorób wywoływanych przez zwierzątka mikroskopijne lub przez wyższe rośliny jedna czy dwie o tyle są ważne, że zasługują tu na osobną wzmiankę.

Malarya.—Najważniejszą z tych chorób jest malarya w swych różnorodnych postaciach, znana pod rozmaitemi nazwami, jak febra, zimnica, gorączka bagienna i t. d. Choroba ta, tak powszechna prawie wszędzie, oddawna była badana przez lekarzy i uczonych, którzy przypisywali ją rozmaitym przyczynom. Był czas, gdy przypuszczano, że zależy ona od rozwoju bakteryi i opisywano określone laseczniki, które miały ją wywoływać. Ostatecznie jednak dowiedziono, że zależy ona od organizmu mikroskopijnego, należącego do grupy jednokomórkowych i znajdującego się w dość bliskim związku z dobrze znaną amebą. Organizm ten przedstawiony jest na Fig. 34. Cała historia organizmu czynnego w malaryi nie jest jeszcze znana. Poniższy zarys zawiera najważniejsze fakty, dotyczące tego drobnoustroju i jego stosunku do choroby u człowieka.

Zarazek malaryi niewątpliwie posiada pewne siedlisko poza obrębem ciała ludzkiego,

lecz dotychczas niewiadomo napewno jakim jest owo zewnętrzne siedlisko. Nie wiemy również z jakiego źródła pochodzi pasorzyt ludzki. Prawdopodobnie w pewnych przypadkach przenosi się on na człowieka za pośrednictwem wody, w innych zaś przez powietrze. Ze źródła zewnętrznego znajduje dostęp do człowieka i dostaje się do krwi. Tu

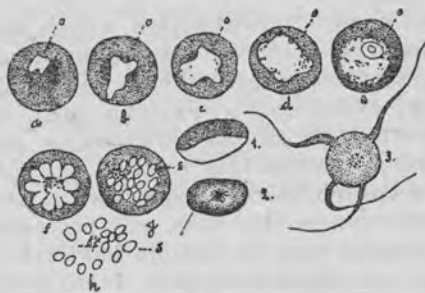


Fig. 34. Drobnoustrój malaryi: fig. a—g pokazują wzrost pasorzyta w ciałku krwi; o wyobraża drobnoustrój; s zarodniki. Fig. 1 wyobraża tak zwane ciało półksiężycowe, które przez Fig. 2 rozwija się w postaci z biczem, przedstawioną na Fig. 3. Znaczenie 1, 2 i 3 nie jest jeszcze znane.

napada na czerwone ciała krwi, przyczem do każdego z nich przenika jeden drobnoustrój (Fig. 34a). Rośnie on tu, powiększając się kosztem substancji ciała (Fig. 34 a, f). W miarę zwiększania się staje się ziarnistym i wkrótce wykazuje dążność do rozpadnięcia się na

pewną ilość mas nieprawidłowych (Fig. 34/f). Wreszcie rozpada się na mnóstwo drobnych ciał, zwanych zarodnikami (Fig. 34 g). Te wydostają się z czerwonego ciała krwi i przez pewien czas żyją swobodnie we krwi (Fig. 34 h). Po pewnym czasie przenikają do innych ciałek czerwonych, rozwijają się w nowe pasorzyty ameboidalne i powtarzają wzrost i tworzenie zarodników. Sprawa ta, jak się zdaje, może powtarzać się kilkakrotnie bez przeszkody. Organizmy te należy więc uważać za pasorzyty czerwonych ciałek krwi. W samej rzeczy, łatwo pojąć, że rozległe pasorzytnictwo i niszczenie ciałek czerwonych może stać się zgubnem dla zdrowia osobnika i że ciężkość choroby zależeć będzie od rozległości pasorzytnictwa. Odpowiednio do tej historii drobnoustroju malarya cechuje się zwykle wyraźnym typem przestankowym, to znaczy, że okresy dreszczów i gorączki przeplatające się okresami, w których wszystkie zgoła objawy ustępują. Napady choroby, cechujące się dreszczami, występują w czasie, gdy zarodniki wydostają się z ciałek krwi i pływają we krwi. Gdy ponownie dostaną się do czerwonych ciałek, gorączka spada, i przez czas ich wzrostu wewnątrz ciała aż do najbliższego utworzenia się zarodników osobnik wolny jest od bardziej gwałtownych objawów.

Jest kilka odmian drobnoustrojów malaryi; pojedyncze typy różnią się pod względem długości czasu potrzebnego do wzrostu i utworzenia zarodników. Odmiana najbardziej rozpowszechniona wymaga dwóch dni, by wyrosnąć, wywołując tym sposobem napady choroby raz na czterdzieści osiem godzin; inna potrzebuje trzech dni do swego rozwoju; wreszcie inna jeszcze odmiana nie podlega żadnym prawdom co do czasu rozwoju i utworzenia zarodników. Fakty te objaśniają pewne odmiany w chorobie. Inne wreszcie nieprawidłowości zależą od innych też przyczyn. Kilka pokoleń pasorzytów może jednocześnie znajdować się we krwi osobnika, przyczem jedno wytwarza zarodniki w jednym czasie, inne zaś w innym. Taki jednoczesny rozwój dwóch niezależnych pokoleń, oczywiście, może wytworzyć wszelkie odmiany w prawidłowym przebiegu choroby.

Drobnoustrój malaryi jest bardzo czuły na chininę, której mała ilość wystarcza do zabicia go. Na tem polega lecznicza wartość chininy. Jeżeli lek krąży we krwi wtedy, gdy zarodniki wyszły z czerwonych ciałek, chinina szybko je zabija, nim zdołają napowrót przeniknąć do tych ciałek. Podczas swego rozwoju w ciałkach są o wiele mniej czułe na chininę niż wtedy, gdy istnieją w stanie wolnym, jako zarodniki. Wówczas chinina mało pomaga.

Drobnoustrój malaryi jest zwierzęciem i nie może być hodowany w laboratorium według żadnej z przytoczonych metod sztucznych. Cała jego historia nie jest przeto znana. Niewątpliwie posiada on pewne ognisko poza krwią zwierząt i prawdopodobnie może przechodzić inne fazy rozwoju w ciałach innych zwierząt. Większość zwierząt pasorzytnych żyje w dwóch lub kilku gospodarzach, przechodząc od jednego do drugiego; prawdopodobnie dotyczy to i pasorzytów malaryi, lecz dotychczas bakteryologom nie udało się odkryć nic ściśle określonego. Póki nie dowiemy się czegoś o ich życiu poza krwią człowieka, bardzo mało uczynić możemy, jeśli chodzi o wskazanie sposobów ustrzeżenia się ich.

Malarya różni się od większości chorób zakaźnych tem, że wywołujące ją organizmy nie są wydalane z ciała żadną drogą. W większości chorób zakaźnych chory pozbywa się zarazków za pomocą wydzielin lub wydaliny, z których zarazki bardzo łatwo mogą przejść do innych osobników. Drobnoustroje malaryi nie są wydalane z ciała: stąd też choroba ta nie jest zaraźliwa. Jeżeli pasorzyt spędza część swego życia w jakimś innym zwierzęciu, nie zaś w człowieku, musi być jakaś droga, którą przechodzi z człowieka do swego drugiego gospodarza. Przypuszczano, że niektóre z owadów, żywiących się krwią ludzką, są właśnie owym drugim gospodar-

rzem i że zarażają się, gdy żywią się tą krwią; tego jednak nie dowiedziono ¹⁾). W każdym razie ciało człowieka nie wydała z siebie drobnoustroju malaryi zwykłym sposobem, i choroba ta nie jest zaraźliwa.

Niektóre inne zwierzęta mikroskopijne spotykamy w człowieku jako pasorzyty; a z nich znowu niektóre tak stałe towarzyszą pewnym chorobom, że nasuwają przypuszczenie, iż są przyczyną owych chorób. Bardzo często spotyka się gatunek zwany amebą okrężnicy (*amoeba coli*), znajduwany w przypadkach dyzenteryi. W pewnej postaci dyzenteryi organizm ten tak powszechnie jest znajdowany, że bez żadnej wątpliwości pozostaje w bardzo ścisłym związku z przyczyną tej choroby. Niezbitych dowodów jednak brak dotychczas.

Co się tyczy roślin, to niektóre wyżej uorganizowane niż bakterye mogą stać się pasorzytami na ciele ludzkim i wywoływać rozmaite choroby. Rośliny te przeważnie należą do tej samej grupy, co i pleśń, i napaścują szczególnie skórę. Rosną one w skórze, zwłaszcza pod włosami, i mogą wysyłać swe nitkowate rozgałęzienia do niektórych tkanek podskórnych. Wywołuje to podrażnienie i zapalenie, z którego wynikają zaburzenia i owrzodzenia trudno się gojące. Dopóki ro-

¹⁾ Najnowsze badania zdają się przypuszczenie to potwierdzać. (*Przyb. tłóm.*).

ślina rośnie, owrzodzenia, rzecz prosta, nie mogą się zagoić, a gdy organizmy przenikają do skóry pod włosy, często trudno bywa zniszczyć je. Do rzędu chorób w ten sposób wywołanych należy wyprysk wyłysiający, parch i t. p.

ROZDZIAŁ VI.

Sposoby zwalczania bakteryi pasorzytnych.

Główna korzyść, wypływająca z poznania przyczyny chorób, polega na tem, że pozyskałiśmy stanowisko, z którego poszukiwać możemy środków unikania zła. W ubiegłych stuleciach medycyna była prawie wyłącznie empiryczną i opierała się na słabych bardzo podstawach naukowych. Obecnie jest wielka nadzieja, że nowe fakty postawią przedmiot na ściślejszym naukowym gruncie. Nie ulega wątpliwości, że w ciągu ostatnich lat dwudziestu pięciu, od czasu gdy rozpoczęto badania bakteryologiczne, więcej uczyniono dla rozwiązania zagadnień związanych z chorobami, niż kiedykolwiek przedtem. Nowa ta nauka przedewszystkiem była skierowana ku odkryciu sposobów unikania chorób. Dzięki temu bakteryologia przyniosła obfity plon

w dziedzinie medycyny zapobiegawczej, a w pewnej mierze również i w dziedzinie medycyny leczniczej. Rozdział ten będzie poświęcony rozważeniu, jak bakteriologia pośrednio i bezpośrednio przyczyniła się do naszej umiejętności zwalczania chorób.

Medycyna zapobiegawcza.

W ubiegłych stuleciach jedynym zadaniem medycyny było odkrycie metod leczenia chorób; obecnie znaczna i ustawicznie wzrastająca część badań poświęcona jest metodom zapobiegania chorobom. Medycyna zapobiegawcza rozwinęła się w ciągu ostatnich kilku lat i opiera się prawie wyłącznie na naszej znajomości bakteryi. Przedmiot ten z każdym rokiem zyskuje na doniosłości. Poznanie przyczyny choroby stanowi już znaczny krok naprzód w sprawie jej uniknięcia. Gdy zaczęto badać w świetle bakteriologii niektóre z naszych chorób zaraźliwych i epidemicznych, stwierdzono, że możemy określić nie tylko, jaka jest ich przyczyna, lecz również w jaki sposób odbywa się zakażenie i, co za tem idzie, jak go można uniknąć. Niektóre z wyników, które gromadziły się tak wolno, że zaledwie można je było ocenić, święcą obecnie wielki tryumf. Naprzykład, bakteriologia pierwsza naprowadziła nas na myśl, a następnie dowiodła, że gruźlica jest choro-

bą zaraźliwą, i od czasu, gdy to zostało do-
wiedzionem, spostrzegamy powolne, lecz, miejmy nadzieję, stałe, zmniejszanie się tej choroby. Bakteriologia wykazała, że źródłem cholery w czasie srożącej się epidemii jest, w znacznej mierze przynajmniej, woda do picia, i od czasu gdy to stwierdzono, jakkolwiek cholera dwukrotnie nawiedziła Europę i rozszerzyła się po wielkim obszarze, nie zyskała przecież trwałego gruntu i nie przedstawiała groźnej epidemii, z wyjątkiem pewnych przypadków, w których jej srożenie się wynikało z uznanego niedbalstwa. Bardzo pouczającym jest porównanie epidemii cholery ostatnich czasów z dawniejszemi. W dawniejszych epidemiach nie powstrzymywało cholery, która srożyła się niemiłosiernie po osadach ludzkich. W ostatnich latach, jakkolwiek kilkakrotnie pukała do wrót wielu miast europejskich, ograniczała się zwykle pojedynczemi przypadkami, z wyjątkiem kilku przykładów, w których fakty te, dotyczące związku jej z wodą do picia, były zapoznane.

Medycyna zapobiegawcza znajduje się jeszcze w kolebce, lecz uczyniła już wiele: rozwinęła nowożytny systemy assenizacyi; nadała nowy kierunek budowie szpitali, nakreśliła przepisy dotyczące urządzenia pokoju dla chorego i w znacznej mierze zapobiegające zarażeniu się osób go pielęgnujących; powiedziała nam, jakich źródeł zarazy należy

się strzedz — i tym sposobem uczyniła bardzo wiele w sprawie zapobiegania szerzeniu się chorób. Wartość jej uwidoczniła się w fakcie, że nastąpił stały spadek procentu śmiertelności od chwili, gdy współczesne pojęcia o assenizacji zaczęły wywierać wpływ, — w fakcie, że choroby epidemiczne szerzą się mniej gwałtownie niż dawniej, oraz w fakcie, że więcej ludzi unika chorób, które za dawnych czasów dotykały prawie wszystkich.

Medycyna zapobiegawcza bierze pod uwagę kilka czynników, które wszystkie mają związek ze sposobami szerzenia się zarazy. Czynniki te są:

Źródło zakażenia. — Stwierdzono, że w większości chorób materiał zarażony pochodzi od osobników dotkniętych temi chorobami, i że, wyjąwszy nieliczne przypadki, jak malarya, winniśmy zawsze uważać ludzi, dotkniętych chorobą za wyłączne źródło zarazy. Stwierdzono, że we wszystkich tych przypadkach bakterye chorobotwórcze zostają wydalone z chorego jakąkolwiek drogą, czy-to przez kanał pokarmowy, czy z wydalnikami skórnymi, czy w inny sposób, i że każda rozsądna osoba, pielęgnowająca chorych, z łatwością określi, jaką drogą zarażony materiał zostaje z nich wydany. Gdy fakt ten jest znany i wzięty pod uwagę, staje się już stosunkowo łatwym wskazanie środków ostrożności przeciw rozszerzeniu się tego materiału.

Należy pamiętać, że prosta obecność bakteryi w pokarmach i napojach nie ma znaczenia, jeżeli tylko bakterye te nie pochodzą z jakiegoś zarażonego źródła.

Sposób szerzenia się. — Następnie bakterye muszą z pierwotnego źródła choroby przejść na nowego podatnego osobnika. Bakterye nie posiadają zdolności samodzielnego szerzenia się, jeżeli nie są pogrążone w płynie; z tego powodu przejście ich z jednego osobnika na drugiego musi być bierne. Dają się jednak łatwo przenosić za pomocą mnóstwa rozmaitych sposobów, których badanie jest nam wielce pomocne w sprawie powstrzymywania zarazy. Badania podjęte w tym kierunku wykazały, że istnieje kilka dróg, któremi bakterye zostają przenoszone. Przedewszystkiem należy wymienić pokarmy. Pokarmy mogą zostać zarażone materiałem zakaźnym w rozmaity sposób, np. przez zetknięcie z pomijami lub zanieczyszczoną wodą, lub nawet z naczyniami, z których jedli chorzy. Woda również może być zarażona materiałem zakaźnym i stać się źródłem szerzenia się tyfusu i cholery. Mleko może także być zarażone w rozmaity sposób i stać się źródłem rozpowszechnienia bakteryi wywołujących tyfus brzuszny, gruźlicę, błonicę, szkarlatynę i niektóre inne, mniej znane, choroby. Dalej, zarażona odzież, pościel lub naczynia mogą być wzięte od chorego i użyte przez

inną osobę bez należytego oczyszczenia. Bezpośrednie zetknięcie lub zetknięcie z zarażeniami zwierzętami stanowi również jeden ze sposobów przenoszenia zarazy. Owady niekiedy przenoszą bakterye od jednej osoby do drugiej, w niektórych zaś chorobach (gruźlica, a może też szkarlatyna i ospa) materiał zakaźny przenosi się przez powietrze. Znajomość tych faktów pozwala nam wytłómaczyć mnóstwo zagadkowych przypadków zakażenia, zwłaszcza gdy je zestawimy ze znanymi źródłami zarazy.

Drogi wtargnięcia.—Bakteryologia pokazała nam, że różne gatunki bakteryi pasorzytnych różnemi drogami dostają się do ciała i że każdy z nich musi przejść przez właściwe miejsce, ażeby zdobyć grunt. Stwierdziwszy, że zarazek tyfusowy musi wejść przez usta, ażeby wywołać chorobę, że gruźlica musi przejść przez nos z powietrzem wdychanem, gdy zarazki zakażenia krwi wchodzą jedynie przez rany lub uszkodzoną skórę, stwierdzamy jednocześnie fakty zasadnicze, z których wypływają odpowiednie metody zapobiegania tym niebezpieczeństwom. Widzimy, że w niektórych chorobach staranne unikanie polykania zarazków wystarcza do zapobieżenia zarazie, gdy znowu w innych jest to niewystarczającym. Gdy wszystkie te fakty są znane, prawie zawsze można uniknąć zarazy; a ponieważ znajomość tych faktów

coraz bardziej się upowszechnia, bezpośrednie wzięcie zarażania się musi być coraz rzadszem.

Przedewszystkiem bakteriologia uczy nas, co się dzieje z bakteryami chorobotwórczemi po wydaleniu ich z ciała chorego; jak one mogą istnieć przez długi jeszcze czas w stanie czynnym; jak mogą czyhać w nieczystościach lub wodzie, drzemiące lecz żywe, albo też jak tam mogą rozmnażać się nawet. Medycyna zapobiegawcza uczy nas, jak niszczyć bakterye, czyhające tylko na sposobność zakażenia, daje nam bowiem środki odkażające i poucza, gdzie i kiedy używać ich należy. Nauczyła nas już tłumić pewne postaci epidemii, za pomocą odpowiednich sposobów niszczenia bakteryi, i zmniejszać niebezpieczeństwo chorób zaraźliwych. Słowem, bakteriologii mamy do zawdzięczenia to, że nie jesteśmy już bezsilni wobec srożącej się epidemii. Nie poddajemy się już odrętwiającej twardze, jak to czynili nasi przodkowie, gdy ich nawiedzała epidemia, lecz, znając jej przyczyny i źródła, przystępujemy do usunięcia ich. Dzięki temu gwałtowne epidemie trwają stosunkowo krótko.

Bakterye w chirurgii.

W żadnej gałęzi medycyny zapobiegawczej doniosłość bakteriologii nie jest tak wielka a wyniki tak zadziwiające, jak w chi-

inną osobę bez należytego oczyszczenia. Bezpośrednie zetknięcie lub zetknięcie z zarażeniami zwierzętami stanowi również jeden ze sposobów przenoszenia zarazy. Owady niekiedy przenoszą bakterye od jednej osoby do drugiej, w niektórych zaś chorobach (gruźlica, a może też szkarlatyna i ospa) materiał zakaźny przenosi się przez powietrze. Znajomość tych faktów pozwala nam wytłómaczyć mnóstwo zagadkowych przypadków zakażenia, zwłaszcza gdy je zestawimy ze znanymi źródłami zarazy.

Drogi wtargnięcia.—Bakteryologia pokazała nam, że różne gatunki bakteryi pasorzytnych różnemi drogami dostają się do ciała i że każdy z nich musi przejść przez właściwe miejsce, ażeby zdobyć grunt. Stwierdziwszy, że zarazek tyfusowy musi wejść przez usta, ażeby wywołać chorobę, że gruźlica musi przejść przez nos z powietrzem wdychanem, gdy zarazki zakażenia krwi wchodzą jedynie przez rany lub uszkodzoną skórę, stwierdzamy jednocześnie fakty zasadnicze, z których wypływają odpowiednie metody zapobiegania tym niebezpieczeństwom. Widzimy, że w niektórych chorobach staranne unikanie połykania zarazków wystarcza do zapobieżenia zarazie, gdy znowu w innych jest to niewystarczającym. Gdy wszystkie te fakty są znane, prawie zawsze można uniknąć zarazy; a ponieważ znajomość tych faktów

coraz bardziej się upowszechnia, bezpośrednie wzięcie zarazania się musi być coraz rzadszem.

Przedewszystkiem bakteriologia uczy nas, co się dzieje z bakteryami chorobotwórczemi po wydaleniu ich z ciała chorego; jak one mogą istnieć przez długi jeszcze czas w stanie czynnym; jak mogą czyhać w nieczystościach lub wodzie, drzemiące lecz żywe, albo też jak tam mogą rozmnażać się nawet. Medycyna zapobiegawcza uczy nas, jak niszczyć bakterye, czyhające tylko na sposobność zakażenia, daje nam bowiem środki odkażające i poucza, gdzie i kiedy używać ich należy. Nauczyła nas już tłumić pewne postaci epidemii, za pomocą odpowiednich sposobów niszczenia bakteryi, i zmniejszać niebezpieczeństwo chorób zaraźliwych. Słowem, bakteriologii mamy do zawdzięczenia to, że nie jesteśmy już bezsilni wobec srożącej się epidemii. Nie poddajemy się już odrętwiającej trwodze, jak to czynili nasi przodkowie, gdy ich nawiedzała epidemia, lecz, znając jej przyczyny i źródła, przystępujemy do usunięcia ich. Dzięki temu gwałtowne epidemie trwają stosunkowo krótko.

Bakterye w chirurgii.

W żadnej gałęzi medycyny zapobiegawczej doniosłość bakteriologii nie jest tak wielka a wyniki tak zadziwiające, jak w chi-

rurgii. Od początku istnienia chirurgii operatorowie walczyć musieli z dwiema trudnościami. Pierwszą był wstrząs, będący wynikiem operacji. Zależy on od rozmiarów działania chirurgicznego i stanowi nieodłączną część każdej operacji. Drugą trudność stanowiły następne objawy, występujące po operacji, nawet wykonanej z powodzeniem: prawie zawsze możemy być pewni wtórnych powikłań, znanych pod nazwą gorączki chirurgicznej, zapalenia, zakażenia krwi, gangreny i t. p., których zejście często bywa śmiertelne. Wtórne te powikłania zazwyczaj były groźniejsze niż wstrząs operacyjny, i pospolicie zdarzało się, że chory przeżywał zwycięzko wstrząs, ulegał zaś późniejszym gorączkom. Zdawało się, że są one nieuniknione; uważano je za nieodłączną część sprawy gojenia się rany. Często także okazywało się, że im więcej starań podejmowano koło chorego, tem większe było prawdopodobieństwo wystąpienia któregoś z tych zaburzeń. Żołnierz, opatrzony na polu bitwy i pielęgnowany w zaimprovizowanym lazarecie polowym, często powracał do zdrowia, a przeciwnie żołnierz, który miał szczęście dostać się do szpitala, gdzie można go było otoczyć staranniejszą opieką, padał ofiarą gangreny szpitalnej. Wszystkie te fakty były dobrze znane, lecz chirurg, nie znając ich przyczyny, był zupełnie bezradnym wobec tych zabu-

rzeń zapalnych i zawsze czuł się zmuszonym brać je pod uwagę.

Wykazanie, że gnucie i rozpad zależą od bakterji, oraz stwierdzenie dawniej fakt, że chorobę jedwabników wywołują drobnoustroje, nasunęły przypuszczenie, że choroby zapalne, towarzyszące ranom, mają tę samą przyczynę. Pod pewnymi względami istnieje uderzające podobieństwo pomiędzy temi zaburzeniami a gnuciem, i przypuszczenie to nasuwało się samo przez się. Przewszystkiem jednak, i to przez długi szereg lat, niepodobna było dowieść teorii przez wykrycie określonego gatunku drobnoustrojów wywołujących te zaburzenia. Widzieliśmy już, że istnieje kilka różnych gatunków bakterji, mających związek z całą tą grupą chorób, lecz żaden gatunek swoisty nie pozostaje w szczególnym związku z określonym typem zapalenia. Fakt ten opóźnił odpowiednie odkrycia z punktu widzenia mikroskopii. Lecz o wiele wcześniej, zanim zdołano dowieść tego, teoria znalazła praktyczne zastosowanie pod formą tego, co rozwinęło się w chirurgię antyseptyczną i aseptyczną.

Chirurgia antyseptyczna opiera się, poprostu, na usiłowaniu niedopuszczenia bakterji do rany chirurgicznej. Przypuszcza się, że jeśli drobnoustroje nie dostaną się do rany, to proces gojenia przebiegnie bez następczych gorączek i zapaleń, które występują dopiero wtedy, kiedy

bakterye znalazły możność rozmieszczenia się w ranie. Zrazu teorya napotkała zaciętą opozycję, lecz mnożące się fakty stwierdziły jej wartość, i dziś metody jej przyjęte są wszędzie w świecie cywilizowanym. W miarę nagromadzenia się dowodów chirurgowie stwierdzili kilka ważnych faktów, z których najdonioślejszym jest poznanie zwykłych źródeł zakażenia ran. Z początku myślano, że powietrze jest głównem źródłem zakażenia; lecz okazało się, że bakterye powietrza zwykle są nieszkodliwe. Okazało się, że najpospolitszem źródłem zakażenia są narzędzia chirurga, lub jego ręce, lub odzież, lub gąbki, które stykają się z raną. Okazało się również, że tę grupę zaburzeń chorobowych wywołują pospolite gatunki bakteryi, istniejące wszędzie, znajdowane na odzieży lub skórze i zawsze gotowe wtargnąć do rany, skoro tylko nadarzy się sposobność. Są one zawsze obecne, lecz zazwyczaj nie są szkodliwe. Nie są to najezdniczy zewnątrzni, jak najgwałtowniejsze gatunki chorobotwórcze, naprzykład bakterye cholery azyatyckiej, lecz możemy je porównać z wrogami wewnętrznymi, znajdującymi się zawsze pod ręką. Przeciwno tym wszec obecnym bakteryom chirurg musi mieć się na baczności. Nad metodami, któremi się w tym celu posługuje, nie mamy potrzeby tu się zatrzymywać. Polegają one właściwie na przestrzeganiu czystości bakteryologicznej.

Operację wykonywa się wyjałowionemi narzędziami, z najściślejszem przestrzeganiem czystości.

Wywołało to zupełny przewrót w chirurgii. W miarę coraz lepszego rozumienia i coraz większego stosowania tych metod, przykłady następczych zaburzeń, występujących po ranach chirurgicznych, stawały się coraz rzadszemi, aż wreszcie znikły w praktyce we wszystkich przypadkach prostych. Dziś chirurg przyznaje, że, jeżeli zaburzenia zapalne tego rodzaju występują po prostych ranach chirurgicznych, świadczy to o niedbalstwie. Wprawny chirurg wie, że przy środkach ostrożności, które może obecnie przedsiębrać, obawiać się powinien jedynie tylko bezpośrednich następstw wstrząsu i późniejszego pośredniego jego wpływu; następcze zaś gorączki chirurgiczne, zakażenie krwi i gangrena chirurgiczna, całkiem nie są brane pod uwagę. Istotnie, chirurg współczesny zaledwie wie co to jest gangrena chirurgiczna, a bakteryologowie nie mieli sposobności badania jej. Zakażenia wtórne znikły, i chirurg ma do czynienia jedynie tylko z następstwami samej operacyi, ze zdolnością ciała—przewycięzania wstrząsu i z gojeniem się rany.

Gdy już znikła obawa tych następczych zaburzeń, chirurg stawał się coraz śmielszym. Operacye, o których dawniej nikt nie marzył, obecnie wykonywa bez wahania. Za

dawnych czasów operacja otwarcia jamy brzusznej nie była uważana za możliwą lub przynajmniej prawie tak pewnym był jej wynik śmiertelny, że uciekano się do niej tylko w ostateczności, obecnie zaś operacje podobne zaledwie uważane są za poważne. Nawet chirurgia mózgu staje się coraz popolitszą. Może nawet nasi chirurdowie posuwają się zbyt daleko i wpadają w drugą ostateczność: czując swą siłę w wykonywaniu tylu operacji bez szkody lub niebezpieczeństwa, uciekają się do noża w tych razach, w których byloby lepiej pozostawić zagojenie naturze. Bądź co bądź jednak niepodobna ocenić massy cierpień usuniętych i ludzi ocalonych dzięki zapanowaniu nad następczemi zaburzeniami zapalnymi, które zwykle towarzyszyły ranom chirurgicznym.

Medycyna zapobiegawcza zatem ma za zadanie raczej niedopuszczanie chorób niż ich leczenie. Pokazując nam przyczynę chorób i ucząc gdzie i jak zostają nabyte, uczy nas unikać ich w znacznej mierze. Różni się ona od medycyny praktycznej tem, że pozostaje w bezpośrednim związku ze zdrowiem publicznem. Gdy z jednej strony może byłoby lepiej, żeby znajomość metod leczenia przeważnie nie wychodziła poza obręb zawodu lekarskiego, to z drugiej znowu jest rzeczą bardzo pożądaną, aby znajomość wszystkich faktów dotyczących medycyny zapobiegaw-

czej była o ile możności jaknajszerzej rozpowszechniona. Jednostka nie może z powodzeniem stosować swych wiadomości z medycyny zapobiegawczej, jeżeli jej sąsiad nie zna tych faktów lub nie dba o nie. Niepodobna myśleć o wypełnieniu wszystkiego, co w tym względzie jest możliwe, dopóki wiadomości te nie będą szeroko rozpowszechnione. Każda epidemia, która sroży się w naszych miastach, świadczy o krzyżących brakach w wychowaniu, dotyczących faktów tak prostych, jak źródło zarasków, sposoby szerzenia się ich, oraz środki uczynienia ich nieszkodliwemi.

Szczepienie ochronne.

Oddawna już stwierdzono, że w większości przypadków wyzdrowienie z choroby zaraźliwej mniej lub więcej zabezpieacza osobnika od powtórnego napadu tej choroby. Rzadko się zdarza, aby osobnik dwukrotnie przebywał jedną i tę samą chorobę zaraźliwą. Zdanie to oparte jest na faktach, jakkolwiek odporność w ten sposób nabyta podlega znacznym odmianom. Istnieją choroby, co do których trudno przypuścić, aby można było nabyć jakąkolwiek odporność, jak, na przykład, gruźlica; gdy znowu w innych odporność jest bardzo wielka i długotrwała, jak, na przykład, w szkarlatynie. Co więcej, siła odporna jest niejednokowa u różnych osobników: gdy nie-

które osoby po wyzdrowieniu z pojedynczego napadu zyskują trwałą odporność, inne bardzo łatwo zapadają powtórnie. Lecz pomimo to fakt podobnego adporniania się wątpliwości nie ulega. Jasnym jest, że wszystkie choroby zakaźne, niosące w sobie możliwość prawdziwego wyzdrowienia, pozostawiają po sobie pewien stopień zabezpieczenia przeciw powtórnemu napadowi, tylko że w niektórych chorobach odporność jest nader nietrwałą, w innych zaś trwalszą. Choroby powodujące ogólne zakażenie całego układu zwykle prędzej dają początek trwałej odporności, niż te, które dotyczą jedynie nieznacznych części. Gruźlica, która, jak to już zaznaczono, zwykle umiejscawia się gdzieś w ciele bardzo małą zdolna jest zapewnić odporność; choroba zaś, jak szkarlatyna, obejmująca cały układ, pozostawia odporność trwalszą.

Podobna odporność dawno była znana, i przed laty nieraz dobrowolnie usiłowano ją nabyć; nawet dziś spotykamy osoby stosujące tę zasadę. Okazuje się, że łagodny napad podobnych chorób wywołuje taką samą odporność, jak napad gwałtowny; opierając się na tym fakcie, matki niejednokrotnie umyślnie wystawiały swe dzieci na pewne choroby w czasach, gdy te miały przebieg łagodny, ażeby „pozbyć się“ choroby i zabezpieczyć dzieci na przyszłość. W ten sposób nabawiano się nieraz nawet najcięższych cho-

rób. W Chinach w ten sposób niekiedy nabawiano się ospy. Metody to niewątpliwie bohaterskie, ale zasługują na potępienie. Z samego faktu, że łagodna postać choroby wywołuje odporność, zrobiono użytek bardziej logiczny i uzasadniony.

Pierwszem zastosowaniem zasady było szczepienie ospy, praktykowane już przeszło od stu lat. Pomiędzy ospą cieląt a ludzi niewątpliwie zachodzi ścisły związek, i przebycie pierwszej w pewnym stopniu zabezpiecza przeciw drugiej. Łatwo zatem zaszczerpić człowiekowi zarazek ospy cielęcej i tym sposobem nadać mu pewną odporność wobec poważniejszej daleko ospy ludzkiej. Było to odkrycie czysto empiryczne, i szczepienie ospy stosowano przez długi czas, zanim zasadę na której się ono opiera, zrozumiano i zanim uznano pasorzytniczy charakter choroby. Zasadę tę wskrzesił w naszych czasach Pasteur. Prowadząc badania nad wąglikiem u zwierząt, stwierdził on, że i tu, jak w innych chorobach, wyzdrowienie, gdy nastąpiło, pozostawia odporność. Nasunęło mu to pytanie: czy nie byłoby możliwem zarażanie zwierząt łagodną postacią choroby i zabezpieczanie ich w ten sposób od postaci gwałtowniejszej? Kwestya zarażania łagodną postacią tej niezwykle ciężkiej choroby nie należała do łatwych. Nie można tego było osiągnąć przez zaszczerpienie zwierzętom drobnej ilości ba-

kteryi, gdyż dzięki zdolności rozmnażania się liczba ich w krótkim czasie wzrosłaby nieskończenie. Należało w jakikolwiek sposób zmniejszyć ich złośliwość. Pasteurowi udało się osiągnąć to przez hodowanie ich w płynach odżywczych przy wysokiej temperaturze. Metoda ta tak osłabiała ich złośliwość, że można je było szczepić bydłu, u którego wywoływały tylko nieznaczne niedomaganie, a z niego zwierzęta szybko wracały do zdrowia. Lecz nawet ta łagodna postać choroby, jak stwierdzono z tryumfem, zabezpiecza zwierzęta przeciwko najgwałtowniejszej postaci węglik. Odkrycie, rzecz prosta, powitano jako wielce doniosłe i obiecujące wiele w przyszłości. Jeżeli można było za pomocą metod laboratoryjnych znaleźć sposób szczepienia ochronnego przeciw tak poważnej chorobie jak węglik, dlaczegożby nie było możliwem zastosowanie tej samej zasady do chorób ludzkich? Entuzjasci widzieli już w przyszłości chwilę, gdy wszystkie choroby zostałyby w ten sposób zwyciężone.

Lecz odkrycie nie przyniosło wyników, jakich pierwotnie oczekiwano. Nie można wątpić, że dałoby ono zastosować się do pewnej liczby chorób ludzkich, gdyby podjęto poważne usiłowania; lecz kilka zarzutów powstaje przeciwko szerokiemu jego zastosowaniu. Przedewszystkiem samo szczepienie jest rze-

czą poważną. Nawet szczepienie ospy, jak wiadomo, nieraz wskutek wadliwego wykonania kończy się fatalnie, a jest rzeczą bardzo poważną robienie doświadczeń nad ludźmi z czemś tak niebezpiecznem jak bakterye chorobotwórcze. Ciężkość ospy, jej nadzwyczajna zaraźliwość i stosunkowo łagodne wyniki szczepienia zachęcają nas do szczepienia ochronnego celem uniknięcia prawdopodobieństwa zarażenia się tą chorobą. Lecz ludzkość niechętnie poddawałaby się podobnym operacyom, jakkolwiek nawet łagodnym, w celu uniknienia chorób innych, mniej gwałtownych, lub takich, co do których istnieje mniejsze prawdopodobieństwo zarażenia się. Niechętnie szczepilibyśmy sobie choroby łagodne lub te z poważniejszych, które rzadziej się zdarzają. Naprzykład, zaproponowano sposób zabezpieczania zwierząt przeciw tężcowi, sposób, który prawdopodobnie równie dobrze możnaby zastosować i do ludzi; lecz sposób ten nigdy się nie rozpowszechni, albowiem niebezpieczeństwo tężca jest małe. Szczepienie zatem należy ograniczyć do chorób, które są tak gwałtowne i tak powszechne lub które wybuchają w postaci peryodycznych epidemii z taką siłą, że przewyciężają niechęć ludzi do poddawania się szczepieniu ochronnemu. Dalszy zarzut opiera się na fakcie, że odporność w ten sposób nabyta może nie być trwałą. Bydło szczepio-

ne przeciw węglikowi zachowuje odporność jedynie przez kilka miesięcy. Jak długo podobna odporność mogłaby trwać w innych razach, tego powiedzieć nie możemy, lecz, oczywiście, fakt ten wystarczyłby zupełnie do zaniechania szczepienia ochronnego u ludzi, wyjąwszy pewne szczególne przypadki. Niepodobna myśleć o ustawicznych szczepieniach przeciwko rozmaitym chorobom.

W rezultacie okazało się, że zasada szczepienia jako środka zapobiegawczego niema wielkiej wartości. Jedyną chorobą ludzką, co do której w tym kierunku były robione poważne usiłowania, jest cholera azyatycka. Choroba ta w czasach epidemii tak jest gwałtowną a prawdopodobieństwo zarażenia się tak wielkiem, że podobne szczepienie jest usprawiedliwione. Kilku bakteriologów w ciągu lat ostatnich usiłowało odkryć nieszkodliwą metodę szczepienia tej choroby. Zdaje się, że powiodło im się to, gdyż doświadczenia w Indjach, ojeździe cholery, były tak pomyślne, jak tylko można było oczekiwać. Bakteriologia rozporządza teraz środkiem szczepienia przeciw cholercie, który może być równie skuteczny jak szczepienie ospy. Można wątpić, czy sposób ten będzie kiedykolwiek stosowany w szerokich rozmiarach, gdyż, jak to już zaznaczono, mamy możliwość unikania epidemii cholery za pomocą innych środków. Jeżeli zdołamy ochronić na-

sze miasta, zapewniając im dobrą wodę, rozleglejsze zastosowanie metody szczepienia nie będzie prawdopodobnem.

Uczyniono inną próbę zastosowania szczepienia ochronnego, próbę opartą jednak na odmienniejszej zasadzie. W o d o w s t r ę t niewątpliwie jest jedną z najstraszniejszych chorób, jakkolwiek względnie rzadką. Wskutek rzadkości tej choroby ludzie nie są skłonni do wprowadzenia powszechnego jej szczepienia, lecz jej gwałtowność czyni każdego pokąsanego przez wściekle zwierzę gotowym do poddania się wszelkiemu leczeniu, wrózącemu odwrócenie choroby. W poszukiwaniach nad szczepieniem należało zatem wynaleźć metodę, którą można byłoby stosować po zakażeniu, t. j. po pokąsaniu osobnika przez wściekle zwierzę. Na szczęście, choroba ta ma długi okres wylegania, dość długi, by cel powyższemu mógł być osiągniętym. Metoda szczepienia wynalezioną została przez Pasteura; może zaś być zastosowana po pokąsaniu osobnika przez wściekle zwierzę. To zapobiegawcze szczepienie opiera się jednak na innej zasadzie, niż szczepienie ospy lub węglika. Nie wywołuje ono łagodnej postaci choroby, uodparniając w ten sposób osobnika, lecz raczej stwarza wytrzymałość na jady chemiczne, będące wytworem choroby. Jest to znany fakt fizjologiczny, że ciało może przyzwyczać się do trucizn, jeżeli je otrzymuje w dawkach

stopniowo wzrastających. Dzięki tej zdolności widocznie szczepienie ochronne przeciwko wodowstrętowi wywołuje skutek. Substancja zawierająca jad wodowstrętu (brana z rdzenia kręgowego królika zmarłego na tę chorobę) zostaje zastrzykniętą osobnikowi pokąsanemu przez wściekłe zwierzę. Przy pierwszym zastrzyknięciu substancja jadowita bardzo jest słaba, lecz następne szczepienie jest już silniejsze. W rezultacie po krótkim czasie osobnik staje się uodpornionym przeciw jadom wodowstrętu. Zanim przeminął okres wylegania zarazków, pochodzących z ukąszenia wściekłego zwierzęcia, szczepiony osobnik posiada już taką wytrzymałość, na jad, iż może szczęśliwie oprzeć się napadowi zakażenia. Ta metoda szczepienia zobojeźnia tym sposobem działanie choroby, uprzedzając ją.

Metoda leczenia wodowstrętu napotkała niezwyczajnie zaciętą opozycję. Przez kilka lat uważano ją za chybioną. Lecz wzrastająca ustawicznie statystyka Instytutu Pasteura była tak przekonującoją, że opozycja umilkła i ustąpiła miejsca powszechnemu przekonaniu o skuteczności metody.

Poza omawianymi tu chorobami metoda szczepienia ochronnego nie była stosowana w chorobach ludzkich na wielkie rozmiary. W nielicznych przypadkach używano jej przeciwko błonicy. Doświadczenia na zwierzętach

wykazały, że metody te bardzo łatwo można stosować; to samo bezwątpienia byłoby prawdziwem w zastosowaniu do ludzi, gdyby metody te uważano za praktyczne i wykonalne. Lecz z przytoczonych powodów ten punkt medycyny zapobiegawczej pozostanie zawsze mniej ważnym i ograniczy się kilkoma najgwałtowniejszymi chorobami.

Ciekawą jest kwestya: w jaki sposób pojedynczy napad, zakończony wyzdrowieniem, pozostawia odporność? Stanowi ona część kwestyi już roztrząsanej co do sposobu, w jaki ciało leczy choroby. Widzieliśmy, że w części zależy to od rozwoju substancji chemicznych, które bądź zobojeźniają jady, bądź działają zabójczo na bakterye lub też jedno i drugie, w części zaś, być może, od czynnego niszczenia bakteryi przez działalność komórek (fagocytoza). Nie ulega chyba wątpliwości, że ten sam zasób sił czyni zwierzę odpornem. Siły, które wypędzają napastujące bakterye za pierwszym razem, są jeszcze obecne, by zapobiedz powtórnemu napadowi tych samych gatunków bakteryi. Czas, w ciągu którego siły te są czynne i zdolne opierać się skutecznie nowym napastnikom, określa długość trwania odporności. Dopóki przeto nie będziemy mogli odpowiedzieć z większą ścisłością, w jaki sposób odbywa się powrót do zdrowia, póty też nie zdołamy wytłómaczyć powstawania odporności.

Granice medycyny zapobiegawczej.

Mimo wszystkie zdobycze medycyny zapobiegawczej, nie możemy się spodziewać, że zdołamy zupełnie uniknąć chorób. Widzimy, że źródła chorób otaczają nas ze wszystkich stron i są tak wszechobecne, iż uniknięcie ich jest zupełnie niemożliwym. Gdybyśmy zastosowali w naszym życiu wszystkie te środki ochronne, które bakteriologia zaleca celem odwrócenia różnych chorób, otoczylibyśmy się takimi warunkami, które uczyniłyby nasze życie nieznośnym. Byłoby dla nas dość uciążliwym, gdybyśmy mieli jeść tylko gorące pokarmy, pić tylko przegotowaną wodę lub wyjałowione mleko; lecz to nie uczyniłoby jeszcze zadość warunkom koniecznym do uniknięcia chorób. By zapobiedz wszelkim niebezpieczeństwom, nie powinniśmy brać do ręki nic takiego, co nie było uprzednio wyjałowione lub po czem ręce nie zostałyby natychmiast wyjałowione; powinniśmy nosić jedynie zdezynficyowaną odzież; nie powinniśmy nigdy kłaść palców do ust, lub dotykać niemni pokarmów; powinniśmy zaprzestać jazdy na drogach publicznych i nawet oddychania zwykłym powietrzem. Bez względu na odwrócenie możliwości zakażenia jest niemożliwym. Najwyżej czego medycyna zapobiegawcza spodziewać się może, to wytknięcia najpo-

spolitszych i najobfitszych źródeł zakażenia, co by pozwoliło człowiekowi cywilizowanemu uniknąć najcięższych zaburzeń. Powstaje zatem pytanie: gdzie najlepiej przeprowadzić granicę w stosowaniu środków ochronnych? Czyż mamy nie pić innego mleka prócz wyjałowionego lub innej wody prócz przegotowanej? lub też czy te przypadkowe źródła niebezpieczeństwa mamy zaliczyć do tej samej kategorii, co wypadki z białym lub na drogach żelaznych, niebezpieczeństwa, których uniknąć możemy, zaniechawszy jazdy na białym lub koleją, co byłoby dla nas zbyt uciążliwym?

Istotnie, z punktu widzenia filozoficznego unikanie niebezpieczeństw nie jest najkorzystniejszym dla Ludzkości. Siła organizmu zależy raczej od używania niż od nieużywania zdolności. Nie ulega wątpliwości, że ogólne zdrowie i hart Ludzkości rozwijają się raczej przy potykaniu się z niebezpieczeństwami, niż przy unikaniu ich. Odporność na choroby dowodzi hartu ciała, ten zaś rozwinać się może wśród Ludzkości przez stosowanie zasady doboru naturalnego. Zgodnie z tą zasadą choroby stopniowo usuwać będą jednostki mające mało siły odpornej, pozostawiając przy życiu te, które obdarzone są większym hartem.

Bakterye chorobotwórcze są zatem środkiem zapobiegającym dalszemu pozostawianiu

przy życiu słabszych członków społeczeństwa, dążąc tym sposobem do zahartowania Ludzkości. Dzięki zaś medycynie zapobiegawczej nie jeden słaby osobnik, który w przeciwnym razie uległby wcześniej w walce, może żyć o kilka lat dłużej. Jakikolwiek będą nasze uczucia humanitarne względem jednostki, musimy przyznać, że pozostanie przy życiu słabych nie jest dobrodziejstwem dla rasy, o ile to dotyczy rozwoju sił fizycznych. Istotnie, gdybyśmy mieli brać pod uwagę jedynie tylko fizyczną naturę człowieka, powinniśmy zalecać system stosowany przez starożytnych Spartańczyków, którzy skazywali na śmierć wszystkie słabe jednostki, aby jedynie tylko silne mogły żyć i zostać ojcami przyszłych pokoleń. W tym świetle choroby pasorzytnicze przedstawiałyby raczej korzyść, niż stratę dla Rodu Ludzkiego. W rzeczywistości jednak podobne zasady nigdy już więcej nie zapanują pomiędzy ludźmi. Nasze sumienie nakazuje nam czynić wszystko, co jest w mocy naszej, by podtrzymać słabych. Powinniśmy dążyć wszelkimi siłami do rozwoju medycyny zapobiegawczej w celu uchronienia słabych od drobnoustrojów pasorzytniczych, a w każdym razie pamiętać, że rozwoju fizycznego rasy ludzkiej spodziewać się możemy, nie przez unikanie, lecz raczej przez zwalczanie zła, i że siła odporna rasy ludzkiej wobec najścia drobnoustrojów nigdy nie

może być rozwinięta za pomocą środków chroniących nas od napadu. Jak pod innymi względami tak i tu nasze zasady humanitarne obok swego niezaprzeczonego dobrego wpływu na Ludzkość wykazują pewną dążność do słabości. Dążąc ze wszystkich sił do należytego rozwoju medycyny zapobiegawczej, winniśmy jednak pamiętać o tych faktach, ilekroć zbliżamy się do kwestyi praktycznej i pragniemy wyznaczyć granice stosowania metod zapobiegających chorobom zakaźnym¹⁾.

Medycyna lecznicza.

Dotychczas bakteriologia uczyniła mniej dla medycyny leczniczej niż dla zapobiegawczej. Niemniej jednak wyświadczyła ważne usługi medycynie leczniczej i więcej jeszcze obiecuje wyświadczyć w przyszłości. Wszelkie przepowiednie na przyszłość byłyby, rzecz prosta, ryzykowne, lecz zdobyte ostatnie

¹⁾ Rozumowanie to nie wytrzymuje krytyki. Autor widocznie zapomina, że współczesne stosunki społeczne krajów cywilizowanych, a nie zasady humanitarne, wytwarzają coraz-to nowe zastępy ludzi słabych fizycznie. Z drugiej strony tysiące ludzi zdrowych i silnych padają corocznie ofiarą chorób bakteryjnych, i trwać to będzie dopóty, dopóki medycyna zapobiegawcza nie zapanuje nad wszystkimi dziedzinami życia ludzkiego. (Przyp. tłum.).

kilku lat każą spodziewać się dalszych, doniosłych wyników.

Leki.

Początkowo przypuszczano, że znajomość bakteryi swoistych, wywołujących chorobę, da możność znalezienia leków swoistych dla danej choroby. Jeżeli określony gatunek bakteryi wywołuje chorobę, i drobnoustrój ten może być hodowany w laboratorium, łatwo znaleźć leki zgubnie wpływające na jego wzrost, i te same leki mogłyby służyć, jakby się zdawało, do leczenia chorób. Nadzieja ta wszakże okazała się złudną. Bardzo łatwo jest znaleźć lek zgubny dla bakteryi swoistych, gdy terosną na podłożu odżywczem w laboratorium, lecz zwykle posiada on małą wartość lub nie posiada żadnej, gdy zechcemy go użyć jako lekarstwa. Przedewszystkiem substancje takie są to zwykle zabójcze trucizny. Sublimat jest substancją bardzo szybko niszczącą wszelkie bakterye chorobotwórcze, lecz jest zarazem zabójczą trucizną; nie może być użyty w celu zniszczenia pasorzytów w ciele w ilości dostatecznej, aby jednocześnie wywrzeć trującego działania na samo ciało. Oczywiście, jeżeli lek jakiś ma posiadać wartość jako środek niszczący bakterye, musi wywierać na nie pewne szczególnie silne działanie, tak silne, aby dawka zabójcza lub

szkodliwa dla bakteryi nie wystarczała do wywarcia niszczącego wpływu na ciało osobnika. Okazało się zadaniem nie łatwym odkryć leków, któreby posiadały pewną wartość jako środki bakteryobójcze już w tak małych ilościach, aby nie wywrzeć szkodliwego wpływu na ciało.

Druga trudność polega na skierowaniu działania leku we właściwe miejsce. Nieliczne choroby, jakieśmy zaznaczyli, wywołane zostają przez bakterye, które szerzą się bez różnicy po całym ciele; lecz większość zwykle umiejscawia się w określonych punktach. Gruźlica może dotknąć pojedynczego gruczołu lub pojedynczego płata w płucach. Zarazek tyfusu umiejscawia się w kiszkiach, wątrobie, śledzionie i t. p. Nawet gdyby możliwym było znalezienie jakiegoś leku, któryby wywierał wpływ swoisty na łasecznika gruźlicy, oczywiście, bardzo niepewną byłaby metoda wprowadzania go do całego organizmu jedynie tylko w tym celu, by mógł podziałać na bardzo mały pojedynczy gruczoł. Niekiedy cierpienie bakteryjne może być umiejscowione w części ciała, w której można je specjalnie wyleczyć, np., w razie zajęcia gruczołu skór nego; w tych przypadkach, jak się okazało, środki zabijające bakterye posiadają wielką wartość. Istotnie, stosowanie różnych środków odkażających w przypadkach ropni lub zakażeń powierzchownych okazało się bar-

dzo pożytecznym. W tym zakresie, w odkażaniu ran i w zastosowaniu miejscowym, rozwój naszej znajomości środków odkażających niemało przyczynił się do wzbogacenia medycyny leczniczej.

Bardzo małym powodzeniem wszakże uwieńczyły się usiłowania odkrycia leków swoistych dla swoistych chorób; w każdym razie można wątpić, czy wiele znajdziemy podobnych środków. Najwięcej do tego celu zbliża się chinina jako jad swoisty na zaburzenia malaryczne. Choroby malaryczne jednak zależą, nie od bakteryi, lecz od drobnoustrojów zupełnie odmiennej natury, powstających raczej za zwierzęta niż za rośliny. Poza tem mało lub wcale nie powiodło się odkrycie specyfików w postaci leków, które możnaby zadawać jako lekarstwa lub szczepić w nadziei zniszczenia szczególnych rodzajów bakteryi chorobotwórczych bez jednoczesnego uszkodzenia ciała. Jakkolwiek nierozsądnem byłoby prorocstwo, dotyczące przyszłych odkryć, to jednak niewielka jest obecnie nadzieja, aby medycyna lecznicza mogła rozwinąć się w tym kierunku.

Siła lecznicza natury.

Badanie chorób bakteryjnych, oraz ich rozwoju w ciele, wykazało przedewszystkiem, że choroby zostają ostatecznie wyleczone raczej

dzięki procesom naturalnym, niż sztucznym. Jeżeli bakteryi chorobotwórczej uda się przejść przez zewnętrzne narządy ochronne i przeniknąć do ciała, jeżeli następnie uda jej się przezwyciężyć wspomniane już siły odporne, wtedy zaczyna ona rozmnażać się i wyrządzać szkody. Rozmnażania się tego przez pewien czas nie powstrzymuje, i mała jest nadzieja, aby kiedykolwiek udało się uczynić coś w tym kierunku za pomocą leków. Po pewnym jednak czasie powstają warunki niesprzyjające dalszemu wzrostowi pasorzyta. Nieprzyjazne te warunki może w części zależą od wydzielin bakteryi, gdyż bakterye nie są zdolne rozwijać się w środowisku obfitującym w ich własne wydzieliny. Te ich wydzieliny stanowią jad zarówno dla nich jak dla osobnika, w którym rosną, i gdy nagromadzą się w dużej ilości, dalszy wzrost bakteryi zostaje powstrzymany i wreszcie ustaje zupełnie. W części również, jak należy wnioskować, nieprzyjazne te warunki zależą od czynnych sił żywotnych w organizmie chorego osobnika. Organizm ten, jakśmy widzieli, w niektórych razach rozwija pewną ilość jakiejś substancyi, zubożniającej jady bakteryjne i niedopuszczającej do spotęgowania ich wpływu. Uwolnione w ten sposób od bezpośredniego działania jądów, siły odporne odzyskują swój wpływ i znowu zaczynają bezpośrednio niszczyć bakterye. Być może, iż

bakterye, osłabione teraz dzięki obecności swych własnych wytworów rozwoju, łatwiej ulegają siłom odpornym komórek organizmu. Być może, iż siły odporne wzrosły dzięki działaniu bakteryi i ich jądów. Jakkolwiek bądź jednak, w przypadkach, w których nastąpiło wyzdrowienie z chorób pasorzytniczych, wskrzeszone siły odporne w końcu zwyciężają bakterye, niszczą je lub wypędzają, i ciało powraca do zdrowia.

Wszystko to, ma się rozumieć, jest sprawą naturalną. Wyzdrowienie z choroby wywołanej przez wtargnięcie bakteryi pasorzytniczych zależy od tego, czy ciało może opierać się jadom bakteryjnym dość długo, by siły odporne tymczasem mogły odzyskać swój wpływ. Jeżeli jady te są bardzo gwałtowne i szybko się wytwarzają, śmierć nastąpi prawdopodobnie, zanim siły odporne wzrosną do tego stopnia, by mogły wypędzić bakterye. W niektórych chorobach jady są tak gwałtowne, że w rzeczywistości zdarza się to zawsze, wyzdrowienie zaś należy do wyjątków. Takim jest jad wytworzony przez lasecznika tęcza; wyzdrowienie z tej choroby zdarza się bardzo rzadko. Lecz w niektórych innych chorobach ciało zdolne jest oprzeć się jadom, a następnie odzyskać swe siły odporne tak, aby wyprzeć napastników. We wszystkich jednak przypadkach jest to proces naturalny, zależny od działalności życiowej ciała. W grun-

cie opiera się on bezwzględnie na siłach komórek ciała, czy-to fagocytów czy innych czynnych komórek. Słowem, ciało rozporządza własnymi siłami do odparcia napastników, i od tych sił zależy możność wyzdrowienia.

Oczywiście, wszystkie te fakty bardzo mało dodają nam otuchy, abyśmy kiedykolwiek byli zdolni leczyć choroby bezpośrednio za pomocą leków niszczących bakterye: przeciwnie, zawsze zależeć musimy od sił odpornych ciała. Co więcej, fakty te uczą nas w jakim kierunku spodziewać się możemy przyszłego rozwoju medycyny leczniczej. Oczywiście, medycyna naukowa powinna zwrócić swą uwagę na wzmocnienie i pobudzenie odpornych i leczniczych sił ciała. Zadaniem lekarza powinno być uzdolnienie ciała do stawienia, o ile możności, oporu jadom i pobudzenie go do wzmocnienia sił odpornych. Rozumie się, że leki mają swe miejsce w medycynie, lecz rola ich zasada się głównie na pobudzaniu ciała do oddziaływania na zastępy najezdnicze. Nie są one nigdy specyfikami na określone choroby. Niewiele liczyć możemy na odkrycie poszczególnych leków na poszczególne choroby. Musimy je uważać jedynie za środki, które rozporządza lekarz celem pobudzenia przyrodzonych sił ciała; te zaś mogą być różne u różnych osobników. Z tego punktu widzenia możemy rów-

nież ocenić logikę małych dawek w porównaniu z wielkimi. Mała dawka leku może służyć jako środek pobudzający podupadłe siły, gdy, przeciwnie, większa podziałaby na nie wprost hamująco lub wywołałaby niepożądane objawy wtórne. Z chwilą gdyśmy uznali, że zadanie medycyny polega, nie na niszczeniu choroby, lecz raczej na pobudzaniu sił odpornych ciała, cała logika leczenia przybiera inną postać.

Pojęli to lekarze i zwłaszcza w ostatnich latach kierowali się tem w swej działalności. Jeżeli umiarkowana dawka chininy powstrzymuje malaryę w ciągu kilku dni, nie wynika stąd, by dawka podwójna uczyniła to w czasie o połowę krótszym lub z podwójną pewnością. Dawniejsze wielkie dawki, obliczone na wypędzenie choroby, wszędzie ustąpiły miejsca dawkom mniejszym, mającym na celu pobudzenie podupadłych sił ciała. Lekarz współczesny nie usiłuje leczyć tyfusu brzuszego, wiedząc z doświadczenia, że nie zdola tego uczynić, gdy choroba już się rozwinęła, lecz zwraca swą uwagę na wszystkie dostępne mu środki, zwiększające siłę odporną ciała wobec jadu tyfusowego, i ufa, że, jeżeli mu się powiedzie uzdolnić chorego do stawienia oporu trującym wpływom jadu tyfusowego, chory ten w końcu sam zacznie oddziaływać na chorobę i wypędzi najezdnicze bakterye. Obowiązkiem lekarza jest czujność i bacz-

ność, lecz musi on liczyć na siły żywotne chorego, które same jedne tylko wytrzymują walkę z najezdnikami.

Antytoksyny.

Niedawno bakteryologowie nasi wskazali pewne nowe zupełnie sposoby wspierania organizmu w walce z chorobami bakteryjnymi. Jak to już zaznaczono, jednym z pierwszych czynników wyzdrowienia, przynajmniej w niektórych chorobach, jest rozwój w organizmie substancji, która działa jako odtrutka na jady bakteryjne. Dopóki braknie tej antytoksyny, jady wytworzone przez chorobę bez przeszkody wywierac będą swój wpływ, osłabiając ciało i niepozwalając mu odzyskać sił odpornych, któreby mogły wyprzeć bakterye. Oczywiście, jeżeli możemy otrzymać tę antytoksynę w znaczniejszej ilości i zaszczyć ją ciału wtedy, gdy znajdują się w niem jady, posiadamy środek skutecznego wspierania organizmu w usiłowaniach wyparcia pasorzytów. Podobna odtrutka na jad bakteryjny w gruncie rzeczy nie leczylaby, lecz może tylko zubożętniała działanie jądów, i w ten sposób zapewniła ciału lepsze widoki zwyciężenia bakteryi. Na tej podstawie opiera się stosowanie antytoksyn w błonicy i tężcu.

Oczywiście, chcąc otrzymać antytoksynę, musimy naśladować jakiś naturalny sposób jej

wytwarzania. Niedosć jeszcze znamy chemiczną naturę antytoksyn, byśmy je mogli sztucznie wyrabiać. Sama przecież możliwość sztucznego ich wytwarzania nie da się zaprzeczyć a niektóre najnowsze doświadczenia dowodzą, że wyrabiać je można przy pomocy elektryczności; obecnie wszakże stosowane są metody naturalne, a metoda powszechnie przyjęta odznacza się prostotą. Wybieramy jakieś zwierzę, którego krew jest nieszkodliwa dla człowieka, a które podlega chorobie mającej być leczoną; przy błonicy wybieramy konia. Zwierzęciu temu szczepimy małe dawki jadu błonicowego bez lasecznika błonicy. Jad ten z łatwością możemy otrzymać, hodując laseczniki błonicy w laboratoryum na zwykłym podłożu: po krótkim czasie rozwija się znaczna ilość toksyn. Przez odpowiednie filtrowanie możemy usunąć same bakterye i otrzymać czysty roztwór jadu. Małe ilości tego jadu szczepimy koniowi w pewnych odstępach czasu. Skutek jest taki sam, jakgdyby koń dotknięty został chorobą. Komórki jego oddziałują i wytwarzają znaczną ilość antytoksyny, która pozostaje rozpuszczoną we krwi zwierzęcia. Nie jest to teoria, lecz fakt dowiedziony. Okazuje się, że krew konia w ten sposób traktowanego zobojętnia jad błonicowy, krew zaś konia przed szczepieniem nie wywiera podobnego wpływu. W ten sposób rozwija się we krwi ko-

nia pewna ilość antytoksyny, którą lekarze mogą stosować, gdzie zajdzie potrzeba. Jeżeli pewna ilość tej krwi końskiej, odpowiednio przygotowanej, zostanie wprowadzona do ciała osoby chorej na błonicę, to, o ile teoria antytoksyn jest prawdziwą, przeciwdziałać ona będzie, przynajmniej w części, jadom wytwarzanym w ciele chorego przez lasecznika błonicy: nie leczy choroby, ani też sama nie wypędza bakteryi, lecz zabezpiecza ciało od jądów, dając mu możność łatwiejszego wykazania własnych sił odpornych.

Ta metoda stosowania antytoksyn jako środka pomocniczego w leczeniu chorób jest bardzo świeżej daty, i obecnie nie da się nawet przewidzieć jakim będzie dalszy jej rozwój. Z powodzeniem zastosowano ją do błonicy; używano jej również w tężcu, ale z małym powodzeniem. Na tej samej zasadzie oparto otrzymywanie odtrutki przeciwko jadowi żmii, gdyż okazało się, że przy tem otruciu ciało rozwija odtrutkę. Jadem tym szczepiono konie tak samo, jak jadem błonicowym, i w ten sam sposób rozwija się w koniu substancya zobojętniająca jad żmii. Wzięto się do badania innych chorób w nadziei otrzymania podobnych wyników. W jakich rozmiarach zasada ta znajdzie dalsze zastosowanie, tego powiedzieć nie możemy; podobnie nie można zbyt ufać, że sama ta zasada bardzo szeroko się rozpowszechni.

Choroby pasorzytnicze tak różnej są natury, że trudno przypuszczać, by metoda wystarczająca w jednej chorobie mogła być w podobny sposób stosowaną w innej. Szczepienie ochronne przedstawia wartość w ospie, lecz jest bez znaczenia w innych ludzkich chorobach. Szczepienie zarazków osłabionych posiada wartość w węgliku i kurzej cholercie, lecz nie może być stosowane we wszystkich chorobach. Każdy z tych pasorzytów musi być zwalczany w szczególny sposób; nie należy oczekiwać, aby metoda dająca dobre wyniki w jednym przypadku koniecznie musiała być pożyteczną w innych. Nadewszystko pamiętać winniśmy, że antytoksyny same przez się nie leczą; chronią tylko ciało od osłabiającego wpływu jądów, aż póki ono samo się nie wyleczy; jeżeli zaś ciało nie posiada sił odpornych, antytoksyny nie dadzą pożądaných wyników.

Należy tu zaznaczyć dalszy jeszcze szczegół w działaniu antytoksyn. Jakśmy widzieli, powrót do zdrowia po jednokrotnem przebyciu większości chorób zakaźnych zabezpiecza osobnika na pewien czas od powtórnego napadu. Stosuje się to jednak mniej do wyzdrowienia po sztucznem zaszczeniu antytoksyny, niż do wyzdrowienia bez jej pomocy. Jeżeli w tym drugim wypadku osobnik wyzdrowiał, stało się to w części z tego powodu, że dzięki własnym siłom rozwinał

w sobie antytoksyny przeciwdziałające jadowi. Innemi słowy, działalność jego komórek przez chwilę przynajmniej skierowana była ku wytwarzaniu antytoksyn. Należy przeto spodziewać się, że po wyzdrowieniu zachowają one jeszcze tę zdolność i póki będą ją posiadały, póty osobnik będzie zabezpieczony od powtórnego napadu. Jeżeli jednak wyzdrowienie było następstwem sztucznego zaszczenia antytoksyny, wtedy komórki samodzielnie antytoksyny nie wytworzyły. Zobojętnienie jądów było bierne, i po wyzdrowieniu komórki ciała nie są bardziej uzdolnione do wytwarzania antytoksyn, niż były przedtem. Zaszczenia antytoksyna wkrótce ulega wydaleniu, i ciało pozostaje równie skłonem do choroby, jakim było poprzednio. Odporność jego jest przemijająca, gdyż zależała, nie od działalności samego ciała, lecz od sztucznego zaszczenia materiału, szybko wydanego przez organizm.

Zakończenie.

Mniemamy, że podany tu zarys życia bakterji w przyrodzie dać może dostateczne pojęcie o tych drobnoustrojach i sprostować szeroko rozpowszechnione błędne poglądy na ich znaczenie. Widzimy, że jako przyjaciele nasi bakterje odgrywają o wiele ważniejszą rolę w przyrodzie, niż jako wrogowie. Rośli-

ny te są drobne i niezmiernie proste, a mimo to istnieje znaczna liczba różnych gatunków. Postaci opisanych są całe setki, a nie wydaje się, abyśmy je już wyczerpali wszystkie. Istnieją one wszędzie w przyrodzie, liczba ich zaś przechodzi wszelkie wyobrażenie. Zdolność rozmnażania się jest niepojęta, a zdolność wywoływania głębokich zmian chemicznych nieograniczona. Ten olbrzymi zastęp istot żyjących przedstawia zatem siłę, czy szereg sił przerażającej doniosłości. Większość tej olbrzymiej masy uważać musimy za naszych przyjaciół. Im — to rolnik zawdzięcza urodzajność swego gruntu i nieustające odradzanie się ziemiopłodów. Im mleczarz ma do zawdzięczenia aromat swych przetworów. Od nich zależą ważne gałęzie przemysłu fermentacyjnego, i ich doniosłość handlowa wchodzi w grę w wielu przypadkach, w których mało myśleliśmy o nich za dawnych czasów. Winiśmy patrzeć na nie jak na pracowników nigdy niespoczywających, dzięki którym powierzchnia ziemi pozostawać może świeżą i zieloną. Ich siła jest podstawą, a działalność koniecznym warunkiem dalszego trwania życia. Nieznaczna cząstka tego olbrzymiego zastępu, dwadzieścia czy czterdzieści gatunków, na nasze nieszczęście, znajduje najprzyjaźniejsze dla siebie warunki życia w ciele ludzkim, stając się tym sposobem pasożytami ludzkimi; rosnąc, wytwarzają one jady

i wywołują choroby. Ta niewielka klasa pasożytów — to zatem rzeczywiście nasi wrogowie. Lecz na ogół uważać winniśmy bakterie za przyjaciół i sprzymierzeńców. Bez nich nie mielibyśmy naszych epidemii, lecz bez nich także nie istnielibyśmy wcale. Bez nich może niektóre osobniki żyłyby nieco dłużej, gdybyśmy wogóle żyć bez nich mogli. Wprawdzie bakterie, wywołując chorobę, powodują niekiedy przedwczesną śmierć osobnika, wprawdzie niekiedy mogą zmieść setki lub tysiące osobników; lecz również prawdą jest, że bez nich życie roślinne i zwierzęce byłoby niemożliwym na powierzchni ziemi.

KONIEC.



SPIS RZECZY.

Przedmowa	I
Rozdział I. Bakteryje jako rośliny.	3
Rozdział II. Wieloraki użytek z bakteryi w przemyśle	43
Rozdział III. Bakteryje w przemyśle nabiałowym	74
Rozdział IV. Bakteryje w przyrodzie.—Rolnictwo	107
Rozdział V. Bakteryje pasorzytne i stosunek ich do chorób.	148
Rozdział VI. Sposoby zwalczania bakteryi pasorzytnych	195

4493