

BIBLIOTEKA BIOLOGICZNA

POD REDAKCJĄ PROF. DR. J. WILCZYŃSKIEGO

№ 10

KAZIMIERA URBANOWICZÓWNA

A M E B A
I W Y M O C Z E K

Z 50 RYSUNKAMI W TEKŚCIE



Nr. inw.

NAKLAD
GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA

Ozari:
Pólka: 8

AMEBA I WYMOCZEK

Zakup 1945 Rn 1 (komitet 14.XI.45)

BIBLIOTEKA BIOLOGICZNA

POD REDAKCJĄ PROF. DR. J. WILCZYŃSKIEGO

№ 10

KAZIMIERA URBANOWICZÓWNA

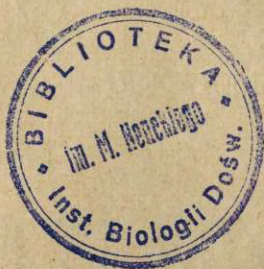
A M E B A I W Y M O C Z E K

Z 50 RYSUNKAMI W TEKŚCIE



Nr. inw.

NAKLAD
GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA



Nr. inw. 56

Zakł. Druk. F. Wyszyński i S-ka, Warecka 15.

1930

SPIS RZECZY.

Wstęp	7
Rozdział I. Zbieranie materiału i hodowla	11
Rozdział II. Systematyczny przegląd korzenionózek i wy- moczaków wraz z opisem pospolitszych postaci	20
Rozdział III. Wiadomości wstępne o budowie komórki pierwotniaków	34
Rozdział IV. Ruchy	40
Rozdział V. Tropizmy	48
Rozdział VI. Przyjmowanie pokarmu	54
Rozdział VII. Oddychanie i wydzielanie	62
Rozdział VIII. Rozród i regeneracja	65
Rozdział IX. Wpływy środowiska. Incystowanie się. Roz- siedlenie geograficzne	76

W S T Ę P.

Ameby czyli pełzaki i wymoczki (*Infusoria*) należą do zwierząt jednokomórkowych, czyli pierwotniaków.

Ze względu na ich drobne rozmiary, wahające się u pospolitszych postaci pomiędzy 0,05 mm — 0,5 mm, wykrycie tych zwierząt i stwierdzenie ich jednokomórkowej budowy stało się możliwe dopiero po znacznym udoskonaleniu mikroskopu. Obecnie, z obserwacji nad jednokomórkowcami, najłatwiej zaznajamiamy się z podstawowymi pojęciami biologicznymi jak: komórka, jądro, plazma i t. p. Wszystkie zwierzęta jednokomórkowe obejmujemy nazwą *Protozoa* czyli pierwotniaki. Jednokomórkowe rośliny nazywamy również pierwotniakami ale roślinnymi czyli *Protophyta*.

W wielu razach trudno jest zdecydować, czy mamy zaliczyć dany organizm do postaci zwierzęcych czy roślinnych, gdyż łączy, niekiedy, w sobie cechy zarówno roślinne jak i zwierzęce, np: posiada otwór ustny i narządy ruchu, odżywia się jednak jak roślina zielona, ponieważ posiada jednocześnie ciała zieleni.

Zwierzęta mikroskopowe czyli drobnoustroje obserwował po raz pierwszy w roku 1675 holenderski uczony Antoni Leeuwenhoek (1632 — 1723). Posługiwał się on w badaniach swoich mikroskopem powiększającym około 270 razy; wynikiem tych badań był dokładny już opis zaobserwowanych istot. Czytając jego opisy zwierząt, znajdujących w nastojach roślinnych, z łatwością poznajemy poszczególne rodzaje drobnoustrojów, zaliczanych obecnie w systematyce do wymoczków — *Infusoria*.

Dalsze wiadomości o drobnoustrojach czerpiemy z obszernego ilustrowanego dzieła Ottona Friedricha Müllera (1730 — 1784) „*Animalcula Infusoria*”, które się pojawiło w sto lat po ich wykryciu.

Wyczerpujące dane o pierwotniakach daje nam Christian Gottfried Ehrenberg (1795 — 1876) w wydaniu obficie zaopatrzonem w szczegółowe tablice; „*Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen*”. Mimo dokładności obserwacji, którą stwierdzamy w opisach i rycinach Ehrenberga, pojmował on błędnie zasadniczą budowę pierwotniaków, a mianowicie twierdził, że posiadają one wszystkie narządy zwierząt wyższych i bronił tego poglądu, zwalczanego przez Dujardina (1801 — 1860).

Termin *Protozoa* użyty po raz pierwszy przez Goldfussa w roku 1820, miał wówczas inny zakres niż obecnie, gdyż stosował się do wszystkich zwierząt mikroskopowych, pomiędzy którymi, jak wykazały badania późniejsze, znajduje się wiele drobnych zwierząt wielokomórkowych, np. wrotki — *Rotatoria* — z pośród robaków.

Ostateczne wyjaśnienie i ustalenie jednokomórkowej budowy pierwotniaków zawdzięczamy Sieboldowi (1804 — 1885). Charakterystyka *Protozoa*, podana przez niego, odpowiada naszym obecnym zapatrywaniom na tę grupę, które możemy ująć w sposób następujący: są to organizmy, których ciało stanowi jedną komórkę o plazmie mniej lub więcej zróżnicowanej, w przejawach życiowych odpowiadające zwierzętom wielokomórkowym; ży-

jące pojedynczo lub kolonjami, w których jednak poszczególne osobniki zachowują cechy indywidualne.

Protozoa rozpatrujemy obecnie jako samodzielne podkrólestwo zwierząt, przeciwstawiając je wszystkim zwierzętom wielokomórkowym (tkankowcom) czyli *Metazoa*.

Podział *Protozoa* na gromady oparty jest głównie na sposobie lokomocji i pobierania pokarmu, a mianowicie:

1. *Rhizopoda* — korzenionóżki — pierwotniaki poruszające się i pobierające pokarm przy pomocy wypustek plazmatycznych — nibynóżek (*pseudopodia*) posiadające jedno lub więcej jąder, pozbawione otworu ustnego i odbytowego, nagie, bezkształtne lub wytwarzające skorupki i szkielety wewnętrzne.

2. *Flagellata* — wiciowce — o jednej lub więcej wici, służącej do poruszania się; przeważnie bardzo małe, zazwyczaj o jednym jądrze.

3. *Sporozoa* — sporowce — pasorzytnicze pierwotniaki, pozbawione trwałych zdolności do ruchu i aktywnego pobierania pokarmu, który przyjmują drogą osmozy. Występujące w pewnych okresach rozrodu postaci pełzakowate lub z wiciami, — przemawiają za pokrewieństwem ich z dwiema poprzednimi gromadami. W rozrodzie występują silnie obłonione zarodniki czyli spory.

4. *Infusoria (Ciliata)* — wymoczki — pierwotniaki o plazmie najbardziej zróżnicowanej, poruszające się przy pomocy rzęsek, posiadające otwór ustny i odbytowy, z dwoma jądrami — macro- i micronucleus.

Z powyżej podanych gromad pierwotniaków — korzenionóżki wykazują najmniej — wymoczki najbardziej zróżnicowaną komórkę.

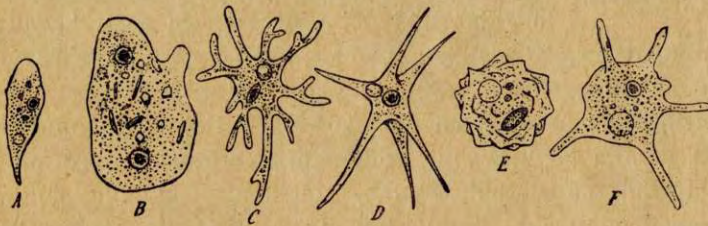
Zaznajomienie się z temi dwiema grupami na najbardziej znanych ich przedstawicielach pozwoli nam wyrobić dostateczne pojęcie o pierwotniakach wogóle, a zarazem poznać zasadnicze czynności — w formie najprostszej właściwe wszystkim organizmom zwierzęcym. Dla tego celu wybieramy z pośród korzenionózek — *ameby*, z wymoczków — pantofelka *Paramecium* i kilka innych bardziej pospolitych postaci.

ROZDZIAŁ I.

Zbieranie materiału i hodowla.

Amebami¹⁾ czyli pełzakami nazywamy kowronionóžki, pozbawione jakiegokolwiek bądź szkieletu (rys. 1). Wypustki plazmatyczne niestałe, zwane nibynóžkami (pseudopodia), służące do poruszania się i po-

Ameby.



Rys. 1. Kształt nibynóžek u ameb. A, u *Amoeba limax*; B, u *Pelomyxa binucleata*; C, u *Amoeba proteus*; D, u *A. radiosa*; E, u *A. verrucosa*; F, u *A. polypodia*. (z *Dofleina*).

bierania pokarmu, pojawiają się w miarę potrzeby w jakiej bądź części ciała ameby — stąd ciągła zmienność kształtu, co podkreśla sama już nazwa. Nazywamy je również pełzakami, mając na względzie sposób poruszania się.

¹⁾ „Amoibein” — oznacza po grecku — *zmieniać się*.

Znamy kilkanaście gatunków ameb, są one jednak jeszcze niedostatecznie zbadane z powodu trudności, wynikających stąd, że wiele istot, należących do innych grup pierwotniaków, przechodzą w swem rozwoju postać amebowatą. Komórki tkankowców, jak: białe ciała krwi, limfy lub — w pewnych stanach chorobowych — komórki tkanek stałych, również mogą mieć postaci pełzakowate.

Znamy ameby wolnożyjące (w wodzie słodkiej, glebie wilgotnej, wodzie morskiej) i pasorzytnice.

Występowanie. Znajdujemy je w wodach stojących (stawach, kałużach, rowach) zagniłych i bogatych w resztki organiczne, gdzie osiedlają się drobne glony, bakterje, wymoczki i otwornice, służące im za pokarm.

Można je tam znaleźć na dolnej stronie liści pływających roślin wodnych, na dnie zbiorników w mule lub nawet swobodnie unoszące się w wodzie.

Wskazówki zbierania. Przy poszukiwaniu ameb posługujemy się sposobem następującym: napełniamy naczynia szklane wodą zagniłą ze wskazanych zbiorników, zagarniając trochę mułu z dna, jak również liści pływających. Naczynia te umieszczamy w pokoju w miejscu cieplejszem (20—25° C). Po dobie, gdy muł osiadzie, a na powierzchni wody ukażą się błonki, niby pleśni, istotnie zaś — bakterjalne, kładziemy szkiełka pokrywkowe na płasko, tak, żeby pływały. O ile mamy liście pływające, wybieramy je z wody i umieszczamy szkiełka pokrywkowe na ich dolnej wilgotnej stronie. Po pewnym czasie ($\frac{1}{2}$ — 1 godz.) — podnosząc szkiełko ostrożnie pinsetą — wybieramy go i pokrywamy niem (stroną wilgotną nadół) kroplę wody czystej, poprzednio przygotowaną na szkiełku przedmiotowem.

Przed zbyt silnem zgnieceniem ameb pomiędzy szkiełkami możemy je ochronić, wkładając pomiędzy szkieł-

ka z dwu stron kawałki włosa lub pasemka cienkiego papieru.

Jeżeli nie możemy korzystać z powyżej podanych zbiorników naturalnych, w których **Hodowle.** z pewnością ameby występują, możemy je otrzymać, stwarzając sztucznie odpowiednie dla nich warunki. Zaleca się w tych razach napełnić duże naczynie szklane parudniowem nastojem siana, wsypać do niego trochę ziemi ogrodowej (w której ameby są zwykle w stanie incystowania), dodać próchniejącej kory i umieścić je w temperaturze 25°; po dobie lub krócej wyławiamy ameby i umieszczamy pod szkiełka pokrywkowe sposobem podanym powyżej; preparaty pozostawiamy w miejscu ciepłym w zupełnym spokoju przez 10 — 15 min¹⁾. Czas ten potrzebny jest na przejście ameb ze stanu znieruchomienia i pokurczenia się, spowodowanego przykryciem ich szkiełkiem, do ruchu aktywnego.

Przeglądając pod mikroskopem kilka **Mikroskopowanie.** lub kilkanaście preparatów, zrobionych według podanych przepisów — znajdziemy, już pod słabem powiększeniem (60 razy) poszukiwane ameby, zmieniając powiększenie na silniejsze, możemy rozpocząć szczegółowsze obserwacje nad ich budową.

Wymoczki występują również w wodzie, **Wymoczki.** w miejscach gnicia resztek organicznych, pozatem w nastojach roślinnych, np. trawy, siana, słomy, mehu i t. p.

Niektóre z nich unikają tlenu i najlepiej się hodują

¹⁾ Do wysychania preparatu nie dopuszczamy, wpuszczając co pewien czas kroplę wody pod brzeg szkiełka pokrywkowego.

w środowiskach pozbawionych go, np. w silnie gnijących, bogatych w siarkowodor (*Spirostomum*).

Do wymoczków beztlenowych czyli anaerobów należą również komensaliści¹⁾ (*Ophrioscolex*) i pasorzyty wewnętrzne (*Opalina*, *Balantidium*). Odżywiają się wymoczki bądź wyłącznie bakterjami, bądź pojadają również mniejsze pierwotniaki lub resztki organiczne.

Stanowią one doskonały materiał dla doświadczeń ze względu na łatwość hodowli i masowe często występowanie w naturalnych zbiornikach, jak również wielostronne opracowanie naukowe.

Wskazówki zbierania. Materiał zatem możemy bądź wyłowić z naturalnych zbiorników, bądź wyhodować.

W pierwszym wypadku napełniamy słoje dwulitrowe lub litrowe wodą stojącą z kałuż, rowów, stawów lub nawet jezior, z miejsc obfitujących w gnijące resztki roślinne, zagarniając również trochę tych resztek, jak również roślin wodnych, np. rzęsy (zbyt dużo rzęsy brać nie należy, gdyż utrudnia dostęp powietrza do wody). Naczynia te umieszczamy na oknach, ochraniając je jednak od bezpośredniego działania promieni słonecznych i trzymamy w temperaturze pokojowej.

Należy pozatem wyławiać i usuwać z naczyń tych drobne skorupiaki, gdyż pojadają one wymoczki i inne drobnoustroje.

Hodowle. Wreszcie możemy otrzymać masowe występowanie jakiegoś jednego gatunku wymoczków, stwarzając odpowiednie dla niego sztuczne środowisko i dbając o dostarczanie mu obfitego pokarmu.

Paramaecium. Najbardziej wypróbowane są hodowle

¹⁾ Współżyjące z innymi organizmami bez szkody dla nich.

Paramaecium, dające się urzeczywistnić w każdej porze roku.

Pozatem paramecja stanowią pożądaną obiekt dla doświadczeń i obserwacji ze względu na swe znaczne rozmiary i dokładniejsze opracowanie naukowe. *Paramaecium* daje się hodować zarówno w wyciągach mięsnych, jak również nastojach roślinnych.

Bardzo dobre hodowle otrzymujemy według następującego przepisu:

Garść siana wrzucamy do naczynia szklanego ogniotrwałego¹⁾, zalewamy zwykłą wodą wodociągową, tak, żeby przykryła siano warstwą w 2 — 3 cm. Nastój ten stawiamy na mały ogień, doprowadzamy do gotowania i gotujemy w ciągu 5—10 min., następnie umieszczamy go, nie przykrywając, w temperaturze pokojowej na jasnym świetle rozświetlonym.

W ciągu 5—10 min. gotowania większość organizmów, zawartych w nastoju, zostanie zabita, wszystkie zaś przetrwalniki bakterji siennej — *Bacillus subtilis*, — jako bardzo odporne na wysoką temperaturę — pozostaną zdolne do dalszego rozwoju. Już na drugi — trzeci dzień zobaczymy, że nastój nasz stał się mętny i że zaczyna pojawiać się błonka na powierzchni; oglądając ją pod mikroskopem, stwierdzamy, że utworzona jest z mnóstwa bakteryj. Po miesiącu lub więcej błonka ta staje się cienka i wreszcie znika, dowodzi to, że proces gnicia już się zakończył i że bakterje zginęły.

Najlepsze wyniki daje nastój siana koloru słabej herbaty, o ile jest ciemniejszy, rozprowadzamy go wodą przegotowaną.

¹⁾ Możemy zastąpić je naczyniem glinianym, z którego nastój wylewamy, po przegotowaniu, do słoika szklanego.

Do 2 — 3 dniowego nastoju siana przenosimy z środowisk naturalnych, posługując się pipetą szklaną, jednego lub kilka paramecjów.

Zarówno pipety jak i naczynia, które używamy przy hodowli pierwotniaków, powinny być idealnie czyste, ponieważ nawet minimalne ilości wielu związków chemicznych zgubnie wpływają na nie.

Badając kroplę kultury pod mikroskopem lub lupą po 10 — 14 dniach, powinniśmy znaleźć dużą ilość paramecjów.

Hodowlę, powstałą z jednego osobnika, nazywamy czystą kulturą, zawiera ona jednak inne drobne pierwotniaki, które mogą rozwinąć się bądź z cyst opadłych z powietrza, lub niezabitych gotowaniem, bądź trafić razem z paramecjum, nawet gdybyśmy go przed włożeniem do sztucznej pożywki przemyli kolejno w kilku kroplach wody przegotowanej. Po pewnym czasie paramecjum o tyle się rozmnoży, że góruje ilościowo nad innymi pierwotniakami, które wreszcie zaczynają zanikać.

Możemy dostrzec paramecja w nastojach nawet okiem nieuzbrojonym w szkła powiększające, jako jasne punkciki wielkości cząstek kurzu.

Oglądając pod światło naczynie szklane z kulturą, zobaczymy, że paramecja trzymają się przy samej powierzchni lub 1 — 3 cm pod nią, najgęściej na stronie oświetlonej. Słabe potrącenie naczynia powoduje natychmiastowe opadanie ich w kierunku dna i rozproszenie się po całym naczyniu; przy dalszym spokojnym stanie płynu, zbierają się one ponownie w warstwach powierzchniowych.

Badając co kilka dni hodowlę i biorąc kroplę przy samej powierzchni, na stronie oświetlonej naczynia stwierdzimy, że największy rozkwit jej przypada na 2 lub 3 ty-

dzień od założenia, poczem następuje stopniowe zmniejszanie się ilości *Paramaecium*, natomiast pojawiają się inne rodzaje wymoczków.

W zanikającej kulturze *Paramaecium* bardzo często znajdujemy wirczyki — *Vorticella* *Vorticella* *la.* Przypuszczalnie wykluwają się one z cyst nieuszkodzonych przy gotowaniu nastoju lub przeniesionych z zewnątrz.

Ginącą kulturę *Paramaecium* możemy sztucznie zakazić niemi, przenosząc je pipetą z naturalnych środowisk.

Gdy z kolei po dojściu do maksymalnej ilości hodowla wirczyków zaczyna zanikać — pojawiają się drobne wymoczki i równocześnie z niemi *Stylonychia*, która łatwo się daje hodować w tem środowisku, gdyż odżywia się drobnymi wymoczkami.

Bardzo różnorodne kultury pierwotniaków możemy otrzymać w nastoju siana lub trawy, nieprzegotowanym. Na trawie lub sianie znajdują się cysty pierwotniaków, z których w nastoju wyklują się postaci aktywne i zaczynają się rozmnażać. O ile dolejemy do niego jeszcze wody ze zbiorników, w których przypuszczamy istnienie drobnoustrojów, nastój nasz w krótkim czasie zaroi się od nich. Z początku występują najliczniej drobne wymoczki, za niemi rozmnażają się paramecja, następnie — ze znanych nam — wirczyki i wreszcie *Stylonychia*. Z innych pierwotniaków znajdują się z pewnością ameby, z wyższych grup zwierzęcych — wrotki i skorupiaki, ostatnie jednak należy usuwać, gdyż zjadają one pierwotniaki.

Zamiast siana lub trawy możemy użyć liści sałaty, należy ją jednak często zmieniać, gdyż przy dłuższem gnieciu daje ona połączenia szkodliwe dla pierwotniaków.

Ameba i wymoczek

2

Nr. inw. 56

<http://rcin.org.pl>



Dla ułatwienia częstych zmian umieszczamy liście sałaty w woreczku z gazy.

Spis przyrządów i naczyń niezbędnych do spostrzeżeń i wykonania poniżej podanych doświadczeń nad pierwotniakami.

1. Mikroskop, dający powiększenia od 40 do 600 razy.
2. Lupa na statywie „ „ od 8 do 30 razy.
- * 3. Palnik gazowy lub spirytusowy.
4. Pipety szlane, zakończone końcem gumowym.

Pipety możemy przygotować z rurek szklanych 5 — 7 m. \ominus Odcinek takiej rurki dł. 15 — 20 cm., trzymając za końce, nagrzewamy w części środkowej nad silnym palnikiem gazowym lub spirytusowym do stopienia szkła, czyli aż się da w tem miejscu bez wszelkiego oporu wyginać. Wówczas zdejmujemy rurkę z ognia i natychmiast rozciągamy za dwa przeciwległe końce. Część nagrzana wyciąga się w długą, przechodzącą we włoskowatą, rurkę. Po ochłodzeniu rurki, łamiemy ją lub przecinamy diamentem w części przewężonej w ten sposób, żeby otrzymać przy każdym końcu rurki niezmienionej grubości odcinek dł. 3 — 5 cm. przewężony, mający w świetle na swobodnym końcu 0,5 — 1 mm. Otrzymamy zatem dwie rurki o zwężonych końcach czyli pipety. Na koniec gruby pipety wkładamy rurkę gumową węższą od niego, aby tego wchodziła, dł. 4—5 cm, i zamykamy ją od zewnątrz szczelnie korkiem lub przewiązujemy grubą nitką.

Końce gumowe do pipet można nabyć gotowe, jak również same pipety.

Pipety służą do zbierania i przenoszenia niedużych ilości płynu lub wyławiania istot mikroskopowych. Łowie-

nie bardzo drobnych organizmów pipetą możliwe jest tylko pod lupą. Pipety należy utrzymywać w czystości, zakładając zaś hodowle pierwotniaków, należy dla każdej hodowli zarezerwować osobną pipetę.

5. Szalki Petriego (płaskie naczynia szklane kształtu okrągłego, wchodzące jedno w drugie w ten sposób, że jedno może służyć za wieczko dla drugiego) wysokości $1\frac{1}{2}$ cm ϕ 7 — 10 cm.
6. Szkiełka zegarowe ϕ 5 — 10 cm.
7. Szkiełka przedmiotowe.
8. Szkiełka pokrywkowe kwadratowe 18/18 mm.
9. Słoiki szklane jedno - dwu - trzechlitrowe.
10. Naczynia ogniotrwałe szklane lub gliniane $\frac{1}{2}$ lub 1 litrowe.
- * 11. Moździerz mały porcelanowy.
12. Igły oprawne w drzewo.
13. Duża szalka szklana lub talerz płaski.
- * 14. Klosz szklany przekroju 12 cm lub 18 cm.
- * 15. Pinseta.
- * 16. Nożyce.
- * 17. Skalpel.
18. Probówki.
19. Korki do probówek.
20. Pałeczki szklane 5 - 7 mm w przekroju dł. 15 - 20 cm.
21. Rurki szklane 5 - 7 mm w przekroju dł. 20 - 30 cm.
22. Statyw drewniany z zaciskiem do umocowania probówki.
- * Gwiazdką oznaczono przyrządy, bez których można się obejść.

ROZDZIAŁ II.

Systematyczny przegląd korzenionózek
i wymoczków wraz z opisem pospolitszych
postaci.

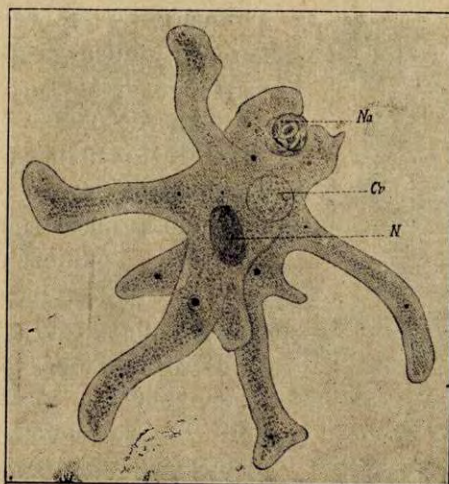
I. Rhizopoda — korzenionózki.

1. *Amoebina* — ciało nagie, kształt zmienny, niby-
nózki płaciaste. Przeważnie słodko-
wodne.
2. *Foraminifera* — otwornice — ciało okryte skorupką
bądź miękką galaretowatą, bądź
twardą chitynową, często zwapniałą
lub wzmocnioną ziarenkami piasku,
bądź krzemionkową. Przeważnie
morskie.
3. *Heliozoa* — słonecznice — kształtu okrągłego
wzmocnione szkieletem krzemionko-
wym o budowie promienistej, niby-
nózki nitkowate, promienisto ułożone.
Zewnętrzna warstwa plazmy zwakuo-
lizowana, wewnętrzna — ziarnista.
Prawie wyłącznie słodkowodne.

4. *Radiolaria*— promienice — ciało okrągłe lub gwiazdkowate o szkielecie krzemionkowym lub ze strontu. Nibynóżki nitkowate, ułożone promienisto. Wewnętrzna plazma przedzielona od zewnętrznej zwartą błoną. Postaci morskie.

Amoebina -- należą tu ameby czyli pełzaki, np.:

1. *Amoeba proteus* (rys. 2) mierzy 0,2 — 0,5 mm, jest przejrzysto-mleczna, o plazmie zróżnicowanej na



Rys. 2. *Amoeba proteus* (z Dofleina)
N — jądro, Cv — wodniczka tętniąca.
Na — wodniczka pokarmowa, wypełniona
głonami jednokomórkowymi.

jednolitą zewnętrzną ekto- i — ziarnistą wewnętrzną — endoplazmę; czasem w endoplazmie występują ciała

krystaliczne, nadające jej ciemniejsze zabarwienie. Nibynóżki wiele, są one płaciaste, tępo zakończone, długie i zajmują większą część ciała. Jądro kształtu soczewkowatego. W endoplazmie wiele wodniczek pokarmowych i jedna tętniąca.

Cysty o błonie wielowarstwowej, podział postaci incystowanej prowadzi do powstania 200 — 250 ameb potomnych (rys. 42).



Rys. 3. *Amoeba verrucosa*
(z Dofleina).

Młode ameby mają nibynóżki zaostrome i promienisto ułożone. Występują w wodzie stojącej (w kałużach, stawach, rowach), w których zachodzą procesy gnicia.

2. *A. verrucosa* (rys. 3) dochodzi do 0,08 — 0,1 mm, jest przejrzysto-biaława lub żółta. Ektoplazma tworzy rodzaj błonki, endoplazma zawiera nieznaczną ilość wodniczek pokarmowych i jedną tętniącą, jądro duże owalne lub okrągłe. Nibynóżki krótkie blaszkowate, ciało o linjach łamanych, czasem pofałdowane lub skręcone. Ruchliwość nieznaczna.

Występuje w wodzie bogatej w glony — w bagnach lub ziemi wilgotnej.

W tych samych środowiskach, co *A. verrucosa*, występuje b. bliska jej *A. terricola*.

3. *A. vesperilio* (rys. 4) mierzy 0,2 — 0,3 mm. Nibynóżki w stanie spoczynku ameby są cienkie i długie, promienisto ułożone, w ruchu — krótkie zaostrome —

trójkątne. Jądro okrągłe z jąderkiem. Cysty okrągłe. Rozród w stanie incystowania prowadzi do powstania 8 młodych osobników.

Występuje w bagnach i kałużach.



Rys. 4. *Amoeba vespertilio* (z Buchnera).

4. *A. limax* (rys. 5). Nazwą tą oznaczają ameby spotykane w nastojach gnijących, obfitujących w bakterje, jak również w kale rozmaitych zwierząt. Poruszają się one przy pomocy tylko jednej krótkiej i tępej nibynóżki.

Najprawdopodobniej mamy w tym wypadku przed sobą cały szereg zbliżonych gatunków ameb, występujących w powyżej podanych środowiskach, a nawet postaci amebowate — z pewnych okresów rozwoju — zgoła innych pierwotniaków. Gatunek *A. limax* zatem należy uważać za zbiorowy, stosujący się do całego szeregu postaci podobnych.



Rys. 5. *Amoeba*
typu *limax*
(z Buchnera).

(Powyższe przypuszczenia potwierdzają obserwacje nad podziałem jądra—zbyt różnorodne, jak dla jednego gatunku).

5. *Pelomyxa palustris* (rys. 6) jest największą amebą, gdyż mierzy 3—5 mm. Porusza się, przelewając plazmę swą na koniec przedni, który przytem pęcznieje niby jedna duża nibynóżka. Granica pomiędzy ekto-



Ryc. 6. *Pelomyxa palustris*
N—jądra, St—pobrane do
plazmy kamyki
(z Dofleina).

i endoplazmą niewyraźna, ostatnia posiada często w dużej ilości ciała pałeczkowate szkliste i ciała obce, jak ziarenka piasku, muł, resztki roślinne — jest wówczas nieprzejrzysta. Jąder wiele. Młode osobniki mają nibynóżki ułożone promienisto.

Występuje w mule zbiorników wód słodkich o znacznych procesach gnicia.

Razem z *P. palustris* często występuje *P. binucleata*, posiadająca tylko dwa jądra.

U człowieka w jelitach występują *Entamoeba coli* i *Ent. dysenteriae* (rys. 7 i 8), pierwsza z nich jest komensalistą, druga pasorzytem, wywołującym w krajach podzwrotnikowych dysenterję czyli czerwonkę¹⁾.

Oba gatunki są znacznie mniejszych rozmiarów niż wolnożyjące, a mianowicie mają przeciętnie 0,02—0,04 mm; pozątem spotykane były w stanie incystowania, podczas którego *Ent. coli* ma 8 jąder, *Ent. dysenteriae* 4 jądra.

¹⁾ Dysenterja w krajach umiarkowanych wywoływana jest pasorzytnictwem w jelitach przeważnie pewnych bakteryj.



Rys. 7. *Entamoeba dysenteriae*
z czerwonymi ciałkami
z Hartmanna).

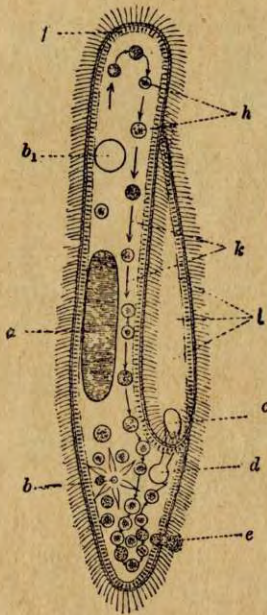


A B
Rys. 8. *Entamoeba coli*. A—postać ak-
tywna B—incystowana (z Dofleina).

II. Infusoria (Ciliata) — wymoczki.

1. *Holotricha* — równomiernie i jednorodnie orzęsione, np. *Paramecium* (1) i *Opalina* (2).
2. *Heterotricha* — niejednorodnie orzęsione, strefa przyustna osadzona dłuższymi rzęsami lub błonkami, np.: *Stentor* (3) i *Spirostomum* (4) i *Balantidium* (5).
3. *Peritricha* — rzęski otaczają tylko koniec przyustny, reszta ciała nieorzęsiona. Postaci przeważnie na łożyskach osiadłe, np.: *Vorticella* (6).
4. *Hypotricha* — ciało spłaszczone grzbieto-brzusznie, rzęski i ruchliwe szczecia na stronie brzusznej, na której również znajduje się otwór ustny, strona grzbietowa naga lub posiada nieruchome szczecia czuciowe, np.: *Stylonychia* (7).

5. *Oligotricha* — skąpo orzęsione postaci, otwór ustny na przednim końcu ciała otoczony rzęskami lub błonkami, tworzącymi prawie zamknięty pierścień, np.: *Ophrioscolex* (8).



Rys. 9. *Paramaecium* — *b* i *b*₁ wodniczki tętniące, z których *b* jest w okresie skurczu, *b*₁ — rozkurczu. Przy *b* widoczne są kanały promieniste. *a* — macronucleus, *c* — otwór ustny, *d* — przelyk, *e* — otwór odbytowy, *f* — trichocysty, *h* — wodniczki pokarmowe, które razem z plazmą krążą w kierunku strzałki *k*, *i* — strefa przyustna (peristom) (z Verworna).

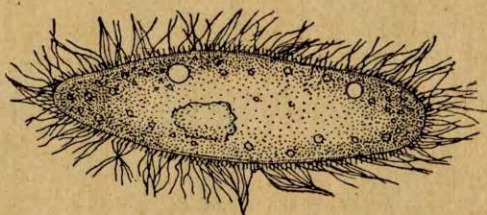
(1). *Paramaecium* — pantofelek (rys. 9) kształtu wydłużonego, na stronie brzusznej podłużne wpuklenie, na którego dnie mieści się otwór ustny, prowadzący do przelyku. Ciało okryte z zewnątrz błoną *pellicula* i rzęskami równomiernie rozmieszczonymi. Ektoplazma jednorodna szklista zawiera ciała podłużne, ułożone prostopadle do powierzchni, zwane trichocystami i wyrzucane nazewną pod wpływem silnego podrażnienia (np. substancjami chemicznymi) — podobne są wówczas do rzęsek, lecz od nich dłuższe i grubsze (rys. 10). Ziarnista endoplazma zawiera liczne wodniczki pokarmowe i dwie wodniczki tętniące — przednią i tylną, kurczące się kolejno.

W miejscu kurczenia się wodniczek pojawiają się promienisto ułożone kanały, które stopniowo pęcznieją na końcu dośrodkowym i wreszcie zlewają się, tworząc wodniczkę. Jąder dwa lub trzy: jedno okrągłe duże — macronu-

cleus, leży w środku komórki, i jedno lub dwa mniejsze—micronuclei.

Występuje we wszystkich zbiornikach wód słodkich w miejscach, gdzie zachodzi gnicie przeważnie części roślinnych, gdyż odżywia się znajdowanymi tam bakteriami.

Z czterech gatunków *Paramecium* (rys. 11) najczęściej używane do doświadczeń są *P. caudatum* i *P. aurelia*, dwa pozostałe: *P. putrinum* (rys. 11, D) i *P. bur-*



Rys. 10. *Paramecium* z wyrzuconemi trichocystami pod wpływem działania kwasu pikrynowego (z Jenningsa).

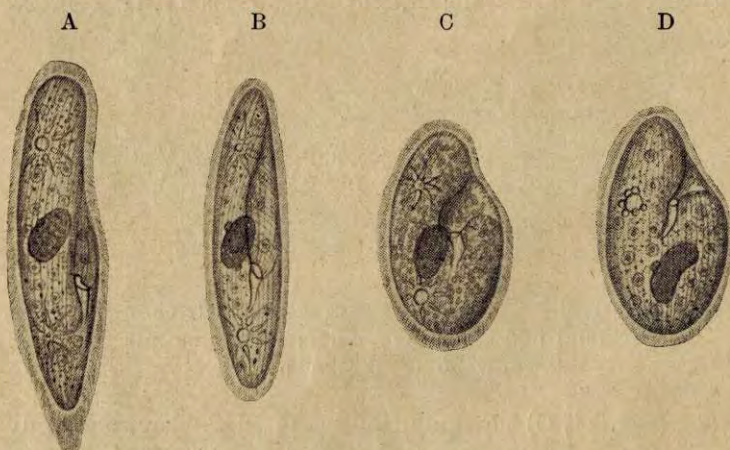
saria (rys. 11, C) są mniej dogodnie dla obserwacji, gdyż mają ciało znacznie skrócone (0,06 — 0,15 mm), przytem *P. bursaria* jest najczęściej nieprzezroczysto zielony, będąc wypełniony współżyjącymi z nim glonami.

P. caudatum (rys. 11, A) kształtu wydłużonego, długości 0,1 — 0,3 mm, posiada dwa jądra: 1 duże — macronucleus i 1 małe — micronucleus.

P. aurelia (rys. 11, B) kształtu również wydłużonego, przedni koniec węższy od tylnego, mniejszy od poprzedniego, posiada 1 macronucleus i 2 micronuclei.

(2). *Opalina ranarum* (rys. 12), wycoczek pasorzytnicy z odbytncy żaby, często masowo występujący.

Stanowi doskonały obiekt dla obserwacji rzęsek i ich ruchu ze względu na swą wielkość 0,6 — 0,8 mm. Ciało spłaszczone, z boku znajduje się często płytkie zagłębienie, przypuszczalnie resztkowe wpuklenie okołoustne. Otworu ustnego i odbytowego brak, pokarm pobiera całą powierzchnią ciała, drogą osmozy. Jąder wiele, są one jednorodne, pęcherzykowane, rozmieszczone podłużnymi rzędami. Wykazuje zatem uwsteczniczenie budowy, spo-



Rys. 11. Cztery gatunki *Paramecium* przy jednym powiększeniu. A. — *Paramecium caudatum*, B. — *P. aurelia*, C — *P. bursaria*, D.— *P. putrinum* (z *Dofleina*).

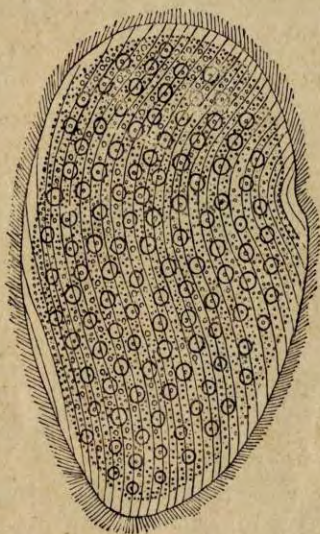
wodowane pasorzytnictwem. Zakażenie żaby następuje w okresie kijanki przez pokarm, w którym opaliny mogą się znaleźć w stanie incystowania. Postaci incystowane mierzą zaledwie 0,04 — 0,05 mm.

(3). *Stentor*, 7 — 8 gatunków — trębacz (rys. 13). Ciało kształtu lejkowatego, mierzy około 1 mm, tylny koniec zwężony służy do przytwierdzenia się do podłoża,

przedni tworzy tarczę przyustną — *peristom*, otoczoną rzędem długich rzęsek, spiralnie zaginających się wokoło otworu ustnego, reszta ciała okryta mniejszymi rzęskami. W ektoplazmie leżą podłużnymi rzędami włókienka kurczliwe, koniec tylny wydziela lepłą masę, którą przytwierdza się do przedmiotów lub roślin zanurzonych w wodzie; przy odrywaniu się ciało jego skraca się, staje się beczułkowate i pływa swobodnie przy pomocy wspomnianych rzęsek. Otwór ustny prowadzi do przełyku, endoplazma zawiera wiele wodniczek pokarmowych i jedną tętniącą, również jądro duże (*macronucleus*) wydłużone, nierozczłonkowane lub paciorkowate, i kilka małych (*micronuclei*). Trębacz ma często barwę zieloną, wypełniony jest wówczas jednokomórkowymi glonami, lub niebieskawą (*St. coeruleus*).

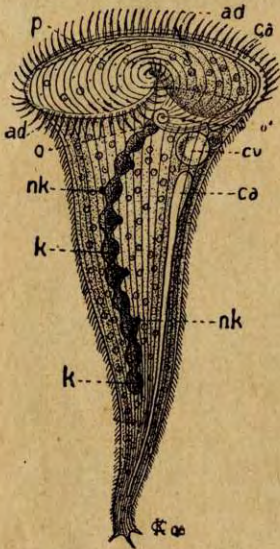
Odżywia się innymi pierwotniakami oraz wrotkami (z robaków). Występuje w czystych wodach słodkich pomiędzy roślinami, często masowo, pokrywając wówczas podwodne przedmioty niby darniną.

(4) *Spirostomum* (rys. 14) — bardzo duży wymoczek, dochodzący do 4,5 mm długości. Ciało wąskie i długie, ma na przednim końcu z boku podłużne zagłębienie, otoczone długimi rzęskami, na dnie którego mieści się otwór ustny;



Rys. 12. *Opalina ranarum*.
(Z Röseler-Lamprechta)

reszta ciała okryta drobniejszemi rzęskami. Jądro wydłużone paciorkowate, jedna wodniczka tętniąca z długim kanałem doprowadzającym. W ektoplazmie silnie kurczliwe włókienka, umożliwiające silne skracanie się ciała.



Rys. 13. *Stentor* — *p* peristom, *ad*—rząd rzęsek przyustnych, *ca* — kanał doprowadzający do wodniczki tętniącej, *k*—jądro—macronucleus, *nk* — micronucleus (z Platego).

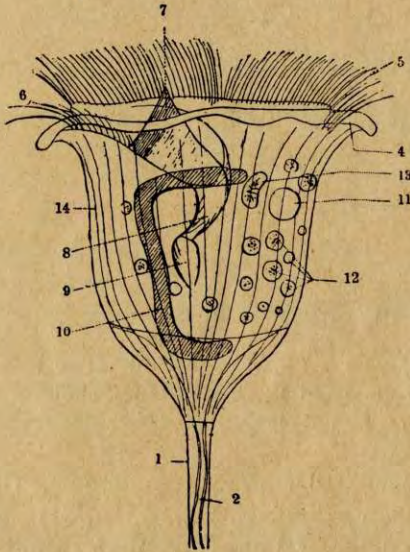
posiadającą szczelinę prawoskrętną, prowadzącą do otworu ustnego i do przelyku i wysłaną również rzęskami. Główny rząd rzęsek okołoustnych jest złyany i tworzy błonę falującą (na okazach żywych łatwo ją przyjąć za grubszą rzęskę). Podłużne włókienka kurczliwe w ekto-

Występuje w wodzie słodkiej gnijącej, często masowo, głównie na jesieni.

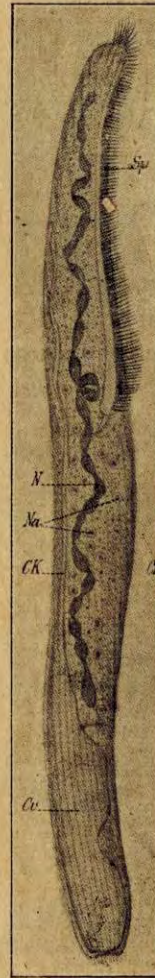
(5) *Balantidium entozoon* — jest kształtu jajowatego, ku przodowi zwężony, ze szczeliną ustną, pasorzytuje w odbytnicy żaby razem z opaliną.

(6) *Vorticella* — wirczyk (rys. 15), częsty w wodach słodkich na zanurzonych roślinach, pokrywa je jak pleśnią, gdyż występuje zwykle masowo. Każdy osobnik składa się z kieliszkowatego ciała dł. 0,07--0,1mm i cienkiej łodyżki, dłuższej 4—5 razy od ciała, którą się przytwierdza do podłoża. Wewnątrz łodyżki przebiega kurczliwe włókienko, które skręca się sprężynkowato przy zewnętrznym podrażnieniu. Przedni koniec kielicha zakończony jest tarczą (peristom), otoczoną rzęskami,

plazmie nadają ciału prążkowatość. Posiada jądro duże (macronucleus) w kształcie podkowy, wiele wodniczek pokarmowych i jedną tętniącą, obok której mieści się wodniczka — zbiornik, gdzie wodniczka tętniąca, kurcząc się, wlewa swą zawartość. Wirezki mogą odrywać się od łodyżki i poruszać się swobodnie, w czym dopomaga im wieniec rzęsek, powstających w takich razach na końcu tylnym.



Rys. 15. *Vorticella*. 1. łodyżka, 2. kurczliwe włóknisko, 4. brzeg zatoki przyustnej, 5. rzęski przyustne, 6. otwór ustny, 7. błona falująca, 8, 9. przełyk, 10. jądro, 11. wodniczka tętniąca, 12. wodniczki pokarmowe, 13. wodniczka zbiornik, 14. włókniska kurczliwe. (z Röseler - Lamprecht a).

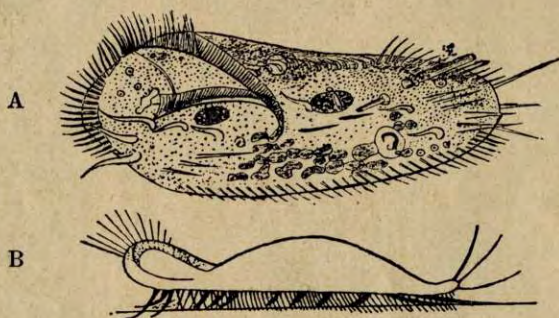


Rys. 14. *Spirostromum Sp.* rzęski okołoustne N, jądro Na, wodniczki pokarmowe CK, kanał doprowadzający do wodniczki tętniącej Cv (z Dofleina).

Niektóre wirczyki są zabarwione na zielono, z powodu współżyjących z nimi zielonych jednokomórkowych glonów — *Zoochlorella*.

Z kilku gatunków wirczyków jedno występuje w wodach czystych, porośniętych rzęsą, inne zaś w zagniętych lub w nastojach roślinnych.

(7) *Stylonychia* (rys. 16) ma ciało podłużne, spłaszczone, dł. 0,1 — 0,3 mm; brzeg jego pokryty jest grubymi rzęskami — szczeciami; na stronie brzusznej szczecia ułożone są grupami, a mianowicie 8 szczeci przednich, 5 — brzu-



Rys. 16. *Stylonychia*. A. widziana od strony brzusznej (z Lamperta); B. widziana z boku (z Jenningsa).

sznych, 5 — odwłokowych i 3 — dłuższe ogonowe. Otwór ustny mieści się na stronie brzusznej w przedniej części na lewo, otoczony jest błoną falującą, ułożoną w trójkąt.

Częsta w wodach słodkich pomiędzy roślinami.

(8) *Ophrioscolex* (rys. 17), wymoczek z żołądka przeżuwaczy, gdzie spotyka się go w dużych ilościach. Ciało, dł. około 0,2 mm, jest sztywne, kształtu owalnego, wyciągnięte na końcu tylnym w kolec, otoczony trzema wieńcami zębatych wyrostków. Na końcu przednim znajduje się otwór

ustny, otoczony błonkami falującymi, większy wieniec podobnych błonek mieści się na $\frac{1}{4}$ dł. ciała. Jądro duże (macronucleus) jest podłużne; posiada 2 lub więcej wodniczek tętniących. Odżywiają się bakterjami i częściami roślinnymi.

Zakażenie nimi możliwe jest przez pokarm, w którym mogą znajdować się w stanie incystowania; zwierzęta młode, karmiące się mlekiem, ich nie posiadają.

Masowe występowanie w żołądku przeżuwaczy bez szkody dla nich przemawia za tem, że *Ophrioscolex* nie jest pasorzytem, lecz komensalistą.

Uwaga: Utrzymywanie *Ophrioscolex*, po wybraniu z żołądka przeżuwaczy, przez dłuższy czas przy życiu wymaga zachowania temperatury i soków z ich naturalnych środowisk. Zbierając materiał bezpośrednio do termosu razem z sokiem żołądkowym, uczynimy zadość obu wymaganiom.



Rys. 17. *Ophrioscolex*,
ma — macronucleus,
mi — micronucleus
(z Délagé'a).

ROZDZIAŁ III.

Wiadomości wstępne o budowie komórki pierwotniaków.

Komórka pierwotniaków, jak i wszelka inna komórka, składa się z substancji, zwanej protoplazmą lub zarodzią, i z jądra.

Protoplazma. Protoplazma jest ciałem płynnym bardziej zwartem niż woda, silniej od niej łamiącym światło i nie rozpuszczającym się w wodzie. Budowa jej daje się poznać przy bardzo silnych powiększeniach mikroskopowych na niektórych żywych pierwotniakach.

Stwierdzono, że plazma nie jest masą jednolitą, ale misternym połączeniem — na podobieństwo piany — dwu ciał płynnych, z których jedno, bardziej gęste, tworzy rusztowanie wypełnione drugim — rzadszem.

Jej skład chemiczny. Skład chemiczny większości połączeń, tworzących protoplazmę, jest dotąd nieznan, o plazmie zaś, jako całości, wiemy, że jest ona ciałem koloidalnym, bardzo złożonym, o cechach białka, chociaż czyste białko — przynajmniej u pierwotniaków — nie daje się wykryć.

W żywej komórce w protoplazmie możemy wyróżnić warstwę zewnętrzną szklistą, zw. **ektoplazmą**, i ziarnistą wewnętrzną — **endoplazmę**.

Ektoplazma — i endoplazma.

Zewnętrzna warstwa ektoplazmy u niektórych pierwotniaków jest o tyle zwarta, że można ją uważać za błonkę, zwaną w tych razach *pellicula*. Stopień odgraniczenia ektoplazmy od endoplazmy, mniejsze lub większe różnice w ich zwartości — są różne nie tylko u rozmaitych gatunków pierwotniaków, lecz nawet u jednego osobnika, zależnie od jego stanu fizjologicznego, np.: od wieku, rodzaju i obfitości pobranego pokarmu, jak również od temperatury i wilgotności otoczenia i t. p. Endoplazma wypełniona jest ciałkami pochłoniętymi z zewnątrz lub przez nią wydzielonemi, pozatem zróżnicowana jest na części, pełniące określone czynności; części te, przez analogję z organami wyższych zwierząt, nazywamy *organulami*. W celu łatwiejszego rozróżnienia plazmy i jej zróżnicowania możemy stosować barwniki nieszkodliwe dla pierwotniaka i barwiące za życia, np.: czerwień obojętną (*neutralroth*) podług Ehrlicha (*Grübler & Hollborn*) w bardzo słabych rozczynach 1:1000 lub 1:10000. Barwi on ziarnistości w plazmie na kolor czerwony.

Pęcherzyki w plazmie, wypełnione płynem, zwanym sokiem komórkowym, i zawierające pobrane z zewnątrz ciała, nazywamy *wodniczkami* lub *wakuolami* pokarmowemi. Obszerniej o nich podamy w rozdziałach o odżywianiu się. Ilość wodniczek pokarmowych jest zmienna, zależy od obfitości pokarmu i stanu fizjologicznego osobnika.

Wodniczki pokarmowe.

**Wodniczki
tętniące.**

Pierwotniaki słodkowodne mają poza-
tem wodniczki w liczbie 1—3, rytmicznie
znikające i na nowo pojawiające się w po-
przednim miejscu, wypełnione wyłącznie cieczą; nazy-
wamy je wodniczkami lub banieczkami tę-
tniącymi. Służą one do wydalania zużytych części
płynnych, jak również częściowo do oddychania. (Obszer-
niej patrz str. 62).

**Ciała zapasowe
i wydzieliny.**

Poza temi organulami, mniej lub więcej
stałymi w komórce, endoplazma zawiera cia-
ła zapasowe (np. skrobia zwierzęca) lub wy-
dzieliny, bądź w postaci kryształów, bądź rozpuszczone
w soku komórkowym, wreszcie kropelki tłuszczu.

Jądro

W plazmie każdego pierwotniaka znaj-
dujemy jedno lub wiele jąder. Jest ono nie-
odzowne dla normalnego istnienia komórki, ostatnia, po-
zbawiona jądra, zaprzestaje rosnąć i rozradzać się (patrz
str. 65), czynności zaś trawienia, oddychania i wydziela-
nia, mimo że odbywają się przez pewien czas, są nie-
uzgodnione i stopniowo zanikają.

Kształt jądra pierwotniaków jest bardzo różno-
rodny, podczas gdy u wielokomórkowców jest ono zwykle
okrągłe.

Wyróżniamy pozatem jądra z jednym jąderkiem, czyli
karjozomem, wewnątrz i z wielu jąderkami.

Wreszcie jądra, występujące w komórce w liczbie
mnogiej, mogą być morfologicznie i czynnościowo różne,
np.: u wymoczków z dwóch jąder, mniejsze — (micronu-
cleus) jest jądrem czynnym w rozrodzie (generatywnym),
większe zaś — (macronucleus) — w innych procesach ży-
ciowych (wegetatywnym).

W żywej komórce często trudno dostrzec jądro,
ponieważ jest ono utworzone często z substancji tej samej

zwartości, co protoplazma, a oddzielone od niej tylko cienką błonką jądrową.

W celu zobaczenia go, stosujemy albo rozcieńczone kwasy, jak 1% kwas octowy, wywołujące pęcznienie jądra, lub słaby kwas siarkowy, nadający mu ponadto brunatne zabarwienie, albo jod lub barwniki, np. zieleń metylu z dodaniem 1% kwasu octowego, barwiący jądro na kolor jasnozielony.

Działamy na jądro powyższymi substancjami chemicznymi w sposób następujący: bierzemy pipetą np. kilka kropeł mocnego rozczywni zieleni metylu z jedną kroplą 1% kwasu octowego i wyciskamy z pipety kroplę tego barwnika z prawej strony szkiełka przedmiotowego, przy brzegu szkiełka, przykrywającego kroplę z pierwotnikami, do brzegu przeciwnego przykładamy kawałek czystej bibuły i zaczynamy odsączać wodę z pod szkiełka, — po ciągnięciu to za sobą wchodzi barwnik pod szkiełko. Należy uważać przytem, ażeby odciąganie wody nie szło zbyt prędko, w przeciwnym razie prąd wody pochwyty pierwtotniki i osadzi je na bibule. Mając do czynienia z pierwotnikami małymi, niedostrzegalnymi gołem okiem, należy powyżej opisane barwienie wykonać pod lupą lub słabem powiększeniem mikroskopowem.

Zarówno kwasy jak i jod i zieleń metylu, uwpuklając lub zabarwiając jądro, jednocześnie zabijają pierwtotniaka.

Zieleń metylu zabarwia w jądrze tylko jeden z jego składników, silnie wchłaniający rozmaite barwniki zasadowe, zwany chromatyną.

Wiadomości nasze o częściach składowych jądra opierają się głównie na wynikach otrzymanych metodą barwienia, są więc morfologiczne niż chemiczne, gdyż metoda ta nie nam nie mówi o składzie chemicznym po-

łączeń, wchodzących do jądra, zaznajamia nas głównie z morfologicznymi jednostkami jądra.

Chemiczny skład. Wiemy jedynie, że jądro pod względem chemicznym, jak i protoplazma, jest bardzo złożonem ciałem białkowym.

Chromatyna. Chromatyna w jądrze pierwotniaków występuje w postaci kuleczek lub niteczek, rozrzuconych bądź równomiernie po całym jądrze, bądź skupionych bardziej przy powierzchni i w środku jądra w jego karjozomie.

Chromatyna w jądrze tkankowców — przed podziałem jądra — dzieli się na nitkowate lub pałeczkowate utwory, zwane chromosomami, i tworzy podczas podziału tak zwane figury mitotyczne. Ze względu na to, że ilość chromosomów jest stała w komórkach jednego gatunku i ponieważ trafiają one przy podziale w te same ilości do potomnych komórek — chromosomy są uważane za nosicieli cech dziedzicznych organizmu.

Obfity materiał badań nad podziałem pierwotniaków daje nam możliwość nierzadko stwierdzić podziały jądra, połączone również z układaniem się chromatyny w — dobrze znane z podziałów komórki tkankowców — figury mitotyczne chromosomów (rys. 18).

Podział taki pierwotniaków, niepołączony jednak, jak u tkankowców, z rozplywaniem się błony jądrowej, nazywamy promitozą. Podział zaś, podczas którego chromatyna nie różnicuje się na chromosomy — przyjmowany poprzednio za typowy dla pierwotniaków — nazywamy amitozą.

Czy mamy w tem zasadnicze różnice, czy zależne tylko od fizycznego stanu ciał, wchodzących w skład jądra (np. większa ich płynność umożliwiałyby dostrzeżenie poszczególnych odcinków chromatyny — chromosomów,

odwrotnie zaś wpływałyby ich znaczna zawartość) — pozostaje rzeczą niewyjaśnioną.

Obserwowanie zmian, zachodzących w jądrze podczas promitozy, możliwe jest na materiale specjalnie utrwalonym i zabarwionym, wymaga również bardzo silnych powiększeń mikroskopowych (począwszy od 1500 i więcej), dlatego też wychodzi poza zakres naszych zadań.



Rys. 18. Promitoza. Podział jądra pierwotniaków, połączony ze zróżnicowaniem się chromatyny (ciemno zabarwionej) na chromosomy (z Hartmanna).

Drugim składnikiem jądra poza chromatyną jest linina, substancja silnie załamująca światło i nie barwiąca się wcale barwnikami zasadowymi, lecz kwaśnymi. Tworzy ona w jądrze rodzaj rusztowania, a czasem wyraźnie przechodzi w błonę jądrową.

Linina.

Na sieci lininy leżą ziarenka chromatyny, wewnątrz zaś niej — mieści się sok jądrowy. W jądrach o jednym jąderku, czyli karjosomie, sok jądrowy otacza go dość znaczną warstwą.

Sok jądrowy.

Same zaś jąderko utworzone jest z substancji zwanej plastyną, wchłaniającej również barwniki kwaśne; nierzadko wykazuje ono znaczne skupienia chromatyny.

Plastyna.

ROZDZIAŁ IV.

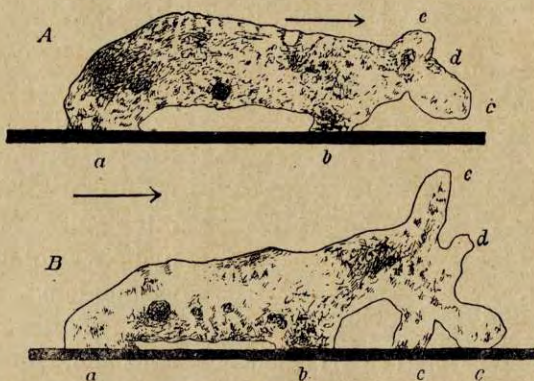
R u c h y.

Poruszanie się ameb. Zmiana miejsca odbywa się u ameb, jak wspominaliśmy, przy pomocy nibynózek, sam zaś rodzaj poruszania się ma charakter w jednych razach pełzania, w innych — toczenia się lub rozplywania się.

Pełzanie. Przy pełzaniu — właściwem amebom o ektoplazmie niezbyt zwartej — wytwarza się jedna lub więcej nibynózek, które, przytwierdzając się do podłoża lepkiemi wydzielinami, pociągają resztę ciała ku sobie i powodują przesuwanie się jego w pewnym kierunku (rys. 19). Dokładniejsze obserwacje zaznają nam ze zmianami w plazmie podczas takiego ruchu: tworzenie się nibynóżki rozpoczyna się wypuklaniem się ektoplazmy, poczem następuje wodotryskowe przelewanie się endoplazmy. Ruch teży odbywa się w dwóch przeciwległych kierunkach — posuwa się ona środkiem nibynóżki odśrodkowo, dochodzi do jej wierzchołka, tu zatracą swą ziarnistość, rozdziela się na dwa pasma, które zmieniają kierunek ruchu i wracają

ku środkowi ciała. Ruch odśrodkowy endoplazmy z łatwością dostrzegamy, trudniej prześledzić jej ruch dośrodkowy, gdyż jest pozbawiona w tym czasie ziarnistości.

Ruch toczenia się mają ameby o ektoplazmie zwartej, tworzącej rodzaj pelliculi. **Toczenie się.** W miarę powstawania pojedynczej, w tym wypadku, nibynóżki na pewnej wysokości nad podłożem, koniec ciała z nibynóżką przeważa resztę ciała, plazma zaczyna napływać od tyłu naprzód i ku górze i obraca całe ciało.



Rys. 19. Dwa kolejne stadja ruchu pęczakowatego. A. widziany z boku. Strzałki wskazują kierunek ruchu, podczas gdy litery oznaczają te same części na obu rysunkach. B. przedstawia amebę w kilka minut później niż A. (z Jenningsa).

Czasem jednak ameby, odziane rodzajem pelliculi, posuwają się, niby płynąc. **Pływanie.** W tych razach przy tworzeniu się nibynóżki ektoplazma nie wytrzyma przyływu endoplazmy — przerywa się, endoplazma zaś wypływa naprzód i przekształca się przy zetknięciu się z wodą — w swej warstwie zewnętrznej — na ektoplazmę (rys. 20).

Fizyczne czynniki Mechanizm ruchu amebowatego staje się zrozumiały, gdy zastosujemy do niego prawa fizyki, a mianowicie prawo napięcia powierzchniowego. Ciało ameby, będąc półpłynem, dąży do zajęcia najmniejszej powierzchni, stąd w stanie spoczynku jest okrągłe, przy lokalnych zaś zmianach napięcia powierzchniowego tworzą się — w miejscach mniejszego napięcia — nibynóżki. Zmiany te mogą nastąpić na skutek: 1. gromadzenia się w pewnej części ciała substancyj o napięciu powierzchniowym mniejszym



Rys. 20. Tworzenie się nibynóżki u ameby, połączone z przerywaniem warstwy ektoplazmy (z Dofleina).

niż w innych miejscach plazmy, 2. niejednostajnej spójności cząstek plazmy z podłożem, 3. pod wpływem miejscowego utleniania. Mogą one być wywołane podrażnieniami: świetlnym, cieplnym, chemicznym, mechanicznym, elektrycznym

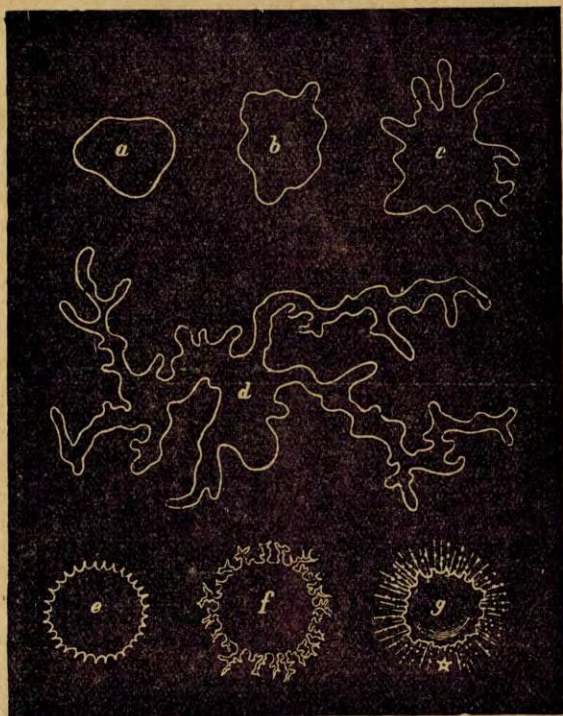
i t. p., które, działając wszechstronnie, wpływają na żywsze powstawanie nibynóżek na całej powierzchni ciała, jednostronnie zaś wywołują obniżenie lub podniesienie napięcia powierzchniowego na stronie do nich zwróconej, a w ostatecznym wyniku — poruszanie się ameb w kierunku podrażnienia lub w odwrotnym.

Odpowiedź organizmu na jakiegokolwiek bądź podrażnienie jednostronne, wyrażoną ruchem, nazywamy tropizmem, kierunek w stronę podrażnienia — dodatnim, przeciwny — ujemnym.

Sztuczne ameby.

Znamy obecnie szereg sposobów otrzy-

mywania sztucznych ruchów amebowatych, opartych na nierównomiernym natężeniu powierzchniowym, np.: kropla oliwy w słabym roztworze sody może poruszać się w ciągu kilku dni, jaskrawo przypominając swym wyglądem ameby i inne korzenionózki (rys. 21).



Rys. 21. Rozmaite kształty kropli oliwy w środowisku zasadowym (z Verworna).

Zdołano również wywołać ruchy tropizmowe u takich sztucznych ameb pod wpływem bodźców chemicznych, termicznych, świetlnych i t. p.; między innymi kropla olejku

rycynowego w alkoholu 80% porusza się w stronę wstawionej do niego rurki włoskowatej z ługiem potasowym lub chloroformem. W tym wypadku tropizm dodatni spowodowany jest obniżeniem natężenia powierzchniowego na stronie kropli olejku rycynowego, wystawionej na działanie ługu potasowego lub chloroformu.

Poruszanie się Doświadczenia poruszania się pierwot-
wymoczków. niaków i tropizmy najłatwiej jednak wykonać na wymoczkach, których organulami ruchu są niteczkowate wyrostki plazmatyczne, zwane rzęskami.

Na okazach normalnie poruszających się trudno dojrzeć rzęski, gdyż są one w szybkim ruchu; w środowiskach sztucznie zagęszczonych możemy ruch ten o tyle osłabić, że z łatwością zobaczymy nie tylko ich rozmieszczenie, lecz nawet różnice między nimi. W celu zagęszczenia środowiska używamy ciał, które, rozpuszczając się w wodzie, stają się galaretowate lub śluzowate, a nie są szkodliwe dla wymoczków.

Dobre wyniki daje sprzedawany w aptekach pod nazwą „lichen carraghen” wodorost morski, który wydziela w wodzie obfity śluz. Na 100 cm wody bierzemy 4—6 gramów wodorostu, poprzednio przemytego w $\frac{1}{2}$ —1% roztworze sody, zawijamy do kawałka gazy i opuszczamy na dno naczynia. Już na trzeci dzień nastój jest tak gęsty, że umieszczone w nim wymoczki z trudem poruszają się. Zagęszczanie się nastoju możemy przyspieszyć przez wyparowywanie: umieszczamy wówczas kroplę świeżego nastoju na glonie z wymoczkami na szkiełkach przedmiotowych i obserwujemy pod mikroskopem: w miarę wyparowania następuje zagęszczanie się nastoju i zmniejszanie się ruchliwości wymoczków. Całkowite znieruchomienie, spowodowane zbyt gęstym środowiskiem, o ile nie trwało zbyt długo, możemy cofnąć bez szkody dla wymoczków, dodając trochę wody.

Z doświadczeń tych przekonamy się: 1. że ruch każdej rzęski składa się z dwu czynności: szybkiego zginania się i powolnego wyprostowywania się, 2. że rzęski jednorzędu poprzecznego są w równym stopniu zgięte lub rozgięte, w podłużnych zaś rzędach znajdują się w różnych kolejnych okresach ruchu, falując na podobieństwo łań zbożowego (rys. 22).

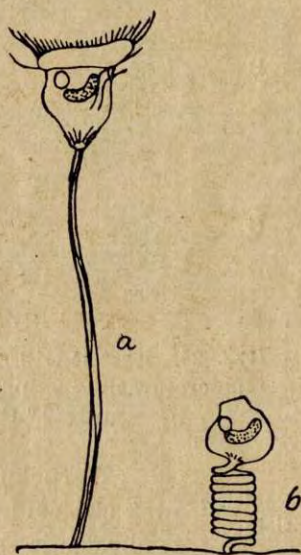
Ruch rzęsek.



Rys. 22. Ruch rzęsek u wymoczków (z Vervorna).



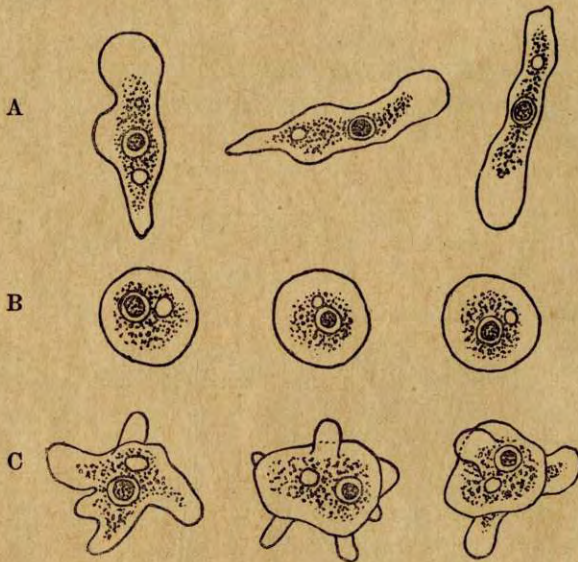
Rys. 23. *Spirostomum* w stanie wydłużonym (A) i skróconym (B). Wewnątrz widoczne długie paciorkowate jądro i wodniczka tętniąca z długim kanałem (z Dogiela).



Rys. 24. *Vorticella*, a wyciągnięta, b—skrócona (z Verworna).

Szczecia. Grubsze niż rzęski są szczecia spotykane u niektórych wymoczków (*Stylonychia*) i służące również do poruszania się.

Stwierdzono, że szczecia powstają ze zlania się kilku rzęsek, są one bardzo ruchliwe i jednocześnie mogą być tak sztywne, że wymoczeki, przytwierdzone niemi, wyglądają jak na nóżkach (rys. 16).



Rys. 25. Kształt *Amoeba limax* przy rozmaitych temperaturach A — przy 25° C, B — przy 40° C, C — przy 2° C (z Verworna).

Skracanie się ciała. W ruchu wymoczków wyróżniamy również skracanie się, wyginanie całego ciała i obracanie się wokół długiej osi dzięki włóknikom kurczliwym — myonemom, ułożonym w ektoplazmie.

Bardzo wyraźne obrazy skracania się dają nam *Spirostomum* (rys. 23) i *Stentor*. Umieszczamy jednego z tych wymoczków na szkiełku przedmiotowym w kropli wody, ustawiamy go pod lupą i, patrząc na niego, jednocześnie dotykamy go końcem igły preparacyjnej. Odpowiedź, wyrażona skurczem, jest natychmiastowa, ciało przytem skracca się do połowy swej pierwotnej długości, u trębacza w dodatku zmienia swój lejkowaty kształt na okrągły.

U wymoczków łądźkowatych, jak wirczyki, skracanie się ciała połączone jest ze zwijaniem się sprężynkowato łądźki ¹⁾ (rys. 24).

Szybkość ruchu w wysokim stopniu zależna jest od temperatury (rys. 25) i wpły-
wów chemicznych. Zarówno szybkość two-
rzenia się nibynózek jak i intensywność ruchu rzęsek
wzrastają w miarę podnoszenia się temperatury do pew-
nego stopnia, różnego nietylko dla poszczególnych rodza-
jów, lecz dla gatunków, a nawet różnych osobników, poczem
następuje stopniowe obniżenie się intensywności ruchu
przy dalszem wzrastaniu temperatury.

Wpływ
temperatury.

¹⁾ Wirczyki należy obserwować przy powiększeniu mikro-
skopowem.

ROZDZIAŁ V.

Tropizmy.

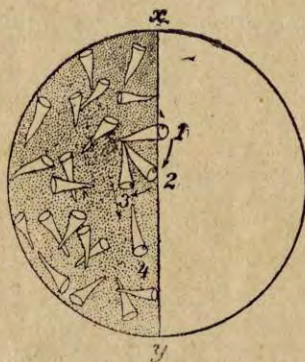
Termotropizm. Temperatura jako taka, działając jednostronnie na pierwotniaki, wywołuje, jak wspominaliśmy, tropizmy, zwane termotropizmami. Dogodnym obiektem doświadczeń tego rodzaju jest *Paramaecium*. Szklaną probówkę napełniamy gęstą kulturą *Paramaecium*, zamykamy korkiem, umocowujemy poziomo przy pomocy statywu i ogrzewamy jej zatopiony koniec na palniku spirytusowym. Obserwując na ciemnym tle lub na światło bezpośrednie, lub przez ręczną lupę, widzimy, że *Paramaecium* płyną z końca zimnego probówki do ogrzanego. Ogrzewając kolejno jeden lub drugi koniec, przeciwległy zaś ochładzając, zmusimy je do masowego przemieszczania się w kierunku cieplejszego. Dodatni termotropizm *Paramaecium* zmienia się jednak na ujemny, gdy temperatura ogrzanego końca przekroczy 28° . W tym wypadku dążą one od nagrzanego końca w stronę zimnego, — jednak do niego nie dochodzą, lecz skupiają się pomiędzy obu, w miejscu, gdzie temperatura będzie dla nich najodpowiedniejsza czyli optymalna, wynosi ona dla *Paramaecium* $24-28^{\circ}$.

O istnieniu u pierwotniaków tropizmu na światło łatwo przekonamy się, hodując rozmaite pierwotniaki; widzimy wówczas, że niektóre z nich trzymają się w miejscach oświetlonych naczynia (dodatni), — inne obierają części zacienione (ujemny fototropizm). Doświadczenia nad fototropizmem ujemnym możemy również przerobić nad trębaczem. Jego znaczne rozmiary i często intensywne zielone zabarwienie umożliwiają bezpośrednią obserwację.

Fototropizm.

Szklane naczynie, najlepiej o ścianach płaskich, ustawiamy na dobrze oświetlonym oknie, na arkuszu białego papieru i nalewamy wody z trębaczami tyle, żeby przykryła dno warstwą 2 cm.

Z początku *Stentor* pływa równomiernie po całym naczyniu; nie dając mu czasu na przytwierdzenie się do ścianek naczynia, zakrywamy jedną połowę naczynia od światła czarnym papierem. Po pewnym czasie widzimy że wszystkie trębacze zebrały się w połowie ciemnej (rys. 26), w oświetlonej zaś pozostały tylko osobniki, które zdołały już przytwierdzić się; w tym stanie są one, jak stwierdzono, mało wrażliwe na światło.



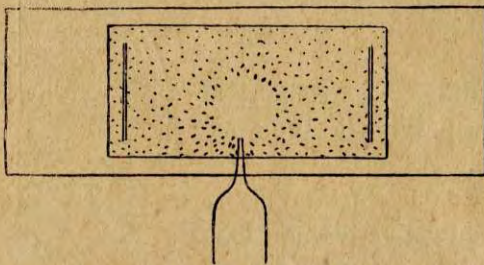
Rys. 26. Fototropizm ujemny trębaczy. Trębacze zebrały się w zacienionej części naczynia. 1—4 zachowanie się trębacza na granicy ciemnej i jasnej części naczynia (z Jenningsa).

Obserwując przez dłuższy czas paramecjia pod mikroskopem w kropli pożywki na szkiełku przedmiotowym — widzimy, że zbierają się one masami wokoło resztek roślinnych lub błonek, rojących się od bakteryj. Dążenie to w stronę pokarmu jest

Chemotropizm.

tropizmem w kierunku pewnych chemicznie działających wydzielin, czyli chemotropizmem. Do tej samej kategorii tropizmów musimy zaliczyć ruch pierwotniaków, spowodowany kwasami. Słabe kwasy, np. bardzo rozcieńczony kwas octowy lub węglowy, wywołują u paramecjum chemotropizm dodatni, bardziej skoncentrowane — ujemny.

Wprowadzając pod szkiełko pokrywkowe z *Paramecium* kroplę słabego kwasu octowego ($\frac{1}{50}$ ‰) (rys. 27), widzimy, że po krótkim czasie zaroi się ona od *Paramecium*, podczas gdy w innych częściach preparatu bę-



Rys. 27. Sposób wprowadzenia roztworu pod szkiełko pokrywkowe preparatu z wymoczkami (z Jenningsa).

dzie pusto (rys. 28 i 29). Odwrotny obraz otrzymamy, gdy użyjemy mocniejszego kwasu, wówczas w kropli kwasu żadnego *Paramecium* nie znajdziemy, natomiast zbiorą się one w pewnej od niej odległości i utworzą pierścień w miejscu, gdzie koncentracja kwasu będzie dla nich najodpowiedniejsza (rys. 30 i 31). Obserwując przez dłuższy czas przesuujące się pod mikroskopem paramecja i śledząc ruchy poszczególnych osobników, zauważymy, że zmieniają one często gwałtownie kierunek ruchu: dochodząc do pewnego miejsca, cofają się natychmiast, płynąc końcem tylnym naprzód, po chwili znów rozpo-

czynają ruch w poprzednim kierunku, granicy jednak, od której się cofnęły, i tym razem nie przekraczają (rys. 29 i 31). Granica, od której się paramecja cofają, jest początkami środowiska nieodpowiednich dla nich koncentracji, wywołujących tropizmy ujemne.

Tropizmy zatem w ostatecznym swym wyniku powodują trzymanie się pierwotniaków w miejscach najbardziej dla nich odpowiednich czyli optymalnych w danym środowisku.

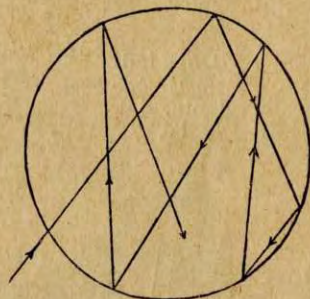
Ruch paramecium jest nie- rzadko przerwany zatrzymaniem się na miejscu; przyrzawszy się uważnie, stwierdzimy, że następuje to wówczas, gdy *Paramecium* otrze się o jakąś cząstkę twardą lub o powierzchnię nierówną szkła. W miejscu zetknięcia się z twardą powierzchnią rzęski *Paramecium* nieruchomieją, nie może on, z te-

Znaczenie tropizmów.

Tigmotropizm.



Rys. 28. Skupienie *Paramecium* w kropli $\frac{1}{50}\%$ kwasu octowego (z Jenningsa).

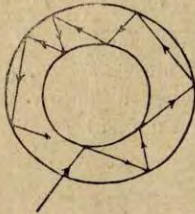


Rys. 29. Droga, którą przebywa *Paramecium* w kropli kwasu odpowiedniego dla niego stężenia (z Jenningsa).



Rys. 30. Skupienie *Paramecium* przy brzegu kropli kwasu na kształt pierścienia (z Jenningsa.)

go powodu, ruszyć się z miejsca, chociaż reszta rzęsek pracuje (rys. 32). Nawet silniejsze otarcie się dwóch osobników o siebie powoduje nieraz ich chwilowe łączenie się. Tego rodzaju odpowiedzi na mechaniczne podrażnienie nazywamy



Rys. 31. Droga jednego *Paramecium* w pierścieniu, jak na rys. 30. (z Jenningsa)



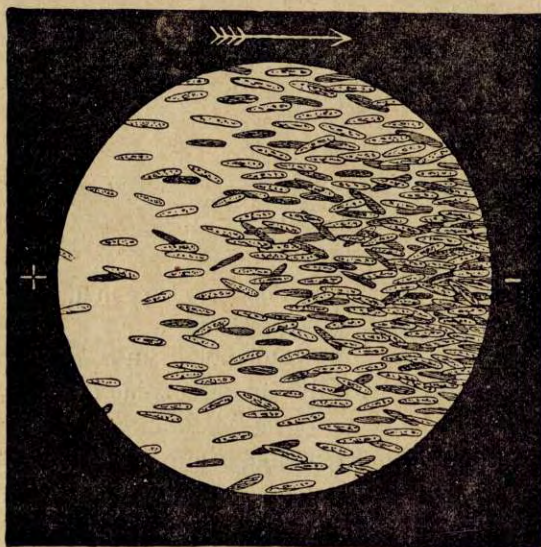
Rys. 32. Tigmotropizm dodatni *Paramecium*. (Z Verworna).

tigmotropizmem, u *Paramecium* jest on dodatni. Bywają wypadki, o ile w kropli znajdzie się większa twarda cząstka lub powierzchnia chropawa, że kilka paramecjów prawie jednocześnie otrze się o nią i zatrzyma się. Wkrótce zaczynają napływać do nich ze wszystkich stron inne osobniki, gdyż działa na nie przyciągająco dwutlenek węgla, wydzielany przy oddychaniu przez znieruchomiąle osobniki. W ten sposób może powstać wokoło twardej cząstki większe skupienie, wywołane dwoma dodatnimi tropizmami, a mianowicie tigno — i chemotropizmem.

Na prądy elektryczne pierwotniaki odpowiadają również ruchem (galwanotropizm), bądź w kierunku do katody (*Paramecium*) (rys. 33), bądź anody, lub wreszcie ustawiając długą oś swego ciała prostopadle do kierunku prądu (*Spirostomum*).

Z innych tropizmów wspomnimy jeszcze o geotropizmie czyli o ruchach wywołanych ciężeniem, np.: paramecja mają

geotropizm ujemny, gdyż dążą w kierunku odwrotnym niż ciężenie — stąd w nastojach spotykamy je, jak wspominaliśmy w warstwach powierzchniowych.



Rys. 33. Galwanotropizm ujemny *Paramaecium*.
Strzałka wskazuje kierunek ruchu.
(Z Verworna).

ROZDZIAŁ VI.

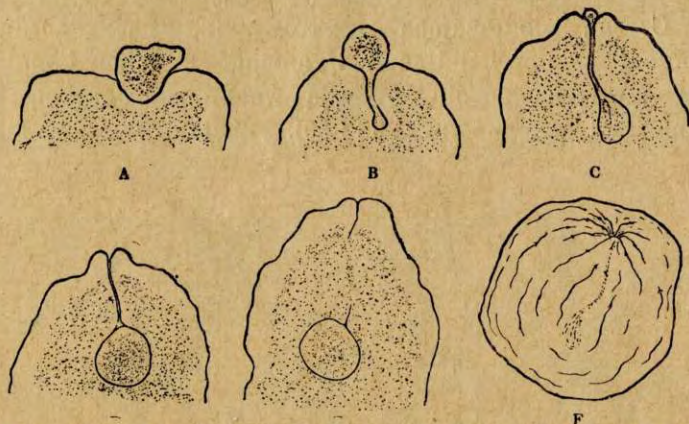
Przyjmowanie pokarmu.

Pobieranie pokarmu przez ameby. Przyjmowanie pokarmu w większości wypadków również skutecznia się przy pomocy ruchów.

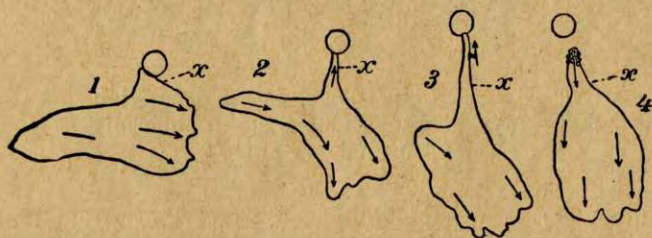
Pobieranie wyłącznie drogą osmozy właściwe jest niektórym pasorzytniczemu pierwotniakom (*Opalina ranarum*), lub trzymanym w sztucznych środowiskach. Pospolite natomiast jest aktywne zagarnianie stałego pokarmu. Nawet ameby, nie mające otworu ustnego, pobierają pokarm stały, na który się składają: bakterje, glony, inne pierwotniaki, czasem robaki lub wreszcie resztki organiczne.

Wyróżniamy u nich trzy rodzaje pobierania pokarmu: 1. bezpośrednie opływanie całą plazmą części pokarmowych, leżących na drodze ich ruchu; 2. inwaginacja, czyli zanurzenie się cząstek pokarmowych przy zetknięciu się ich z ektoplazmą, powodujące zagłębianie się tejże ku środkowi ciała (rys. 34); 3. czynne zagarnianie pokarmu z zewnątrz przez nibynóżki (rys. 35). Przy pobieraniu przez ameby długich glonów wstęgowatych są one skręcane

w kłębek (rys. 36), pod wpływem prądów, powstających w plazmie wskutek przylepiania się glonu. Prądy wirowe, skręcające pobraną nić, powstają również w sztucz-



Rys. 34. Schemat przyjmowania pokarmu przez inwaginację u *Amoeba terricola*. A—F kolejne stadja przenikania cząstki pokarmowej (z Dofleina).

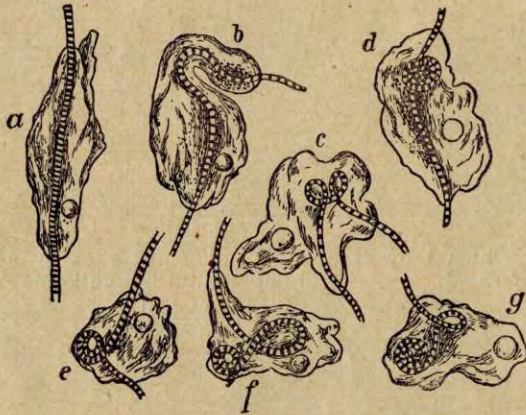


Rys. 35. Zagarnianie pokarmu przy pomocy nibynóżki (x). 1—3 nibynóżka dąży w stronę cząstki pokarmowej, która się jednak wymyka (4). Strzałki wskazują kierunek ruchu plazmy (z Jenningsa).

nych amebach przy zetknięciu się ich powierzchni z nicią rozpuszczającą się w płynach, z których są one wytworzone.

Wymoczki. U wymoczków ruchy rzęsek przyustnych lub błonek falujących wytwarzają prądy wirowe w otaczającej wodzie, wciągające części pokarmowe do otworu ustnego (rys. 37).

Części, podlegające przetrawieniu, są otaczane w endoplazmie wydzielinami płynnymi — sokiem komórkowym; w ten sposób powstają wokoło każdej cząstki wodniczki trawienne (rys. 38 i 39). Wodniczka trawienna



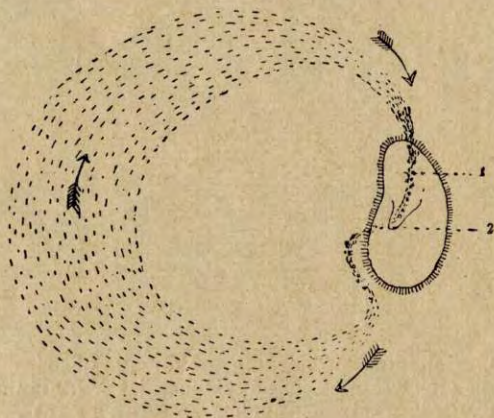
Rys. 36. *Amoeba verrucosa*, pobierająca glon nitkowaty. a — g kolejne stadja pobierania (z Jenningsa).

przesuwa się w endoplazmie dzięki wewnętrznym stałym prądom w tejże; przetrawiony zaś pokarm drogą osmozy przechodzi do coraz nowych miejsc plazmy. Wreszcie wodniczka zbliża się do powierzchni — u ameb w jakiej bądź części ciała, u wymoczków stale w tej samej (otwór odbytowy)—i wyrzuca nieprzetrawione resztki nazewnątrz (rys. 9e). W ten sam sposób są wydalane części niestrawne, pobrane wypadkowo, z tą tylko różnicą, że wokoło

nich wcale nie zbiera się, lub bardzo mało, sok komórkowy.

Wogóle u pierwotniaków daje się odnotować pewną zdolność wyboru pokarmu, często osobniki, żyjące w środowisku bogatym w różne organizmy, odżywiają się wyłącznie jednym lub paru rodzajami organizmów, wypadkowo zaś pobrane wydalają, nie trawiąc. Zjawisko wyboru pokarmu tłumaczy

Zdolność wyboru pokarmu.



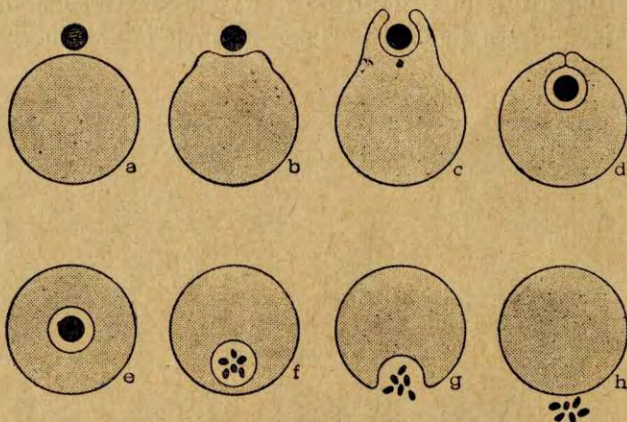
Rys. 37. *Paramecium*, który ruchem rzęsek przyustnych wprawia w ruch wirowy cząstki tuszu, znajdujące się w wodzie. Strzałki wskazują kierunek krążenia cząstek tuszu.
(Z Dofleina).

czą działaniem chemicznym pokarmu na pierwotniaka, możliwe, że ma tu miejsce również nabieranie pewnego doświadczenia.

Woda i ciała mineralne, rozpuszczone w niej, są pobierane przez pierwotniaki drogą osmozy.

Stwierdzono doświadczalnie, że trawieniu u pierwotniaków podlegają związki węglowodanowe, jak skrobia,

która po odpowiednim przerobieniu może być magazynowana, jako skrobia zwierzęca — glikogen w postaci szklistych ciałek, jak również związki białkowe, nie notowano natomiast rozkładu tłuszczów. Spotykanne w endoplazmie pierwotniaków kuleczki tłuszczu są uważane za wydzieliny.



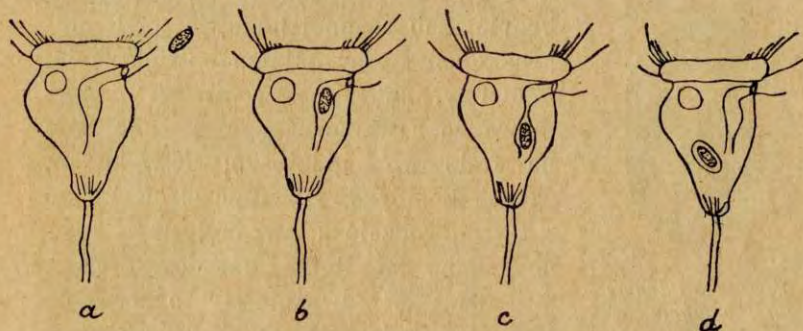
Rys. 38. Schemat pobierania pokarmu przez amebę, tworzenia się wodniczki pokarmowej i wydalania resztek nieprzetrawionych (z Massarta).

Fermenty. Wykryto następnie, że trawienie tych związków u pierwotniaków odbywa się za pośrednictwem zczynów czyli fermentów analogicznych zczynom trawiennym zwierząt kręgowych.

Doświadczenia z Karminem. W celu wyróżnienia wodniczek pokarmowych od innych ziarnistości endoplazmy, posługujemy się karmieniem pierwotniaków rozmaitemi barwnikami, nie rozpuszczającymi się w wodzie. Najprościej przerobić to doświadczenie na *Paramecium*, karmiąc go karminem.

Bierzemy szczyptę karminu w proszku, rozcieramy

go w mózdzierzu w niedużej ilości wody i dodajemy do gęstej kultury paramaecium w szkiełku zegarkowem. Po 5—10 min. bierzemy kroplę hodowli z karminem na szkiełko przedmiotowe, przykrywamy szkiełkiem pokryw-kowem i obserwujemy z początku przy słabem powiększeniu mikroskopowem. Widzimy krążące pomiędzy zawiesinami karminu w wodzie zupełnie niezabarwionej również niezabarwione paramecja. Przyjrzyjmy się im uważniej. Wewnątrz endoplazmy dostrzeżemy ciemno-czerwo-



Rys. 39. *Vorticella* w czterech kolejnych okresach przyjmowania pokarmu. Komórka glonu wciągnięta zostaje do otworu ustnego i przez przelyk trafia do endoplazmy (z Verworna).

ne, prawie czarne plamki, zmienimy powiększenie na silniejsze — plamki te istotnie są karminowe pośród mleczno-białej endoplazmy — są to wodniczki trawienne, utworzone wokoło cząstek karminu.

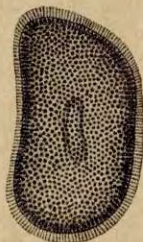
Ilość tych wodniczek będzie wciąż wzrastała; przy uważnej i dłuższej obserwacji możemy dojrzeć nawet przenikanie ziarenka karminu przez otwór ustny do wewnątrz. Karmin nie jest dla *Paramaecium* pożywny, przeto zaczynają one po pewnym czasie go unikać, jednak częst-

ki bardzo drobne nadal trafiają do wodniczek razem z pokarmem.

Doświadczenia z Kongo. Możemy również doświadczalnie stwierdzić obecność kwasów lub zasad w soku komórkowym wodniczek pokarmowych.

Używamy do tego barwika kongo, który w środowisku kwaśnym jest ceglasto-czerwony, w zasadowym — niebieski.

Do kilku kropeł gęstej kultury *Paramaecium* dodajemy kilka kropeł mocnego rozczyynu kongo.



Rys. 40. *Paramaecium bursaria*, wypełniony glonami *Zoochlorella* (z Dofleina).

Po 10 — 20 min. rozpatrujemy kroplę zabarwionej hodowli pod mikroskopem przy silnym powiększeniu. Widzimy, że jedne wodniczki pokarmowe zabarwione są na czerwono, inne na fioletowo i niebiesko; dowodzi to, że sok komórkowy wodniczek może być czterech rodzajów: kwaśny, słabo kwaśny, słabo zasadowy i zasadowy.

Dłuższe i uważniejsze obserwacje pozwolą stwierdzić, że wodniczka, powstająca wokoło nowo pobranej cząstki, ma sok kwaśny analogicznie do kwaśnego środowiska żołądka człowieka, następnie zmienia go stopniowo na zasadowy, co ma miejsce w dalszych częściach przewodu pokarmowego człowieka.

Nieco odmienne odżywianie się mają pierwotniaki, wypełnione jednokomórkowymi zielonami glonami *Zoochlorella* (rys. 40), żyjącymi w symbiozie z nimi. Zaspokajają one w tych wypadkach częściowo swe potrzeby w związkach organicznych, trawiąc bądź część tych glonów — zwykle szybko rozradzających się — bądź produkty rozpadu

obumarłych. Glony natomiast korzystają ze związków mineralnych, rozpuszczonych w plazmie pierwotniaków, złożone zaś połączenia organiczne wytwarzają samodzielnie, przyswajając węgiel z dwutlenka węgla, rozpuszczonego w wodzie.

Odżywianie się większości pasorzytniczych ameb i wymoczków różni się od wolnożyjących tylko rodzajem organicznego pokarmu; tylko nieliczne postaci pobierają pokarm osmotycznie (*Opalina ranarum*); mogą one jednocześnie służyć za przykład uproszczenia czyli uwstecznienia budowy przez pasorzytnictwo.

Odżywianie się
pasorzytów.

ROZDZIAŁ VII.

Oddychanie i wydalanie.

Oddychanie. Z innych czynności życiowych pierwotniaków wspomniemy o oddychaniu, które polega: 1. na pochłanianiu całą powierzchnią ciała tlenu rozpuszczonego we wodzie, 2. na utlenianiu związków, przeważnie węglowodanowych, w plazmie i 3. na wydzielaniu otrzymanego przytem dwutlenka węgla.

Pierwotniaki, żyjące w środowiskach ubogich w tlen, np.: pasorzytnicze lub komensaliści, zdolne są zastąpić energję utleniania czyli oddychania — energją fermentacji, to znaczy otrzymaną z rozkładu złożonych ciał zapasowych ich plazmy, np. skrobi, na prostsze połączenia, jak kwasy organiczne i dwutlenek węgla.

Fermentacja daje jednak znacznie mniej energii niż utlenianie, stąd nieekonomiczne rozchodowanie olbrzymiej ilości materiału dla otrzymania niezbędnej do czynności życiowych energii.

Wydalanie. Wodniczki tętniące (rys. 2, 9, 13, 14, 15) wyrzucają poza rozpuszczonym w nich dwutlenkiem węgla również płyny, powstałe przy różnych

czynnościach organizmu i przeznaczone do wydalania. U pierwotniaków morskich i pasorzytniczych, pozbawionych wodniczek tętniących, wydalanie odbywa się całą powierzchnią. Istnienie lub brak wodniczek nie jest jednak cechą stałą, zależy od stężenia środowiska, w którym dany organizm przebywa, ten sam gatunek w różnych trzymanych środowiskach może je wytwarzać lub zatracać. Pierwotniaki słodkowodne, posiadające tętniczki, przeniesione do wody morskiej, zatracają je i odwrotnie. Tworzenie się wodniczek odbywa się, gdy stężenie soków wewnątrz plazmy czyli ciśnienie osmotyczne wewnętrzne jest większe od zewnętrznego. Woda dąży wówczas z zewnętrznego środowiska do plazmy, aż do wyrównania stężenia obu środowisk, i tworzy wodniczkę, poczem następuje jej pęknięcie (przypuszczalnie pod wpływem natężenia powierzchniowego plazmy) i tworzenie się z kolei nowej wodniczki. W ciągu 2 — 46 min. wodniczki wyrzucają ilość płynu równą objętości ciała pierwotniaka.

Częstość skurczu wodniczek zwiększa się z temperaturą, o czym możemy doświadczalnie przekonać się na *Paramecium*.

Obserwujemy kroplę hodowli paramecjum, przykrytą szkiełkiem pokrywkowym pod silnem powiększeniem mikroskopu, zmniejszwszy poprzednio jego ruchliwość przez ostrożne odsączenie wody z pod szkiełka dwoma bibułkami naraz, z dwóch przeciwległych stron. Obserwacje prowadzimy przez pewien czas w pokoju zimnym, notując czas pomiędzy dwoma skurczami wodniczek następnie w pokoju cieplejszym. Możemy znacznie podnieść temperaturę, zbliżając palnik spirytusowy do mikroskopu. Stwierdzono, że przy podnoszeniu się temperatury o 10° częstość pęknięcia wzrasta dwu — lub trzykrotnie.

Nie wyłączone jednak jest, przy istnieniu wodni-

czek tętniących, jednoczesne wydalenie całą powierzchnią ciała.

Wydaliny. Do wydaliny należą rozmaite kwasy organiczne, których skład chemiczny nie jest jeszcze dostatecznie poznany. W pewnych wypadkach stwierdzono kwas moczowy i szczawiowy, spotykane w płazmie w stanie kryształów. Pozatem znajdowano szereg złożonych kryształów, których skład chemiczny zależy od rodzaju pobieranego pokarmu, często jednak bliżej nie jest znany. Wydalania kryształów jednak nie obserwowano, przypuszczalnie są one stopniowo rozpuszczane i wydalone w stanie płynnym.

ROZDZIAŁ VIII.

Rozród i regeneracja.

Pierwotniaki rozmnażają się, dzieląc się na dwa lub więcej osobników potomnych. Podział, poprzedzony łączeniem się dwóch osobników, chociażby chwilowo (konjugacja) lub na stałe, czyli zlaniem się (kopulacja) — nazywamy rozrodem płciowym, podział zaś bez poprzedniego łączenia się — bezpłciowym.

U ameb nie stwierdzono dotąd z zupełną ścisłością, pomimo badań w tym zakresie, rozrodu płciowego.

Rozród bezpłciowy zaś mają dwojaki:

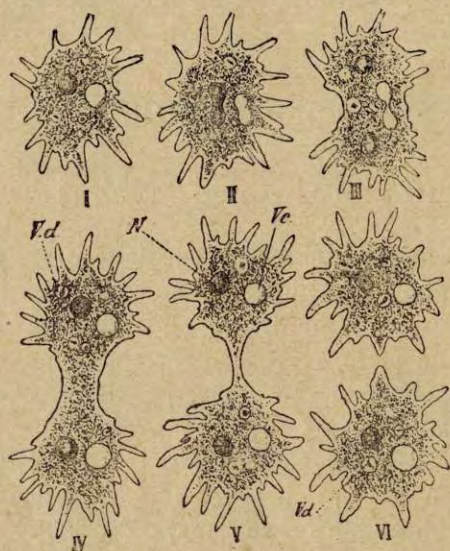
Rozród ameb.

1) przez podział postaci aktywnej, prowadzący do powstania dwóch osobników lub 2) rozpad w stanie otorbienia na większą ilość potomnych organizmów (t. zw. szczeporództwo).

W obu razach podział jądra poprzedza podział plazmy, ma ono przy tej czynności dominujące znaczenie, gdyż stanowi podłoże cech organizmu przekazywanych potomstwu.

Podział ameby na 2 osobniki potomne odbywa się bez utraty jej ruchliwości. Na dwu przeciwnych stro-

nach ciała zaczynają obficie i częściej tworzyć się nibynóżki, komórka ciała wyciąga się na długość, jądro wydłuża się również, przyjmuje kształt biszkoptowaty, wreszcie rozrywa się na dwie równe części, wślad za czem połączenie środkowe plazmy staje się coraz cieńsze i również się przerywa (rys. 41). W ten sposób powstałe dwie młó-



Rys. 41. Rozród ameby przez podział na dwie: *N* — jądro, *Vc* — wodniczka tętniąca, *Vd* — wodniczka pokarmowa.
(Z Perriera).

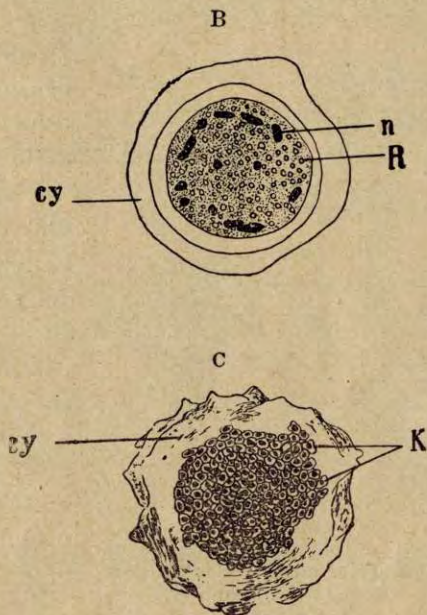
de ameby są o połowę mniejsze od postaci rodzicielskiej pochodnej, przy istnieniu zaś w danym gatunku jednej wodniczki tętniącej przypada ona w udziale jednej z potomnych, w drugiej się tworzy na nowo.

Podział ameby na większą ilość osobników odbywa się w stanie otorbienia czyli incystowania (rys. 42).

Stan ten charakteryzuje przede wszystkim brak wszelkich dostrzegalnych przejawów życia, gdyż organizm okryty jest grubą błoną jedno lub wielowarstwową z substancji pod względem chemicznym zbliżonej do skrobi zwierzęcej, zwanej *cystozą*. Kształt postaci incystowanej, czyli cysty, jest zwykle okrągły, rzadziej owalny. Incystowanie, jak zobaczymy poniżej, należy uważać również za środek

ochronny przed grożącą śmiercią ze względu na to, że izoluje organizm w wysokim stopniu od wpływów zewnętrznych, często zaś prowadzi do powstania z jednego osobnika kilku do kilkudziesięciu organizmów. Podział osobnika w tym wypadku rozpoczyna się również od podziału jądra, które dzieli się pierwotnie na dwa, poczem każde z nich ponownie

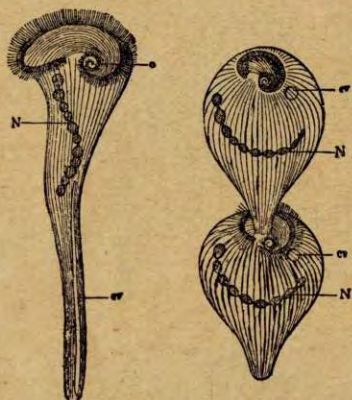
dzieli się na dwa i ten proces u pewnych gatunków powtarza się wielokrotnie i prowadzi do powstania znacznej ilości jąder. Po skończonym podziale jąder następuje wyodrębnianie się plazmy wokół każdego z nich i dalszy całkowity rozpad na partje, zawie-



Rys. 42. Cysty *Amoeba proteus*. B świeżo zaincystowana. — C cysta z dużą ilością młodych ameb (z Dofleina.)

rające jądra i tworzące osobniki potomne. Czynne życie młodych ameb zaczyna się z chwilą nastąpienia odpowiednich dla nich warunków środowiska, które powodują rozpuszczanie się błony cysty.

**Rozród
wymoczków.**



Rys. 43. *Stentor polymorphus*.
N — jądro, o — otwór ustny,
cv — wodniczka tętniąca. Z le-
wa młody osobnik, wycią-
gnięty, z prawa w czasie po-
działu skrócony.
(Z Verworna).

U wymoczków poza rozrodem bezpłciowym (rys. 43) istnieje rozród płciowy w formie początkowego lub daleko posuniętego zróżnicowania postaci. Klasycznym materiałem dla studentów nad rozrodem pierwotniaków jest *Paramecium*.

Rozradza się on bezpłciowo przez bezpośredni podział, przy dostatecznej ilości pokarmu i przy temperaturze 15 — 16°C — zwykle raz na dobę. Przy wyższej temperaturze i obfitszym pokarmie podziały te mogą się zwiększyć do trzech na dobę; w takich razach z jednego osobnika po dobie powstaje 8 osobników.

Obserwując gęstą kulturę paramecium pod mikroskopem, najlepiej w godzinach wieczorowych lub wcześniej rano, z pewnością znajdą się postaci przewężone w środku. Przewężenie to postępuje dosyć szybko, wreszcie pozostaje tylko cienkie pasemko plazmatyczne, które się skręca i przerywa, gdyż oba powstałe osobniki zaczynają ruch obrotowy wokoło swej długiej osi.

Młode osobniki wytwarzają brakujące im części np.: otwór ustny, wodniczki tętnice, częściowo orzęsienie

(rys. 43) niektóre zaś, jak *Stylonychia*, zmieniają całe orzęsienie.

Należy również uwzględnić, stawiając doświadczenia nad podziałem wymoczków, rolę światła. Stwierdzono, że wpływa ono na częstość podziałów paramecjów przytem jedne z promieni sprzyjają podziałowi, inne go hamują. Z promieni ciemnych — krótkie nadfioletkowe obniżają częstość podziałów *Paramecium*.

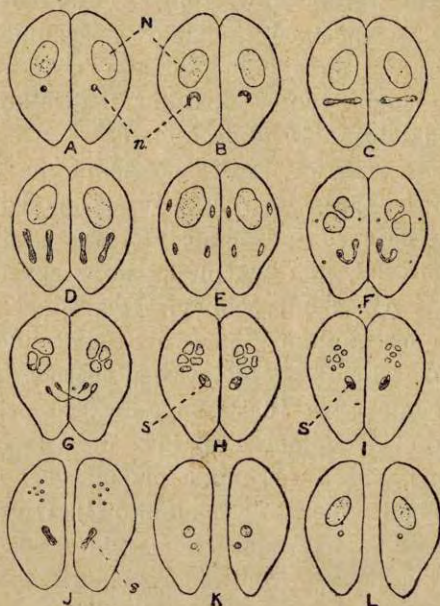
Swoiście wpływa brak pokarmu na pierwotniaki, a mianowicie zaprzestają one wówczas podziału bezpłciowego i zaczynają rozradzać się płciowo. Zatem sztucznie głodząc wymoczeki, np.: trzymając je w czystej wodzie — można wywołać rozród płciowy. Rozród płciowy poprzedzony jest sprzęganiem się dwóch osobników (rys. 44) stronami brzuszными około otworu ustnego. Sprzęganie czyli konjugacja trwa 16 — 20 godz., podczas których zachodzi wymiana wzajemna połówkami jąder mniejszych (*miconucleus*), przez pasemko plazmatyczne, powstające w miejscu złączenia się obu osobników¹⁾. Otrzymana drogą wymiany część małego jądra zlewa się z pozostałą w każdym osobniku, poczem one się rozchodzą i każdy zyskuje możliwość przystąpienia do podziału przez przewężenie.

Istnieją liczne próby rozwiązania kwestji, czy podział bezpłciowy można przedłużyć do nieskończoności, stwarzając dogodne warunki istnienia i sztucznie usuwając możliwość konjugacji. Najbardziej znane z tych prób są doświadczenia Woodruffa, który od r. 1905 wyhodował już przeszło 13000 pokoleń bezpłciowych.

Metoda tych doświadczeń jest następująca: obserwacje prowadzimy nad jednym osobnikiem, którego wyla-

¹⁾ Nie poruszamy tutaj zachodzących podczas konjugacji *Paramecium* bardzo złożonych zmian jądrowych (w macro — i *miconucleus*), gdyż dostrzeżenie ich wymaga specjalnej techniki.

wiamy z kultury pipetą i umieszczamy na szkiełku przedmiotowym w kropli świeżej (2 — 8-dniowej) pożywki. Wyparowywaniu zapobiegamy, trzymając ten preparat



Rys. 44. Konjugacja u wymoczków. ²⁴
N—macronucleus, *n*—micronucleus. *A*, *B*, *C*—
 I-szy podział *micronucleus*; *D*, *E*—II-gi podział; *F*—trzy *micronuclei* zanikają, czwarty dzieli się, *macronucleus* rozpada się na części; *G*—wymiana połówki mi małego jądra (*micronucleus*); *H*, *I*—zlewanie się części małego jądra—wymienionej z pozostałą; *J*, *K*, *L*—podział *micronucleus* i powstawanie *macronucleus*.
 (Z Massarta).

w atmosferze nasyconej parą wodną, czyli w komorze wilgotnej.

Komorę wilgotną możemy urządzić w sposób nastę-

pujący: bierzemy płaski talerz, na dno jego nasypujemy wilgotnego piasku i przykrywamy kloszem szklanym lub słoikiem tak, żeby brzegi jego wrzynały się w piasek. Dbając o wilgotność piasku otrzymamy pod kloszem przestrzeń o tyle nasyconą parą wodną, że umieszczona na szkiełku kropla z paramecjum wcale nie będzie parować. Obserwując raz lub dwa razy na dobę wybranego *Paramaecium* i usuwając każdorazowo po podziale jednego osobnika, będziemy mieli w kropli pożywki stale jednego *Paramaecium*. Hodowla pojedynczych osobników rzuciła pewne światło na okoliczności poprzedzające rozród płciowy, a mianowicie, że osobniki skłonne do konjugacji znajdują się w starych kulturach i wykazują pewne cechy degeneracji, wyrażającej się przedewszystkiem zmniejszonymi rozmiarami ciała.

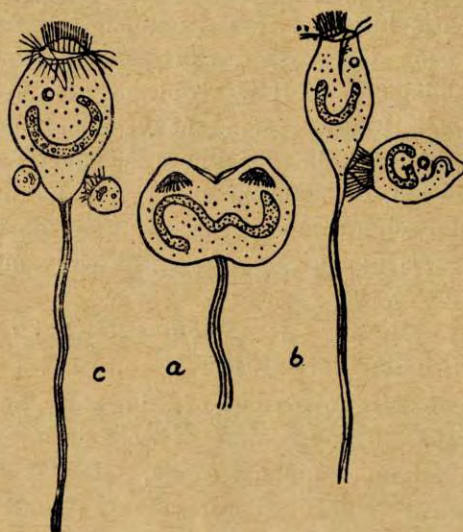
Zapatrywano się więc na konjugację, jako na niezbędną akt odnowienia pierwotnych cech.

Doświadczenia *W o o d r u f f a* dowiodły, że konjugacja może być zupełnie wyłączona z życia paramecjum i że degeneracja mimo to nie następuje, o ile dajemy kulturze odpowiednio świeże środowisko i dbamy przedewszystkiem o usuwanie nagromadzających się wydzielin.

Rozród płciowy, połączony z zupełnem zlaniem się dwóch zewnętrznie różnych postaci, spotykamy u wirzyków (*Vorticella*) (rys. 45).

W pewnych okresach wytwarzają one osobniki znacznie mniejsze od zwykłych postaci — przez podział podłużny jednej komórki na 4 potomne. O ile, obserwując wirzyki pod mikroskopem, dojrzymy 4 osobniki na jednej łądyżce i zaczniemy śledzić dalszy ich los — zobaczymy, że osobniki te wkrótce oddzielią się od łądyżki, wytworzą na końcu tylnym wieniec rzęsek, który łącznie z przednim umożliwi im swobodne pływanie.

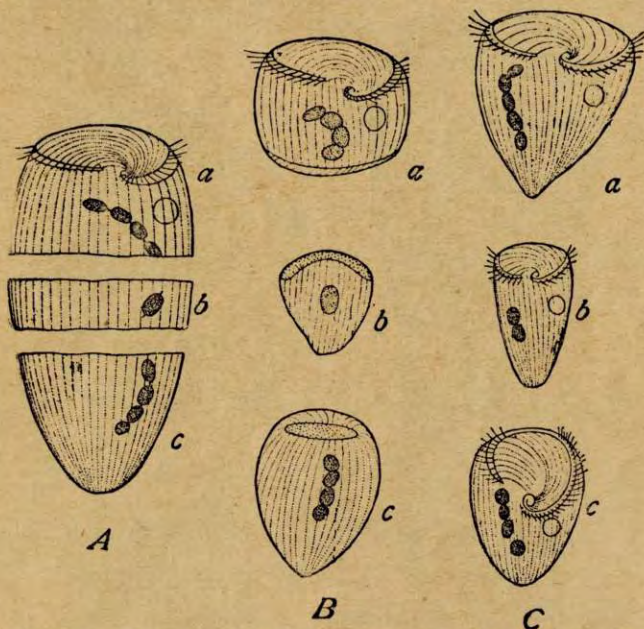
Stwierdzono że małe postaci wirczyków stanowią komórki rozrodcze, gdyż po pewnym czasie zbliżają się one do postaci osiadłej wielkości normalnej i jeden z nich zlewa się z nią (rys. 45 c.); komórka powstała ze zlania się rozpoczyna wkrótce podziały bezpłciowe lub otacza



Rys. 45. *Vorticella*. *a*—w podziale; *b*—po podziale. Jeden z nowopowstałych osobników odplywa przy pomocy wieńca rzęsek, powstałego na tylnym końcu ciała; *c* — osobnik żeński łączy się z jednym z dwóch (lewym) męskich (z L a n g a).

się błoną — incystuje się, odpada od łądyżki i tylko po dłuższym spoczynku, o ile znajdzie się w odpowiednich warunkach, wytwarza łądyżkę, przytwierdza się i rozpoczyna podział bezpłciowy. Z dwóch zlewających się komórek małe uważane są za postaci męskie, osiadłe zaś za żeńskie.

W związku ze zdolnością rozrodu bezpłciowego spotykamy u pierwotniaków zjawisko regeneracji czyli zdolności odtwarzania utraconych części (rys. 46). W pewnych razach, odcinając część komórki pierwotniakom, znajdującym się w okresie przewężania się, możemy podział ich zatrzymać lub na pewien czas usunąć, gdyż utracona część

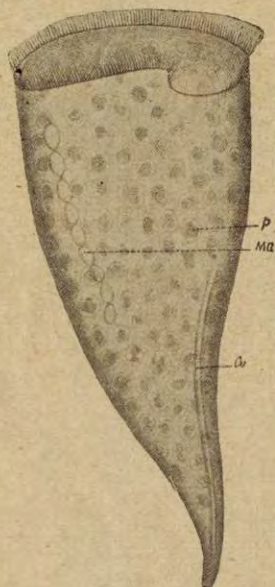


Rys. 46. Regeneracja *Sientora*. A, B, C — kolejne stadja trzech poszczególnych odcinków (a, b, c).
(Z Dofleina).

wymaga przyplwy materiału na jej odtworzenie. Odcięta część, o ile zawiera odcinek jądra, nawet jeżeli stanowi nieznaczna część całości (1/27, 1/64 — różnie u różnych gatunków), może również odtworzyć całość organizmu. Części bezjądrowe niezależnie od wielkości nie regene-

rują, chociaż przez krótki czas mogą przyjmować pokarm, oddychać i wydzielać.

Wielkość regeneratu i jego poszczególnych części zależy od rozmiarów regenerującej cząstki.



Rys. 47. *Stentor* wypełniony pasorzytami (*Mastigamoeba*).
Cv — wodniczka tętniąca,
Ma — jądro, *P* — pasorzyt.
(Z Dofleina.)



Rys. 48. *Paramaecium caudatum* opianowany przez *Sphaerophrya*.
Wewnątrz komórki w jednym miejscu znajdują się cztery pasorzyty, nieco wyżej jeden. *a* — pasorzyt, wydostający się nazewnątrz komórki, *b* — przenikający do *Paramaecium*.
(Z Dofleina.)

Doświadczenia nad regeneracją należy robić na dużych pierwotniakach, posiadających jądro wydłużone; dobrze nadaje się do tego *Stentor*.

Do rozcinania można posługiwać się iglicą, stoczoną

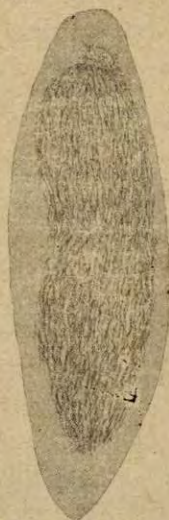
na płaski skalpel. Przykłady rozcinania i wyników podane są na (rys. 46).

Do błędnych wniosków nad rozrodem pierwotniaków mogą doprowadzić niekiedy zjawiska pasorzytnictwa, nie obce im również, np: 1. przyjmowano poprzednio za postaci rozrodcze trębacza płytki jego pasorzyta z najprostszyc wiciowców— *Mastigamoeba* (rys 47), 2. Pasorzytuja-

**Pasorzyty
pierwotniaków.**



Rys. 49. Rozpływanie się jądra *Amoeba vespertilio* pod wpływem pasorzytów Ck (z grupy *Chytridiaceae*). (Z Dofleina).



Rys. 50. *Paramoecium caudatum*, zakażony bakterjami. Jądra zupełnie zniszczone. (Z Dofleina).

cą wewnątrz wymoczków *Sphaerophrya* (rys. 48), z pokrewnej im grupy Suctorina — przyjmowano za ich embrjony. 3. Obecność w komórce pierwotniaka pasorzytów jądrowych (z grupy *Chytridiaceae*), powodujących rozpad jądra, prowadziła czasem do mylnych wniosków o podziale jądra i wielojądrowości komórki (rys.49).

Najpospolitszym jednak pasorzytem pierwotniaków są bakterje, spotykane zarówno w plazmie jak i w jądrze, w kształcie kuleczek, laseczek lub niteczek (rys. 50).

ROZDZIAŁ IX

Wpływy środowiska. Incystowanie się. Rozsiedlenie geograficzne.

Wpływy środowiska. Sprawność powyżej omówionych czynności życiowych pierwotniaków, jak ruch odżywianie się, oddychanie, wydalanie i rozwój, zależna jest w znacznym stopniu od czynników zewnętrznych a mianowicie: temperatury, składu chemicznego i stężenia środowiska, w którym one żyją, światła i t. p.

Wyróżniamy trzy stopnie sprawności organizmu: najwyższą — maksymalną, najniższą — minimalną i najbardziej odpowiednią dla całokształtu organizmu — optymalną. Zarówno maksymalna jak i minimalna sprawność prowadzi do uszkodzenia organizmu i śmierci, gdyż pierwsza powoduje nadmierne zużywanie się, druga niedostateczne wyzyskiwanie i przez to nagromadzanie się szkodliwych produktów rozpadu.

Zdolność reagowania na wpływy zewnętrzne, wyrażającą się w podniesieniu lub obniżeniu swych czynności, nazywamy wrażliwością organizmu; za ośrodek wrażliwości u pierwotniaków uważana jest plazma.

Dzięki tej wrażliwości pierwotniaki nie tylko bezpośrednio odpowiadają na czynniki zewnętrzne, lecz również odpowiednio regulują swe czynności i w ten sposób przystosowują się nawet do szkodliwych dla nich wpływów.

Temperatura wody powyżej 38° — 42°C jest przeważnie śmiertelna dla większości **Temperatura.** pierwotniaków, mimo to znamy cały szereg gatunków z gorących źródeł. Niektóre ameby wytrzymują temperaturę 50 — 52°C , wymoczki 53 — 65°C . Można również stopniowo przyzwyczaić osobniki, żyjące normalnie przy temperaturze 10 — 20°C , do życia w znacznie wyższych temperaturach: 35 — 37°C . Pierwotniaki znoszą bez szkody dla organizmu temperatury niskie, nawet zerową, o ile prztem woda nie zamarza.

Stopień wrażliwości termicznej nie tylko jest inny dla różnych gatunków, lecz nawet dla jednego osobnika zmienia się wraz z jego stanem fizjologicznym. Temperatura, poza wpływem bezpośrednim na plazmę osobnika, wpływa również pośrednio na nią, zmieniając stężenie środowiska.

Poszczególne gatunki pierwotniaków przystosowane są do pewnego stężenia środowiska, czyli że są one normalnie czynne przy pewnym zewnętrznym ciśnieniu osmotycznym, jednak można je przyzwyczaić do znacznie odbiegającego od normy stężenia, np. możemy przyzwyczaić pierwotniaki słodkowodne do wody morskiej, chociaż zmieniają one prztem znacznie swe własności fizyczne, a mianowicie plazma ich staje się mniej płynna, zatracają one również swe wodniczki tętniące. W wodzie destylowanej pierwotniaki giną, gdyż nie zawiera ona żadnych związków mineralnych. Wymagania niektórych z nich są pod tym względem tak minimalne, że sole, otrzymane

z rozpadu większości osobników, umożliwiając reszcie pozostanie przy życiu.

Zmiana stężenia w pewnych razach wpływa na szybkość rozrodu lub na zmianę rozrodu bezpłciowego na płciowy.

Światło wpływa na pierwotniaki różnorodnie (patrz str. 69), możliwie, że wpływ ten jest głównie pośredni, gdyż światło zdolne jest wywoływać chemiczne zmiany w środowisku. Zbyt silne światło słoneczne działa na pierwotniaki, jak i na bakterje, zabójczo. Działanie promieni ciemnych na pierwotniaki jest jeszcze mało zbadane i sprowadza się przypuszczalnie do rodzaju odtleniania. Stwierdzono szkodliwy wpływ na nich promieni nadfioletowych pewnej długości. Promienie röntgenowskie nie wywierały jednakże na niektóre pierwotniaki żadnego wpływu; niektóre rodzaje promieni radowych przy pewnem ich nasileniu są szkodliwe lub zabójcze. Niejednostajne działanie tych promieni na różne gatunki pierwotniaków tłumaczy się własnościami warstwy pokrywowej — mniej lub więcej dla nich przepuszczalnej.

Gdy stopień nasilenia powyższych czynników jest za wielki lub za mały dla danego osobnika, środkiem ochronnym jest, jak wspomniano, incystowanie się czyli otarbianie. W stanie tym (rys. 42 i 8 B) organizm jest znacznie mniej wrażliwy na wpływy zewnętrzne, gdyż okryty jest błoną jedno- dwu- lub wielowarstwową, nieprzepuszczalną w znacznym stopniu dla wpływów chemicznych, termicznych i świetlnych. Plazma wewnątrz cysty staje się bardzo zwarta, uboga w wodę, niezbędną dla czynności życiowych, które też są zmniejszone do minimum.

Organizm w stanie incystowania żyje życiem ukrytem czyli t. zw. „vita minima“, niczem nie objawiającem się nazewnątrz.

Zdolność incystowania nietylko pozwala uniknąć śmierci w ciągu lat całych, lecz sprzyja również geograficznemu rozsiedlaniu się — stąd znana kosmopolityczność pierwotniaków (pomimo szerokiego rozpowszechnienia się *Paramaecium*, nie stwierdzono jego incystowania). Jak dalece odporny jest organizm w tym stanie, wskazują doświadczenia nad przechowywaniem cyst w stanie suchym lub wilgotnym w ciągu miesięcy lub nawet lat. Stwierdzono, że z cyst niektórych pierwotniaków po 5½ latach przebywania w stanie suchym — mogą wykluć się zupełnie normalne postaci.

Cysty zaś bardzo zbliżonego do ameb organizmu *Vahlkampfia*, przechowywane nawet w wilgoci w ciągu 6 lat, nie straciły zdolności do życia aktywnego.

Rozsiedlenie geograficzne. Większość ameb i wymoczków wolnożyjących należy do organizmów słodkowodnych, spotykanych na całej kuli ziemskiej. Występują one nawet w najmniejszych zbiornikach, o ile znajdują odpowiednie warunki chemiczne, termiczne i t. p., jak np.: w porowatej wilgotnej glebie lub gnijących liściach.

Roznoszą pierwotniaki na znaczne przestrzenie głównie owady i ptaki wodne, cysty zaś ich rozsiewa przede wszystkim wiatr. W kurzu znajdowano cysty najrozmaitszych ich gatunków, zwykle przyschnięte do różnych cząstek roślinnych. Stwierdzono ich obecność nawet w wysokich warstwach powietrza, gdzie mogą przebywać przez dłuższy czas, nie opadając, gdyż ważą zaledwie ułamki miligrama. Nic więc dziwnego, że każda wyjąłowiona, a nieprzykryta pożywka lub naturalny zbiornik niezaludniony, przy odpowiedniej dla zjawisk życiowych temperaturze, po pewnym czasie zaludni się, odpowiednio do swego składu chemicznego, temi lub innymi pierwotniakami.

SPIS LITERATURY POMOCNICZEJ.

D e m b o w s k i J. Historja jednego pierwotniaka, 1924.
D o f l e i n F. Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena,
G. Fischer, 1916.

D o g i e l W. A. Jak prowadzić biologiczne spostrzeżenia nad pierwotniakami (po rosyjsku). 1926.

H a r t m a n n M. Die pathogenen Protozoen. Einführung in die allgemeine Protozoenkunde. Berlin, J. Springer, 1917.

J e n n i n g s H. S. Die niederen Organismen, ihre Reizphysiologie und Psychologie. Berlin, B. G. Teubner, Leipzig.

L a n g e A. Trait d'Anatomie comparée et de Zoologie.

P o l i Ń s k i. Podręcznik do zbierania i konserwowania zwierząt. Zeszyt 1. (Wydawnictwo Państwowego Muzeum Zoologicznego), 1921 — 1929.

P r o w a z e k S. Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen). Leipzig—Berlin, B. G. Teubner, 1910.

R ö s e l e r P. L a m p r e c h t H., Handbuch f. biologische Übungen. Berlin, J. Springer, 1914.

SKOROWIDZ NAZW.

(W spisie rzeczy liczby grubo nadrukowane wskazują na stronie, na których są opisy szczegółowsze, gwiazdka* zaś stoi przy liczbach stronie, na których umieszczone są dotyczące rysunki).

- | | |
|---|--|
| <p>Ameba 7, 10, 11
 Amitoza 38
 Amoebina 20, 21
 Amoeba limax 11*, 23, 46*
 proteus 11*, 21, 67*
 polypodia 11*
 radiosa 11*
 terricola 22, 55*
 vespertilio 22, 23*, 73*
 verrucosa 11*, 22*, 56*
 Animalcula infusoria 8
 Bacillus subtilis 15
 Balantidium 14, 25, 30
 Chemotropizm 49
 Chromatyna 37, 38
 Chromozomy 38
 Chytridiaceae 75*
 Ciliata 9, 25
 Cysta 67, 79
 Cystoza 67
 Ektoplazma 21, 35
 Endoplazma 21, 35
 Entamoeba coli 24, 25*
 dysenteriae 24, 25*
 Fermenty 58
 Fermentacja 62
 Flagellata 9
 Foraminifera 20
 Fototropizm 49
 Galwanotropizm 52</p> | <p>Geotropizm 52
 Glikogen 58
 Heliozoa 20
 Heterotricha 25
 Holotricha 25
 Hypotricha 25
 Incystowanie 66, 67, 78
 Infusoria 7, 8, 9, 25
 Jądro 34, 36, 65, 73
 Karjozom 36
 Komensalista 14, 62
 Konjugacja 65, 69
 Kopulacja 65
 Korzenionóżki 9, 20
 Kwas octowy 37
 moczowy 64
 szczawiowy 64
 Lichen carraghen 44
 Linina 39
 Macronucleus 36, 69
 Mastigamoeba 74*, 75
 Metazoa 9
 Micronucleus 36, 69
 Nibynóżki 11
 Oligotricha 26
 Opalina 14, 25, 27, 29*, 54, 61
 Ophrioscolex 14, 26, 32, 33*
 Organula 35
 Otorbienie 66
 Otwornice 20</p> |
|---|--|

- Pantofelek 10
Paramaecium 10, 25, **26***, 27, 57*
 hodowle 14—18
 termotropizm 48
 chemotropizm 49
 —51
 tigmotropizm 51,
 52
 galwanotropizm 52
 doświadczenia
 z karminem 58
 —60
 doświadczenia
 z kongo 60
 wydalanie 63
 rozmród 68, 69
 incystowanie 79
 aurelia 27, 28*
 bursaria 27, 28*
 caudatum 27, 28*
 74*, 75*
 putrinum 27, 28*
Pellicula 26, **35**
Pelomyxa binucleate 11*, 24
 palustris 24*
Pelzak 7, **11**
Peritricha 25
Peristom 29
Pierwotniaki 7
Plastyna 39
Promitoa 38
Promienice 21
Protophyta 7
Protoplazma 34
Protozoa 7, 8, 9
Pseudopodia 11
Radiolaria 21
Regeneracja 73
Rhizopoda **9**, 20
Rotatoria 8
Rozród płciowy 65
 bezpłciowy 65
Rzęski 9, **44**, 45*
Sphaerophrya 74*, 75
Spirostomum 14, 25, **29**, 31*,
 45*, 47
Sporowce 9
Sporozoa 9
Słonecznice 20
Sok jądrowy 39
 „ komórkowy 35
Stentor 25, **28**, 30*, 47, 73*, 74*
 fototropizm 49
 regeneracja 74
Stylonychia 17, 25, **32***, 46, 69
Suctoria 75
Symbioza 60
Szczecie 25, 46
Szczeporództwo 65
Termotropizm 48
Tigmotropizm 51
Tkankowce 9
Tropizm 42
Vahlkampfia 79
Vita mimina 78
Vorticella 17, 25, **30**, 31*, 45*,
 71, 72*
Wakuola 35
Wiciowce 9
Wodniczki pokarmowe 35
 tętniące **36**, 62, 63, 77
Wrotki 8
Wymoczki 7, 8, **9**, 13, 25
Zaczyn 58
Zaródź 34
Zieleń metylu 37
Zoochlorella 32, 60



N. 2000 56

BIBLIOTEKA BIOLOGICZNA.

- Nr. 1. *Witold Adolph*. Żaba. Podręcznik do ćwiczeń zootomicznych. Z rysunkami i barwnymi tablicami. 1927.
- Nr. 2. *Kazimierz Czerwiński*. Wypisy z zakresu teorii ewolucji (Lamarck, Wallace, Darwin). Z portretami i rysunkami. 1927.
- Nr. 3. *Jan Bowkiewicz, dr.* Życie wód słodkich. Z rysunkami i tablicą barwną. 1927.
- Nr. 4. *Kazimierz Demel*. Biologia morza. Szkic ogólny z uwzględnieniem życia Bałtyku. Z rysunkami. 1927.
- Nr. 5. *Stanisław Gartkiewicz*. Szczęźują. Z rysunkami. 1928.
- Nr. 6. *Jan Bowkiewicz, dr.* Rak. Z rysunkami. 1928.
- Nr. 7. *Doc. dr. Teodor Marchlewski*. Zarys nauki o dziedziczności. Z rys. 1930.
- Nr. 8. *Stefan Blank-Weissberg*. Pływak wraz z uwzględnieniem chrząszcza i niektórych chrząszczy krajowych. Z rysunkami. 1928.
- Nr. 9. *Ambroży Moszyński dr.* Dżdżownica i pijawka. Z rysunkami. 1930.
- Nr. 10. *Kazimiera Urbanowiczówna dr.* Amoeba i wymoczek. Z rysunkami. 1930.

W druku:

- Nr. 11. *Jan Żabiński dr.* Karaczan. Z rysunk.

W opracowaniu:

Ślimak - winniczek
Hydra i gąbki słodkowodne
Pajaki
Motyle

- Locy*. Twórcy biologji. Przekład z angielskiego.

WYDAWNICTWA GEBETHNER

WARSZAWA — KRAKÓW — LUE
PARYŻ — POZNAŃ — WILNO —

- ARLITEWICZ Z. Tematy matematyczne z rozwiązaniami i objaśnieniami dla klas wyższych szkół średnich . 2.05
- BRUNER L. — TOŁŁOCZKO S. Chemia organiczna. Z 26 rycinami w tekście. wyd. 5 5.40
- DOMANIEWSKI J. Zarys geografii zwierząt. Z 200 ilustr. w tekście. 5.—
- ERNST M. Astronomia sferyczna. Z 83 rys. 30.—
- Kosmografia. Wykład elementarny. Z 76 rys. w tekście. Wyd. 4. poprawione i uzupełnione 6.—
- GABSZEWICZ Z. Trygonometria. Podręcznik dla kształcących się w zakresie kursu szkół średnich. Wyd. 2. 1.35
- HEILPERN M. Zasady botaniki podług Schoedlera-Thomego. Z 281 rys. w tekście. Wyd. 5 4.60
- HRYNIEWIECKI B. Zielnik i muzeum botaniczne. Wskazówki praktyczne: jak zbierać, preparować, konserwować, oznaczać rośliny i układać zbiory botaniczne. Z 18 rys. w tekście. 1.50
- KARCZEWSKI ST. Brzegiem Bałtyku. Przewodnik geologiczny po polskim wybrzeżu. Z 97 ilustr. 4.50
- Geologia i mineralogia w szkole średniej. Metodyka z licznymi rysunkami w tekście 1.35
- LEWIŃSKI J. Podstawy mineralogii i geologii dla klas wyższych szkół średnich. Z 155 rys. w tekście. Wyd. 2. 5.—
- ŁAZOWSKI T. Wiadomości z dziedziny geometrii wykresłej. Podręcznik gimnazjalny. Wyd. 2. 3.20
- NATANSON WL. i ZAKRZEWSKI K. Nauka fizyki. Podręcznik przeznaczony do użytku uczniów klas wyższych szkół średnich.
- Tom I z 128 rys. 4.60
- Tom II z 140 rys. 6.60
- Tom III. Zeszyt I zł. 6. Zeszyt II. 4.—
- Tom III z 291 rys. Całość 10.—
- SOSNOWSKI J. Anatomja i fizjologia człowieka. Wyd. 8. 4.—
- TODHUNTER J. Algebra początkowa. Tłumaczył z angielskiego Wł. Kwietniewski. Opracował i uzupełnił St. Kwietniewski.
- Cz. I. Wyd. 4 1.50
- Cz. II. Wyd. 4 1.35
- Cz. III. Algebra dla klas wyższych szkół średnich. Napisał St. Kwietniewski 4.20
- TOŁŁOCZKO ST. Chemia nieorganiczna w łączności z zasadami chemii ogólnej. Wyd. VIII dawnego podręcznika L. Brunera i St. Tołłoczki nanowo opracowane i uzupełnione. Ze 134 rys. i barwna tablica widmowa. 19.—
- WILCZYŃSKI J. Podręcznik biologii ogólnej dla 8 kl. gimn. z 31 ćwiczeniami i 164 rys. 7.50
- WOJTOWICZ WL. Tablice matematyczno-fizyczne czterocyfrowe. Do użytku szkół średnich. Wyd. 7. 2.50
- Trygonometria płaska do użytku szkół średnich. Ze 116 rys. Wyd. 3. 7.50