

Z Działu Ichtiologii Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni
Kierownik Działu: prof. dr Mieczysław Bogucki
i z Zakładu Zoologii i Parazytologii Wydz. Wet. U. M. C. S
Kierownik: prof. dr Zdzisław Raabe

I z a b e l a B I E R N A C K A

**Studia nad rozrodem niektórych gatunków rodzaju
Tintinnopsis Stein**

**Исследования над проблемой размножения
у некоторых видов рода *Tintinnopsis* Stein**

**Studies on the reproduction of some species of the
genus *Tintinnopsis* Stein**

Badania nad rozrodem *Tintinnopsis* prowadziłam na najpospolitszych i masowo występujących w Zatoce Gdańskiej gatunkach tego rodzaju, a mianowicie: *Tintinnopsis subacuta* Joerg., *Tintinnopsis lohmanni* Laackm., *Tintinnopsis meunieri* Kof. oraz *Tintinnopsis campanula* Ehrb. Diagnoza tych gatunków podana jest w pracy poprzedniej (B i e r n a c k a, 1948).

W pracy swojej uwzględniłam następujące zagadnienia:

I. Materiał i metody pracy.

II. Rozmnażanie

- Podział zewnętrzny,
- Kształtowanie się osobników potomnych,
- Procesy zachodzące wewnątrz wymoczka w stadium przedpłodowym,
- Procesy odbywające się wewnątrz wymoczka w trakcie podziatu,
- Zmiany w aparacie jądrowym w osobnikach potomnych.

III. Cysty przetrwalnikowe.

I. Materiał i metody pracy

W badaniach nad rozrodem wymienionych gatunków korzystałam z materiału żywego i utrwalonego. Materiał żywy łowiłam siatką z gazy N 16xx z falochronu przy Laboratorium. Prawie wszystkie obserwacje dotyczące podziału wymoczka oraz tworzenia się pancerzyka dokonywane były na świeżo złowionym materiale w czasie od godziny 22.00 do godziny 8.00 rano w miesiącu czerwcu. Materiał do barwienia pochodził bądź z połowów własnych z łodzi w odległości nie większej niż 5 mil morskich w Gdyni, Łebie i Rewie siatką planktonową N 16xx, bądź z próbek dostarczonych przez dra Mańkowskiego z rejsów statków „Ewa II” i „Michał Siedlecki” z otwartych wód Zatoki Gdańskiej. Materiał przeznaczony do barwienia hematoksyliną żelazową lub karminem borakowym utrwalalam 4-procentową formaliną bezpośrednio po wydobyciu z wody. Do barwienia metodą Manna, triacidem według Ehrlicha—Biondi—Heidenhaina oraz hematoksyliną Delafielda utrwalalam zebrany materiał płynem Schaudinna również niezwłocznie po wylowieniu, przy czym po przyniesieniu materiału do pracowni odwirowywałam go i przenosiłam jeszcze raz do płynu Schaudinna na 20 minut. Materiał ten przechowywałam w 70% alkoholu.

Przy barwieniu każdą ze stosowanych metod postępowalam w ten sposób, że umieszczałam materiał in toto w probówce stożkowej, odwirowując i odciągając pipetą płyn przy kolejnych zmianach odczynnika.

Z zabarwionego materiału robiłam preparaty w balsamie kanadyjskim, który prześwietlając całkowicie pancerzyki badanych okazów umożliwia mi śledzenie zmian, zachodzących wewnątrz pierwotniaka.

Okazy utrwalone i barwione badałam pod immersją (obiektyw Zeissa 1/12 n. A 1, 25 lub P.Z.O. n0—1,3 oraz okular kompensacyjny 8).

Barwienie hematoksyliną żelazową wykonywałam w sposób następujący: próbkę utrwaloną w 4-procentowej formalinie trzykrotnie płukałam wodą destylowaną, potem umieszczałam ją w 2,5-procentowym alunie żelazowym na 4—5 godzin; po trzykrotnym przepłukaniu ponownie w wodzie destylowanej przenosiłam próbkę na 13 godzin do rozcieńczonej hematoksyliny; po barwieniu i przepłukaniu wodą wodociągową różnicowałam 2,5-procentowym alunem żelazowym, kontrolując przebieg pod mikroskopem. Triacidem Ehrlich—Biondi—Heidenhaina

barwiłam 12 godzin i po szybkim przepłukaniu w wodzie destylowanej przeprowadzałam przez alkohol.

Przy barwieniu karminem borakowym, po usunięciu formaliny płukałam próbkę czterokrotnie w wodzie destylowanej i umieszczałam w barwiku na 20 minut. Po jednorazowym przepłukaniu w wodzie destylowanej różnicowałam 70-procentowym alkoholem zakwaszonym stężonym HCl (na 100 części 70-procentowego alkoholu 1 część stężonego kwasu solnego) przez 10 minut.

Do barwienia metodą Manna używałam barwika rozcieńczonego pół na pół wodą destylowaną, w którym umieszczałam materiał na 2 godziny i różnicowałam 0,0005-procentowym roztworem NaOH w 96-procentowym alkoholu około 10 minut, kontrolując przebieg pod mikroskopem.

Do barwienia hematoksyliną Delafielda umieszczałam materiał w barwiku rozcieńczonego wodą destylowaną na 22 godziny; różnicowałam w 75-procentowym alkoholu zakwaszonym trzema kroplami stężonego HCl na 50 cm³ alkoholu przez 20 minut. Materiał tylko przepłukiwałam 0,25-procentowym roztworem eozyny.

Z wszystkich używanych metod najmniej szczegółów dawało barwienie karminem borakowym, bo tylko budowę Ma i w pojedynczych wypadkach Mi.

Rysunki które podaję robiłam z okazów żywych oraz z preparatów barwionych. Rysunki z okazów utrwalonych i oglądanych pod immersją robione były aparatem rysunkowym Abbé'go. Rysunki z okazów żywych, na których obserwowałam podział zewnętrzny i tworzenie się nowego pancerzyka, robiłam od ręki.

II. Rozmnażanie

a. Proces podziału zewnętrznego

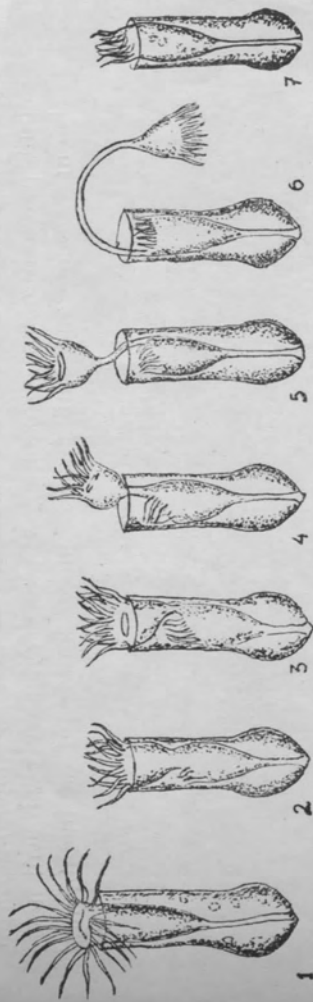
Poszczególne fazy rozrodu drogą podziału obserwowane były przez kilku autorów, jak Müller (1776), Claparede i Lachmann (1856), Entz (1885), Lachmann (1908) i Merkle (1910), ale prace ich nie dawały całości obrazu podziału, nie wyłaczając najobszerniejszej z nich pracy Lachmanna. Dane, jakie znajdujemy u poszczególnych autorów, są zawsze fragmentaryczne. Tak np. co do samego faktu podziału, to już w roku 1776, jak podaje Lachmann (1908), O. F. Müller narysował po raz pierw-

szy dwa wymoczki tuż po dokonanym podziale. Również Claparede i Lachmann (1859) podają rysunek podzielonego wymoczka *Codonella lagenula* Cl. i L. Ale ani Müller, ani Claparede i Lachmann nie opisują przebiegu podziału. Entz w roku 1885 daje już niektóre bliższe szczegóły, dotyczące przebiegu podziału tych pierwotniaków, a mianowicie wskazuje na fakt, że wytworzenie się nowego peristomu jest procesem zapoczątkowującym zjawisko podziału. Dane te dotyczą *Tintinnidium fluvatile* Stein. Lachmann (1908), który najdokładniej opracował zagadnienie rozmnażania się *Tintinninoidea*, nie obserwował samego podziału. O istnieniu rozrodu przez podział u *Tintinninoidea* wnioskował on tylko na podstawie obserwowanego pancerzyka *T. baltica* Brd., w którym znajdowały się dwa osobniki. Dada'owi (1887) nie udało się również prześledzenie tego procesu. Do wyświeślenia tego zjawiska nie wnosi nic nowego ani Merkle (1910), ani Kofoed (1930), ani Joergensen (1932), który zebrał całokształt danych o podrzędzie *Tintinninoidea*. Omawiając kwestię podziału, opiera się tylko na danych Lachmanna, jako na najbardziej wyczerpujących.

Przy obserwacji żywych okazów *T. subacuta* i *T. lohmanni* w czerwcu 1947 r. od czasu do czasu trafiały się pojedyncze osobniki w stadium podziału. Wskutek wysokiej temperatury panującej wówczas, nigdy nie udawało mi się jednak utrzymać przy życiu wymoczka przez dłuższy przeciąg czasu, co uniemożliwiało naturalnie prześledzenie całego procesu. Aby przeprowadzić obserwacje w godzinach wieczornych i nocnych, kiedy temperatura powietrza jest niższa, robiłam w okresie od 17 do 23 czerwca połowy z falochronu przy Stacji Morskiej i obserwacje od godziny 21 do 8 rano następnego dnia.

Obserwacje te dały mi doskonałe wyniki. Przede wszystkim okazało się, że właśnie w tych godzinach wieczornych rozpoczynał się masowo proces rozmnażania się przez podział, dający możliwość łatwego znalezienia najlepszych okazów do obserwacji, to znaczy w najcieńszych i najbardziej przezroczystych pancerzykach, które umożliwiałyby dokładne prześledzenie całego procesu. Najlepszy materiał dostarczał mi gatunek *T. subacuta* o długości do 130 μ , cienkich pancerzykach. (Rys. 1). Cechą wyróżniającą, po której poznawałam, że osobnik znajduje się w początkowym stadium podziału, było łatwo dostrzegalne jego zwiększenie się. W okresie trójlicznym wysokość osobnika w trakcie ruchu bez nóżki wynosi $\pm 66 \mu$ bez względu na długość pance-

rzyka, a w okresie podziałowym około 90 μ , również bez względu na długość pancerzyka. Po znalezieniu okazu w stadium, w którym membranelle nowego peristomu nie oddzieliły się jeszcze od waleczka, na którym powstają, nie spuszczałam z niego oka aż do chwili oddzielenia się osobnika potomnego górnego. Nie zawsze mi się to udawało, bo nieraz taki okaz szybko poruszający się, uciekał z pola widzenia. Ale bardzo często właśnie okazy dzielące się, lub przygotowujące się do podziału, zaczepiają się o jakieś ciała obce, a wówczas cały proces podziału można prześledzić bez żadnych przeszkód. Nowy peristom



Rys. 1—7: Podział zewnętrzny *T. subacuta* Joerg., obserwowany na okazach żywych.

Fig. 1—7: Binary fission of *T. subacuta* Joerg., observed of living specimens.

powstaje na wysokości mniej więcej $\frac{2}{3}$ osobnika, licząc od nóżki (Rys. 2). Dostrzeżenie momentu powstawania go jest ułatwione przez ruch tworzących się membranell. Początkowo ruch ten jest bardzo słaby i nie jest widoczny stale, ale po pewnym czasie staje się coraz wyraźniejszy i żywszy. Po ukształtowaniu się nowego peristomu rozpoznajna się ponad nim przewężanie komórki. Od strony przeciwległej nowego peristomu zaznacza się to bardzo słabo przez nieznaczne wpuklenie. Natomiast tuż nad peristomem akcentuje się ono coraz wyraźniej, posuwając się ukośnie w górę do środka komórki. Proces ten doprowadza do tego, że część górna zachowuje połączenie z dolną w postaci wąskiego pasma plazmatycznego (Rys. 3). W miarę postępującego oddzielania się osobnika potomnego górnego ze starym peristomem wychyla się on coraz więcej z pancerzyka, przyjmując położenie coraz bardziej boczne, podczas gdy położenie nowego peristomu staje się coraz bardziej poziome (Rys. 4, 5 i 6). To boczne położenie znacznie mniejszego osobnika potomnego górnego, które spowodowało

określenie tego zjawiska jako „pączkowania” przez niektórych autorów, jest uwidocznione na znalezionych przeze mnie dzielących się wymoczkach nagich (Rys. 8 i 9), które opuściły pancerzyki, co jest zjawiskiem bardzo rozpowszechnionym u tego gatunku. Sam fakt oderwania się osobnika potomnego górnego odrywa się prawie w każdym poszczególnym wypadku nieco odmiennie, to znaczy że lodyżka łącząca oba osobniki może mniej lub bardziej wydłużać się przed oddzieleniem. Ostateczne oddzielenie się obu osobników od siebie odbywa się niekiedy z wielką łatwością i szybko, a niekiedy przedstawia to dla wymoczka duże trudności. Po oderwaniu się osobnika potomnego górnego, osobnik potomny dolny pozostający w pancerzyku wysuwa swój nowy peristom z membranellami jeszcze nieco krótszymi od membranell



Rys. 8—9: Dzielące się okazy *T. subacuta* Joerg. po opuszczeniu pancerzyka

Fig. 8—9: Binary fission of *T. subacuta* Joerg.

komórki macierzystej i zaczyna pływać, posuwając się naprzód i jednocześnie obracając się dookoła swej osi (Rys. 7). Osobnik potomny górny ma bardzo charakterystyczny nieco spłaszczony trójkątny kształt (Rys. 10). Po oddzieleniu się wciąga nóżkę, która łączyła go z osobnikiem dolnym i zaczyna pływać, poruszając się z ogromną szybkością, wyginając swoje ciało, koziolując i obracając się dookoła swej osi. W ten sposób w wyniku podziału osobnika macierzystego powstają dwa potomne: dolny z nowym peristomem, który pozostaje w pancerzyku oraz górny ze starym peristomem macierzystym, który odrywa się jako wymoczek nagi, bez zaczątków pancerzyka. W danym wypadku cały organizm macierzysty dzieli się na dwie nierówne części, bo jedna jest o 50% większa od drugiej i jak zobaczymy dalej, o różnym aparacie jądrowym oraz o odmiennych właściwościach. Proces podziału ma więc w tym przypadku dość wyraźny charakter pączkowania.

Cały ten proces od powstania nowego peristomu, aż do całkowitego podziału obserwowany wielokrotnie przeze mnie przy temperaturze wody 18°C, trwa od trzech do czterech godzin. Prawdopodobnie istnieje pewna okresowość w tym zjawisku rozmnażania się, ponieważ pomimo wielokrotnego pobierania przeze mnie próbek o różnej porze dnia w tym samym okresie od 17 do 23 czerwca w celu zbadania tego zjawiska, nigdy nie napotykałam tak ogromnej ilości dzielących się okazów, jak właśnie późnym wieczorem i w nocy oraz o żadnej porze dnia nie widziałam tak dużej ilości okazów młodocianych, jak w godzinach rannych między 6 a 8.

b. Kształtowanie się osobników potomnych

Osobnik potomny dolny pozostaje w starym macierzystym pancerzyku i zewnętrznie ulega małym zmianom. Zmiany te dotyczą przede wszystkim peristomu, którego membranelle mające w chwili oddzielenia się długość około 10 μ wydłużają się, osiągając w ciągu 3—4 godzin normalną długość 30 μ . Poza tym pierwotniak od razu po oddzieleniu się osobnika górnego rozpoczyna okres normalnego życia troficznego. Znacznie większym zmianom ulega osobnik górny, który po opuszczeniu pancerzyka macierzystego przystępuje przede wszystkim do budowy własnego.

Kwestia tworzenia nowego pancerzyka przez osobnika potomnego górnego do roku 1932 była właściwie zupełnie nie wyjaśniona. Pewną wskazówką dotyczącą tworzenia się pancerzyka u *Tintinnus inquilinus* Leuck. i *Favella ehrenbergii* Cl. i L. podaje Schwyer (1909), ponieważ udało mu się natrafić na trzy dzielące się okazy, w których osobnik potomny górny, będąc jeszcze połączony z osobnikiem dolnym, miał w okolicy peristomu pierścień o strukturze podobnej do struktury pancerzyka. Czy to były wypadki normalne, czy też wyjątkowe — trudno powiedzieć, bo Schwyer nie przeszedł całego procesu i nie wiadział czy te pierścienie powiększały się i przekształcały w pancerzyk normalny.

Entz według Joergensa (1932) np. już wiele lat przedtem, bo w roku 1885 opisał tworzenie się pancerzyka u słodkowodnej formy *Tintinnidium fluvatile* Stein w ten sposób, że galaretowata, kleista substancja wydzielila się od razu na całej powierzchni wymoczka i stwardniała, tworząc pancerzyk. Utworzony pancerzyk

wprawdzie nie był zupełny, ale Entz przypuszczał, że wymoczek wydzieli nową porcję tej substancji, uzupełniając brakującą część. To przypuszczenie o tyle jest mało prawdopodobne, że gdyby pancerzyk *Tintinnidium fluvatile* St. zawsze był tworzony w ten sposób, że substancja pancerzykotwórcza wydzielalaby się porcjami, uwidoczniłoby się to na nim w postaci odcinków, które musiałyby tworzyć zgrubienia w miejscu ich połączenia, a tymczasem pancerzyki tego



Rys. 10—15. Tworzenie nowego pancerzyka przez osobnika potomnego górnego, obserwowanego na okazach żywych.

Fig. 10—15: The forming of a new shell by the anterior daughter individual -- observed in vivo.

gatunku są jednolite. Entz nie podaje, czy obserwowane przezeń powstawanie pancerzyka odbywało się u osobnika po dokonanym podziale, czy też przed oddzieleniem od drugiego osobnika. Tylko tych dwóch autorów podaje dane, dotyczące tworzenia się nowego pancerzyka. Poza tym Kofoid (1930) stawia hipotezę, że w tworzeniu się pancerzyka prawdopodobnie biorą udział oba wymoczki potomne, będąc jeszcze złączone, przy czym osobnik potomny górny modeluje część górną swojego pancerzyka, a dolną część modeluje osobnik potomny dolny. Kofoid stawiając tę hipotezę bierze pod uwagę szczególnie gatunki takiego rodzaju, jak *Xystonellopsis*, których aboralny koniec pancerzyka przedstawia skomplikowaną budowę w postaci falbanek, lanc i innych tworów.

U gatunków badanych przeze mnie, a w szczególności u *T. subacuta* proces ten przedstawia się jak następuje: w trakcie szybkiego i bardzo skomplikowanego ruchu nagiego osobnika potomnego górnego rozpoczyna się proces tworzenia się pancerzyka. Właśnie ten szybki ruch uniemożliwia podchwycenie pierwszego momentu, kiedy wymoczek wydzieliła pierwszą porcję substancji pancerzykotwórczej, modelując dolną część komory pancerzyka (Rys. 11). Łatwiej już jest

obserwować dalsze narastanie pancerzyka, bo chociaż wymoczek w dalszym ciągu porusza się bardzo szybko, to szybkość ta nie jest już tak zawrotna, jak szybkość poruszania się osobnika nagiego. Wówczas zmiany w długości pancerzyka są uchwytne, jak również uchwytne jest rozrastanie się samego osobnika. W tym wypadku nie da się już wykorzystać faktu zaczeplenia o ciało obce, jak przy podziale, bo z chwilą gdy wymoczek zaczepli się o coś, uniemożliwia mu to wykonanie ruchów obrotowych i długość już wytworzonego pancerzyka nie zwiększa się, niezależnie od tego jaką część pancerzyka zwierzę zdołało zbudować. W normalnych warunkach swobodnie pływający wymoczek budował pancerzyk w ciągu 4—5 godzin, a zatrzymany w swym ruchu nawet po 7 godzinach obserwacji nie wytworzył brakującej mu jeszcze części pancerzyka. Rysunki 11, 12, 13, 14 i 15 są zrobione na podstawie obserwacji prowadzonej na jednym osobniku. Ilustrują one stopniowe zwiększanie się pancerzyka i rozrost wymocзка.

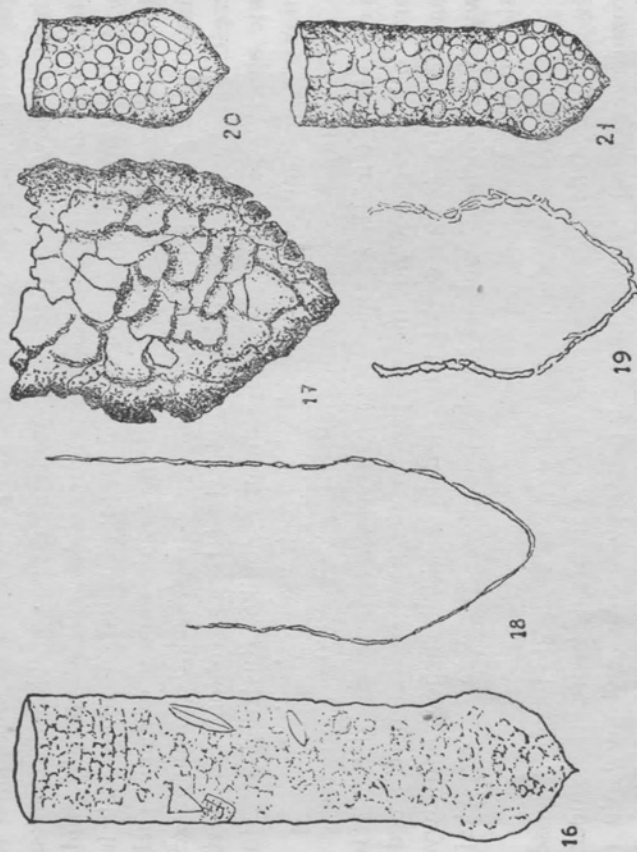
Przyjmując za autorami (Kofoid, 1930, Joergensen, 1932 i inni), że substancja pancerzykotwórcza wydziela się tuż przy otworze gębowym, można przypuścić, że pierwsza porcja będąc bardzo obfita ścieka w dół i na skutek szybkich ruchów obrotowych wymocзка dookoła swej osi i ruchu postępowego zwęża się, zamykając się u dołu.

Co do dalszego „domurowywania“, to odbywa się to w ten sposób, że stale wydzielającą się substancję pancerzykotwórczą wymoczek rozprawdza na samym brzeżku pancerzyka przy wykonywaniu ruchów obrotowych powodując powstawanie spiralnie ułożonych coraz nowych i wyraźniej zaznaczających się pierścieni. W pierwszej fazie tworzenia się pancerzyka pierścienie na nim nie są widoczne, prawdopodobnie wskutek szybkości tego procesu i całkowitego zlewania się substancji pancerzykotwórczej. Natomiast późniejsze przyrosty w kształcie pierścieni są dobrze widoczne na dłuższych pancerzykach (Rys. 16). Z tego ostatniego faktu należy wywnioskować, że wydzielanie się substancji pancerzykotwórczej w miarę postępu procesu staje się coraz słabsze i wolniejsze, na skutek czego pojedyncze pierścienie nie zlewają się z sobą w jednolitą masę, tak jak w dolnej części pancerzyka, lecz odznaczają się wyraźnie.

Na spiralne wydłużanie się pancerzyka zdaje się wskazywać to, że zakończenie nasadki zawsze jest skośne. Uwidoczniają to rysunki 20, 40 i 41. U wszystkich badanych przeze mnie gatunków osobnik po-

tomny górny, po oderwaniu się od osobnika dolnego, opuszcza pancerzyk macierzysty i swobodnie poruszając się w wodzie tworzy własny nowy pancerzyk.

Pancerzyki *Tintinnopsis lohmanni* wyróżniają się szczególnie dużą rozpiętością swej długości, sięgając od 60 μ do 120 μ . Szukając



Rys. 16—21: Budowa pancerzyka *T. subacuta* Joerg. i *T. lohmanni* Lack. 16. Pancerzyk *T. subacuta* barwiony i oglądany pod imersją. 17. Pancerzyk *T. lohmanni* barwiony i oglądany pod imersją. 18. Przekrój przez pancerzyk *T. subacuta*. 19. Przekrój przez pancerzyk *T. lohmanni*. 20—21. Pancerzyki *T. lohmanni* pokryte okrzemkami.

Fig. 16—21: A shell of *T. subacuta* and *T. lohmanni*.

16. a shell of *T. subacuta* coloured, 17 — a shell of *T. lohmanni* coloured, 18 — the section of the shell of *T. subacuta*, 19 — the section of the shell of *T. lohmanni*, 20—21 — the shells of *T. lohmanni* covered by *Diatomeae*.

wyjaśnienia tego zjawiska robiłam pomiary pancerzyków znalezionych w próbkach pobranych w różnych okresach z 16 różnych punktów Zalewu Wiślanego i otwartego Bałtyku. Do pomiarów było branych po 80 okazów z każdej próbki oraz uwzględniana temperatura i zasolenie

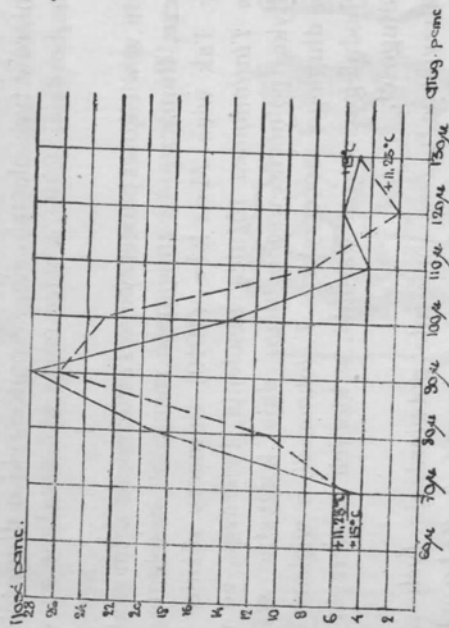
wody. Z pomiarów tych okazało się, że pancerzyki o długości od 80 μ do 90 μ są najbardziej liczne, a więc mogą być uważane za wielkości średnie.

Różnicami w wielkości pancerzyków *Tintinnoinae* zajmowali się niekiedy badacze, tłumacząc tę zmienność różnicami zasolenia i temperatury wody. Tak więc Merkle (1910) tłumaczy różnice długości pancerzyków *Tintinnoinae* różnicą zasolenia, twierdząc, że małe zasolenie Bałtyku północno-wschodniego daje korzystne warunki do wytworzenia długiego pancerzyka u *T. lohmanni*, a większe zasolenie Bałtyku zachodniego stwarza warunki, w których pancerzyki nie osiągają dużej długości.

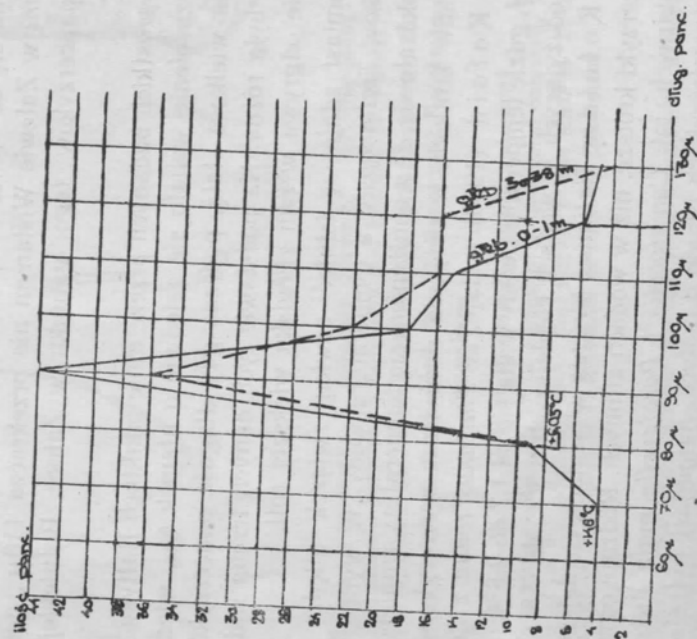
Dane otrzymane przeze mnie nie potwierdzają tych wniosków. W Zalewie Wiślanym zasolenie według danych A. Głowińskiej (1948) nie przekracza 3,37‰, a więc jest bardzo zbliżone do zasolenia Zatoki Botnickiej, które według danych H. Alandera (1946, 7, 8 i 9) waha się od 3,7‰ do 5,9‰, tymczasem długość pancerzyków *T. lohmanni* w Zalewie Wiślanym nie przekracza 110 μ , podczas gdy długość pancerzyków tego gatunku w Zatoce Botnickiej dochodzi do 300 μ .

Na wszystkich badanych przeze mnie punktach Bałtyku w różnych okresach zasolenie wahało się zaledwie o ułamek ‰, więc można je uważać za wielkość stałą, podczas gdy długość pancerzyków w tych punktach była różna. Na podstawie tych danych trzeba sądzić, że zasolenie nie odgrywa w tym zjawisku większej roli.

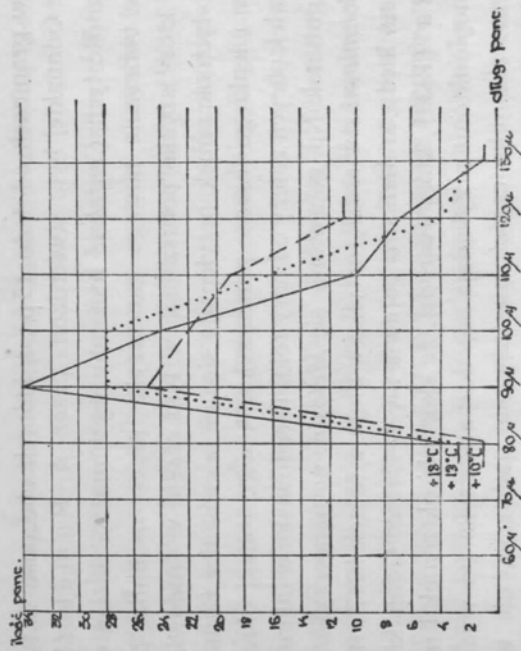
Natomiast zdaje się istnieć pewien związek między wielkością pancerzyków *Tintinnopsis*, a temperaturą wody. W wyniku moich pomiarów okazało się, że z obniżeniem się temperatury zmniejsza się ilość pancerzyków krótkich, a zwiększa ilość (trzy wykresy) pancerzyków długich. Kofoid (1930) podaje, że *Tintinnus tenuis* z Zatoki Peruwiańskiej, gdzie temperatura wody waha się od 1,7 do 2,8°C, są wybitnie większe od żyjących w wodach cieplejszych 3,3°C do 7,8°C. Podobnie według Kofoida *Tintinnus birictus* w wodach cieplejszych wytwarza pancerzyki krótsze, niż w wodach zimnych. Rodzaje ograniczone do mórz polarnych, jak *Cymatocylis* i *Parafavella* mają dużo gatunków o dużych pancerzykach i mało o małych, natomiast rodzaje tropikalne, jak *Amplectella* i *Proplectella* mają dużo gatunków o małych pancerzykach i mało o dużych.



Wykres I. Wielkość pancerzyków *T. lohmanni* w wodzie powierzchniowej w zależności od temperatury.
Length of the shell of *T. lohmanni* in the surface waters.



Wykres II. Wielkość pancerzyków *T. lohmanni* w różnych głębokościach w zależności od temperatury.
Length of the of *T. lohmanni* in the different deeps.



Wykres III. Wielkość pancerzyków *T. lohmanni* z warstwy powierzchniowej w różnych okresach w zależności od temperatury.
Length of the shell of *T. lohmanni* in the surface stratum in different periods.

Struktura pancerzyka *T. meunieri* jest taka sama jak u *T. lohmanni*, a u *T. campanula* taka jak u *T. subacuta*. Pancerzyki *T. subacuta* wykazują na przekrojach następujące cechy: grubość ścianek wynosi od 1,55 μ do 2,2 μ (Rys. 18), są one gładkie z drobnymi rzadko rozmieszczonymi „zgrubieniami” i zawsze z pewną ilością przylepionych ciał obcych, przeważnie okrzemek i wyraźnie zaznaczającą się pierścieniowatością (Rys. 16). Ścianki pancerzyków *T. lohmanni* są prawie dwa razy grubsze, a mianowicie grubość ich wynosi od 3,2 μ do 3,5 μ (Rys. 19), o wyraźnych wypukłych zgrubieniach zachodzących jedno na drugie (Rys. 17).

Z zagadnieniem tworzenia się pancerzyka u tych gatunków jest powiązany fakt obecności na nim ciał obcych w mniejszej lub większej ilości. O tych ciałkach obcych wspomina Brandt (1905), Merkle (1910), Kofoid (1930) i Joergensen (1932). Nieraz pancerzyki są dosłownie oblepione skorupkami okrzemek, jak to stwierdzam np. w maju 1946 r. w różnych punktach Zatoki Gdańskiej. Wszystkie pancerzyki *T. subacuta* i *T. lohmanni* były wówczas szczególnie pokryte okrągłymi skorupkami okrzemek z grupy *Centrales* (*Centricae*) o średnicy 9,3 μ , 12,4 μ , 7,3 μ i 13 μ (Rys. 28 i 29). Mogły to być *Melosira islandica* albo *Cyclotella*, których dyskusy mają średnicę

właśnie w granicach od 4 do 15μ , a których obecność w tym okresie w Zatoce Gdańskiej była stwierdzona przez A. R u m e k (1948).

Obecność tych *Centricae* można by wytłumaczyć w ten sposób, że w trakcie tworzenia nowego pancerzyka przez osobnika potomnego górnego, który szybko porusza się w tym czasie w środowisku, gdzie jest pełno tych okrzemek, przylepiają się one jak również i inne ciała do miękkiego i lepkiego jeszcze pancerzyka. A więc rodzaj okrzemek, lub innych ciałek obcych zależy od pory roku i środowiska w jakim rozmnaża się dany gatunek. Np. pojawienie się *Melosira* na pancerzykach *T. subacuta* i *T. lohmanni* stwierdziłam tylko w maju w latach 1947 i 1948, a więc w miesiąc, kiedy to *Melosira* pojawia się w Zatoce Gdańskiej. Zdanie K o f o i d'a (1930), który twierdzi, że skorupki okrzemek i inne składniki nannoplanktonu przylepiają się do pancerzyka po wydaleniu ich przez wymoczkę jako części niestrawione pokarmu, nie wydaje się słuszne. W okresie tworzenia nowego pancerzyka wymoczek ten nie żeruje, bo w jego cytoplazmie nie znalazłam śladów pokarmu. Natomiast w okresie troficznym przymocowanie się skorupki okrzemki do pancerzyka jest mało prawdopodobne, ponieważ jest on stwardniały. Stwierdziłam nadto, że nie jest to jakieś luźne przyklejenie do pancerzyka ciała obcego, tylko mocne wmurowanie w ścianki. W maju 1946 roku, kiedy zauważyłam dużą ilość okrzemek na pancerzykach, chcąc określić usiłowałam oddzielić je od pancerzyków. Przekonałam się wówczas, że oddzielić je można tylko rozpuszczając pancerzyk w stężonym HNO_3 na gorąco.

Resumując obserwacje własne i spostrzeżenia różnych autorów podane wyżej, dotyczące budowy nowego pancerzyka, wydaje się, że u różnych rodzajów grupy *Tintinnoinae* przebieg tego procesu jest odmienny w zależności od kształtu, grubości i mniejszego lub większego skomplikowania budowy.

c. Procesy zachodzące wewnątrz osobnika w stadium przedpodziałowym

W definicji rodzaju *Tintinnopsis* — B r a n d t (1905) podaje jako cechę charakterystyczną dla niego 2 macronucleus'y (Ma) i 2 micronucleus'y (Mi). L a c k m a n n (1908) uważa za cechę charakteryzującą *T. lohmanni* 2 Ma okrągłe, a u starszych zwierząt podłużne i mające tzw. wstęgę jądrową oraz 2 Mi o średnicy $2-4\mu$, podczas gdy *T. su-*

bacuta ma: „2 okrągłe, często podłużne jądra ze szczeliną“ (o Mi autor nie wspomina).

Badania jakie przeprowadziłam nad budową jąder u *T. subacuta*, *T. lohmanni* i *T. meunieri* dały następujące wyniki: wszystkie te gatunki mają po 2 macronucleus'y (Ma) i 2 micronucleus'y (Mi). Osobniki potomne tuż po podziale, a więc młode posiadają Ma zupełnie okrągłe. Ma osobników dojrziałych tych gatunków, znajdujących się w okresie troficznym, mają kształt owalny.

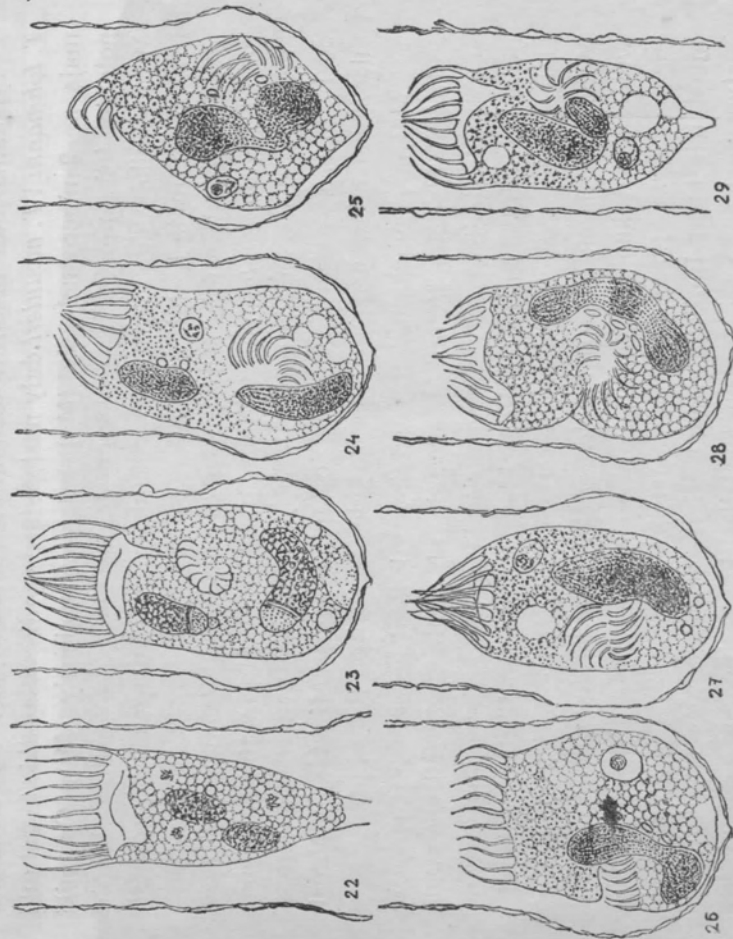
Ma okrągłe u młodych okazów *T. subacuta*, *T. lohmanni*, *T. meunieri* i *T. campanula* mają średnicę $10-11\mu$, a Ma owalne w osobnikach dojrziałych, znajdujących się w okresie troficznym, mają długość od 15 do 17μ , a szerokość od 11 do 14μ . Średnica Mi, które w okresie międzypodziałowym zawsze są okrągłe, wynosi od 2 do 3μ .

Można przypuszczać, że wyżej wymienieni autorzy, zaznaczając, że rodzaj *Tintinnopsis* ma Ma okrągłe lub owalne, widzieli wymoczkę w różnych stadiach rozwojowych. Strukturę Ma badałam na utrwalonych okazach barwionych metodą Manna, triacidem Ehrlich—Biondi—Heidenhaina oraz hematoksyliną Delafielda. Przy barwieniu metodą Manna i hematoksyliną Delafielda w Ma osobnika dojrzalego wyraźnie widoczne są skupienia chromatyny, rozmieszczone prawie równomiernie po całym jądrze i tworzące siateczkę (Rys. 22). Barwione natomiast triacidem Ehrlich—Biondi—Heidenhaina oprócz skupień chromatyny wykazują jeszcze duże ciała kwasochłonne, otoczone bezbarwną otoczką; ilość i wielkość tych ciałek kwasochłonnych jest różna.

W Ma u obserwowanych gatunków w okresie przedpodziałowym występuje tzw. „wstęga jądrowa“, znana z licznych prac nad macronucleus'ami u *Ciliata* (K u d o, 1946, i C a l k i n s, 1926), jako nuclear cleft — C a l k i n s, 1919, „reorganisation bands“ — Y o u c o n, 1918, S u m m e r s, 1935, „reconstruction band“ — G r i f f i n, 1910 oraz „wstęga jądrowa“ — H. R a a b e, 1947.

Ma ze wstęgą jądrową w badanych przeze mnie gatunkach barwionych triacidem po utrwaleniu płynem Schaudinna, wykazuje następującą budowę: część jądra niezmiennego to znaczy z gruboziarnistą substancją chromatynową i dużymi ciałkami kwasochłonnymi, posiada na granicy ze wstęgą jądrową wyraźne skupienie ziarenek chromatinowych, czyli tzw. pas zasadochłonny (H. R a a b e, 1947, „solution plane“ T i t t l e r, 1935). Przez środek wstęgi („reconstruction plane“

Tittler, 1935), która jest zupełnie bezbarwna, przechodzi pas kwasochłonny (H. R a b e, 1947, „intermediate plane“ Summers,



Rys. 22—29: Podział *T. lohmanni*.

22 — Osobnik w stadium troficznym. Dwa Ma owalne i dwa Mi. 23 — Osobnik w stadium przedpodziałowym; widoczny zawiązek nowego peristomu; poprzez Ma zaczyna przesuwać się wstęga jądrowa. 24 — Moment wydłużania się dolnego Ma przed zlanieniem się w Ma podziałowe. Górne Mi już po podziale. 25 — Moment zlania się dwóch Ma w Ma podziałowe. Widoczne są tylko dwa Mi. 26 — Zlanie się dwóch Ma w Ma podziałowe. Widoczne są wszystkie trzy Mi. 27 — Ma podziałowe w początkowym stadium. 28 — Ma podziałowe przezwężone w dwóch miejscach. Trzy Mi. 29 — Od Ma podziałowego oddziela się Ma, które pozostanie w osobniku potomnym dolnym.

Fig. 22—29: The fission stages of *T. lohmanni*.

22 — Trofic stage, two Ma and two Mi, 23 — pre-fission stage, the beginning of a new peristom, through the Ma begin to move a „reconstruction band“, 24 — the prolongation of the lower Ma before the fusion with the upper Ma, the upper Mi is already after fission, 25 — the fusion of the two Ma, there are seen only two Mi, 26 — the fusion of the two Ma, there are seen all three Mi. 27 — the fusion of the Ma, 28 — the fission of the Ma in two places, three Mi.

1935), zawsze składający się z wyraźnych skupień barwiących się na czerwono, podobnie jak środek ciała kwasochłonnych. Część jądra znajdująca się po drugiej stronie wstęgi, ma strukturę wyraźnie różniącą się od poprzedniej: grudki chromatyny są drobne, jak również drobne są ciała kwasochłonne, rozsiadane między nimi i nie posiadające już otoczek.

U badanych gatunków znajdowałam zawsze pojedynczą wstęgę i tylko dwa razy natrafiłam na podwójną u *T. subacuta*, przy czym część niezmieniona miała postać małej grudki na samym końcu jądra.

W toku moich badań stwierdziłam, że pojawienie się wstęgi w jądrach odbywa się jednocześnie z pojawieniem się nowego peristomu. Zjawisko to oznacza zawsze, że osobnik znajduje się w stadium przedpodziałowym (Rys. 23).

Wstęga przesuwa się przez Ma u tych gatunków i przed zwykłym podziałem Ma w osobniku potomnym dolnym oraz w osobniku w stadium podziału, prowadzącego do powstania cysty przetrwaliłkowej, co wskazywałoby na to, że wstęga jądrowa jest wskaźnikiem procesów reorganizacyjnych w jądrze przed podziałem. U *T. subacuta* i *T. campanula* udało mi się stwierdzić, że wstęga jądrowa przesuwa się od jednego końca do drugiego stopniowo pozostawiając część jądra ze zmienioną strukturą. Jednocześnie z przesuwaniem się wstęgi Ma przeważnie zatracą swoją owalną do tej pory postać, często zaginając się z jednego lub obu końców (Rys. 23). U *Urostula grandis* — H. R a b e (1947) obserwuje przebieg wstęgi w Ma przed zlanieniem się ich w jedno Ma podziałowe, stwierdza również jej rolę w skutaniu się Ma, co u *Tintinnopsis* nie występuje.

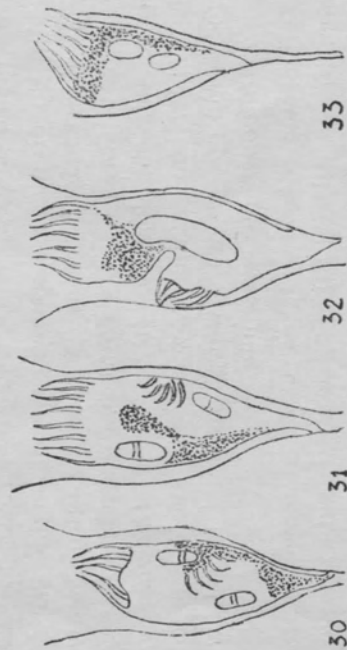
Wstęga jądrowa była po raz pierwszy opracowana przez Calkin's'a dopiero w roku 1919 i dawniejsi autorzy nie zdawali sobie sprawy ani ze znaczenia jej, ani mogli sobie wytlumaczyć, dlaczego nie u wszystkich osobników mogli stwierdzić obecność jej w jądrach. L a c k m a n n (1908) uważał ją za cechę stałą jądra owalnego, zwracając jednak uwagę na to, że w takim jądrze ze „szparą“ struktura jego nie jest jednolita.

Najlepsze wyniki co do możliwości zbadania budowy Mi dało barwienie hematoksyliną Delafielda. Mi ma budowę pęcherzykową. W stadium troficznym wymoczka oraz w trakcie przesuwania się wstęgi jądrowej jest ono zupełnie kuliste, a w stadium jądra podziałowego nieco spłaszczone, jak ziarno soczewicy (Rys. 26, 28), wewnątrz

którego ziarenka chromatyny muszą być tak drobne, że zwykle nie uwidoczniają się i zawartość jego wydaje się jednorodna. Ale nie można twierdzić, że chromatyna w Mi u tych wymoczków znajduje się zawsze w tak dużym rozdrobnieniu, bo czasem można znaleźć od 1 do 5 drobnych ziarenek w jego zawartości nie tylko przed podziałem, ale i w stadium troficznym.

Barwienie metodą Manna ujawnia jeszcze jeden proces, jaki odbywa się w okresie przedpodziałowym. Z chwilą pojawienia się wstęgi jądrowej i pierwszego zarysu nowego peristomu, pojawiają się na aboralnym końcu osobnika liczne drobne ziarenka barwiące się metodą Manna na czerwono. Przy stosowaniu hematoksyliny Delafielda ziarnistość ta występuje również wyraźnie przez swoje bardzo intensywne zabarwienie, chociaż może mniej kontrastowo, niż przy metodzie Manna.

Ziarenka te zaczynają przesuwać się w kierunku starego peristomu, omijając przestrzeń zajmowaną przez nowy peristom. Po przesunięciu się wstęgi jądrowej, całkowitym utworzeniu nowego peristomu i po-



Rys. 30—39: Schematyczne ujęcie przesuwania się ziarenek pancerzykotwórczych. Fig. 30—39: Movement of the shell-formative grains (outline).

wstaniu jądra podziałowego, gdy rozpoczyna się oddzielenie osobnika potomnego górnego, cała masa tych ziarenek znajduje się już tylko w osobniku potomnym górnym (Rys. 24—29 i 34—38). W młodym osobniku potomnym górnym, który oddzielił się od dolnego i buduje nowy pancerzyk, ziarenka te układają się tuż pod peristomem, albo tworzą jeszcze smugę z jednego boku (Rys. 40, 41).

Gdy proces tworzenia nowego pancerzyka jest ukończony, ziarenka te przesuwiają się znowu w kierunku końca aboralnego, stopniowo znikając. O podobnym procesie u *Favella franciscana* Kof. w stadium przedpodziałowym wspomina Kofoid (1930) na str. 6 mówiąc, że 4 załączone rysunki pokazują: „the accumulation and localization of a deeply stainable substance which in predivision stages of *Favella franciscana* is progressively segregated in the oral region of the anterior daughter”. Niestety Kofoid nie podaje, jaka metoda barwienia wykazuje tę substancję. Poprzedzając na stwierdzeniu tego faktu, nie daje on żadnej interpretacji.

Charakterystyczne przesunięcia tych ziarnistości zarówno w badanych przeze mnie gatunkach, jak i u *Favella franciscana* badanego przez Kofoid'a pozwalają przypuścić, że pozostają one w związku z budową nowego pancerzyka. Kofoid, Laackmann i Joergensen podają, że substancja ta wydzielona zostaje na obwodzie peristomu.

d. Procesy odbywające się wewnątrz osobnika w trakcie podziału

Pierwszym, który opracował zmiany zachodzące wewnątrz osobnika w trakcie podziału był Laackmann (1908), jeżeli pominąć luźne uwagi na ten temat Dada'y'a (1887). Laackmann przeprowadził badania przede wszystkim na *T. campanula*, uzupełniając braki postaciami z gatunku *Tintinnus subulatus*, a więc już z innego rodzaju oraz *T. bütschlii*, twierdząc, że sposób w jaki przebiega podział u *T. campanula* jest właściwy dla wszystkich dwujądrowych *Tintinninea*. W badaniach swoich Laackmann stwierdza, że dwa Ma łączą się w jedno duże Ma. Procesu powstawania jąder potomnych Laackmann nie zdołał zaobserwować i jako uzupełnienie do swoich badań podaje tylko rysunek osobnika z trzema Ma.

Merkle (1910) uważa, że Laackmann nie ma podstaw do uogólnienia swoich danych dotyczących tego zagadnienia i podaje, że znalazł u innych dwujądrowych gatunków różne odchylenia w procesach zachodzących w trakcie podziału, sam jednak w swojej rozprawie robi tylko wzmianki o pojedynczych stadiach podziałowych, nie wiążąc ich w całość i nie znajdując objaśnień dla licznych znalezionych przez niego postaci.

Obserwacje moje nad gatunkami: *T. subacuta*, *T. lohmanni* i *T. meunieri* dały następujące wyniki. Po zakończeniu całkowitym procesów przedpodziałowych, a mianowicie po wykształceniu nowego peristomu, przesunięciu się ziarenek plazmatycznych w okolice peristomu osobnika macierzystego, po przesunięciu się wstęgi poprzez obydwu *Ma* rozpoczyna się proces łączenia się *Ma* w jedno *Ma* podziałowe. Proces ten odbywa się w ten sposób, że najpierw jedno z *Ma* wydłuża się w kierunku drugiego. Takie samo wydłużenie następuje wkrótce w drugim *Ma* i w końcach obydwu *Ma* skierowanych ku sobie można zauważyć szeregi ziarenek chromatynowych wytwarzających jakby prądy, dzięki którym *Ma* przesuwają się, a następnie zawartość ich się łączy (Rys. 24, 25 i 26). Początkowo *Ma* podziałowe posiada kształt nieco wydłużony i nieregularny, a wewnątrz widoczne są miejscami ziarenka chromatyn ułożone w szeregi (Rys. 27).

Stopniowo *Ma* podziałowe coraz bardziej wydłuża się, przyjmując kształt kielbaskowaty, a chromatyna tworzy większe skupienia w trzech miejscach, połączonych nitkowatymi szeregami ziarenek (Rys. 28). Wreszcie wszystkie ziarenka chromatynowe układają się w szeregi i na powierzchni jądra powstają przewężenia w dwóch miejscach.

Ma złożone przewęża się na trzy części stopniowo: najpierw na dwie nierówne części (Rys. 27), a potem większa część górna przewęża się znowu, dając bardzo charakterystyczną postać trójdzielnego *Ma* podziałowego u tych gatunków (Rys. 28).

Końce jądra podziałowego są zawsze zaokrąglone, a całe ono tworzy wygięty łuk, ułożony tuż pod powierzchnią komórki, stroną wklęsłą zwrócony do nowego peristomu.

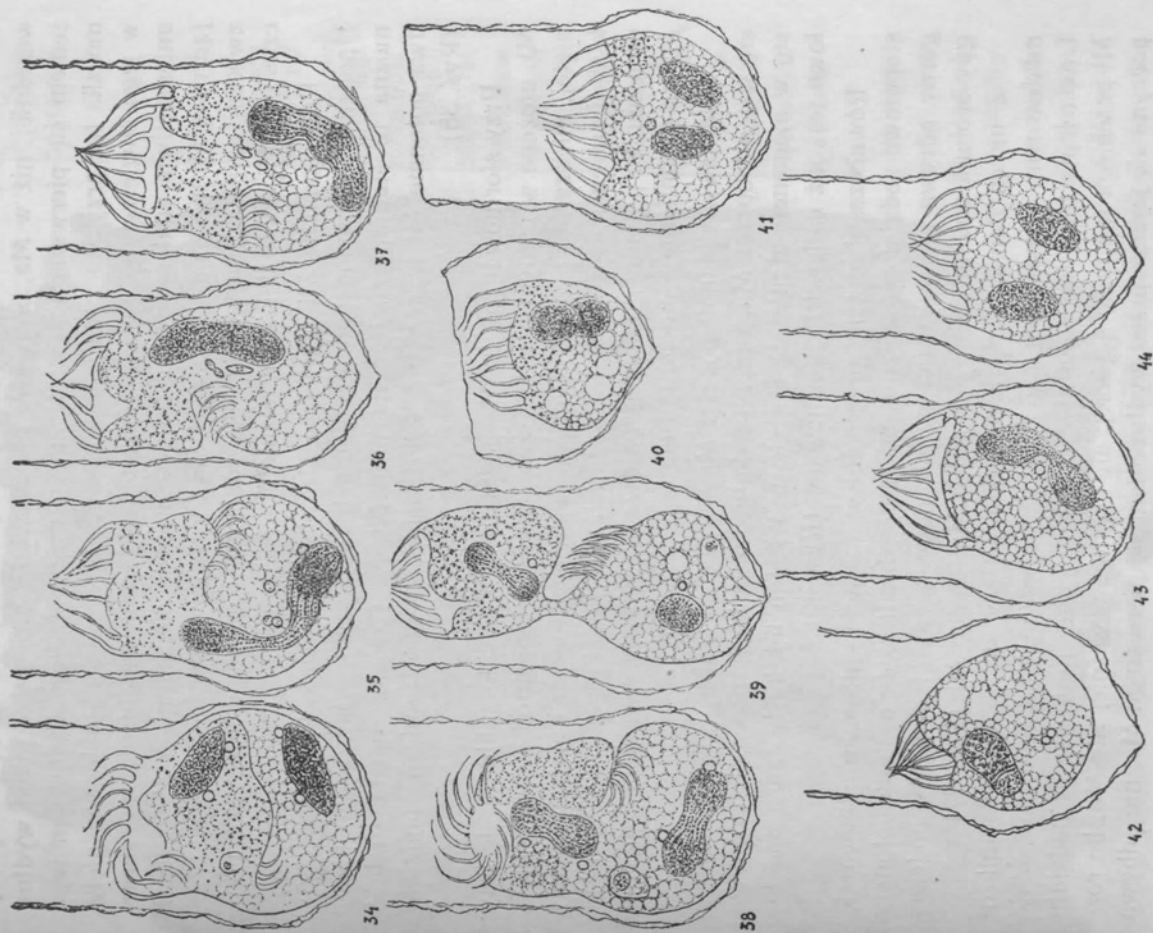
Rys. 34–44: Dalsze procesy podziałowe *T. lohmanni*.

34–38 — Procesy odbywające się w trakcie podziału w przypadku podziału obu *Mi* już w osobniku macierzystym. 39 — Końcowe stadium podziału. Osobnik potomny dolny zawiera jedno *Ma* i jedno *Mi*. Osobnik potomny górny zawiera dwa *Mi* i końcowe stadium podziału *Ma*. 40–41 — Zmiany w aparacie jądrowym w osobniku potomnym górnym. 42–44 — Zmiany w aparacie jądrowym w osobniku potomnym dolnym.

Fig. 34–44: Further fission stages of *T. lohmanni*.

34–38 — processes, which take place during the fission in the both *Mi* in the maternal individual, 39 — finally fission stage: the posterior daughter individual has one *Ma* one *Mi*, the anterior one — two *Mi* and the in finally fission stage, 40–41 — the changes of the nuclear apparatus in the anterior daughter individual, 42–44 — the changes of the nuclear apparatus in the posterior daughter individual.

W płaszczyźnie dwóch przewężeń następuje podział *Ma* na trzy części, przy czym nie odbywa się to u badanych gatunków *Tintinnopsis* synchronicznie, tylko najpierw oddziela się część dolna, która pozostaje w osobniku potomnym dolnym (Rys. 29), a pozostały odcinek



Ma podziałowego dzieli się dalej na dwie części, z czego powstają dwa jądra osobnika potomnego górnego. Widoczne to jest w znalezionym przeze mnie pancerzyku, w którym znajdują się oba osobniki potomne tuż przed podziałem, przy czym osobnik dolny, pozostający w pancerzyku posiada jedno jądro, podczas gdy górny — dwa (Rys. 39).

Procesy podziałowe odbywające się w Mi przebiegają zazwyczaj wcześniej, niż w Ma, bo nieraz rozpoczynają się jeszcze przed wydłużeniem się pierwszego Ma. Mi mieści się w stadium troficznym wymoczka tuż przy Ma, przy jego końcu lub boku, nieraz jakby wciśnięty w jego powierzchnię, tworząc nawet tam pewne wgłębienie, co nieraz uniemożliwia znalezienie go. Po przesunięciu się jednak w Ma wstęgi jądrowej Mi nieco odsuwa się od Ma i tu odbywa się jego podział. Zazwyczaj najpierw następuje tylko podział Mi górnego (Rys. 24), podczas gdy Mi dolne dzieli się później.

Przy podziale Mi wytwarza się niewielkie wrzeciono (Rys. 36) i podział prawdopodobnie następuje bardzo szybko, bo rzadko kiedy można to stadium znaleźć na preparatach. Częściej można znaleźć dwa potomne Mi leżące tuż koło siebie w cytoplazmie po podziale (Rys. 35).

Przy sformowanym już Ma podziałowym zwykle znajdują się trzy Mi, ułożone w jednym szeregu w pewnych odstępach od strony wkleśniętej, między Ma podziałowym a nowym peristodem i mają wówczas kształt ziarenek soczewicy. Jedno z nich przechodzi razem z jednym Ma do osobnika potomnego dolnego, a dwa przesuwają się razem z dwoma Ma do osobnika potomnego górnego.

Nie zawsze jednak podział Mi odbywa się zaraz po przesunięciu się wstęgi poprzez Ma, zdarzają się wypadki, kiedy proces ten odbywa się w momencie zlania się Ma (Rys. 35), lub też kiedy jądro podziałowe jest już całkowicie sformowane (Rys. 36).

Równocześnie z tymi procesami w aparacie jądrowym odbywa się stopniowo podział cytoplazmy, tak, że w chwili kiedy osobnik potomny górny odrywa się, posiada on dwa potomne Ma i dwa Mi, podczas gdy osobnik potomny dolny — jeden Ma i jeden Mi (Rys. 27).

Z moich danych cały proces odbywający się w aparacie mikronuklearnym przedstawia się zupełnie odmiennie od tego, co podaje La c k m a n n. Już pomijając fakt, że według mnie proces podziału Mi przebiega nie tylko szybciej, ale często i wcześniej niż Ma, bo rozpoczyna się jeszcze przed wydłużeniem się pierwszego Ma, nie odbywa

się tu zlanie Mi w Mi podziałowe, jak to mylnie twierdzi La c k m a n n.

Zdarzają się wyjątki, kiedy oba Mi ulegają podziałowi albo tuż po przesunięciu się wstęgi poprzez Ma, albo w trakcie zlewania się obu Ma, albo przy sformowanym już Ma podziałowym. W ostatnim przypadku następuje równocześnie podział Ma dolnego. Ta współczesność podziału Ma i Mi zdaje się wskazywać na związek jaki istnieje między tymi procesami. Wtedy zarówno górny jak dolny osobnik posiadają po dwa Ma i dwa Mi.

e. Zmiany w aparacie jądrowym osobników potomnych

O losach osobników potomnych dolnych i górnych oraz o zmianach w aparacie jądrowym tych osobników nie znalazłam w dostępnej mi literaturze żadnej wzmianki. Procesy zewnętrzne, a więc tworzenie nowego pancerzyka przez osobnika potomnego górnego i zmiany wewnętrzno-komórkowe, prześledziłam nie tylko u *T. subacuta*, *T. lohmanni*, ale dodatkowo jeszcze i na *T. campanula*. Do uwzględnienia w swoich badaniach gatunku *T. campanula* skłoniła mnie ta okoliczność, że najbardziej wyczerpujące badania La c k m a n n'a, przeprowadzone nad rozrodem tego właśnie gatunku, nie objęły zmian zachodzących w osobnikach potomnych po dokonanym podziale.

Aparat jądrowy u wszystkich badanych gatunków w osobniku potomnym górnym składa się z dwóch okrągłych Ma o średnicy 12 μ i dwóch Mi. Przez dłuższy okres stan ten nie ulega żadnej zmianie. Przekształcenie się okrągłych Ma w owalne o długości 15—17 μ i ponowna zmiana struktury drobnoziarnistej na gruboziarnistą odbywa się dopiero wówczas, kiedy budowa pancerzyka jest już na ukończeniu. Jednocześnie z budową pancerzyka komórka rośnie, przybierając ostatecznie normalną wielkość około 66 μ wysokości (Rys. 40 i 41).

Większe zmiany następują natomiast w aparacie jądrowym osobnika potomnego dolnego. Po oddzieleniu się od Ma podziałowego, Ma dolne posiada kształt okrągły, średnica jego wynosi 12 μ i struktura jego jest drobnoziarnista. Po całkowitym oddzieleniu się osobnika potomnego dolnego Ma przybiera kształt owalny, średnica jego sięga 15—17 μ i struktura z drobnoziarnistej przekształca się w gruboziarnistą. Mi leży tuż przy Ma, jak gdyby przylepione do niego. W następnej fazie w Ma pojawia się wstęga jądrowa, a Mi odsuwa się od Ma i tu

odbywa się jego podział (Rys. 42). Po przesunięciu się wstęgi następuje podział Ma na dwa potomne. W trakcie tego podziału ziarenka chromatyny układają się w nitkowate szeregi, a Mi kierują się do każdego z dwóch jąder potomnych (Rys. 43). Okrągłe Ma o budowie drobnoziarnistej przybierają kształt owalny i struktura drobnoziarnista zmienia się na gruboziarnistą. Mi układają się tuż przy Ma (Rys. 44). Osobniki potomne dolne w pancerzykach macierzystych ani przy barwieniu metodą Manna, ani hematoksyliną Delafielda nie wykazują ziarnistości obserwowanej w osobnikach potomnych górnych, co stało by w zgodzie z przypuszczeniem o ich roli przy budowie pancerzyka.

III. Cysty przetrwalnikowe

L a a c k m a n (1908) opisuje dosyć szczegółowo tworzenie się cysty przetrwalnikowej u *Cyrtarocydis helix* Cl. i *Tintinnus subulatus* Fauré-Frem., podając 4 rysunki takich cyst, umieszczonych w górnej części pancerzyków tych gatunków. Zaznacza on w opisie, że podobną cystę spotykał nieraz u *Tintinnopsis ballica* z długą nasadką. Cysty te przytwierdzone są do ścianek pancerzyka i komórka ich zawiera dwa Ma. Dalszych losów takiej cysty, czyli powstawania z niej nowego wymoczek, L a a c k m a n o'w i nie udało się prześledzić.



Rys. 45—49: Tworzenie się cysty przetrwalnikowej obserwowane na okazach żywych *T. subacuta*.

Fig. 45—49: The formation of cyst, observed in vivo in *T. subacuta*.

Tworzenie się cysty przetrwalnikowej u gatunków przeze mnie badanych ma inny przebieg niż u gatunków *Cyrtarocydis helix* Cl. i *Tintinnus subulatus* Fauré-Frem. badanych przez L a a c k m a n'a. U badanych przeze mnie gatunków zjawisko to przebiega

w sposób zupełnie jednakowy. Obserwując na żywym materiale cały proces podziału *T. subacuta* zauważyłam, że nieraz podział wymoczek przebiegał w nieco odmienny sposób, niż normalnie, a mianowicie bez poprzedzającego to zjawisko utworzenia się nowego peristomu (Rys. 45 i 46). Wówczas po oddzieleniu się osobnika górnego i opuszczeniu przez niego pancerzyka, osobnik potomny dolny momentalnie kurczył się, tworząc w komorze pancerzyka nieruchomą grudkę plazmatyczną owalnego kształtu, a pancerzyk opadał (Rys. 47), podczas gdy normalnie po oddzieleniu się osobnika górnego, kiedy osobnik dolny ma wykształcony nowy peristom, porusza on membranellami i pływa dźwigając pancerzyk.

Przy badaniu cytologicznym okazów barwionych *T. meunieri* i *T. campanula*, znajdujących się w takim właśnie stadium podziału prowadzącego do powstania cysty, udało mi się stwierdzić, że odbywa się tu proces przesunięcia jednego jądra w część dolną komórki, a drugiego w górną, bez poprzedniego zlania się w jądro podziałowe, a poprzez oba Ma przesuwają się wstęga jądrowa, zmieniając jego gruboziarnistą strukturę na drobnoziarnistą.

Niestety nie udało mi się trafić właśnie na takie stadium u *T. subacuta*, ale znalazłam okaz tego gatunku przedstawiający drugi moment tego procesu tuż po oddzieleniu się osobnika górnego. Wymoczek ten ma postać kulistej grudki plazmatycznej, zawierającej jeden Ma ze wstęgą, która przesunęła się już prawie przez całe jądro. Mi bardzo wyraźnie znajduje się tuż przy Ma. W dolnej części wymoczek widoczne są dwie duże wakuole (Rys. 50).

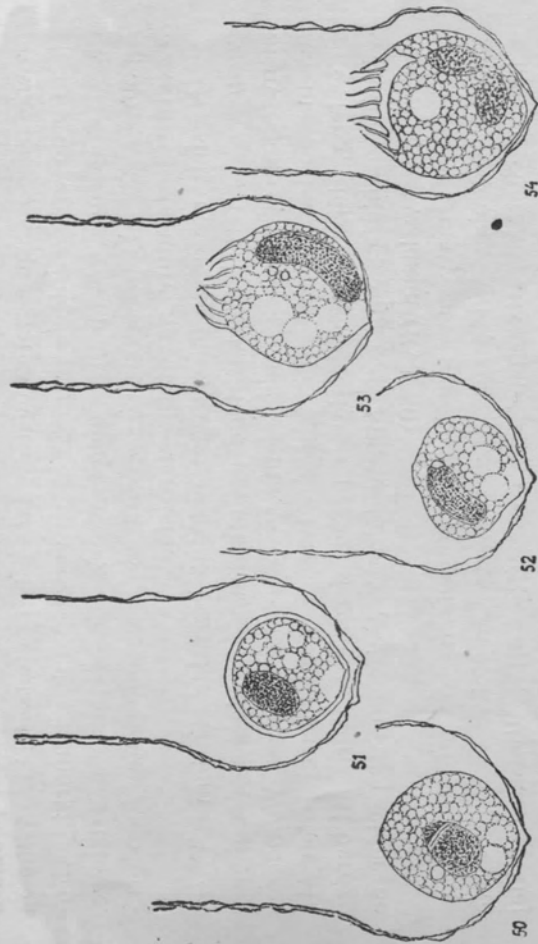
Taka plazmatyczna grudka po upływie ca 30 minut zaczyna otaczać się dobrze widoczną przezroczystą powłoką, tworząc cystę o bardzo charakterystycznym wyglądzie (Rys. 51). Wysokość takiej cysty *T. subacuta* wynosi ca 27 μ .

Jeżeli porównać takie cysty *T. subacuta* i *T. meunieri*, to widzimy podobieństwo wewnętrznego kształtu tych cyst, jedynie rozmiary są różne, bo wysokość cysty *T. meunieri* osiąga ca 20 μ wysokości.

Ma znajdujący się wewnątrz cysty ma wyraźną drobnoziarnistą strukturę i położenie boczne, prawie tuż pod powłoką. Ziarnista część cytoplazmy jest silnie zwakuolizowana, a w części dolnej znajduje się cytoplazma jednorodna, która w przyszłości przekształci się w łożysko.

Na gatunku *T. subacuta* udało mi się prześledzić jak z takiej cysty powstaje wymoczek. W początkowym stadium, tuż po rozpuszczeniu powłoki można zauważyć ledwo dostrzegalne delikatne membranelle

na górnym biegunie komórki. Membranellae te zaczynają leciutko poruszać się, stając się coraz bardziej widoczne, aż wreszcie można wyraźnie odróżnić cały peristom początkowo o krótkich i bardzo cienkich membranellach, o długości ca 14 μ , podczas gdy normalnie membranellae mają długość do 30 μ . Taki młody osobnik *Tps. subacuta* z delikatnym peristodem ma wysokość od 29 do 33 μ , podczas gdy wysokość młodego osobnika potomnego, o okrągłych jądrach, powstałego z normalnego podziału wynosi od 44 do 51 μ , a wysokość normalnego dojrzałego osobnika w stadium troficznym wynosi ca 66 μ bez względu na długość pancerzyka. Młody osobnik przekształca się stopniowo, rozrastając się i wytwarzając normalny peristom w ciągu 6–8 godzin.



Rys. 50–54: Cysta przetwarzalnikowa *T. subacuta*.

50–51 — Zmiany wewnętrznokomórkowe przy tworzeniu się cysty przetwarzalnikowej.

52–54 — Zmiany w aparacie jądrowym przy powstawaniu nowego osobnika z cysty przetwarzalnikowej.

Fig. 50–54: The outlasting cysts.

50–51 — the changes of an individual by a cyst formation, 52–54 — the changes in the nuclear apparatus by the forming of a new individual from a cyst.

Badając okazy, znajdujące się w tym stadium w preparatach barwionych, stwierdziłam następujące zmiany w aparacie jądrowym: Ma zaczyna stopniowo wydłużać się, przy czym ziarna chromatynowe

układają się nitkowatymi szeregami wzdłuż osi. Mi w tym okresie ściśle przylega do Ma. Wydłużone Ma przybiera kształt półksiężycowaty (Rys. 52, 53). W wyniku podziału powstają dwa okrągłe Ma, które stopniowo przekształcają się w owalne, zmieniając strukturę chromatyny drobnoziarnistą na gruboziarnistą. Mi leżą tuż przylepione do Ma.

Przeglądając te same stadia w gatunku *T. meunieri* na okazach barwionych hematoksyliną żelazową, stwierdzić można uderzające podobieństwa między poszczególnymi postaciami tego gatunku z postaciami gatunku *T. subacuta*. Wysokość takiego młodego osobnika u *T. meunieri* wynosi 27 μ , podczas gdy normalny osobnik *T. meunieri* w stadium troficznym o dwóch owalnych jądrach ma wysokość 38 μ .

L a c k m a n n (1908) umieszcza w swojej pracy cały rozdział zatytułowany: „Junge Tiere”, w którym opisuje takie młodociane stadium *T. campanula*. Do tego opisu podaje on trzy rysunki (L a c k m a n n, 1908, Tab. III, Rys. 36, 37 i 38), przypominające postacie przedstawione przeze mnie na Rys. 51 i 52. Wszystkie trzy okazy L a c k m a n n'a nie posiadają peristomu. Jeden z nich zawiera jeden Ma, w drugim odbywa się podział, a trzeci posiada już dwa Ma i dwa Mi.

Na tym stopniu rozwoju wymoczka znajdowałam zawsze tylko jeden Ma. Gdyby nie ta różnica w aparacie jądrowym, można by założyć, że są to postacie reprezentujące powstawanie osobnika z cyst. Natomiast pochodzenie tych młodocianych form L a c k m a n n tłumaczy zupełnie odmiennie, twierdząc, że są one wynikiem rozmnażania płciowego. L a c k m a n n tego zjawiska nie obserwował i w swojej pracy nie podaje kolejnych faz tego procesu.

Fakt znajdowania cyst przetwarzalnikowych u różnych gatunków *Tintinnopsis* był spotykany przez różnych autorów dosyć często. J o e r g e n s e n (1932) zaznacza, że stadia encystowane występują zwykle tylko w formach nerytycznych i są uważane jako środek do przetwarzania okresu zimowego, lub niekorzystnych warunków bytowania w morzu.

Na moim materiale występowanie cyst stwierdziłam w warunkach niekorzystnych dla badanych gatunków. Występowanie cyst u *T. subacuta* stwierdzone zostało przeze mnie w końcu lipca 1947 i 1948 roku, a więc w okresie, kiedy gatunek ten stopniowo zanika i przez sierpień nie pojawia się w ogóle (B i e r n a c k a, 1948). U *T. meunieri* cysty

przetrawnikowe stwierdziłam w okazach złowionych w ogromnych ilościach 30.VII.48 r. pod Szwedzką Górką, kiedy wody wiślane dotarły aż pod Hel, przynosząc z sobą olbrzymie masy okazów tego gatunku, porwanych z okolic Mierzeji Wiślanej, gdzie *T. meunieri* występuje w dużych ilościach. Na miejscu połowu $S\%_{100}$ wynosiło wówczas 4,76, kiedy normalnie bywa tam ca. 7 oraz temperatura 22,65°C, co stwarzało widocznie niesprzyjające warunki dla nich i powodowało encefalozę.

Według obserwacji na żywym materiale, osobnik górny powstający przy tworzeniu się cysty przetrawnikowej, nie zawsze opuszcza pancerzyk i po jakimś czasie ulega rozpadowi (Rys. 49). Zjawisko takie przedstawiają również okazy utrwalone, gdyż ponad cystą często znajdowałam resztki zamarłego wymoczka.

Praca niniejsza jest wynikiem moich badań nad *Tintinninoidea*, które prowadziłam jako wolontariuszka od roku 1946 w Morskim Laboratorium Rybackim (Stacji Morskiej) w Gdyni pod kierownictwem Prof. Dra Boguckiego, który nie szczędził mi swoich światłych rad i wskazówek oraz poświęcał dużo swego drogiego czasu, za co też składam Mu najserdeczniejsze podziękowania. W tym prawie czteroletnim okresie korzystałam nieograniczenie z wszelkich urządzeń Laboratorium oraz z uprzejmej pomocy jego pracowników naukowych: A. Głowińskiej, Dra W. Mańkowskiego, Dra P. Trzęsińskiego, Mgra Kordyla i pracowników technicznych, za co również serdecznie dziękuję. Przedwcześnie zmarłemu Prof. Dr. Henrykowi Raabemu składam serdeczne podziękowania za cenne uwagi i za krytyczny przegląd rękopisu.

P I S M I E N N I C T W O

1. A l a n d e r H. — Bulletin hydrographique 1907—1939, 1946, 7, 8, 9. Hydrographique observation in the Baltic during 1945 and 1946. III, 1947.
2. B i e r n a c k a I. — *Tintinninoidea* w Zatoce Gdańskiej i wodach przyległych. Biuletyn Morskiego Laboratorium Rybackiego w Gdyni. Nr 4, 1948.
3. B r a n d t K. — Die Tintinnodeen der Plankton-Expedition 1906 u. 1907.
4. C a l k i n s G. N. — The Biology of Protozoa. Philadelphia, 1926.
5. D o g i e l V. A. — Die Geschlechtsprozesse bei Infusorien. Arch. f. Protist. 90, 1938.
6. F e r m o r X e n i e — Die Bedeutung der Encystierung bei *Stylonicchia pustulata* Ehrng. Zoolog. Anz. 42, 1913.
7. G e l e i J. — Das Exkretionsplasma von *Didinium nasutum* in Ruhe u. Teilung. Arch. f. Protist. 90, 1938.

8. G ł o w i ń s k a A. — Stosunki hydrograficzne w Zatoce Gdańskiej w drugiej połowie 1946 roku. Biuletyn Morskiego Laboratorium Rybackiego w Gdyni. Nr 4, 1948.
9. H a b e r l a n d t G. — Zur Physiologie der Zellteilung. Mittlg. 6. Über Auflösung von Zellteilungen durch Wundhormone. Sitzungsber. d. Preuss. Akademie d. Wissenschaften. Berlin, 1921.
10. H e n s e n — Über die Bestimmung des Planktons. Fünfter Bericht der Kommission zur Wissensch. Unters. der deutsch. Meere. Kiel, 1887.
11. H e r t w i g R. — Über physiologische Degeneration bei *Actinospherium Eichthorni*. Jena, 1904.
12. I v a n i c M. — Über die mit Encystierung verbundene Entstehung der kernlosen Stämme. Arch. f. Protist. 74, 1931.
13. J ö r g e n s e n E. — *Tintinnidae*. Grimpe u. Wagler. Tierwelt der Nord und Ostsee, 1927.
14. K a h l A. — Die Tierwelt Deutschlands. Protozoa. Jena, 1930—1935.
15. K o f o i d C. A. — Factors in the Evolution in the Pelagic *Ciliata* the *Tintinninoidea*. Univ. of California. 1930.
16. K o f o i d C. A. a. C a m p b e l l A. S. — A conspectus of the marine and fresh-water *Ciliata* belonging to the suborder *Tintinninoidea*, with descriptions of new species principally from the Agassiz expedition to the eastern tropical Pacific 1904—1905 (1929).
17. K u d o R. — Protozoology. Springfield, 1946.
18. L a c k m a n n H. — Ungeschlechtliche u. geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen. Wissensch. Meeresuntersuchungen. Kiel, 1908.
19. L o t h a r G e i t l e r — Zur Kenntnis der Encystierung des Ciliaten *Aphrydium versatile*. Arch. f. Protist. 90, 1938.
20. M e r k l e H. — Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee. Wissenschaftliche Meeresunters. Kiel, 1916.
21. M o m c i l o I. — Neue Beiträge zur Kenntnis der mit den Reorganisationen des Kernapparates verbundenen Vermehrungsstadien von *Chilodon uncinatus* Ehr. Arch. f. Protist. 79, 1933.
22. P o l j a n s k y G. — Geschlechtsprozesse bei *Bursaria truncatella* O. F. Müller. Trudy Peterg. Biol. Inst.
23. P o m r i a n s k i n s k a j a N. A. — Nabudienija nad cystami briuchoriesnicznoj infusorii *Oxytricha hymenostoma* Stein. 1940, Leningrad.
24. R a a b e H. — L'appareil nucléaire d'*Urostyla graudis* P. I. Appareil micro-nucléaire. Annales Universitatis M. Curie-Skłodowska. Sectio C I, 1946. Lublin.
25. R a a b e H. — L'appareil nucléaire d'*Urostyla graudis* P. II. Appareil micro-nucléaire. Annales Universitatis M. Curie-Skłodowska. Sectio C I, 1947. Lublin.
26. S h a r p L e s t e r W. — Introduction to Cytology. New York a. London, 1934.
27. S c h w e y e r A. W. — Zur Kenntnis des Tintinnodeenweichkörpers. Arch. f. Protist. 18, 1909.
28. S t e u e r A. — Leitfaden der Planktonkunde, 1911.
29. V a l i k a n g a s I l m a r i — Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. 1926.
30. W e i s b a c h — W e r n e r — Tabulae biologicae. Bd. VI, 1930.

РЕЗЮМЕ

Задачей работы является исследование проблемы размножения у рода *Tintinnopsis*. Для достижения этой цели, автором были исследованы виды *Tps. subacuta* Joerg., *Tps. lohmanni* Laack., *Tps. teunigeri* Kof. и *Tps. campanula* Ehrb. обитающие в изобилии в Гданском Заливе. В своей работе автор обратил особое внимание на проблемы размножения и спорообразования.

1. Размножение путем деления.

а) Процесс внешнего деления.

Первым внешним признаком, указывающим, что инфузория готовится к делению, является увеличение ее тела на 50% и образование зачатка нового перистомы на уровне 2/3 клетки. Сам процесс деления начинается после образования нового перистомы, а плоскость деления проходит тут же над ним. В результате деления материнской особи возникают две потомные: нижняя (*posterior daughter*) с новым перистомом, которая остается в раковине, и верхняя (*anterior daughter*) с материнским перистомом, которая отделяется от материнской клетки, лишняя раковины, даже без ее зачатка. Процесс деления при температуре 18°С продолжается 3 — 4 часа главным образом ночью.

б) Формирование потомных особей.

У нижней потомной особи образуется окончательный перистом, при чем мембранеллы достигают спустя 3—4 часа своей нормальной длины 30 μ С того момента она способна вести свою нормальную трофическую деятельность. Верхняя потомная особь приступает к построению своей собственной раковины. Вещество, идущее на построение раковины, выделяется вблизи ротового отверстия. Первая его порция направляется вниз и вследствие очень быстрых вращательных движений инфузории вокруг оси своего тела и одновременного движения вперед суживается книзу. Затем инфузория распределяет раковинно-образующую субстанцию на самом крае раковины при одновременных вращательных движениях, вызывая этим образование новых, спирально расположенных, все более узких и отчетливее выраженных колец.

В начальной стадии формирования раковины кольца на ней незаметны, повидимому, вследствие быстроты этого процесса. (рис. 10—15).

Этот способ образования раковины наблюдается у всех видов. Во время формирования новой раковины, когда она остается еще мягкой и вязкой, приклеиваются к ней разные посторонние вещества. Конечно, род этих веществ зависит от времени года и среды, в которой наступает размножение данного вида (рис. 16, 20, 21).

Автором установлено, что средняя длина раковины *Tps. lohmanni* колеблется в пределах от 80 до 98 μ , и что она зависит главным образом от температуры, а именно: в более низких температурах выступает больше особей с длинными раковинами, а в высших температурах — с короткими (диаграммы 1, 2, 3).

с) Процессы внутри тела инфузории в стадии предшествующей делению.

Установлено, что у всех исследуемых видов особи сейчас после деления обладают двумя круглыми макронуклеусами, которых диаметр равняется 10—11 μ и двумя круглыми микронуклеусами о диаметре в 2—3 μ . Макронуклеусы зрелых особей, вполне жизнеспособных, имеют овальную форму. Их длина 15—17 μ , ширина — 11—14 μ .

Хроматин в макронуклеусе зрелых особей размещен почти равномерно, заполняя целое ядро и производя впечатление сетчатой структуры. Между скоплениями хроматина расположены ацидофильные тельца.

В начальной стадии образования нового перистомы в каждом из двух макронуклеусов, появляется так называемая „ядерная лента“. Это свидетельствует о том, что инфузория находится в стадии предшествующей делению. Обычно у одних и тех же видов выступает лишь одна „ядерная лента“. Она перемещается от одного конца ко второму, вызывая постепенные изменения в его структуре. „Ядерная лента“ не является постоянным признаком макронуклеусов зрелых особей. (рис. 24—29).

С моментом появления „ядерной ленты“ и первого контура нового перистомы, в абсорбальном конце инфузории выступают многочисленные мелкие зерна, которые передвигаются по на-

правлению к старому перистоми и укладываются тут же под ним. Когда процесс образования новой раковины окончен, эти зернышки снова перемещаются к абсорбальному концу тела и постепенно исчезают. Можно бы выдвинуть предположение, что эти зернышки находятся в какой то связи с процессом образования раковины (рис. 30—33)

д) Процессы протекающие внутри инфузории во время деления.

После образования нового перистома и перемещения раковинобразных зернышек и „ядерной ленты“ через макронуклеусы, оба макронуклеуса сливаются, образуя один, в котором начинается процесс деления. Деление макронуклеуса происходит следующим образом: он делится на три части, при чем две верхние части образуют макронуклеус верхней особи, а одна часть, нижняя, остается в нижней потомной особи.

Микронуклеусы делятся митотически аналогичным образом при чем из трех микронуклеусов два переходят в верхнюю особь, а один остается в нижней особи. Процесс деления макро и микронуклеусов нижней особи начинается лишь после отделения верхней особи.

И так, в моменте отделения верхней особи, верхняя особь имеет два круглые макронуклеусы и два микронуклеуса, а у нижней потомной особи выступает один круглый макронуклеус и один микронуклеус.

е) Изменения в ядерном аппарате потомных особей.

Переобразование двух круглых макронуклеусов у верхней потомной особи в овальные начинается лишь тогда, когда процесс строения раковинки почти кончается и инфузория приобретает нормальную величину. У потомной нижней особи через макронуклеус переходит „ядерная лента“, затем наступает процесс деления макронуклеуса и микронуклеуса при чем макронуклеусы принимают овальную форму.

II. С п о р ы

Цисты у *Tps. subacuta*, *lohmanni* и *teunieri* образуются путем деления инфузории без предшествующего это явление возникновения нового перистома (рис. 45—49) В таком случае не происходит слияние макронуклеусов, но только перемещение

одного макронуклеуса в нижнюю часть инфузории, а второго в верхнюю. Через оба макронуклеусы переходит „ядерная лента“. После отделения нижняя особь образуется в раковине плазматический комочек почти овальной формы, содержащий один макронуклеус, через который переходит еще „ядерная лента“ и один микронуклеус.

Эта особь окружается прозрачной оболочкой, образуя спору с одним макронуклеусом о мелкозернистой структуре и с одним микронуклеусом.

Автор проследил процесс образования новой инфузории из выше описанной споры. По мере роста молодой инфузории и образования нового перистома начинается деление макронуклеусы, на два макронуклеуса переобразовывающиеся постепенно в овальные. Одновременно образуются также два микронуклеуса. Выступление спор у *Tps. subacuta* и *Tps. teunieri* было установлено в неблагоприятных для этих инфузорий условиях жизни (слабое засоление и высокая температура). Верхняя особь, отделившаяся во время этого процесса, нежизнеспособна и вследствие этого гибнет (рис. 50—54).

S U M M A R Y

The aim of this work was to investigate the reproduction of the *Tintinnopsis* genus of species *T. subacuta* Joerg. *T. lohmanni* L a c k., *T. meunieri* K o f., and *T. campanula* E h r b., appearing in mass in the Gulf of Gdańsk.

The problems of reproduction by binary fission and the formation of outstanding cysts were also considered.

I. Reproduction by binary fission

a. Exterior fission

The first exterior symptoms indicating that the *Ciliata* is preparing to binary fission were the increase of the growth of the individual by one half and the appearance of the beginning of the new peristome at the height of $\frac{2}{3}$ of the cell. The fission begins after the formation of the new peristome and the field of fission passes just over it. As a result of this fission of the maternal individual, there appear two daughter individuals: the lower one-posterior daughter with a new peristome, which remains in the shell and the upper one: anterior daughter, with the old maternal peristome, which drops off as a bare individual, without the germ of the shell (Fig. 1—7). Such a fission lasts 3—4 hours and takes place at night at the temperature of 18°C.

b. The formation of daughter individuals

The posterior daughter finally develops the peristome and the membranellae reach their normal length of 30 μ within 3—4 hours beginning at the same time its period of normal trophic life. The anterior daughter commences the building of its own shell. The shellformative substance is secreted at the mouth opening. The first part of this substance drips downward and due to the swift rotary movements of the *Ciliata* round its axis and its progressive movements becomes narrower at the bottom. Further the *Ciliata* spreads the secreting shellformative substance at

the very edge of the shell and performing rotary movements causes thus the formation of more and more narrow and distinctly perceivable rings, which are arranged spirally. In the first phase of the formation of the shell the rings on it are not perceivable, due, most likely, to the rapidness of the process (Fig. 10—15).

This manner of the formation of the cell has been observed on 4 species. During the formation of the new shell, when it remains still soft and sticky, various foreign bodies stick to it. The kind of these bodies depends upon the season of the year and the environs, in which the reproduction of the species takes place (Fig. 16—21).

It has been stated that the mean length of the shell of *T. lohmanni* amounts to 80—90 μ and that the length depends on the temperature; at a lower temperature a larger number of individuals with longer shells has been observed and at a higher temperature there were more individuals with shorter shells (Diagrams No. 1, 2 and 3).

c. Processes which take place in the interior of the individual in the prefission stage

It has been stated, that the investigated species have just after the binary fission 2 round Ma of 10—11 μ in diameter, and 2 round Mi of 2—3 μ in diameter. The Ma of mature individuals, found in the trophic period, have an oval shape and their length amounts to 15—17 μ with to 11—14 μ . The chromatin of the Ma of mature individuals is spread almost evenly all over the whole nucleus, giving the impression of a meshwork. The acidabsorptive bodies are found among the concentrated chromatin.

At the beginning of the formation of the new peristome in both of the Ma there appears a „reconstruction band“. This indicates that the individual is in its prefission stage. The „reconstruction band“ in species of the same kind is usually single and moves from one end of the nucleus to the other, thus causing the gradual change in the structure of the nucleus. The „reconstruction band“ is not a constant feature of the Ma of mature individuals (Fig. 24—29).

At the moment the „reconstruction band“ appears and when there is also the first outlining of the new peristome, there appear numerous granules at the aboral extremity of the individual. They move towards the old peristome and are arranged just under it. After the process of the formation of the new shell the granules move again towards the

aboral extremity and gradually disappear. It can be supposed, that these granules join the process of the formation of the shell (Fig. 30—33).

d. Processes which take place in the interior of the individual during the fission

After the formation of the new peristome as well as after the passing of the shellformative granules and of the band through Ma, the fusion of both Ma into a fission Ma takes place. The fission of Ma takes place by its division into three parts; the two upper ones give the Ma of the anterior daughter and the lower one remains in the posterior daughter.

The Mi undergo a mitotic fission in an analogical way; from the three Mi two pass to the anterior daughter and one to the posterior daughter. The Ma and Mi of the posterior daughter do not divide until the anterior daughter drops off.

At the moment the anterior daughter drops off it possesses two round Ma and two Mi, while the posterior daughter possesses one round Ma and one Mi.

e. Changes in the nucleus apparatus of the daughter individuals

The transformation of the two round Ma in the anterior daughter into oval shaped ones does not take place until the formation of the shell is almost completed and the individual attains its normal size. The „reconstruction band“ passes through the Ma of the posterior daughter and the fission of the Ma and Mi takes place. The Ma gradually adopts an oval shape (Fig. 40—44).

II. The outlasting cysts

The outlasting cyst of *T. subacuta*, *lohmanni* and *meunieri* is formed by the fission of *Ciliata* and this process is not preceded, as usually by the formation of a new peristome (Fig. 45—49). In such an individual undergoing fission the union of Ma with the fission nucleus takes no place, there is only a shift of one Ma into the lower part of the *Ciliata*, the other one into the upper part. The „reconstruction band“ passes through both Ma. After the fission the posterior daughter forms a plasma lump of an oval shape in its shell, which contains one Ma, through

which pass the „reconstruction band“ and one Mi. This individual surrounds itself with a transparent membrane, which forms a cyst with one Ma, possessing a fine granular structure and one Mi. The formation of a new *Ciliata* from such a cyst has been traced. Along with the growth of the young individual and the formation of the new peristome there takes place the fission of the Ma into two parts, which gradually assume an oval shape, whereby two Mi are also formed. The appearance of the outlasting cyst in *T. subacuta* and *meunieri* was stated in conditions unfavourable for the *Ciliata* (low salt content and high temperature). The anterior daughter, which drops off during this process, dies, as it is not properly adapted to live (Fig. 50—54).

FISHERIES AND MARINE SERVICE

Translation Series No. 4184

Studies on the reproduction of some species of the genus
Tintinnopsis Stein

by I. Biernacka

Original title: Studia nad rozrodem nietorych gatunkow rodzaju
Tintinnopsis Stein

From: Ann. Univ. Mariae Curie Sklodowska Sect. C 6(9.11): 212-239, 1952

Translated by the Translation Bureau (BSh)
Multilingual Services Division
Department of the Secretary of State of Canada

Department of Fisheries and the Environment
Fisheries and Marine Service
Marine Ecology Laboratory
Dartmouth, N.S.

1978

44 pages typescript

DEPARTMENT OF THE SECRETARY OF STATE
TRANSLATION BUREAU

MULTILINGUAL SERVICES
DIVISION



SECRÉTARIAT D'ÉTAT
BUREAU DES TRADUCTIONS
DIVISION DES SERVICES
MULTILINGUES

TRANSLATED FROM - TRADUCTION DE
Polish

INTO - EN
English

AUTHOR - AUTEUR
Izabela Biernacka

TITLE IN ENGLISH - TITRE ANGLAIS
Studies on the reproduction of some species of the genus Tintinnopsis Stein.

TITLE IN FOREIGN LANGUAGE (TRANSLITERATE FOREIGN CHARACTERS)
TITRE EN LANGUE ÉTRANGÈRE (TRANSCRIRE EN CARACTÈRES ROMAINS)
Studia nad rozrodem niektórych gatunków rodzaju Tintinnopsis Stein.

REFERENCE IN FOREIGN LANGUAGE (NAME OF BOOK OR PUBLICATION) IN FULL. TRANSLITERATE FOREIGN CHARACTERS.
RÉFÉRENCE EN LANGUE ÉTRANGÈRE (NOM DU LIVRE OU PUBLICATION), AU COMPLET, TRANSCRIRE EN CARACTÈRES ROMAINS.

Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska, Lublin - Polonia

REFERENCE IN ENGLISH - RÉFÉRENCE EN ANGLAIS

Annals of the Maria Curie Sklodowska University in Lublin, Poland

PUBLISHER - ÉDITEUR	DATE OF PUBLICATION DATE DE PUBLICATION			PAGE NUMBERS IN ORIGINAL NUMÉROS DES PAGES DANS L'ORIGINAL
	YEAR ANNÉE	VOLUME	ISSUE NO. NUMÉRO	NUMBER OF TYPED PAGES NOMBRE DE PAGES DACTYLOGRAPHIÉES
Not given	1952	6	9.11	211-239
PLACE OF PUBLICATION LIEU DE PUBLICATION				44
Lublin, Poland				

REQUESTING DEPARTMENT
MINISTÈRE-CLIENT
Environment

TRANSLATION BUREAU NO.
NOTRE DOSSIER N° 1448524

BRANCH OR DIVISION
DIRECTION OU DIVISION
Fisheries

TRANSLATOR (INITIALS)
TRADUCTEUR (INITIALES)
B.Sh.

PERSON REQUESTING
DEMANDÉ PAR
Mr. Madhu Paranjape

YOUR NUMBER
VOTRE DOSSIER N° -

DATE OF REQUEST
DATE DE LA DEMANDE
12 December 1977

UNEDITED TRANSLATION
For information only
TRADUCTION NON REVISEE
Information seulement

FEB - 7 1978



F+m #4184

CLIENT'S NO. N° DU CLIENT	DEPARTMENT MINISTÈRE	DIVISION/BRANCH DIVISION/DIRECTION	CITY VILLE
—	Environment	Fisheries Scient. Inf. & Publ.	Ottawa
BUREAU NO. N° DU BUREAU	LANGUAGE LANGUE	TRANSLATOR (INITIALS) TRADUCTEUR (INITIALES)	DATE
1448524	Polish	B.Sh.	Jan. 20, 1978 FEB 7 1978

Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska

Lublin - Polonia, Sectio C, Vol. 6 (1952)
pp. - 211 - 239

Studies on the reproduction of some
species of the genus Tintinnopsis
Stein.

by

UNEDITED TRANSLATION

For information only

Izabela Biernacka

TRANSLATION NON REVISEE

Information seulement

I have conducted my studies of the reproduction of Tintinnopsis on the most common and widespread species of this genus in the Gdansk Bay, namely Tintinnopsis subacuta Joerg., Tintinnopsis lohmanni Laackm., Tintinnopsis meunieri Kof. and Tintinnopsis campanula Ehrb. A diagnosis of these species was made in my previous study (Biernacka, 1948).

I have considered the following problems in my study:

- I. Material and methods of research
- II. Reproduction

- a. Binary fission.
- b. The formation of daughter individual
- c. Processes taking place within the infusorian in the prefission stage.
- d. Processes taking place within the infusorian during fission.
- e. Changes in the nuclear apparatus of the daughter individual

212

III. Spore cysts

I. Material and Methods of Research.

I used both live material and fixed material in my studies of the reproduction of the above species. Live material was caught by means of a gauze net N 16xx cast from the breakwater by the Laboratory. Nearly all the observations concerning the infusorian's fission and shell formation were made on the freshly caught material. The samples were taken in June between 10 p.m. and 8 a.m.

The material for staining was either collected by me or came from the samples provided by Dr. Mankowski, which had been collected during the voyages of the vessels "Ewa II" and "Michal Siedlecki" in the open waters of the Gdansk Bay. I took my samples from a boat which was at a distance under 5 nautical miles from Gdynia, Leba and Rewa, and I used a plankton net N 16xx. The material which was to be stained with ferric haematoxylin or with borax carmine was fixed with 4% formalin immediately after the infusorians

were removed from the water. The material to be stained according to the Mann method, the Ehrlich-Biondi-Heidenhain method (with triacid), and according to the Delafield method (haematoxylin) was fixed with Schaudinn's solution also immediately after being taken out of the water. After the material was brought into the laboratory, it was placed on a centrifuge and was once again immersed in Schaudinn's solution for 20 minutes. This material was subsequently preserved in a 70% alcohol solution.

While staining the material with each of the methods mentioned above, I followed the following procedure: The material in toto was placed in a conical test tube and the solution was extracted and removed by means of a pipette with each successive change of reagent.

I made preparations of stained material in Canada balsam which made the shells totally translucent and enabled me to observe the changes occurring within the protozoan.

The fixed and coloured specimens were studied under immersion (Zeiss lens 1/12 n. A1, 25 or P. Z. O.* n0 - 1,3 and a compensating eyepiece 8).

Staining by means of ferric haematoxylin was performed in the following manner: a sample fixed in 4% formalin was rinsed three times with distilled water and then placed for 4-5 hours in

* Polish Optical Plant

a 2.5% ferric alum. After a subsequent triple rinse in distilled water, the sample was placed in diluted haematoxylin for 13 hours. After staining the sample and rinsing it with tap water, I differentiated it with 2.5% ferric alum, all the time controlling the reaction under the microscope. I stained the samples with triacid according to the Ehrlich-Biondi-Heidenhain method for 12 hours, then gave them a quick rinse with distilled water and fixed them with alcohols.

213

When staining samples with borax carmine, I would rinse a sample four times with distilled water after removing formalin and I placed it in a stain for 20 minutes. After one rinse with distilled water, I treated the sample with 70% alcohol acidified with concentrated HCl (1 part concentrated HCl per 100 parts of 70% alcohol) for 10 minutes.

For staining according to the Mann method, I used a stain dissolved half and half with distilled water. The material was placed in this solution for 2 hours and was treated with 0.0005% NaOH solution in 96% alcohol for approximately 10 minutes. The reaction was controlled under the microscope.

When staining samples with haematoxylin according to the Delafield method, I placed the material in the stain diluted with distilled water for 22 hours, differentiated it in 75% alcohol acidified with three drops of concentrated HCl per 50 cm³ of alcohol for 20 minutes. The material was only rinsed with 0.25%

eosine solution.

Staining with borax carmine provided the least amount of detail of all the methods used, since it showed only the structure of Ma and, in a few isolated cases, the structure of Mi.

The drawings of live specimens and of coloured preparations provided here were made by me. The drawings made from fixed specimens and from those observed under immersion were made by means of Abbe's drawing instrument, while those made from live specimens, where I observed binary fission and the formation of a shell, were done by hand.

II. Reproduction.

a. Binary fission

Individual phases of reproduction by means of fission were observed by a few authors such as Müller (1776), Claparede and Lachmann (1856), Entz (1885), Laackmann (1908) and Merkle (1910), but their works did not provide a total picture of the fission (this applies also to the most extensive of these studies - Laackmann's work). The data given by individual authors are always fragmentary. Thus, for example, according to Laackmann (1908), O.F. Muller first drew two infusorians after fission in 1776. Claparede and Lachmann (1859) also provide a drawing of a divided infusorian 214
Codonella lagenula Cl. and L. However, neither Müller nor Claparede

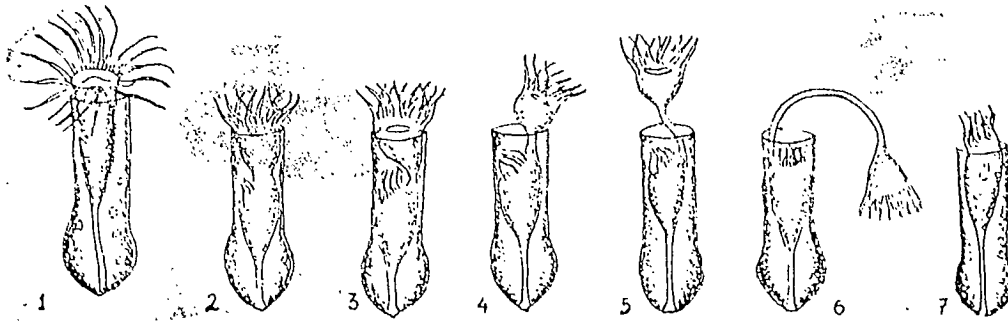
and Lachmann describe the process of fission. Entz gave more details concerning the fission of these protozoans in 1885 when he pointed to the fact that the formation of a new peristome^{*} is a process initiating fission. These data concern Tintinnidium fluviatile Stein. Laackmann (1908), who studied the problem of fission in the Tintinnoinea most thoroughly, did not observe the fission process itself. He drew his conclusions about reproduction by fission among the Tintinnoinea on the basis of observing the shell of T. baltica Brdt. which contained two individuals. Daday (1887) did not observe this process either. Neither Merkle (1910) nor Kofoid (1930) or Joergensen (1932) found anything new as far as the explanation of this phenomenon was concerned, although the latter collected all the data about the Tintinnoinea sub-order. While discussing the problem of fission, Joergensen relied on Laackmann's data, as it was most extensive.

During my observations of live specimens of T. subacuta and T. lohmanni in June 1947, I saw sporadic individual in the fission stage. However, since the temperature was high at that time, I could never keep an infusorian alive for a longer period of time, and thus could not observe the whole process. In order to make my observations at night when the temperature was lower, I made catches from a breakwater near the Marine Station from June 17 to June 23 in the evening, and observed the specimens from 9 p.m. until 8 a.m. of the next day.

*Revisor's note. Appears elsewhere in this translation as "peristom".

These observations gave excellent results. First of all, it turned out that the process of fission began on a mass scale during the evening hours. Thus it was easy to find the best specimens for observation, i.e., the specimens with the thinnest and most transparent shells (which made thorough observation of the process possible). The best material was supplied by the T. subacuta species which had long (up to 130μ), thin shells (Fig. 1). I recognized the initial stage of fission by the clearly visible enlargement of a specimen. During the trophic period, the height of a moving specimen (not counting the foot) is $\approx 66\mu$ regardless of the length of the shell, while during the fission stage, it is approximately 90μ , regardless of the length of the shell. When I found a specimen in the stage where the membranelles of the new peristome had not yet separated from the roll on which they had been formed, I would keep it under constant observation until the moment when the anterior daughter individual separated. I did not always succeed in that, since a fast moving specimen would often disappear from my range of vision. However, specimens in the stage of fission or getting ready for this process often cling to foreign bodies, and then the whole process of fission can be observed without a hindrance. A new peristome is formed at approximately $2/3$ of the animal's height counting from the foot (Fig. 2).

215



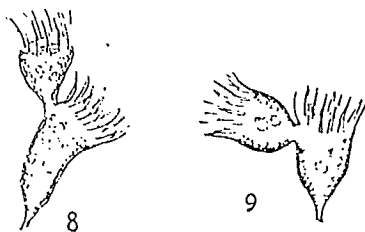
Rys. 1—7: Podział zewnętrzny *T. subacuta* Joerg., obserwowany na okazach żywych.

Fig. 1—7: Binary fission of *T. subacuta* Joerg., observed of living specimens.

We can recognize the moment when the new peristome is formed by the movement of the membranelles which are being formed. Initially this movement is very weak and not constant, but after a while it becomes more clearly visible and faster. After the new peristome has formed, the cell above it begins to contract. This is marked very lightly as a slight protuberance on the opposite side of the new peristome. It becomes more marked immediately above the peristome as it moves upwards at an angle toward the centre of the cell. This process results in creating a narrow plasmatic band (Fig. 3) by means of which the upper part and the lower part are connected. As the separation goes on, the anterior daughter individual with the old peristome leans out more and more out of the shell, taking a lateral position, while the position of a new peristome tends towards the horizontal (Fig. 4, 5 and 6). This lateral position of the considerably smaller anterior daughter individual gave

rise to the term "budding" applied to this phenomenon by some 216 authors. The above is demonstrated by the dividing naked infusorians found by me (Fig. 8 and 9) which had left their shells (This is common behaviour among the representatives of this class.).

The very moment of detachment of the anterior daughter individuum varies a little in each individual case, i.e., the stem connecting the two individua can vary in length before the separation. The final fission of the two individua sometimes occurs very quickly and easily, but occasionally it presents a difficulty for an infusorian. After the detachment of the anterior daughter individuum, the posterior daughter individuum remaining in the shell thrusts out its new peristome with membranelles which are still somewhat shorter than those of the maternal cell, and begins to swim, moving forward and simultaneously rotating around its axis (Fig. 7).



Rys. 8—9: Dzielące się okazy *T. subacuta* Joerg. po opuszczeniu pancerzyka
Fig. 8—9: Binary fission of *T. subacuta* Joerg.

The anterior daughter individuum has a characteristic flattened triangular shape (Fig. 10). After fission, it draws in the foot which had connected it with the posterior individuum and it begins to swim, moving very fast, bending its body, somersaulting and

spinning around its axis. Thus, two individuals are created through fission from the maternal individual: a posterior daughter individual with a new peristome, which remains in the shell, and an anterior daughter individual with the old maternal peristome, which detaches itself as a naked infusorian, without an incipient shell. In this case, the whole maternal organism divides into two uneven parts, one of which is larger than the other by 50%. As we shall see later, these parts also have different nuclear apparatus and different properties. Thus fission has in this case a clearly gemmative character.

The whole process, from the formation of a new peristome to 217 the completion of fission, which was observed by me several times at water temperature of 18°C , lasts 3-4 hours. The process of reproduction most likely consists of certain periods since, in spite of my having taken samples throughout the day during the period from June 17 to June 23, I had never encountered as many specimens undergoing fission as I did in the late evening and at night. On the other hand, I saw the greatest number of young specimens between 6 and 8 a.m.

b. Formation of daughter individual

The posterior daughter individual remains in the old maternal shell and apparently undergoes few changes. These changes concern first of all the peristome, the membranelles of which, 10μ long at

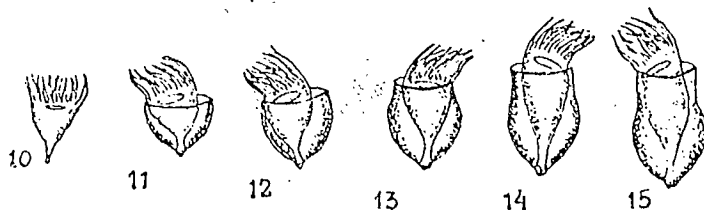
the time of fission, grow to the normal size of 30μ within 3-4 hours. Besides, the protozoan begins a period of normal trophic life immediately after the separation of the anterior daughter individual.

The anterior daughter individual undergoes much greater changes. After leaving the shell, its first task is to build a shell of its own.

The problem of forming a new shell by the anterior daughter individual remained completely unexplained until 1932. Schweyer (1909) gave some indications concerning shell formation in Tintinnus inquilinus Leuck. and Favella ehrenbergii Cl. and L., since he had encountered three dividing specimens in which the anterior daughter individual, still connected with the posterior individual, had a ring in the vicinity of the peristome. The structure of this ring resembled that of a shell. It is difficult to tell whether these were normal cases or exceptional ones, since Schweyer did not observe the whole process and did not ascertain whether these rings got larger and eventually became the normal shell.

According to Joergensen (1932), Entz described the formation of a shell in the fresh water form of Tintinnidium fluviatile Stein already in 1885. According to Entz, the jelly-like, gluey substance covered at once the whole surface of the infusorian and subsequently hardened creating a shell. The newly formed shell

was apparently not complete, but Entz supposed that the infusorian 218 would excrete a new portion of this substance to cover the missing parts. This supposition is not very likely since, should the shell of Tintinnidium fluviatile Stein always be formed in such a manner, with shell forming substance excreted in portions, this would be visible as segments connected by ridges, while the shells of this species are uniform.



Rys. 10—15. Tworzenie nowego pancerzyka przez osobnika połonnego górnego, obserwowanego na okazach żywych.

Fig. 10—15: The forming of a new shell by the anterior daughter individuum -- observed in vivo.

Entz does not report whether the observed shell formation occurred after fission, or before the separation of the other individual. Only these two authors provide data concerning the formation of a new shell. Besides, Kofoid (1930) makes a hypothesis that probably both the offspring take part in the formation of a shell while they are still connected: the anterior daughter individual models the upper part of its shell, while the posterior daughter individual models the lower part. While making this hypothesis, Kofoid took into account especially the species of the Xystonellopsis genus, which have the aboral end of the shell in the complex shape of

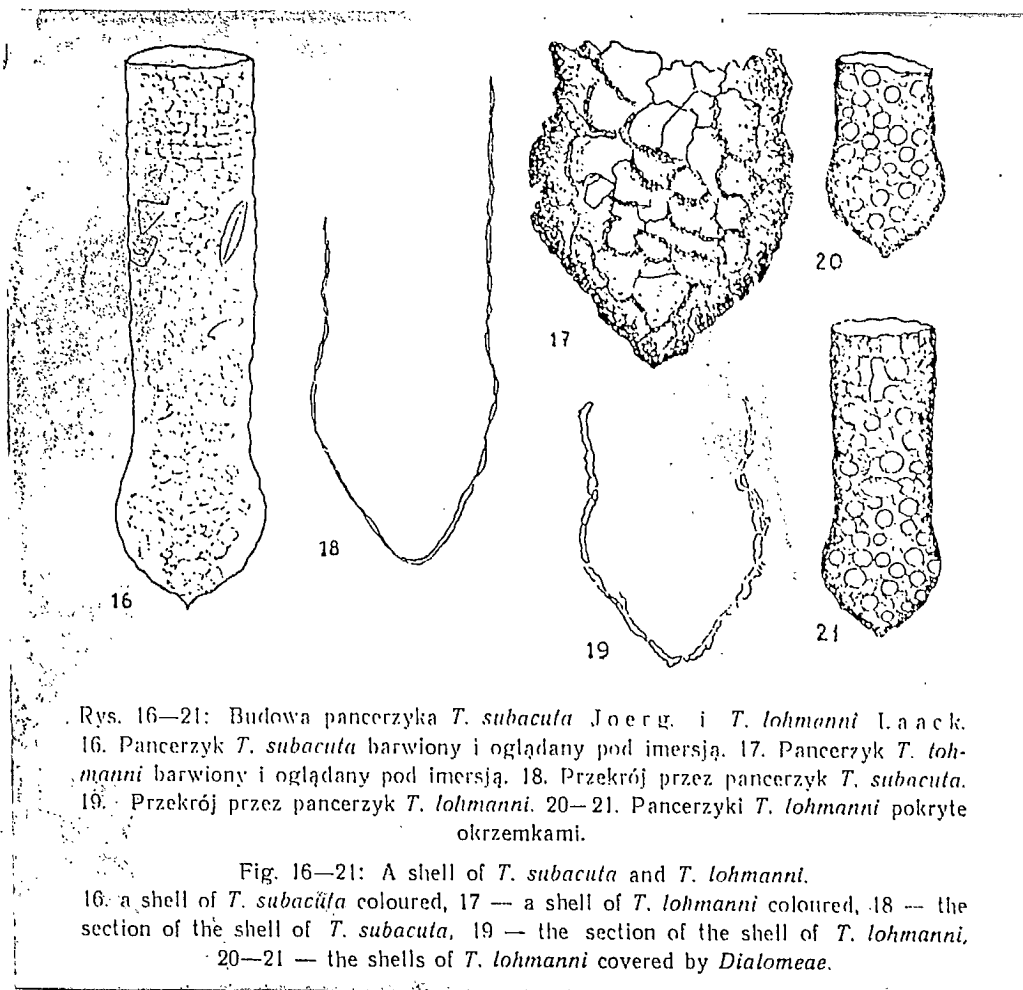
flounces, lances and other forms.

In the species examined by me, especially in T. subacuta this process evolves as follows. The shell is formed during the rapid and very complicated movement of a naked anterior daughter individual. This rapid movement makes it impossible to observe the initial moment when the infusorian excretes the first portion of the shell-forming substance, modelling the lower part of the shell's chamber (Fig. 11). It is easier to observe the subsequent growth of the shell since the speed of the infusorian is now lesser than that of a naked specimen, while still remaining very high. At this stage, the changes in the length of the shell are already noticeable, and so is the growth of the whole infusorian. In this case, we cannot make use of the infusorian's attachment to a foreign body as we had in the case of fission, since an attachment renders rotation impossible and thus the length of the already existing shell does not increase further. This happens regardless of which part of the shell the infusorian has built. A free-swimming infusorian in normal conditions would build a shell within 4-5 hours, while one whose movement has ceased would still have a part of its shell missing after 7 hours of observation. Figures 11, 12, 13, 14 and 15 are made on the basis of observations made of one specimen. They illustrate the gradual increase of the shell and the growth of the infusorian.

If we accept the view of Kofoid (1930), Joergensen (1932) and

other authors that the shell-forming substance is excreted near the mouth cavity, we can suppose that the first large portion of this substance flows down, and then narrows, closing at the bottom as a result of the animal's spinning around its axis, and of translatory motion. As far as the subsequent "additions" are concerned, they are made in the following way: the infusorian distributes the steadily excreted substance along the very edge of the shell while rotating, thus creating more and more spiral rings which are clearly marked. In the first phase of shell-formation, the rings upon the shell are not visible probably because of the high speed at which this process takes place, and because of the fusion of the shell-forming substance. On the other hand, later ring-shaped increments are clearly visible on longer shells (Fig. 16). We can conclude from the latter that the excretion of shell-forming substance becomes weaker and slower as the process goes on. Consequently, individual rings do not fuse, as was the case in the lower part of the shell, but are clearly marked.

The fact that the shell lengthens in a spiral fashion is suggested by the slanted end of the socket. This is illustrated by figures 20, 40 and 41. In all the species studied by me, the anterior daughter individual, having detached itself from the posterior individual, leaves the maternal shell, and forms its own new shell while moving freely in the water. 220



The shells of Tintinnopsis lohmanni have a particularly wide length range: from 60μ to 120μ . Looking for an explanation of this phenomenon, I measured the shells of the infusorians from the samples taken at different times in 16 different places of the Vistula Bay and the open sea. 80 specimens from each sample were measured, and the temperature and water salinity were taken into consideration. The results of these measurements proved that the 221 shells 80μ - 90μ long are most frequent and thus can be considered

average.

Some authors have studied the variations in shell size of Tintinnoinea trying to explain them by different salinity and water temperature. Thus Merkle (1910) explains the differences in the length of the shells of the Tintinnoinea by different salinity, maintaining that the low salinity of the north-eastern Baltic provides suitable conditions for the formation of a long shell in T. lohmanni, while the greater salinity of the western Baltic creates conditions in which shells remain short.

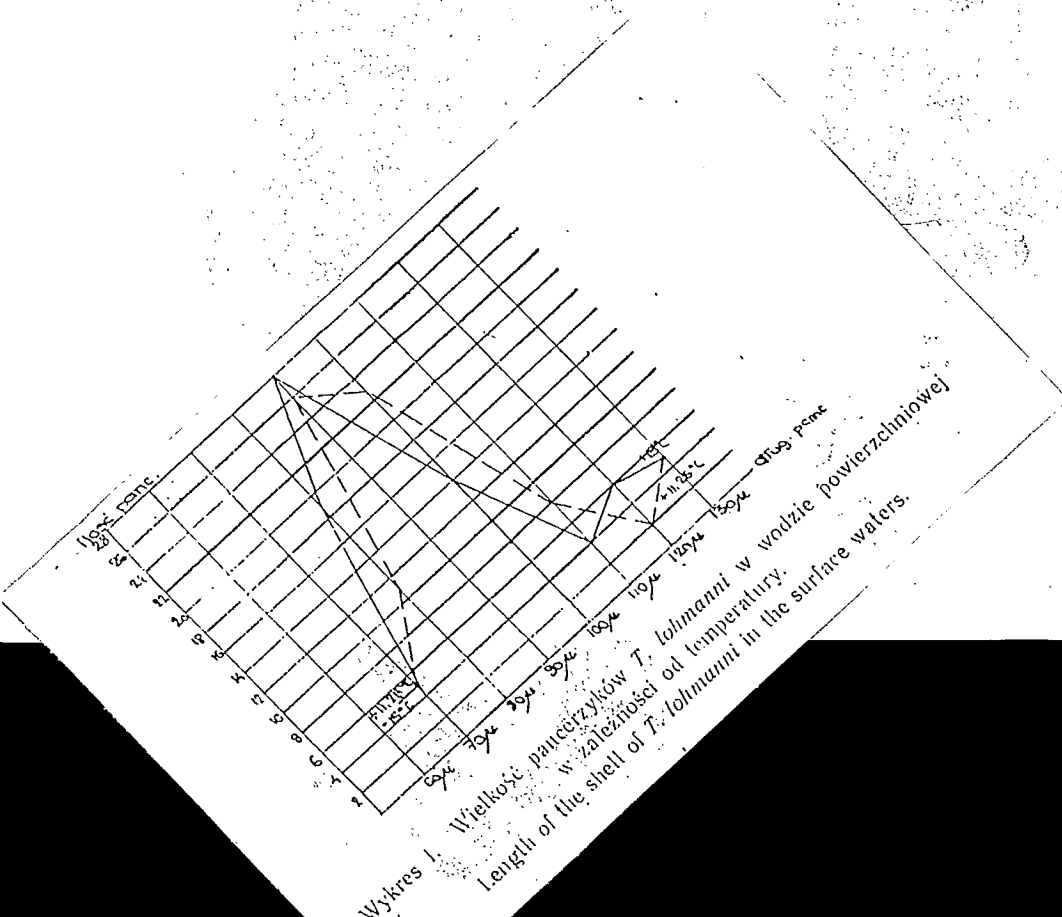
My data do not confirm these conclusions. According to A. Glowinska (1948), the salinity of the Vistula Bay does not exceed 3.37 ‰; thus it is very close to the salinity of the Gulf of Bothnia which, according to H. Alander (1946, 1947, 1948 and 1949) varies from 3.7 ‰ to 5.9 ‰. Yet the shell length of T. lohmanni in the Vistula Bay does not exceed 100 μ , while the shells of this species in the Gulf of Bothnia reach 300 μ .

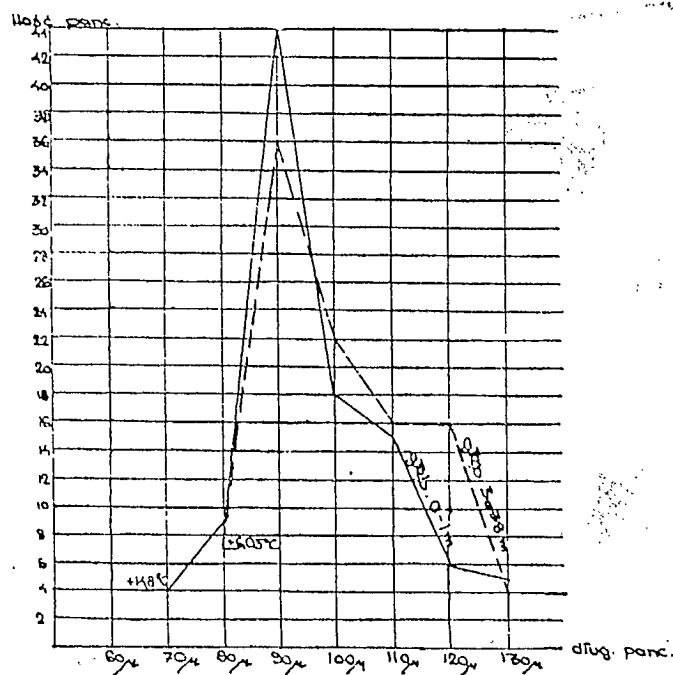
The salinity of the Baltic water at all the points where I conducted my experiments at different times varied by a fraction of a ‰, therefore it can be considered constant, yet the shells at these points were of different lengths. Thus we must conclude on the basis of these data that salinity does not play an important part in this phenomenon.

On the other hand, there seems to be a connection between the

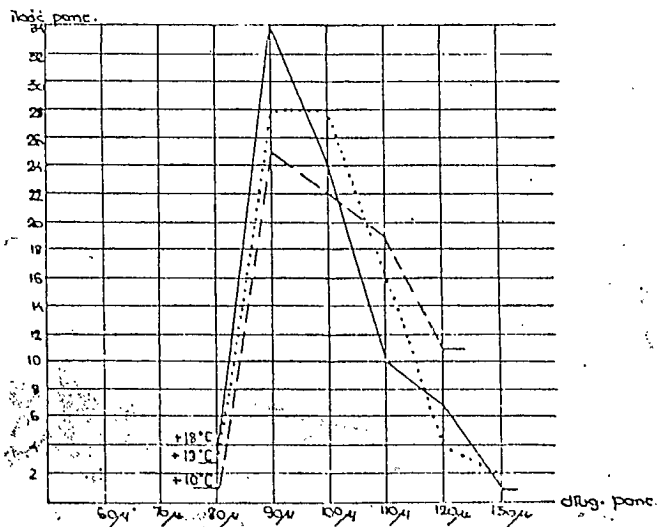
shell size of the Tintinnopsis and water temperature. My measurements demonstrated that the number of short shells decreases with lower temperature, while that of long shells increases (the three charts). Kofoid (1930) reports that the Tintinnus tenue from the Peru Bay, where water temperature varies from 1.7 to 2.8°C, are considerably larger than those living in the warmer waters (from 3.3°C to 7.8°C). Likewise, according to Kofoid, the Tintinnus birictus form shorter shells in warmer waters than in cold waters. The genera restricted to the Arctic Seas, such as Cymatocylis and Parafavella, contain many species with large shells, and only a few with small shells, while tropical genera, such as Amplectella and Proplectella contain many species with small shells and few with large ones.

223





Wykres II. Wielkość pancerzyków *T. lohmanni* w różnych głębokościach w zależności od temperatury.
Length of the of *T. lohmanni* in the different deeps.



Wykres III. Wielkość pancerzyków *T. lohmanni* z warstwy powierzchniowej w różnych okresach w zależności od temperatury.
Length of the shell of *T. lohmanni* in the surface stratum in different periods.

The shell structure of T. meunieri is the same as the structure of T. lohmanni, while the shell structure of T. campanula is the same as that of T. subacuta. The cross-sections of the shells of T. subacuta demonstrate the following characteristics: the walls are $1.55\mu - 2.2\mu$ thick (Fig. 18); they are smooth, with slight "protuberances" distributed far-apart on their surface; they also have a certain number of foreign bodies attached to them (mainly diatoms) and possess clearly marked rings (Fig. 16). The shell walls of T. lohmanni are almost twice as thick: $3.2\mu - 3.5\mu$ (Fig. 19) with clearly marked converging swellings (Fig. 17).

Shell formation in these species is related to the presence of foreign bodies which appear in varying amounts on the shells. These foreign bodies are mentioned by Brandt (1905), Merkle (1910), Kofoid (1930) and Joergensen (1932). Sometimes the shells are completely covered with diatomous shells as was the case in May, 1946 in various parts of the Gdansk Bay (my observations). All the shells of T. subacuta and T. lohmanni were at that time completely covered with round diatomous shells of the Centrales (Centricae) group. The shells had a diameter of 9.3μ , 12.4μ , 7.3μ and 13μ (Fig. 28 and 29). The diatoms might have been either Melosira islandica or Cyclotella, the discs of which have a diameter of $4\mu - 15\mu$. The presence of these species in the Gdansk Bay during that period . 224 was noted by A. Rumek (1948).

The presence of these Centricae could be explained in the

following way: while an anterior daughter individual forms a new shell, moving rapidly in an environment full of diatoms, they cling (together with other bodies) to its soft and sticky shell. Thus the type of diatoms or other foreign bodies depends on the season and on the environment in which a given species reproduces. E.g., I noted the appearance of Melosira on the shells of T. subacuta and T. lohmanni only in May in 1947 and 1948, i.e., during the month when Melosira appears in the Gdansk Bay. Kofoed's (1930) opinion that diatom shells and other components of nannoplankton stick to the shell after the infusorian had excreted them as indigestible food does not seem justified. During the period of forming the new shell, the infusorian does not feed, as I found no trace of food in ^{their} ~~his~~ cytoplasm. On the other hand, the possibility of a diatom shell clinging to the infusorian's shell during the trophic period is very unlikely, since the shell has hardened by then. I have observed, besides, that the foreign body is not loosely attached but clings hard to the shell's wall, becoming its part. In May, 1946, when I observed a large number of diatoms on the shells, I tried to determine them and attempted to separate them from the shells. At that time I realized that they can be separated only by dissolving the shell in concentrated HNO_2 under heat.

Summing up my own observations and the observations of other authors given above concerning the formation of a new shell, it seems that this process differs in different species of the

Tintinnoinea group according to the shape, thickness and the degree of complexity in their body structure.

- c. Processes occurring inside the infusorian at the prefission stage.

Defining the genus Tintinnopsis, Brandt (1905) gives as its characteristic feature 2 macronuclei (Ma) and 2 micronuclei (Mi). Laackmann (1908) considers 2 round Ma to be a characteristic of T. lohmanni, (in older animals, Ma is elongated and possesses a nuclear band) and 2 Mi with a diameter 2μ - 4μ , while T. subacuta has: "2 round often elongated nuclei with a cleft" (the author does not mention Mi).

225

My studies of the nuclei structure in T. subacuta, T. lohmanni and T. meunieri gave the following results: All these species have 2 Ma and 2 Mi each. Daughter individual immediately after fission possess perfectly round Ma. The Ma of the mature animals of these species, which are in the trophic stage, have an oval shape.

The round Ma of the young T. subacuta, T. lohmanni, T. meunieri and T. campanula have diameters of 10μ - 11μ , while the oval Ma in mature specimens in the trophic stage are 15μ - 17μ long and 11μ - 14μ wide. The diameter of Mi, which are always round during the interfission stage, is 2μ - 3μ .

We can suppose that the above mentioned authors saw the

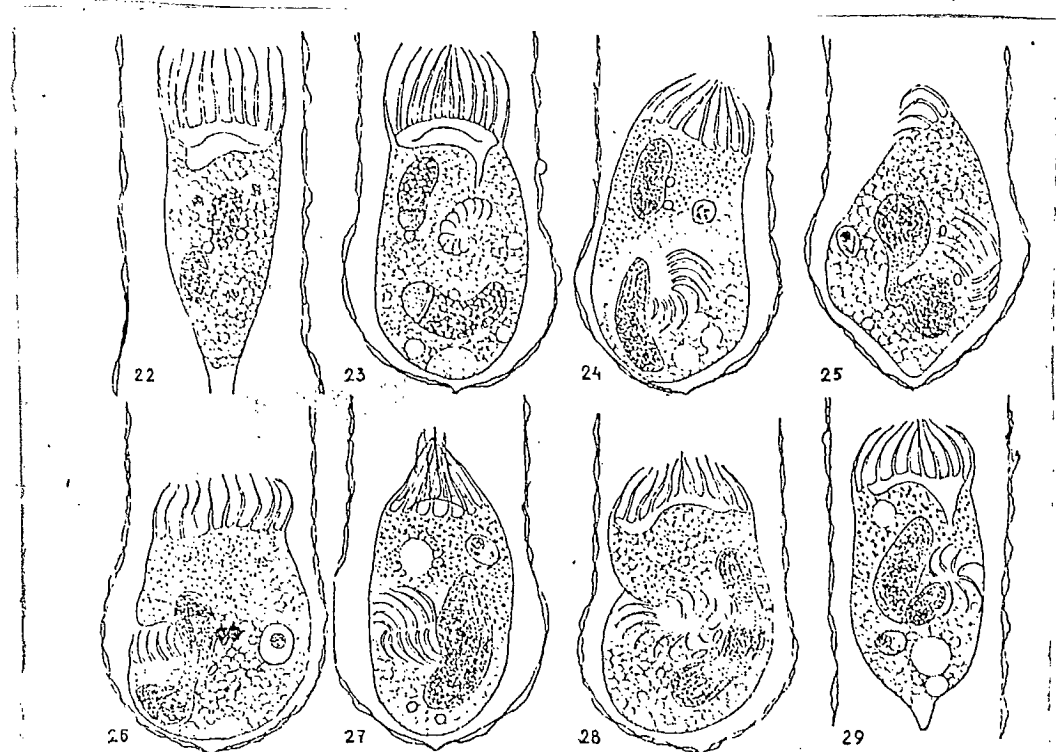
infusorian at different stages of development when they stated that the genus Tintinnopsis has round or oval Ma. I studied the structure of Ma on fixed specimens stained according to the Mann method, with Ehrlich-Biondi-Heidenhain triacid, and with Delafield's haematoxylin. When we stain an adult specimen according to the Mann method and with Delafield's haematoxylin the Ma shows clearly visible concentrations of chromatin, which are distributed fairly evenly all over the nucleus and form a net (Fig. 22). When mature specimens are coloured with the Ehrlich-Biondi-Heidenhain's triacid, it is apparent that they contain not only chromatin but also large acid-absorbing bodies surrounded by a colourless areola. Their number and their sizes vary.

The Ma of the observed species in their prefission stage have a so-called "nuclear band", well known from the numerous studies of macronuclei in Ciliata (Kudo, 1946 and Calkins, 1926), as "nuclear cleft" - Calkins, 1919, "reorganization bands" - Youcon, 1918, Summers, 1935, the "reconstruction band" - Griffin, 1910 and the "nuclear band" - H. Raabe, 1947.

In the species studied by me, where the specimens were stained with triacid, having first been fixed with Schaudinn's solution, the Ma with a "nuclear band" possessed the following structure: the unchanged part of the nucleus, i.e. the part containing the coarse-grain chromatin substance and large acid-absorbing bodies, possessed a clear agglomeration of chromatin grains on the border

of the nuclear band. This is called the base-absorbent belt (H. Raabe, 1947), or the "solution plane" (Tittler, 1935).

The acid-absorbent belt (H. Raabe, 1947, "intermediate plane" - Summers, 1935) goes through the middle of the nuclear band ("reconstruction plane" - Tittler, 1935) which is totally colourless. 226



Rys. 22—29: Podział *T. lohmanni*.

22 -- Osobnik w stadium troficznym. Dwa Ma owalne i dwa Mi. 23 -- Osobnik w stadium przedpodziałowym; widoczny zawiązek nowego peristomu; poprzez Ma zaczyna przesuwać się wstęga jądrowa. 24 -- Moment wydłużania się dolnego Ma przed złaniem się w Ma podziałowe. Górne Mi już po podziale. 25 -- Moment złania się dwóch Ma w Ma podziałowe. Widoczne są tylko dwa Mi. 26 -- Złanie się dwóch Ma w Ma podziałowe. Widoczne są wszystkie trzy Mi. 27 -- Ma podziałowe w początkowym stadium. 28 -- Ma podziałowe przewężone w dwóch miejscach. Trzy Mi. 29 -- Od Ma podziałowego oddziela się Ma, które pozostanie w osobniku potomnym dolnym.

Fig. 22—29: The fission stages of *T. lohmanni*.

22 -- Trophic stage, two Ma and two Mi, 23 -- prefission stage, the beginning of a new peristome, through the Ma beginn to move a „reconstruction band”, 24 -- the prolongation of the lower Ma before the fusion with the upper Ma, the upper Mi is already after fission, 25 -- the fusion of the two Ma, there are seen only two Mi, 26 -- the fusion of the two Ma, there are seen all three Mi. 27 -- the fusion of the Ma, 28 -- the fission of the Ma in two places, three Mi

The acid-absorbent belt consists always of clearly visible concentrations which stain red, like the centres of acid-absorbent 227 bodies. The part of the nucleus which is on the other side of the band has a markedly different structure: The chromatin lumps are small, and the acid-absorbent bodies which are interspersed among them are also small and have no areolas.

I have always found a single band in the representatives of the studied species. Only twice did I find a double band in T. subacuta, and the unchanged part had the shape of a little lump at the very end of the nucleus.

In the course of my studies, I have come to the conclusion that the appearance of the band in nuclei occurs simultaneously with the appearance of a new peristome. This phenomenon means always that the specimen is in the prefission stage (Fig. 23).

The band moves through the Ma of these species before the normal fission of Ma in the posterior daughter individuum, as well as in the individuum which is in the fission stage leading to the formation of a spore cyst. This seems to imply that the nuclear band is an indicator of the reorganization processes which take place in the nucleus before fission. I observed that the nuclear band in T. subacuta and T. campanula passes from one end to the other gradually, leaving one part of the nucleus with a changed structure. Simultaneously with the passing of the band, Ma usually

loses its oval shape, often bending at one end or at both ends (Fig. 23). H. Raabe (1947) observed the passing of the band in the Ma of Urostula grandis before the fusion into one fission Ma, and she also noted the role of the band in the contraction of Ma (which does not occur in the Tintinnopsis).

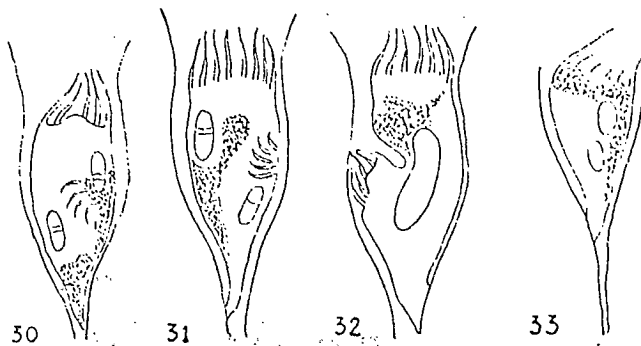
The nuclear band was first studied by Calkins only in 1919, and the authors writing before Calkins did not realize its importance and could not explain why they could not observe it in the nuclei of all the specimens studied. Laackmann (1908) thought that it was a permanent feature of the oval nucleus, but he pointed out that the structure of the nucleus with a "cleft" was not homogeneous.

I obtained best results in studying the structure of Mi by staining with Delafield's haematoxylin. Mi has a cystic structure. It is perfectly round during the trophic stage and during the passing of the band, while it is somewhat flattened, like a lentil grain, during the nuclear fission stage (Fig. 26, 28). The chromatin grains within it are so small that they are usually unnoticeable 228 and the content of the grain seems homogeneous. However, we cannot claim that the chromatin in the Mi of these infusorians is always so dispersed, since we can occasionally find 1-5 small grains in Mi not only before fission but also in the trophic stage.

Staining according to the Mann method reveals yet another process which takes place during the prefission stage. With the

appearance of a nuclear band and the first outline of a new peristom, numerous little grains which stain red (according to Mann) appear at the animal's oral end. When we use Delafield's haematoxylin, the grain structure stands out very clearly on account of its intense colouring, although it does not contrast as strongly as it did when we used the Mann method.

The grains begin to shift in the direction of the old peristom, bypassing the area occupied by the new peristom. After the passing of the nuclear band, the completed formation of a new peristom and the formation of the fission nucleus, when the anterior daughter individuum⁸⁰ begins to separate, the whole mass of these grains is concentrated in the anterior daughter individuum (Fig. 24-29 and 34-38).



Rys. 30-39: Schematyczne ujęcie przesuwania się ziarenek pancerkotwórczych.
Fig. 30-39: Movement of the shellformative grains (outline).

The grains are concentrated immediately below the peristom in the young anterior daughter individuum which had separated from the posterior one and is building a new shell. Alternately, the grains may form a streak on one side (Fig. 40, 41).

When the process of forming a new shell is finished, these 229 grains move again in the direction of the oral end, disappearing gradually. Kofoïd (1930) mentions a similar process in Favella franciscana Kof. in a prefission stage (on p. 6), when he says that the four enclosed drawings demonstrate "the accumulation and localization of a deeply stainable substance which in prefission stages of Favella franciscana is progressively segregated in the oral region of the anterior daughter." Unfortunately, Kofoïd does not tell us which staining method reveals the presence of this substance. Having noted the fact, he does not provide any interpretation.

The characteristic shifts of grains both in the species studied by me and in Favella franciscana studied by Kofoïd allow us to suppose that they are related to the building of a new shell. Kofoïd, Laackmann and Joergensen state that this substance is excreted on the peristome's circumference.

d. Processes taking place within the animal undergoing fission.

Laackmann (1908) was the first scientist to study the changes occurring within an animal during fission (if we do not consider some loose remarks by Daday - 1887). Laackmann studied primarily T. campanula, filling in the gaps with specimens of the species Tintinnus subulatus (i.e. of a different genus), and T. bütschlii,

and maintaining that the process of fission in T. campanula is typical of all the Tintinnoinea with two nuclei. Laackmann claimed in his studies that two Ma join to form a large Ma. He did not manage to observe the process of formation of daughter nuclei, and provided (as a supplement to his studies) only one drawing of an individual with three Ma.

Merkle (1910) maintained that Laackmann had no basis to generalize from his data concerning the problem, and reported that he himself had found various deviations in the fission process in other species with two nuclei. However, he mentioned only individual stages of fission in his dissertation, without combining them into a whole, or giving an explanation for numerous forms which he had found.

My observations of the species: T. subacuta, T. lohmanni and 230 T. meunieri gave the following results: after the final completion of prefission processes i.e. after the formation of a new peristome, the shifting of the plasma grains near the peristome of the maternal individual and the passing of the band through both the Ma, the process of fusion of Ma into one fission Ma begins. This process evolves as follows: first one Ma reaches out towards the other Ma. A similar elongation appears soon also in the other Ma, and the ends of both Ma directed towards each other contain rows of chromatin grains which (as it were) produce currents which cause the shifting of the two Ma and eventually the fusion of their contents (Fig. 24,

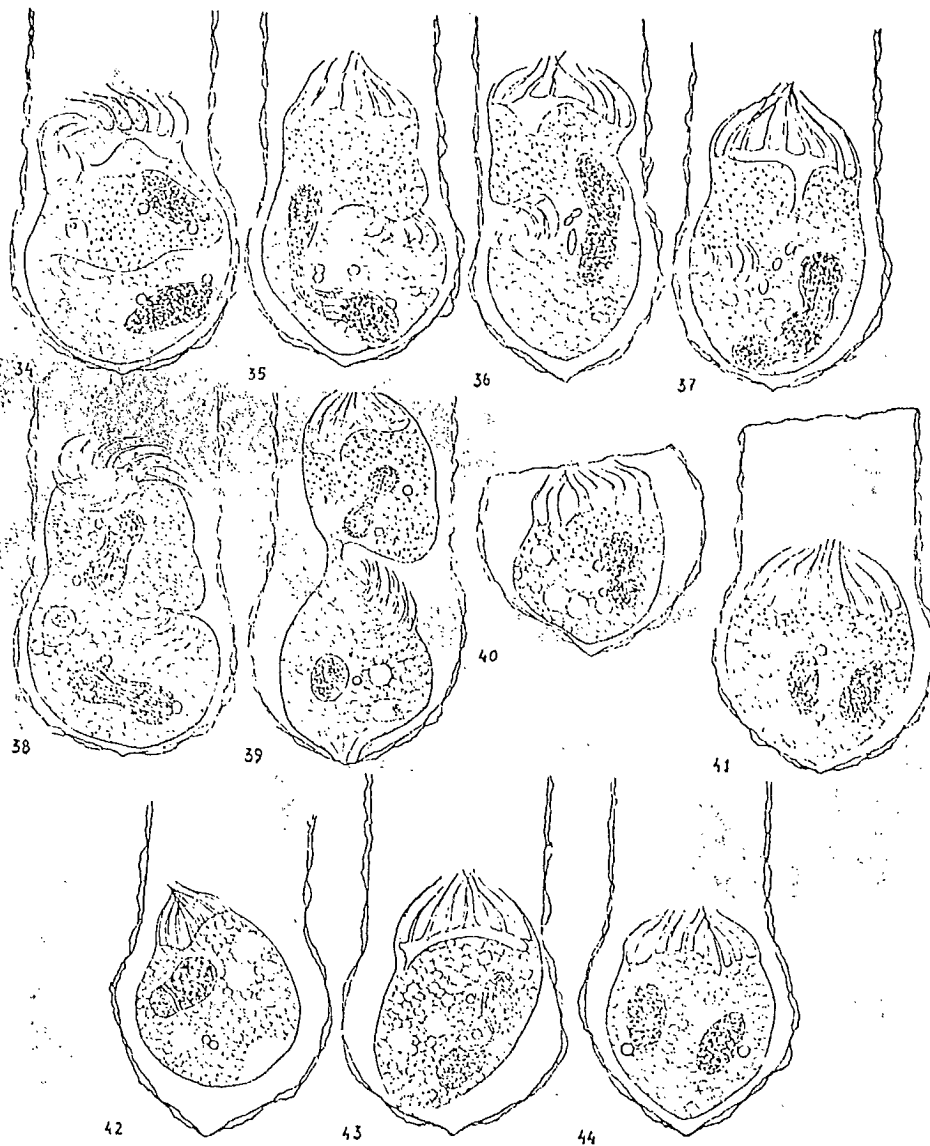
25 and 26). Initially, the fission Ma possesses a somewhat elongated irregular shape with chromatin grains placed in rows (Fig. 27) which can be seen in places.

Gradually, the fission Ma becomes more and more elongated, like a sausage, while chromatin accumulates in three places connected by thread-like rows of grains (Fig. 28). Finally, all the chromatin grains form rows and there appear fissions in two places on the surface of the nucleus.

The composite Ma divides into three parts gradually: first it divides into two uneven parts (Fig. 27), and then the larger anterior part divides again, thus creating the tripartite fission Ma characteristic of those species (Fig. 28).

The ends of the fission nucleus are always rounded, and the whole nucleus forms an arch placed immediately under the cell's surface, with its concave side turned towards the new peristome.

The fission of Ma into three parts is completed in two steps, and this process does not take place synchronously in the studied species of Tintinnopsis, but the posterior part separates and remains in the posterior daughter individual (Fig. 29) while the remaining segment of fission Ma divides further into two parts which form the two nuclei of the anterior daughter individual.



Rys. 34-44: Dalsze procesy podziałowe *T. lohmanni*.

34-38 — Procesy odbywające się w trakcie podziału w przypadku podziału obu Mi już w osobniku macierzystym. 39 — Końcowe stadium podziału. Osobnik potomny dolny zawiera jedno Ma i jedno Mi. Osobnik potomny górny zawiera dwa Mi i końcowe stadium podziału Ma. 40-41 — Zmiany w aparacie jądrowym w osobniku potomnym górnym. 42-44 — Zmiany w aparacie jądrowym w osobniku potomnym dolnym.

Fig. 34-44: Further fission stages of *T. lohmanni*.

34-38 — processes, which take place during the fission in the both Mi in the maternal individual. 39 — finally fission stage: the posterior daughter individual has one Ma one Mi, the anterior one — two Mi and the in finally fission stage. 40-41 — the changes of the nuclear apparatus in the anterior daughter individual. 42-44 — the changes of the nuclear apparatus in the posterior daughter individual.

This can be seen in the shell which I had found and which contains 232 two daughter individuals just before fission. The posterior individual remaining in the shell has one nucleus while the anterior individual has two nuclei (Fig. 39).

Fission processes in Mi usually take place earlier than in Ma, sometimes beginning even before the elongation of the first Ma. During the infusorian's trophic stage, Mi lies next to Ma, at the end of Ma or by its side. Sometimes it seems to be pushed into Ma, where it finds a niche, and there were occasions when it was impossible to find it. However, after the passing of the nuclear band through Ma, Mi moves away from Ma (a little) and undergoes fission. Usually, the anterior Mi divides first (Fig. 24) while the posterior Mi divides later.

During the fission of Mi, a small spindle forms (Fig. 36), and fission probably proceeds very quickly since it is difficult to see this stage under the microscope. Two daughter Mi lying side by side in the cytoplasm after fission can be observed more often (Fig. 35).

When the fission Ma is formed, there are usually three Mi placed in a row at a certain distance from the concave side, between the fission Ma and the new peristome, and they resemble lentil grains. One of the Mi passes, together with one Ma, to the posterior daughter individual, while the other two move, together with the two Ma, to the anterior daughter individual.

However, the fission of Mi does not always occur immediately after the passing of the band through Ma. There are cases when this process takes place at the moment of the fusion of Ma (Fig. 35), or when the fission nucleus is completely formed (Fig. 36).

Simultaneous with these processes, is a gradual fission of cytoplasm which takes place in the nuclear apparatus. Thus, when the anterior daughter individual^u detaches itself, it has two daughter Ma and two Mi, while the posterior daughter individual^u has one Ma and one Mi (Fig. 27).

My data demonstrates that the whole process taking place in the micronuclear apparatus is completely different from Laackmann's description. Apart from the fact, that I believe that the fission of Mi takes place faster and often earlier than Ma, since it begins before the elongation of the first Ma, there is no fusion of Mi into fission Mi, as Laackmann maintained.

There are exceptional cases, when both Mi undergo fission either immediately after the passing of the band through Ma, or during the fusion of the two Ma, or when the fission Ma is already formed. In the latter case, the posterior Ma undergoes fission simultaneously. This simultaneity of the fission of Ma and Mi seems to indicate the relationship which exists between these processes. Both the anterior individual^u and the posterior one have two Ma and two Mi each at that time.

c. Changes in the nuclear apparatus of the daughter individual

I have not found any mention concerning the fate of the posterior daughter individual or the anterior daughter individual, or the changes in their nuclear apparatus in the literature available. I have observed such external processes as the formation of a new shell by the anterior daughter individual and inter-cell changes in T. subacuta, T. lohmanni and, additionally, in T. campanula. The addition of T. campanula to my observations was prompted by the fact that Laackmann's most exhaustive studies of this species' reproduction did not include changes occurring in daughter individual after fission.

The nuclear apparatus (in all the species studied) of the anterior daughter individual consists of two round Ma with the diameter of 12μ and two Mi. For quite a while, this situation remains unchanged. The round Ma become oval ($15-17\mu$ long), and another change of the fine-grained structure into a coarse-grained one takes place only at the time when the shell is nearly formed. The cell grows simultaneously with the building of the shell, and finally achieves the normal size: the height of approximately 66μ (Fig. 40 and 41).

Greater changes occur in the nuclear apparatus at the posterior daughter individual. After the separation from the fission Ma, the posterior Ma has a round shape, a diameter of 12μ and a fine-

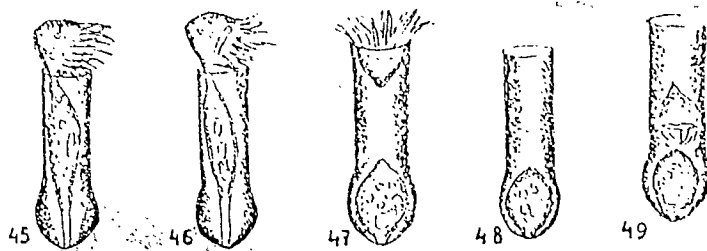
grained structure. After the complete separation of the posterior daughter individual, Ma becomes oval. Its diameter is 15-17 μ and its fine-grained structure becomes coarse-grained. Mi lies next to Ma and is, as it were, stuck to it. During the next phase, the nuclear band appears in Ma, and Mi moves away from Ma and undergoes fission (Fig. 42). After the passing of the band, Ma divides into two daughter Ma. During this fission, chromatin grains form thread-like rows, while the Mi go to each of the two daughter nuclei (Fig. 43). The round fine-grained Ma take on an oval shape and become coarse-grained. Mi lie next to Ma (Fig. 44).

The posterior daughter individual in maternal shells show no grain-structure observed in the anterior daughter individual when they are stained according to the Mann method or with Delafield's haematoxylin, which seems to confirm the supposition concerning their role in shell building.

III. Spore Cysts

Laackmann (1908) describes in a fairly detailed way the formation of a spore cyst in Cyrtarocylis helix Cl. and Tintinnus subulatus Fauré-Frem., providing 4 drawings of such cysts placed in the upper part of the shells of those species. He notes in his description that he had encountered a similar cyst in Tintinnopsis baltica with a long socket. These cysts are attached to the shell's walls and their cell contains two Ma. Laackmann did not succeed

in tracing the further development of such a cyst, i.e., the



Rys. 45—49: Tworzenie się cysty przetrwalnikowej obserwowane na okazach żywych *T. subacuta*.

Fig. 45—49: The formation of cyst, observed in vivo in *T. subacuta*.

The formation of a spore cyst in the species studied by me differs from the process studied by Laackmann in Cyttarocyliis helix Cl. and Tintinnus subulatus Fauré-Frem. In all the species studied by me, this process was identical. As I observed in vivo the fission of T. subacuta, I noticed that this infusorian's fission sometimes differed from the norm, i.e. it took place without the previous formation of a new peristom (Fig. 45 and 46). In those cases, after the separation of the anterior daughter individual and its leaving the shell, the posterior daughter individual would immediately shrink and form a motionless oval lump of plasma in the shell's chamber, while the shell would fall off (Fig. 47). In a normal situation, when the anterior daughter individual separates, the posterior daughter individual has a well-formed peristom, it moves by means of membranelles and swims about carrying a shell.

235

235

When I did a cytological study of stained specimens of T. meunieri and T. campanula at the fission stage leading to the

formation of a cyst, I observed that the process of shifting one nucleus into the lower part of the cell and the other nucleus - into the upper part of the cell takes place without a previous fusion into a fission nucleus, while the nuclear band passes through both the Ma, changing its coarse-grained structure into a fine-grained structure.

Unfortunately, I have not succeeded in observing such a stage in T. subacuta but I found a specimen of this species representing the second moment of this process, immediately after the anterior daughter individuum's separation. This infusorian was a ball-shaped lump of plasma, containing one Ma with the band which had almost passed through the whole nucleus. Mi was very clear and was placed immediately next to Ma. Two large vacuoles can be observed in the lower part of the infusorian (Fig. 50).

After about 30 minutes, such a lump of plasma becomes enwrapped in a clearly observable transparent envelope, forming a cyst with a very characteristic appearance (Fig. 51). The height of such a cyst in T. subacuta is approximately 27μ .

If we compare such cysts of T. subacuta with those of T. meunieri, we can see a resemblance between the exterior shape of the cysts which differ only in size, the cysts of T. meunieri measuring about 20μ in height.

Ma inside the cyst has a very clear fine-grained structure and a lateral position, almost immediately under the cover. The

grained part of the cytoplasm is strongly vacuolized, and the lower part contains homogeneous cytoplasm which will become a stem in the future.

I have observed how an infusorian emerged from such a cyst in T. subacuta. In the initial stage, immediately after dissolving the cover, we can observe hardly perceptible delicate membranelles at the upper pole of the cell. These membranelles begin to move 236 very lightly, becoming more and more visible until we can clearly see the whole peristome, with short and very thin initial membranelles (about 14μ long, while normal membranelles are up to 30μ long). Such a young representative of Tps. subacuta with a delicate peristome is $29-33\mu$ high, while the height of a young daughter individual with round nuclei, which was the product of normal fission, is $44-51\mu$, and the height of a normal mature individual in the trophic stage is approximately 66μ regardless of the length of the shell. The young individual gradually undergoes transformations, growing and forming a new peristome in the course of 6-8 hours.

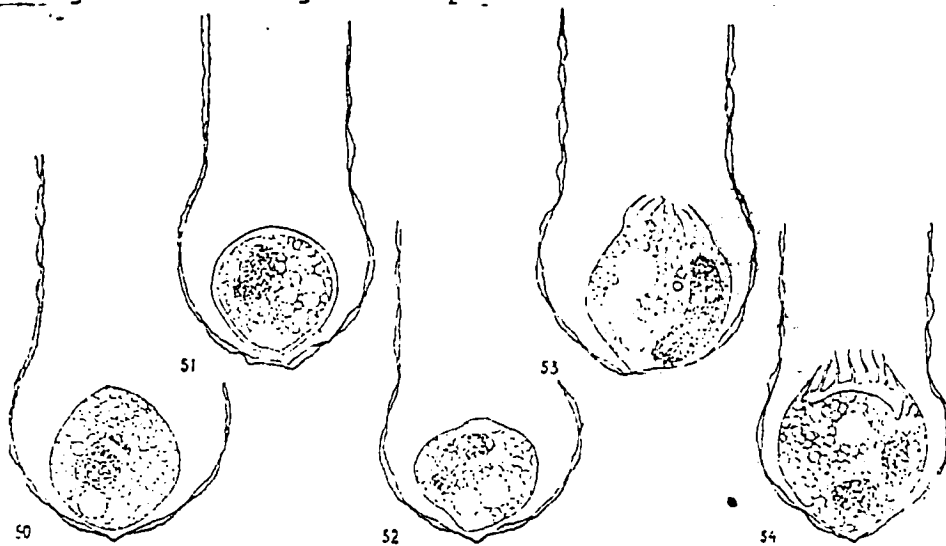


Fig. 50—54: The outlasting cysts.

50—51 — the changes of a individual by a cyst formation, 52--54 — the changes in the nuclear apparatus by the forming of a new individual from a cyst.

As I studied the infusorians in this stage of development on coloured preparations, I observed the following changes in the nuclear apparatus: Ma began to lengthen gradually, and the grains of chromatin formed thread-like rows along the axis. During this period, Mi adhered closely to Ma. The elongated Ma took on a crescent shape (Fig. 52, 53). As a result of fission, two round Ma were created, and they gradually became oval in shape and changed the coarse-grained structure of chromatin into the fine-grained one. Mi lay closely adhering to Ma. 237

Reviewing the same stages in T. meunieri on specimens stained with ferric haematoxylin, I observed striking similarities between individual forms of this species and those of T. subacuta. The height of such a young T. meunieri is 27μ , while the normal individuum of that species in the trophic stage (with two oval nuclei) is 38μ high.

Laackmann (1908) has a whole chapter of his study entitled: "Junge Tiere", in which he describes such a youthful stage of T. campanula. He provides three drawings with this description (Laackmann, 1908, Tab. 111, Fig. 36, 37 and 38), and these drawings resemble the forms presented in my drawings (Nos 51 and 52). All the three specimens shown by Laackmann have no peristome. One of them contains one Ma, the other undergoes fission, while the third already has two Ma and two Mi.

I have always found only one Ma in this stage of the infusorian's development. Were it not for the difference in the nuclear apparatus, we could suppose that these are the forms representing the emergence of the individual from a cyst. On the other hand, Laackmann explained the origin of these youthful forms quite differently, maintaining that they were the result of sexual reproduction. Laackmann did not observe this phenomenon and did not describe successive phases of this process in his work.

Many authors have found spore cysts in various species of Tintinnopsis. Joergensen (1932) notes that encysted stages appear usually only in neritic forms and are regarded as a means of surviving the winter period or the unfavourable conditions in the sea.

I have found cysts in conditions which were unpropitious for the studied species. I noted the presence of cysts in T. subacuta at the end of July in 1947 and 1948 i.e. during the period when this species gradually disappears. It is totally absent in August (Biernacka, 1948).

I found cysts in T. meunieri in specimens caught in very large quantities on 30 July, 1948 near Szwedzka Gorka, when the Vistula waters reached the Hel peninsula, carrying with them a large mass of T. meunieri, brought from the vicinity of the Vistula Spit, where this species appears in large quantities. 238

5% in the place of catch was 4.76 at that time, while normally

it is about 7, and the temperature was 22.65°C , which apparently created unfavourable conditions for these infusorians and caused encystation.

According to my observations in vivo, the anterior individual formed during the creation of a cyst does not always leave the shell and, after a while, disintegrates (Fig. 49). Such a phenomenon can be also illustrated by fixed specimens, since I have often found the remainder of a dead infusorian above the cyst.

The present work is a result of my studies of Tintinnoinea, which I had carried out as a volunteer since 1946 at the Marine Fishing Laboratory (Marine Station) in Gdynia. I conducted these studies under the direction of Prof. Dr. Bogucki, who gave me abundant advice and directions, as well as a great deal of his valuable time, for which I would like to express my gratitude. During that four year period, I could make unrestricted use of all the laboratory experiment and had the assistance of its staff: A. Glowinska, Dr. W. Mankowski, Dr. P. Trzesinski, Mr. Kordyl, M.A. and the technical personnel for which I am also very grateful. I would like to express my thanks to the untimely departed Prof. Dr. Henryk Raabe for his useful comments and a critical review of my manuscript.

Literature

- Alander, H. Bulletin hydrographique 1907-1939, 1946, 7, 8, 9.
Hydrographic observation in the Baltic during 1945 and 1946,
111. 1947.
- Biernacka I. Tintinnoinea in the Gdansk Bay and the adjacent
waters. Bulletin of the Marine Fishing Laboratory in
Gdynia, No. 4, 1948.
- Brandt, K. The Tintinnidae of the plankton expedition 1906-1907.
- Calkins, G.N. The Biology of Protozoa. Philadelphia, 1926.
- Dogiel, V.A. The sexual process in the Infusoria. Arch. f.
Protist. 90, 1938.
- Fermor, Xenie. The importance of encystment in Stylonichio
pustulata Ehrng. Zoolog. Anz. 42, 1913.
- Gelei, J. The excretion plasm of Didinium nasutum during the
resting stage and during division. Arch. f. Protist. 90,
1938.
- Glowinska, A. Hydrographic conditions in the Gdansk Bay in the
second half of 1946. Bulletin of the Marine Fishing
Laboratory in Gdynia. No. 4, 1948.
- Haberlandt, G. The physiology of cell division. Contribution
6: Dissolution of cell division, resulting from wound
hormones. Sitzungsber. d. Preuss. Akademie d. wissenschaften.
Berlin, 1921.
- Hensen. The determination of plankton. Fifth report of the
Commission for the Scientific Investigation of the German
Seas. Kiel, 1887.
- Hertwig, R. Physiologic degeneration in Actinospherium eichhorni.
Jena, 1904.
- Ivanic, M. The encystment-connected origin of strains without
nucleoli. Arch. f. Protist. 74, 1931.
- Jorgensen, E. The Tintinnidae. Grimpe and Wagler: The fauna
of the North Sea and the Baltic Sea, 1927.

- Kahl, A. The fauna of Germany. Protozoa. Jena, 1930-1935.
- Kofoed, C.A. Factors in the Evolution in the Pelagic Ciliata the Tintinnoinea. Univ. of California, 1930.
- Kofoed, C.A. and Campbell, A.S. A conspectus of the marine and fresh-water Ciliata belonging to the suborder Tintinnoinea, with descriptions of new species principally from the Agassiz expedition to the eastern tropical Pacific 1904-1905 (1929).
- Kudo, R. Protozoology. Springfield, 1946.
- Laackmann, H. A sexual and sexual reproduction in the Tintinnidae. Scientific investigations of the oceans. Kiel, 1908.
- Lothar Geitler. Contribution to the knowledge of the encystment of the ciliate Aphrydium versatile. Arch. f. Protist. 90, 1938.
- Merkle, H. Investigations of the Tintinnidae of the Baltic Sea and the North Sea. Kiel, 1916.
- Momcilo, I. New contributions to the knowledge of the reorganization processes of the nuclear apparatus of Chilodon uncinatus Ehr. that are connected with reproduction resting stages. Arch. f. Protist. 79, 1933.
- Poljansky, G. The sexual process in Bursaria truncatella O.F. Müller. Works of the St. Petersburg Biol. Institute.
- Pomrianskinskaya, N.A. Observations of cysts of the gastrotrich infusorian Oxytricha hymenostoma Stein. Leningrad, 1940.
- Raabe, H. Nuclear apparatus in Urostyla grandis. Pt. I. Micronuclear apparatus. Annals of the M. Curie Skłodowska University, pt. C, 1, 1946. Lublin.
- _____. Pt. II. Macronuclear apparatus. Annals of the M. Curie Skłodowska University, pt. C, I, 1947. Lublin.
- Sharp, Lester W. Introduction to Cytology. New York and London, 1934.
- Schweyer, A.W. Contribution to the knowledge of the soft body of the Tintinnidae. Arch. f. Protist., 18, 1909.
- Steuer, M. Outline of the study of plankton. 1911.

Valikangas, Ilmari, Plankton investigations in the harbor area of Helsinki, 1926.

Weisbach-Werner. Tabulae biologicae. Bd. VI, 1930.

P I S M I E N N I C T W O

1. Alander H. -- Bulletin hydrographique 1907-1939, 1946, 7, 8, 9. Hydrographique observation in the Baltic during 1945 and 1946. III, 1947.
2. Biernacka I. -- *Tintinnoinca* w Zatoce Gdańskiej i wodach przyległych. Biuletyn Morskiego Laboratorium Rybackiego w Gdyni. Nr 4, 1948.
3. Brandt K. -- Die Tintinnodeen der Plankton Expedition 1906 u. 1907.
4. Calkins G. N. -- The Biology of Protozoa. Philadelphia, 1926.
5. Dogiel V. A. -- Die Geschlechtsprocesse bei Infusorien. Arch. f. Protist. 90, 1938.
6. Fernor Xenie -- Die Bedeutung der Encystierung bei *Stylonichia pustulata* Ehrng. Zoolog. Anz. 42, 1913.
7. Gelei J. -- Das Exkretionsplasma von *Didinium nasutum* in Ruhe u. Teilung. Arch. f. Protist. 90, 1938.
8. Glowinska A. -- Stosunki hydrograficzne w Zatoce Gdańskiej w drugiej polowie 1946 roku. Biuletyn Morskiego Laboratorium Rybackiego w Gdyni. Nr 4, 1948.
9. Haberlandt G. -- Zur Physiologie der Zellteilung. Mittlg. 6. Über Auflösung von Zellteilungen durch Wundhormone. Sitzungsber. d. Preuss. Akademie d. Wissenschaften. Berlin, 1921.
10. Hensen -- Über die Bestimmung des Planktons. Fünfter Bericht der Kommission zur Wissensch. Unters. der deutsch. Meere. Kiel, 1887.
11. Hertwig R. -- Über physiologische Degeneration bei *Actinospherium Eichhorni*. Jena, 1904.
12. Ivanic M. -- Über die mit Encystierung verbundene Entstehung der kernlosen Stämme. Arch. f. Protist. 74, 1931.
13. Jörgensen E. -- *Tintinnidae*. Grunpe u. Wagler. Tierwelt der Nord und Ostsee, 1927.
14. Kahl W. -- Die Tierwelt Deutschlands. Protozoa. Jena, 1930-1935.
15. Koloid C. A. -- Factors in the Evolution in the Pelagic *Ciliata* the *Tintinnouca*. Univ. of California, 1930.
16. Koloid C. A. a. Campbell A. S. -- A conspectus of the marine and fresh-water *Ciliata* belonging to the suborder *Tintinnouca*, with descriptions of new species principally from the Agassiz expedition to the eastern tropical Pacific 1904-1905 (1929).
17. Kudo R. -- Protozoology. Springfield, 1946.
18. Laackmann H. -- Ungeschlechtliche u. geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen. Wissensch. Meeresuntersuchungen. Kiel, 1908.
19. Lothar Geitler -- Zur Kenntnis der Encystierung des Ciliaten *Aphrydium versatile*. Arch. f. Protist. 90, 1938.
20. Merkle H. -- Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee. Wissenschaftliche Meeresunters. Kiel, 1916.
21. Momeilo I. -- Neue Beiträge zur Kenntnis der mit den Reorganisationprocessen des Kernapparates verbundenen Vermehrungsruhestadien von *Chilodon uncinatus* Ehr. Arch. f. Protist. 79, 1933.
22. Poljansky G. -- Geschlechtsprocesse bei *Bursaria truncatella* O. F. Müller. Trudy Peterg. Biol. Inst.
23. Pomrianskinskaja N. A. -- Nabludienija nad cystami briuchoriesnicznoj infusorii *Oxytricha humenostomi* Stein. 1940. Leningrad.

24. Raabe H. — L'appareil nucléaire d'*Urostyla grandis* P. I. Appareil micro-nucléaire. Annales Universitatis M. Curie-Sklodowska. Sectio C I. 1946. Lublin.
25. Raabe H. — L'appareil nucléaire d'*Urostyla grandis* P. II. Appareil macro-nucléaire. Annales Universitatis M. Curie-Sklodowska. Sectio C I. 1947. Lublin.
26. Sharp Lester W. — Introduction to Cytology. New York a. London, 1934.
27. Schwyer A. W. — Zur Kenntnis des Tintinnodeenweichkörpers. Arch. f. Protist. 18, 1909.
28. Steuer A. — Leitfaden der Planktonkunde, 1911.
29. Valikangas Ilmari — Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. 1926.
30. Weisbach-Werner — Tabulae biologicae. Bd. VI, 1930.