WIADOMOŚCI PARAZYTOLOGICZNE
T. XIX, NR 4, 1973

KRYTERIA TAKSONOMICZNE I PROBLEM GATUNKU U *PROTOZOA*

STANISŁAW L. KAZUBSKI

Zakład Parazytologii Polskiej Akademii Nauk, Warszawa

Zadaniem mego referatu jest przedstawienie pewnej specyfiki pojęcia gatunku u pierwotniaków oraz rozważenie kryteriów taksonomicznych, z jakimi mamy do czynienia w tej obszernej grupie. Moje rozważania dotyczyć będą głównie pierwotniaków pasożytniczych, jednak w pewnych przypadkach będę przytaczać przykłady także z różnych grup wolnożyjących, gdyż są lepiej opracowane.

Na wstępie chciałem przypomnieć, że *Protozoa* to bardzo obszerna i różnorodna grupa świata zwierzęcego i że nawet w poszczególnych typach i gromadach tego podkrólestwa niektóre pojęcia i kryteria mogą kształtować się odmiennie, podobnie zresztą jak ma to miejsce wśród różnych typów *Metazoa*.

Istnieją jednak pewne cechy wspólne dla wszystkich pierwotniaków, różniące z kolei tę grupę od *Metazoa*. Ich omówienie wypada zacząć od prawie powszechnej u *Protozoa* jednokomórkowej organizacji, stosunkowo niewielkich wymiarów i w rezultacie zepchnięcia „anatomii" pierwotniaków do poziomu ultrastruktur. W zasadzie organizację pierwotniaków można dobrze zrozumieć dopiero na tym poziomie.

Drugą ważną właściwością *Protozoa* jest możliwość szybkiego rozmnażania się. W większości przypadków kolejne podziały pierwotniaków następują w krótkich odstępach czasu, niekiedy nawet co kilka godzin (np. u *Tetrahymena pyriformis* w optymalnych warunkach hodowlanych). A nawet wówczas, gdy rozmnażanie następuje rzadziej, jest to kompensowane przez jednoczesne wytwarzanie dużej liczby osobników potomnych (np. przy rozmnażaniu schizogonicznym). Istotne jest również to, że zazwyczaj rozmnażanie się pierwotniaków odbywa się bez przerwy przez cały rok i nie jest, poza pewnymi wyjątkami, związane z jakimś określonym sezonem. Pod względem tempa i czasokresu rozmnażania się pierwotniaki są więc bliższe bakteriom niż większości *Metazoa*, u których rozmnażanie jest w dużym stopniu związane z fenologią.

Jeszcze jedną, bardzo istotną cechą *Protozoa*, jest brak powszechności procesów płciowych. Procesy płciowe mogą nie występować u całych dużych jednostek taksonomicznych. Mogą jednak także nie występować u grup mniejszych, np. u rzędów lub rodzin; ma to wówczas często charakter wtórny. Przy czym, nawet jeżeli procesy płciowe występują, nie towarzyszą one każdemu aktowi rozmnożenia, lecz zachodzą co pewien czas, w ściśle określonych momentach cyklu życiowego, lub w ściśle określonych warunkach. Ów brak procesów płciowych u niektórych pierwotniaków, a w konsekwencji brak możliwości wymiany materiału genowego, skłoniły nawet niektórych autorów (Dobzhansky, Chochłow) do negowania gatunkowej struktury *Protozoa*.

Stanowisko to nie znalazło jednak prawie zupełnie praktycznego odbicia w działaniach protozoologów taksonomów; w dalszym ciągu opisywano gatunki, starając się wyróżnić je morfologicznie. Pogląd ten spotkał się także z poważną krytyką ze strony niektórych protozoologów (Poljansky, 1957). Przypominał on znany fakt, że nieciągłości (hiatusy) międzygatunkowe nie są wcale mniejsze u grup *Protozoa* rozmnażających się wyłącznie agamicznie (np. korzenionóżek z rodzajów *Arcella* i *Difflugia*, lub wiciowców z rodzajów *Lamblia* i *Trichomonas*), niż u tych grup, u których proces płciowy istnieje. Doskonałym przykładem jest także podgromada *Hypermastigida*. U przedstawicieli tej grupy, występujących u drewnożernych karaluchów *Cryptocercus*, regularnie zachodzi proces płciowy. Natomiast gatunki *Hypermastigida*, występujące u termitów, są pozbawione tego procesu od kilkuset milionów lat (przypuszczalnie od późnego paleozoiku, gdy obie grupy żywicielskie, karaluchy i termity, wyodrębniły się z *Protoblattoidea*). Mimo to nie widać jakichś poważniejszych różnic w możliwości wyróżniania gatunków z racji ich występowania w którejś z tych grup żywicielskich. Natomiast często spotykamy się z pewnymi trudnościami przy wyróżnianiu gatunków u *Ciliata*, u których proces płciowy i krzyżowe zapłodnienie występują powszechnie, a więc tam gdzie istnieją wszelkie możliwości przepływu genów w populacji. Poza tym właśnie wśród orzęsków napotykamy jednostki, które w innych grupach nazwano by gatunkami bliźniaczymi — mowa o syngenach *Paramecium aurelia* i odmianach *Tetrahymena pyriformis*, które mimo, że są morfologicznie nierozróżnialne nie krzyżują się między sobą.

W protozoologii wyznacza się gatunki głównie na podstawie ich morfologii. Corliss (1962) omawiając podstawy klasyfikacji *Protozoa*, na pierwszym miejscu wymienia cechy morfologiczne: zewnętrzne wytwory organizmu (pancerzyki, skorupki, płytki tekowe), otoczki (membrany cyst i spor), wewnętrzne szkieleciki, organelle ruchu, wymiary i kształt ciała, organelle służące do przytwierdzania się do podłoża, organizację war-

stwy kortykalnej i podpowierzchniowego układu włókienkowego, strukturę cytoplazmy oraz budowę i charakterystykę aparatu jądrowego, a dopiero później cechy niemorfologiczne takie jak ekologia, typ układu pasożyt-żywiciel (u gatunków pasożytniczych), charakterystyka fizjologiczna, charakterystyka biochemiczna i serologiczna, pigmentacja, zabarwienie i rodzaj cząstek rezerwowych, morfogeneza i ontogeneza (cykl życiowy) i czynniki genetyczne. Oczywiście wymienione tu cechy znajdują zastosowanie do klasyfikacji *Protozoa* nie tylko na szczeblu gatunkowym, ale także na szczeblach wyższych — jednak doskonale ilustrują występującą tendencję. W większości przypadków gatunki są wyróżniane i opisywane głównie na podstawie ich morfologii. Można się o tym przekonać przeglądając dowolne czasopismo protozoologiczne. Jest to zresztą zgodne z tendencją, jaka panuje w zoologii.

Oczywiście cechy niemorfologiczne nie są całkowicie bez znaczenia dla taksonomii *Protozoa,* mają jednak raczej charakter uzupełniający. Najlepszym dowodem jest wspominany już poprzednio przykład syngenów u *Paramecium* czy odmian u *Tetrahymena.* Są one genetycznie izolowane, i każda z nich ma najprawdopodobniej swój własny areał rozsiedlenia i choć nie różnią się żadnymi innymi, bardziej istotnymi cechami, nic nie stałoby na przeszkodzie, by uznać każdą z nich za oddzielny gatunek. Jednak kroku tego nie uczyniono, właśnie ze względu na ich morfologiczną jednorodność.

Cechy niemorfologiczne zdobyły nieco większe znaczenie jedynie w taksonomii niektórych grup pasożytniczych, np. u trypanosom występujących u człowieka i pewnych ssaków. Ta grupa trypanosom jest wyjątkowo jednorodna jako całość, ale należące do niej gatunki charakteryzują się dużą polimorficznością, przy tym obraz zmienności jest potęgowany zniekształceniami powstającymi podczas utrwalania i późniejszej obróbki materiału. W rezultacie, przy zastosowaniu mikroskopu świetlnego trudno jest znaleźć rzucające się w oczy cechy, które z powodzeniem mogłyby być zastosowane w systematyce trypanosom. Stąd próby charakteryzowania poszczególnych gatunków występowaniem i intensywnością niektórych procesów metabolicznych, np. współczynnika oddechowego, zapotrzebowaniem na cukier lub wytwarzaniem określonych związków (Levine, 1972). Są to jednak badania skomplikowane, wymagające złożonej aparatury, dużych porcji materiału do badań, a więc niemożliwe od wykonania na każdym gatunku i w każdych warunkach. Poza tym ukazujące się ostatnio prace z użyciem mikroskopu elektronowego zdają się wskazywać, że morfologiczne różnice między poszczególnymi gatunkami być może mają miejsce na poziomie ultrastruktur. Być może mikroskopia skaningowa także ujawni takie cechy.

W żadnej z dziedzin zoologii poznanie morfologii nie jest tak bardzo

związane z rozwojem technik badawczych, jak w protozoologii. Jeszcze przed czterdziestu laty opisy gatunków pierwotniaków opierano głównie na kształcie komórki, jej wielkości oraz na strukturze protoplazmy i budowie aparatu jądrowego. Tam, gdzie było to możliwe, opisywano trwałe wytwory komórki pierwotniaczej: szkieleciki, otoczki cyst itp. Zaś u orzęsków, stosunkowo dużych i skomplikowanych organizmów, rysowano jeszcze w sposób dość ogólny szeregi rzęsek (porównaj Kahl, 1930-1935). Barwienia dokonywano głównie różnymi barwnikami o charakterze uniwersalnym. Nie działały one specyficznie w stosunku do żadnych struktur, a końcowy efekt barwienia zależał od stopnia zróżnicowania obrazu działaniem różnego typu środkami wypłukującymi barwnik. Mogło to prowadzić do różnic, a nawet wyraźnych błędów w interpretacji.

Następne lata przyniosły duży postęp w jakości obrazów mikroskopowych oraz zwiększenie zdolności rozdzielczej mikroskopów optycznych. Wprowadzono szereg barwień specyficznych, wyjawiających poszczególne struktury pierwotniaków w sposób jednoznaczny i stosunkowo dokładny. np. aparat jądrowy po przeprowadzeniu reakcji Feulgena, lub umożliwiających poznanie składu chemicznego i rozmieszczenia różnych substancji zapasowych metodami cytochemicznymi.

Jednak najbardziej owocną techniką okazały się różne metody srebrzenia, wprowadzone do protozoologii w latach trzydziestych. Polegają one na impregnowaniu orzęsków związkami srebra i wyjawianiu tzw. struktur argentofilnych o charakterze włóknistym (kinetosomy i różne łączące je fibrille) lub wzmacniającym (haki). Techniki srebrzenia okazały się niezwykle przydatne i stały się niezbędne w pracach systematycznych nad orzęskami i opalinami. Wyjawione przy ich pomocy układy (albo jak często mówimy „obrazy") argentofilne okazały się niezwykle charakterystyczne dla każdego gatunku i bez wielkiej przesady można je porównać do odcisków linii papilarnych człowieka. Przy czym właśnie na poziomie gatunku ważnym okazał się nie tylko sam przebieg i kształt tych elementów ale ich liczba.

Ważnym źródłem informacji o pierwotniakach, co prawda nie służącym bezpośrednio taksonomii, ale ułatwiającym zrozumienie wielu cech taksonomicznych jest poznawanie ultrastruktur widzianych w mikroskopie elektronowym. W ostatnich latach pojawiła się jeszcze jedna metoda, a mianowicie mikroskopia skaningowa, pozwalająca z jeszcze większą precyzją poznawać wygląd i budowę powierzchni orzęsków. Spodziewamy się po niej dużo, szczególnie w zakresie poznawania drobnych i delikatnych struktur powierzchniowych, np. membranelli gębowych itp.

Pojawienie się takich bardzo szczegółowych metod oraz coraz większe opieranie systematyki na elementach policzalnych spowodowały

w systematyce pierwotniaków, a szczególnie orzęsków, szereg nowych problemów. Postaram się je omówić właśnie na przykładzie orzęsków. Są to przede wszystkim dwa zagadnienia: problem porównywalności badanego materiału i problem rzeczywistej zmienności pierwotniaków.

Stosowanie wyspecjalizowanych technik prowadzi do tego, że do opisu gatunku trzeba użyć wielu okazów utrwalonych, a następnie barwionych różnymi sposobami. Każda z tych technik powoduje nieco inne zniekształcenia oraz w innym stopniu wpływa na wymiary komórki pierwotniaczej. Należy o tym pamiętać przy wykonywaniu opisów i zawsze podawać warunki utrwalania i barwienia; czyni to wyniki bardziej porównywalnymi. Dobrym sprawdzianem może tu być także weryfikacja wymiarów i rozmieszczenia organelli żywych okazów, obserwowanych za pomocą mikroskopu kontrastowo-fazowego, w którym struktury wewnętrzne pierwotniaków są zazwyczaj doskonale widoczne.

Drugi problem, to rzeczywista morfologiczna zmienność pierwotniaków. Wprowadzenie precyzyjnych, jednoznacznych reakcji (barwień i impregnacji) wniosło większą wymierność poszczególnych cech, co pozwoliło je charakteryzować nie tylko w sposób jakościowy ale i ilościowy. To z kolei wyjawiło zróżnicowanie morfologiczne wewnątrz istniejących gatunków.

Początkowo jedynie dostrzegano istniejącą różnorodność, zestawiano obrazy form normalnych i form odbiegających, w ten lub inny sposób, od tego co za normę uważano. Wpłynęło to korzystnie na jakość prowadzonych prac, gdyż wyraźnie zwiększyły się liczbowo serie przebadanego materiału.

Następnie przystąpiono do badania dostrzeżonej różnorodności. Etap ten trwa obecnie i nawet można powiedzieć, że jesteśmy dopiero na jego początku. Jednak pewne sprawy udało się już wyjaśnić. Okazało się przede wszystkim, że przyczyny dostrzeganej różnorodności mogą być bardzo różne i że chyba nie zawsze mamy do czynienia tylko ze zmiennością.

A więc przede wszystkim w każdej określonej subpopulacji orzęsków można napotkać pewną liczbę osobników znajdujących się przed, w trakcie, lub wkrótce po podziale. W tym okresie występują określone procesy morfogenetyczne polegające na uproszczeniu kinetomu, powrocie kinet do pozycji mniej lub więcej osiowej, podziale kinet, odtworzeniu brakujących struktur (gęba, kinety), ostatecznym rozdzieleniu się organizmów, a następnie na powrocie do złożonej, „normalnej" postaci troficznej. W ciągu całego tego okresu odbywają się niekiedy bardzo duże, złożone ruchy morfogenetyczne, gdy całe rzędy kinetosomów lub membranelle zmieniają swoje miejsce na powierzchni komórki. Jednocześnie

zachodzi szereg istotnych przeobrażeń w aparacie jądrowym, kończących się amitotycznym podziałem makronukleusa i mitotycznym podziałem mikronukleusa.

W okresie międzypodziałowym także zachodzą pewne zmiany. Orzęski rosną (w tym okresie muszą zwiększyć swą wielkość dwukrotnie). Jednocześnie musi następować albo namnażanie się kinetosomów (np. u *Glaucoma* Frenkel, 1960), albo gdy proces ten odbywa się w czasie podziału (np. u *Thigmocoma* Kazubski, 1963), zmieniają się proporcje między orzęsioną i nieorzęsioną częścią komórki. Liczba kinet w okresie troficznym zazwyczaj się nie zmienia (wyjątek stanowi m. in. *Ichtiophthirius*, ale jest to u niego związane z pewnymi osobliwościami cyklu życiowego). Zmianom w okresie międzypodziałowym ulega także aparat jądrowy.

Zmiany w cyklu międzypodziałowym są stosunkowo trudne do prześledzenia i dla uzyskania dokładnych wyników wymagają albo przeprowadzenia hodowli indywidualnych albo też hodowli synchronizowanych. Zawęża to ogromnie możliwości badawcze. Natomiast w normalnych populacjach, a z takimi mamy najczęściej do czynienia w badaniach protozoologicznych, zmiany te są w dużym stopniu maskowane przez indywidualną zmienność orzęsków.

Indywidualna zmienność pierwotniaków, to zagadnienie bardzo obszerne i obecnie intensywnie badane w wielu laboratoriach (m. in. interesujące prace prowadzi Nanney, 1966 i inne).

Jeżeli założyć nową kulturę klonalną z jednego osobnika o określonej liczbie kinet, wkrótce otrzymamy kulturę o różnorodnej liczbie kinet. Przy czym rozkład tej cechy w nowej kulturze będzie zbliżony do rozkładu w populacji, z której był wzięty ów pojedynczy osobnik. A więc orzęski są zmienne. Inne doświadczenia wykazały jednak, że gdy z ustalonej kultury klonalnej brano osobniki o krańcowej (dużej lub małej) liczbie kinet i wyprowadzano z nich nowe klony, stopniowo upodabniały się one pod względem liczby kienet do hodowli wyjściowej. A więc liczba tych elementów podlega jakiejś kontroli.

Dotychczas była mowa o zmienności pierwotniaków zachodzącej w ustabilizowanych warunkach. Nie wyczerpuje to oczywiście zagadnienia zmienności pierwotniaków, na które ogromny wpływ mogą wywierać zmiany w warunkach i w otaczającym środowisku.

Znana jest zmienność orzęsków pod wpływem zmiany pożywienia. Zmieniając pożywkę, możemy spowodować zmianę wielkości, w pewnym sensie nawet kształtu, a nawet zmianę liczby kinet.

U *Tetrahymena vorax* przy przejściu z odżywiania się bakteriami do drapieżnictwa i odżywiania się innymi orzęskami (np. *T. pyriformis*) następuje powiększenie się gęby i przejście od formy microstoma do for-

my macrostoma. Tej przemianie towarzyszy zwiększenie wymiarów ciała, szczególnie szerokości, a w niektórych klonach także zwiększenie liczby kinet (Corliss, 1953, 1970).

Przejście od pasożytniczego do wolnożyjącego trybu życia także powoduje szereg zmian. U orzęska *Tetrahymena limacis,* pasożytującego u mięczaków lądowych, ale mogącego także występować jako forma wolnożyjąca, następuje wówczas zmniejszenie wymiarów i redukcja liczby kinet (Kozloff, 1956). Zmiany te są odwracalne i po przeszczepieniu orzęsków ponownie do organizmu żywiciela, następuje ponowne zwiększenie się wymiarów ciała i liczby kinet.

Z tym zagadnieniem, w pewnym sensie, wiąże się sprawa zmienności orzęsków pod wpływem pasożytowania u różnych żywicieli. Zagadnienie to jest moim zdaniem poważnie kontrowersyjne. Wprawdzie istnieją w literaturze doniesienia, w których pewne różnice morfologiczne są wyjaśniane właśnie wpływem żywiciela, jednak nie zawsze można wówczas wykluczyć wpływ innych czynników: pokarmu, temperatury, czynnika geograficznego itp. W zasadzie zmienność pod wpływem żywicieli powinna mieć charakter fluktuacyjny i po ponownym przeniesieniu gatunku do żywiciela wyjściowego powinno się obserwować cofnięcie się tych zmian. Wymaga to niewątpliwie starannych badań eksperymentalnych i ponownej analizy opisanego dotychczas materiału. W badaniach własnych prowadzonych na szeregu gatunkach orzęsków nie napotkałem dotąd wyraźnego wpływu gatunku żywiciela na morfologię pasożyta, oprócz tych przypadków, kiedy pewne różnice w morfologii pasożytów występujących u różnych żywicieli można było wyjaśnić działaniem innych czynników.

U orzęsków można także zaobserwować pewną zmienność wywoływaną przez czynniki środowiska zewnętrznego. Przede wszystkim wymienię tu zmienność sezonową, wywoływaną najprawdopodobniej przez temperaturę. Otóż szereg badanych przeze mnie gatunków orzęsków, należących do różnych grup systematycznych, pasożytujących u różnych zmiennocieplnych żywicieli wykazało określone, cykliczne zmiany pewnych cech morfotycznych. Latem orzęski były mniejsze i miały mniej elementów kortykalnych, kinet u *Tetrahymena* i *Thigmotricha,* haków u *Trichodina,* zaś zimą (a dokładniej późną jesienią i bardzo wczesną wiosną) badane orzęski były większe i miały więcej elementów kortykalnych (Kazubski, 1969). Niekiedy różnice te były tak duże, że pociągały za sobą różnice w kształcie niektórych organelli, np. haków u *Trichodina mutabilis* (Kazubski and Migała, 1968).

Wydaje się, że ten rodzaj zmienności jest dość powszechny, a jego związek z temperaturą potwierdzają badania niektórych autorów (cyt. wg Sukhanova, 1968). Obniżając temperaturę hodowli uzyskano wzrost

wielkości ciała u opalin, tetrahymen i pantofelków. We własnym eksperymencie, przeprowadzonym wespół z mgr G. Mierzejewską, przy obniżeniu temperatury hodowli *T. pyriformis* otrzymaliśmy wzrost wielkości komórek i pewien przyrost liczby kinet. Eksperymenty te są nadal kontynuowane.

Powiązanie zmian morfologicznych ze zmianami temperatury otoczenia pozwala oczekiwać zmienności orzęsków uzależnionej od czynników geograficznych i ekologicznych. Innymi słowy w północnych częściach areału orzęski powinny być większe i charakteryzować się większą liczbą elementów kortykalnych.

Potwierdzenie tych przypuszczeń można znaleźć na przykładzie *Trichodina nigra*. U tego gatunku osobniki zebrane z ryb pochodzących z jeziora Seliger (znajdującego się mniej więcej w połowie drogi między Leningradem a Moskwą) mają większą średnicę wieńca haków i większą liczbę haków niż osobniki zebrane w Polsce w okolicach Warszawy w tej samej porze roku. Podobnie, orzęski tego gatunku zebrane w południowych Czechach miały mniejszy wieniec haków i mniejszą ich liczbę niż analogiczne orzęski z okolic Warszawy.

Podobne zjawisko wywołane różnicami klimatycznymi, związanymi z czynnikami ekologicznymi można obserwować na przykładzie *Myxophyllum steenstrupi*. W tym przypadku orzęski występujące w górach mają zazwyczaj większe wymiary i większą liczbę kinet niż osobniki zbierane na niżu. W tym jednak przypadku różnice te są tak głębokie, że mają niewątpliwie charakter podgatunkowy.

Tak w dużym skrócie przedstawiają się główne problemy z jakimi ma do czynienia protozoolog zajmujący się opisywaniem gatunków i systematyką pierwotniaków. Wszystko to wskazuje, że pojęcie gatunku u *Protozoa* nie jest mniej skomplikowane niż u innych grup świata zwierzęcego, a może nawet jest bardziej złożone i trudniejsze do zdefiniowania. Pierwotniaki charakteryzuje, oprócz małych wymiarów, szybkie tempo rozmnażania, duża podatność na wpływy otoczenia, a jednocześnie uporczywe trzymanie się pewnych określonych wzorów. W końcu to właśnie *Protozoa* są najstarszymi zwierzętami jakie pojawiły się na Ziemi, a niektóre z nich w ciągu swej długiej historii niewiele się chyba zmieniły. Ten złożony charakter gatunku u *Protozoa*, zarówno pod względem teoretycznym jak i praktycznym (dla systematyka i taksonoma), trzeba mieć wciąż na uwadze, szczególnie obecnie, gdy trwa wielka praca nad ponownym opisaniem istniejących gatunków przy zastosowaniu nowoczesnych metod jakimi rozporządza obecna protozoologia.

Adres autora:
00-973 Warszawa, ul. Pasteura 3

LITERATURA

1. Corliss, J. O.: Comparative studies on holotrichous ciliates in the *Colpidium-Glaucoma-Leucophrys-Tetrahymena* group. II. Morphology, life cycles and systematic status of strains in pure culture. — *Parasitology*, 43, 49—87, 1953.
2. Corliss, J. O.: Taxonomic procedures in classification of *Protozoa*. — Symp. Soc. General Microbiol., 12, Microbial Classification 37—67, 1962.
3. Corliss, J. O.: The comparative systematics of species comprising the hymenostome ciliate genus *Tetrahymena*. — *J. Protozool.*, 17, 198—209, 1970.
4. Frenkel, J.: Morphogenesis in *Glaucoma chattoni*. — *J. Protozool.*, 7, 362-376, 1960.
5. Kahl, A.: Urtiere oder *Protozoa*, I. Wimpertiere oder *Ciliata* (*Infusoria*), In Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands, Teils 18, 21, 25, 30, pp. 1-886, 1930-1935.
6. Kazubski, S. L.: Studies on the parasitic ciliate *Thigmocoma acuminata* Kazubski (*Thigmotricha* — *Thigmocomidae*). — *Acta Protozool.*, 1, 237—278, 1963.
7. Kazubski, S. L.: Seasonal variability in ciliates and its consequences. Progress in Protozoology. — Abstr. Third int. Congr. Protozool., Lenigrad 1969, Nauka, Leningrad 1969, 369—370, 1969.
8. Kazubski, S. L. and Migała, K.: *Urceolariidae* from breeding carp — *Cyprinus carpio* L., in Żabieniec and remarks on the seasonal variability of trichodinids. — *Acta Protozool.*, 6, 137—160, 1968.
9. Kozloff, E. N.: A comparison of the parasitic phase of *Tetrahymena limacis* (Warren) with clones in culture, with particular reference to variability in the number of primary ciliary meridians. — *J. Protozool.*, 3, 20—28, 1956.
10. Levine, N. D.: Relationship between certain *Protozoa* and other animals. In Chen, T.-T.: *Research in protozoology*, 4, 291—350, 1972.
11. Nanney, D. L.: Corticotypic technics in *Tetrahymena* taxonomy. — *J. Protozool.*, 13, 483—490, 1966.
12. Poljansky, J. I.: O vnutrividovoj differenciacii i strukture vida u prostejših. — *Vestn. Leningr. Univ.*, 21, 4, 45—64, 1957.
13. Sukhanova, K. M.: Temperaturnye adaptacii u prostejših. — Nauka, Leningrad, pp 1—267, 1968.