

MACIEJ ZALEWSKI

TADEUSZ PENCZAK

Zakład Anatomii Porównawczej

i Ekologii Zwierząt

Uniwersytet Łódzki

ul. Banacha 12/16

90-237 Łódź

Wpływ antropogenicznych zmian środowiska na tempo wzrostu płoci, *Rutilus rutilus* (L.)

The effect of anthropogenous changes
in the environment on the growth rate of roach,
Rutilus rutilus (L.)

1. Wstęp

Rozwój przemysłu i rolnictwa w ciągu ostatnich kilkunastu lat spowodował nie tylko znaczne pogorszenie fizyczno-chemicznych właściwości wód powierzchniowych w wyniku odprowadzania ścieków, ale wywołał również szereg zmian w środowisku biotycznym, spowodowanych takimi czynnikami, jak melioracja, regulacja ścieków, budowa zbiorników retencyjnych oraz zrzutami wód podgrzanych.

Wszystkie wymienione powyżej zmiany w środowisku naturalnym modyfikują strukturę populacji ryb. Wpływają one również na tempo ich wzrostu, a przez to na wielkość produkcji (Ricker 1968). Wzrost jest uznawany przez szereg autorów za dobry wykładnik oddziaływań wewnątrzpopulacyjnych, oraz dobrze oddaje presję środowiska wywieraną na populację ryb (Le Cren 1958, Backiel i Le Cren 1967, Tesch 1968, Weatherley 1972).

Płoc, gatunek omawiany w niniejszym artykule, stanowi od szeregu lat przedmiot zainteresowania ichtologów z kilku powodów. Przede wszystkim zasiedlając różne typy wód słodkich i słonawych, jest typowym gatunkiem eurytopowym występującym z reguły licznie, o czym świadczy wymienienie jej przez Stangenberga (1965) wśród ośmiu gatunków ryb istotnych gospodarczo w Polsce. Poza tym zasiedla, jako gatunek dominujący, wtórnie oczyszczone wody, których jest coraz więcej w naszym kraju.

Artykuł stanowi próbę podsumowania danych na temat wzrostu płoci w zanieczyszczonej rzece regionu brzany (Penczak, Zalewski i Moliński 1976, Penczak i in. 1976, Zalewski nie publ.) na tle danych literaturowych obejmujących różne typy zbiorników, w tym również wody zmienione na skutek działalności człowieka (Stangenberg 1953, Zawisza 1961, Karpińska-Waluś

1961, Kempe 1962, Skóra 1964, Lewandowska - Jarzynowa 1966, Cragg-Hine i Jones 1969, Kannö 1969, Mann 1973, Wilkońska 1975 i in.

2. Ogólna charakterystyka wykonanych badań (region brzany, rzeka Pilica)

Oceny tempa wzrostu płoci z Pilicy w powyższym artykule dokonano na podstawie trzech rocznych eksperymentów.

Eksperyment I: 183 kilometr biegu rzeki, II klasa czystości¹, 6 elektropółowów w ciągu roku, obecnie teren Zbiornika Sulejowskiego. Biomasa wszystkich gatunków ryb wynosiła 30 kg/ha, w tym płoć stanowiła 10% biomasy i 30% gęstości (Penczak, Zalewski i Moliński 1976).

Eksperyment II: dwa stanowiska; stanowisko I — 205 kilometr biegu rzeki, II klasa czystości, stanowisko II — 209 kilometr biegu rzeki, III klasa czystości, 9 elektropółowów w ciągu roku (Penczak i in. 1976).

Eksperyment III: te same dwa stanowiska co w eksperymencie II, obławiane metodą elektropółowów następczych, 4 razy w ciągu roku. Na stanowisku I (II klasa czystości) biomase wszystkich gatunków ryb określono na 60 kg/ha, a udział płoci zarówno w gęstości jak i biomacie wynosił ok. 40%. Na stanowisku II (III klasa czystości) gęstość i biomasa ryb ulegały znacznym wahaniom i z reguły były kilkakrotnie niższe. Płoć stanowiła średnio 16% biomasy i 33% gęstości w stosunku do pozostałych ryb, takie proporcje spowodowane były odłowieniem ryb dużych rozmiarów, o niskiej stałości występowania. Należy zaznaczyć, że pomiędzy wymienionymi stanowiskami jest próg z kamieni, pozostałość po zniszczonym moście kolejowym, który w znacznym stopniu ogranicza migrację.

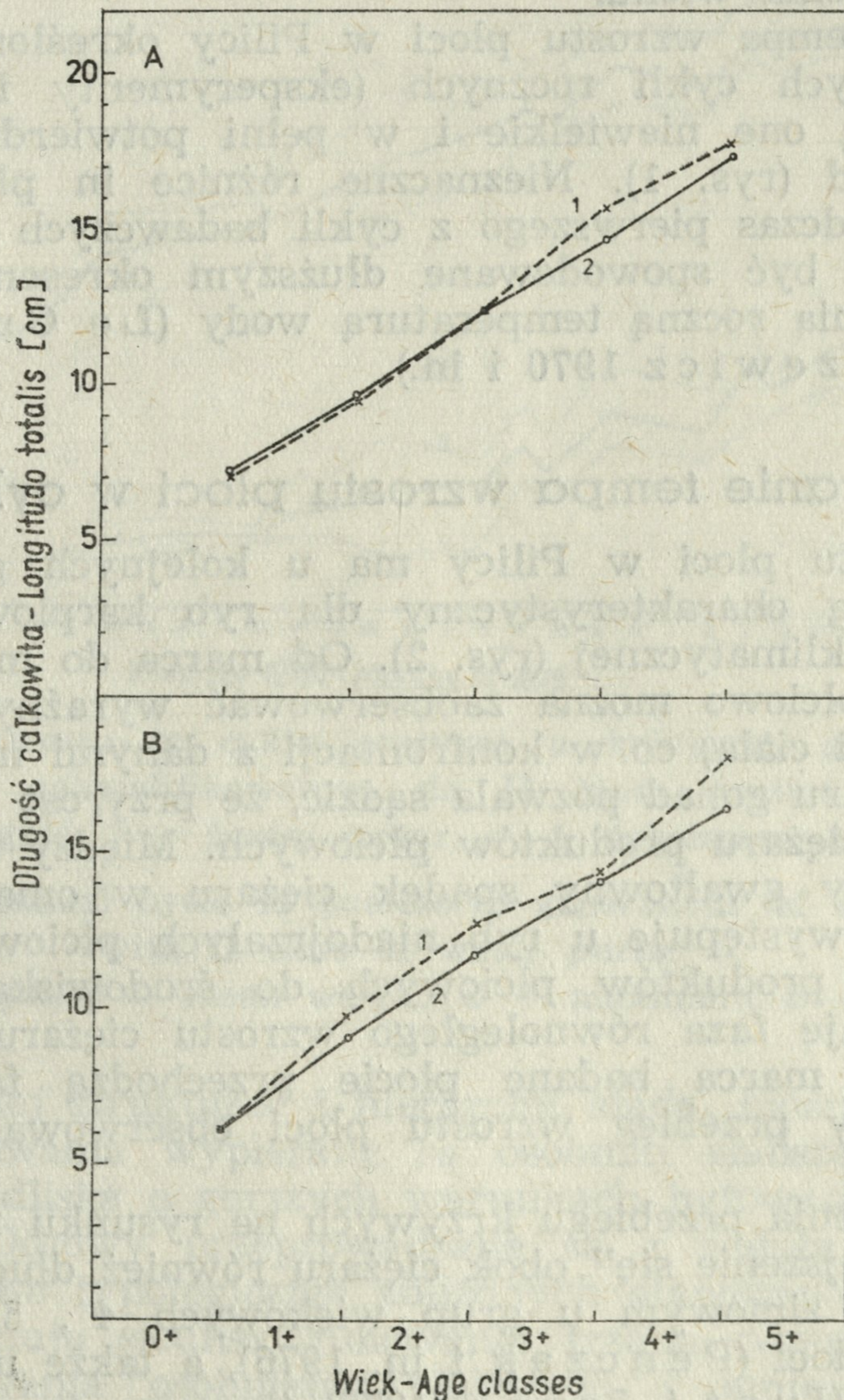
Procedura elektropółowów następczych oraz dokładna charakterystyka hydrologiczna i hydrochemiczna znajdują się w cytowanych pracach. Ponieważ celem niniejszego artykułu jest synteza otrzymanych wyników oraz próba ich uogólnienia na tle danych z innych ekosystemów, zrezygnowano ze szczegółowego przedstawiania metodyki i charakterystyki badanego ekosystemu, a ograniczono się do krótkich uwag na ten temat w trakcie omawiania poszczególnych zagadnień.

Koncepcja powtórzenia całorocznego cyklu badawczego w różnych latach na dwóch stanowiskach jednolitej typologicznie, a różniącej się stopniem zanieczyszczenia rzeki, powstała w wyniku wątpliwości i pomysłów modyfikacji, jakie narodziły się podczas wykonywania pierwszego cyklu.

Przede wszystkim ze względu na przeprowadzenie jedynie pojedynczych połowów w eksperymentach I i II była zbyt słaba reprezentatywność ilościowa pewnych grup wiekowych w niektórych porach roku. Stąd mogło mieć miejsce zjawisko, że na pojedynczy punkt krzywej wybranego dowolnie parametru składało się raz kilkadziesiąt osobników, a na następny punkt — dwa lub trzy osobniki. Z tego względu fluktuacja krzywej nie oddawała dokładnie faktycznego zakresu cykliczności danego parametru, ale zmodyfikowany w pewnym stopniu przez

¹ Dziennik Ustaw, 18 lipiec 1970, Nr 17, poz. 144.

zmiennosc indywidualna. Poza tym stwierdzono, ze aby prześledzić przebieg interesujących nas procesów, nie jest konieczne zbieranie materiału dziesięciokrotnie w ciągu roku, lecz wystarczą cztery odłowy w momentach istotnych z punktu widzenia biologii badanego gatunku. Odłowy te winny być jednak wykonane techniką elektropołówów następczych z położeniem nacisku na jak najdokładniejsze ilościowe zebranie tych prób.



Rys. 1. Porównanie tempa wzrostu płoci, *Rutilus rutilus* (L.), w Pilicy, określonego dla tych samych stanowisk, podczas dwóch niezależnych cykli badawczych A — stanowisko o wodzie zakwalifikowanej do II klasy czystości, B — stanowisko o wodzie zakwalifikowanej do III klasy czystości, 1 — eksperyment II (Penczak i in. 1976), 2 — eksperyment III (Zalewski nie publ.)

Comparison of the growth rate of roach, *Rutilus rutilus* (L.), in the Pilica determined for the same sites over two independent research cycles A — site with water belonging to the II class of purity, B — site with water belonging to the III class of purity, 1 — experiment II (Penczak et al. 1976), 2 — experiment III (Zalewski unpubl.)

Terminy odłowów ustalono według następujących kryteriów: (1) połowa maja jest okresem, gdy płoć nie odbyła jeszcze tarła; (2) druga dekada czerwca zamyka jej proces rozrodczy, (3) w październiku kończy się okres intensywnego wzrostu ciała i gonad ryb karpowatych, (4)

marzec jest okresem, gdy po zimowym chudnięciu ryby rozpoczynają intensywne żerowanie przed tarłem.

Drugim elementem, który nas skłonił do powtórzenia pełnego cyklu badawczego na tym samym terenie było zagadnienie, czy wyniki badań tych samych stanowisk otrzymane za pomocą tych samych metod będą zbieżne, a szczególnie interesowało nas tempo wzrostu w grupach wiekowych, gdyż problem ten jest związany z zagadnieniem jednoznacznego określenia wieku.

Porównując tempa wzrostu płoci w Pilicy określone na podstawie dwóch niezależnych cykli rocznych (eksperymenty II i III) można stwierdzić, że są one niewielkie i w pełni potwierdzają prawidłowe stosowanie metod (rys. 1). Nieznaczne różnice in plus we wzroście stwierdzonym podczas pierwszego z cykli badawczych na obydwu stanowiskach mogą być spowodowane dłuższym okresem wegetacyjnym lub wyższą średnią roczną temperaturą wody (Le Cren 1958, B a c k i e l i H o r o s z e w i c z 1970 i in.).

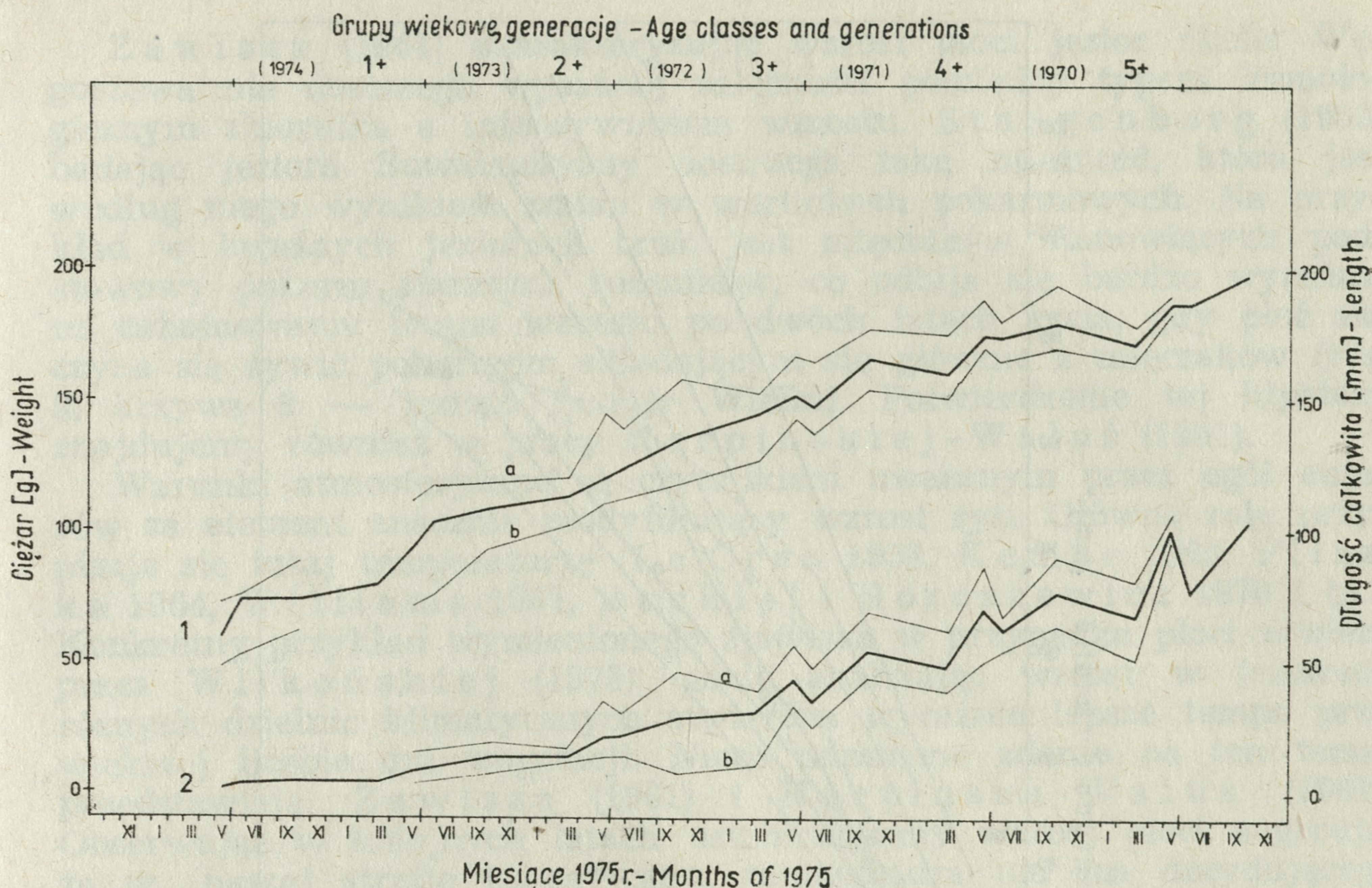
3. Zróznicowanie tempa wzrostu płoci w cyklu rocznym

Proces wzrostu płoci w Pilicy ma u kolejnych grup wiekowych podobny przebieg charakterystyczny dla ryb karpiowatych żyjących w naszej strefie klimatycznej (rys. 2). Od marca do maja u roczników ryb dojrzałych płciowo można zaobserwować wyraźny wzrost ciężaru i słabszy długości ciała, co w konfrontacji z danymi na temat cykliczności zmian ciężaru gonad pozwala sądzić, że przyrost ten jest efektem zwiększenia się ciężaru produktów płciowych. Między majem a czerwcem obserwujemy gwałtowny spadek ciężaru w omawianych rocznikach, który nie występuje u ryb niedojrzałych płciowo, a jest wynikiem wydalania produktów płciowych do środowiska. Następnie do września następuje faza równoległego wzrostu ciężaru i długości. Od października do marca badane płocie przechodzą fazę najslabszego wzrostu. Podobny przebieg wzrostu płoci obserwował M a n n (1973) w Tamizie.

Podczas śledzenia przebiegu krzywych na rysunku 2 należy zwrócić uwagę na „zmniejszenie się” obok ciężaru również długości ryb, zachodzące w okresie zimowym u grup wiekowych 4⁺, 5⁺. Obserwowano to uprzednio u płoci (P e n c z a k i i n. 1976), a także u brzany (H u n t i J o n e s 1975). H u n t i J o n e s (1975) tłumaczą to zjawisko efektem zmienności próby, jednak wydaje się mało prawdopodobne, aby w przypadku tylu eksperymentów i w wielu grupach wiekowych zmniejszanie się długości zawsze pojawiało się w zimie przypadkowo.

Wyjaśnienie tego zjawiska nasuwa się na podstawie obserwacji dokonanych podczas odłowów przeprowadzanych od szeregu lat w Pilicy. Warunki bytowania ryb zimą w rzece ulegają drastycznemu pogorszeniu na skutek zjawisk lodowych. W efekcie zagęszczenie ryb spada nieraz dziesięciokrotnie, gdyż znaczna część populacji przenosi się do spokojnych zastoisk i starorzeczy (P l i s z k a 1964). Potwierdzeniem takiego rozkładu przestrzennego populacji w miesiącach zimowych jest obserwacja dokonana w Pilicy podczas zimowych elektrołowów w 1975 roku, gdy na odcinku 400 m koryta rzeki odłowiono kilkanaście ryb, a w zakolu o pow. 100 m² około 1000 osobników.

Ponieważ obniżenie się średniej długości w zimie obserwujemy w przypadku roczników w pełni dojrzałych płciowo (4⁺, 5⁺ na rysunku



Rys. 2. Przebieg wzrostu w cyklu rocznym u kolejnych generacji płoci na stanowisku zakwalifikowanym do II klasy czystości wody

1 — średnia długość, 2 — średni ciężar, a — maksimum, b — minimum

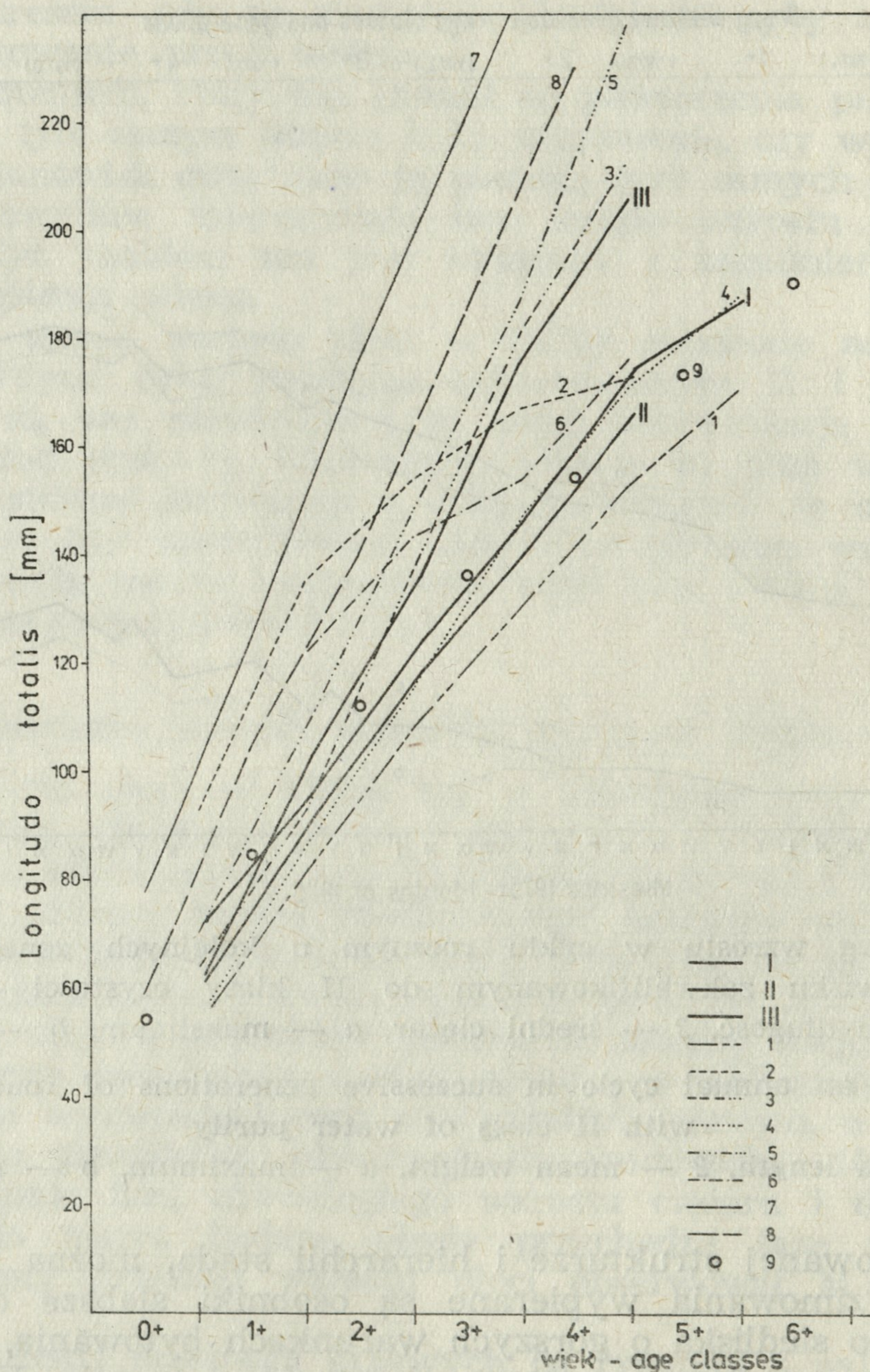
The growth in an annual cycle in successive generations of roach on the site with II class of water purity

1 — mean length, 2 — mean weight, a — maximum, b — minimum

2), o ukształtowanej strukturze i hierarchii stada, można przypuszczać, że z miejsc zimowania wypierane są osobniki słabsze o mniejszych rozmiarach, do siedliska o gorszych warunkach bytowania, jakim w zimie jest rzeka. Odłowy przeprowadzane są z reguły konsekwentnie na tych samych lub typologicznie zbliżonych stanowiskach, w związku z czym nie obejmują siedlisk zimowania trzonu populacji, a jedynie miejsca występowania osobników słabszych i mniejszych. Wykres przedstawiający kształt krzywych wzrostu i ciężaru płoci na stanowisku o III klasie czystości wody pominięto, gdyż kształt ich jest analogiczny jak na stanowisku o II klasie czystości, a różnice w tempie wzrostu porównawczo przedstawia rysunek 3. Podsumowując można stwierdzić, że kształt krzywych określających zmiany tempa wzrostu w cyklu odpowiadających sobie grup wiekowych populacji płoci bytujących na stanowiskach o różnym stopniu zanieczyszczenia nie różni się istotnie.

4. Tempo wzrostu płoci w różnych typach wód

Analizując dane dotyczące czynników modyfikujących wzrost płoci w różnego rodzaju zbiornikach można dojść do wniosku, że rola poszczególnych biotycznych i abiotycznych czynników środowiska jest przeciwstawnie oceniana.



Rys. 3. Porównanie tempa wzrostu płoci z różnych typów zbiorników oraz z różnych stref klimatycznych Polski

I — Pilica, eksperyment III, stanowisko o wodzie II klasy czystości (Zalewski nie publ.), *II* — Pilica, eksperyment III, stanowisko o wodzie III klasy czystości (Zalewski nie publ.), *III* — Pilica, eksperyment I, obecny teren zbiornika retencyjnego (Penczak, Zalewski i Moliński 1976), 1 — średnia jezior węgorskich (Karpińska-Waluś 1961), 2 — Suchar Wielki (Stangenberg 1953), 3 — Świtaż Poleski (Stangenberg 1953), 4 — Gopło (Stangenberg 1953), 5 — Charzykowo (Stangenberg 1950), 6 — Bystrzyca Lubelska (Lewandowska-Jarzynowa 1966), 7 — podgrzane jezioro Licheń (Wilkońska 1975), 8 — goczałkowicki zbiornik zaporowy (Skóra 1964), 9 — średni wzrost płoci w jeziorach Polski (Wilkońska 1975)

Comparison of the growth rate of roach from different types of water bodies and different climatic zones in Poland

I — the Pilica, experiment III, site of a water of II class of purity (Zalewski unpubl.), *II* — the Pilica, experiment III, site of a water of III class of purity (Zalewski unpubl.), *III* — the Pilica, experiment I, at present the area of the retention reservoir (Penczak, Zalewski and Moliński 1976) →

Zawisza (1961) charakteryzując wzrost płoci jezior okolic Węgorzewa nie dostrzega wyraźnej zależności pomiędzy typem limnologicznym zbiornika a intensywnością wzrostu. Stangenberg (1953) badając jeziora Suwalszczyzny dostrzega taką zależność, która jest według niego wynikiem zmian w warunkach pokarmowych. Na przykład w kwaśnych jeziorach brak jest mięczaków stanowiących podstawowy pokarm starszych roczników, co odbija się bardzo wyraźnie na zahamowaniu tempa wzrostu po dwóch latach życia, gdy płoć zaczyna się żywić pokarmem składającym się głównie z mięczaków (rys. 3, krzywa 2 — jezioro Suchar Wielki). Potwierdzenie tej hipotezy znajdujemy również w pracy Karpińskiej-Waluś (1961).

Warunki atmosferyczne są czynnikiem uważanym przez ogół autorów za element znacznie modyfikujący wzrost ryb. Główną rolę przypisuje się tutaj temperaturze (Le Cren 1958, Kempe 1962, Pliszka 1964, Williams 1967, Backiel i Horoszewicz 1970 i in.). Konkretny przykład wymienionego zjawiska w przypadku płoci zawiera praca Wilkońskiej (1975), gdzie analizując wzrost w jeziorach różnych dzielnic klimatycznych stwierdza wyraźnie lepsze tempo przy większej liczbie dni wegetacji. Nieco odmienne zdanie na ten temat przedstawiają Zawisza (1961) i Karpińska-Waluś (1961). Obserwując w kolejnych latach ustabilizowany wzrost płoci sugerują, że w „naszej strefie klimatycznej temperatura nie ma decydującego wpływu na wzrost”. Porównując tempo wzrostu płoci z Pilicy z płocią jezior okolic Węgorzewa (rys. 3, krzywa 1) oraz ze zbiorników położonych bardziej na południe — Bystrzyca Lubelskiej (Lewandowska-Jarzynowa 1966) i Gopła (Stangenberg 1953) można przyjąć wniosek Wilkońskiej za słuszny. Dodatkowym potwierdzeniem jest najlepsze tempo wzrostu płoci w podgrzanej jeziorze Licheń (Wilkońska 1975), gdzie jak wiemy liczba dni wegetacji jest większa niż w niezmiennych antropomorficznie zbiornikach naszej strefy klimatycznej. Dane Skóry (1964), choć w pełni również potwierdzają wymienioną prawidłowość, należy traktować ostrożnie, gdyż zbiorniki zaporowe w początkowych etapach sukcesji charakteryzują się wysoką produktywnością biologiczną (Pivnička 1972). Dalszym potwierdzeniem wpływu długości okresu wegetacji na tempo wzrostu płoci jest praca Kannö (1969), który stwierdził, że w rzece południowo-zachodniej Finlandii pięcioletnie osobniki osiągały zaledwie 12 cm longitudo totalis.

Przechodząc do porównania wyników badań wykonanych na dwóch różnie zanieczyszczonych stanowiskach Pilicy (eksperyment III; Zalewski nie publ.) z rezultatami otrzymanymi podczas odłowów przeprowadzonych w odcinku rzeki, który wszedł obecnie w obszar Zalewu Sulejowskiego (eksperyment I; Penczak, Zalewski i Moliński 1976) (rys. 3, krzywe I, II, III), dochodzimy do wniosku, że wraz z wiekiem tempo wzrostu różnicuje się na korzyść stanowiska objętego

1 — the mean for Węgorzewo lakes (Karpińska-Waluś 1961), 2 — Lake Suchar Wielki (Stangenberg 1953), 3 — Lake Świtaż Poleski (Stangenberg 1953), 4 — Lake Gopło (Stangenberg 1953), 5 — Lake Charzykowo (Stangenberg 1950), 6 — Bystrzyca Lubelska (Lewandowska-Jarzynowa 1966), 7 — heated Lake Licheń (Wilkońska 1975), 8 — Goczałkowice dam reservoir (Skóra 1964), 9 — mean growth of roach in Polish lakes (Wilkońska 1975)

obecnie terenem zbiornika. Analizując parametry charakteryzujące populacje na wymienionych stanowiskach można stwierdzić, że wyższe tempo wzrostu na stanowisku z eksperymentu I jest przede wszystkim wynikiem prawie dwukrotnie niższej biomasy, a w efekcie produkcji.

Potwierdzeniem hipotezy, że gęstość decyduje w znacznym stopniu o tempie wzrostu są prace Williamsa (1967), Cragg-Hine'a i Jonesa (1969), Manna i in. (1972), Wilkońskiej (1975). Jedynie Zawisza (1961) nie potwierdza w pełni tej zależności, gdyż tylko w przypadku drastycznego zredukowania gęstości populacji odnotował pewne zwiększenie tempa wzrostu. Z drugiej strony uważa on, że głównie warunki pokarmowe decydują o liczebności i wzroście ryb, a te z kolei, jak podają Cragg-Hine i Jones (1969), w znacznej mierze w przypadku nadmiernego zagęszczenia kształtowane są przez konkurencję pokarmową.

Wzrost płoci z dwóch różnie zanieczyszczonych stanowisk Pilicy rozpatrywany z punktu widzenia typologii podanej dla tego gatunku przez Stangenberga (1953), Karpińską-Waluś (1961) i Wilkońską (1975) można uznać za równomierny z minimalną tendencją spadkową, co sugeruje, zgodnie z supozycjami Stangenberga, że gatunek ten w ciągu całego życia ma w Pilicy dobre warunki pokarmowe.

Pełnym potwierdzeniem tego wniosku jest porównanie tempa wzrostu płoci z Pilicy ze średnim tempem wzrostu płoci w jeziorach Polski (rys. 3, krzywa 8) obliczonym przez Wilkońską (1975), a ponadto kryterium podanym przez Stangenberga (1953), według którego płoć osiągnąca po pięciu latach życia 17 cm ma dobre warunki w swym środowisku.

W dyskusji powyższego zagadnienia pominięto szczegółową analizę wzrostu płoci z innych rejonów geograficznych ograniczywszy wypowiedzi autorów z innych krajów do uwag natury ogólnej, gdyż jak to stwierdziła Wilkońska (1975) „rozpiętość wzrostu płoci stwierdzona w granicach Polski była podobna do spotykanej w różnych rejonach geograficznych”.

Poza tym należy zaznaczyć, że w trakcie badań rybostanu Pilicy przeszło połowę biomasy pozostałych gatunków ryb złowionych na stanowisku o wodzie bardziej zanieczyszczonej stanowiły pojedyncze osobniki dużych rozmiarów, reprezentujące gatunki o niskiej stałości występowania w tym odcinku (brzana, sandacz i inne). Na tej podstawie można przypuszczać, że nie są one tam formami autochtonicznymi, a ich pojawienie się związane jest z żerowaniem lub innymi zjawiskami fenologicznymi.

Powyższy fakt stanowi podstawę do stwierdzenia, że próby określenia wielkości szkód w rybostanie wyrządzanych przez zanieczyszczenia na podstawie odłowionej biomasy oraz składu gatunkowego, bez znajomości struktury i fenologii tych populacji dają znacznie zniekształcone wyniki.

Podsumowując zagadnienie wpływu stopnia zanieczyszczenia rzeki na strukturę i tempo wzrostu populacji płoci można stwierdzić, co następuje:

- Wraz ze stopniem zanieczyszczenia spada gęstość populacji.
- Wzrost płoci jest z reguły odwrotnie proporcjonalny do jej zagęszczenia z tym, że ryby występujące w wodzie bardziej zanieczyszczonej charakteryzują się gorszym tempem wzrostu pomimo mniejszego zagęszczenia.

Piśmiennictwo

- Backiel T., Horoszewicz L. 1970 — Temperatura a ryby — IRŚ, Olsztyn-Zabieniec, ss. 25.
- Backiel T., Le Cren E. D. 1967 — Some density relationships for fish population parameters (W: The biological basis of freshwater fish production. Red. S. D. Gerking) — Blackwell, Oxford, 261—293.
- Cragg-Hine D., Jones J. W. 1969 — The growth of dace *Leuciscus leuciscus* (L.), roach *Rutilus rutilus* (L.) and chub *Squalius cephalus* (L.) in Willow Brook, Northamptonshire — J. Fish Biol. 1: 59—82.
- Hunt P. C., Jones J. W. 1975 — A population study of *Barbus barbus* L. in the River Severn, England. II. Growth — J. Fish Biol. 7: 361—376.
- Kannö S. 1969 — Growth and age distribution of some fish species in the River Paimionjoki, southwestern Finland — Annls zool. fenn. 6: 87—93.
- Karpińska-Waluś B. 1961 — Wzrost płoci (*Rutilus rutilus* L.) w jeziorach okolic Węgorzewa — Roczn. Nauk roln. 77: 329—392.
- Kempe O. 1962 — The growth of the roach (*Leuciscus rutilus* L.) in some Swedish lakes — Inst. Fresh. Res. Dordtningholm, 44: 42—104.
- Le Cren E. D. 1958 — Observations on the growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density — J. Anim. Ecol. 27: 287—334.
- Lewandowska-Jarzynowa B. 1966 — Płoc (*Rutilus rutilus* L.) i kleń (*Leuciscus cephalus* L.) z Bystrzycy Lubelskiej — Roczn. Nauk roln. 89: 239—252.
- Mann R. H. K. 1973 — Observations on the age, growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in two rivers in southern England — J. Fish Biol. 5: 707—736.
- Mann K. H., Britton R. H., Kowalczewski A., Lack T. J., Mathews C. P., McDonald I. 1972 — Productivity and energy flow at all trophic levels in the River Thames, England (W: Productivity problems of freshwaters. Red. Z. Kajak, A. Hillbricht-Ilkowska) — PWN, Warszawa-Kraków, 570—596.
- Penczak T., Zalewski M., Moliński M. 1976 — Production of pike, roach and chub in a selected fragment of Pilica River (barbel region) — Pol. Arch. Hydrobiol. 23: 139—153.
- Penczak T., Zalewski M., Moliński M., Szpoton K. 1976 — The ecology of roach, *Rutilus rutilus* (L.), in the barbel region of the polluted Pilica River. I. Growth — Ekol. pol. 24: 437—489.
- Pivnička K. 1972 — Zmeny rustu populaci plitice v souvislosti s napustenim nektesych udolnich nadrzi — Živ. Vyroba, 9: 669—676.
- Pliszka F. 1964 — Biologia ryb — PWRiL, Warszawa, ss. 334.
- Ricker W. E. 1968 — Methods for assessment of fish production in freshwaters — Blackwell, London, ss. 313.
- Skóra S. 1964 — Charakterystyka płoci (*Rutilus rutilus* L.) ze Zbiornika Goczałkowickiego — Acta hydrobiol. 6: 351—374.
- Stangenberg M. 1950 — Udział w odłowach i wzrost niektórych gospodarczo ważniejszych ryb jeziora Charzykowo. Jezioro Charzykowo. Część I — Prace bad. Inst. bad. Leśn.: 217—244.
- Stangenberg M. 1953 — Wzrost płoci — Pol. Arch. Hydrobiol. 1: 189—217.
- Stangenberg M. 1965 — Coarse fish research in Poland (W: Proceedings of the Second British Coarse Fish Conference) — Dept. Zool. Univ. Liverpool, Peterborough, 72—86.

- Tesch P. W. 1968 — Age and growth (W: Methods for assessment of fish production in fresh waters. Red. H. E. Ricker) — Blackwell, Oxford-Edinburgh, 93—120.
- Weatherley A. H. 1972 — Growth and ecology of fish populations — Academic Press, London-New York, ss. 293.
- Wilkońska H. 1975 — Zróżnicowanie tempa wzrostu płoci (*Rutilus rutilus* L.) w jeziorach Polski na tle warunków środowiska — Roczn. Nauk roln. 97: 8—30.
- Williams W. P. 1967 — The growth and mortality of four species of fish in the River Thames at Reading — J. Anim. Ecol. 36: 695—720.
- Zawisza J. 1961 — Wzrost ryb w jeziorach okolic Węgorzewa — Roczn. Nauk roln. 77: 681—748.

Summary

The growth rate of roach, *Rutilus rutilus* (L.), in three research cycles was compared on three sites on the river (Pilica) differing in the degree of water pollution and fish density.

No significant differences were observed in the growth determined in independent research cycles on the same sites (Fig. 1).

It has been shown that the growth rate is inversely proportional to density. In most polluted water, despite several times lower density the growth rate is lower (Fig. 3).

When analysing the shape of the curve, the differentiation of the growth rate in an annual cycle, the winter "decrease" in length of adult generations, was explained by driving out weaker individuals from wintering places (old river-beds, marginal water bodies) to the extreme environment — the river in winter (Fig. 2).

The growth rate of roach from the Pilica and the regularities which control it has been compared with results of other authors investigating different types of water (Fig. 3). It has been confirmed that the main factor stimulating the growth of roach is the length of the vegetation period, quality of food and population density.