

---

Z Zakładu Zoologii Ogólnej Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS  
Kierownik: dr Włodzimierz Juszczak

Włodzimierz JUSZCZYK

**Rozwój narządu rozrodczego samicy żaby trawnej (*Rana temporaria* L.)  
w cyklu rocznym**

**Развитие полового органа у самки травяной лягушки  
(*Rana temporaria* L.) в годовом цикле**

**The Development of the Reproductive Organs of the Female Common  
Frog (*Rana temporaria* L.) in the Yearly Cycle.**

Cykliczność, jaka charakteryzuje życie płazów występujących na północnej półkuli, w strefie klimatu umiarkowanego, wyraża się aktywnym trybem życia w okresie wegetacyjnym, zapadaniem zaś w sen w okresie zimy. Cykliczność ta wiąże się ściśle z periodycznymi zmianami warunków klimatycznych i jest wynikiem znakomitych zdolności adaptacyjnych płazów zamieszkujących Palearktykę do jej warunków klimatycznych.

Na aktywny okres życia dorosłego płaza składa się pora godowa i okres normalnego trybu życia, w którym główną czynnością jest zdobywanie pokarmu. Okres zaś snu zimowego jest pewnego rodzaju diapauzą, dzięki której płaz — zagrzebany w ziemi lub ukryty na dnie zbiornika wodnego — ma możliwość przetrwania niekorzystnych dla niego warunków bytu, wywołanych znacznym, sezonowym obniżeniem się temperatury powietrza.

Zarówno pora godowa, okres odżywiania się, jak i sen zimowy płazów są zjawiskami ogólnie znanymi. Porę godową wyzwalają dojrzewanie gruczołów płciowych i sezonowa zmiana klimatyczna (Noble 1931), zaś „jesienią kiedy temperatura powietrza staje się niższa od temperatury wody, żaby idą na zimowisko” (Terentiew 1950).

Zależność jednak zjawisk życiowych naszych gatunków płazów od warunków klimatycznych, zwłaszcza od takich czynników abiotycznych,

jak np. temperatury, światła i innych, znana jest w sposób bardzo ogólnikowy. Brak jest np. danych o wpływie czynników zewnętrznych na procesy dojrzewania elementów rozrodczych i owulację, a następnie w ogóle brak jest danych o korelacji tych czynników z przebiegiem zmian, jakim podlegają gonady płazów w rocznym cyklu ich życia. Zaś co do snu zimowego brak jest np. danych o roli czynników zewnętrznych w początkowej i końcowej fazie tego snu i o wzajemnych powiązaniach tych czynników z metabolizmem płaza, a czego efektem jest — w jesieni wędrówka na zimowisko i zapadanie w sen zimowy, na wiosnę zaś budzenie się płaza z tego snu.

Obserwując przez szereg lat życie niektórych gatunków płazów występujących w okolicach Krakowa, szczególną uwagę zwróciłem na roczny cykl życia pospolitej żaby trawnej (*Rana temporaria* L.). Stwierdziłem bowiem pewne zjawiska związane z zapadaniem w sen zimowy oraz budzeniem się tej żaby na wiosnę. Stanowią one wyraźne odchylenie od utartych poglądów o ścisłej zależności procesów metabolizmu od temperatury środowiska u zwierząt poikilotermicznych w ogólności. W stosunku zaś do płazów zjawiska te zdają się nie potwierdzać w całej rozciągłości znanego ogólnie prawa, że „cała aktywność żaby, jako zwierzęcia zmienno-ciepłnego zależy od temperatury otoczenia” (Terentiew w 1950).

W związku z zaobserwowanymi faktami specjalnie przebadłem zagadnienie owulacji i składania jaj u żaby trawnej oraz prześledziłem ekologiczne tło tych procesów. Oprócz obserwacji zachowywania się żab w ich naturalnym środowisku, przeprowadzałem również periodyczne, laboratoryjne pomiary ciężaru narządu rozrodczego (jajników i jajowodów) żaby trawnej w celu uchwycenia morfologicznych zmian tego narządu w cyklu rocznym oraz stwierdzenia związku, jaki zachodzi między tymi zmianami a warunkami zewnętrznymi.

Wszystkie wyniki obserwacji terenowych oraz wyniki badań laboratoryjnych zestawilem z przebiegiem zjawisk meteorologicznych i termicznych tych środowisk, w których badane żaby występowały.

Obserwacje terenowe przeprowadzałem w bezpośrednich okolicach miasta Krakowa, którego położenie geograficzne jest następujące: szer. geogr. 50° 04', dług. geogr. 19° 57', wys. 200—220 m n.p.m. Najwięcej i najbardziej systematycznych obserwacji dokonałem w zachodnich peryferiach miasta, w terenie o powierzchni kilku km<sup>2</sup> między wsią Mydlniki a zachodnią dzielnicą miasta — Bronowicami, miejscowościami odległymi od siebie o ok. 2 km w linii powietrznej.

Teren objęty badaniami przylega do koryta nizinnej rzeki Rudawy, niewielkiego dopływu Wisły. W Mydlnikach rzeka Rudawa tworzy sztuczną odnogę o charakterze „młynówki”, która zaopatruje w wodę

sztuczne stawy Rybackiej Stacji Doświadczalnej Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie. Do młynówki tej uchodzi mały nizinny strumień bez nazwy. Bliżej Krakowa, już na terenie tzw. wielkiego miasta, uchodzi do rzeki Rudawy jeszcze jeden mały strumień bez nazwy, poniżej zaś jego ujścia ciągnie się stare koryto rz. Rudawy, na wiosnę zawsze wypełnione wodą, zaś w lecie i w jesieni tylko w okresie dużych opadów atmosferycznych. Poza tym w pobliżu rzeki występuje kilka stawków różnej wielkości i nie wysychających rowów o stojącej wodzie. Całość terenu ma charakter nizinnych, miejscami podmokłych łąk, pokrytych bliżej miasta uprawnymi polami i ogrodami.

Rzeka Rudawa, „młynówka” i strumienie bez nazwy są stałymi miejscami zimowania żab trawnych (*Rana temporaria* L.) i żab wodnych (*Rana esculenta* L.); w stawkach zaś występujących w sąsiedztwie tych wód płynących, żaby trawne i inne gatunki płazów corocznie odbywają gody i składają jaja.

Systematyczne obserwacje pory godowej i zapadania w sen zimowy oraz zjawisk towarzyszących tym procesom u żaby trawnej przeprowadziłem w dwóch okresach, mianowicie w latach 1935—1943 i 1954—1958, zatem łącznie w okresie trzynastu lat. Głównym okresem, w którym dokonywałem najwięcej obserwacji, często nawet codziennie, było przedwiośnie (miesiąc marzec), drugim zaś okresem o dużej częstotliwości obserwacji była jesień (miesiąc październik). Obserwacje przeprowadzałem w różnych porach dnia, najczęściej jednak po południu i wieczorem, przy każdej pogodzie.

#### METODYKA BADAŃ TERENOWYCH

Metodyka badań obejmowała obserwacje terenowe i prace laboratoryjne (pomiaru biometryczne).

Metodyka obserwacji terenowych była w zasadzie prosta i polegała na kontroli środowisk, w których żaby występowały, przy równoczesnym dokonywaniu w tych środowiskach pomiarów temperatury powietrza i wody oraz najprostszymi obserwacjami meteorologicznymi dotyczących opadów atmosferycznych, nasłonecznienia i wiatru. Temperatury powietrza i wody mierzyłem laboratoryjnym termometrem rtęciowym z dokładnością do  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Na wiosnę w okresie budzenia się żab ze snu zimowego przeglądałem w ten sposób możliwie dokładnie miejsce zimowania żab, głównie strumienie. W okresie pory godowej kontrolowałem stawki, w których żaby odbywały gody, oraz najbliższe ich sąsiedztwo w celu stwierdzenia wędrówki żab na gody. W jesieni przeglądałem najbliższą okolicę i nad-

brzeżny pas rzeki i strumieni w celu stwierdzenia wędrówki żab na zimowisko.

Ponieważ przeprowadzane przeze mnie pomiary temperatur i obserwacje meteorologiczne nie wykazywały ciągłości rocznej, wobec tego dla uzyskania pełnego obrazu zmian warunków meteorologicznych na badanym terenie, jak również zmian temperatury wody w rzece, posłużyłem się wynikami urzędowych pomiarów, przeprowadzanych przez niektóre krakowskie zakłady naukowe w ramach ich normalnej działalności.

Mianowicie wyniki obserwacji meteorologicznych odnośnie temperatury powietrza, opadów atmosferycznych i godzin nasłonecznienia na terenie Krakowa zostały mi uprzejmie użyzione przez Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Temperatury wody „młynówki” (odnoga rz. Rudawy), w której żaby trawne zimują zostały mi uprzejmie użyzione przez Rybacką Stację Doświadczalną WSR w Mydlnikach\*. Oczywiście między urzędowymi wynikami pomiarów temperatury powietrza względnie wody „młynówki” (zimowisko), a moimi pomiarami istnieją w niektórych wypadkach pewne niewielkie różnice, dla całości jednak zagadnienia, zupełnie nieistotne.

Z moich natomiast pomiarów uwzględniłem te wszystkie temperatury wody, które charakteryzowały warunki termiczne stawków (wody stojące), a więc środowisk w których żaby odbywały gody.

Zaznaczyć należy, że temperatury wody w jednym stawku, mierzone w tym samym czasie ale w różnych jego miejscach, wykazują zawsze pewne różnice, nierzadko sięgające nawet kilku stopni C. Różnice te występują w zależności od głębokości wody, odległości od brzegu, stopnia zarośnięcia roślinnością wodną, konfiguracji dna i innych. Wobec tego dla uniknięcia takich różnic, w każdym stawku mierzyłem temperaturę wody, zawsze na głębokości 10 cm i w jednym miejscu o wypośredkowanych warunkach hydro-ekologicznych a przede wszystkim w tych miejscach, w których żaby zwykle co roku składają skrzek.

Tak więc uzyskałem aktualny dla terenu objętego badaniami pełny materiał meteorologiczny z całego okresu rocznego i ze wszystkich lat badawczych oraz uzyskałem pełny roczny obraz zmian temperatury wody środowiska, w którym żaby trawne (występujące w badanym terenie) zimowały.

Wymienione dane, dotyczące temperatur powietrza i wody, ilości opadów atmosferycznych i godzin nasłonecznienia, posłużyły mi do spo-

---

\* Personel techniczny RSD w Mydlnikach prowadzi codziennie trzykrotnie pomiary temperatury wody zarówno „młynówki” jak szeregu stawów hodowlanych. Ponieważ uruchomienie RSD nastąpiło w roku 1937, wobec tego brak jest temperatur wody Młynówki za lata 1934—1937, uwzględnione w wynikach badań.

rządenia wykresów, na które naniosłem (przedstawione w postaci graficznej) zaobserwowane zjawiska życia żaby trawnej.

Obserwacje terenowe miały charakter pieszych przechadzek, w czasie których kolejno odwiedzałem wybrane do badań stanowiska. Jednorażowe obserwacje trwały 2 do 3 godzin, czasem jednak wymagały dłuższego czasu.

Serię obserwacji starałem się rozpoczynać jeszcze przed wystąpieniem spodziewanego zjawiska, np. wędrówki żab, składania jaj itp. W ten sposób można było stwierdzić początek jakiegoś zjawiska życiowego płaza oraz ustalić „progowy” charakter tych czynników zewnętrznych, które zjawisko to wyzwały.

Ogólnie biorąc głównym celem obserwacji terenowych było stwierdzenie możliwie wszystkich zasadniczych faz, tj. początku, nasilenia i zakończenia takich zjawisk życiowych żaby, jak — na wiosnę — budzenia się ze snu zimowego, procesu owulacji, wędrówki do stawu w celu odbycia godów, łączenia się w pary i składania jaj, zaś — w jesieni — rozpoczynania wędrówki na zimowisko, gromadzenia się żab nad brzegami wód płynących i zapadania w sen zimowy.

Nie w każdym jednak roku badawczym udało mi się prześledzić wszystkie wyżej wymienione zjawiska. Do najtrudniejszych obserwacji należało stwierdzenie budzenia się żab ze snu zimowego i początku procesu owulacji, zjawisk, które z reguły odbywały się w strumieniu, a więc w miejscu zimowania. Jeśli w wypadku wczesnej wiosny powierzchnia strumienia wolna była od lodu, to wówczas, idąc jego brzegiem, z łatwością można było zauważyć na dnie strumienia lub przy brzegach obudzone żaby, albo łatwo można je było przy pomocy ręcznej siatki wyszukać i złowić. Jeśli natomiast strumień pokryty był jeszcze lodem, lub nad powierzchnią wody wznosiły się lodowe sklepienia, utworzone z nawianego w zimie śniegu, wówczas obserwacje były bardzo utrudnione, lub wręcz niemożliwe. W takim wypadku następny termin kontroli z konieczności musiał być odłożony do czasu ustąpienia lodów, co też pociągało za sobą lukę w badaniach.

Drugą technicznie trudną obserwacją było stwierdzenie złożenia przez żaby pierwszego skrzeku, gdyż obserwacje tego zjawiska wymagały szczególnie skrupulatnych, codziennych oględzin wszystkich stawów i wszystkich w nich stanowisk.

#### METODYKA BADAŃ LABORATORYJNYCH

Badania laboratoryjne, mianowicie biometryczne pomiary narządu rozrodczego samic żaby trawnej (*Rana temporaria* L.), przeprowadziłem dopiero w drugim okresie badań, tj. w latach 1954—1958 oraz uzupełniłem je w latach 1959—60. Miały one na celu ustalenie morfologicznych

zmian narządu rozrodczego dorosłej samicy, w tym głównie ciężaru jajników i jajowodów (będącego wskaźnikiem rozwoju i funkcji tych narządów u samicy), oraz ustalenie korelacji tych zmian z czynnikami zewnętrznymi, reprezentowanymi przez warunki klimatyczne.

Metoda tych badań była następująca. Po złowieniu żab w naturalnym środowisku, dokonaniu obserwacji meteorologicznych i pomiarów temperatury wody, a następnie po przyniesieniu żab do laboratorium, przystępowałem natychmiast do sekcji. Żabę zabijałem przez zniszczenie centralnego systemu nerwowego za pomocą igły preparacyjnej, ale w ten sposób, aby uniknąć wykrwawienia zewnętrznego. W czasie tego zabiegu trzymałem żabę w ściereczce w celu usunięcia wody z powierzchni jej ciała, zwłaszcza w wypadku, jeśli żaba była uprzednio umieszczona w akwarium z wodą. Następnie kładłem żabę brzuszną stroną ciała na stół i mierzyłem linijką długość jej ciała począwszy od końca pyska do otworu analnego.

Natychmiast po dokonaniu pomiaru umieszczałem żabę na wadze typu torsyjnego i ważyłem ciężar jej ciała z dokładnością do 0,1 g. Po zdjęciu żaby z wagi otwierałem jamę brzuszną i wycinałem jajniki (*ovaria*) bez ciał tłuszczowych (*corpora adiposa*), dalej wycinałem obydwaj jajowody (*oviducti*) począwszy od lejka (*infundibulum*) aż do tylnej rozszerzonej ich części, tzw. niby — macicy (*pseudo-uterus*), włącznie. Wycięte jajniki i jajowody układałem na krążkach bibuły filtracyjnej w celu usunięcia z ich powierzchni nadmiaru płynu w postaci krwi i limfy. Następnie osobno ważyłem obydwaj jajniki i osobno obydwaj jajowody, z dokładnością do 0,01 g.

Jeżeli w przewodzie pokarmowym sekcjonowanej żaby znajdowała się treść pokarmowa (np. jeśli żaba została złowiona w okresie wegetacyjnym), wówczas wycinałem dodatkowo cały przewód pokarmowy, rozcinałem go wzdłuż, usuwałem z niego całą zawartość, którą również ważyłem. Wagę treści pokarmowej odejmowałem od ciężaru całej żaby i w ten sposób uzyskiwałem rzeczywisty ciężar ciała badanej żaby.

Sekcja i pomiary narządu rozrodczego samicy, u której nastąpiła owulacja i jaja znajdowały się już w końcowych odcinkach jajowodów, były bardziej technicznie skomplikowane i pracochłonne. Wówczas wycinałem i ważyłem osobno jajniki, osobno jajowody i oddzielnie pseudomacicę z zawartymi w niej jajami. Po zważeniu pseudomacicy usuwałem z niej jaja i następnie oddzielnie ważyłem błonę, która otaczała jaj, ciężar zaś tej błony (końcowych odcinków jajowodów) dodawałem do ogólnej wagi jajowodów.

Na podstawie wyników ważenia poszczególnych żab, oraz ich jajników i jajowodów obliczyłem procentowy ciężar tych narządów oddzielnie oraz procentowy ciężar całego narządu rozrodczego (jajniki + jajo-

wody) w stosunku do ciężaru ciała każdej badanej żaby. Następnie obliczałem średni procentowy ciężar jajników i jajowodów dla wszystkich żab pochodzących z jednego okresu badawczego, przy czym za główną cechę klasyfikacyjną przyjmowałem ciężar ciała żaby. Na podstawie tak uzyskanych wyników liczbowych przeanalizowałem zmiany morfologiczne, jakim podlega narząd rozrodczy samicy żaby trawnej w rocznym cyklu jej życia.

#### MATERIAŁ

Na materiał badawczy składały się różnej wielkości, ale wyłącznie dorosłe samice żaby trawnej (*Rana temporaria* L.), zdolne do składania jaj. W każdej serii żab, badanych w poszczególnych okresach badań, starałem się uwzględnić wszystkie klasy wielkości żab, od możliwie najmniejszej samicy dojrzałej płciowo do największej (tab. 1).

Tab. 1. Skrajne ciężary i wymiary żab, złowionych w poszczególnych okresach badawczych

Extreme weights and sizes of the frogs caught in different periods of the investigation

Okres połowu i badania żab	S a m i c e			
	najmniejsze		największe	
	waga w g	długość w cm	waga w g	długość w cm
Wrzesień — I dekada (życie lądowe)	17,0	5,9	62,3	8,3
Październik — III dekada (zimowisko)	13,1	5,7	82,5	9,3
Styczeń — III dekada (zimowisko)	17,8	5,8	84,7	9,0
Marzec — I dekada (zimowisko)	17,2	5,8	75,2	8,8
Marzec — III dekada (pora godowa)	21,9	6,1	84,0	9,0
Maj — III dekada (życie lądowe)	14,0	5,6	52,2	8,6
Lipiec — II dekada (życie lądowe)	15,7	5,8	70,2	9,5

Całość materiału badawczego podzieliłem na 8 klas, z których każda uwzględnia ciężar ciała badanych samic, mieszczący się w granicach kolejnych dziesiątek gramów (tab. 2). Absolutnie skrajne ciężary ciała samic zawierały się w granicach 13,1 g przy długości 5,7 cm do 84,7 g przy długości 9,0 cm, przy czym żaby w skrajnych klasach ciężaru ciała

należały do rzadkich okazów. Większość zaś, bo 362 żab (72,4% przebadanych samic) wykazywała średnie ciężary ciała, mieszczące się w granicach od 20,0 g do 50,0 g i tylko w trzech klasach wielkości (tab. 2).

Łącznie przebadano (poddano sekcji) 500 samic, złowionych w 7 okresach badawczych. Trzy z tych okresów (maj, lipiec, wrzesień) uwzględnijają życie lądowe żab, dalsze trzy okresy (październik, styczeń, I deka-

Tab. 2. Liczba złowionych i biometrycznie przebadanych samic (*Rana temporaria* L.) w poszczególnych okresach badawczych oraz liczba żab w poszczególnych klasach ich wielkości (ciężaru)

The number of female frogs (*Rana temporaria* L.) caught and examined in different periods of the investigation, and a number of the frogs in each group according to their size (weight).

Okres badawczy	Waga ciała żaby w g								
	13,1–20,0	20,1–30,0	30,1–40,0	40,1–50,0	50,1–60,0	60,1–70,0	70,1–80,0	80,1–84,7	Ogółem
Wrzesień (życie lądowe)	7	32	4	2	2	1	—	—	48
Październik (zimowisko)	2	15	30	34	10	4	5	1	101
Styczeń (zimowisko)	1	17	27	22	13	2	1	1	84
Marzec (zimowisko)	6	26	30	32	14	5	1	—	114
Marzec (gody)	—	10	23	20	18	12	9	3	95
Maj (życie lądowe)	9	7	6	1	1	—	—	—	24
Lipiec (życie lądowe)	9	19	5	—	—	—	1	—	34
<b>R A Z E M</b>	<b>34</b>	<b>126</b>	<b>125</b>	<b>111</b>	<b>58</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>500</b>
Procent	6,8	25,2	25,0	22,2	11,6	4,8	3,4	1,0	100%

da marca) początek, fazę środkową i koniec snu zimowego żab, jeden zaś okres (III dekada marca), uwzględnia porę składania jaj przez żabę trawną. Szczególną uwagę zwróciłem jednak na sen zimowy i okres składania jaj, w wyniku czego przebadalem w tych okresach największą ilość żab, przeciętnie około 100 okazów w każdym z nich.

Zebranie odpowiedniego materiału do opisanych pomiarów biometrycznych, w okresie lądowego życia żab, jest na ogół łatwe. Natomiast w okresie snu zimowego łowienie żab jest znacznie utrudnione, ponie-



waż zimujące żaby ukryte są w mule dennym zbiornika wodnego i rozproszone w różnych miejscach dna, łowienie zaś jest możliwe tylko w pewnych odcinkach strumienia o korzystnej linii brzegowej oraz o odpowiedniej głębokości wody. Szczególne jednak trudności w odławianiu żab występowały wówczas, gdy strumień, w którym żaby zimowały, pokryty był lodem. W takim bowiem wypadku należało w kilku miejscach strumienia wyrąbywać przeręble w lodzie o grubości nieraz kilkunastu centymetrów. W takich warunkach złowienie żab było oczywiście sprawą czystego przypadku i często kończyło się złowieniem zaledwie kilka samic lub nawet zupełnym niepowodzeniem. Metodyka zaś wymagała odłowienia samic w ściśle określonym, nieprzekraczalnym terminie 10 dni, w każdym cyklu badań oraz uwzględnienia wszystkich klas wielkości żab.

Trudności te tłumaczą zdobycie stosunkowo niewielkiej liczby żab w ciągu czterech zim.

#### Ogólna charakterystyka meteorologiczna terenu badań jako środowiska aktywnego życia żaby

Zaobserwowane przeze mnie zjawiska związane z budzeniem się żab na wiosnę, porą godową i zapadaniem żab w sen zimowy oraz wnioski wyciągnięte z zaobserwowanych faktów wymagają przedstawienia i omówienia przede wszystkim zmian temperatury powietrza w poszczególnych miesiącach roku szeregu lat oraz dziesięcioleci.

Jak już podałem teren, w którym przeprowadzałem obserwacje życia żaby trawnej (*R. temporaria* L.) i z którego pochodziły biometrycznie przebadane okazy żab, leży na obszarze m. Krakowa. Wyniki zatem obserwacji meteorologicznych dokonywanych w mieście Krakowie aktualne są również dla terenu moich badań.

Interesujące mnie temperatury powietrza zaczerpnąłem z pracy W. Miłaty (1955), zawierającej wyniki obserwacji dokonanych w Krakowie w latach 1864—1949\*. Na podstawie tych danych rzeczywiste średnie miesięczne temperatury powietrza w Krakowie w latach 1931—1949, a więc w okresie, w którym przeprowadzałem również moje obserwacje (lata 1935—1943) — przedstawia tab. 3.

Podobny przebieg wykazują również średnie miesięczne temperatury powietrza w poszczególnych dziesięcioleciach (tab. 4) i wieloleciach (tab. 5).

Z przebiegu wyżej podanych miesięcznych temperatur powietrza wynika, że w Krakowie najzimniejszym miesiącem w roku jest styczeń,

\* Wyniki obserwacji meteorologicznych dla miasta Krakowa opracowane są tylko do roku 1949.

Tab. 3. Rzeczywiste średnie miesięczne temperatury powietrza dla Krakowa w latach 1931—1949

The real mean monthly temperatures of the air (in ° C) in Kraków in the years 1931—1949

Mies. Lata	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1931	-1,1	-2,4	-0,2	6,0	17,4	18,1	19,7	17,3	11,1	7,5	1,9	-0,4
1932	-0,6	-5,5	-1,1	8,2	15,4	16,0	21,3	19,4	17,1	10,3	3,5	-0,2
1933	-6,8	-0,4	3,5	5,5	12,5	15,5	19,0	17,5	13,1	9,0	2,4	-5,6
1934	-1,3	0,5	6,3	11,8	15,4	17,0	18,3	18,2	15,5	10,3	5,7	2,2
1935	-5,0	0,3	1,8	8,6	11,7	19,1	17,9	18,1	14,6	10,9	3,6	-0,1
1936	2,1	-1,9	6,0	8,3	16,0	17,3	20,5	16,4	12,8	5,7	3,5	0,0
1937	-6,4	0,2	5,0	13,4	17,4	18,6	19,3	18,3	15,5	9,4	2,8	-0,9
1938	-0,8	0,2	7,0	5,8	12,5	18,5	19,1	18,7	13,8	10,3	6,3	-3,6
1939	0,7	3,0	1,1	11,2	12,3	18,3	19,9	19,5	14,6	7,1	4,7	-2,2
1940	-11,0	-9,0	0,3	8,2	12,3	17,6	18,5	15,7	14,1	7,4	5,9	-4,7
1941	-8,0	-0,2	2,8	6,2	11,1	16,9	18,5	17,1	11,8	7,3	-0,7	0,2
1942	-11,2	-5,1	-1,3	6,8	13,7	16,5	18,2	19,4	17,4	10,6	2,6	1,6
1943	-4,9	2,2	4,5	9,8	12,7	15,8	17,8	20,1	15,7	9,5	3,0	-1,2
1944	2,1	-1,6	0,8	8,2	12,8	16,6	18,8	20,3	14,2	10,5	4,3	-1,9
1945	-4,8	1,6	-4,4	9,0	14,3	17,5	19,0	18,3	13,8	9,0	3,7	-0,1
1946	-4,2	0,8	3,5	10,8	16,2	18,7	20,3	19,1	13,1	3,3	2,6	-4,2
1947	-8,0	-8,6	2,8	10,3	15,7	15,4	20,4	17,4	16,7	6,0	5,0	1,3
1948	2,1	-2,3	3,8	10,9	15,0	16,8	17,9	18,4	15,4	9,2	3,6	-1,3
1949	0,6	0,5	0,4	10,4	15,5	15,5	18,4	17,7	15,4	10,1	4,9	2,8

Tab. 4. Średnie miesięczne temperatury powietrza w ° C dla Krakowa w dziesięcioleciach 1931—1949

Mean monthly temperatures (in ° C) of the air in Kraków in the decades 1931—1949

mies. Lata	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1931 — 40	-3,0	-1,3	3,0	8,7	14,3	17,6	19,4	17,9	14,2	8,8	4,0	-1,5
1941 — 49	-4,0	-1,4	2,4	8,2	14,1	16,6	18,8	18,6	15,1	8,6	3,2	-0,3

Tab. 5. Średnie miesięczne temperatury powietrza w ° C dla Krakowa z wielolecia 1864—1949

Mean monthly temperatures of the air (in ° C) in Kraków in the years 1864—1949

m-c	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
temp. ° C	-2,8	-1,6	2,5	7,9	13,6	16,6	18,4	17,4	13,8	8,5	3,1	-1,2

zaś miesiącami w ogóle zimnymi są grudzień, styczeń, luty. Miesiącem najcieplejszym jest lipiec, zaś miesiącami w ogóle ciepłymi są czerwiec, lipiec i sierpień. Miesiącami o pośrednich temperaturach powietrza są miesiące wiosenne marzec, kwiecień, maj oraz miesiące jesienne wrzesień, październik, listopad. Spośród miesięcy wiosennych temperatury marca zbliżone są wyraźnie do temperatur lutego, zaś spośród miesięcy jesiennych temperatury października zbliżone są do temperatur listopada. Następnie przy porównaniu średnich miesięcznych temperatur miesięcy wiosennych i jesiennych (zarówno w poszczególnych dziesięcioleciach, jak i w wieloleciu) widać wyraźnie, że temperatury marca są zawsze niższe od temperatur października i równocześnie są one znacznie niższe od temperatur września. Poza tym dla niniejszych badań jest rzeczą ważną, że marzec wykazuje najniższą w roku — dodatnią — średnią miesięczną ( $2,4^{\circ}\text{C}$  — tab. 4,  $2,5^{\circ}\text{C}$  — tab. 5).

Bardzo interesująco przedstawiają się również amplitudy temperatur powietrza w poszczególnych miesiącach okresu rocznego, przy czym dla zagadnienia pory godowej żaby trawnej szczególne znaczenie mają amplitudy temperatur marca.

Przebieg najwyższych i najniższych temperatur powietrza oraz ich amplitudy w poszczególnych miesiącach lat 1864—1949 przedstawia według Milaty (1955) tab. 6.

Tab. 6. Maksima i minima temperatury powietrza dla Krakowa w latach 1864—1949

The maximal and the minimal temperatures of the air in Kraków in the years 1864—1949

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
abs. maks.	16,3	16,9	22,7	30,3	32,6	35,4	36,3	37,4	32,6	27,0	26,7	19,5
abs. min.	-31,4	-33,1	-21,9	-8,8	-2,5	1,2	6,2	4,0	-5,9	-11,4	-17,7	-29,6
amplituda	47,7	50,0	44,6	39,1	35,1	34,1	30,1	33,4	38,5	38,4	44,4	49,1

Z tab. 6 widać, że na przestrzeni wielolecia w każdym miesiącu w roku występują znaczne wahania temperatur powietrza, jednak marzec jest jedynym miesiącem, w którym występują zarówno najwyższe (powyżej  $0^{\circ}\text{C}$ ), jak i najniższe (poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ ) temperatury powietrza (ryc. 5). Mianowicie w marcu w okresie 86 lat najwyższa maksymalna temperatura powietrza wynosiła  $+22,7^{\circ}\text{C}$ , najniższa zaś minimalna temperatura powietrza wynosiła  $-21,9^{\circ}\text{C}$ , czyli, że amplituda temperatur skrajnych absolutnych, jakie wystąpiły w Krakowie na przestrzeni 86 lat wynosiła  $44,6^{\circ}\text{C}$ .

Podobnie przedstawia się amplituda tych temperatur w latach, w których przeprowadzałem moje obserwacje. Mianowicie z danych uzyskanych z Obserwatorium Astronomicznego UJ w Krakowie wynika, że najniższa minimalna temperatura powietrza w miesiącu marcu w latach 1935—1943 oraz 1954—1959 wynosiła  $-19,5^{\circ}\text{C}$  (13.III.1942), najwyższa zaś maksymalna temperatura powietrza w tym okresie wynosiła  $21,3^{\circ}\text{C}$  (20.III.1937); amplituda więc tych skrajnych temperatur absolutnych wynosi  $40,8^{\circ}\text{C}$ .

W marcu zaś jednego roku największe wahania skrajnych temperatur powietrza zawierają się w granicach od  $-15,2^{\circ}\text{C}$  do  $+21,2^{\circ}\text{C}$ , amplituda zatem wynosi  $36,4^{\circ}\text{C}$  (rok 1955). Najmniejsze natomiast wahania skrajnych temperatur powietrza zawierają się w granicach od  $-9,8^{\circ}\text{C}$  do  $+7,9^{\circ}\text{C}$ , amplituda zatem wynosi  $17,7^{\circ}\text{C}$  (rok 1958), (tab. 13).

Ogólnie, marzec w okresie moich obserwacji charakteryzował się dużymi, na ogół krótkotrwałymi wahaniami temperatury powietrza, zarówno powyżej, jak i poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , przy czym niemal z reguły znaczne zwwyżki oraz absolutne (najwyższe) maksima dziennych temperatur powietrza występowały w III dekadzie miesiąca, zaś niskie i najniższe temperatury występowały w I lub w II dekadzie (wykr. 12—22).

Zwyzki dziennych temperatur powietrza często są związane z ilością godzin ze słońcem w danym dniu, w okresach zaś bezchmurnej pogody następują zwykle znaczne dobowe skoki temperatury, wyrażające się podczas dnia dużymi zwyzkami temperatury powietrza, zwłaszcza w godzinach południowych, w nocy natomiast przymrozkami, powodującymi zamrażanie powierzchni wody niewielkich stawków (wody stojące).

Opady atmosferyczne, najczęściej w postaci deszczu, są w marcu na ogół niewielkie. W okresie moich badań wahały się w granicach 4,8 do 14,8 mm/24 godz. i tylko jeden raz na przestrzeni 15 lat opad deszczu osiągnął 20,65 mm/24 godz. (24.III.1937). Opady w marcu nie wykazują wyraźnej prawidłowości ani w czasie występowania, ani w ilości.

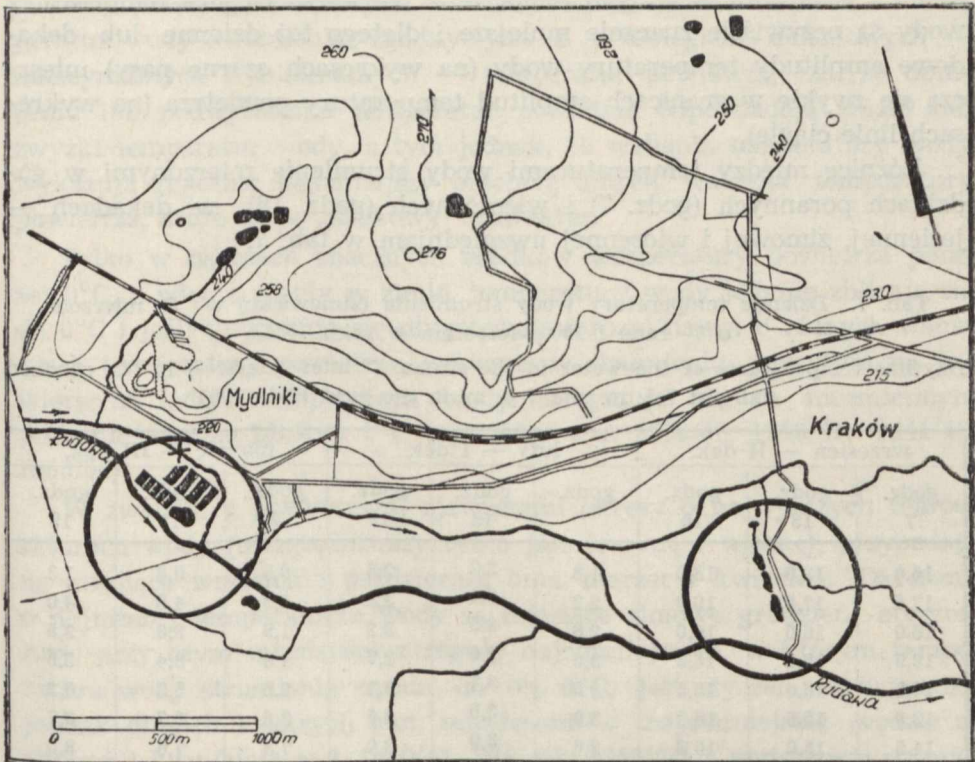
### Ogólna charakterystyka termiki strumienia jako środowiska snu zimowego żaby

W terenie moich badań głównym środowiskiem, w którym dorosłe żaby trawne (samce i samice) odbywają sen zimowy, są wody płynące, mianowicie rzeka Rudawa, wszystkie uchodzące do niej strumienie oraz „młynówka” (ryc. 1).

Charakterystykę temperatury wody strumienia, jako zimowiska żaby trawnej, oparłem na wynikach codziennych pomiarów temperatury wody „młynówki” (odgałęzienie rz. Rudawy) o następujących właściwościach hydrologicznych: szerokość koryta — ok. 4 m, głębokość wody —

50—100 cm, przepływ wody — średnio  $1,4 \text{ m}^3/\text{sek}$  szybkość przepływu — ok.  $0,4 \text{ m}/\text{sek}$ .

Następnie dla omówienia zjawiska snu zimowego żaby trawnej przedstawiłem temperatury wody strumienia (zimowiska) tylko z tych okresów roku, które są aktualne dla tego zagadnienia, a więc z jesieni, zimy i wiosny od września do kwietnia włącznie (wykr. 1—10), przy czym należy zaznaczyć, że dane temperatury września i kwietnia stanowią tylko nawiązanie właściwego okresu snu zimowego do okresu poprzedzającego ten sen i do okresu następującego po nim. Wreszcie



Ryc. 1. Tereń badań. W kołach zaznaczone są miejsca, w których dokonywano systematycznych obserwacji wędrówek i pory godowej żaby trawnej (*Rana temporaria* L.);

× — miejsce codziennych pomiarów temperatury wody „młynówki” na terenie Rybackiej Stacji Doświadczalnej WSR

Situation of the area where the research was conducted. Places marked with circles are those where systematic observation was conducted on the migrations and the mating season of the common frog (*Rana temporaria* L.);

× — marks the place where the temperature of the water in the river „młynówka” was measured daily. The particular section of „młynówka” belongs to the Experimental Fishing Station of the School of Agriculture

uwzględniłem wyniki tylko 2 dziennych pomiarów temperatury wody, dokonywanych o godz. 7 rano i o godz. 19 wieczorem.

Z przebiegu temperatury wody strumienia „młynówki” (wykr. 1—10) wynika, że w miesiącach jesiennych i wiosennych między „porannymi” i „wieczornymi” temperaturami wody z reguły występują stosunkowo duże różnice osiągające kilka °C (np. dn. 30.IX.1942, 12,6°C N. 16,2°C W. a dn. 26.III.1955, 3,6°C N. 8,7°C W). Natomiast w miesiącach zimowych różnice te wybitnie maleją i wahają się niejednokrotnie w granicach zaledwie 0,1°C. Często też w okresie zimyienne temperatury wody poranne i wieczorne są identyczne. W porównaniu z różnicami dziennych temperatur powietrza różnice temperatury wody są oczywiście znacznie mniejsze i dlatego teżienne lub dekadowe amplitudy temperatury wody (na wykresach czarne pasy) mieszczą się zwykle w granicach amplitud temperatury powietrza (na wykresach linie ciągłe).

Różnice między temperaturami wody strumienia mierzonymi w godzinach porannych (godz. 7) i wieczornych (godz. 19), w dekadach — jesiennej, zimowej i wiosennej uwzględniam w tab. 7.

Tab. 7. Dienne temperatury wody strumienia (zimowisko) w °C, mierzone o 7<sup>h</sup> rano i 19<sup>h</sup> wieczorem w roku 1954/5

Daytime temperatures of the water in the stream (winter quarters) in °C, checked daily at 7 a. m. and 7 p. m. in the year 1954—1955

wrzesień — II dek.			luty — I dek.			marzec — III dek.		
godz. 7	godz. 13	godz. 19	godz. 7	godz. 13	godz. 19	godz. 7	godz. 13	godz. 19
16,0	18,0	18,0	1,8	2,2	2,5	0,5	0,8	1,3
17,5	17,5	19,0	2,2	3,1	3,8	1,8	4,5	4,0
16,0	16,0	16,0	2,6	3,5	3,2	1,9	3,8	3,5
13,5	15,8	16,3	3,0	3,6	3,7	1,8	3,4	5,5
14,5	16,0	15,5	3,5	3,7	3,7	2,5	5,3	6,3
13,8	15,5	16,2	3,0	3,5	3,5	3,6	5,7	8,7
14,5	15,0	15,0	2,8	3,0	3,0	7,3	7,6	8,0
12,4	13,5	13,5	1,8	2,3	2,5	5,7	5,5	5,6
14,0	13,0	13,0	2,8	3,3	3,5	3,4	3,8	3,8
12,0	13,5	15,0	2,1	2,3	2,5	3,8	3,8	3,6

Ogólnie biorąc, w jesieni, w zimie i na wiosnę dienne temperatury wody wzrastają od temperatury porannej do wieczornej, pośrednia zaś temperatura wody przypada na godziny południowe. Stąd też temperatury wody mierzone w terminie porannym i wieczornym odpowiadają na ogół dziennym temperaturom minimalnym (pomiar poranne) i temperaturom maksymalnym (pomiar wieczorne). Inny przebieg wykazują

dzienne temperatury powietrza. Mianowicie na ogół rano są one najniższe i, podobnie jak temperatury wody, odpowiadają dziennym minimalnym temperaturom. Natomiast w godzinach południowych temperatury powietrza zbliżają się do najwyższych lub są najwyższe, odpowiadają zatem dziennym maksymalnym temperaturom. Wieczne zaś temperatury powietrza są na ogół temperaturami pośrednimi, podczas gdy wieczorne temperatury wody są temperaturami maksymalnymi. Oczywiście zdarzają się czasem odchylenia od tego prawidłowego przebiegu dziennych temperatur zarówno wody, jak i powietrza.

Z wykresów 1—10 widać, że w okresach jesiennym i wiosennym, zasadniczy przebieg dekadowych — maksymalnych i minimalnych — temperatur wody strumienia zgodny jest z przebiegiem dekadowych — maksymalnych i minimalnych — temperatur powietrza, tzn. że obniżeniu lub podwyższeniu temperatur powietrza odpowiadają niżki lub wyżki temperatur wody, z tym jednak, że wahania temperatury wody wykazują znacznie łagodniejszy przebieg aniżeli wahania temperatury powietrza, które mają „skokowy” charakter.

Tylko w okresach znacznych spadków temperatury powietrza poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , a więc z reguły w zimie, temperatury wody jedynie zbliżają się do  $0^{\circ}\text{C}$  i jeśli utrzymują się długotrwałe mrozy, nawet o różnych wahanach temperatury powietrza, wówczas w strumieniu, pokrytym na powierzchni lodem, temperatura wody utrzymuje się na niezmiennym poziomie, bardzo bliskim  $0^{\circ}\text{C}$  (np. zimy w l. 1939/40, 1940/41, 1941/42, 1953/54).

W związku z powyższymi zjawiskami okresy o najwyższych temperaturach wody (uwzględniając tylko jesień, zimę i wiosnę), przypadają na miesiące wrzesień i październik oraz marzec i kwiecień. Okresami o najniższej temperaturze wody są miesiące zimowe grudzień, styczeń, luty, przy czym miesiącem z reguły najzimniejszym, w którym temperatura wody strumienia opada do ok.  $0^{\circ}\text{C}$ , jest styczeń. W wypadku jednak długich i ostrych zim, miesiącami o najzimniejszej wodzie są styczeń i luty (zima w l. 1940/41, 1941/42, 1953/54) a wyjątkowo również i marzec (zima 1939/40 r.). Poza tym w jesieni (październik, listopad) zdarzają się zwykle nagłe wyżki temperatury powietrza i wody, które są wynikiem nawrotów ciepła, znanych pod nazwą „babiego lata”. Najbardziej charakterystyczne z tych nawrotów wystąpiły w jesieni lat 1940, 1942, 1954, 1957. Wreszcie pierwsze po okresie zimy, na ogół nieznaczne wyżki temperatury wody strumienia występują zwykle w III dekadzie lutego lub w I dekadzie marca, zdarzają się jednak lata, w których temperatury wody w wymienionych dekadach są niższe od temperatur wody w dekadach poprzednich (np. rok 1938/39, 1957/58).

Tab. 8. Średnie dekadowe temperatury wody strumienia „Zimowisko” z pomiarów porannych (7<sup>h</sup>) i wieczornych (19<sup>h</sup>) oraz średnie dekadowe temperatury powietrza z pomiarów południowych (14<sup>h</sup>) w miesiącu wrześniu i październiku oraz w lutym i marcu w latach 1937—1942 i 1953—1958

Mean decadal temperatures of the water in the stream (winter quarters), in °C, calculated from the record of morning temperature (checked at 7 hours) and evening temperature (checked at 19 hours), and mean decadal temperatures of the air (checked at 14 hours), in the months: September, October, February and March in the years 1937—1942, 1953—1958

rok	miesiąc	dek.	W o d a °C		Powiet- rze °C	rok	miesiąc	dek.	Woda °C		Po- wie- trze °C
			7h	19h	14h				7h	19h	14h
1937	wrzesień	I	14.1	16.0	21.2	1938	luty	I	5.1	5.4	5.6
		II	13.2	13.8	19.1			II	2.7	2.7	-1.2
		III	13.3	13.5	17.6			III	3.4	3.1	2.0
	październik	I	11.1	12.0	13.5		marzec	I	6.0	6.7	8.2
		II	8.5	9.1	10.6			II	7.1	8.0	9.2
		III	8.0	10.1	16.8			III	9.8	10.5	14.4
1938	wrzesień	I	13.5	14.2	17.7	1939	luty	I	3.2	3.8	3.3
		II	12.2	13.2	17.0			II	4.9	5.2	5.0
		III	11.7	13.3	19.2			III	5.5	5.1	6.6
	październik	I	11.3	12.3	16.5		marzec	I	5.0	4.5	3.6
		II	9.7	10.9	14.8			II	2.3	3.5	0.4
		III	7.8	9.1	9.4			III	4.2	6.1	5.4
1939	wrzesień	I	—	—	23.0	1940	luty	I	0.7	0.7	-7.8
		II	—	—	21.1			II	0.8	0.7	-9.6
		III	—	—	11.8			III	0.7	0.7	-0.7
	październik	I	7.6	8.4	8.3		marzec	I	0.8	0.7	-2.0
		II	8.6	9.7	12.7			II	0.9	1.1	3.1
		III	7.5	8.2	7.3			III	2.2	2.7	6.7
1940	wrzesień	I	11.7	14.1	20.2	1941	luty	I	0.0	0.0	-2.4
		II	11.3	13.0	16.6			II	1.5	1.9	4.0
		III	12.2	13.1	16.0			III	1.5	1.5	1.9
	październik	I	11.1	12.6	17.1		marzec	I	2.4	3.5	8.0
		II	8.3	9.4	12.5			II	2.4	2.8	1.6
		III	4.7	5.0	4.4			III	3.6	5.0	5.0
1941	wrzesień	I	11.9	13.3	16.3	1942	luty	I	0.1	0.1	-7.3
		II	10.8	11.1	13.2			II	0.2	0.2	-2.4
		III	9.7	11.7	16.7			III	1.3	1.1	0.8
	październik	I	9.8	11.0	14.0		marzec	I	1.4	1.6	-0.4
		II	7.7	7.8	9.3			II	1.2	1.7	0.5
		III	6.3	7.4	7.0			III	1.8	3.9	5.0
1942	wrzesień	I	15.4	17.3	23.5	1943	luty	I	1.7	2.1	3.0
		II	11.8	14.0	18.8			II	1.8	2.5	5.0
		III	13.5	15.8	23.8			III	2.9	3.0	4.3
	październik	I	11.6	13.5	19.0		marzec	I	3.0	4.3	5.5
		II	7.0	7.7	10.0			II	3.7	5.1	8.0
		III	7.5	8.8	16.3			III	6.0	8.6	14.0
1953	wrzesień	I	12.8	14.3	20.1	1954	luty	I	0.2	0.2	-7.8
		II	11.0	12.1	16.5			II	0.2	0.2	-3.5
		III	12.1	13.2	18.9			III	0.2	0.1	-2.8
	październik	I	10.2	10.8	13.7		marzec	I	1.4	1.5	7.0
		II	9.7	11.0	16.2			II	3.1	3.9	3.5
		III	7.7	9.3	13.8			III	5.6	7.8	11.4



c.d. tab. 8

rok	miesiąc	dek.	W o d a °C		Powiet- rze °C	rok	miesiąc	dek.	Woda °C		Po- wie- trze °C
			7h	19h	14h				7h	19h	14h
1954	wrzesień	I	16,0	18,2	25,2	1955	luty	I	2,5	3,2	5,2
		II	14,4	15,7	21,0			II	0,6	0,7	-0,1
		III	10,5	11,2	14,0			III	0,2	0,1	-3,7
	październik	I	7,2	8,0	9,4		marzec	I	1,0	1,3	-0,4
		II	8,4	10,0	15,4			II	2,0	3,1	0,8
		III	8,3	10,2	14,5			III	3,1	5,5	9,4
1956	wrzesień	I	13,7	15,8	21,8	1957	luty	I	3,8	4,1	6,0
		II	10,9	12,0	14,8			II	4,2	4,5	7,7
		III	10,6	12,8	19,2			III	2,6	2,8	1,7
	październik	I	9,7	10,6	13,6		marzec	I	2,1	2,9	0,8
		II	7,4	8,5	12,0			II	4,8	6,0	9,3
		III	8,2	9,8	13,2			III	6,6	8,6	12,2
1957	wrzesień	I	12,9	14,2	19,3	1958	luty	I	0,9	1,3	2,6
		II	11,5	12,3	15,7			II	3,0	4,1	6,7
		III	10,0	10,7	14,0			III	1,4	1,4	1,4
	październik	I	7,8	8,5	12,2		marzec	I	1,2	1,8	0,6
		II	9,4	10,4	16,0			II	1,4	1,9	-1,0
		III	7,8	8,3	13,1			III	2,3	2,8	1,2

Następnie obserwuje się fakt, że temperatury wody strumienia, podobnie jak temperatury powietrza w okresie przedwiośnia i wiosny, mianowicie w lutym i marcu, są z reguły znacznie niższe od temperatur wody w jesieni, we wrześniu i październiku. Ze względu na ważność tego zjawiska dla zagadnienia snu zimowego żaby trawnej, zwłaszcza jego fazy początkowej (zapadanie w sen) i fazy końcowej (budzenie się ze snu), podaję zestawienie średnich dekadowych temperatur wody strumienia i temperatur powietrza dla wymienionych miesięcy (tab. 8).

Dla jeszcze dokładniejszego zobrazowania temperatury wody strumienia w początkowej fazie snu zimowego żaby trawnej, przypadającej na miesiąc październik i w końcowej fazie tego snu przypadającej na miesiąc marzec, przedstawiam w wykresie zbiorczym (wykr. 11) przebieg rzeczywistych dziennych, maksymalnych i minimalnych temperatur wody strumienia (zimowisko) w wymienionych miesiącach, na przestrzeni 10 lat.

Z zestawienia zawartego w tab. 8 widać, że zaledwie w jednej dekadzie (III dek. marca 1938) średnie dekadowe temperatury wody strumienia były wyższe od średnich dekadowych temperatur wody w jesieni (III dek. października 1937), dalej z wykresu 11 widać, że w ciągu 10 lat w lutym i marcu nie było ani jednego dnia, w którym temperatury wody byłyby wyższe od temperatur wody w październiku.

## Wędrówki jesienne

Wędrówki jesienne żaby trawnej na zimowiska, stosunkowo łatwo można zaobserwować dzięki pewnym bardzo charakterystycznym zjawiskom. Należy do nich przede wszystkim ukazywanie się żab w większej ilości podczas dnia, następnie szybkie poruszanie się ich w terenie bez widocznej do tego zewnętrznej przyczyny (jak np. ucieczka przed niebezpieczeństwem), wreszcie wyraźne kierowanie się w stronę wody. Dokładne jednak badania przebiegu wędrówek, ich nasilenia, szybkości itp. należą już do zadań trudnych, wymagających stosowania specjalnej metodyki (np. znakowania żab, ciągłości obserwacji). W celu uniknięcia tych trudności, jak również niepowodzeń w obserwacjach, ocenę zasadniczych zjawisk, mianowicie początku i zakończenia wędrówek jesiennych żab trawnej, oparłem głównie na wynikach obserwacji gromadzenia się żab nad brzegami wód płynących, gdzie na dnie tych zbiorników żaby trawne spędzają sen zimowy. W lecie bowiem bardzo rzadko spotyka się żaby trawne nad takimi wodami, natomiast w jesieni daje się zauważyć coraz liczniejsze gromadzenie się żab obu płci, które na widok człowieka chronią się do wody. W okresie zaś kończenia się wędrówek nad strumieniem spotyka się coraz mniej żab, natomiast z łatwością można stwierdzić ich obecność w wodzie. Obserwacje zatem wędrówek jesiennych polegały na okresowych kontrolach obecności i ilości żab, gromadzących się nad brzegami strumienia, w którym zimowały.

Wyniki obserwacji przedstawiłem graficznie na wykresach (1—10) średnich dekadowych temperatur powietrza mierzonych w terminie porannym (7<sup>h</sup>) i południowym (14<sup>h</sup>) oraz średnich dekadowych temperatur wody strumienia (zimowiska) mierzonych w terminie porannym (7<sup>h</sup>) i wieczornym (19<sup>h</sup>). Na tle tych wykresów zaznaczony jest w danym roku — początek wędrówki (trójkąt kreskowany), zasadnicze jej zakończenie (trójkąt pełny) oraz najpóźniej spotkana nad wodą żaba (trójkąt pusty).

Na podstawie tych obserwacji stwierdziłem, że wędrówki jesienne żaby trawnej rozpoczynają się z początkiem września, przy czym najwcześniejsza gromadna wędrówka w okresie moich badań przypadła na dzień 12.IX.1957.

Mianowicie w tym dniu w godzinach popołudniowych (godz. 16—18) w czasie niewielkiego, ciepłego deszczu, idąc gościńcem w odległości ok. 1 km od rzeki Rudawy, natrafiłem na masową wędrówkę żab trawnych. Na przestrzeni ok. 2 km, naliczyłem 56 dorosłych żab. Wszystkie żaby wychodziły z ogrodów i pól uprawnych, położonych przy drodze, szybko ją przekraczały i wszystkie kierowały się w stronę rzeki.

Dla zobrazowania warunków meteorologicznych, jakie panowały w tym okresie, podaję zestawienie temperatur powietrza i opadów atmosferycznych z września 1957 r. (tab. 9).

Z zestawienia tego widać, że wędrówka żab odbywała się w dniu bardzo ciepłym, w którym maksymalna temperatura powietrza wynosiła 24,1°C, a więc niewiele się różniła od maksymalnej temperatury miesięcznej (27,4°C — dn. 9.IX.1957 r.), następnie widać że wędrówka

Tab 9. Maksymalne dzienne temperatury powietrza i opady atmosferyczne w Krakowie we wrześniu 1957 r.

Maximal daily temperatures of the air, and rain and snowfalls in Kraków in September 1957

Data	Dzienne maksymalne temperatury powietrza °C	Opady atmosferyczne mm/24 godz.	Data	Dzienne maksymalne temperatury powietrza °C	Opady atmosferyczne mm/24 godz.
1.IX	17,5	—	16.IX	16,3	—
2.IX	20,9	1,8	17.IX	11,1	3,3
3.IX	18,7	5,7	18.IX	14,5	3,2
4.IX	15,5	4,1	19.IX	15,8	0,6
5.IX	17,3	—	20.IX	14,4	3,4
6.IX	21,7	—	21.IX	16,1	—
7.IX	22,3	—	22.IX	20,6	—
8.IX	25,9	—	23.IX	21,7	5,5
9.IX	27,4	—	24.IX	19,6	6,0
10.IX	18,4	—	25.IX	11,5	—
11.IX	20,7	—	26.IX	10,3	—
12.IX	24,1	1,1	27.IX	11,2	0,3
13.IX	18,5	0,1	28.IX	13,9	3,0
14.IX	18,1	4,8	29.IX	14,1	8,6
15.IX	15,1	—	30.IX	11,4	—

nastąpiła w pierwszym dniu opadów atmosferycznych, jakie się pojawiły po dłuższym, 7-dniowym okresie bezdeszczowym. Obydwa te czynniki (wysoka temperatura, opady) wyraźnie wiążą się z aktywnością żab i masową ich wędrówką.

Opisany przypadek wędrówki żab dotyczy jednak warunków meteorologicznych, panujących w krótkim czasie, jak również wędrówki obserwowanej tylko w jednym dniu. Dlatego też przykład ten nie może być podstawą do uogólnień. Po dokładnym zaś przeanalizowaniu warunków meteorologicznych ostatnich miesięcy lata i pierwszych miesięcy jesieni (sierpień, wrzesień, październik, listopad) na przestrzeni 10 lat moich obserwacji, okazuje się, że układ termiczny tego okresu ma bardzo charakterystyczny przebieg, który w sposób znamieny

wiąże się z przebiegiem jesiennych wędrówek żaby trawnej na zimowiska. Przy analizie tej zwróciłem szczególną uwagę na zakres i przebieg średnich dekadowych temperatur powietrza oraz zakres ich amplitud w wymienionych miesiącach. Wyniki tych obliczeń \* przedstawia tab. 10. Na podstawie tych danych został sporządzony wykres, na który nanieśliśmy wyniki obserwacji dotyczące wędrówek żab (ryc. 2).

Tab. 10. Średnie dekadowe temperatury powietrza ( $^{\circ}\text{C}$ ) w Krakowie mierzonych w terminach porannym ( $7^{\text{h}}$ ) i południowym ( $14^{\text{h}}$ ) w miesiącu VIII, IX, X, XI, z okresu badań (10 lat)

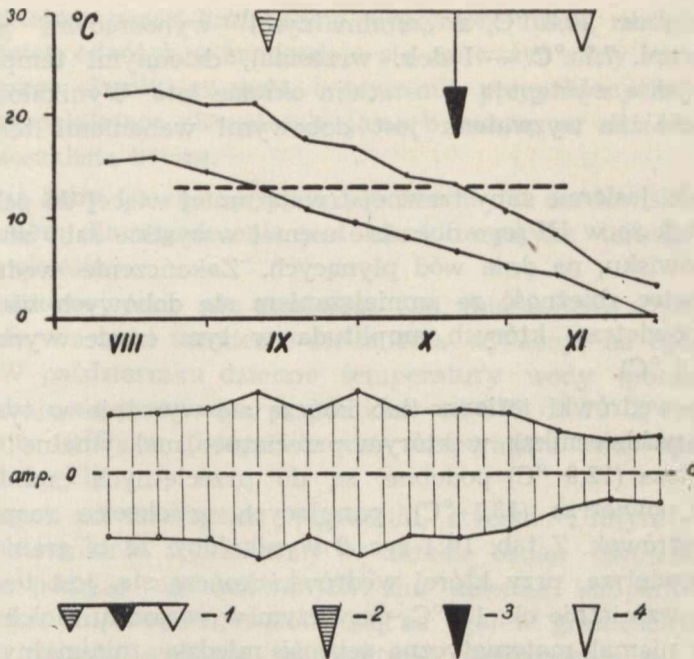
Mean decadal temperatures of the air (in  $^{\circ}\text{C}$ ) in Kraków, checked in the morning (7 hours) and at noon (14 hours) in August, September, October, November during the investigation (10 years)

m-c	VIII			IX			X			XI		
dek. godz.	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$14^{\text{h}}$	21,9	22,2	20,9	20,8	17,3	17,1	13,7	12,9	10,5	8,0	4,5	2,8
$7^{\text{h}}$	15,6	15,8	14,4	13,1	11,1	9,5	7,7	6,6	4,8	3,9	1,7	-0,6
amplituda	6,3	6,4	6,5	7,7	6,2	7,6	6,0	6,3	5,7	4,1	2,8	3,4

Jak widać z tab. 10 i ryc. 2, wrzesień jako okres wędrówki żab na zimowiska, charakteryzuje się wysokimi temperaturami powietrza w godzinach południowych ( $14^{\text{h}}$ ), będącymi kontynuacją termicznych warunków lata, oraz stosunkowo niskimi temperaturami w godzinach porannych ( $7^{\text{h}}$ ), zapoczątkowującymi jesienną obniżkę temperatury w ogóle, a która zdecydowanie następuje przy końcu października. Stosunki te są wyrazem przełomu lata i jesieni. Następnie widać, że w okresie wymienionych miesięcy (VIII, IX, X, XI) największe amplitudy między temperaturami porannymi „minimalnymi” a południowymi „maksymalnymi” przypadają na I i III dek. września i wynoszą przeciętnie  $7,7^{\circ}\text{C}$ . Wahania zaś tych temperatur zmniejszają się przy równoczesnym obniżaniu się zarówno temperatur „maksymalnych” jak i „minimalnych”, tak że w II i III dekadzie października wahania te wynoszą  $6,3$  i  $5,7^{\circ}\text{C}$ .

Z opisanych faktów wynika, że jesiennie wędrówki żaby trawnej na zimowiska są rozpoczynane i kontynuowane w okresie wysokich jeszcze temperatur powietrza, wahających się ok.  $20^{\circ}\text{C}$  (lata 1939, 1940, 1954, 1956, 1957) a więc mało różniących się od temperatur panujących

\* Do obliczenia danych przedstawionych w tab. 10 posłużyłem się wynikami obserwacji, uzyskanych z Obserwatorium Astronomicznego U. J. w Krakowie, częściowo przedstawionymi w tab. 8.



Ryc. 2. Średnie dekadowe temperatury powietrza mierzonych o godz. 7 i 14 w mies. VIII, IX, X, XI w okresie badań;  
 1 — okres jesiennych wędrówek żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) na zimowiska.  
 2 — początek wędrówki, 3 — koniec wędrówki, 4 — ostatnie, sporadycznie spotykane żaby nad strumieniem

Mean decadal temperatures of the air based on records made daily at 7 and 14 hours in the months: August, September, October and November in the years when the research was conducted;

1 — the period of the autumn migration of the common frog (*Rana temporaria* L.) to its wintering quarters, 2 — the beginning of the migration, 3 — the end of the migration, 4 — the period when only single frogs were observed sporadically

w okresie lata \*). Wędrówki te podejmowane są jeszcze przed wystąpieniem charakterystycznych dla jesieni chłódów, zatem te właśnie niższe temperatury powietrza, nie mogą być bodźcem wyzwalającym jesienną wędrówkę. Natomiast wędrówki te rozpoczynają się — jak wynika z moich obserwacji — bezpośrednio po okresie (a być może że w czasie tego okresu) największych amplitud między „maksymalnymi” wynoszą-

\* Również i u innych płazów stwierdziłem wczesne rozpoczynanie się wędrówek na zimowiska. Tak np. już w końcu sierpnia kilkakrotnie obserwowałem wędrujące w czasie dnia ropuchy zwyczajne (*Bufo bufo* L.). Jedna z takich wędrówek odbywała się podczas upalnej i suchej pogody. 2 dorosłe ropuchy — niczym nie niepokojone — w czasie wędrówki weszły do dużej rzeki (Raba w okolicy Gdowa), przepłynęły ją aktywnie w poprzek, i po wyjściu z wody dalej wędrowały.

cymi przeciętnie 20,8 °C, a „minimalnymi” wynoszącymi przeciętnie 13,1 °C, (ampl. 7,7 °C — I dek. września), dziennymi temperaturami powietrza, jakie występują w ostatnim okresie lata. Wynikałoby z tego, że aktywność żab wyzwalana jest dobowymi wahaniami temperatury powietrza.

Wędrówki jesienne żaby trawnej trwają mniej więcej do połowy października, tak że w III jego dekadzie niemal wszystkie żaby znajdują się już w zimowisku, na dnie wód płynących. Zakończenie wędrówki żab wykazuje więc zbieżność ze zmniejszaniem się dobowych wahań temperatury powietrza, których amplituda w tym czasie wynosi 6,3 °C (12,9 °C; 6,6 °C).

Ponadto wędrówki jesienne żab kończą się wyraźnie w tym okresie (II dekada października), w którym przeciętne „maksymalne” temperatury powietrza (12,9 °C) podobne są do przeciętnych „minimalnych” temperatur powietrza (13,1 °C), panujących w okresie rozpoczynania się tych wędrówek. Z tab. 10 i ryc. 2 wynikałoby, że tą graniczną temperaturą powietrza, przy której wędrówki kończą się, jest temperatura wynosząca przeciętnie ok. 13 °C, przy czym w wypadku moich obserwacji istnieje niemal matematyczna ścisłość między „minimalnymi” temperaturami powietrza na początku wędrówki, a „maksymalnymi” temperaturami przy końcu wędrówki. Różnica bowiem między średnimi dekadowymi tych temperatur, obliczona dla dziesięciolecia badań wynosi zaledwie 0,2 °C (13,1 °C; 12,9 °C).

Nadmienić należy, że mimo dość rozmaitego przebiegu temperatur powietrza w jesieni, w poszczególnych latach obserwacji, rozpoczynanie się wędrówek oraz ich zakończenie, odbywają się naogół regularnie. Ostatnie zaś, bardzo nieliczne lub pojedyncze żaby spotyka się jeszcze przy końcu października, lub wyjątkowo w listopadzie. Najpóźniej spotykanymi przeze mnie żabami nad brzegiem strumienia były samce — jeden z nich dn. 13.XI.1938, drugi dn. 14.XI.1940 r.

### Sen zimowy

Żaby zapadając w strumieniu w sen zimowy, gromadzą się przeważnie w miejscach o głębszej wodzie i spokojniejszym prądzie, następnie zagrzebują się w powierzchniowych warstwach mułu dennego wśród roślinności, pod kamieniami i tu spędzają całą zimę. Jeśli są jednak niepokojone (np. odłowami), wówczas przenoszą się w inne, zaciszne miejsca strumienia. Charakterystycznym zjawiskiem, występującym u dorosłych żab trawnych w okresie zapadania w sen zimowy, jest daleko posunięty w tym czasie proces dojrzałości płciowej. Mianowicie u wielu samców jest już wyraźnie rozwinięta szata godowa (sine pod-

gardle, podskórne worki limfatyczne wypełnione limfą, modzele na palcach przednich odnóży), u samic daje się zauważyć silny rozwój narządu rozrodczego. Jajniki są duże, o wyraźnie uwypuklonych jajach, zaś jajowody wypełniające niemal całą jamę brzuszną, są silnie nabrzmiałe i mają białoszklistą barwę.

Ponieważ żaby trawne spędzają sen zimowy w środowisku wodnym, aktualna zatem dla zagadnienia jest charakterystyka termiki strumienia w tym okresie.

W początkowej fazie snu zimowego żab, mianowicie w październiku i listopadzie, warunki termiczne strumienia wykazują na ogół podobny przebieg. W październiku dzienne temperatury wody (poranne i wieczorne) wahają się przeważnie w granicach od  $5^{\circ}\text{C}$  do  $10^{\circ}\text{C}$ , często nawet przekraczają  $10^{\circ}\text{C}$ , w listopadzie zaś temperatura wody spada do ok.  $5^{\circ}\text{C}$  (wykr. 1—11).

W dalszych zaś miesiącach — grudniu, styczniu i lutym — warunki termiczne strumienia wykazywały w okresie badań dwojaki przebieg. Mianowicie podczas umiarkowanych zim dzienne temperatury wody, o niewielkich amplitudach, wahały się na ogół w granicach od  $3^{\circ}\text{C}$  do  $5^{\circ}\text{C}$  i tego rodzaju wahania temperatury utrzymywały się przez całą zimę i przedwiośnie. Natomiast podczas bardzo ostrych zim, o długotrwałych okresach silnych mrozów, temperatury wody spadały do blisko  $0^{\circ}\text{C}$  i utrzymywały się niezmiennie na tym poziomie, przez cały czas trwania mrozów (zimy w l. 1939/40, 1940/41, 1941/42, 1953/54 — wykr. 3, 4, 5, 7). Oczywiście w czasie takich zim strumień pokryty był zawsze lodem.

Pierwsze zwyki temperatury, leżące na drodze zdecydowanych, sezonowych zmian klimatycznych, występują przy końcu lutego lub w początku marca. W wypadku zaś wybitnego przedłużania się zimy, przypadają one odpowiednio później, co szczególnie wyraźnie zaznacza się np. w marcu 1940 r. (wykr. 3), i co oczywiście stoi w ścisłym związku ze wzrostem temperatury powietrza. Te pierwsze zwyki temperatury wody strumienia są z reguły bardzo nieznaczne i osiągają przeciętnie ok.  $3^{\circ}\text{C}$ , rzadko zaś osiągają  $5^{\circ}\text{C}$  (np. I dekada marca 1938 r.) lub nieco powyżej  $5^{\circ}\text{C}$  (np. III dekada lutego 1939 r.). Zatem podczas zim umiarkowanych temperatury wody przy końcu lutego lub w początku marca leżą w granicach temperatur występujących sporadycznie w okresie całej zimy, nie są więc one temperaturami wyjątkowymi, co widać z wykresów dekadowych temperatur wody strumienia w zimach 1937/38, 1938/39, 1954/55, 1956/57, 1957/58. Jedynie tylko w wypadku wyjątkowo mroźnych zim, zwyki temperatury wody, zaznaczające się przy końcu lutego lub w marcu, mają rzeczywisty charakter „progowy” w porównaniu z bardzo niskimi, a przy tym wyrównanymi temperaturami wody,

jakie występują w poprzedzającym je, długim okresie czasu (zimy 1939/40, 1953/54). Poza tym omawiane zwyczki temperatury wody w okresie przedwiośnia są — ogólnie biorąc — znacznie niższe od temperatury wody strumienia w październiku, a więc w okresie zapadania żab w sen zimowy (wykr. 11), ponadto, w większości lat moich badań, są one również niższe od temperatury wody strumienia w listopadzie (wykr. 1—10).

Podczas umiarkowanych zim, charakteryzujących się brakiem mrozów przy końcu lutego, lub w początkach marca i występowaniem wyraźnych wahań temperatur wody strumienia (zimowiska) w tym czasie, sen zimowy żab — w okresie moich badań — trwał przeciętnie do połowy marca. W wypadku zaś wyjątkowego przedłużania się zimy i występowania skrajnie niskich (ok.  $0^{\circ}\text{C}$ ) zimowych a nie wahających się temperatur wody w marcu, okres snu zimowego żab wyraźnie się przedłużał. Budzenie się żab następowało dopiero po pierwszych, niewielkich („progowych”) zwyczajach temperatur wody, dochodzących do ok.  $+3$ ,  $+4^{\circ}\text{C}$ . Najpóźniejsze zaś okresy budzenia się żab zaobserwowałem w latach 1940 i 1958, w obu wypadkach pod koniec III dekady marca (wykr. 3, 10).

Szczególnie jednak godny uwagi jest fakt, że wśród obudzonych żab znajduje się wiele połączonych już par oraz to, że wszystkie żaby „*in amplexus*”, a często również i wolne samice wykazują wówczas zupełną dojrzałość płciową i zdolne są do złożenia jaj. Proces owulacji bowiem jest zakończony, jaja zaś znajdują się w jajowodach, a najczęściej już w pseudomacicy. Sztuczne zapłodnienie jaj takich samic daje z reguły wynik dodatni.

Ponieważ owulacja samic i *amplexus* pojawiają się z reguły w warunkach zimowiska (w marcu), zatem obydwie te zjawiska muszą odbywać się w stosunkowo niskich temperaturach wody. Na podstawie własnych pomiarów temperatury stwierdziłem wielokrotnie, że w okresie (II dek. marca) pojawiania się w strumieniu par „*in amplexus*” i dojrzałych samic, temperatury wody tego strumienia osiągają zaledwie  $+3^{\circ}\text{C}$  lub  $+4^{\circ}\text{C}$ , co potwierdzają również urzędowe pomiary temperatury wody strumienia (wykr. 11). Najniższa zaś temperatura wody strumienia, w czasie której znalazłem samca żaby trawnej złączonego z samicą żaby wodnej (*Rana esculenta* L.), wynosiła  $+0,2^{\circ}\text{C}$ , dn. 5.III.1960 r. Strumień pokryty był wówczas lodem grubości ok. 30 cm.

Jako przykład kształtowania się temperatur wody strumienia podczas „zimnego” marca, podaję w tab. 11 wyniki pomiarów przeprowadzonych podczas wspomnianych wyżej lat 1940 i 1958, w których budzenie się żab i owulacja samic nastąpiły pod koniec III dekady tego miesiąca. Nadmienić przy tym należy, że w zestawieniu temperatur



wody w tab. 11, dzienne temperatury uwzględnione są tylko do dnia odłowu żab, tj. do dn. 25.III.

W marcu 1940 r. śnieg padał łącznie przez 16 dni, w tym przez całą I dekadę, pokrywa śniegu grubości ok. 20 cm utrzymywała się do dn. 13.III., lód na powierzchni strumienia stał dn. 23.III. Ogólnie biorąc marzec był podobnie zimny jak luty. Wśród samic złowionych z końcem I dekady marca, nie było ani jednej dojrzałej. Natomiast dn. 25.III.1940 (temperatura wody w strumieniu wynosiła  $+2,5^{\circ}\text{C}$ ), z pośród kilkunastu złowionych samic, u 2-ch jaja znajdowały się już w pseudomacycy, u 1-ej proces owulacji był rozpoczęty.

Tab. 11. Temperatury wody strumienia (zimowisko) w  $^{\circ}\text{C}$  w m-cu marcu, w latach 1940 i 1958

Temperatures (in  $^{\circ}\text{C}$ ) of the water in the stream (winter quarters) in March in the years 1940 and 1958

m-c rok	dekady				
	temp. $^{\circ}\text{C}$	I	II	III	
III 1940	maks. dzienne	} wody	0,8	3,0	3,8
	min. dzienne		0,7	0,8	1,0
	średnie dekadowe		0,8	1,1	2,8
	średnie dekadowe powietrza		-2,0	+3,1	+6,7
III 1958	maks. dzienne	} wody	3,0	3,2	4,0
	min. dzienne		0,1	0,2	0,2
	średnie dekadowe		1,8	1,9	2,8
	średnie dekadowe powietrza		+0,6	-1,0	+1,2

W marcu 1958 r. śnieg padał łącznie przez 23 dni, w tym przez całą II dekadę, pokrywa śniegu utrzymywała się niemal przez cały miesiąc, powierzchnię strumienia pokrywał okresowo cienki lód. W tym roku marzec był znacznie zimniejszy od lutego. U wszystkich samic w liczbie 40 sztuk, złowionych w I dekadzie marca, stwierdziłem niedojrzałe jeszcze jaja, natomiast w III dekadzie tego miesiąca, dn. 25.III.1958 r. (temperatura wody w strumieniu wynosiła  $+3,5^{\circ}\text{C}$ ), wszystkie samice w liczbie 45 sztuk zostały złowione w parach „*in amplexus*” i wszystkie wykazywały obecność dojrzałych jaj w pseudomacycy (wykr. 11).

Również doświadczałem możliwość owulacji u samic przetrzymywanych w niskiej temperaturze wody, w okresie normalnego ich dojrzewania, tj. w marcu. Mianowicie dn. 15.III.1959 r. umieściłem kilkanaście niedojrzałych samic różnej wielkości w akwarium z wodą, które następnie wstawiłem do lodówki. W czasie doświadczenia temperatura wody w akwarium wahała się w granicach  $0^{\circ}\text{C}$  do  $+3,5^{\circ}\text{C}$ , prze-

ciężnie zaś wynosiła  $+2,0^{\circ}\text{C}$ , Owulacja odbywała się u wszystkich samic do końca marca, data zaś najpóźniejszej owulacji przypadła w dniu 2.IV.1959 r. W naturze zaś pierwsze jaja żaby trawnej zostały złożone dn. 24.III.59 r., przy temperaturze wody w stawie  $12,6^{\circ}\text{C}$ , zatem owulacja samic w warunkach naturalnych odbyła się wcześniej.

Nie udało mi się natomiast znaleźć samicy z dojrzałymi jajami, jak również samicy kopulującej, przy końcu miesiąca lutego i to nawet wówczas, gdy temperatury wody strumienia (zimowiska) były w tym czasie wyższe lub podobne do temperatur wody, jakie panowały później. Tak np. w roku 1939, w III dekadzie lutego, która charakteryzowała się wyjątkowo dużą zwyżką temperatury wody (t. max.  $8,2^{\circ}\text{C}$ ), wśród kilkudziesięciu złowionych w tym czasie samic nie znalazłem ani jednej z dojrzałymi jajami, nie było też połączonych par. Natomiast w początku II dekady marca tego samego roku stwierdziłem u samic owulację odbywającą się przy temperaturze wody znacznie niższej (t. max.  $4,6^{\circ}\text{C}$ ) w porównaniu z temperaturą wody przy końcu lutego (wykr. 11). Podobne fakty stwierdziłem w latach 1943 i 1957, w których mimo występowania zbliżonych temperatur przy końcu lutego i w początku marca owulacja nastąpiła dopiero na przełomie I i II dekady tego miesiąca.

Najwcześniejsze zaś przypadki owulacji w okresie moich badań stwierdziłem dn. 7.III.1941 r. u samicy „*in amplexus*”, złowionej w strumieniu (zimowisku) przy temperaturze wody wynoszącej  $+3^{\circ}\text{C}$ . Sztuczne zapłodnienie jaj dało wynik dodatni. Następnie dn. 5.III.1959 r. u samicy wolnej, złowionej w strumieniu, przy temperaturze wody  $+6,5^{\circ}\text{C}$ , sekcja wykazała początek owulacji.

Ogólnie biorąc, między temperaturą wody a owulacją i budzeniem się żab ze snu zimowego istnieje pewien związek. Zależność ta jednak zaznacza się wyraźnie jedynie w wypadkach przedłużania się zimowych temperatur wody, utrzymujących się na poziomie bliskim  $0^{\circ}\text{C}$  i nie wykazujących wahań. W tych warunkach temperatura wody o charakterze „progowym” wynosi ok  $+3^{\circ}\text{C}$ . Natomiast mniej wyraźny związek między tymi zjawiskami zachodzi wówczas, gdy temperatury wody strumienia w okresie „normalnego” przedwiośnia ulegają wahaniom. W takich wypadkach trudno jest ustalić „progowe” temperatury wody. Bez względu jednak na ogólne warunki meteorologiczne i przebieg temperatur wody w strumieniu w okresie przedwiośnia budzenie się żab ze snu zimowego następuje z pewnymi odchyleniami, jednak zwykle ok. połowy marca.

Jeszcze w czasie pobytu żab w zimowisku następuje proces owulacji i łączenie się żab w pary, w wyniku czego samice opuszczające zimowisko zdolne są do składania jaj. Ponieważ proces owulacji i „*amplexus*”

należą do zjawisk pory godowej, zatem u żaby trawnej pora godowa rozpoczyna się już w czasie ich pobytu w zimowisku.

W warunkach panujących w zimowisku, zarówno owulacja, jak i łączenie się w pary odbywają się w niskich temperaturach wody, wahających się w granicach od ok.  $+2^{\circ}\text{C}$  do  $+4^{\circ}\text{C}$ . Temperatury te są znacznie niższe od temperatur wody panujących w strumieniu w okresie zapadania żab w sen zimowy, jak również są one niższe od temperatur wody występujących w zimowisku po procesie owulacji u samic. Poza tym temperatury, przy których odbywa się owulacja samic i łączenie się żab w pary są temperaturami sporadycznie występującymi w strumieniu w okresie umiarkowanych zim, a zatem nie są one temperaturami wyjątkowymi dla tych procesów. Wskazuje to na wyraźną skłonność dojrzewania samic w stałym okresie czasu.

### Pora godowa

W terenie, w którym przeprowadzałem badania, wszystkie zjawiska składające się na porę godową żaby trawnej (*Rana temporaria* L.), mianowicie owulacja, łączenie się w pary i składanie jaj, odbywają się z reguły w marcu. Jedyne tylko ostatni akt godów, tj. składanie jaj, przedłuża się na początek kwietnia, w wypadku zaś wyjątkowego przedłużania się zimy, złożenie skrzeku rozpoczyna się w ogóle dopiero w kwietniu.

Warunki meteorologiczne marca zostały już ogólnie opisane. Do najbardziej charakterystycznych cech meteorologicznych tego miesiąca należą bardzo duże amplitudy wahań temperatury powietrza w granicach poniżej i powyżej  $0^{\circ}\text{C}$  i pod tym względem marzec jest jedynym miesiącem w roku. Na ogół w I i II dekadzie często występują jeszcze mrozy połączone z opadami śniegu, natomiast III dekada charakteryzuje się przeważnie wybitnymi zwyczajami temperatury powietrza i słoneczną pogodą. Również często zdarzają się w marcu duże wahania temperatury powietrza w cyklu dobowym, w których wyniku po cieplej i słonecznej pogodzie podczas dnia, w nocy występuje przymrozek ścinający wodę na powierzchni małych stawków.

Szczegółowy przebieg warunków meteorologicznych w marcu w zakresie temperatur powietrza, nasłonecznienia i opadów, w poszczególnych latach badań przedstawiony jest na wykresach 12—22. Dla każdego z nich dopasować można wykres 11, temperatury wody strumienia, w którym żaby zimowały. Zakresowana część na tych wykresach oznacza czasokres, w którym pobyt żab w strumieniu mógł być już nieaktualny ze względu na osiągnięcie przez nie dojrzałości płciowej (owulacja) oraz łączenie się w pary i w związku z tym możliwość opuszczenia w tym czasie zimowiska. Amplitudy wahań temperatur powie-

trza w marcu w poszczególnych latach badań przedstawione są w tab. 13.

Jak już podałem dojrzewanie (owulacja) samic i łączenie się żab w pary, a więc pora godowa, rozpoczynają się jeszcze w czasie pobytu ich w zimomisku zwykle około połowy marca. W miarę jednak coraz znacniejszego podwyższania się temperatury powietrza, coraz więcej par „*in amplexus*” oraz wolnych (najczęściej z powodu braku partnerów) dorosłych żab ukazuje się przy brzegach strumienia i w wypadku utrzymania się cieplej, zwłaszcza słonecznej pogody, wkrótce rozpoczyna się opuszczanie strumienia przez żaby i masowa ich wędrówka do zbiorników wody stojącej. Wędrówka odbywa się zarówno w nocy, jak i podczas dnia, w czasie wilgotnej, jak i suchej pogody. Czas jej trwania zależy od odległości, jaką muszą żaby przebywać z zimowiska do miejsca godów.

Rozpoczynanie przez żaby wędrówek godowych i ich nasilenie wykazuje wybitną zależność od temperatury powietrza. Jako przykład tej zależności podaję wyniki obserwacji poczynionych w r. 1942 i przedstawionych w tab. 12.

Należy dodać, że okres przedstawiony w tab. 12 charakteryzował się w ogóle suchą pogodą i dużym nasłonecznieniem w dniach ciepłych.

Z zestawienia tego widać najwyraźniej, że wędrówka żab odbywała się w dniach o maksymalnych w tym okresie temperaturach powietrza, i że w dniach wędrówki minimalne dzienne temperatury wynosiły

Tab. 12. Temperatury powietrza w °C w marcu i kwietniu 1942 r. oraz okresy wędrówek godowych żaby trawnej (*R. temporaria* L.)

Temperatures (in °C) of the air in March and April 1942, and the periods of the mating migration of the common frog (*Rana temporaria* L.)

godz. data	7 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	21 <sup>h</sup>	maks. °C	min. °C	temp. pow. w czasie obserwacji	Wędrówki żab.
24.III	-1,2	7,8	5,4	9,2	-2,0	—	wędrówki nie ma
25.III	3,6	9,9	5,2	11,0	-3,2	—	„
26.III	3,8	8,2	4,0	9,4	2,4	9,2	początek wędrówki
27.III	0,6	7,1	2,1	7,3	0,3	6,0	wędrówki nie ma
28.III	1,4	1,2	0,4	2,1	0,4	—	„
29.III	-2,4	1,4	-1,7	3,5	-3,0	—	„
30.III	-2,2	3,6	1,1	3,6	-3,5	—	„
31.III	0,6	7,6	2,3	8,6	-0,1	—	„
1.IV	-2,4	10,3	7,6	10,9	-2,7	6,5	„
2.IV	5,1	8,4	4,9	12,7	3,9	10,5	masowa wędrówka
3.IV	1,1	5,4	0,7	6,8	0,5	5,2	wędrówki nie ma
4.IV	-1,0	2,5	0,3	4,8	-1,6	3,2	„
5.IV	-1,0	4,5	0,8	6,3	-1,6	4,4	„
6.IV	1,4	9,9	6,5	10,1	-0,9	10,0	masowa wędrówka — pierwszy skrzek

kilka °C powyżej 0°C. Natomiast jeśli w danym dniu występowały nawet wysokie temperatury powietrza w godzinach południowych, lecz w nocy lub rano panował jeszcze przymrozek, wówczas wędrówka żab nie odbywała się (por. dni 24, 25, 26, 31.III, 1, 2.IV, w tab. 12). Zjawisko to można łatwo wytłumaczyć, jeśli się zważy, że zmiany temperatury wody w strumieniu nie następują tak szybko (duże ciepło właściwe wody) jak zmiany temperatury powietrza. Wobec tego niskie temperatury wody w strumieniu przeciągające się z godzin nocnych lub porannych nie uaktywniają żab.

Najniższa temperatura powietrza, przy której odbywa się masowa wędrówka godowa żab, wynosi ok. 10°C. W kilku jednak przypadkach, na przestrzeni ok. 20 lat obserwacji, stwierdziłem możliwość odbywania wędrówek przez nieliczne żaby (w tym również połączone pary) przy temperaturze powietrza ok. 5°C, w porze nocnej przy wilgotnej pogodzie. Przy wymienionej temperaturze powietrza odbywały również wędrówkę godową grzebiuszki ziemne (*Pelobates fuscus* L a u r.).

Wędrujące żaby zdradzają wyraźną orientację w terenie i po wyjściu ze strumienia wybierają właściwy kierunek do stawu, gdzie mają złożyć skrzek. Wykazują przy tym upodobanie do jakiegoś stawu. Jeśli bowiem w terenie występuje kilka stawów, gromadzą się zwykle w dużej ilości w jednym z nich. Czasem jednak po wejściu do pewnego stawu — a więc zdawałoby się osiągnięciu już celu swojej wędrówki — wkrótce (po upływie kilkunastu minut) wychodzą z niego i wchodzą do innego stawu. Obserwowałem np. jak żaby, w tym pary „in amplexus”, po opuszczeniu strumienia (zimowiska) wchodziły do pobliskiego stawu, położonego po lewym jego brzegu, następnie z niego wychodziły, z powrotem wchodziły do strumienia, przepływały go w poprzek i wchodziły do stawu położonego na prawym jego brzegu. Wreszcie wielokrotnie obserwowałem wędrówki godowe żaby trawnej z pewnego strumienia do pobliskiego stawu (okolica leżąca poza terenem moich badań), przy czym droga wędrówki żab prowadziła przez szosę o dużym ruchu kołowym i biegnącą w tym miejscu po wysokim nasypie ziemnym (most). Dzień i kierunek masowej wędrówki żab trawnych łatwo można było ocenić po dużej ilości żab przejechanych przez samochody. Dodać należy, że żaby zdążające do stawu musiały początkowo wędrować w górę terenu (nasyp). Wreszcie kilkakrotnie łowiłem żaby w strumieniu i wpuszczałem je specjalnie do upatrzonego przeze mnie stawu — żaby stawek ten opuszczały.

Zarówno samce, jak i samice wchodzą do stawu w stanie zupełnej dojrzałości płciowej i wśród samic bardzo rzadko zdarza się spotkać żabę z niedojrzałymi jajami. Należą do nich przeważnie małe okazy (młode),

a więc prawdopodobnie samice, które po raz pierwszy w swoim życiu składają jaja.

Po osiągnięciu stawu godujące żaby mogą się znaleźć w bardzo różnych warunkach termicznych ze względu na bardzo duże wahania temperatury powietrza zarówno w cyklu miesięcznym, jak i dobowym. W wypadku zaistnienia niskich temperatur, żaby nie przystępują do składania jaj i w zależności od temperatury otoczenia zachowują się rozmaicie. Podaję wyniki kilku obserwacji z różnych lat.

Temperatury		Zachowanie się żab
wody	powietrza	
3,0 °C (na powierzchni stawu z nocnego przymrozku)	ok. 0 °C cienki лёd	wolne żaby i pary „ <i>in amplexus</i> ” spoczywają nieruchomo na dnie stawu,
3,0 °C	2,5 °C	żaby pływają po powierzchni wody, samce głosów godowych nie wydają,
6,5 °C	5—8,5 °C	żaby pływają po powierzchni wody, samce wydają głosy godowe,
9,2—12,0 °C	12,5—17,5 °C	żaby godują, samce wydają intensywnie głosy godowe, samice „ <i>in amplexus</i> ” składają jaja.

Jak z tego widać, w wypadku zapanowania niskich temperatur powietrza następuje zahamowanie pory godowej, zaś składanie jaj rozpoczyna się dopiero po odpowiedniej zwykle temperatury powietrza, oraz wody w stawie. Taki właśnie przebieg pory godowej zdarza się najczęściej i w związku z tym obserwuje się najpierw obecność żab w stawie, a dopiero w pewien czas potem składanie przez nie jaj\*.

Jeśli jednak po wejściu żab do stawu panuje ciepła pogoda, żaby natychmiast przystępują do składania jaj, przy czym przy stosunkowo wysokich temperaturach proces ten odbywa się gromadnie i spontanicznie. Godujące żaby skupiają się wówczas w dużych ilościach w jednym miejscu stawu, płytkim i zarośniętym roślinnością, wykazując niezwykłą ruchliwość i podniecenie. W takich warunkach złożenie jaj przez znajdujące się w tym miejscu kopulujące pary następuje niemal w tym samym czasie, w rezultacie czego tworzą się ogromne nieraz zlepiska skrzeku, zawierające setki tysięcy jaj.

Zakres temperatur wody w stawie, przy których rozpoczyna się składanie jaj, jest bardzo szeroki. Najniższa temperatura wody, jaką stwierdziłem w czasie składania pierwszego skrzeku przez żaby, wynosiła 8,0 °C (dn. 30.III.1939 r.) i wówczas tylko nieliczne samice składały jaja.

\* Dowodzi to, że dojrzałe samice mają zdolność przetrzymywania jaj, co stwierdziłem również doświadczalnie. Mianowicie dnia 4.IV.57 r. umieściłem akwarium z kilkoma dojrzałymi samicami w lodówce i przetrzymywałem żaby w temperaturze wahającej się w granicach od +4,0 °C do +6,0 °C. Do dnia 14.IV.57 żadna z samic jaj nie złożyła.

Tab. 13. Warunki meteorologiczne m-ca marca oraz temperatury wody w stawie w okresie godów żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) w poszczególnych latach badań  
 The meteorological conditions in March and the temperatures of the water in a pond at the time of the mating seasons of the common frog (*Rana temporaria* L.) in the different years of the investigation

Rok	Temperatury powietrza °C					Maksymalne dzienne opady atmosferyczne		Temperatury wody w stawie w okresie			
	minim.	dek.	maksim.	dek.	Amplituda	Data	mm/24 <sup>h</sup>	pojawienia się pierwszych par		złożenia pierwszych jaj	
								Data	°C	Data	°C
1935	-10,1	I	17,9	III	28,0	29.III.	13,8	—	—	21.III.	12,4
1936	-1,6	III	17,9	I	19,5	26.III.	7,45	—	—	18.III.	11,3
1937	-6,0	I	21,3	II	27,3	24.III.	20,65	14.III.	7,9	20.III.	11,0
1938	-1,9	II	20,5	III	22,4	26.III.	12,33	17.III.	8,4	21.III.	14,2
1939	-6,5	II	11,4	III	17,9	29.III.	13,7	28.III.	6,6	30.III.	8,0
1940	-10,8	II	17,0	III	27,8	27.III.	4,8	2.IV.	12,2	11.IV.	12,7
1941	-7,6	II	13,5	III	21,1	11.III.	8,6	10.III.	3,8	29.III.	10,2
1942	-19,5	II	11,0	III	30,5	5.III.	5,8	29.III.	3,5	6.IV.	10,5
1943	-4,8	I	17,0	III	21,8	31.III.	8,2	23.III.	7,8	28.III.	15,5
1954	-2,5	III	17,6	III	20,1	6.III.	7,5	19.III.	8,1	24.III.	10,0
1955	-15,2	I	21,2	III	36,4	8.III.	6,9	1.IV.	7,0	3.IV.	12,3
1956	-8,5	II	17,3	III	25,8	1.III.	14,8	—	—	—	—
1957	-8,0	I	16,5	III	24,5	18.III.	11,8	20.III.	14,0	22.III.	13,8
1958	-9,8	I	7,9	III	17,7	6.III.	11,1	2.IV.	2,2	9.IV.	10,0
1959	-3,0	II	17,8	III	20,8	8.III.	20,01	21.III.	11,8	24.III.	12,6

Najwyższa zaś temperatura wody wynosiła  $15,5^{\circ}\text{C}$  (dn. 28.III.1943 r.), i w tym wypadku składanie jaj odbywało się gromadnie. W pozostałych latach badań temperatury wody, przy których pojawiał się w stawach pierwszy skrzek, wahały się w wymienionych granicach; wyniki tych pomiarów temperatury przedstawione są w tab. 13.

Zakres więc „progowych” temperatur wody, przy których rozpoczyna się składanie jaj, wynosi ok.  $8^{\circ}\text{C}$ , przy czym proces ten może się odbywać w temperaturach wody leżących poniżej  $+10^{\circ}\text{C}$ . Jednak masowe składanie skrzeku przez żaby odbywa się z reguły przy wyższych temperaturach wody, wahających się ok.  $15^{\circ}\text{C}$  i powyżej, z czego wynika, że wysokie temperatury wody są optymalnymi dla procesu składania jaj przez żabę trawną. Stąd też szczytowe nasilenia pory godowej (aktywność godujących żab) i gromadne składanie skrzeku przez żabę trawną zbiega się z okresami wyjątkowo ciepłej i słonecznej pogody, występującej przy końcu marca, lub na początku kwietnia i równocześnie zbiega się z takimi okresami pogody, w których minimalne, dzienne temperatury powietrza leżą powyżej  $0^{\circ}\text{C}$ . W takich bowiem warunkach nie następuje oziębienie wody w stawach wskutek przymrozków (tab. 12).

Należy tu dodać, że daty złożenia pierwszych jaj lub masowego ich składania w różnych stawach, położonych na niewielkim stosunkowo obszarze, mogą się różnić nawet o kilka dni. Różnice te są wynikiem rozmaitych warunków termicznych panujących w wodzie tych zbiorników, co z kolei jest efektem rozmaitego ukształtowania się w poszczególnych stawach takich czynników, jak wielkość i głębokość stawów (różna masa wody), stopień zarośnięcia roślinnością (zacienienie), osłona stawu przed wiatrem itp.

Również charakterystyczny związek istnieje między składaniem jaj przez żabę trawną a amplitudami średnich dekadowych minimalnych i maksymalnych temperatur powietrza (tab. 14 ryc. 3).

Z tab. 13 widać, że składanie jaj przez żabę trawną w terenie moich badań rozpoczynało się w większości lat obserwacji, w III dekadzie marca, zaś z tab. 14 widać, że w III dekadzie marca:

- śr. dekadowa minimalnych ( $7^{\text{h}}$ ) temperatur powietrza po raz pierwszy w badanym okresie osiąga poziom powyżej  $0^{\circ}\text{C}$  ( $+1,9^{\circ}\text{C}$ ),
- śr. dekadowa maksymalnych ( $14^{\text{h}}$ ) temperatur powietrza wykazuje wybitny wzrost (z  $3,5^{\circ}\text{C}$  na  $8,5^{\circ}\text{C}$ ),
- między śr. dekadowymi minimalnych ( $7^{\text{h}}$ ) i maksymalnych ( $14^{\text{h}}$ ) temperatur powietrza występuje największa amplituda ( $6,6^{\circ}\text{C}$ ) z całego czasokresu miesięcy lutego, marca i kwietnia.

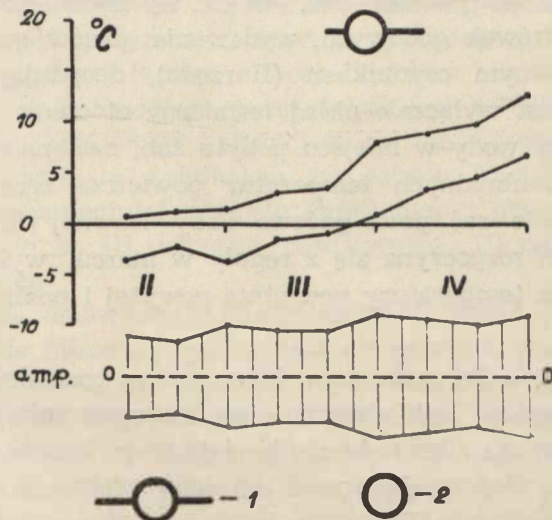
Wreszcie z tab. 13 widać, że składanie jaj przez żabę trawną nie wykazuje związku z opadami atmosferycznymi.



Tab. 14. Średnie dekadowe temperatury powietrza (°C) w Krakowie mierzonych w terminie porannym (7<sup>h</sup>) i południowym (14<sup>h</sup>) w mies. II, III, IV, w okresie badań (10 lat) \*

Mean decadal temperatures (in °C) of the air in Kraków checked in the morning (7 hours) and at noon (14 hours) in February, March and April in the period of the investigation (10 years)

miesiąc		luty			marzec			kwiecień		
dek.		I	II	III	I	II	III	I	II	III
godz.										
	14 <sup>h</sup>	0,1	1,1	1,2	3,1	3,5	8,5	8,8	9,7	13,0
	7 <sup>h</sup>	-3,7	-2,3	-3,0	-1,4	-1,0	1,9	3,2	4,5	6,8
	amplituda	3,8	3,4	4,2	4,5	4,5	6,6	5,6	5,2	6,2



Ryc. 3. Średnie dekadowe temperatury powietrza, mierzonych o godz. 7 i 14 w mies. II, III, IV w okresie badań;

1 — okres składania jaj przez żabę trawną (*Rana temporaria* L.), 2 — okres masowego składania jaj

Mean decadal temperatures of the air based on daily records made at 7 and 14 hours in February, March and April of the years when the research was conducted;

1 — the mating season of the common frog (*Rana temporaria* L.), 2 — the mass spawning

\* Do obliczenia danych przedstawionych w tab. 14 posłużyłem się wynikami obserwacji, uzyskanymi z Obserwatorium Astronomicznego U. J. w Krakowie.

Ogólnie biorąc, całość pory godowej żaby trawnej można podzielić na dwa zasadnicze okresy, a mianowicie:

I okres, który obejmuje owulację (dojrzewanie) samic oraz łączenie się w pary, rozpoczyna się jeszcze w czasie pobytu żab w zimowisku i przy bardzo niskich temperaturach wody, charakterystycznych dla warunków zimowych. Brak ścisłego związku między procesem dojrzewania samic a przebiegiem temperatur wody środowiska w tym czasie, następnie regularność dojrzewania samic w stałym okresie roku, dowodzą, że głównym czynnikiem (I rzędu) decydującym o terminie owulacji (dojrzewania) samic jest funkcja układu hormonalnego żaby.

II okres, obejmujący wędrówkę godową i składanie jaj, zależy wybitnie od temperatury otoczenia (wody i powietrza). Zależność tych zjawisk pory godowej od temperatury jest zależnością wprost proporcjonalną, to znaczy, że w miarę podwyższania się temperatury otoczenia, wzrasta również aktywność żab, czego wyrazem jest intensywność odbywania wędrówek godowych, wydawania głosów godowych i składania jaj. Głównym czynnikiem (II rzędu), decydującym o terminie składania jaj, jest wyłącznie układ termiczny otoczenia, przede wszystkim temperatury wody w miejscu pobytu żab, następnie przebieg maksymalnych i minimalnych temperatur powietrza oraz wielkości ich amplitud. W ogóle zaś pora godowa żaby trawnej (*R. temporaria* L.) w terenie badań rozpoczyna się z reguły w marcu, wykazującym największe wahania temperatury powietrza powyżej i poniżej 0°C w cyklu rocznym.

Okres składania jaj przez żabę trawną trwa rozmaicie, w zależności od przebiegu pogody. Jeśli utrzymuje się nieprzerwanie pogoda słoneczna i ciepła, wówczas okres składania jaj trwa krótko, tak że w ciągu 1—2 dni zostają złożone jaja przez ogromną większość samic występujących w danym stawie. Przeciąganie się zaś pory składania jaj przez nieliczne samice jest tylko wynikiem różnic w czasie, jakie zachodzą w osiągnięciu stawu przez poszczególne wędrujące żaby (różny czas wędrówki godowej). Jeśli natomiast pogoda jest zmienna, wówczas każda wybitniejsza obniżka temperatury powietrza i wody w stawie powoduje przerwanie pory godowej oraz procesu składania jaj i dopiero po zwyżce temperatury otoczenia następuje wznowienie godowego nastroju żab. W takich warunkach zarówno pora godowa, jak i okres składania jaj przedłużają się. W związku z takimi niekorzystnymi warunkami termicznymi najpóźniej złożony skrzek przez żabę trawną w terenie badań znalazłem dn. 14 i 15.IV.1940 r. ostatnie zaś samce opuściły

staw dn. 19.IV.1940 r. Podobnie przedstawiał się okres pory godowej w r. 1958 .

Po złożeniu jaj przez wszystkie samice i opuszczeniu przez nie stawu, godujące samce pozostają jeszcze przez pewien czas w stawie, w końcu i one stopniowo opuszczają miejsce godów.

#### WYNIKI BIOMETRYCZNYCH BADAŃ NARZĄDU ROZRODCZEGO SAMICY W CYKLU ROCZNYM

W celu stwierdzenia morfologicznych zmian narządu rozrodczego (jajników i jajowodów) samic żaby trawnej w cyklu rocznym, a następnie w celu korelacji tych zmian z wynikami obserwacji poczynionych w naturze, przebadalem biometrycznie — zgodnie z przyjętą i opisaną metodyką — ciężar jajników i jajowodów w poszczególnych okresach roku. Badania te miały wykazać stan narządu rozrodczego samic w czasie normalnego, lądowego trybu życia żaby (maj, lipiec), w okresie rozpoczynania się wędrówek na zimowiska (wrzesień), następnie w okresie snu zimowego żab (październik, styczeń, początek marca) i wreszcie w okresie pory godowej (koniec marca). Pomiar narządu rozrodczego samic w okresie snu zimowego przeprowadziłem w zimach l. 1954/55, 1955/56, 1956/57 i 1957/58, wykazujących zbliżony przebieg warunków termicznych. Badania te wykonałem na żabach łowionych wyłącznie w zimowisku (strumieniu) i w ściśle określonym i przestrzegany terminie, mianowicie w III dekadzie października, III dekadzie stycznia i I dekadzie marca.

Do wykazania omawianych morfologicznych zmian jajników i jajowodów w okresie hibernacji posłużyłem się prostymi metodami rachunkowymi. Mianowicie ciężar jajników i jajowodów wyrażony w procentach w stosunku do wagi ciała złowionych samic, podzieliłem na klasy uwzględniające ciężar jajników wzgl. jajowodów w granicach od 8,1 do 10%, następnie od 10,1 do 12% itd. Dla każdej z tych klas obliczyłem ilość żab o ciężarze jajników wzgl. jajowodów odpowiadającym danej klasie a następnie obliczyłem procent żab, dla każdej z tych klas, w stosunku do całej ilości żab złowionych w jednym okresie badawczym. Wyniki tych obliczeń przedstawione są w tab. 15. Drugi sposób, zastosowany już dla wszystkich żab złowionych w poszczególnych okresach cyklu rocznego polegał na obliczeniu przeciętnego procentu ciężaru jajników i jajowodów dla wszystkich żab złowionych w jednym okresie badawczym. Wyniki przedstawione są w tab. 16.

Biometryczne pomiary narządu rozrodczego i przeprowadzone obliczenia pozwoliły stwierdzić następujące fakty:

a. Okres lądowego życia żaby. W II dekadzie lipca ciężar jajników waha się w granicach od 2,2% do 4,9%, ciężar zaś jajowodów

w granicach od 0,63% do 7,0% w stosunku do wagi ciała poszczególnych złowionych samic. U przeważającej większości samic (ok. 90%) ciężary jajników i jajowodów są bardzo do siebie zbliżone i zaledwie u 4 samic (tj. 9%) ciężar jajowodów jest wyraźnie większy od ciężaru jajników. Stąd też i średni procent ciężaru jajników i jajowodów jest bardzo podobny, mianowicie jajniki stanowią 3,2%, zaś jajowody 3,4% wagi ciała wszystkich samic złowionych w tym okresie roku.

W I dekadzie września ciężar jajników waha się w granicach od 4,4% do 10,5%, ciężar jajowodów w granicach od 5,1% do 16,3%, zaś przeważająca większość żab (75%) wykazuje ciężar jajowodów zdecydowanie większy od ciężaru jajników. Średnio jajniki stanowią 7,5%, jajowody 9,5% wagi ciała wszystkich żab.

Wynika z tego, że w okresie lata, mianowicie od połowy lipca do początku września (1,5 miesiąca), narząd rozrodczy samicy wyraźnie i szybko wzrasta, przy czym średnio biorąc jajniki zwiększają swój ciężar nieco więcej niż dwukrotnie, jajowody zaś blisko trzykrotnie. Zatem w połowie lipca jajniki i jajowody znajdują się na ogół w stanie równowagi, natomiast na początku września, w okresie rozpoczynania się wędrówek samic na zimowiska, ciężar jajowodów już wyraźnie przekracza ciężar jajników, czyli rozwój jajowodów wyprzedza rozwój jajników.

Tab. 15. Procentowa liczba żab, w poszczególnych klasach ciężaru (w %) jajników i jajowodów w kolejnych okresach snu zimowego  
The percentage of frogs in the different groups according to the weight (in per cent) of the ovaries and oviducts in the different periods of winter sleep

Okres badawczy	Klasy ciężaru w %	8,0—10,0	10,1—12,0	12,1—14,0	14,1—16,0	16,1—18,0	18,1—20,0	20,1—22,0	22,1—24,0	Razem
Październ. III dek.	jajników	9,9	62,4	25,7	2,0	—	—	—	—	100% żab.
	jajowodów	1,0	4,9	19,8	28,7	25,7	12,9	7,0	—	„
Styczeń III dek.	jajników	10,7	48,8	28,6	11,9	—	—	—	—	„
	jajowodów	—	—	13,1	22,6	27,4	19,0	13,1	4,8	„
Marzec I dek.	jajników	11,6	33,9	41,9	12,6	—	—	—	—	„
	jajowodów	—	0,9	8,9	24,1	31,3	22,3	11,6	0,9	„

b. Okres hibernacji. W początkowej fazie snu zimowego (III dekada października) ciężar jajników u poszczególnych żab waha się w granicach od 8,0% do 14,2%, najwięcej zaś samic (62,4%) wykazuje ciężar jajników znajdujących się w klasie 10,1%—12,0% (tab. 15). Ciężar jajowodów waha się w granicach 8,2%—21,9%, największa zaś ilość

żab (28,7%) wykazuje ciężar jajowodów przypadający na klasę 14,1%—16,0%.

W środkowej fazie snu zimowego (III dekada stycznia — tab. 15) ciężar jajników waha się w granicach 8,6%—15,5%, największa zaś ilość żab (48,8%) przypada na klasę 10,1%—12,0%. Ciężar jajowodów waha się w granicach 12,1%—24,0% największa ilość żab (27,4%) wykazuje ciężar jajowodów w granicach 16,1%—18,0%.

W końcowej fazie snu zimowego (I dekada marca — tab. 15) ciężar jajników waha się w granicach 8,3%—15,7%, największa ilość żab (41,9%) wykazuje ciężar jajników znajdujących się w klasie 12,1%—14,0% (tab. 15). Ciężar jajowodów waha się w granicach 11,4%—22,8%, największa ilość żab (31,3%) wykazuje ciężar jajowodów w granicach 16,1%—18,0%.

Ogólnie biorąc, wyniki te wskazują, że ciężar jajników i jajowodów, o znacznych granicach rozpiętości u różnych samic, jest właściwością indywidualną i wielkością wprost proporcjonalną do ciężaru (wielkości) ciała żaby. Natomiast ciężar jajników lub jajowodów, wyrażony w procentach, jest niezależny od ciężaru (wielkości) ciała żaby i np. u większej żaby może być mniejszy niż u mniejszej lub naodwrot. Dalej w tab. 15 widać, że w tych klasach ciężaru jajników i jajowodów, które w końcowej fazie snu zimowego (I dek. marca) wykazują maksymalną procentową ilość żab (największy procent), procentowa ilość żab w poszczególnych okresach snu zimowego wyraźnie wzrasta. Mianowicie w klasie ciężaru jajników 12,1%—14,0%, procentowa ilość żab w kolejnych fazach snu zimowego wynosi 25,7%, 28,6%, 41,9% (maks.), zaś w klasie ciężaru jajowodów 16,1—18,0 procentowa ilość żab wynosi kolejno 25,7%, 27,4%, 31,3% (maks.). Poza tym widać w ogóle przesunięcia maksimów z klas niższych do wyższych, i tak dla jajników w początkowej fazie snu zimowego z klasy 10,1—12,0 (maks. 62,4%) do klasy 12,1—14,0 (maks. 41,9%) w końcowej fazie snu zimowego. Analogiczne dla jajowodów w początkowej fazie snu zimowego z klasy 14,1—16,0 (maks. 28,7%) do klasy 16,1—18,0 (maks. 31,3%) w końcowej fazie snu zimowego.

Również wzrasta średni procent ciężaru jajników i jajowodów w poszczególnych fazach snu zimowego. Mianowicie dla jajników wynosi on kolejno 11,4%, 11,8%, 12,3%, dla jajowodów zaś 16,2%, 16,9%, 17,2% (tab. 16).

Wynika z tego, że w okresie snu zimowego samic ciężar jajników i jajowodów wyraźnie się zwiększa. Mimo więc charakterystycznego wówczas odretwienia żab oraz zupełnego zaprzestania takich funkcji ustroju, jak odżywianie się, wydalanie, ruch i inne, czynności narządu rozrod-

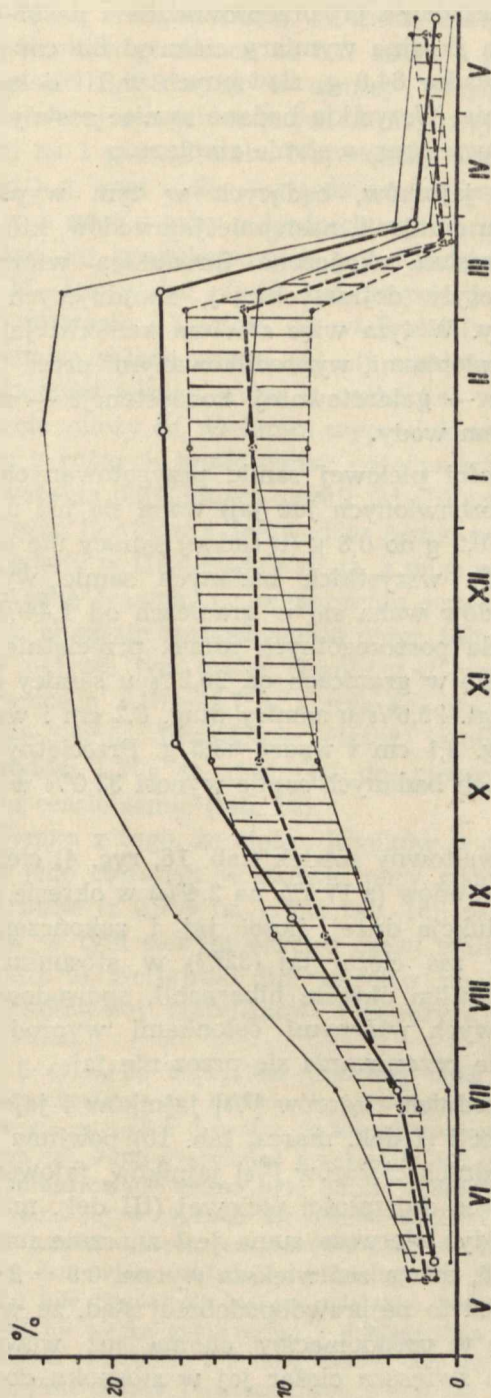
Tab. 16. Średni procent ciężaru jajników i jajowodów samic żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) w cyklu rocznym

The mean weight per cent of the ovaries and oviducts of the female common frog (*Rana temporaria* L.) in the yearly cycle

Narząd rozrodczy Okres badań	Jajniki %	Jajowody %	Jajniki + Jajowody %
Maj (III dek.)	1,8	1,3	3,1
Lipiec (II dek.)	3,2	3,4	6,6
Wrzesień (I dek.)	7,5	9,5	17,0
Październik (III dek.)	11,4	16,2	27,6
Styczeń (III dek.)	11,8	16,9	28,7
Marzec (I dek.) Zimowisko	12,3	17,2	29,5
Marzec (III dek.) Składanie jaj	0,9	2,4	3,3 (Jaja) razem (32,0) 35,3

czego (jajników i jajowodów) nie ustają. Świadczy o tym wyraźnie progresywny charakter jego rozwoju, w rezultacie czego narząd ten, właśnie w okresie zimy, osiąga maksymalny stopień rozwoju kończący się procesem owulacji, która z kolei wyzwala zewnętrzne zjawiska pory godowej, mianowicie łączenie żab w pary (*amplexus*), jeszcze w czasie ich pobytu w zimowisku.

Ostateczną dojrzałość płciową osiągają samice żaby trawnej wyłącznie w końcowym okresie zimy, a więc w czasie trwania jeszcze niskich temperatur środowiska. Nie ma więc zależności wprost proporcjonalnej między temperaturą środowiska a dojrzewaniem płciowym samic. Zatem u żaby trawnej (*R. temporaria* L.) jedynie funkcje ustroju natury „wegetatywnej” (oddychanie, krążenie, odżywianie i in.) wykazują wprost proporcjonalną zależność od temperatury środowiska, która to zależność jest w ogóle charakterystyczną cechą metabolizmu u zwierząt poikilotermicznych. Natomiast funkcje ustroju żaby natury „generatywnej” zależności takiej nie wykazują.



Ryc. 4. Skrajne procentowe ciężary jajników i jajowodów żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) w poszczególnych okresach badań, w cyklu rocznym;

powierzchnia zakreskowana — zakres procentowych ciężarów jajników, powierzchnia nie zakreskowana — zakres procentowych ciężarów jajowodów, linie grube — średnie procentowe ciężary jajników (linia przerywana) i jajowodów (linia ciągła)

Extreme per cent weights of the ovaries and oviducts of the common frog (*Rana temporaria* L.) in the yearly cycle, as recorded at different times during the research;

the area marked with dashes — the range of per cent weights of the ovaries, the unmarked area — the range of per cent weights of the oviducts, the thick lines — mean per cent weights of the ovaries (an interrupted line) and of the oviducts (a continuous line)

c. Okres składania jaj. Biometryczne badania narządu rozrodczego samicy w okresie składania jaj przeprowadziłem na 95 dojrzałych samicach, wykazujących skrajne wymiary ciała od 6,1 cm przy wadze 21,9 g do 9,0 cm przy wadze 84,0 g, złowionych w III dekadzie marca, lub w I dekadzie kwietnia. Wszystkie badane samice zostały złowione w czasie pobytu ich w stawie oraz w stanie *amplexus*.

Pomiary ciężaru dotyczyły jajników, będących w tym wypadku w stadium zakończonego procesu owulacji, następnie jajowodów, których funkcja fizjologiczna również została ukończona (produkcja wtórnych osłon jajowych), wreszcie dotyczyły dojrzałych jaj, znajdujących się w czasie sekcji w pseudomacycy. W tym więc stadium komórki jajowe otoczone są już zewnętrznymi osłonkami, wyprodukowanymi przez jajowody. Jak wiadomo osłonki te — galaretowatej konsystencji — mają zdolność pęcznienia pod wpływem wody.

W okresie zupełnej dojrzałości płciowej samic przygotowanych do złożenia jaj, ciężar jajników (pozbawionych już jaj) waha się już u poszczególnych samic zaledwie od 0,2 g do 0,8 g (u żadnej samicy nie przekracza 1 g), przeciętnie zaś dla wszystkich badanych samic wynosi 0,9‰ wagi ciała. Ciężar jajowodów waha się w granicach od 1,44‰ do 3,49‰ w stosunku do wagi ciała poszczególnych samic, przeciętnie zaś wynosi 2,4‰. Ciężar jaj waha się w granicach od 25,2‰ u samicy długości 6,1 cm i wadze 21,9 g (wzgl. 25,6‰ u samicy dług. 8,2 cm i wadze 68,0 g) do 43,5‰ u samicy dług. 8,1 cm i wadze 63,5 g. Przeciętny zaś ciężar jaj obliczony dla wszystkich badanych samic wynosi 32,0‰ w stosunku do wagi ciała (tab. 16).

Jest rzeczą zrozumiałą, że gwałtowny spadek (tab. 16, ryc. 4) ciężaru jajników (z 12,3‰ na 0,9‰) i jajowodów (z 17,2‰ na 2,4‰) w okresie dojrzałości samic wiąże się z produkcją dużej ilości jaj i zakończeniem cyklu tych narządów. Znaczny zaś ciężar jaj (32‰) w stosunku do ciężaru jajników (12,3‰) w ostatnim okresie hibernacji, spowodowany jest obciążeniem komórek jajowych wtórnymi osłonkami wyprodukowanymi przez jajowody w czasie przesuwania się przez nie jaj.

Teoretycznie biorąc, suma średnich ciężarów [‰] jajników i jajowodów w ostatnim okresie hibernacji (I dek. marca, tab. 16) powinna być równa lub zbliżona do sumy średnich ciężarów [‰] jajników, jajowodów i jaj wyprodukowanych w okresie dojrzałości płciowej (III dek. marca, tab. 16). Tak jednak nie jest, gdyż pierwsza suma jest znacznie mniejsza i wynosi  $12,3 + 17,2 = 29,5$ , druga zaś większa wynosi  $0,9 + 2,4 + 32,0 = 35,3$  (tab. 16). Pochodzi to najprawdopodobniej stąd, że wtórne osłonki jaj znajdujących się w pseudomacycy chłoną już wówczas pewną niewielką ilość wody, co zwiększa ciężar jaj w stosunku do ich teoretycznej wagi.



Ilość jaj wyprodukowanych przez dojrzałe samice żaby trawnej jest rozmaita u różnych samic. W moim materiale ilość ta waha się w bardzo szerokich granicach od 521 sztuk u samicy długości 6,2 cm i wadze 20,5 g do 3,398 sztuk u samicy długości 9,0 cm i wadze 84,0 g\*. U pierwszej z wymienionych samic przypada 25 jaj, u drugiej samicy 40 jaj na 1 g wagi ciała. Największy współczynnik płodności wynoszący 58 jaj/1 g wagi ciała stwierdziłem u samicy długości 7,6 cm i wadze 44,3 g, a więc u żaby o średnich wymiarach ciała.

Ilość jaj produkowanych przez samice różnej wielkości przedstawia tab. 17. Jak widać, ilość składanych jaj przez samicę żaby trawnej (*R. temporaria* L.) zależy od wielkości (wieku) samicy, przy czym większa samica składa więcej jaj niż samica mniejsza, następnie zależy ona od płodności samicy, która to cecha jest właściwością indywidualną żaby, wreszcie zależy od wielkości wyprodukowanych jaj, na co wskazuje rozmaity u różnych samic ciężar pojedynczych jaj, stwierdzony na podstawie ważenia określonych porcji jaj (10 szt. tab. 17).

Ciężar jajników i jajowodów samic po złożeniu przez nie jaj, został przebadany w III dekadzie maja, a więc po zupełnym zakończeniu godów przez żabę trawną, po opuszczeniu przez nie stawów (miejsc godów), a więc w czasie rozpoczynania przez żaby lądowego okresu życia.

W okresie tym ciężar jajników u poszczególnych samic waha się w granicach 1,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—2,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, ciężar zaś jajowodów waha się w granicach 0,14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—2,49<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Przeciętnie ciężar jajników wynosi 1,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, zaś ciężar jajowodów 1,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w stosunku do ciężaru ciała wszystkich badanych w tym czasie samic (tab. 16).

Wynika z tego, że ciężar jajników w tym okresie czasu w porównaniu z jego ciężarem w okresie pory godowej przeciętnie zwiększa się dwukrotnie (z 0,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> na 1,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, tab. 16), natomiast przeciętny ciężar jajowodów w tym samym okresie czasu maleje (z 2,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> na 1,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, tab. 16). Dowodzi to, że jajniki już wkrótce po zakończeniu procesu owulacji i krótkotrwałej stabilizacji rozpoczynają następny cykl rozwojowy.

---

\* U 67 samic obliczyłem dokładną ilość wyprodukowanych przez nie jaj. Jaja przeznaczone do liczenia a wydobyte wprost z pseudomacycy nalepiałem w pewnym porządku (pasowo) do kartek papieru tak aby tworzyła się tylko jedna warstwa jaj. Jaja wysychając przyklejały się bardzo silnie do powierzchni kartki i tak spreparowane można było liczyć w dowolnym czasie, bez konieczności konserwowania jaj w płynach utrwalających. Poza tym dzięki nieobecności galareto-watych osłonek sposób ten stanowił ogromne ułatwienie w żmudnym liczeniu jaj i dawał całkowicie dokładne wyniki liczenia. W celu stwierdzenia ciężaru dojrza-łych jaj (nie poddanych jeszcze działaniu wody) ważyłem porcje jaj w każdej po 10 sztuk na wadze analitycznej z dokładnością do 0,0001 g. U jednej samicy wykonywałem zasadniczo 3 takie pomiary, tzn. trzech oddzielnych porcji. W wypadku jednak, jeśli ciężary poszczególnych porcji jaj znacznie różniły się między sobą, wówczas wykonywałem większą ilość pomiarów.

Tab. 17. Liczba i waga jaj składanych przez żabę trawną (*Rana temporaria* L.)  
 The number and weight of the ova produced by the common frog (*Rana temporaria* L.)

Ciało		Jajniki				Licz- ba jaj	10 szt. jaj	Przeciętna 10 szt. jaj	Liczba jaj na 1 g wagi ciała
waga g	dług. cm	jaja waga g	zrąb waga g	Suma g	%				
17,2	5,8	—	—	2,04	11,8	905	—	—	52
18,0	5,9	—	—	2,21	12,2	992	—	—	55
19,6	6,0	—	—	2,2	11,2	843	—	—	43
20,5	6,2	—	—	2,2	10,7	521	—	—	25
24,4	6,3	6,2	0,3	6,5	26,6	1006	0,0604 , 0,0589 0,0557 , 0,0559	0,0563	41
29,4	6,5	7,88	0,3	8,18	27,8	1437	0,0482 , 0,0434 0,0449	0,0455	48
32,1	7,0	8,3	0,35	8,65	26,9	1306	0,0651 , 0,0614 0,0678	0,0647	41
34,3	7,1	10,8	0,35	11,15	32,5	1656	0,0528 , 0,0565 0,0554	0,0549	48
35,6	6,9	10,55	0,35	10,9	30,6	1416	0,0564 , 0,0646 0,0599 , 0,0674	0,0620	40
35,8	7,1	9,4	0,4	9,8	27,4	1419	0,0636 , 0,0597 0,0605	0,0613	40
37,7	7,1	11,05	0,35	11,4	30,2	1808	0,0542 , 0,0540 0,0574	0,0552	48
38,3	7,0	11,18	0,3	11,48	30,0	1682	0,0638 , 0,0629 0,0610	0,0625	44
40,0	7,2	13,48	0,4	13,88	34,7	1854	0,0679 , 0,0705 0,0688 , 0,0678 0,0665	0,0683	46
40,5	7,5	12,0	0,4	12,4	30,6	2059	0,0555 , 0,0542 0,0560	0,0552	51
41,2	7,5	12,7	0,37	13,07	31,7	2153	0,0586 , 0,0568 0,0556	0,0570	52
41,7	7,5	12,75	0,4	13,15	31,5	2117	0,0613 , 0,0577 0,0571 , 0,0529	0,0572	50
42,7	7,2	12,0	0,37	12,37	28,9	2150	0,0522 , 0,0531 0,0571	0,0541	50
44,3	7,6	14,0	0,5	14,5	32,7	2582	0,0561 , 0,0503 0,0455 , 0,0496	0,0504	58
47,3	7,9	15,0	0,45	15,45	32,6	2300	0,0609 , 0,0633 0,0610	0,0617	48
48,7	7,3	12,7	0,4	13,1	26,9	1635	0,0715 , 0,0670 0,0723 , 0,0692	0,0700	34
50,4	8,2	15,65	0,45	16,1	31,9	1946	0,0834 , 0,0852 0,0852	0,0846	38
54,5	7,9	17,9	0,4	18,3	33,5	2383	0,0603 , 0,0594 0,0770 , 0,0604	0,0643	44

c.d. tab. 17

Ciało		Jajniki				Licz- ba jaj	10 szt. jaj	Przeciętna 10 szt. jaj	Liczba jaj na 1 g wagi ciała
		jaja	zrąb	Suma g	%				
waga g	długość cm	waga g	waga g					szt.	waga g
58,0	8,5	17,95	0,5	18,45	31,8	2116	0,0756 , 0,0884 0,0809 , 0,0729 0,0761	0,0788	36
59,1	8,1	16,3	0,6	16,9	28,6	2315	0,0666 , 0,0647 0,0679	0,0664	39
74,7	9,2	24,4	0,55	24,95	33,3	3282	0,0666 , 0,0686 0,0694	0,0682	44
75,8	9,1	23,4	0,77	24,17	31,9	2374	0,0886 , 0,0969 0,0841	0,0875	31
82,9	9,4	26,75	0,7	27,45	33,1	3191	0,0875 , 0,0789 0,0853	0,0839	38
84,0	9,0	28,4	0,8	29,2	34,7	3398	—	—	40

Natomiast czynność jajowodów ulega zupełnej stabilizacji dopiero po upływie pewnego czasu od chwili złożenia jaj przez samicę. Jak wynika z pomiarów ciężaru jajowodów okres ich stabilizacji przypada na maj, a więc znacznie później niż u jajników. Od tego zaś miesiąca rozpoczyna się nowy cykl rozwojowy jajowodów, tempo zaś ich rozwoju w dalszym okresie roku jest już znacznie szybsze od tempa rozwoju jajników (ryc. 4 i 5).

## DYSKUSJA

Życie żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) płaza pospolitego u nas i w Europie, było przedmiotem wielu badań i na ogół jest znane. Wiadomo więc, że żaby trawne zapadają w sen zimowy pod koniec października i że okres snu zimowego większość żab tego gatunku spędza w wodzie (8,20). Wiadomo dalej, że żaby trawne należą do płazów najwcześniejszych ukazujących się na wiosnę po śnie zimowym (4, 7, 15), gdyż ukazują się one już w początku marca (7). W ogólności czas ich pojawiania się na wiosnę zależy od szerokości geograficznej (2). W szer. geogr. 52°7' ukazują się przy końcu marca (27.III.) zaś w szer. geogr. 67°4' ukazują się pod koniec maja (24.V., 19). Również składanie jaj przez żabę trawną zależy od szerokości geograficznej; w szer. geogr. 48° składanie jaj odbywa się już w styczniu, zaś w szer. geogr. 67°4' okres składania jaj przypada w końcu maja (27.V., 19). Savage (16) jest zdania, że pora składania jaj przez żaby w ogóle, zależy od przebiegu temperatury w ciągu poprzedniej zimy a nie zależy od temperatury w czasie składania jaj. Mikulski (12) stwierdził doświadczalnie, że termiczny zakres

życiowy dla jaj żaby trawnej zawiera się w granicach temperatur od 2°C do 26°C, a dalej, że przeżywanie (*survival*) jaj w temperaturach stałych jest największe w temperaturze wody wynoszącej 20°C, zaś optimum średniego przeżywania jaj w temperaturach przemiennych znajduje się w temperaturze +14°C. W związku z tym struktura fizjologiczna jaj żaby trawnej jest wyraźnie eurytermiczna (12). Według moich obserwacji (10) pora godowa żaby trawnej w okolicach Krakowa nie wykazuje większych odchyżeń w czasie i z reguły odbywa się w końcu marca lub w początku kwietnia i jest uzależniona od temperatury powietrza. Podobną zależność wykazuje pora godowa żaby moczarowej (*Rana terrestris* Andrż.) i ropuchy zwyczajnej (*Bufo bufo* L.). Natomiast u innych płazów bezogonowych czynnikiem wywołującym porę godową i składanie jaj są opady atmosferyczne, która to zależność szczególnie wyraźnie zaznacza się u grzebiuszki ziemnej (*Pelobates fuscus* Laur.), ropuchy zielonej (*Bufo viridis* Laur.) i kumaka (*Bombina*) (10).

Jednak oprócz tych zjawisk, które wiążą w sposób logiczny charakter fizjologiczny i sposób życia płaza z warunkami środowiska, w którym żyje, spotyka się w literaturze opisy faktów, które są zastanawiające, jeśli rozważa się zjawiska życiowe żaby, jako zwierzęcia poikilotermicznego, zatem zwierzęcia, którego przebieg procesów metabolizmu — zgodnie z dotychczasowymi pojęciami — powinien być zależny od temperatury otoczenia.

I tak np. Hertter (9) podaje, że znanym zjawiskiem jest fakt, że płazy hodowane w zimie w temperaturze pokojowej bardzo mało się odżywiają albo w ogóle pokarmu nie przyjmują. Karmione sztucznie trawią pokarm gorzej niż w lecie. Tenże autor dodaje dalej, że wobec tego nie tylko temperatura, ale także inne czynniki (prawdopodobnie hormonalne) mają wpływ na trawienie pokarmu przez żaby w tym czasie. Również i ja stwierdziłem, że u żab trawnych (*R. temporaria* L.) i grzebiuszek ziemnych (*Pelobates fuscus* Laur.) hodowanych przez całe lato, występuje już dość wcześnie w jesieni zanik chęci do odżywiania się (brak reakcji na organizmy będące ich pokarmem). Następnie wielokrotnie stwierdziłem, że samice żab trawnych (*R. temporaria* L.) hodowane w zimie w temperaturze pokojowej nie osiągają dojrzałości płciowej. Dalej — obserwowano, że w ostatnich tygodniach zimy, można widzieć żaby trawne pływające pod lodem (22). Wreszcie warto wspomnieć, że również u ryb stwierdzono odbywanie pierwszych wędrówek wiosennych w górę rzeki w temperaturach wody znacznie niższych w porównaniu z temperaturami wody, przy jakich następuje zanik jesiennych wędrówek ryb na zimowiska (11).

Do najciekawszych jednak obserwacji — z punktu widzenia omawianego zagadnienia — należy zaliczyć wyniki badań przeprowadzonych

przez Dolka i Postmę (5) nad przemianą gazową u żaby trawnej (*R. temporaria* L.). Mianowicie z badań tych — między innymi — wynika, że u żab przetrzymywanych w stałej (pokojowej) temperaturze intensywność przemiany gazowej (oddychania) wcale nie jest stałą, lecz mimo wyrównanej temperatury otoczenia intensywność tych procesów wybitnie wzrasta począwszy od końca lutego, osiąga maksimum w marcu i opada w kwietniu, w pozostałym zaś okresie roku utrzymuje się na niezmiennym poziomie. Widać z tego wyraźną niezależność procesów metabolizmu płaza od temperatury otoczenia, poza tym widać również, że intensywność tych procesów wzrasta właśnie w tym okresie roku, w którym następuje budzenie się żab ze snu zimowego, proces owulacji u samic oraz okres składania jaj.

Również ważne dla zagadnienia są wyniki badań nad czynnością tarczycy dorosłych żab w cyklu rocznym. Mianowicie stwierdzono (23), że w okresie od końca października do końca lutego tarczycza żab znajduje się w stadium zupełnego spoczynku, następnie od końca lutego do początku kwietnia następuje silny wzrost czynności tarczycy, w dalszych miesiącach następuje znaczne obniżenie jej czynności, zaś od czerwca do połowy września działalność tarczycy znowu wzrasta, wreszcie do końca października czynność tego gruczołu stopniowo się zmniejsza aż do przejścia gruczołu w stan spoczynku.

Jak z tego widać cykliczne zmiany czynności gruczołu tarczycowego wyraźnie harmonizują z cyklicznym rozwojem narządu rozrodczego samicy, gdyż okresom wzmoczonej czynności tarczycy odpowiadają okresy silnego rozwoju tego narządu.

Smith (18) podaje, że proces rozmnażania żaby trawnej często odbywa się w warunkach zimowych. Gislen i Kauri (6) znaleźli świeżo złożony skrzek tej żaby w stawku pokrytym częściowo lodem (dn. 31 maja — szer. geogr.  $67^{\circ}44'N$ ). Wreszcie Allison (1) i Bebak (3) stwierdzają, że rozmnażanie się żaby trawnej zależy w ogóle od okresu niskich temperatur, nieodzownych do odbycia normalnej gametogenezy.

Ogólnie biorąc, ostatnie przytoczone fakty wystarczająco wskazują na to, że istnieją takie funkcje fizjologiczne płaza, które nie wykazują wprost proporcjonalnej zależności od temperatury otoczenia, a więc nie są zgodne z prawem van t'Hoffa (reguła R.G.T.), lub z regułą Arrheniusa. Funkcje te wobec tego muszą zależeć od czynników wewnętrznych, zatem od czynników natury hormonalnej, między innymi na pewno od funkcji tarczycy.

W związku z powyższym powstaje pytanie, jak w świetle cytowanych badań różnych autorów oraz wyników własnych badań przedstawi się mechanizm życia samicy żaby trawnej w cyklu rocznym.

Głównym podłożem zjawisk życiowych żaby jest swoisty i regularny cykl hormonalny (fizjologiczny zegar), który przygotowuje organizm płaza do spełnienia pewnych funkcji korzystnych dla osobnika i ważnych dla populacji a zharmonizowanych z jego „niszą ekologiczną”. Właściwość tę uzyskuje organizm w drodze doboru naturalnego i walki o byt.

W sferze tych procesów natury hormonalnej leżą takie zjawiska, jak dojrzewanie samic w okresie snu zimowego, następnie zanik chęci do odżywiania się w pewnych okresach czasu bez udziału w tym czynników zewnętrznych, konieczność odbycia wędrówki w pewnym okresie roku, wreszcie budzenie się i kopulacja żab w warunkach, które temu nie sprzyjają (niska temperatura wody, lub pokrycie jej powierzchni lodem). Tu również należy zaliczyć zjawisko wzmożonej funkcji przemiany gazowej żaby, niezależnie od czynników zewnętrznych.

Dopiero na tak fizjologicznie przygotowany organizm żaby mogą wywierać wpływ określone czynniki i bodźce zewnętrzne.

Z badań wynika, że czynnikiem zewnętrznym uaktywniającym żabę nie jest działanie w danym czasie jakiejś określonej temperatury, lecz czynnikiem tym jest amplituda wahań temperatury. Stąd właśnie rozpoczynanie wędrówek jesiennych w okresie największych amplitud wahań temperatury powietrza, które zjawiają się wcześniej niż jesienne obniżki temperatury, stąd więc odbywanie się wędrówek jeszcze w czasie wysokich dziennych temperatur powietrza. Ta zależność tłumaczy również porę godową i składanie jaj właśnie w marcu, a więc w okresie największych amplitud wahań temperatury powietrza, zarówno w cyklu rocznym jak i miesięcznym. Natomiast niektóre inne gatunki płazów bezogonowych nie są hormonalnie przygotowane w tym czasie do odbycia pory godowej i wobec tego wahania temperatury powietrza nie wyzwalają u nich pory godowej.

Jeśli zaś w zimowisku występują temperatury wody o małej amplitudzie i bliskie  $0^{\circ}\text{C}$ , wówczas samice nie owulują i nie budzą się ze snu zimowego. Następuje to dopiero po zwyżkach temperatury wody, oraz po jej wahaniami. Wynikałoby z tego, że progową temperaturą, przy której ustają procesy fizjologiczne natury hormonalnej, jest temperatura ok  $0^{\circ}\text{C}$ . W tym więc wypadku owulacja u samic i budzenie się ich ze snu zimowego następuje w zależności od czasu zmiany warunków termicznych otoczenia, mianowicie po osiągnięciu przez wodę temperatury powyżej  $0^{\circ}\text{C}$ . Długość zaś okresu zimowego, układ i przebieg zimowych temperatur powietrza i wody, w ogóle cały układ warunków meteorologicznych na lądzie, zależy od szerokości geograficznej. Im dalej na północ, tym dłuższa i mroźniejsza zima, tym później następują charakterystyczne dla okresu wiosennego duże i nagłe wahania

temperatury powietrza. Dlatego też im dalej na północ, tym późniejszy termin budzenia się żab ze snu zimowego i tym późniejsze złożenie jaj. Termin ten może być jeszcze opóźniony zdolnością samic przetrzymywania dojrzałych jaj, do czasu zaistnienia korzystnych warunków zewnętrznych.

Wyraźnie eurytermiczna struktura fizjologiczna jaj żaby trawnej doskonale je dopasowuje do specyficznych, termicznych warunków środowiska — zmiennych temperatur wody, i zapewnia im w takich właśnie warunkach najkorzystniejszy rozwój.

Zjawisko ostatecznego dojrzewania narządu rozrodczego samicy i odbywanie się owulacji wyłącznie w okresie zimy, a niemożliwość osiągnięcia tego stanu fizjologicznego w warunkach odmiennych od zimowych dowodzi, że warunkiem koniecznym do osiągnięcia przez samicę ostatecznej dojrzałości płciowej jest wpływ niskiej temperatury w ogóle. Jaki jest konieczny okres działania tej temperatury i jaka jest graniczna, „progowa” jej wartość tego na podstawie wyników moich badań określić nie można.

#### WYNIKI BADAŃ

I. Badania zostały przeprowadzone w latach 1935—1943 i 1954—1959 w okolicach Krakowa (szer. geogr.  $50^{\circ}04'$ , dług. geogr.  $19^{\circ}57'$ , wysokość 200—220 m n.p.m.), w terenie o powierzchni kilku  $\text{km}^2$ , w którym występuje niewielka, nizinna rzeka Rudawa z dopływami oraz kilka stawów.

Badania dotyczyły życia żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) w cyklu rocznym ze szczególnym uwzględnieniem sezonowych wędrówek, okresu snu zimowego i pory godowej, oraz morfologicznych zmian (głównie w zakresie ciężaru) narządu rozrodczego (jajników i jajowodów) dojrzałych samic żaby, jakie powstają w rocznym cyklu jej życia. Wyniki obserwacji terenowych i badań laboratoryjnych powiązано z warunkami meteorologicznymi i termicznymi naturalnego środowiska w okresie lądowego i wodnego (sen zimowy, pora godowa) życia żab.

Wędrówki jesienne żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) zdążającej na zimowiska do strumieni, rozpoczynają się w okresie wysokich jeszcze temperatur powietrza, niewiele różniących się od temperatur letnich. Rozpoczynają się one w II dekadzie września, bezpośrednio po okresie największych wahań (amplitud) między dobowymi, maksymalnymi temperaturami powietrza (śr. dek.  $20,8^{\circ}\text{C}$ ) a minimalnymi temperaturami (śr. dek.  $13,1^{\circ}\text{C}$ ), jakie panują na przełomie lata i jesieni, (amp.  $7,7^{\circ}\text{C}$ ).

Wędrówki jesienne kończą się na ogół w II dekadzie października, kiedy śr. dek. maksymalnych temperatur powietrza wynosi  $12,9^{\circ}\text{C}$  (jest więc zbliżona do śr. dek. minimalnych dziennych temperatur powietrza

w okresie rozpoczynania się wędrówek), zaś śr. dek. minimalnych temperatur powietrza wynosi w tym czasie  $6,6^{\circ}\text{C}$ , (amp.  $6,3^{\circ}\text{C}$ ).

Dorośle żaby trawne spędzają sen zimowy głównie w wodach płynących. Większość żab znajduje się w zimowisku w II dekadzie października. W tym czasie dzienne temperatury wody strumienia, w którym żaby zimowały, wahają się przeciętnie w granicach od  $5^{\circ}\text{C}$  do  $10^{\circ}\text{C}$ . W dalszym okresie snu zimowego (XI, XII, I, II) temperatury wody wahają się w granicach od  $3^{\circ}\text{C}$  do  $5^{\circ}\text{C}$ . Jedynie w czasie bardzo mroźnych zim temperatura wody opada blisko  $0^{\circ}\text{C}$  i utrzymuje się przez cały czas trwania mrozów (w r. 1940 przez ok. 2,5 mies.).

Budzenie się żab ze snu zimowego w czasie normalnych zim następuje w II dekadzie marca, przy temperaturach wody strumienia wahaających się od  $+2^{\circ}\text{C}$  do  $+4^{\circ}\text{C}$ , ogólnie biorąc przy temperaturach zawsze znacznie niższych od temperatur wody strumienia panujących w okresie zapadania żab w sen zimowy (I, II dek. października). W wypadku przedłużania się wyjątkowo mroźnych zim i utrzymywania się w marcu temperatury wody bliskiej  $0^{\circ}\text{C}$ , budzenie się żab następuje później, i dopiero po pierwszych niewielkich zwyżkach temperatury wody. Temperatura „progowa” wody, przy której następuje w tym wypadku budzenie się żab, waha się ok  $3^{\circ}\text{C}$ .

Wędrówki godowe kopulujących par i wolnych żab, z zimowiska (strumienia) do stawów będących miejscem właściwych godów żab, odbywają się wyłącznie w zależności od rzeczywistych temperatur powietrza, zarówno maksymalnych jak i minimalnych, panujących w danym czasie. Mianowicie żaby podejmowały wędrówki w tych dniach, w których maksymalne temperatury powietrza przekraczały  $10^{\circ}\text{C}$ , zaś minimalne temperatury leżały powyżej  $0^{\circ}\text{C}$ . Najniższa temperatura powietrza, przy której obserwowałem odbywającą się podczas dnia, masową wędrówkę żab do stawów, wynosiła ok.  $10^{\circ}\text{C}$ . W kilku wypadkach obserwowałem nieliczne żaby, wędrujące przy temperaturze powietrza, wahającej się ok.  $5^{\circ}\text{C}$ .

Do stawów wchodzi żaby trawne w stanie zupełnej dojrzałości płciowej i gotowości do złożenia jaj. Przebieg właściwej pory godowej i składanie skrzeku zależą głównie od temperatury otoczenia, w tym bezpośrednio od temperatury wody, pośrednio zaś od temperatury powietrza.

Właściwa pora godowa i składanie jaj rozpoczynają się w czasie kiedy:

- temperatura wody w stawie w miejscu pobytu żab osiągnie temperaturę ok  $10^{\circ}\text{C}$ , (temp. progowa),
- śr. dekadowa maksymalnych temperatur powietrza wykazuje wybitny wzrost w porównaniu z układem temperatur powietrza w dekadach poprzednich,



— śr. dekadowa minimalnych temperatur powietrza, osiągnie po raz pierwszy w cyklu rocznym, poziom powyżej 0 °C.

Masowe składanie jaj odbywa się przy temp. wody ok. 15 °C (temp. optymalna) i przypada również na okres największych amplitud między maksymalnymi (śr dek 8,5 °C) i minimalnymi (śr dek 1,9 °C) dobowymi temperaturami powietrza, jakie panują przy końcu marca.

Ogólnie biorąc właściwa pora godowa (składanie jaj) żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) w terenie badań rozpoczyna się z reguły w III dekadzie marca. Jedynie w wypadku przedłużania się zimy, składanie jaj opóźnia się i wówczas wyjątkowo rozpoczyna się w I dekadzie kwietnia.

Na przestrzeni wielolecia i w położeniu geograficznym Krakowa, marzec jest jedynym okresem w cyklu rocznym, wykazującym największe wahania między absolutnymi maksymalnymi (+ 22,7 °C) i absolutnymi minimalnymi (— 21,9 °C) temperaturami powietrza, których amplituda wynosi 44,6 °C. Następnie marzec jest miesiącem o najniższej dodatniej śred. mies. temperaturze powietrza w cyklu rocznym.

II. Przebadano narząd rozrodczy 500 dojrzałych płciowo samic żaby trawnej (*Rana temporaria* L.). Wymiary u najmniejszej badanej żaby wynosiły — długość ciała 5,7 cm, waga 13,1 g, u żaby największej — długość ciała 9,0 cm, waga 84,0 g. Narząd rozrodczy samic przebadano w następujących okresach roku — III dek. stycznia, I dek. marca, III dek. marca, III dek. maja, II dek. lipca, I dek. września, III dek. października.

Zasadniczy rozwój narządu rozrodczego samicy żaby trawnej przypada na okres lądowego życia (IV—IX włącznie), ostateczny zaś rozwój tego narządu odbywa się podczas snu zimowego samicy (X—III włącznie).

Narząd rozrodczy (jajniki i jajowody) samicy żaby trawnej wykazuje swoisty rozwój w cyklu rocznym. Okres, w którym rozpoczyna się rozwój (wzrost ciężaru) zarówno jajników, jak i jajowodów, przypada na maj i trwa do lipca. W maju, przeciętny procentowy ciężar jajników wynosi 1,8‰, ciężar jajowodów 1,3‰ w stosunku do przeciętnej wagi ciała badanych żab. W lipcu jajniki osiągają średnio 3,2‰, jajowody 3,4‰. Jest to jedyny okres w roku, w którym jajniki i jajowody znajdują się w stanie wzajemnej równowagi.

Od lipca jajniki i jajowody rozwijają się wyraźnie nierównomiernie, mianowicie jajowody szybciej i w okresie rozpoczynania się wędrówek jesiennych, a więc we wrześniu przeciętnie ciężar jajników osiąga 7,5‰, zaś jajowodów 9,5‰.

Od tego czasu rozwój jajowodów bardzo szybko wyprzedza rozwój jajników, tak że w okresie kończenia się wędrówek jesiennych i zapadania żab w sen zimowy, zatem w połowie października, śr. ciężar jajników wynosi 11,4‰, zaś jajowodów 16,2‰.

W okresie snu zimowego samic rozwój narządu rozrodczego nie zostaje zahamowany. Przeciętny ciężar jajników i jajowodów nieznacznie, jednak stale, wzrasta i w środkowej fazie snu zimowego (styczeń) ciężar jajników wynosi 11,8‰, jajowodów 16,9‰. W końcowej fazie snu zimowego (I dek. marca) narząd rozrodczy samic osiąga maksymalny stopień rozwoju w cyklu rocznym — śr. ciężar jajników wynosi wówczas 12,3‰, zaś ciężar jajowodów 17,2‰.

Proces owulacji u samic oraz kopulacja żab następują jeszcze w czasie ich pobytu w zimowisku, naogół w II dekadzie marca. Zjawiska te zbiegają się z budzeniem się żab ze snu zimowego. Najwcześniejsze wypadki owulacji u samic złowionych w zimowisku stwierdziłem dn. 5 i 7 marca, najpóźniejsze zaś pod koniec III dekady marca i tylko w wypadku przedłużania się wyjątkowo mroźnych zim i utrzymywania się w zimowisku przez dłuższy okres czasu temperatury wody bliskiej 0°C. Najniższe temperatury wody strumienia, przy których znajdowałem samice w stadium ukończonego procesu owulacji, wahały się w granicach od + 2 °C do + 4 °C (temp. progowa).

Również doświadczalnie stwierdziłem odbywanie się procesu owulacji u samic przetrzymywanych specjalnie w niskich temperaturach wody, wahających się w granicach od + 1 °C do + 3,5 °C. W tych warunkach najpóźniejsza owulacja nastąpiła 2 kwietnia, podczas gdy w tym samym roku w naturze złożenie pierwszych jaj przez żaby nastąpiło 24 marca.

Nie stwierdziłem odbywania się procesu owulacji (u samic zimujących w strumieniu) w terminach wcześniejszych (III dek. lutego) nawet wówczas, gdy temperatury wody strumienia były wyższe (maks. 8,2 °C) lub podobne do temperatur wody jakie panowały w strumieniu w marcu.

Po procesie owulacji u samic ciężar jajników i jajowodów gwałtownie spada, co wiąże się z produkcją jaj przez samice. W okresie składania jaj (III dek. marca) przeciętny ciężar jajników wynosi 0,9‰, ciężar jajowodów 2,4‰, przeciętny zaś ciężar wyprodukowanych jaj wynosi ok. 32,0‰ (od 25,2‰ do 43,5‰).

Od czasu złożenia jaj, jajniki rozpoczynają następny swój cykl rozwojowy i już w maju osiągają podwójny ciężar (1,8‰) w stosunku do ciężaru wyjściowego (0,9‰). Jajowody natomiast ulegają w tym czasie dalszej regresji, co wyraża się spadkiem ich ciężaru i osiągnięciem dopiero w maju, najniższego w cyklu rocznym ciężaru, który przeciętnie wynosi wówczas 1,3‰ (stadium wyjściowe).

Ilość składanych jaj przez samice żaby trawnej jest rozmaita u różnych samic i waha się w granicach od 521 sztuk u samicy długości 6,2 cm i wadze 20,5 g, do 3.398 sztuk u samicy długości 9,0 cm i wadze 84,0 g. Ilość wyprodukowanych jaj zależy od wielkości (wieku) samicy (na ogół zależność wprost proporcjonalna), od płodności samicy i od wielkości wyprodukowanych jaj.

## WNIOSKI

1. Przebieg niektórych zjawisk życiowych i aktywność żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) nie zależy od rzeczywistych temperatur otoczenia, lecz wykazuje zależność od amplitudy między maksymalnymi i minimalnymi temperaturami powietrza w danym czasie.

Do zjawisk tych należą wędrówki jesienne żaby na zimowiska oraz składanie jaj. Czynnikiem stymulującym te procesy jest wzrost amplitudy między maksymalnymi i minimalnymi temperaturami powietrza.

2. Całość pory godowej żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) można podzielić na 2 okresy, mianowicie:

a. Pierwszy okres, który obejmuje owulację (dojrzewanie) samic oraz łączenie się żab w pary (*amplexus*). Zjawiska te rozpoczynają się jeszcze w czasie pobytu żab w zimowisku i przy bardzo niskich temperaturach wody, charakterystycznych dla warunków zimowych. Dojrzewanie (owulacja) samic charakteryzuje się regularnością występowania w stałym określonym czasie oraz brakiem wprost proporcjonalnej zależności od przebiegu temperatury woda środowiska, w którym żaby przebywają.

Zbieżność jaka występuje między rozwojem narządu rozrodczego samicy a zmianami czynności tarczycy w cyklu rocznym dowodzi, że funkcje organizmu natury „generatywnej” zależą w pierwszym rzędzie od funkcji układu hormonalnego żaby. Czynnikiem II rzędu, stymulującym ostateczną dojrzałość (owulację) samicy jest niska temperatura środowiska.

b. Drugi okres, który obejmuje wędrówkę godową, gody i składanie jaj w stawie. Zjawiska te zależą wyłącznie od układu (poziomu i amplitudy) temperatury otoczenia, w tym bezpośrednio wody, pośrednio powietrza, i w związku z tym przebieg tych zjawisk (początek, czas trwania) ulega wahaniom w czasie.

## PISMIENICTWO

1. Allison R. M.: Failure of enforced hibernation to inhibit breeding in frog (*Rana temporaria*), *Nature* 177 (1956).
2. Bannikow A. G.: Ob osobiennostiach w srokach razmnóżenia i razwitia bezchwostych ziemnowodnych razlicznych biologiczeskich grup. Moskwa 1957.
3. Bebak B.: Thermal Stadia in the Development of the Grass Frog (*Rana temporaria* L.). *Bull. Acad. Sc. Varsovie*, V. VI, Nr 9, B, 1958.
4. Bedriaga J.: Die Lurchfauna Europas. I *Anura*, Froschlurche. *Bull. de la soc. imp. de nat. de Moscou* 1890, N. S. 3, (sich als Sonderdruck 1891 erschien).
5. Dolk H. E., Postma N.: Über die Haut und die Lungenatmung von *Rana temporaria*. *Z. vergl. Physiol.*, Bd. 5, 1927.
6. Gislen T., Kauri H.: Zoogeography of the Swedish amphibians and reptiles. *Acta Vertebratica*, Stockholm 1959.

7. Hecht G.: Winterschlaf und Paarungsdaten deutscher Amphibien. Sitz. Ber. Ges. Naturforsch. Berlin, 1930.
8. Hempelmann F.: Der Frosch. Leipzig 1908.
9. Herter K.: Beiträge zur Physiologie und E. M. der Amphibien. In Kükenthal Handbuch der Zoolog. *Amphibia*. Berlin 1941.
10. Juszczyk W.: O porze godowej naszych płazów bezogonowych. Spraw. Kom. Fizjogr. PAU t. LXXI, Kraków 1938.
11. Juszczyk W.: The migration of fish through the Rożnów dam fishladder (Dunajec — River). Bull. Acad. Sc. B, Cracovie, 1950.
12. Mikulski J. St.: Experimental studies in thermal ecology of developing eggs of some amphibians (*Rana*, *Bufo*, *Pelobates*). Bull. Acad. Sc. B, Cracovie 1938.
13. Milata W.: Temperatura powietrza w Krakowie (na podstawie wyników obserwacji w latach 1864—1949). Przegł. Met. i Hydr. t. VIII. z. 3—4, Warszawa 1955.
14. Noble G. K.: The Biology of the Amphibia. McGraw — Hill. New York 1931.
15. Rémane A., Schultze P.: Biologie der Tiere Deutschlands. V. T. 49, Amphibien, Jena 1930.
16. Savage R. M.: The Influence of External Factors on the Spawning Date and Migration of the Common Frog *Rana temporaria* Linn. Proceedings of the Zool. Soc. of London 1935.
17. Schreiber E.: Herpetologia Europea. Jena 1912.
18. Smith M.: The British amphibians, reptiles. London 1951.
19. Terientiew P. W.: Liaguszka. Moskwa 1950.
20. Terientiew P. W. i Czernow S. A.: Opredełitel presmykajuszczichsia i zemnowodnych. Moskwa 1949.
21. Werner F.: *Amphibia* — Lurche. Kükenthal Handb. Zool. 6 II. Berlin 1930.
22. Werner F.: *Amphibia* — Lurche. In Kükenthal. Handbuch der Zoolog. *Amphibia*. Berlin 1941.
23. Zajączek S.: Zmiany cykliczne w tarczycy. W pracy zb. Skowron S., Jurand A., Zajączek S., Fidelus J. — Endokrynologia ogólna. Cz. I. Gruzol tarczowy. Kraków 1951.

## РЕЗЮМЕ

Исследования были произведены в течение лет 1935—1943 и 1954—1959 в окрестностях города Кракова (геогр. шир. 50°04' дл. 19°57', высота 200—220 м над уровнем моря) на территории поверхностью несколько км<sup>2</sup>, на которой имеются небольшая, низменная река Рудава с притоками, а также несколько прудов.

Цель исследований — изучение биологии травяной лягушки (*Rana temporaria* L.) в годовом цикле, с особым учетом сезонных передвижений к местам зимования и во время брачного периода, а также морфологических изменений, главным образом веса полового органа (яичников и яйцеводов) у взрослых самок лягушки в годовом цикле ее жизни. Результаты наблюдений и лабораторных исследований автором рассматривались в связи с метеорологическими и тер-

мическими условиями натуральной среды во время наземной и водной (зимний сон, брачный период) жизни травяных лягушек.

Осенние передвижения травяной лягушки, направляющейся для зимования к ручьям, начинаются еще в период сравнительно высокой температуры воздуха, в незначительной лишь степени отличающейся от средних летних температур. Они начинаются во второй декаде сентября, непосредственно после периода наибольших колебаний (амплитуд) между суточными максимальными температурами воздуха (ср. дек.  $20,8^{\circ}\text{C}$ ) и минимальными температурами (ср. дек.  $13,1^{\circ}\text{C}$ ), какие выступают на рубеже лета и осени.

Осенние передвижения оканчиваются в общем во второй декаде октября, когда сред. дек. максимальных температур воздуха равняется  $12,9^{\circ}\text{C}$  (следовательно близка к сред. дек. минимальных дневных температур воздуха в период начинающихся передвижений), а сред. дек. минимальных температур воздуха в это же время равняется  $6,6^{\circ}\text{C}$ .

Взрослые травяные лягушки проводят время зимнего сна преимущественно в текучих водах. Большинство лягушек находится уже в местах зимования во второй декаде октября. В этот период дневные температуры воды ручья, в котором лягушки зимовали, колеблются в среднем в границах от  $5^{\circ}$  до  $10^{\circ}\text{C}$ . В течение дальнейшего зимнего сна (ноябрь, декабрь, январь и февраль) температура воды колеблется в границах от  $3^{\circ}$  до  $5^{\circ}\text{C}$ . Лишь во время очень морозных зим температура воды снижается почти до  $0^{\circ}\text{C}$  и удерживается на этом уровне через все время морозов (в 1940 г. в течение около 2,5 месяцев).

Пробуждение травяных лягушек из зимнего сна наступает — в случае нормальных зим — во второй декаде марта при температуре воды в ручьях от  $+2^{\circ}$  до  $+4^{\circ}\text{C}$ , в общем при температуре всегда гораздо ниже температуры воды в тех же ручьях в период впадения лягушек в зимний сон (I-ая, II-ая декады октября). В случае исключительно продолжительных морозных зим, когда температура воды еще в марте месяце удерживается на уровне около  $0^{\circ}\text{C}$ , пробуждение лягушек наступает позднее, а именно только после первых небольших повышений температуры воды. Наименьшая температура воды, при которой травяные лягушки пробуждаются, это около  $3^{\circ}\text{C}$ .

Передвижения в брачный период спаривающихся и одиноких лягушек из мест зимования (ручьи) по направлению к прудам, являющимся настоящим местом брачного периода этих лягушек, происходят исключительно в зависимости от действительных температур

воздуха, как максимальных, так и минимальных, данного периода времени. И так лягушки предпринимали свои путешествия лишь тогда, когда отмечались высокие (выше  $10^{\circ}\text{C}$ ) максимальные температуры воздуха, а минимальные были выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая температура воздуха, при которой автор наблюдал происходящее днем массовое путешествие травяных лягушек по направлению к прудам, составляла около  $10^{\circ}\text{C}$ . Лишь в нескольких случаях автору удалось заметить немногочисленные лягушки, путешествующие при температуре воздуха около  $5^{\circ}\text{C}$ .

В пруды входят травяные лягушки в состоянии полной половой зрелости и вполне способные к икрометанию. Ход настоящего брачного периода и икрометание зависят главным образом от температуры окружающей среды, причем непосредственно от температуры воды, посредственно же от температуры воздуха.

Собственно, брачный период и икрометание начинаются во время, когда:

- 1) температура воды в пруде в местах пребывания лягушек достигает около  $10^{\circ}\text{C}$  (наименьшая температура);
- 2) средние максимальные температуры воздуха, высчитанные для декад, проявляют резко выраженное возрастание в сравнении со средними температурами воздуха предыдущих декад;
- 3) средняя минимальная декадовая температура воздуха достигает первый раз в годовом цикле уровня выше  $0^{\circ}\text{C}$ .

Массовое икрометание происходит при температуре воды около  $15^{\circ}\text{C}$  (оптимальная температура) и совпадает с периодом наибольших колебаний между максимальными (ср. декады  $8,5^{\circ}\text{C}$ ) и минимальными (ср. декады  $1,9^{\circ}\text{C}$ ) суточными температурами воздуха, которые наблюдаются в конце марта месяца.

В общем настоящий брачный период (икрометание) у травяной лягушки (*Rana temporaria* L.) в районе исследований производимых автором, начинается как правило, в III-ей декаде марта. Лишь в случае более продолжительных зим, икрометание несколько запаздывает и тогда, как исключение, начинается в первой половине апреля.

На основании многолетних наблюдений и географического положения г. Кракова, в его окрестностях месяц март является единственным периодом в годовом цикле, в котором выступают наибольшие колебания между абсолютными максимальными ( $+22,7^{\circ}\text{C}$ ) и абсолютными минимальными ( $-21,9^{\circ}\text{C}$ ) температурами воздуха, амплитуда которых равняется  $44,6^{\circ}\text{C}$ . Далее месяц март — это месяц, характеризующийся самой низкой средней месячной положительной температурой воздуха в годовом цикле.

В дальнейшей части работы автор занялся исследованием половых органов у 500 самок (*Rana temporaria* L.), достигнувших половой зрелости. Размеры у наименьших исследуемых лягушек следующие: длина тела 5,7 см, вес 13,1 г; у самых крупных — длина тела 9,0 см, вес 84,0 г. Половые органы были подвергнуты исследованиям во время следующих периодов года: III-ья декада января, I-ая декада марта, III-ья декада марта, III-ья декада мая, II-ая декада июля, I-ая декада сентября, III-ья декада октября.

Основное развитие половых органов у самки травяной лягушки совершается во время ее пребывания на суше (мес. IV—IX включительно), окончательное же развитие этих органов происходит во время зимнего сна самки (мес. X—III включительно).

Половые органы (яичники и яйцеводы) у самок *Rana temporaria* L. характеризуются своеобразным развитием в годовом цикле. Их развитие (возрастание веса), как яичников, так и яйцеводов начинается в мае и продолжается до июля. В мае месяце средний процентный вес яичников составляет 1,8%, вес яйцеводов 1,3% от среднего веса тела исследуемых лягушек. В июле яичники достигают 3,2%, яйцеводы 3,4%. Это единственный период года, когда яичники и яйцеводы находятся в состоянии взаимного равновесия.

Начиная с июля месяца яичники и яйцеводы совершенно отчетливо развиваются неравномерно, а именно яйцеводы гораздо быстрее, и уже в период, когда начинаются осенние миграции т. е. в сентябре месяце, средний вес яичников составляет 7,5% от общего веса тела, а вес яйцеводов доходит до 9,5%.

С этого момента развитие яйцеводов очень скоро опережает развитие яичников, так что в период заканчивания осенних путешествий и впадения травяных лягушек в зимний сон, следовательно в половине октября, вес яичников составляет 11,4% а яйцеводов 16,2% от общего веса тела.

Во время зимнего сна у самок развитие половых органов не приостанавливается. Средний вес яичников, хотя в незначительной степени, но постоянно возрастает и к середине зимнего сна (январь) вес яичников составляет 11,8%, а яйцеводов 16,9%. В конечной стадии зимнего сна (I-ая декада марта) половые органы самок достигают максимальной степени развития в годовом цикле. Вес яичников составляет теперь 12,3%, а вес яйцеводов 12,2% от веса всего тела.

Процесс овуляции у самок, а также спаривание травяных лягушек выступают еще во время их пребывания в местах зимования, в общем, во второй декаде марта. Эти явления совпадают с пробуждением лягушек из зимнего сна. Самые ранние случаи овуляции

у самок, словленных в месте зимования автором были обнаружены 5 и 7 марта, самые же поздние в конце III-ей декады марта и то лишь в случае продолжительных, исключительно морозных зим и тогда, когда температура воды в местах зимования удерживалась долгое время на уровне около  $0^{\circ}\text{C}$ . Самые низкие температуры воды в ручьях, при которых автору удавалось наблюдать самки в стадии законченного процесса овуляции, колебались в границах от  $+2^{\circ}\text{C}$  до  $+4^{\circ}\text{C}$  (наинизшая температура).

Также и экспериментально автором установлено, что процесс овуляции имеет место у самок специально содержащихся в низких температурах воды, колеблющихся в границах от  $+1^{\circ}\text{C}$  до  $+3,5^{\circ}\text{C}$ . В этих условиях самая поздняя овуляция была замечена 2 апреля, в то время как в этом же году в натуральных условиях первое икрOMETание произошло 24 марта.

Автор не наблюдал процесса овуляции у самок зимующих в ручьях в более ранние сроки (III-ья декада февраля) даже и тогда, когда температуры воды в ручьях были высокие (макс.  $8,2^{\circ}\text{C}$ ) или близкие температурам воды, наблюдаемым в ручьях в марте месяце.

После окончания процесса овуляции у самок вес яичников и яйцеводов стремительно падает, что находится в связи с продукцией икринок. В период икрOMETания (III-ья декада марта) средний вес яичников составляет  $0,9\%$ , яйцеводов  $2,4\%$ , средний же вес всех икринок около  $32,0\%$  от общего веса тела, ( $25,2\%$  —  $43,5\%$ ).

С момента икрOMETания яичники начинают свой следующий цикл развития и уже в мае месяце они становятся два раза тяжелее по отношению к исходному весу ( $0,9\%$ ), яйцеводы же подвергаются дальнейшей регрессии, что выражается снижением их веса. Лишь только в мае доходят до самого низкого в годовом цикле веса, который в среднем составляет тогда  $1,3\%$  от веса тела (исходная стадия).

Число откладываемых самками *Rana temporaria* L. икринок различно у отдельных самок и колеблется в границах от 521 штуки у самки, длина тела которой 6,2 см и вес тела 20,5 г, до 3398 штук у самки, длина тела которой 9,0 см и вес 84,0 г. Количество икринок зависит от величины (возраста) самки (в общем зависимость прямо пропорциональная), от ее плодовитости и от величины икринок.

## Выводы

1. Ход некоторых жизненных явлений и активность у травяной лягушки (*Rana temporaria* L.) не зависит от действительных температур окружающей среды, однако обнаруживает зависимость от ампли-



туды между максимальными и минимальными температурами воздуха в данном периоде времени.

К этим явлениям относятся осенние передвижения травяных лягушек к местам зимования, а также откладывание икринок. Фактором стимулирующим эти процессы является возрастание амплитуды между максимальными и минимальными температурами воздуха.

2. Весь брачный период у травяной лягушки (*Rana temporaria* L.) можно подразделить на два периода, а именно:

а) Первый период, охватывающий овуляцию (созревание) самок, а также спаривание (*amplexus*). Явления эти начинаются еще во время пребывания лягушек в местах зимования при очень низких температурах воды, типичных для зимнего времени. Созревание (овуляция) самок характеризуется регулярностью выступления в точно определенном периоде времени, а также отсутствием прямо пропорциональной зависимости от изменений температуры воды, в которой лягушки зимуют.

Совпадение во времени, которое выступает между развитием половых органов самки, и изменениями в деятельности ее щитовидной железы в годовом цикле, свидетельствует о том, что функции организма „генеративного” характера зависят прежде всего от функционирования гормональной системы лягушек. Фактором второго порядка, стимулирующим окончательную зрелость (овуляцию) у самок, является низкая температура окружающей среды.

б) Второй период охватывающий передвижения во время брачного периода, сам брачный период и откладывание икринок в прудах. Явления эти зависят исключительно от амплитуды и высоты температуры среды, причем непосредственно от температуры воды, и посредственно воздуха. В связи с этим ход этих явлений (начало, продолжительность и т. п.) подвергается более или менее значительным колебаниям во времени.

Табл. 1. Крайние вес и размеры травяных лягушек, словленных в отдельных периодах исследований.

Табл. 2. Число словленных и биометрически исследованных лягушек (*Rana temporaria* L.) в отдельных периодах исследований, а также количество лягушек в отдельных классах согласно их величине (весу).

Табл. 3. Действительные средние месячные температуры воздуха для г. Кракова в гг. 1931—1949.

Табл. 4. Средние месячные температуры в °С для Кракова за десятилетия 1931—49.

Табл. 5. Средние месячные температуры воздуха в °С для Кракова за время с 1864 по 1949 г.

Табл. 6. Максимальные и минимальные температуры воздуха для Кракова за время с 1864 по 1949.

- Табл. 7. Дневные температуры воды в ручьях (места зимования) в °С, измеряемые в 7 часов утра и 19 часов вечера в 1954/1955 г.
- Табл. 8. Средние декадовые температуры воды в ручьях (места зимования), высчитанные на основании утренних температур (7 ч.) и вечерних (19 ч.), а также средние декадовые температуры воздуха, высчитанные на основании измерений в 14 ч. дня, совершаемых в сентябре и октябре месяцах, а также в феврале и марте за время с 1937 по 1942 г. и за время с 1953 по 1958 г.
- Табл. 9. Максимальные дневные температуры воздуха и атмосферные осадки в Кракове в сентябре 1957 г.
- Табл. 10. Средние декадовые температуры воздуха (в°С) в Кракове, устанавливаемые утром (7 ч.) и в полдень (14 ч.) для месяцев: август, сентябрь, октябрь и ноябрь во время периода исследований (10 лет).
- Табл. 11. Температуры воды в ручьях (места зимования) в °С в марте месяце в 1940 и 1958 гг.
- Табл. 12. Температуры воздуха в °С в марте и апреле 1942 г., а также время брачных путешествий травяной лягушки (*Rana temporaria* L.)
- Табл. 13. Метеорологические условия в марте, а также температуры воды в прудах во время брачного периода у травяной лягушки (*Rana temporaria* L.) в отдельные годы производимых исследований.
- Табл. 14. Средние декадовые температуры воздуха (в °С) в Кракове, измеряемые утром (7 ч.) и в полдень (14 ч.) в месяцах: феврале, марте, апреле во время исследований (10 лет).
- Табл. 15. Процентное количество лягушек в отдельных классах веса (в %) яичников и яйцеводов в течение очередных стадий зимнего сна.
- Табл. 16. Средний процент веса яичников и яйцеводов самок *Rana temporaria* L. в годовом цикле.
- Табл. 17. Число и вес икринок откладываемых травяной лягушкой (*Rana temporaria* L.).

## SUMMARY

The research was conducted in the years 1935—1943 and 1954—1959 in the vicinity of Kraków (latitude: 50°04, longitude: 19°57, height above the sea-level: 200—220 metres), in an area of several square kilometres with a low-country river, the Rudawa, together with its affluents, and with several ponds.

The subject of the research was: the life of the common frog (*Rana temporaria* L.) in the yearly cycle with a special emphasis on the seasonal migrations, hibernation and mating season. More specially the research was concerned with the morphological changes, chiefly changes of weight, which can be observed during the yearly cycle of the frog's life in the reproductive organs (ovaries and oviducts) of mature female frogs. The results of the observations made in the open air, and of the laboratory research, were related to the meteorological and thermic

conditions of the environment natural to the frogs during their life on dry land and in water (the latter during hibernation and mating season).

The autumn migrations of the common frog (*Rana temporaria* L.) entering the streams for wintering begin at the time when the temperature of the air is relatively high, in fact not much lower than the temperature of the air in summer. Those migrations begin in the second decade of September, immediately after the greatest amplitudes between maximal daily temperatures of the air (mean decadal temperature 20.8°C) and the minimal temperatures (mean decadal temperature 13.1°C) which are characteristic for the transition from summer to autumn.

The autumn migrations generally come to an end in the second decade of October, when the maximal mean decadal temperature is about 12.9°C (and is thus close to the minimal of mean decadal daily temperature of the air at the beginning of the migrations), while the minimum of mean decadal temperature of the air is, at the same time 6.6°C.

Adult common frogs hibernate mainly in flowing waters. A majority of the frogs are already in the wintering quarters by the second decade of October. At that time daily temperature of the water in the stream where the frogs winter is 5° to 10° C. In the later part of the hibernation (November, December, January, February) the temperature of the water is 3° to 5°. Only during very frosty winters does the temperature of the water drop almost to 0° and stays there for the whole period of the frost (in 1940 it stayed at 0° for about two and a half months).

In normal winters the frogs wake from their winter sleep in the second decade of March, when the temperature of the water in the stream is from about +2° to about +4°C, being thus, generally speaking, much lower than the temperature of the water in the stream at the time when the frogs fall into their winter sleep (in the first or the second decade of October). When the winter is exceptionally long and frosty, so that the temperature of the water stays near 0°C even in March, the frogs wake at a later date, and only after the temperature of the water has gone up a little. The threshold temperature for the waking up of the frogs is about 3°C.

Mating migrations of copulating couples and of single frogs leaving their winter quarters in the stream and entering the ponds, which are the proper mating places of frogs, were always dependent on the real temperature of the air, both the maximal and the minimal temperatures of the air at the time of mating. Thus frogs began to migrate on days when the maximal temperature of the air was above 10°C and the minimal temperature was above 0° C. The lowest temperature of the air in daytime at which I observed a mass migration of the frogs to ponds was about 10° C. In some cases I noticed a few frogs migrating at an air-temperature of about 5°C.

The common frogs entering the ponds are sexually fully mature and ready to cast spawn. The whole course of the mating proper and the spawning depends mainly on the temperature of the environment; directly on the temperature of the water, and indirectly on the temperature of the air.

- The mating season proper and the spawning begin at the time when:
- the temperature of the water at the place where the frogs stay reaches about  $10^{\circ}\text{C}$  (threshold temperature);
  - the maximal mean decadal temperature of the air shows a marked increase in comparison with the temperatures of the air in the preceding decades;
  - the minimal mean decadal temperature of the air reaches, for the first time in the yearly cycle, a level above  $0^{\circ}\text{C}$ .

Mass spawning takes place when the temperature of the water is about  $15^{\circ}\text{C}$  (optimum temperature) and, likewise, falls on the period of greatest amplitudes between the maximal (mean decadal temperature  $8.5^{\circ}\text{C}$ ) and the minimal (mean decadal temperature  $1.9^{\circ}\text{C}$ ) daily air-temperatures which are characteristic of the end of March.

Generally speaking the mating season proper (the spawning) of the common frog (*Rana temporaria* L.) in the area where the research was conducted begins, as a rule, in the third decade of March. Only in cases of very prolonged winters is the spawning delayed and then it begins in the first half of April.

It was found in the course of many years that in the latitude and longitude of Kraków, March is the month in the yearly cycle which shows the greatest differences between the absolute maximal temperatures of the air ( $+22.7^{\circ}\text{C}$ ) and the absolute minimal temperatures of the air ( $-21.9^{\circ}\text{C}$ ). The amplitude comes to  $44.6^{\circ}\text{C}$ . Next, March is the month of the lowest positive mean monthly temperature of the air in the yearly cycle.

The reproductive organs of 500 female common frogs (*Rana temporaria* L.) were examined. All the frogs were sexually mature. The measurements of the smallest frog were: length of the body — 5.7 cm, weight 13.1 g; the measurements of the largest frog were: length of the body 9.0 cm, weight 84.0 g. The reproductive organs of the female frogs were examined in different periods: in the 3rd decade of January, in the 1st decade of March, in the 3rd decade of March, in the 3rd decade of May, in the 2nd decade of July, in the 1st decade of September, in the 3rd decade of October.

The essential development of the reproductive organs of the female common frog falls in the period of its life, on dry land (the months —

from April to the end of September); then the development is concluded during hibernation (the months from October to the end of March.).

The reproductive organs (ovaries and oviducts) of the female common frog develop in a specific way in the yearly cycle. The initial development (increase in weight) of both the ovaries and the oviducts falls on the month of May and then goes on till July. In May the average weight of ovaries is 1.8 per cent, the average weight of oviducts — 1.3 per cent in proportion to the average body weight of the examined frogs. In July the weight of the ovaries goes up to 3.2 per cent, and the weight of oviducts — to 3.4 per cent. This is the only time of the year when there is a mutual balance between the weight of the ovaries and the weight of the oviducts.

From the beginning of July the rate at which the ovaries and the oviducts develop is obviously uneven: the oviducts develop faster, and in September, i. e. at the beginning of the autumn migrations, the average weight of the ovaries reaches 7.5 per cent, while that of the oviducts is 9.5 per cent at the same time.

From that time onwards the development of the oviducts progresses more quickly than the development of the ovaries, so that in the middle of October, when the autumn migrations come to an end and the period of hibernation begins for the frog, the weight of the ovaries is 11.4 per cent, while the weight of the oviducts is 16.2 per cent.

During the winter sleep of the female frog its reproductive organs do not cease to develop. The weight of the ovaries and oviducts increases slightly but steadily and in the middle stage of the winter sleep (January) the weight of the ovaries is 11.8 per cent, the weight of the oviducts — 16.9 per cent. In the final stage of the winter sleep (first decade of March) the reproductive organs of the female frogs reach their maximal development in the yearly cycle: the weight of the ovaries is then 12.3 per cent, while the weight of the oviducts is 17.2 per cent.

The process of ovulation in the females and the copulation of the frogs take place while they are still in their wintering quarters, generally in the second decade of March. Those two processes coincide in time with the waking of the frogs from their winter sleep. I found that the earliest cases of ovulation in female frogs caught in their wintering quarters were on 5th and 7th of March, while the latest cases of ovulation were found at the end of the third decade of March, and those only when the winters were uncommonly prolonged and frosty, so that the temperature in the wintering quarters stayed for a long time near 0° C. The lowest temperature of the water in the stream in which I found female frogs in the stage of the concluded process of ovulation was from about +2° C to about +4° C (threshold temperature).

I also found by experiment that the process of ovulation takes place in females specially kept in water of low temperature, from  $+1^{\circ}\text{C}$  to  $+3,5^{\circ}\text{C}$ . In those conditions the date of the latest ovulation was April 2, while in the same year, in natural conditions, the first spawning by frogs took place on the 24th of March.

I never found female frogs wintering in the stream in the process of ovulation at an earlier date (3rd decade of February), even when the temperature of the water in the stream was higher than, or similar to the temperatures common in March of the water in the stream.

After the process of ovulation in female frogs is concluded, the weight of the ovaries and oviducts decreases rapidly, which is connected with the production of eggs by the female. At the time of the spawning the average weight of the ovaries is — 0.9 per cent, that of oviducts — 2.4 per cent, while the average weight of the eggs just produced is about 32 per cent of the body weight, (from 25.2 per cent to 43.5 per cent).

After the spawning the ovaries enter into their next cycle of development and by May they already double their weight (1.8 per cent) in comparison with the weight after the spawning (0.9 per cent). The oviducts, however, show further regression which is reflected by decrease in weight. In May they reach the lowest weight of the yearly cycle, 1.3 per cent, which is the weight of the starting point of the development.

The number of eggs laid by the female common frog varies in different individuals; the lowest number was 521 eggs produced by a female 6.2 cm long and weighing 20.5 g; the highest number was 3,398 eggs produced by a female 9.0 cm long and weighing 84.0 g. The number of eggs depends on the size (the age) of the female (as a rule in direct proportion to the size), on the fertility of the female and on the size of the eggs produced.

### Conclusions

1. The course of some processes in the life and activity of the common frog (*Rana temporaria* L.) depends not on the real temperatures of the surrounding, but on the amplitude between the maximal and the minimal temperatures of the air at the given time.

Among those processes are the autumn migrations to the winter quarters and the spawning. The element stimulating those processes is the increase in the amplitude between the maximal and the minimal temperatures of the air.

2. The whole mating season of the common frog (*Rana temporaria* L.) can be divided into two periods:

a. The 1st period which covers the ovulation (maturing) of the females and the copulation of couples. This begins while the frogs are still in their winter quarters and the temperature of the water is very low, in the way characteristic of the conditions in winter. A characteristic feature of the maturing (ovulation) of the female frogs is that it occurs at a definite, unchanging time, and that it is not directly dependent on the temperature of the water in the place where the frogs stay.

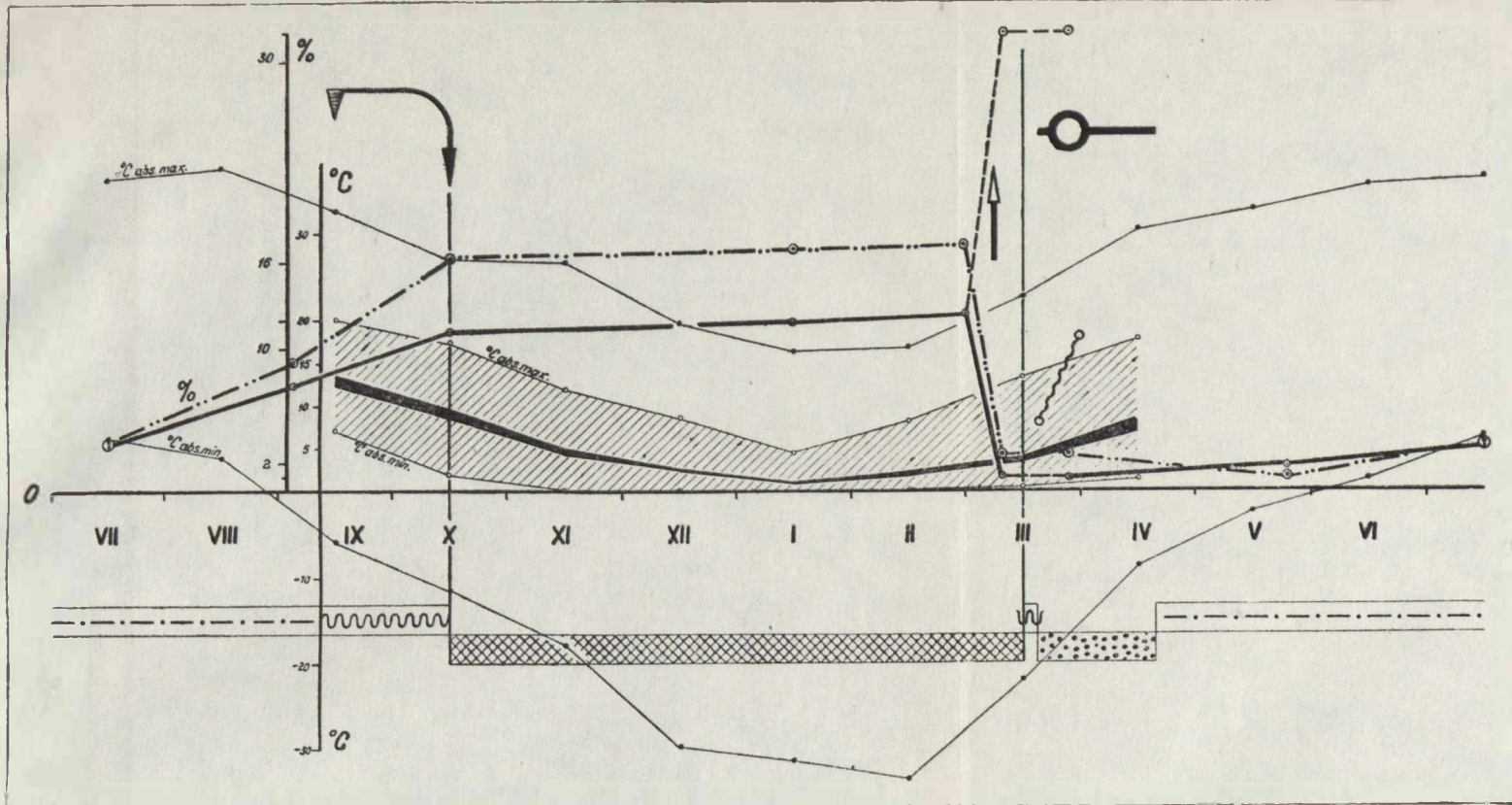
The fact that the development of the reproductive organs of the female coincides in the yearly cycle with a changed functioning of the frog's thyroid indicates that the generative functions of the frog's body depend, in the first place, on the functioning of the hormonal system.

The low temperature of the surroundings is a secondary factor stimulating the final maturing (ovulation) of the female.

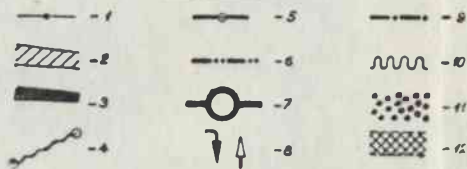
b. The second period covers the mating migration, the mating itself and the spawning in the pond. These processes depend exclusively on the temperature pattern (level and amplitude) of the surroundings (depending directly on the temperature of water, and indirectly on the temperature of air). On account of that the time of these processes is not always the same, as both the beginning and the duration of them are affected.





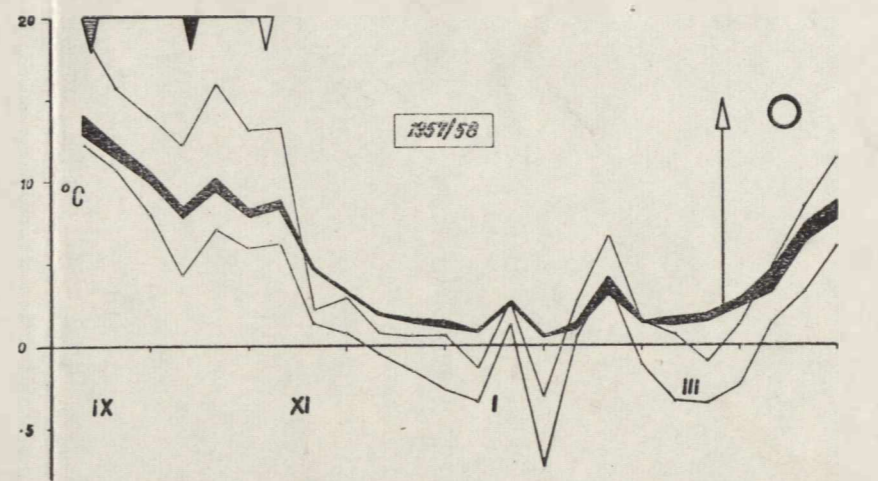
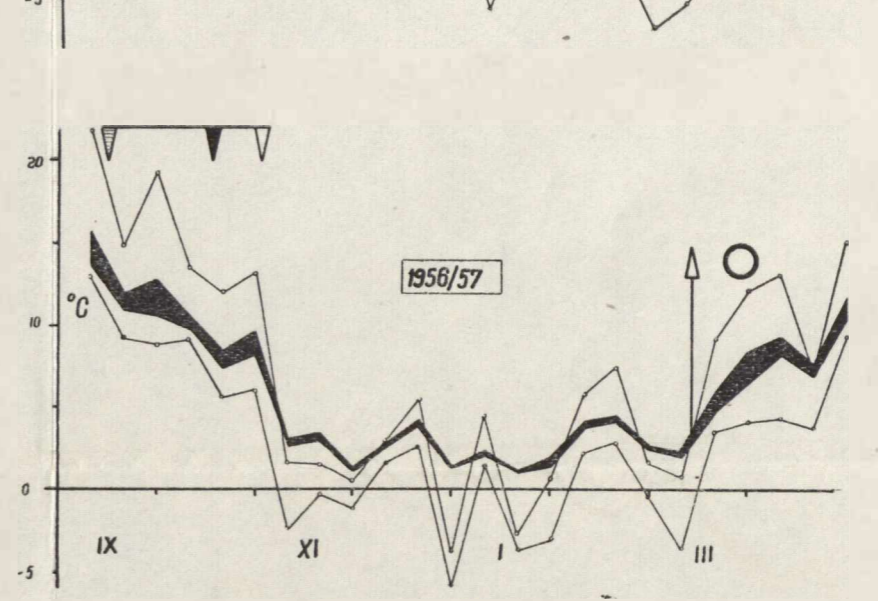
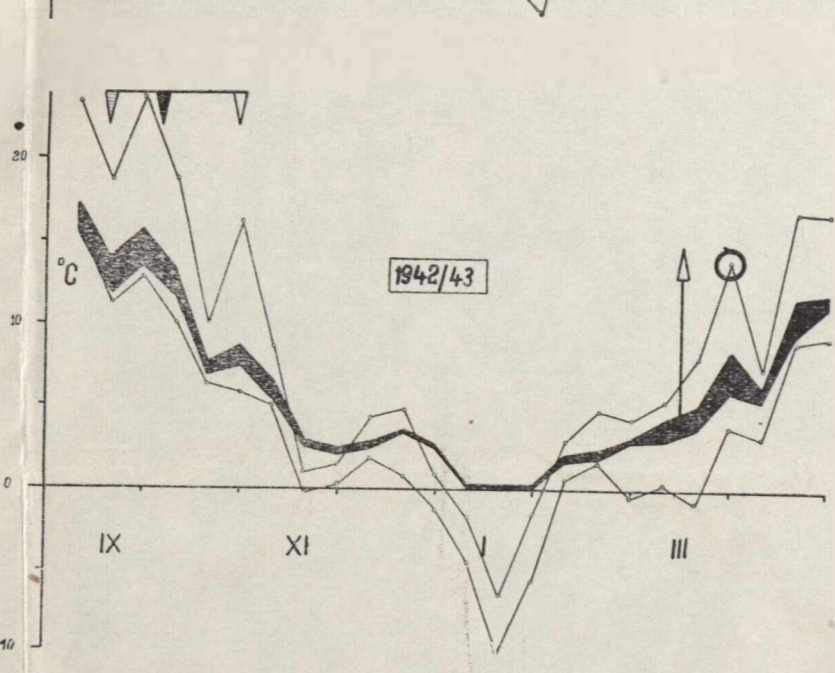
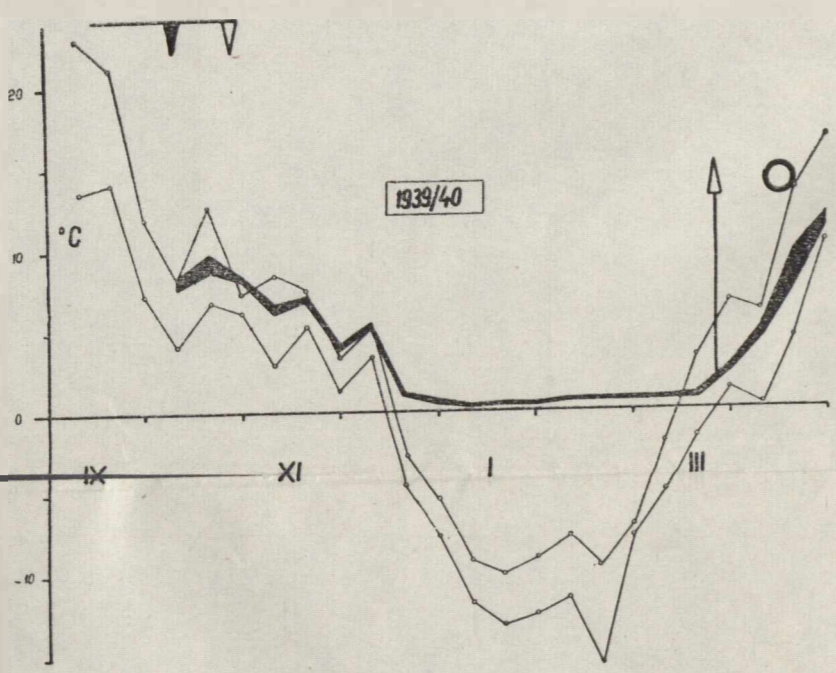
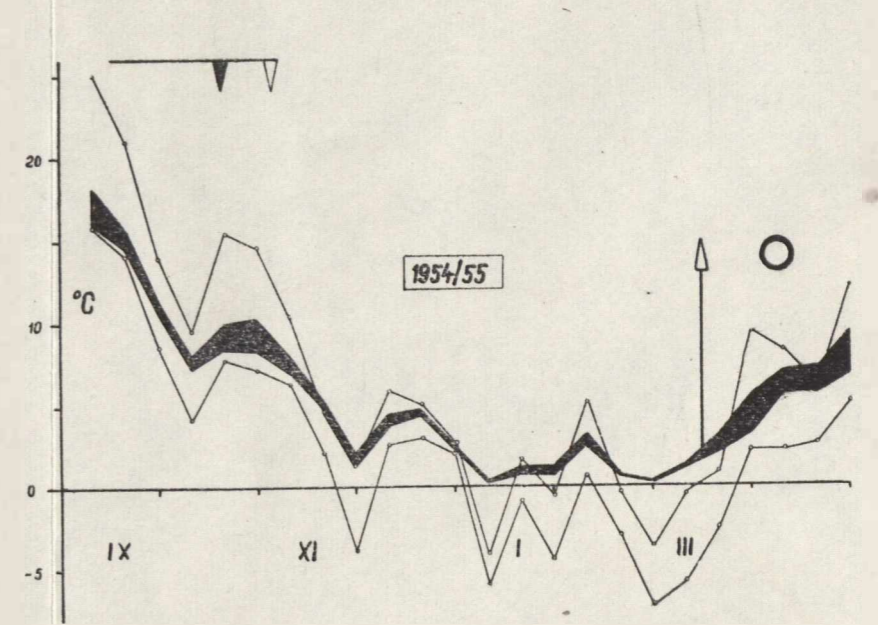
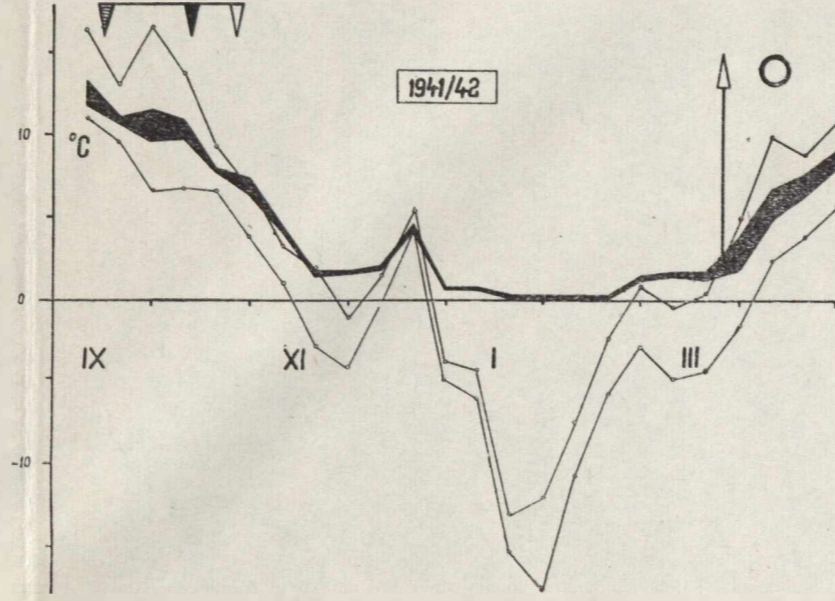
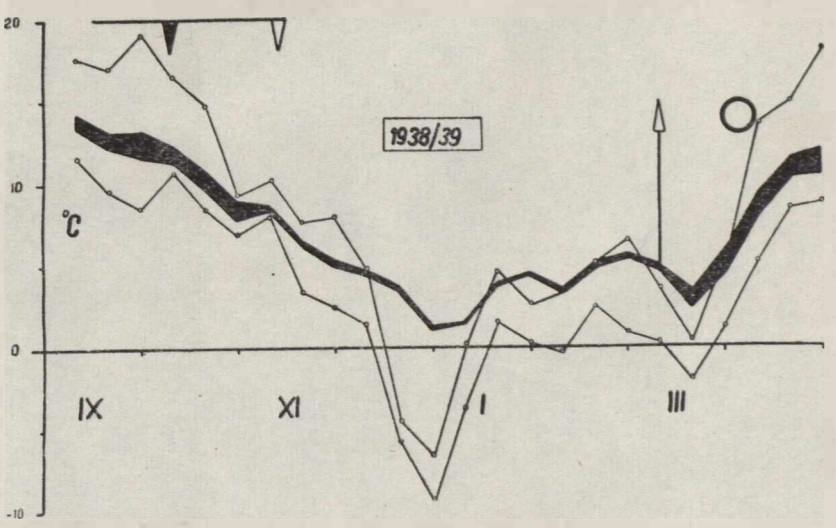
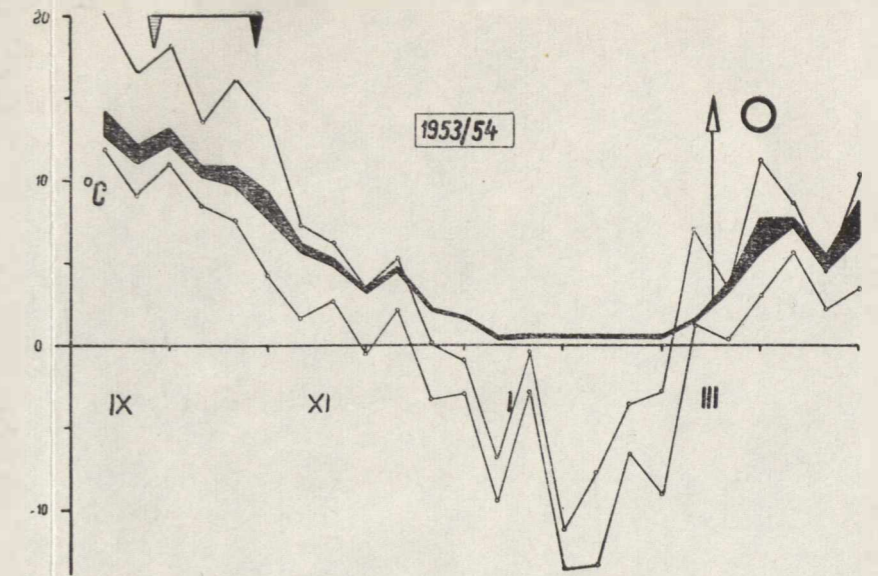
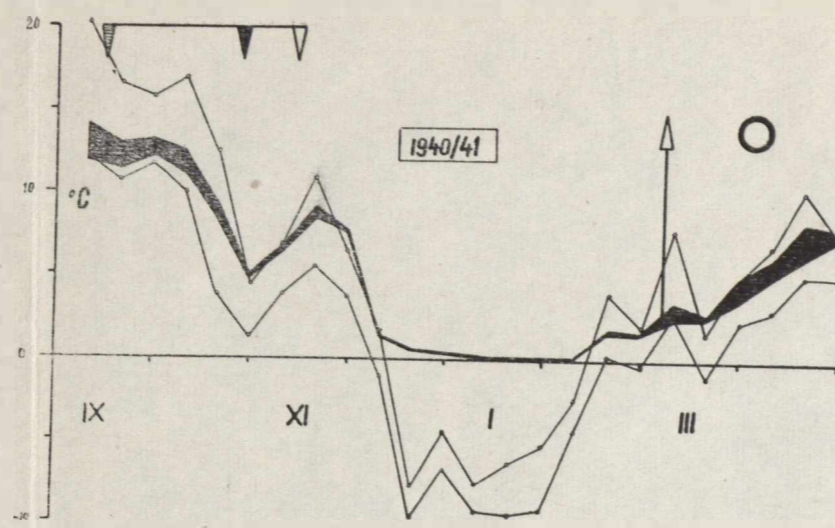
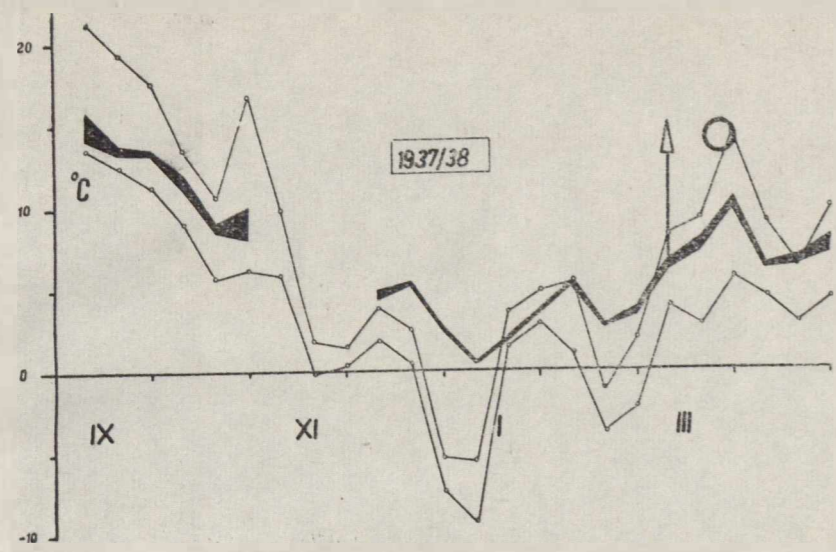


*Legenda:*



Ryc. 5. Schemat rozwoju narządu rozrodczego (jajników i jajowodów) samicy żaby trawnej (*Rana temporaria* L.) w rocznym cyklu jej życia; 1 — absolutne maksymalne i minimalne temperatury powietrza z wielolecia, 2 — absolutne maks. i min. temperatury wody strumienia w latach 1937—1958, 3 — amplituda między średnimi miesięcznymi temperaturami wody z pomiarów o godz. 7 i 19, 4 — zakres temperatury wody w stawie w okresie składania przez żaby pierwszych jaj, 5 — średni procentowy ciężar jajników, 6 — średni procentowy ciężar jajowodów, 7 — zakres właściwej pory godowej w stawie i pory składania jaj, 8 — zapadanie żab w sen zimowy, owulacja i budzenie się żab ze snu zimowego, 9 — okres lądowego życia żab, 10 — okres wędrówek, 11 — okres pobytu żab w stawie (gody), 12 — okres pobytu żab w zimowisku

Diagram of the development of the reproductive organs (ovaries and oviducts) of the female common frog (*Rana temporaria* L.) in the yearly cycle of its life; 1 — absolute maximal and minimal temperatures of the air in a number of years, 2 — absolute maximal and minimal temperatures of the water in the stream in the years 1937—1958, 3 — the amplitude between different mean monthly temperatures of the water (records of temperature were made daily at 7 and 19 hours), 4 — range of temperatures of the water in the pond at the time when the first spawn was cast, 5 — mean percentage weight of the ovaries, 6 — mean percentage weight of the oviducts, 7 — time limits of the proper mating season in the pond and of the spawning, 8 — the beginning of the hibernation of the frog sleep, 9 — the period of the frog's life on land, 10 — the period of migration, 11 — the period of the frog's stay in the pond (mating season), 12 — the period of staying in winter quarters



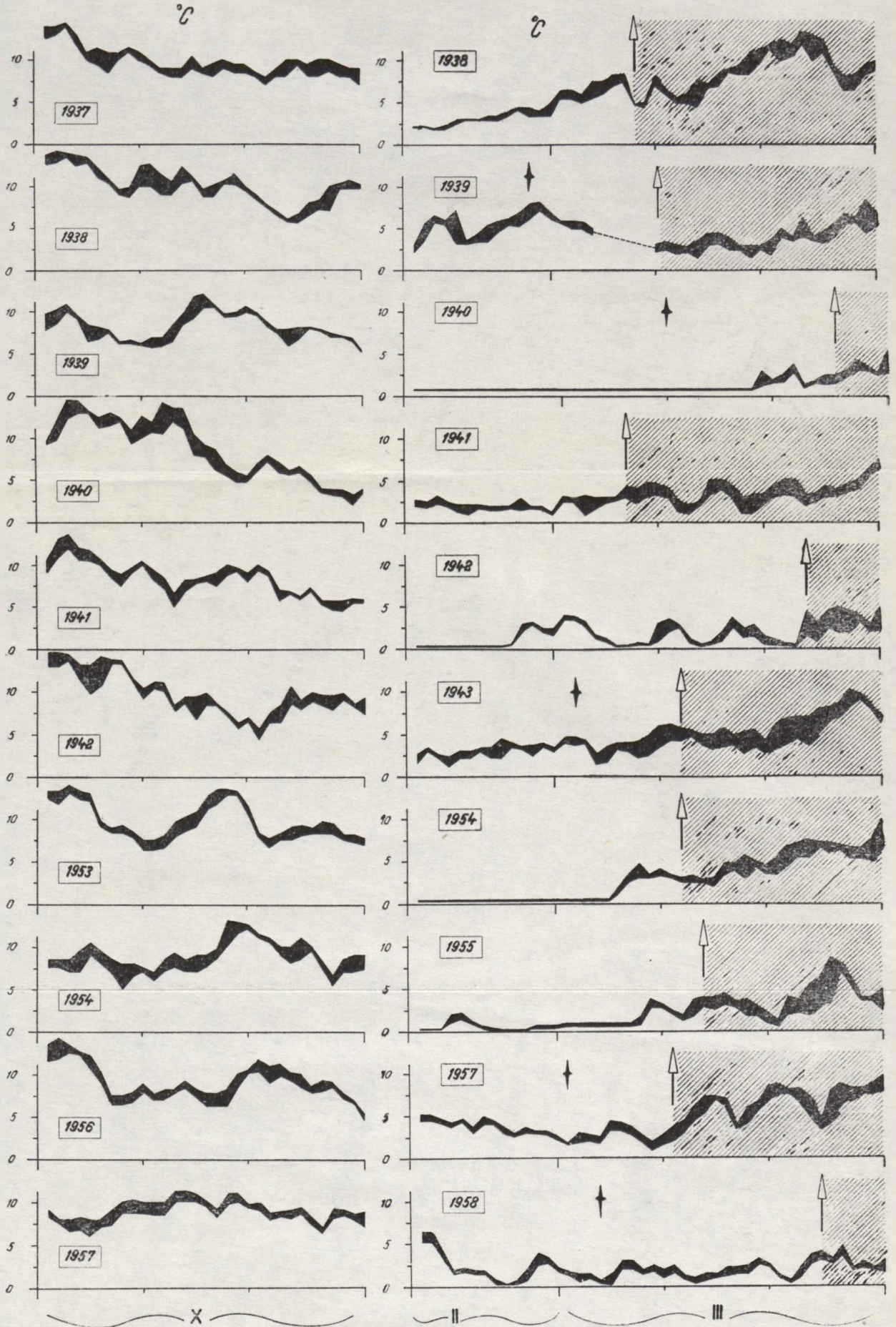
Wykr. 1—10

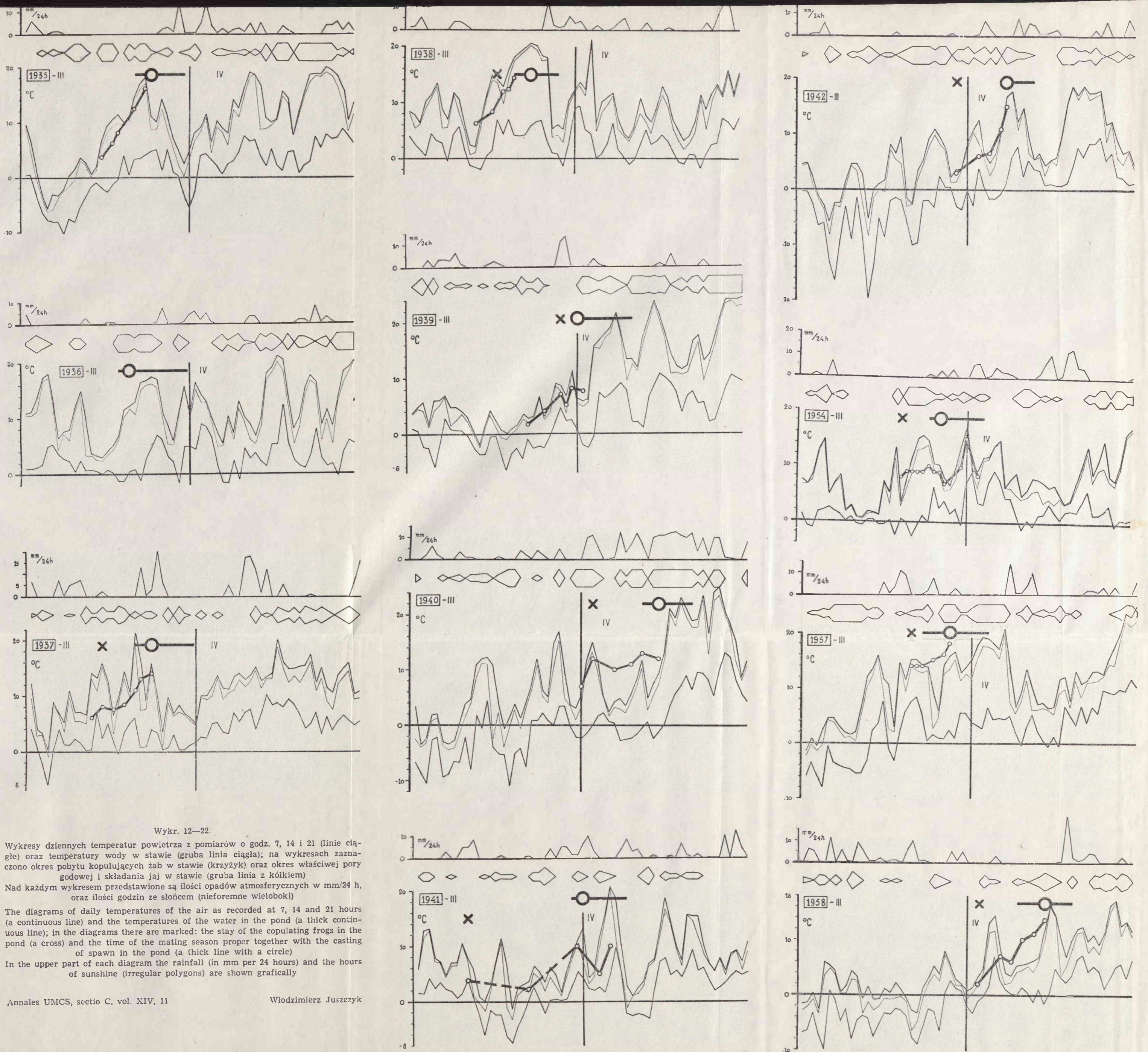
Amplitudy średnich dekadowych maksymalnych i minimalnych temperatur powietrza (linia ciągła) oraz średnich dekadowych maksymalnych i minimalnych temperatur wody strumienia (zimowiska) — (czarny pas), w poszczególnych latach badań; na wykresach zaznaczono okres jesiennych wędrówek żab (wierzchołki trójkątów skierowane w dół), okres budzenia się żab na wiosnę (strzałka skierowana w górę) oraz okres składania jaj (czarne kółko)

The amplitudes of the mean decadal maximal and minimal temperatures of the air (continuous line) and of the mean decadal maximal and minimal temperatures of the water in the stream (winter quarters) — (a black stripe) in the different years of the research; in the diagrams there are marked: the time of the autumn migrations of the frogs (the apices of the triangles turned downwards), the time of the waking from the winter sleep (the arrow directed upwards), and the time of casting spawn (a black circle)

Amplitudy dziennych maksymalnych i minimalnych temperatur wody strumienia (zimowiska) w mies. październiku, lutym (III dekada) i w marcu, w poszczególnych latach badań; na wykresach zaznaczono dzień, w którym stwierdzono niedojrzałość płciową samic (krzyżyk) lub zakończony proces owulacji u samic (strzałka skierowana w górę)

The amplitudes of the daily maximal and minimal temperatures of the water in the stream (winter quarters) in the months of October and February (3rd decade) and in March, in the different years of the research; in the diagrams there are marks for each day when female frogs were found sexually immature (a cross) or when the process of ovulation in females was concluded (an arrow pointed upwards)





Wykr. 12—22.

Wykresy dziennych temperatur powietrza z pomiarów o godz. 7, 14 i 21 (linie ciągłe) oraz temperatury wody w stawie (gruba linia ciągła); na wykresach zaznaczono okres pobytu kopulujących żab w stawie (krzyżyk) oraz okres właściwej pory godowej i składania jaj w stawie (gruba linia z kółkiem).  
 Nad każdym wykresem przedstawione są ilości opadów atmosferycznych w mm/24 h, oraz ilości godzin ze słońcem (nieforemne wieloboki).

The diagrams of daily temperatures of the air as recorded at 7, 14 and 21 hours (a continuous line) and the temperatures of the water in the pond (a thick continuous line); in the diagrams there are marked: the stay of the copulating frogs in the pond (a cross) and the time of the mating season proper together with the casting of spawn in the pond (a thick line with a circle).  
 In the upper part of each diagram the rainfall (in mm per 24 h) and the hours of sunshine (irregular polygons) are shown graphically.