

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XV

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 6(83)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1966

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Zbigniew Pomianowski*

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (tel. 200211, wewn. 2074)

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakł. 1100+140 egz. Ark. wyd. 5,5 ark. druk. 4,5+0,5

Papier ilustr. druk. sat. kl. V, 70 g.

Oddano do składania 17.IX.66. Podpisano do druku 17.XI.66

Druk ukończono w listopadzie 1966

Zam. 624

M-4

Cena zł. 15—

Warszawska Drukarnia Naukowa — Warszawa, Śniadeckich 8

NIKTÓRE POJĘCIA W BADANIACH PRODUKTYWNOŚCI WTÓRNEJ

Międzynarodowy Program Biologiczny postawił w centrum uwagi ekologów badania produktywności biologicznej. Badania produktywności biologicznej to badania gospodarki natury, to badania przychodu energii do ekosystemu, dróg i szybkości przepływu energii przez populacje ekosystemu, czasu zretencjonowania energii w materii organicznej w ekosystemie i tempa rozpraszania tej energii w postaci ciepła wytworzonego przez organizmy w procesach życiowych, wreszcie badania dróg i szybkości krążenia materii w ekosystemie. Są więc badania produktywności biologicznej ekologicznymi badaniami fizjologicznych procesów metabolizmu z uwzględnieniem rozrodu i śmiertelności.

Badania produktywności są młode: w hydrobiologii liczą sobie około 30 lat, w ekologii środowisk lądowych jesteśmy obecnie świadkami ich narodzin. Mimo jednak młodości w dziedzinie tej mamy nie tylko chaos terminologiczny, lecz też i wyróżnianych pojęć. Niemal każdy badacz używa własnej terminologii i z olbrzymiej mnogości pojęć wchodzących w zakres zainteresowania omawianego kierunku, bada nieco inne pojęcia. Nie od rzeczy więc będzie podanie i określenie arsenału pojęć (parametrów, wielkości) używanych w badaniach produktywności.

Dlatego też za cel tego artykułu postawiono sobie wyróżnienie i określenie pojęć „teoretycznych“, tzn. takich, które moglibyśmy znaleźć gdybyśmy mieli idealny stan informacji, gdybyśmy znali dowolny potrzebny parametr z procesów zachodzących w naturze. Zdajemy sobie sprawę, że często tych „idealnych pojęć“ nie potrafimy ściśle obliczyć. Najczęściej potrafimy je jedynie oszacować, przy czym dokładność metod badawczych może nieraz dawać szacunek tak gruby, że błędy szacowanych pojęć mogą przewyższać faktyczne różnice między szacowanymi pojęciami. Tym niemniej wydaje się, że niezbędne jest dokładne uświadomienie sobie „who is who“ w zakresie badań produktywności biologicznej.

1. OGÓLNIIE O PRODUKTYWNOŚCI EKOLOGICZNEJ

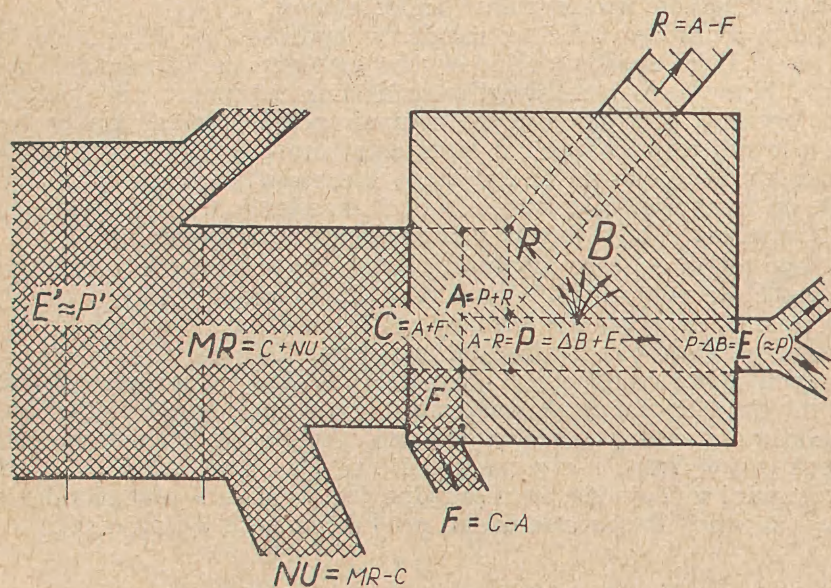
Ekonomika natury ekosystemu jest oparta na zależnościach troficznych. Materię organiczną z uwięzioną w niej energią potencjalną wytwarzają w ekosystemie ze związków nieorganicznych tylko rośliny w procesie fotosyntezy. Energia związana w materii organicznej wytworzona przez autotrofy, to źródło całego życia na kuli ziemskiej¹. Materia organiczna (energia w niej zawarta) wytworzona przez rośliny to produkcja

¹ Pomijam chemosyntezę niektórych mikroorganizmów czerpiących energię z produktów organicznych nie biotycznego pochodzenia, gdyż w gospodarce natury nie odgrywa to znacznej roli.

pierwotna brutto. Zostaje ona zużyta częściowo na koszt utrzymania życia samych roślin (oddychanie). Część ta zostaje dla ekosystemu stracona, rozproszona (zentropizowana). Pozostała część — produkcja netto pierwotna — to źródło życia wszystkich heterotrofów, do których dochodzi dwoma podstawowymi drogami: w postaci żywej materii organicznej do konsumentów pierwszego rzędu — fitofagów, lub do reducentów w postaci obumarłej. Drapieżcy — konsumenci drugiego rzędu czerpią materię organiczną z ciała spożytych roślinożerców itd.

Organizmy populacji (grupy populacji, zespołu, poziomu troficznego lub innej jednostki ekologicznej) żyją, rosną i mnożą się. Wzrost organizmów i rozród czyli wytwarzanie własnej materii organicznej to produkcja netto wtórna (P), zwana też nieraz po prostu produkcją wtórną. Ale organizmy po to by żyć muszą zużywać część energii na koszt życia (zdobycie i przetrwanie pokarmu, ruch, rozród itp.). Całość energii zużytej przez populację, tzn. materia (energia w niej zawarta) zużyta na produkcję własnego ciała (P) i na koszt życia (R) to asymilacja (A) zwana też produkcją brutto lub przepływem energii.

Tak więc w ekosystemie bez ustanku, w sposób ciągły odbywa się włączanie energii słonecznej do ekosystemu przez autotrofy i jej rozpraszanie w procesach życiowych zarówno auto- jak i heterotrofów. Ener-



Rys. 1

gia zużyta na koszt życia zostaje rozproszona, zentropizowana, dla ekosystemu jest ona stracona. Materia organiczna zaś zdegradowana energetycznie wraca w postaci materii nieorganicznej do ekosystemu (może być do innego ekosystemu) i może znowu wrócić do obiegu materii żywej. W ten sposób zasadniczym rysem gospodarki natury jest ciągle krążenie materii i przepływ energii.

W badaniach bilansu przychodu i rozchodu energii w populacji zwierząt — rzadko bowiem potrafimy zbadać cały ekosystem — możemy rozróżnić następujące pojęcia (wielkości).

Osobniki populacji po to by żyć jedzą. Całość spożytego pokarmu to konsumpcja populacji (rys. 1 — C). Rzadko zwierzę — tak jak zmięsa — zjada całość pokarmu; najczęściej jakaś część materii (energii) pobranej (rys. 1 — MR) zostaje nieużyta (rys. 1 — NU); krańcowym przykładem może być bóbr, który ścina drzewo aby spożyć korę z gałązek. Materia nie zużyta (NU) nie wchodzi wprawdzie do metabolizmu populacji jedzącej, jednak z populacji (poziomu troficznego) jedzonej zostaje eliminowana, to też miarą presji ekologicznej wywieranej przez populację jedzącą jest materia pobrana (MR).

Nigdy cały pokarm zjedzony (C) nie zostaje zasymilowany. Część jego zostaje wydalona w postaci kału (rys. 1 — F). Dopiero pozostała część pokarmu (energii) przez populację strawiona i zasymilowana (rys. 1 — A), zwana najczęściej asymilacją lub produkcją brutto lub przepływem energii, wchodzi jako dodatnia część bilansu energetycznego do badanej populacji. Idzie ona: [1] koszt utrzymania populacji, który możemy zmierzyć ilością pobranego na procesy życiowe tlenu lub też wydalonego CO₂, stąd też często zwana respiracją populacji (rys. 1 — R) oraz na [2] budowę ciała organizmów populacji, włącznie z reprodukcją młodych, tzn. produkcję netto (rys. 1 — P); w rezultacie procesu produkcji netto nagromadza się w populacji pewna ilość żywej materii organicznej, którą w każdym dowolnym momencie możemy określić jako stan biomasy — B, często zwany u nas angielskim terminem standing crop (co w dosłownym tłumaczeniu oznacza „plon na pniu“).

Wyżej powiedziane można podsumować w postaci dwóch równań wyrażających bilans przychodu i rozchodu populacji²:

$$C = A + F = P + R + F \quad 1$$

lub też odmianę równania 1 obrazując przychód i rozchód populacji:

$$C - F = P + R = A \quad 1a$$

lub też wreszcie równania obrazującego presję troficzno-ekologiczną populacji:

$$MR = NU + C = NU + F + P + R \quad 2$$

wszystkie oznaczenia jak na rys. 1.

Podstawowym pojęciem, które pozwala zrozumieć różnicę między pojęciami z badań dynamiki liczebności populacji a badań produktywności, jest rotacja czyli turnover oraz wynikająca z turnoveru różnica między standing crop a produkcją netto.

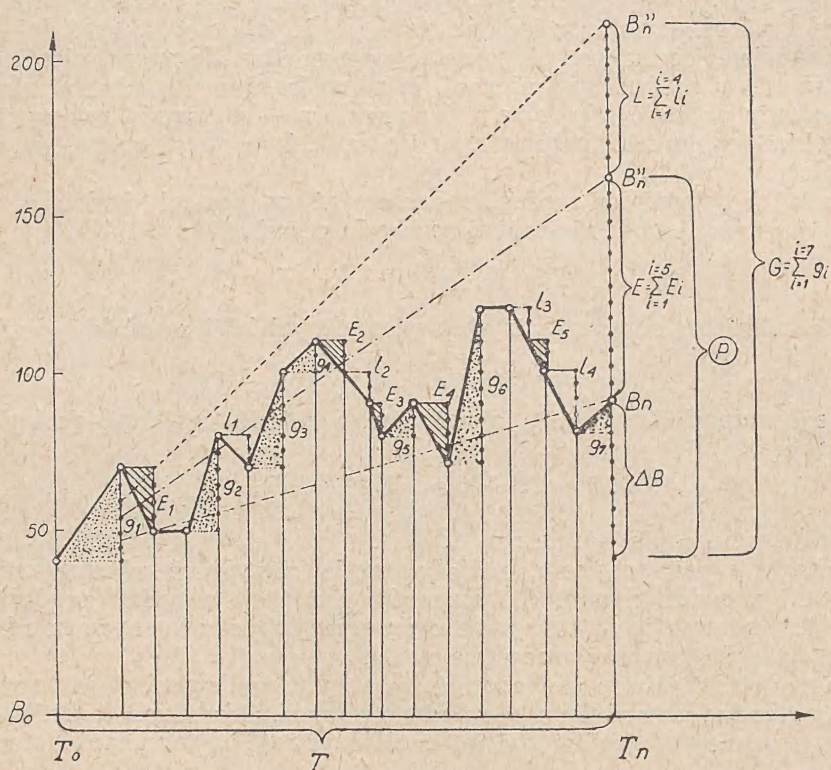
Należy sobie dobrze uświadomić, że stan (standing crop) jak również zmiany stanów, a produkcja to są różne pojęcia. Produkcja to ilość tkanki wytworzonej w jakimś czasie, czyli szybkość wytwarzania biomasy

² Uwaga: powyższe wzory są nieco uproszczone; np. prócz niestrawionego kału wydalane są z organizmu i inne nie do końca zredukowane produkty przemiany materii, jak to gazy trawienne, moc, wydzieliny itp. Komplikują również sprawę kanibalizm czy mleko ssaków trafiające do własnej populacji jako pokarm, różnego rodzaju kokony, przedce, wylinki itp. będące jakąś formą „częściowego obumierania“ organizmów populacji. Można by równanie nr 1 wyrażające bilans energetyczny populacji uściślać, jednak wartości te nie są duże to też uproszczenie jest uzasadnione.

(ilość biomasy na czas); jest to wartość sumująca się w czasie, stąd zawsze musi być odniesiona do określonego odcinka czasu. Stan (standing crop) to ilość tkanki (energii w niej zawartej) w jakimś momencie; zmiana biomasy to różnica między stanami w dwóch dowolnych momentach, uwzględniająca wynik ostateczny, nie uwzględniająca natomiast wszystkich procesów wzrostów i spadków biomasy czy liczebności między dwoma porównywanymi momentami tzn. nie uwzględniająca tempa wymiany materii organicznej w badanym okresie. Stany biomasy nie są wielkościami sumującymi się w czasie, suma stanów biomas jest wielkością pozbawioną sensu.

W pewnych szczególnych warunkach, jeżeli straty biomasy są nieznaczne, różnica między dwoma stanami jest wielkością zbliżoną do produkcji netto. Często jednak różnica między stanami różni się od produkcji tak znacznie, że może jej w ogóle nie scharakteryzować. Spróbujmy to zilustrować na dwóch hipotetycznych modelach.

Dobłą ilustrację zależności produkcji netto i stanu jest zbiornik z dopływem i odpływem wody. Ilość wody, która wpłynęła to produkcja (uro-



Rys. 2

zione i wzrost wagi). Poziom lub raczej ilość wody w zbiorniku, to stan (biomasy). Jeżeli odpływ, obrazujący ubytki biomasy tzn. chudnięcia i eliminację (śmierć lub emigrację osobników) będzie zerowy lub zbliżony do zera to różnica poziomów wody będzie obrazowała dopływ (produkcję). Można jednak wyobrazić sobie sytuację gdy odpływ jest równy przyptywowi; wówczas zmiana poziomu wody (stanów) nie będzie w ogóle

odzwierciedlała przepływu (produkcji), gdyż zmiana stanów będzie równa zeru, a przypływ wody do zbiornika (produkcja) istnieje; przy czym ten przypływ (produkcja) może być bardzo różny, zależnie od wielkości wpływu i odpływu wody. Oczywiście, że w takich wypadkach zmiany stanu nie są w żadnej zależności od produkcji.

Inną ilustrację zależności stanu i produkcji daje rys. 2. Wyobraźmy sobie, że rys. 2 przedstawia krzywą zmian stanów populacji przy idealnym stanie informacji, to znaczy, że wszystkie wzrosty i ubytki populacji zostały zarejestrowane i przedstawione graficznie³. Za czasokres np. T_0 — T_2 produkcja (przyrost biomasy) wynosi: $P = g_1$, zmiana zaś stanu biomasy jest: $\Delta B = g_1 - E_1$. Jeszcze wyraźniej widać to dla czasokresu T_5 — T_{12} gdzie różnica stanów jest zero, a produkcja $P = g_3 + g_4 + g_5$.

Pojęcie rotacji (turnover— Θ) oznacza krotność wymiany obsady osobników populacji w badanej jednostce czasu. Jeżeli t_i oznacza długość życia osobników populacji, a $\bar{t}$ średni czas życia statystycznego osobnika i T czas obserwacji, to stosunek $T : \bar{t}$ informuje nas o tym, ile razy w czasie obserwacji T wymienił się skład osobników populacji, jest więc wskaźnikiem rotacji. Wtedy rotacja za czas T :

$$\theta_T = \frac{T}{\bar{t}} \quad 3$$

Jeśli czas badania przyjąć za jednostkę (np. rok lub dzień) i oczywiście w tych samych jednostkach czasowych mierzyć t , to:

$$\theta = \frac{1}{t} \quad 3a$$

Zilustrujemy to przykładem: jeśli np. średni ekologiczny czas życia osobników w populacji gryzoni wynosi 13 tygodni ($1/4$ roku) to w ciągu roku obsada zmieni się 4 razy, tzn. rotacja będzie: $\Theta = 4$, a w ciągu ty-

godnia $\frac{1}{13}$ raza (wymieni się przeciętnie $\frac{1}{13}$ część populacji); lub w ciągu np. 80 tyg. wymieni się 80:13 razy ($\Theta_T = 80:13$).

Kończąc ogólne omawianie produktywności chcemy zwrócić jeszcze uwagę na parę momentów.

Konsumują, asymilują, wydalają fekalia, oddychają i wytwarzają tkankę (produkują) wszystkie organizmy populacji. A więc nie tylko wyprodukowane w czasie badań, ale i te, które były w populacji w momencie rozpoczęcia badań (B_0), przez ten czas t , które żyją w populacji w czasie badań T . Procesy fizjologiczne (asymilacja, respiracja itp.) odnoszą się więc nie tylko do wyprodukowanej materii (P) ale i do stanu początkowego (B_0). Więcej: populacja jak i każda inna jednostka ekologiczna jest jednostką zbiorczą. Może wzrastać nie tylko przez produkcję (rozdród i wzrost) ale i imigrację. Z chwilą, gdy imigranci weszli do populacji, należy ich uwzględnić przy obliczaniu konsumpcji i respiracji populacji.

³ W rzeczywistości, nigdy nie mamy takiej krzywej dynamiki jak na rys. 2, nie tylko dlatego, że niemożliwym jest w naturze zanotować wszystkie przyrosty, ale i dlatego, że przyrosty i ubytki zachodzą jednocześnie: jedne osobniki rosną lub tyją, inne chudną lub giną, pokarm jest jednocześnie asymilowany i ulega destrukcji. Omawiana zaś figura przedstawia stan jakby w danym odcinku czasu były tylko bądź przyrosty biomasy bądź też jej ubytki.

Populacja jest taką dziwną „maszyną“, która nie tylko bierze „paliwo“ (pokarm) i przetwarza go na energię cieplną lub mechaniczną, potrzebną do utrzymania życia osobników, ale to pobrane paliwo przetwarza na samą siebie (maszynę konsumującą-produkującą) tzn. sama wchodzi w procesy metabolizmu, staje się sama „paliwem“. Przy czym w razie potrzeby, przy braku lub niedostatku pokarmu — czerpie niezbędne dla utrzymania życia „paliwo“ z samej siebie, spalając nagromadzone uprzednio w samej sobie zapasy. Przy czym podkreślić trzeba, że sytuacje kiedy koszt życia przewyższa wartość dopływu nie są bynajmniej w naturze wyjątkiem; w życiu wielu, może większości populacji regularnie występują okresy kiedy koszt życia (R) przewyższa dopływ energii — konsumpcję (C). Że wymienimy choćby: sen zimowy lub letni, imago owadów nieodżywiających się, poczwarki owadów, pogorszenie (np. zimowe) warunków pokarmowych dla ssaków, samce w okresach rui itp.

2. SCHEMAT ZALEŻNOŚCI MIĘDZY POJĘCIAMI WYRÓŻNIANYMI W BADANIACH PRODUKTYWNOŚCI

Badając metabolizm jakiejś populacji mamy do czynienia z jednej strony ze stanem tzn. z osobnikami (biomasą, energią w nich zawartą) konsumującymi, tworzącymi samych siebie i trwoniącymi wytworzoną materię organiczną (respiracja) lub „przekazującymi“ ją innym piętrami troficznym (śmierć, spożycie przez wyższe poziomy troficzne), czyli z maszyną produkującą-konsumującą i z drugiej strony z „paliwem“ — z energią zawartą w zasymilowanym pokarmie.

Materia, która była składową maszyną konsumującą-produkującą w jakimś czasie T , to osobniki stanu początkowego (B_0), imigranci (B_m), jeśli takowe są oraz wytworzona nowa materia organiczna — produkcja netto (P). Kategorie więc energii, z którymi możemy mieć do czynienia badając populację w określonym czasie, na określonej powierzchni (np. 1 ha, 1 m², dany ekosystem) składa się z następujących wielkości (pojęć):

1/BP — Zawartość biomasy to cała ilość energii, która była obecna w określonym czasie i na określonej przestrzeni w materii organicznej w osobnikach populacji względnie poziomu troficznego lub jego części; jest to jednocześnie materia, z której składała się „maszyna“, pobierająca pokarm i produkująca samą siebie. Zawartość biomasy BP składa się z kolei z następujących wielkości:

1.1/ B_0 — energia zawarta w stanie biomasy (standing crop) momentu wyjściowego (w momencie rozpoczęcia badań); jest to część populacji, która rozpoczyna pobieranie pokarmu i produkowanie samej siebie;

1.2/ B_m — energia zawarta w materii organicznej imigrantów (jeżeli jest kierunkowa imigracja), które włączyły się do populacji (poziomu troficznego) w danym okresie czasu.

1.3/ P — (patrz też 2.3) produkcja lub produkcja netto czyli ilość wytworzonej w czasokresie badań T przez populację własnej tkanki tzn. biomasa (energia) zawarta w urodzonych oraz w przyrostach wagi wszystkich organizmów będących w populacji (poziomie troficznym), tzn. w przyrostach wagi organizmów stanu wyjściowego (B_0), imigrantów (B_m) od momentu gdy weszły do populacji oraz urodzonych w danym okresie czasu.

2) C — konsumpcja, czyli energia zawarta w materiale spożytym; część (zwykle znaczna) wchłoniętego pokarmu nie wchodzi do

metabolizmu konsumujących organizmów zostaje wydalona w postaci fekalii (F), część zostaje przekształcona na własną tkankę — produkcja netto (P), część zaś idzie na koszt utrzymania życia organizmów populacji (M); czyli konsumpcja składa się z:

2.1/ F — wydaliny, obejmujące fekalia, metabolity, pewne ilości cukru w moczu, gazy powstające przy trawieniu itp. materię, która została spożyta ale nie strawiona ($F = C - A$).

2.2/ R — energia, która poszła na koszt utrzymania życia osobników populacji, przez czas, który one w populacji żyły; koszty utrzymania pokrywane są z części zasymilowanego pokarmu, po odrzuceniu tej części, która idzie na wzrost masy populacji (produkcja — P); czyli $R = A - P$; energia na koszt utrzymania może być też czerpana nie z pokarmu, a z zapasu istniejącego w populacji;

2.3/ P — produkcja, ta część asymilacji, która została przekształcona na własną tkankę (patrz też 1.3).

Zależności między wyróżnionymi pojęciami, które były obecne w populacji (poziomie troficznym) można wyrazić w postaci następujących wzorów:

$$BP = B_0 + B_m + P \quad 4$$

$$C = P + R + F = A + F \quad 1$$

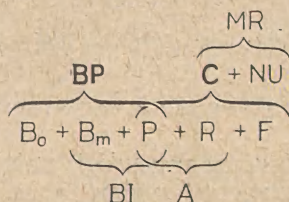
$$A = P + R = C - F \quad 1a$$

Powiększenie stanu biomasy populacji może odbywać się drogą produkcji (rozród i wzrost organizmów) i imigracji. To też jeśli istnieje regularna imigracja może być dogodnym wyróżnić pojęcie: całkowity przybytek biomasy.

$$BI = P + B_m \quad 5$$

Pamiętać należy, że konsumuje, oddycha, asymiluje, wydala oraz produkuje całą biomasa populacji tzn. zawartość biomasy (BP) przez ten czas t , który trwa (żyje) w badanym okresie T .

Zależności te przedstawia graficznie rys. 3, gdzie lewa strona przedstawia materię organiczną wchodzącą w jakimś czasie do maszyny konsumującej, a prawa strona materiał spożyty i jego pochodne. Zwracamy



Rys. 3

uwagę, że produkcja P wchodzi zarówno do lewej strony grafiku (maszyna produkująco-konsumująca), jak i do prawej — konsumpcja (C) i jego składowe.

3. OKREŚLENIE PODSTAWOWYCH POJĘĆ

Wszystkie omawiane wyżej pojęcia odnosić się mogą do dowolnej badanej jednostki ekologicznej, wyróżnionej z punktu widzenia troficznego.

Może to być populacja, grupa populacji, ogniwo troficzne, poziom troficzny. Toteż wszędzie, gdzie niżej będziemy mówili „populacja“ pamiętać należy, że może to się odnosić do dowolnej jednostki ekologicznej, będącej na jednym poziomie troficznym (w jednakowej odległości od producentów, odżywiającej się mniej więcej podobnym pokarmem).

Natomiast — za nielicznymi wyjątkami, nie ma sensu biologicznego badać produkcji czy innych pojęć u jednostek ekologicznych składających się z różnych poziomów troficznych (np. układ: drapieżca-ofiara).

3. 1. STAN (STANDING CROP) — B

Stan (standing crop) (B) jest to stan populacji, poziomu troficznego lub jego części na określonej powierzchni w danym momencie. Stan ten może być mierzony liczbą osobników, wagą biomasy (żywą, martwą lub w stanie suchym) lub energią potencjalną (kaloriami) zawartą w materii organicznej.

3. 2. ZMIANY BIOMASY ΔB

Zmiana biomasy (ΔB) jest to różnica między stanami biomasy ($B_{T1} - B_{T2}$) w dwóch różnych momentach T_1 i T_2 . Zmiana biomasy jest różnicą między dwoma stanami biomasy bez uwzględnienia wahań stanów biomasy w międzyczasie. Charakteryzuje więc wynikowy wzrost (lub ubytek) biomasy za czasokres T objęty analizowanymi momentami. Pojęcie to, zależnie od okoliczności informuje lub nie o produkcji netto. Różni się od produkcji o sumę wszystkich strat biomasy za czas między badanymi momentami. Zmiana biomasy może być wielkością dodatnią lub ujemną.

3. 3. ŚREDNIA BIOMASA — $\bar{B}$

Średni za czas badań T stan biomasy:

$$\bar{B} = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^{i=K} B_i \quad 6$$

gdzie B_i zmierzone stany biomasy i K — ilość pomiarów.

3. 4. PRODUKCJA P I CAŁKOWITY PRZYRÓST BIOMASY G

Najogólniejszym określeniem produkcji netto jest: ilość materii organicznej (energii w niej zawartej) wytworzonej przez populację w jednostce czasu⁴ na jednostkę powierzchni. Otóż chodzi o to, że tak podane określenie jest nieprecyzyjne, pokrywa dwa zbliżone tym niemniej, różne pojęcia.

⁴ Oczywiście jest, że rozróżnianie produkcji (P) i przybytku biomasy (B_I) ma sens w przypadkach istnienia międzypopulacyjnej kierunkowej imigracji. W przypadku mikromigracji wewnątrzpopulacyjnej oraz bezkierunkowej międzypopulacyjnej migracji można identyfikować pojęcia produkcja i przybytek biomasy; jest bowiem oczywiste, że w przypadku migracji bezkierunkowej prawdopodobieństwo imigracji i emigracji jest jednakowe. Tym niemniej są okoliczności, kiedy nieuwzględnienie imigrantów może doprowadzić do nonsensów.

Pojęcie pierwsze: całkowity przyrost biomasy populacji — G , to całkowita ilość wytworzonej za jakiś czas T własnej tkanki, lub inaczej: ilość wytworzonej biomasy wliczając wszystkie straty (eliminację i chudnięcie), można by ją też nazwać całkowitą produkcją netto, lub potencjalną produkcją netto lub wreszcie całkowitą produkcją biomasy.

Pojęcie drugie: produkcja netto — P to ta część asymilacji A , która nie idzie na koszty utrzymania ($\bar{R}$), a zostaje wmontowana do własnej tkanki, w badanym czasie T ; lub inaczej ilość wytworzonej masy organicznej wliczając eliminacje, lecz nie wliczając strat biomasy na chudnięcie. Można by ją określić jako produkcję (netto) zrealizowaną, gdyż jest to ilość biomasy, która pozostała w populacji lub została przez populację „oferowana” ekosystemowi.

Pojęcie pierwsze, całkowity przyrost biomasy, jak to widać z rozpatrywanego już rys. 2, znajduje swój wyraz matematyczny we wzorze:

$$G = \sum_{i=1}^{i=k} g_i \quad 7$$

gdzie G całkowita produkcja biomasy za czas T wyrażona jako suma wszystkich przyrostów w biomasy g_i (wszystkich zmian biomasy ze znakiem dodatnim). Jak z modelu (rys. 2) widać, okresy, kiedy stan populacji spada, nie są w sumowaniu brane pod uwagę, uważa się bowiem, że wówczas przyrost jest zero. Okresy, kiedy mamy spadek biomasy, należy traktować nie jako okresy, w których biomasa się produkuje, a jako okresy, gdy zużywa się biomasa wyprodukowaną uprzednio. Przy tym zwracamy uwagę, że gdyby zsumować wszystkie zmiany algebraicznie (z uwzględnieniem znaku $+$ lub $-$) to otrzymalibyśmy w rezultacie różnicę stanów biomasy ΔB , a nie ilość wytworzonej biomasy.

Pojęcie drugie: ta część asymilacji, która idzie na budowę własnej tkanki, znajduje swój wyraz w wymienionym już wyżej wzorze:

$$P = A - R \quad 1a$$

Otóż, suma wszystkich przyrostów biomasy i różnica między asymilacją (produkcją brutto) a kosztami utrzymania to są różne wartości, które tylko w specjalnych warunkach są identyczne. G — suma wzrostów jest zawsze dodatnia (czasem równa 0) $P = A - R$ może być dodatnie lub ujemne, gdyż póki osobniki populacji żyją musząłożyć na koszt utrzymania; i jeśli w jakimś czasie konsumpcja (a co za tym idzie asymilacja) nie jest wystarczająca by pokryć koszt utrzymania, to organizmy czerpią z zapasu.

Już samo stwierdzenie, że $G \geq 0$ a P może być dodatnie lub ujemne wystarczy do stwierdzenia, że są to różne pojęcia.

Dla pogłębienia analizy omawianych pojęć, użyteczne jest rozróżnienie różnych pojęć dotyczących strat biomasy populacji. Można rozróżnić następujące pojęcia:

E — eliminacja: ta część materii organicznej populacji, która została „oferowana” przez populację ekosystemowi (z człowiekiem włącznie). Jest to więc: drapieżnictwo — do wyższych poziomów troficznych z człowiekiem włącznie, śmierć (do reducentów), emigracja do innych ekosystemów. Jest to więc materia organiczna stracona dla populacji, ale nie stracona dla ekosystemu, gdyż przeszła ona do innych poziomów troficznych.

L — chudnięcie: ta część asymilacji, która została przekształcona

na własną tkanke, ale w badanym okresie T została zużyta przez populację na koszt utrzymania życia, w tych przypadkach gdy brak było, lub był niedostateczny dopływ pokarmu C , tak że oddychanie populacji przewyższało asymilację A . Wartość chudnieć jest energią dla ekosystemu straconą, zentropizowaną w procesach respiracji populacji.

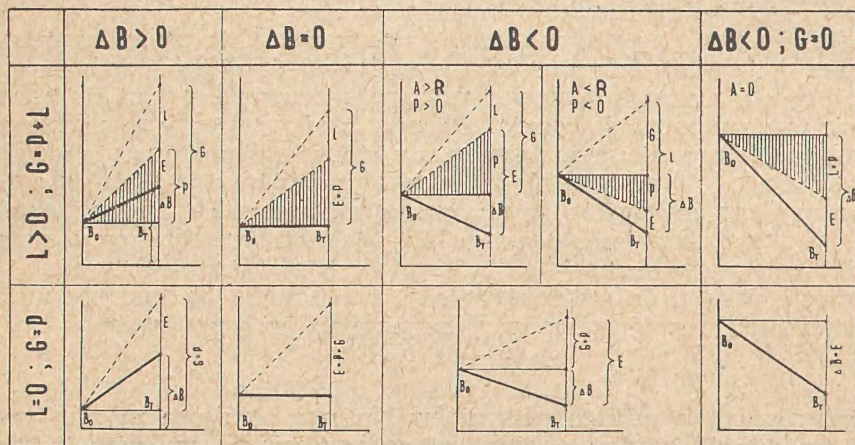
Możemy teraz, analizując model przedstawiony na rys. 2, dokładniej określić zależność między pojęciami, całkowity przyrost biomasy G a produkcją P . Produkcja P jest mniejsza od całkowitego przyrostu biomasy o wartość „chudnieć”, czyli o tę ilość energii, którą populacja rozproszyła, straciła dla ekosystemu w procesach respiracji, w okresach braku lub niedostatecznego dopływu pokarmu.

$$P = G - L$$

8

W warunkach gdy brak jest chudnieć $G = P$.

Niedokładność metod badania produkcji, zwłaszcza w warunkach terenowych, może powodować, że czasem błąd w oszacowaniu zarówno P jak i G , może przewyższać faktyczne różnice między nimi, tak, że nie-



Rys. 4

raz w praktyce badawczej nie będziemy mogli tych wielkości odróżnić. Tym niemniej są to pojęcia różne i oba mają wartość poznawczą.

Produkcja netto P będąc realną ilością wytworzonej przez jednostkę ekologiczną biomasy, dobrze informuje nas o tym, ile można z tej jednostki pobrać. Jest to bowiem ta ilość biomasy, która została wytworzona i nie zużyta na własne potrzeby, czyli ta część biomasy, która została w populacji lub też została oferowana ekosystemowi (z człowiekiem włącznie) lub innym ekosystemem (emigracja). Nie uwzględnia ona tej zasymilowanej materii, która w czasie badań została zużyta na koszt utrzymania samej populacji (chudniecia).

Stąd też możemy dać następujące określenie:

$$P = \Delta B + E = B_1 - B_0 + E$$

9⁵

⁵ Uwaga: we wzorach 9 i 10 ΔB należy brać ze znakiem plus lub minus. Zależności między wartościami P , G , E , L , i ΔB przy różnych wartościach ΔB i w zależności od stosunku wielkości A do wielkości R , daje rys. 4.

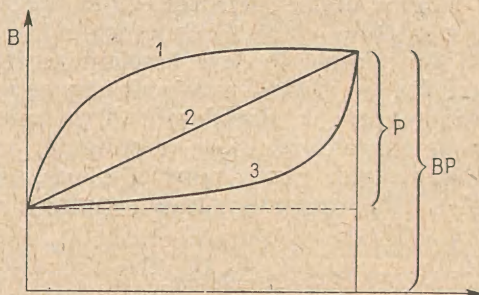
Z kolei całkowity przyrost (G), który by można określić też jako potencjalną produkcję netto, informuje o tym, ile zostało rzeczywiście wytworzone biomasy (energii); tzn. ile można by było pobrać gdyby eksploatacja odbywała się zawczasu, przed chudnięciem osobników. Analogicznie do wzoru nr 9, można dać następujący:

$$G = \Delta B + D = \Delta B + E + L \quad 10$$

gdzie D wszystkie straty biomasy ($D = E + L$).

Produkcję (P) i całkowity przyrost biomasy (B) można mierzyć jednostkami wagi (biomasą żywą, martwą, suchą) lub kaloriami na czas, na jednostkę przestrzeni. Z wielu względów produkcję netto, jak i inne pojęcia wyrażające tempo (ilość na czas) najlepiej jest wyrażać w produkcji rocznej. Jest to miara najbardziej naturalna i porównywalna. Jakąś ograniczoną miarą procesów produkcyjnych jest liczba osobników urodzonych za jakiś czas. Jednak liczba osobników urodzonych nie uchwytuje wzrostów biomasy istniejących już osobników.

Produkcja, będąc ilością wyprodukowanej w jednostce czasu materii organicznej, jest średnią szybkością wytwarzania materii: masa (lub kalorie) na czas, co możemy wyrazić: $P : T$. Wyróżniane często jest pojęcie



Rys. 5

tempa produkcji w określonym momencie, tzn. wtedy, gdy T będzie dążyć do zera. Tempo produkcji możemy wówczas wyrazić jako $dP : dT$ (lub $dG : dT$).

Zwracamy uwagę, że produkcja jest wielkością „sumaryczną” — wyraża ilość jednostek biomasy (energii) na czas. Jak ilustruje rys. 5, za czas T będziemy mieli taką samą produkcję netto jeżeli populacja wzrośnie do ostatecznego poziomu szybko, czy też przy końcu obserwacji.

Ponieważ biomasa (energia) produkcji przechodzi (ze stratami z jednego poziomu troficznego do następnego, sumowanie produkcji netto dwóch poziomów nie ma sensu; sumujemy wówczas kilkakrotnie tę samą wartość.

3. 5. TURNOWER — θ

Pojęcie turnower w badaniach ekologicznych może odnosić się zarówno do liczby osobników populacji jak i do biomasy populacji.

Turnower osobniczy (θ) jest, jak określiliśmy wyżej (wzór nr 2) odwrotnością średniej długości życia osobników populacji. Jest to wielkość

bardzo istotna, gdyż łączy metodami empirycznymi osiągalną wartość średnią liczebność populacji ($\bar{n}$) z ogólną liczbą konkretnych osobników (N), które były obecne w populacji w czasie badań T .

W badaniach bowiem ilościowych populacyjnych a tym bardziej produktywności, może nas interesować nie tylko liczebność tzn. liczba osobników (n) w danym momencie, lub też średnia liczebność ($\bar{n}$) za jakiś czas T , ale i liczba konkretnych osobników, które za dany czas T przez populację przewinęły się.

Średnią liczebność populacji określa wzór:

$$\bar{n} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{i=k} n_i \quad 11$$

gdzie n_i — liczebność (standing crop wyrażany w osobnikach) w czasie kolejnych pomiarów, k — liczba pomiarów.

Liczba osobników N , które przewinęły się przez populację w jakimś czasie, jest jakąś miarą liczby osobników wyprodukowanych przez populację w tym czasie; jest miarą produkcji wyrażoną w liczbie osobników. Posiada ona wszystkie niedogodności liczby wyrażonej zmienną skalą (osobnik młody, nowourodzony, dorosły, osobnik, np. myszy i sarny). Nie daje ona możliwości określenia ilości energii i biomasy, która przez populację w danym czasie przeszła, gdyż operując „osobnikami” nie uchwytuje ich wzrostów wagi. Daje tylko ograniczone możliwości porównania różnych gatunków nie daje bowiem możliwości porównania bezwzględnych wartości, a tylko natężenia pewnych procesów (np. tempo wymiany osobników w populacji). Tym niemniej jest wielkością w jakiś sposób charakteryzującą produkcję, informującą o tym ile zostało wyprodukowanych przez populację osobników. Otóż ogólną liczbę osobników (N_T), które przeszły przez populację w czasie T , można wyrazić następująco:

$$N_T = \bar{n} \cdot \Theta = \bar{n} \frac{T}{\bar{t}} \quad 12$$

gdzie N_T ogólna liczba osobników, która przewinęła się przez populację w czasie T , $\bar{n}$ — średnia liczebność (stan osobników) za czas T , $\bar{t}$ — średnia długość życia osobników, a Θ_T — wielkość wskazująca ile razy w czasie T zmieni się obsada osobnicza czyli turnover. Jeżeli czas obserwacji przyjmujemy za jednostkę i nim mierzyć będziemy czas życia osobników, to:

$$N = \frac{\bar{n}}{t} \quad 12a$$

W badaniach produktywności szeroko znane i często bardzo użyteczne jest pojęcie bliskie do rotacji osobniczej, określane nieraz jako rotacja biomasy, określone wzorem:

$$\Theta_B = \frac{P}{B} \quad 13$$

lub dla bardzo krótkiego odcinka czasu, tak że można przyjąć, iż standing crop (B) nie zmienia się:

$$\Theta_B = \frac{P}{B} \quad 13a$$

Jak z tego widać możliwość obliczenia tempa rotacji byłaby niezmiernie istotna w badaniach przepływu biomasy i energii przez populację. Posiadając bowiem tempo rotacji (Θ_B) moglibyśmy obliczyć produkcję, wielkość w badaniach produkcyjnych kluczową, ze wzoru:

$$P = \bar{B} \cdot \Theta_B \quad 13b$$

gdzie $\bar{B}$ średnia za czas T biomasa — wielkość łatwiej lub trudniej, lecz osiągalna metodami ekologicznymi.

Zwracamy uwagę na to, że turnover osobniczy Θ i biomasy Θ_B są wielkościami pokrewnymi, lecz nie analogicznymi. Θ jest krotnością wymiany średniego stanu, to też N ze wzoru $N = \bar{n} \cdot \Theta$ daje wszystkie osobniki, które były w czasie badań, łącznie ze stanem początkowym (N_0); Θ_B jest zaś efektywnością średniego stanu biomasy, stąd też P ze wzoru $P = B \cdot \Theta_B$ daje samą produkcję, bez stanu początkowego B_0 .

3. 6. ZAWARTOŚĆ BIOMASY — BP

Produkcja (P) i imigranci (B_m) nie charakteryzują jeszcze całkowitej ilości biomasy (energii), którą zawierała populacja (poziom troficzny) w jakimś czasie, bowiem istniejąca w momencie rozpoczęcia badań lub interesującego nas odcinka czasu populacja, czas jakiś żyje, tzn. w populacji istnieje. Stąd do pewnych badań (określona populacja lub grupa populacji, dwa ogniwa troficzne lub tp.) przydatne jest pojęcie: zawartość biomasy (BP).

Zawartość biomasy (BP) jest to całkowita ilość biomasy (energii), która w jakimś okresie czasu T była obecna w populacji.

Na zawartość biomasy (BP) składają się więc następujące wielkości:
 B_0 — stan biomasy (lub energia w niej zawarta) w momencie początkowym;

B_m — przyrost biomasy (energii) przez zwiększenie liczby osobników drogą imigracji jeżeli takowa jest;

P — produkcja, na którą składa się:

P_r — biomasa (energia) nowo narodzonych oraz

P_g — przyrostu wagi wszystkich osobników (energia w nich zawarta) tzn. przyrosty początkowego stanu biomasy (B_0), imigrantów (B_m) i nowo urodzonych.

Zawartość więc biomasy można przedstawić następująco:

$$BP = B_0 + B_m + P. \quad 4$$

Nie ma sposobu zmierzenia B_0 jako takiego, obliczyć go można jedynie bilansując jego składowe części.

Zawartość biomasy może osiągać wartości od zera w górę.

Najbardziej porównywalną miarą zawartości biomasy są kalorie (ilości kalorii zawartych w biomasie), można też mierzyć i miarami wagi.

3. 7. CZAS TRWANIA BIOMASY

Wspominaliśmy wyżej, że konsumują, asymilują i wydalają fekalia, oraz produkują i zużywają energię na życie osobniki populacji ściślej biomasa w nich zawarta, przez ten czas t , jakie są obecne w czasie obserwacji T . Wielkość tę wyrażającą ilość biomasodni w czasie obserwacji, można nazwać czasem trwania czy obecności biomasy. Pojęcie to, acz rzadko jest bezpośrednio celem badań, nieraz jest zupełnie niezbędne

jako wielkość pomocnicza, jako mnożnik do uzyskania tak ważnych wielkości jak C , A , F , P , i R .

Wspominaliśmy wyżej, że produkcja P jest wielkością „sumaryczną”; wyraża ilość nagromadzonej w jakimś czasie materii organicznej (energii). Otóż można sobie wyobrazić sytuację kiedy zupełnie różne krzywe dynamiki populacji dadzą tę samą produkcję oraz zawartość i wzrost biomasy (rys. 5). Natomiast czas trwania biomasy, wyrażony powierzchnią zakreśloną przez krzywą populacyjną jest w rozpatrywanym modelu różny dla każdego typu wzrostu populacji.

Obliczyć ilość biomasodni można sumując wszystkie dzienne stany biomasy (B_i):

$$BT = \sum_{i=1}^{i=T} B_i \quad 14$$

lub mnożąc średni za czas T stan biomasy przez czas obserwacji (T):

$$BT = \bar{B} \cdot T \quad 15$$

3. 8. KONSUMPCJA — C

Energy intake (Odum 1959), Food ingested (Davis, Golley, 1963), food consumed (Clarke 1964).

Każdy organizm żeby produkować swoje tkanki oraz młode lub jaja, oraz żeby żyć musi pobierać pokarm. Ilość pokarmu spożytego przez wszystkie osobniki populacji (poziomu troficzno, zespołu populacji) w jakimś czasie na jednostkę przestrzeni nazywa się w badaniach metabolizmu ekosystemu konsumpcją populacji (C). Ilość spożytego pokarmu zależy oczywiście od gatunku, ale nawet w obrębie gatunku jest bardzo zmienna: wzrasta z biomasą całej populacji i jej aktywnością, zależy też od wieku i wagi organizmów populacji, temperatury, jakości i ilości dostępnego pokarmu.

Dla celów obliczeniowych, oraz porównania natężenia procesów konsumpcji dogodnie jest mierzyć konsumpcję ilością spożytego pokarmu na jednostkę wagi ciała jedzącego na czas, a więc g/g/dzień. Dogodną miarą konsumpcji jest dzienna racja pokarmowa na osobnika, lub na jednostkę wagi osobnika.

Konsumpcja jest zawsze wartością dodatnią. W pewnych okolicznościach może być przyjęta za zero (np. stany przetrwalnikowe, jaja).

Zwracamy uwagę, że wielkość konsumpcji (C) zależy od czasu oraz, że spożywają pokarm wszystkie osobniki obecne w populacji. Konsumpcja więc i inne parametry związane z przepływem energii (asymilacja — A , respiracja — R , fekalia — F), odnoszą się nie tylko do biomasy produkcji (P), która stanowi tylko część biomasy obecnej w populacji. Konsumpcja jest to pokarm spożyty przez całą populację, a więc i przez osobniki początkowego stanu biomasy (B_0) przez czas, który w populacji żyją w okresie badań, i przez imigrantów (B_m) od chwili wejścia do populacji do momentu ubycia w czasokresie badanym, jak wreszcie i przez biomasę zawartą w produkcji netto tzn. przez całą nowo wytworzoną przez całą populację tkankę; a więc konsumuje biomasę wyrażoną pojęciem określonym wyżej jako zawartość biomasy (BP). Wielkość spożytego pokarmu zależy nie tylko od zawartości biomasy (BP) populacji, która w badanym czasie w populacji się znajdowała, ale i od czasu, jaki biomasę populacji trwa w populacji, tzn. i od długości życia.

osobników populacji, lub inaczej od ilości „osobnikodni“, lub nawet ściślej „biomasodni“ (przy uwzględnieniu wagi i wieku).

Pokarm spożyty przez populację (poziomu troficzny) nie zostaje nigdy całkowicie przez organizm zasymilowany nawet przy głodowych racjach. Część zostaje wydalona w postaci fekalii (F), część zasymilowana (A).

3. 9. FEKALIA — F

Energia zawarta w skonsumowanej, ale niezasymilowanej strawie ($F = C - A$). Składa się na tę energię głównie kał. Prócz tego mogą być różnego rodzaju inne wydaliny jak gazy trawienne, pewne ilości cukru lub białka w moczu itp. Energia kału stanowiąca znaczną większość niezasymilowanej konsumpcji, może stanowić poważną część konsumpcji, gdyż waha się w granicach od 23% do ponad 90% spożytego pokarmu. Ilość niezasymilowanego pokarmu zależy głównie od ilości i jakości pokarmu i wielkości zwierzęcia.

3. 10. ASYMLILACJA CZYLI PRODUKCJA BRUTTO — A

Energia zawarta w tej części pokarmu spożytego, która została przez organizmy populacji (poziomu troficznego lub jego części) zasymilowana, w jednostce czasu z jednostki przestrzeni. Dzieli się ona na część pokarmu przetworzoną na materię organiczną swojej populacji (lub swoich populacji jeśli chodzi o poziom troficzny), czyli produkcję netto (P) oraz energię potrzebną na utrzymanie osobników populacji (R), tzn. energię uwalnianą w postaci ciepła, co znajduje swój wyraz w oddychaniu (R). Jest to ilość energii stracona dla ekosystemu, rozproszona.

Asymilacja w procesach produkcji wtórnej odpowiada produkcji brutto pierwotnej i tak też nieraz bywa nazywana. Często też określa się ją jako przepływ energii (energy flow).

Zwracamy uwagę, że tak jak i przy konsumpcji (C) asymiluje cała populacja, tzn. produkcja — P , imigranci B_m (jeżeli są) i stan początkowy biomasy B_0 , czyli biomasa określona przez nas wyżej jako zawartość biomasy populacji ($BP = B_0 + B_m + P$); przy czym asymiluje przez ten czas, który w populacji żyje. Podstawą więc do wyliczania asymilacji jest ilość biomasodni.

Asymilacja jest wielkością bardzo zmienną. Wartość jej zależy dla danego gatunku od wielkości (wagi) osobników, przy tym ogólna ilość asymilacji wzrasta ze wzrostem biomasy, natomiast względna asymilacja tzn. ilość zasymilowanego na gram ciała asymilanta maleje ze wzrostem ciała asymilanta; poza tym zależy asymilacja od temperatury, aktywności, wieku, od ilości i jakości pożywienia.

Mierzy się kaloriami, na czas, na przestrzeń. Dla pewnych celów, np. porównania natężenia procesu lub też wyliczeń, dogodnie jest wyrażać asymilację na wagę (gram, kilogram) populacji asymilującej na czas.

Asymilacja jest bardzo istotnym pojęciem w badaniach produktywności; jest pojęciem oddającym w istotny sposób właściwości badanych obiektów (populacji, poziomu troficznego). Jest to jednocześnie wielkość bardzo czuła na wahania środowiska i stany osobników populacji, gdyż obie jej składowe ($A = P + R$) są bardzo zmienne; stąd jest to wielkość trudna do dokładnego zbadania dla populacji w terenie.

Są dwie główne drogi pomiaru asymilacji: przez koszt utrzymania i produktywność oraz przez konsumpcję i fekalia.

$$A = P + R \quad 1a$$

$$\text{oraz } A = C - F \quad 1a$$

Zmierzyć wielkości wchodzące do prawej strony równania umiemy na ogół tylko dla krótkiego odcinka czasu (godziny lub dnia). Ponieważ asymilacja mierzy się, tak jak konsumpcja, nie tylko od produkcji (stanowiącej część asymilacji) ale od zawartości biomasy (BP), z uwzględnieniem długości życia, tzn. od liczby biomasodni; to też otrzymaną z laboratorium wartość dla krótkiego odcinka czasu mnoży się przez ilość biomasodni.

$$A_T = dA \cdot \bar{B} \cdot T \quad 15$$

gdzie A_T asymilacja na czas T , zaś dA — wielkość asymilacji za jakiś krótki odcinek czasu, $\bar{B}$ średnia biomasa i T — czas obserwacji. Wysoce wskazane jest, by wartość dA — asymilacji za krótki czas, była mierzona za czas nie krótszy niż doba. Doba jest najmniejszą biologicznie mającą wartość, jednostką czasu. Asymilacji czy respiracji za czas krótszy niż doba, nie wolno ekstrapolować na całą dobę.

Na papierze jest to bardzo łatwe i nawet fizjologiczne metody obliczenia R , C i F dla osobnika dla krótkiego czasu są dostatecznie ścisłe. Ale, że są one jednocześnie bardzo wahlliwe, że są wyjątkowo silnie zależne od warunków ekologicznych i stanu zwierzęcia, więc trudność powstaje przy przenoszeniu danych laboratoryjnych do warunków terenowych. Wiadomo np. że koszt utrzymania, respiracja, ilość fekalii, silnie zależą od aktywności, temperatury, ilości i jakości pokarmu. A nigdy dokładnie nie wiemy jaka jest w naturze aktywność zwierząt, ile czasu przebywają w takiej to temperaturze itp. Stąd też przenoszenie w teren danych laboratoryjnych ma zawsze charakter szacunku a nie ścisłych wyliczeń.

3. 11. KOSZTA UTRZYMANIA CZYLI RESPIRACJA — R

Koszt utrzymania to ilość energii potrzebna dla procesów podtrzymania życia łącznie z energią niezbędną dla trawienia, zdobycia pokarmu, energetycznymi kosztami aktywności, termoregulacji i rozrodu.

Ponieważ wszystkie procesy życiowe znajdują swój wyraz w oddychaniu, można koszt utrzymania życia (R) określić ilością zużytego tlenu lub też wydzielonego CO_2 przez populację w określonym czasie.

Do celów porównawczych lub przeliczeniowych dogodnie jest wyrażać respirację na jednostkę wagi ciała badanych organizmów na jednostkę czasu. Wielkość respiracji na jednostkę wagi maleje ze wzrostem wielkości organizmu, przy czym zależy też od wieku i stanu organizmu, wzrasta ze wzrostem aktywności i odchyleniami temperatury od wysokości termoneutralnej, zależy też od ilości i jakości pokarmu.

Mierzy się respiracja bezpośrednio metodami fizjologicznymi za pomocą obliczania ilości zużytego tlenu lub wydzielonego CO_2 przez przedstawiciela danego gatunku za określony na ogół krótki (godziny, dni) odcinek czasu w specjalnie do tego skonstruowanych aparatach zwanych respirometrami; przy czym rozróżniane są tu wartości respiracji w stanie spoczynku (bez ruchu i bez pokarmu) — respiracja lub metabolizm pod-

stawowy; respiracja kiedy organizm lub populacja są w stanie równowagi ze środowiskiem, respirację maksymalną itp. Są to pomiary względnie proste i dające dokładne dane. Potem mnoży się otrzymaną wielkość przez ilość biomasodni. Kłopot zaczyna się z chwilą próby przeniesienia fizjologicznych danych na populację w terenie. Bowiem jak już wspomnieliśmy, respiracja wykazuje duży zakres wahań w zależności od aktywności, której w terenie nie umiemy zmierzyć, od temperatury, która w naturalnych warunkach jest wysoce zmienna zarówno w czasie (i w roku i w dobie) jak i w przestrzeni. Jeśli dodać, że zależy ona również od wieku i wagi osobnika, to stanie się jasne, że jest to obok obliczenia liczebności i rozrodu, prawdziwe „wąskie gardło” w badaniach produktywności.

3. 12. MATERIA POBRANA (MR) I NIEZUŻYTA (NU)

W badaniach metabolizmu ekosystemu, bardzo przydatne — jak to zwrócił uwagę Clarke (1954) — jest pojęcie materii pobranej, tj. tej ilości materii (energii w niej zawartej), która została z populacji żywicielskiej wyjęta. Rzadko które zwierzę zjada całą ofiarę jak np. żmija połykająca żabę czy mysz; w ogromnej większości znacznie więcej zostaje zabite niż spożyte. Jaskrawym przypadkiem jest np. bóbr ścinający całe drzewo by spożyć korę z gałązek. Materia pobrana jest miarą presji wywieranej na niższy poziom troficzny. Oczywiście z punktu widzenia metabolizmu populacji jedzącej, część zabita, a nie zjedzona jest obojętna; nie wchodzi ona w strumień energii przechodzącej przez populację. Natomiast z punktu widzenia populacji „jedzonej” istotniejszym pojęciem jest ile zostało pobrane niż ile zostało zjedzone. Z punktu widzenia zaś ekosystemu jako całości, istotnym jest proporcja zjedzonego do niezjedzonego, trafiającego do zupełnie innych łańcuchów odżywczych, najczęściej reducentów.

4. WSKAŹNIKI EFEKTYWNOŚCI PRODUKTYWNOŚCI

W badaniach produktywności, zwłaszcza porównawczych, bardzo pomocne są różnego rodzaju wskaźniki. Mogą one być dobrym narzędziem poznawczym, informującym o efektywności procesów ekologicznych, zarówno w obrębie badanej populacji (poziomu troficznego) jak i między poziomami troficznymi. Oczywiście wskaźników takich można stworzyć bardzo wiele. Teoretycznie rozumując stosunek każdego pojęcia z zakresu badań produktywności, do każdego innego pojęcia informuje o efektywności któregoś z procesów. Poniżej przytoczę, głównie za Odumem (1959), kilka częściej używanych wskaźników.

Wskaźniki wewnątrz poziomu troficznego:

$\frac{P}{A}$ lub $\frac{G}{A}$ — fizjologiczna wydajność wzrostu własnej tkanki

$\frac{P}{C}$ — fizjologiczna efektywność wykorzystania pokarmu

$\frac{A}{C}$ — efektywność asymilacji

$\frac{P}{B}$ — omówiony już wyżej turnover biomasy lub efektywność produkcyjna biomasy.

Wskaźniki między poziomami troficznymi:

$\frac{C_\lambda}{C_{\lambda-1}}$ — względna wydajność konsumpcji poziomu troficznego

$\frac{A_\lambda}{A_{\lambda-1}}$ — względna wydajność asymilacji poziomu troficznego

$\frac{C_\lambda}{P_{\lambda-1}}$ lub $\frac{A_\lambda}{P_{\lambda-1}}$ — utylizacja dostępnego pokarmu

$\frac{P_\lambda}{P_{\lambda-1}}$ — wskaźnik wydajności produkcyjnej.

5. UWAGI KOŃCOWE

Podaliśmy i określiliśmy wyżej szereg pojęć z zakresu ekologii produktywności. Oczywiście zdajemy sobie sprawę, że nie daliśmy wyczerpującej listy pojęć wchodzących w zakres omawianych badań. Podaliśmy zarówno pojęcia osiągalne empirycznie jak i takie, które osiągnąć możemy jedynie drogą wyliczeń. Stąd zdajemy sobie sprawę, że przy dzisiejszym stanie badań nie wszystkie omówione pojęcia są osiągalne. Różna też może być ich przydatność, zależnie od postawionego sobie zadania badawczego.

Celów badawczych z zakresu produktywności może być bardzo wiele zarówno z punktu widzenia teorii-poznawczego jak i praktyki. Rozważając możliwości określenia kierunków badawczych z zakresu produktywności wydaje się nam, że generalizując i nieco nawet upraszczając, można wyróżnić trzy zasadnicze cele badawcze.

Może nas interesować — po pierwsze — poznanie właściwości lub procesów bioenergetycznych badanej populacji, jej bilans przychodu i rozchodu, wydajność itp. np. wielkość asymilacji materii organicznej (asymilacja, produkcja brutto), ilość materii przetworzonej na własną tkankę (produkcja), koszt utrzymania populacji (wielkość respiracji) itp. Ten punkt widzenia można nazwać bioenergetyką populacji. Pojęcia, które wchodzą w zakres tego punktu widzenia są zgodne z danymi fizjologii osobnika: pojęcia ekologiczne można wyliczyć sumując wartości fizjologiczne osobników populacji.

Po drugie, może nas interesować ekologiczno-troficzna rola populacji (lub ich grup), tzn. procesy ekologiczne odnoszące się do konkretnego strumienia materii (energii) przechodzącego przez daną populację wyrażające się w bilansie przychodów i strat energii populacji i związanych z nią troficznie ogniów. Przy czym może nas tu interesować:

— wpływ jaki badana populacja (grupa populacji) wywiera na populacje lub ich grupę stojącą niżej w łańcuchu odżywczym; wiadomości te będą również interesujące z punktu widzenia praktyki: (1) ile „użytkowne“ zwierzę potrzebuje i jakim kosztem produkuje lub też (2) ile nasz konkurent („szkodnik“) nam podbiera;

— wiadomości ile może badana populacja (lub ich grupa, piętro troficzne) „oferować“ swoim konsumentom (z człowiekiem włącznie).

Wreszcie może nas interesować metabolizm całego ekosystemu. Interesujące jest, że pojęcia bardziej przydatne z punktu widzenia „biogenetyki populacji” są zgodne, bilansują z pojęciami interesującymi nas z punktu widzenia całości ekosystemu. Natomiast ekologiczno-troficzne pojęcia odnoszące się do poszczególnych strumieni energii np. konkretnej populacji lub grupy populacji, mogą się nie bilansować w całości ekosystemu.

Poznanie prowadzone z tych różnych punktów widzenia, może wymagać różnego aparatu pojęciowego. Pojęcia wyróżnialne w badaniach nad produktywnością mogą mieć różną przydatność w zależności od celu badań: bioenergetyki populacji, czy też ekologiczno-troficznej roli populacji w łańcuchu troficznym. Dla ilustracji: produkcja (ilość wytworzonej materii organicznej) jest wielkością charakteryzującą to, co można z populacji „wyjąć”, jak również charakteryzuje pewne procesy metabolizmu populacji, natomiast nie dają dobrego wyobrażenia o presji wywieranej przez tę populację na żywiciela (poprzedni poziom troficzny); ilość materii wyjętej z poprzedniego poziomu troficznego zniszczonej, a nie skonsumowanej jest obojętna z punktu widzenia metabolizmu populacji „konsumującej”, natomiast określa dobrze jej rolę w stosunku do poziomu troficznego, z którego ona korzysta.

Materia pobrana (MR) z kolei jest dobrą miarą presji ekologicznej wywieranej przez populację żywiącą się na populację (poziom troficzny) jedzoną, natomiast do bilansu energetycznego populacji jedzącej nie wchodzi. Lub też BI wielkość charakteryzująca całkowity przybytek biomasy, składająca się z produkcji i imigracji, może być pojęciem niezbędnym jeśli chcemy określić np. bazę pokarmową dla jakiejś populacji. Natomiast całkowity przybytek biomasy nie bilansuje się z produktywnością, gdyż zawierając B_m imigrantów, zawiera produkcję wytworzoną gdzie indziej.

Jak z tych luźnych uwag widać, różna może być przydatność różnych pojęć. I oczywiście jest, że w zależności od celu badawczego można i należy tworzyć różne pojęcia. Dążyć jednak należy by tworzone przez badacza pojęcia były porównywalne z innymi, oraz by określać ich stosunek do pojęć teoretycznych, które moglibyśmy wyróżnić przy idealnym stanie posiadanych informacji.

WYSTĘPOWANIE I ROLA KWASU CYTRYNOWEGO W USTROJU ŻYWYM

Kwas cytrynowy należy do bardzo rozpowszechnionych w przyrodzie połączeń chemicznych. Wykryty początkowo tylko w substracie roślinnym, okazał się również nieodłącznym składnikiem wszystkich niemal tkanek zwierzęcych, chociaż ilości jego są tu najczęściej mniejsze niż u roślin, a postać pod jaką występuje ma przeważnie charakter soli.

W formie krystalicznej kwas cytrynowy wyodrębniony został z soku cytryn, której to okoliczności zawdzięcza swoją nazwę. Odkrycia tego dokonał szwedzki farmaceuta Scheele w 1784 r., chociaż już około 1200 r. alchemik Vincentius Bellovacensis wyraził przypuszczenie w dziele *Speculum naturale*, że sok cytryn musi zawierać jakiś specjalny kwas [13].

Dokładniejsze badania nad budową chemiczną kwasu cytrynowego zawdzięczamy Pebalowi i Liebigowi, którzy w 1838 r. stwierdzili jego alifatyczny charakter oraz wykazali, że związek ten ma budowę hydroksykwasu, zawierającego trzy grupy karboksylowe.

Pierwszej syntezy chemicznej kwasu cytrynowego dokonał Grimoux w 1880 r. Jednak odkrycie to, chociaż niewątpliwie doniosłe z naukowego punktu widzenia, nie miało wpływu na sposób wytwarzania kwasu cytrynowego w skali technicznej. Jedynym źródłem produkcji tego kwasu nadal pozostawały owoce cytrusowe. Dopiero klasyczne doświadczenia Carla Wehmera, wykonane w 1893 r., stały się fundamentem dla rozwoju nowego systemu produkcji tego połączenia na drodze tzw. fermentacji cytrynowej. Pojęcie to, mimo pewnych wątpliwości natury terminologicznej, powszechnie stosowane jest do dziś dla określenia procesu biosyntezy kwasu cytrynowego, realizowanej przez rozwijające się na roztworach sacharozy kultury pleśni.

Początkowo Wehmer był przekonany, że właściwość tworzenia kwasu cytrynowego jest cechą specyficzną określonej grupy pleśni i na tej podstawie wyodrębnił oddzielny rodzaj botaniczny, któremu nadał nazwę *Citromyces*. Późniejsze badania wykazały jednak, że nie ma żadnych logicznych podstaw dla takiego rozszerzania systematyki grzybów pleśniowych, gdyż ten rzekomo odrębny rodzaj okazał się identyczny z rodzajem *Penicillium*, a właściwość syntezy kwasu cytrynowego udało się wkrótce wykazać także u całego szeregu innych rodzajów.

Mimo pierwszych niepowodzeń jakie spotkały Wehmera podczas prób wykorzystania syntezy kwasu cytrynowego przez pleśnie do produkcji tej substancji w skali fabrycznej, metoda ta w krótkim czasie została znacznie udoskonalona i obecnie stanowi główne źródło zaopatrzenia rynku w ten artykuł.

KWAS CYTRYNOWY W TKANKACH ROŚLIN

W miarę rozwoju metod analitycznych można było wykazać, że kwas cytrynowy nie jest bynajmniej specyficznym składnikiem owoców cytrusowych. Gmelin w 1829 r. wymienia już 22 rośliny, w których występuje kwas cytrynowy. Liczba ta w szybkim tempie wzrasta, osiągając w 1934 r. wartość 240 gatunków, u których wykryty został kwas cytrynowy w takich organach jak owoce, korzenie czy liście [14]. Na szczególną uwagę zasługuje pod tym względem tytoń. Jego suche liście zawierają kwas cytrynowy w ilościach dochodzących do 16%. Pozwala to na wykorzystanie surowca tytoniowego do produkcji tego kwasu w skali technicznej. Jest on zwykle produktem otrzymywanym z tego źródła równocześnie z nikotyną. Kwas cytrynowy produkuje się na tej drodze od dość dawna w ZSRR [16].

Także liście bawełny okazały się bogatym źródłem kwasu cytrynowego. Stężenia jego mogą osiągać tu poziom równy 12 do 14% w stosunku do suchej masy [1,5]. Zresztą badania przeprowadzone w ciągu ostatniego dziesięciolecia wykazały, że istnieje więcej gatunków roślin, których liście zawierają stosunkowo znaczne ilości tego połączenia (najczęściej oczywiście w postaci soli). Należą do nich między innymi niektóre gatunki z rodziny psiankowatych (zawierające kwas cytrynowy w ilości od 3 do 5%), komosowatych (do 4,5%) a także niektóre rośliny uprawne takie zwłaszcza jak fasola, bób, soja gdzie zawartość tego kwasu dochodzi niekiedy do 16% [2,3].

Na szczególną uwagę zasługuje fakt występowania kwasu cytrynowego w bulwach ziemniaka. Wprawdzie jego stężenia nie są tu zbyt wysokie (od 0,04 do 1,04%), jednak przy masowym przerobie ziemniaków w przemyśle krochmalniczym, mogłyby się one stać dodatkowym źródłem kwasu cytrynowego. Oblicza się, że przy przerobie 1 tony ziemniaków można na tej drodze uzyskać od 1,35 do 3,1 kg kwasu cytrynowego [4,7].

KWAS CYTRYNOWY W TKANKACH ZWIERZĄT

Wykrycie obecności kwasu cytrynowego w substracie zwierzęcym dokonane zostało znacznie później niż miało to miejsce u roślin. Pozostaje to niewątpliwie w związku z niedoskonałością ówczesnych metod analitycznych oznaczania kwasu cytrynowego, którego stężenia na ogół nie są w tym materiale zbyt wysokie. Jednak pod koniec XIX wieku wykryto jego obecność w mleku, gdzie występuje on w stosunkowo znaczniejszych ilościach. Przez pewien czas — mniej więcej do końca pierwszego dziesięciolecia bieżącego wieku — panowało przekonanie, że jest to jedyny produkt świata zwierzęcego, w którym kwas cytrynowy jest obecny. Jednakże szybki postęp w zakresie analityki, pozwolił wykazać coś wręcz przeciwnego — niezwykle szeroki udział tej substancji we wszystkich niemal tkankach zwierzęcych. Wymowną ilustrację tego stanowi poniższe zestawienie.

Kwas cytrynowy występujący we krwi koncentruje się głównie w osoczu. Przypuszcza się nawet, że jego obecność w czerwonych ciałkach krwi, spowodowana jest jedynie adsorpcją kwasu pochodzącego z osocza. Zauważono również, że występuje wyraźna różnica zawartości kwasu cytry-

Zawartość kwasu cytrynowego w niektórych elementach ciała zwierząt w $\mu\text{g/ml}$ lub $\mu\text{g/g}$ (według Thunbergera [21])

krw	15
osocze krwi	25
czerwone ciała krwi	10
mleko	500—1250
nasienie	2000—4000
płyn mózgowo-rdzeniowy	50—25
nerka i niektóre inne narządy	20
wątroba, mięśnie	5
kości	7500
mocz	100—750
pot	1—2
lzy	5—7

nowego we krwi aortowej w porównaniu z krwią żylną. Ta żylna-aortowa różnica może wykazywać znaczne wahania wartości, zależnie od rodzaju narządu. Stosunkowo najwyższa jest w przypadku nerek. Ilość kwasu cytrynowego w krwi żyłnej nerek jest średnio od 20 do 30% mniejsza niż w krwi aortowej [21].

Analiza zawartości kwasu cytrynowego we krwi odgrywa obecnie pewną rolę w diagnostyce klinicznej. Jako jego normalny poziom we krwi ludzkiej uznaje się średnio $20,5 \pm 1,8 \mu\text{g/ml}$ z możliwością odchylenia od tej wartości w granicach od 17 do $30 \mu\text{g/ml}$. Wyższa ponad tę zawartość koncentracja kwasu cytrynowego (tzw. hypercitremia) może być spowodowana zapaleniem wątroby, która — jak się sądzi — jest jednym z podstawowych narządów rozkładu tego połączenia.

Thunberg i Zetterström wykazali wpływ iniekcji antygenowych na zawartość kwasu cytrynowego w osoczu krwi koni. Niezależnie od użytego antygeny, a pochodziły one z następujących gatunków bakterii: *Clostridium histolyticum*, *C. welchii*, *Corynebacterium diphteriae*, *Bacillus tetanus* i *Meningococcus*, zawsze można było zaobserwować po iniekcji znaczny spadek stężenia kwasu cytrynowego (często do 50% poniżej początkowej wartości). Po kilku jednak dniach lub tygodniach różnice wyrównywały się, osiągając ponownie stężenie wyjściowe.

Spośród innych elementów ciała zwierzęcego zwraca uwagę niezwykle wysoka zawartość kwasu cytrynowego w nasieniu. Wskazuje to na jakieś nie całkiem jeszcze jasne jego znaczenie w procesie rozmnażania. Przypuszcza się, że może on mieć związek z ruchem spermy lub z takimi zjawiskami jak koagulacja i upłynnianie nasienia, aktywność hialuronidazy lub pojemność związanego wapnia plazmy nasiennej.

Poszczególne tkanki i narządy wykazują znaczne zróżnicowanie pod względem zawartości kwasu cytrynowego. Jego stężenia mogą się wahać w rozległych granicach od 2 do $100 \mu\text{g/g}$ w takich elementach ciała jak mięśnie szkieletowe, wątroba, nerki, mózg. Trzeba jednak pamiętać, że przemiany kwasu cytrynowego w tkankach — ze względu na obecność odpowiednich systemów enzymatycznych, zdolnych do metabolizowania tego substratu — zachodzą znacznie szybciej niż na przykład w osoczu czy kościach.

Należy podkreślić, że obecność kwasu cytrynowego w tkankach zwierzęcych nie jest uwarunkowana koniecznością doprowadzania go z zewnątrz (choć pewna jego część — niekiedy nawet dość

znaczna — może być przyjmowana wraz z pokarmem jako tzw. kwas egzogenny). Pod tym względem organizm zwierzęcy posiada daleko idącą samowystarczalność i jest w stanie wszelkie związane z tym potrzeby pokrywać w drodze własnej syntezy poprzez odpowiednią przemianę węglowodanów. Jak wiadomo kwas cytrynowy stanowi jeden z etapów w procesie przemiany materii, występując jako istotne ogniwo w cyklu kwasów trójkarboksylowych. Większa część wytworzonego w tym procesie kwasu cytrynowego podlega oczywiście dalszej przemianie, która ma charakter kołowy i prowadzi do utlenienie kwasu pirogronowego do CO_2 i H_2O . Obliczono jednak, że intensywność syntezy, przejściowo powstającego w cyklu Krebsa kwasu cytrynowego jest bardzo znaczna i wynosi na przykład dla 1 kg mięśni około 4,7 g w ciągu godziny. Wyliczono, że organizm ludzki jest w stanie w ciągu doby wyprodukować około 4—5 kg tego ważnego biologicznie połączenia, co jednak oczywiście nie oznacza, że w poszczególnych tkankach może kiedykolwiek dochodzić do nagromadzania się tego kwasu w większych ilościach [17].

FIZJOLOGICZNA ROLA KWASU CYTRYNOWEGO W USTROJACH ŻYWYCH

Przypuszcza się, że kwas cytrynowy musi odgrywać jakąś specjalną rolę w procesach życiowych organizmów. Wskazuje na to między innymi fakt występowania znacznych wahań w zawartości kwasu cytrynowego w różnych stanach życiowych i okresach rozwojowych roślin i zwierząt.

Jedna z ważnych funkcji biologicznych kwasu cytrynowego polega prawdopodobnie na jego udziale w procesach ossyfikacji u zwierząt. Dowodzą tego doświadczenia nad szczurami rachitycznymi, u których stwierdzono znaczne obniżenie zawartości kwasu cytrynowego w kościach w porównaniu z osobnikami zdrowymi. Po podawaniu chorym zwierzętom kwasu cytrynowego lub cytrynianu wapnia *per os* w ilości 0,35—0,45 g dziennie, u szczurów w krótkim czasie ustępowały objawy choroby. Warto dodać, że iniekcje podskórne (1 ml 10% roztworu cytrynianu wapnia) wprawdzie prowadziły do wyrównania zawartości kwasu cytrynowego w kościach szczurów, ale nie powodowały ustąpienia objawów krzywicy [17].

O podobnej roli kwasu cytrynowego w rozwoju zarodków ptasich świadczą dane dotyczące jego występowania w jajach. Kwas cytrynowy jest tu zawarty głównie w skorupkach, a jego ilości mogą się wahać w zależności od gatunku ptaka w granicach 0,1—0,8% [21]. Stwierdzono, że przy średniej ogólnej zawartości kwasu cytrynowego w jajach kury, wynoszącej 9,6 mg, na żółtko przypada 1,9 mg, na białko 0,6 mg, a cała pozostała ilość tzn. ponad 7 mg zlokalizowana jest w skorupce w formie soli wapniowej. W miarę rozwoju zarodka cytrynian wapnia przesuwany jest z tego „magazynu“ do wewnątrz, odpowiednio do potrzeb rozwijającego się szkieletu kurczęcia [14].

Udział kwasu cytrynowego w procesach fizjologicznych nie ogranicza się wyłącznie do przemian zachodzących w tkankach zwierząt wyższych. W ciągu ostatniego dziesięciolecia wykonano szereg interesujących badań w zakresie fizjologii owadów, z których wynika, że zawartość kwasu cytrynowego w poszczególnych stadiach rozwojowych tych zwierząt podlega bardzo wyraźnym wahaniom. Stwierdzono to między innymi w rozwoju *Bombyx mori* [22], w rozwoju poczwerek *Tenebrio molitor* [12] *Phormia regina*, *Prodenia eridania* [9], w rozwoju postembrionalnym

Calliphora erythrocephala [6], a także w rozwoju imago u *Musca domestica* i innych *Diptera* [23].

Ciekawe zjawisko zaobserwowano u modliszki (*Mantis religiosa*), która posiada zdolność gromadzenia kryształów cytrynianu wapnia w specjalnym gruczole, powiększającym się bezpośrednio przed składaniem jaj do pojemności kilku mm³ [11]. Kryształy te przytwierdzone są do osłonek jajowych. Przypuszcza się, że stanowią one rezerwę cytrynianu, który bierze udział w przemianie białka gruczołów wydzielniczych, wytwarzających charakterystyczne dla modliszek taśmowate elementy osłonek jajowych.

Podobną rolę magazynu wapnia, koniecznego do inkrustacji pancerzy chitynowych niektórych skorupiaków spełniają tzw. kamienie rakowe, znane farmaceutom jako *Lapilli cancri*. Wytwarzane są one przez zwierzęta w okresie kiedy ich zapotrzebowanie na wapń jest małe, stanowiąc niezbędną rezerwę dla późniejszego okresu przemian [21].

Chociaż istnieją sugestie, że zmiany w zawartości kwasu cytrynowego w poszczególnych stadiach rozwojowych owadów mogą być następstwem przemian tłuszczowych [22], to jednak wydaje się być bardziej prawdopodobne, że pozostają one raczej w związku z procesami oksydacyjnego rozkładu węglowodanów. Świadczy o tym szeroki udział w metabolizmie owadów przemian cyklu Krebsa [10, 15].

Wyraźne wahania w zawartości kwasu cytrynowego zaobserwowano również na materiale roślinnym. Zmiany takie występują między innymi podczas rozwoju nasion wielu roślin. Przy tej okazji można było stwierdzić, że w nasionach roślin motylkowych (soja, groch, fasola) znajduje się znacznie więcej kwasu cytrynowego (0,37 do 0,57% w przeliczeniu na suchą masę) niż w nasionach zbóż (żyto, jęczmień, pszenica, owies) gdzie osiąga on poziom zaledwie 0,06 do 0,08%. Jednak w przeciwieństwie do roślin motylkowych, podczas kiełkowania zbóż zawartość kwasu cytrynowego (zwłaszcza w ciągu pierwszych 4 dni) znacznie wzrastała w rozwijającym się organizmie rośliny. Przypuszcza się, że pozostaje to w związku z węglowodanowym charakterem substancji zapasowych w ziarnach zbóż, dzięki czemu może dochodzić stosunkowo łatwo do syntezy kwasu cytrynowego z tego materiału. Inaczej jest w przypadku nasion roślin motylkowych, gdzie substancje zapasowe reprezentowane są głównie przez białka i tłuszcze. Materiały te są znacznie mniej odpowiednie dla przemiany na kwas cytrynowy i dlatego w pierwszym okresie rozwoju rośliny motylkowe skazane są na korzystanie jedynie ze swoich pierwotnych zapasów tego kwasu. W następstwie tego istotnie obserwuje się u tych roślin spadek stężenia kwasu cytrynowego w początkowym stadium ich rozwoju [17, 18].

Również u drobnoustrojów wydaje się istnieć pewien związek pomiędzy kwasem cytrynowym a ich procesami życiowymi. U drożdży, które zawierają kwas cytrynowy w ilości 0,15—0,20% w stosunku do suchej masy, zaobserwowano, że podczas intensywnego rozmnażania w czasie fermentacji moszczu gronowego (w okresie tzw. burzliwej fermentacji) ilości kwasu cytrynowego w środowisku wzrastały. Zmian takich nie obserwuje się już po zakończeniu tego procesu.

Także bakterie fermentacji octowej posiadają zdolność wzbogacania środowiska w kwas cytrynowy. Przypuszcza się, że jako wybitne tlenowce prowadzą proces tej syntezy poprzez cykl kwasów trójkarboksylowych. Stwierdzono, że ilości tego połączenia, powstające w trakcie utleniania alkoholu etylowego na kwas octowy w procesie biologicznej pro-

dukcji octu, mogą po 7—8 dniach fermentacji przekroczyć 7 mg na litr gotowego produktu [18].

Odmienna sytuacja istnieje w przypadku bakterii mlekowych. Prawdopodobnie nie posiadają one zdolności syntezy kwasu cytrynowego, jako że proces przemiany węglowodanów przebiega u nich przypuszczalnie bez udziału cyklu Krebsa (kwas pirogronowy powstający w rezultacie glikolizy, ulega bezpośredniej redukcji do kwasu mlekowego, który jest tu jednym z głównych produktów końcowych rozpadu węglowodanów). W związku z tym bakterie fermentacji mlekowej muszą korzystać wyłącznie z kwasu cytrynowego egzogenego. Świadczy o tym fakt rozkładu kwasu cytrynowego w procesie zakiszania kapusty, przy produkcji zakwasów z maki żytniej czy podczas kwaśnienia mleka, w których to procesach biorą udział liczne gatunki bakterii mlekowych. Szczególnie wysoką aktywność rozkładu kwasu cytrynowego stwierdzono zwłaszcza u *Streptococcus cremoris* [19].

U pleśni zdolności tworzenia kwasów organicznych w ogóle, a kwasu cytrynowego w szczególności są niezwykle silnie rozwinięte. Nagromadzanie kwasu cytrynowego w wysokich stężeniach jest tu niemal na pewno związane z zaburzeniami w działalności cyklu kwasów trójkarboksylowych [8].

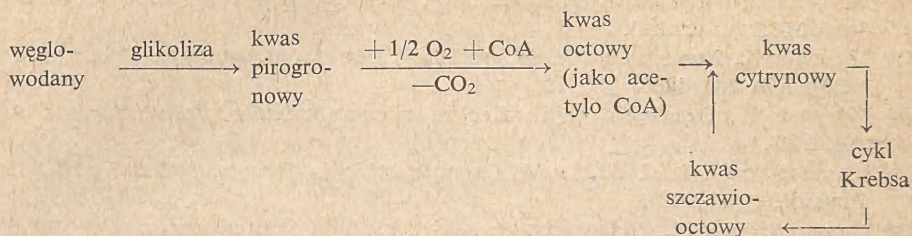
POCHODZENIE I ROLA ENDOGENNEGO KWASU CYTRYNOWEGO W USTROJU

Kwas cytrynowy w organizmie żywym spełnia podwójne zadanie (jeśli nie liczyć jego roli jako składnika konstytucyjnego organizmu, zwłaszcza w takich względnie wysoko stabilnych tkankach jak na przykład substancja kostna). Po pierwsze stanowi on ważny element oddychania komórkowego, które w drodze biologicznego utleniania pokarmu przygotowuje jego rozkład w sposób kontrolowany, przy maksymalnej ekonomiczności wydzielania energii. Po drugie poprzez przemianę substratu pokarmowego dostarcza ważnych produktów pośrednich dla biosyntezy niezbędnych składników substancji komórkowych [20].

Wydaje się rzeczą bezsporną, że obecność endogenego kwasu cytrynowego w komórkach istot żywych pozostaje w ścisłym związku z funkcjonowaniem cyklu kwasów trójkarboksylowych. Warto zwrócić w tym miejscu uwagę, że kwas cytrynowy w porównaniu z innymi kwasami tego cyklu występuje w tkankach organizmów na ogół we względnie wysokich stężeniach.

W świetle współczesnych badań fizjologicznych staje się coraz bardziej oczywiste, że cykl Krebsa — jako jeden z najbardziej podstawowych mechanizmów przemiany materii — jest tym elementem, który niezależnie od morfologicznych, funkcjonalnych i innych odmienności, istniejących między mikroorganizmami, roślinami i zwierzętami, stanowi wspólną podstawę dla przebiegu reakcji biochemicznych wszystkich istot, u których kwas cytrynowy występuje jako ważne ogniwo w procesach metabolicznych. Przemiany te, przebiegające stopniowo w każdej komórce, skoncentrowane są przede wszystkim w mitochondriach, wyposażonych w system enzymów, kierujących przebiegiem reakcji cyklu kwasów trójkarboksylowych. Biosynteza kwasu cytrynowego, pozostająca w ścisłym związku z tym procesem, realizowana jest poprzez katalityczną reakcję kondensacji kwasu szczawiooctowego z kwasem octo-

wym. Oba te składniki są produktami rozpadu substratu węglowodanowego, który może być przedstawiony schematycznie w następujący sposób:



Dekarboksylacja kwasu pirogronowego zachodzi w tym procesie z równoczesnym udziałem koenzymu A. Tworzy on z powstałym w wyniku tej dekarboksylacji kwasem octowym acetylo koenzym A, który charakteryzuje się wysoką aktywnością biochemiczną i łatwo ulega kondensacji z kwasem szczawiooctowym w obecności enzymu kondensującego.

Inna droga syntezy kwasu cytrynowego w ustroju może ewentualnie prowadzić poprzez karboksylację kwasu pirogronowego bezpośrednio do kwasu szczawiooctowego zgodnie z reakcją Wooda-Werkmana. Następny etap syntezy jest identyczny jak w cyklu Krebsa, tzn. kwas cytrynowy powstaje jako rezultat kondensacji pomiędzy kwasem szczawiooctowym i octowym przy udziale koenzymu A i enzymu kondensującego.

Jeśli w organizmie zwierzęcym występują niedobory kwasu szczawiooctowego (co może mieć miejsce przy zaburzeniach w przemianie węglowodanowej — podczas głodowania, przy cukrzycy itd), powstający w nadmiarze acetylo koenzym A może doprowadzić do wzajemnego łączenia się ze sobą dwu reszt acetylowych w wyniku czego powstaje kwas acetoctowy i inne niepożądane w ustroju składniki w rodzaju ciał ketonowych. Tego typu zaburzenia w syntezie kwasu cytrynowego są charakterystyczne dla niektórych stanów patologicznych, a produkty powstałe na drodze nieprawidłowej przemiany materii mogą stanowić cechy rozpoznawcze dla diagnostyki klinicznej. Podobne zakłócenia w działalności cyklu Krebsa mogą również wystąpić jako rezultat błędów dietetycznych, które stają się szczególnie wyraźnie widoczne przy długotrwałym jednostronnym spożywaniu tłuszczów z równoczesnym brakiem w pożywieniu dostatecznych ilości substancji węglowodanowych.

LITERATURA

- [1] Chanżin M.M., *Połączenie pizszczewych kislót iz listiew chłopczatnika*, Chlebopek. Konditier. Prom., 2, 8, 1958.
- [2] Czesnokow W.A., *Nowyje istoczniki syria dla potuczenia limonnoj kisloty*, West. Leningr. Uniw., Ser. biol., 9, 29, 1951.
- [3] Czesnokow W.A., Zabotynskij G.Ch., — *Limonnaja kislota w listiach bobowych rastienii*, Ucz. Zap. Leningr. Uniw., Ser. biol. 39, '65, 1955
- [4] Czesnokow W.A., Ilinskaja N.L., *O wozmożnosti ispolzowania otchodow proizvodstwa kartofiel'nogo krachmala dla potuczenia limonnoj kisloty*, West. Leningr. Uniw., Ser. biol., Nr 3, 5, 1958.

- [5] Ergle D., Eeton F., *Organic acids of the cotton plant*, Plant. Physiol., 24, 373, 1949.
- [6] Gieryng R., Ilczuk Z., *Unterschiede in der Gehaltmenge an Citronensäure in verschiedenen Entwicklungsstadien von Calliphora erythrocephala*, Annales UMCS (w druku).
- [7] Ilczuk Z., *Nowe surowce do produkcji kwasu cytrynowego*, Przemysł Ferm. i Rolny, 8, 284, 1965.
- [8] Ilczuk Z., *O udziale cyklu Krebsa w metabolizmie pleśni*, Kosmos A, 14, 591, 1965.
- [9] Levenbook L., Hollis V., *Organic acids in Insects. I Citric acid.*, J. Ins. Physiol., 6, 52, 1961.
- [10] Levenbook L., *Tricarboxylic acid cycle and related enzymes in the larva of southern armyworm, Prodenia eridania*, Arch. Biochem. Biophys., 92, 114, 1961.
- [11] Parker K.D., Rudal K.M., *Calcium citrate in an insect*, Biochim. Biophys. Acta, 17, 287, 1955.
- [12] Patterson D.S., *The accumulation of citrate in insect tissues*, Arch. Inter. Physiol. et Bioch., 64, 681, 1956.
- [13] Perry F., *The production and properties of citic acid*, Confectionery Production, 3 244, 1961.
- [14] Pohloudek — Fabini R., *Studien über die Chemie und Physiologie der Citronensäure*, Veb Verlag Technik, Berlin, 1955.
- [15] Ress K.R., *Aerobic metabolism of the muscle of Locusta migratoria*, Biochem. Journ. 58, 196, 1954.
- [16] Szumuk A.A., Miednikow A.I., Małow M.K., *Proizvodstvo nikotyina i limonnoj kisloty*, Piszczepromizdat., Moskwa, 1948.
- [17] Täufel K., *Lebensmittelchemische und technologisch-chemische Fragen um die Zitronensäure*, Ernährungsforschung, 1, 79, 1956.
- [18] Täufel K., *Einige grundsätzliche Fragen zur Chemie und Physiologie der Citronensäure*, Ernährungsforschung, 2, 233, 1957.
- [19] Täufel K., Behnke U., Friesse R., *Milchsäurebakterien und Zitronensäure*, Ernährungsforschung, 2, 590, 1957.
- [20] Täufel K., *Physiologisch — und lebensmittelchemische Fragen um die Citronensäure*, Die Nahrung, 5, 1, 1961.
- [21] Thunberg T., *Occurrence and significance of citric acid in the animal organisms*, Physiol. Rev., 33, 1, 1953.
- [22] Wyskrebiencewa E.I., *Puti prewraszczenia uglewodow w polostnoj zidkosti tutowego szekopriada w pierjod metamorfoza*, Biochimija, 22, 657, 1957.
- [23] Zahavi M., Tahori A.S., *Citric acid accumulation with age in Housflies and other Diptera*, J. Ins. Physiol., 11, 811, 1965.

HETEROZJA CZYLI ZJAWISKO WYBUJAŁOŚCI CECH U MIESZAŃCÓW

I. POGLĄDY DAWNIEJSZE

Od dawna wiadomo, iż pozytywne wyniki w hodowli uzyskuje się między innymi drogą odpowiedniego doboru zwierząt do kojarzeń. Na plan pierwszy wysuwa się tu krzyżowanie użytkowe, dające swoiste efekty znane pod nazwą heterozji czyli wybujałości cech (hybrid vigor). Zjawisko heterozji wykorzystuje się przede wszystkim dla otrzymania osobników — mieszańców o większej wydajności produktu hodowlanego. Od dziesiątków lat prowadzone są prace przez hodowców praktyków i uczonych nad najbardziej skutecznym i wydajnym kojarzeniem zwierząt różnych ras.

Okazało się, że długotrwały chów zwierząt czy roślin w bliskim pokrewieństwie znany pod pojęciem inbreedingu zmniejsza tzw. wigor i sprzyja powstawaniu organizmów z pewnymi niekorzystnymi cechami. Kojarzenie zwierząt oddalonych genetycznie, niespokrewnionych ze sobą, tzw. crossbreeding znacznie powiększał natomiast żywotność zwierząt potomnych, bądź mieszańców międzyodmianowych bądź też międzygatunkowych. Krzyżowanie ze sobą dwóch inbredowanych rodów czy linii przywracało znów utraconą żywotność a nawet wytwarzało ją większą niż była pierwotnie. Pewne krzyżówki były jednak znacznie bardziej efektywne niż inne. G o w e n [13] twierdzi, że przy inbreedingu oboje rodzice mogą mieć te same podobne „wady”, które powiększają się w potomstwie, podczas gdy przyczyną zwiększonego wigoru może być fakt, że korzystne cechy obcych sobie, niespokrewnionych rodziców dążą jakby do kompensacji w bezpośrednim potomstwie.

Nazwę „heterozja” zaproponował w 1914 r. S h u l l [32], wysuwając nieco wcześniej [32] dla wyjaśnienia tego zjawiska hipotezę heterozygotyczności lub fizjologicznej stymulacji. Według niego, heterozja jest to występowanie u mieszańców czyli heterozygot roślin niższych, wyższych i zwierząt, cech o stymulującym charakterze w stosunku do osobników homozygotycznych, cech przejawiających się głównie i ogólnie w zwiększeniu szybkości wzrostu i różnicowania tkanek, zwiększenia płodności i odporności, zmianach metabolizmu. Powyższe można by ująć po prostu jako zwiększenie żywotności, heterozja może bowiem różnie ujawniać się fenotypowo. Na przykład M e l v i l l e [28] znalazł u *F₁* krzyżówek *Rubus orbiculare* x *R. williamsimum* wyraźnie wyrażoną heterozję w szerokości liścia, a w długości liścia jej nie było. Może być jednak i tak zwana heterozja ujemna. W roku 1959 A l t u s z e r [1] doniósł, że *Nicotiana tabacum* i *Pisum sativum* miały przy samozapyłaniu większą żywotność niż przy zapyłaniu krzyżówkowym. Taką „ujemną” heterozję nazwał homorozją lub homozją (gomozis w odróżnieniu od geterozis).

Hybrid vigor u doświadczalnych mieszańców roślinnych był prawdopodobnie po raz pierwszy naukowo studiowany przez Koelreutera [19] w 1763 r., później prawa Mendla skupiły uwagę biologicznego świata na problemach dziedziczności i powiększyły zainteresowanie zmiennością z krzyżowania. Heterozją interesował się również Darwin, sądząc, że żywotność osobnika jest większa gdy tworzą go „różne” gamety, a mieszańce otrzymane w krzyżowaniu różnych ras ptaków ujawniały się jako osobniki silniejsze, o szybszym rozwoju i szybszym wzroście, lepszej budowie ciała i płodności, co widać przede wszystkim w obserwacjach nad gołębiami. Przytoczył ponadto przykłady heterozji u mieszańców ponad 50 gatunków roślin.

Łopyrin i Łoginowa [26] oraz Wiejcmann [40] twierdzą, że problemy krzyżowania, tzw. hybrydyzacji, są najmniej zgłębną dziedziną biologii rozmnażania, a rozwiązanie tego zagadnienia otwierałoby dalsze perspektywy dla wytworzenia nowych, wysokoproduktywnych ras zwierząt domowych oraz pozwoliłoby zbadać fizjologiczne pokrewieństwo między licznymi gatunkami. Dałoby ono także nowe wiadomości o wybiórczości gamet podczas zapłodnienia i wpływie matczynego organizmu na morfogenezę zarodka. Autorzy ci sądzą, że zagadnienie hybrydyzacji to jeden z najbardziej złożonych problemów biologii w ogóle.

Tak więc, problem racjonalnego doboru rodzicielskich par do karmienia celem podwyższenia żywotności i produktywności zwierząt jest ciągle w centrum uwagi teoretyków i praktyków hodowli. Jak sądzi Kuszniier [22], krzyżowanie zwierząt licznych ras jest „rezerwą” rozwoju produktywności zwierząt.

Jednakże mimo dużych osiągnięć praktycznych przy wykorzystywaniu zjawiska heterozji, teoria i poznanie jego przyczyn są do dziś niewyjaśnione. Vachal [38], Żukowski [42], Balint [2], Hymann [15], Williams [41] i inni zgodni są co do tego, że heterozja jest zjawiskiem jeszcze obecnie teoretycznie zupełnie nieopracowanym. Bowman [3], wskazując drogę dla postępu w interpretacji heterozji twierdzi, że trzeba by przebadać wszystkie fazy rozwoju między cechą a genem, przy czym dla każdego poszczególnego przypadku ujawnienia się wybujałości cech powinna być zastosowana właściwa selekcja oraz szeroko opracowane zagadnienie granic wydajności i cech, które tę wydajność określają.

Teodorianu i wsp. [36] kładą nacisk na potrzebę szczegółowego badania fizjologicznych i biochemicznych cech i procesów zachodzących wewnątrz tkanek i komórek organizmu mieszańca, a Lipajewa [25] twierdzi wręcz, że choć przez 50 lat szczegółowego badania zjawisk heterozji u różnych zwierząt i roślin powstało kilka „konkretnych” teorii czy hipotez, to wszystkie one okazały się w gruncie rzeczy dotychczas mało „udane”. Turbin [37], omawiając szereg dotychczasowych poglądów, sądzi także, że heterozja jest zjawiskiem dotychczas niewyjaśnionym, a tłumaczenie jej występowania jakkolwiek jedną genetyczną przyczyną, czy jednym typem oddziaływania dziedzicznych czynników jest zupełnie niewystarczające. Podobne stanowisko zajmuje Müntzing [29] omawiając obniżenie się żywotności przy stosowaniu inbreedingu i jej zwiększenie przy crossbreedingu.

Także Kuszniier [23, 24] — jeden ze współczesnych badaczy zajmujących się obszerniej problemami heterozji, dochodzi do wniosku, iż jest to nie tylko problem teoretycznie dotychczas nierozwiązany i nie-

opracowany, ale właściwie nie wiadomo nawet, kiedy wybujałość cech się pojawi, w jakich przypadkach będzie silniejsza, ilu cech będzie dotyczyć i jak ją można przewidzieć. Autor ten sądzi nawet, że cała współczesna ogromna praca nad heterozją jest prowadzona na oślep, co uwidoczni się w praktyce hodowlanej między innymi tym, iż chcąc otrzymać u mieszańca korzystniejszy rozwój danej cechy nie wiemy jak do krzyżówkowego kojarzenia dobrać rasy obu rodziców (czy danej rasy ma być ojciec czy może właśnie matka [22]).

Nawet klasyczne już dzisiaj dzieła Gowena [13] i Dobzhansky'ego [8, 9] zgodne są co do tego, że dalsze badania nad heterozją muszą dotyczyć genetyki i fizjologii wczesnego rozwoju oraz, że heterozja rozpatrywana z genetycznego punktu widzenia musi być dzisiaj obserwowana i w kierunku fizjologicznym. Podobnie wypowiedział się także autor [20, 21]. Chociaż dla wyjaśnienia genetycznych podstaw heterozji przedłożono różne hipotezy, to jednak jedno potwierdza się z całą pewnością a mianowicie, że przyczyna tego zjawiska leży we wzajemnym oddziaływaniu czynników dziedzicznych otrzymanych przez mieszańca od różniących się cechami dziedzicznymi organizmów rodzicielskich. Hipotezy zgodne są też co do tego, że heterozja spotykana jest tylko w stanie heterozygotyczności, u homozygot zaś nie występuje.

Obecne badania nad heterozją, zarówno u zwierząt, jak i u roślin prowadzone są intensywnie zarówno na zachodzie, jak i w krajach socjalistycznych. Chociaż wyniki praktyczne są poza wszelką dyskusją i istnieją duże osiągnięcia na tym polu, to problem teoretyczny rzeczywiście dotychczas jest niewyjaśniony i nawet szerzej nieopracowany. Nie ma ogólnej zasadniczej koncepcji badania, a w miarę gromadzenia się nowych obszerniejszych i bogatszych faktów z wycinkowych doświadczeń, trudności stworzenia jednolitej koncepcji tylko wzrastają. Obserwuje się przy tym pewnego rodzaju dążenia, by projektowane doświadczenie nie tyle może wniosło coś nowego (oczywiście o ile da się to przewidzieć), co potwierdzało założenie tej lub innej teorii heterozji a zaprzeczyło teorii konkurencyjnej (Williams, Hyman, Turbin, Lipajewa). Jak słusznie podkreślił Kuszner [23] i Turbin [37], o heterozji mogą dziś więcej powiedzieć praktycy niż teoretycy genetycy, którym trudno jest wysnuć pewne uogólnienia zgodne z ciągle nowo napływającymi faktami. Szereg poglądów i prób wyjaśnień heterozji budzi ciągle żywą dyskusję, zwłaszcza gdy trudności w interpretacji samych problemów dziedziczenia cech, drogi genotyp-fenotyp i roli genu potęgują się w ogólnej genetyce. Stare koncepcje nie dają się utrzymać, gdy przechodząc z poziomu organizmu i komórki badamy dzisiaj zjawiska życiowe na poziomie molekularnym a nowych integrujących poglądów jeszcze nie ma. Tak więc, trudności we współczesnych poglądach na heterozję i w interpretacji teoretycznej tego zjawiska wiążą się z trudnościami ogólniejszej natury przed jakimi stoją dzisiejsza genetyka i biochemia zjawisk dziedziczenia. Typowym i najnowszym przykładem tych szybkich przemian może być np. ogólnie uznawany jeszcze do niedawna pogląd „jeden gen — jeden enzym”, który dzisiaj nie tłumaczy już wiele nowych faktów. Współczesna robocza hipoteza brzmi: gen determinuje nie enzym pełny, ale zaledwie podjednostkę enzymu (Fincham [12]).

Poza praktycznym kierunkiem wydaje się konieczne poświęcenie i rozszerzenie badań teoretycznych nad heterozją. Razem z innymi

współczesnymi doniesieniami mogą one rzucić światło na samą przyczynę i powstanie tego zjawiska.

Według hipotezy Shulla [32] stan heterozygotyczności samej w sobie jest o wiele bardziej sprzyjający i wytwarza korzystniejsze środowisko wewnętrzne dla żywotności organizmu niż spotyka się to w obrębie homozygoty. Teoria ta, uzupełniona przez Easta [10] tłumaczyła również efekty wynikające z długotrwałego stosowania inbreedingu. O ile stan heterozygotyczny jest stymulujący dla żywotności organizmu to homozygotyczność obniża żywotność. Dlatego też heterozygotyczne pokolenie F_1 powstałe ze skrzyżowania dwóch inbredowych linii daje duże efekty, podczas gdy same te linie jako homozygotyczne mogą być „słabe”. Teoretycznie możliwy jest tu komplementarny efekt współdziałania dziedzicznych czynników otrzymanych przez mieszańce od różniących się w swoich dziedzicznych własnościach rodziców. Jednakże mogą być dwa warianty: czynników współdziałających nieallelicznie i członów jednej i tej samej pary alleli. W pierwszym heterozję wyjaśnia się tym, że działanie takiego czynnika nieallelicznego otrzymanego przez mieszańca od jednego z rodziców dopełnia się oddziaływaniem nieallelicznych genów czy czynników drugiego rodzica. Z drugim wariantem wiąże się kolejna hipoteza heterozji, hipoteza dominowania, oparta także na tym założeniu heterozygotyczności, a mianowicie, że heterozygota a_1/a_2 w niektórych przypadkach może być bardziej silna pod względem wigoru niż odpowiednie homozygoty a_1/a_1 i a_2/a_2 . East [10], badając 37 pokoleń roślin, jeszcze w 1926 r. stwierdził na poparcie tego poglądu, że heterozja pojawia się silniej u międzygatunkowych mieszańców, niż u międzyrasowych, gdyż pierwsze są bardziej heterozygotyczne niż drugie (np. przy krzyżowaniu rzodkiewki z kapustą). Jednakże jest dużo faktów nie mieszczących się w ramach tej teorii. Liczne są wypadki, gdzie u międzygatunkowych mieszańców heterozja nie pojawia się lub pojawia się jako homozja (ujemna heterozja), gdy wzrost i rozwój u F_1 są słabsze niż u rodziców. Z drugiej strony zarejestrowano wiele faktów pojawiania się silnej heterozji u heterozygot tylko według jednej pary alleli (np. u kukurydzy Whaley [39]) i „monomieszańców” jęczmienia (Gustafson [14]). Także u drosofil znajduje się często heterozję u monohybridów, w szczególności monohybridów w odniesieniu do genów letalnych.

Tak więc teorię heterozygotyczności próbowano zastąpić teorią dominowania. Pierwszy wariant tej teorii przedłożył Davenport [7], potem rozwinął ją Jones [17] i Collins [5].

Hipoteza dominowania przypuszcza, że istnieje duża liczba genów wykazujących wpływ na wzrost i produktywność organizmów. Geny działające sprzyjająco czy korzystnie, stają się pod wpływem naturalnego doboru dominującymi czy półdominującymi, a oddziałujące niekorzystnie lub hamująco recesywnymi. Osłabienie wigoru przy samozapłodnieniu lub w stanie homozygoty objaśnia się obecnością w populacjach dużej ilości niekorzystnych recesywnych genów nieprzerwanie powstających dzięki mutacjom. Krzyżowanie linii inbredowanych doprowadza właśnie do stłumienia tych złych recesywów ich korzystnymi dominującymi allelami. A więc w poglądzie tym uwzględnia się przede wszystkim wzajemne współdziałanie allelicznych czynników, działanie bowiem niekorzystnego recesywu tłumi jego dominujący allel.

Jednakże, ta prosta teoria Davenporta nie mogła utrzymać się w

swej czystej postaci do dzisiaj. Wiadomo obecnie, że cecha organizmu mieszańca kontrolowana jest nie jedną parą alleli, ale licznymi czynnikami o ogólnie dość słabo wyrażonym indywidualnym działaniu. Z punktu widzenia genetyki poza tym częstość występowania recesywnych mutacji dąży do osiągnięcia równowagi w tym sensie, że liczba tworzących się złych recesywów ściśle równowazy się z liczbą takich recesywów przez dobór eliminowanych. Czym większa jest częstość recesywnych alleli w populacji tym większe jest prawdopodobieństwo pojawiania się recesywnych homozygot i tym więcej takich homozygot podlega eliminacji. Pojawienie się takich homozygot obniża bardzo średnią żywotność populacji. Znając choćby tylko orientacyjnie szybkość mutacji i ogólną liczbę loci jej podlegających można dla danego przypadku krzyżowego zapłodnienia określić maksymalne rozmiary teoretycznie możliwego heterozygotycznego efektu. Odpowiadające tym wymaganiom wyliczenia (Crow [6]) dla kukurydzy ujawniły, że maksymalnie możliwy rozmiar takiej heterozji u międzyliniowych mieszańców swobodnie się zapylających obejmował zaledwie 5% urodzaju, podczas gdy w rzeczywistości międzyliniowe mieszańce przewyższały w urodzaju kontrolę o 30%. Tak więc rezultat osiągany jakby przytłaczającym działaniem dominujących czynników w stosunku do recesywów niekorzystnych nie może być rozpatrywany jako podstawowa przyczyna heterozji.

W związku z tym pojęcie dominowania zostało później rozszerzone o tak zwane „addytywne działanie” korzystnych dominujących genów. Pierwszy przykład takiego działania dali Keeble i Pellew [18] w 1910 r., którzy odkryli, że mieszańce dwóch rodzajów grochu były wyższe od jakiegokolwiek z rodziców, dlatego, iż na wzrost wykazywały wpływ dwa z licznych genów dominujących: jeden wywalał wydłużenie międzywęźli a drugi powiększenie ich liczby. Z tego punktu widzenia, jak można sądzić, największa siła heterozji ujawnia się w tych wypadkach, gdy u mieszańców jest więcej loci z dominującymi korzystnymi allelami. Tylko korzystny czy sprzyjający, a więc dodatni i jednocześnie dominujący allel w dowolnym locus przyjmuje udział w powstawaniu znacznego wigoru mieszańca.

Teoretycznie możliwe są silne pod względem wigoru linie także homozygotyczne, ale Collins [5] wykazał, że przy znacznej liczbie czynników wpływających na wigor mieszańców, możliwość otrzymania organizmu mającego wszystkie korzystne dominujące allele w stanie homozygotycznym jest bardzo mała ($1 : 4^n$, gdzie n jest liczbą par czynników kontrolujących cechę). Dlatego tylko praktyczną drogą krzyżowania można otrzymać organizmy, u których niekorzystne efekty genów jednej linii kompensują się dominującymi genami „mocy” od drugiej linii i w ten sposób ma miejsce reakcja dopełniania. Podobna reakcja zachodzi stale w naturalnych populacjach.

Za pomocą teorii dominowania Jones [17] tłumaczył także, że wywołana stosowaniem długiego inbreedingu degeneracja spowodowana jest nagromadzeniem się sporej ilości złych recesywów-genów, które w danej populacji obecne są w heterozygotach. Efekt tych genów nie ujawnia się do tej pory, póki drogą inbreedingu nie wyzwoli się homozygotyczność. W ten sposób wigor heterozygot Aa przeważnie równy jest wigorowi homozygoty AA , podczas gdy aa ma żywotność bardzo słabą. Jak wiadomo, ilościowe cechy uwarunkowane są dużą liczbą genów. Największy zaś efekt inbreedingu to zmniejszenie się poziomu

właśnie cech ilościowych. Efekt krzyżowania u inbredowanych linii można według teorii dominowania wyjaśnić tym, że linie te mają jakby różne zestawy czy komplety genów stanowiących o wigorze. Na przykład linia ze składem genów $AAbb$ daje przy krzyżowaniu z drugą linią $aaBB$ mieszańca F_1 o składzie $AaBb$. Ponieważ ten mieszańiec ma gen A i B będzie dlatego z większym wigorem niż spotykany u linii rodzicielskich mających tylko po jednym genie dominującym. Dlatego ujawni się u niego heterozja.

Znaczenie dominujących korzystnych czynników w efekcie heterozji nie wyczerpuje się według nowszych poglądów tej teorii na tłumienie złych recesywów i ich addytywnym działaniu. Teoretycznie możliwa jest jeszcze jedna droga — liczne możliwości nieallelicznego współdziałania czynników dominujących czyli epistaza. Według Turbina [37] epistaza gra niewątpliwą rolę w efekcie heterozji i związana jest z możliwościami kombinacyjnymi linii rodzicielskich.

Wyrażając się krytycznie o teorii dominowania czy też nagromadzenia przychylnych dominantów trzeba stwierdzić, że właściwie nie przedstawia ona jednej zwartej hipotezy, lecz zawiera jakby trzy różniące się warianty, tłumaczące działanie genów dominujących w efekcie heterozji: 1) wyjaśnia tłumiące działanie genów dominujących w odniesieniu do niekorzystnych recesywów, pojawiające się w różnego rodzaju allelicznym współdziałaniu; 2) powołuje się na addytywny efekt czynników dominujących; 3) rozszerza współdziałanie między czynnikami dziedzicznymi na niealleliczne współdziałanie zwane epistazą. Teoria ta spotykając się z szeregiem trudności przy tłumaczeniu niektórych przypadków pojawiania się heterozji nie może służyć ogólnej koncepcji wyjaśniającej genezę heterozji. Wydaje się, że jest jednak teoria ta zadowalająca, gdy ograniczy się ją do interpretacji obniżenia wigoru przy inbredingu i późniejszym odbudowaniu go do normalnego poziomu przy krzyżowaniu linii inbredowanych. Poza tym nowsze fakty pozwalają na wysnucie wniosków, co potwierdza Turbin [37], nie o złym charakterze recesywów w ogóle, a tylko o takiej czy innej nie korzystnej ich cesze w homozygotie, co nie jest jednym i tym samym. Niekorzystne i nawet letalne w homozygotie recesywy ujawniają się jako składowe części genotypów dobrze przystosowanej i żywotnej populacji, w której aktywnie przebiega dobór naturalny.

Chociaż hipoteza dominowania od samego początku opierała się na idei przykrywania czy tłumienia złych recesywów allelami dominującymi, szeroko rozpowszechniła się ona wśród genetyków i hodowców a także w nauce o selekcji. Podkreśliła wagę wzajemnego współdziałania genów i tak zwanego addytywnego efektu, potrafiła objaśniać też sporo zjawisk odnoszących się do heterozji i wskazać kierunki wykorzystania wigoru mieszańców w praktyce.

W związku z trudnościami nasuwającymi się w interpretacji teorii dominowania opracowano, niemal równolegle, konkurencyjną teorię naddominowania (overdominance). Istotą tego poglądu jest założenie, że w stanie heterozygotyczności gen silniej dominuje niż w przypadku homozygoty. Rozumie się pod tym, że w danych warunkach środowiska Aa może być bardziej wydajne niż aa a także AA . W niektórych połączeniach współdziałanie dwóch członów jednej i tej samej pary alleli może doprowadzić do tego, że heterozygota Aa przewyższy wigorem obie homozygoty. Przypuszcza się w tym wypadku, że allele w heterozygotie, oprócz wykonywania swych faktycznych niejako „obiektyw-

nych" funkcji, jeszcze wzajemnie dopełniają jeden drugiego. Dlatego rozpatrując serie licznych alleli można sądzić, że efekt naddominowania może pojawić się tylko w obrębie pary alleli odróżniających się dostatecznie jeden od drugiego. Taki efekt możliwy jest i w tym wypadku, kiedy recesywny allel w homozygotcie (aa) daje efekt niekorzystny.

Tak więc teoria ta wiąże się z komplementarnym efektem uzyskiwanym przy wzajemnym działaniu między allelami co jest bardzo zbieżne ze starą koncepcją Shulla i Easta o stymulującym działaniu heterozygotyczności. Choć niektórzy sądzą, że naddominowanie to dowód na korzyść starej teorii stymulowania to inni przypuszczają, że recesywny allel „a” ma stymulujący efekt na dominujący allel „A”. Bardziej pogładowe jest tu wyjaśnienie, że jedna doka dominującego genu A jest bardziej korzystna niż dwie dozy AA . Teoria ta odnosi się więc przede wszystkim do heterozji tak zwanej monokrzyżówkowej i otrzymała eksperymentalne potwierdzenie później w pracach Stadlera [34], Stubbego [35], Schullera [31], a biochemiczny model naddominowania opisał Emerson [11] u neurospory. Także badania naturalnych populacji drosophili potwierdziły wnioski o szerokim rozprzestrzenieniu się naddominujących kompleksów genów (Buzzatti-Traverso [4], Dobzhansky [9]). Także ważnym dowodem słuszności teorii naddominowania jest heterozja międzyliniowych mieszańców kukurydzy, które otrzymuje się na przykład drogą kombinacji czterech niespokrewnionych linii. W krzyżowaniu $A_1A_2 \times A_3A_4$ będą tworzyć się cztery genotypy A_1A_3 , A_1A_4 , A_2A_3 i A_2A_4 , z których każdy może być tak samo heterozygotyczny jak i wyjściowe proste mieszańce. Mają one przy tym jednak lepszy wigor, co zgadza się właśnie z hipotezą naddominowania i zostało wykorzystane w praktyce przy otrzymywaniu wysokoproduktywnych mieszańców kukurydzy.

Chociaż wypadki naddominowania ustalono drogą doświadczalną, zależność wigoru mieszańców od stopnia heterozygotyczności jest poddawana w wątpliwość przez szereg badaczy, na przykład Richey'a i Sprague [30] czy Goven'a [13]. Wskazują oni raczej na ważność poglądu o nieallelicznym współdziałaniu genów, który nie przeczy teorii o stymulującym wpływie heterozygotyczności. Podobnie twierdzi Mather [27]. Wskazuje się także, że wpływ naddominacji trudno odróżnić od efektu wzajemnego działania genów nieallelicznych a Jenkins [16] opracował nawet metodę matematycznej analizy pozwalającej odróżnić przypadki heterozji spowodowane nieallelicznym współdziałaniem od działania naddominacji. Ogólnie trzeba przyjąć, że maksymalna heterozja ma miejsce, jak wiadomo, przy krzyżowaniu niespokrewnionych linii i możliwe, że najbardziej prawdopodobne jest, że efekt wigoru wypływający ze stanu heterozygotyczności jest tym większy, im bardziej różnią się między sobą allele każdego locus.

Różnica między teorią dominowania a teorią naddominowania leży w charakterze wzajemnego współdziałania genów — nieallelicznego i allelicznego. Teoria naddominacji przypisuje główne znaczenie współdziałaniu heterozygotycznych locus, podczas gdy teoria dominowania — współdziałaniu korzystnych dominujących genów. Trzeba tu jednak podkreślić, że rozróżnienie między allelicznymi i nieallelicznymi genami traci dzisiaj swój absolutny charakter wobec faktów pseudoallelizmu czy efektu położenia. Różnica ta jest więc względna, a nawet

obecnie dyskusyjna, czy wszystkie allele nie pojawiają się jako heteroallele. Ogólnie biorąc, według tych poglądów, monokrzyżówkowa heterozja zależy od tego, czy w krzyżującej się populacji jedna doza dominującego genu jest bardziej korzystna i sprzyjająca niż dwie dozy. Możliwe jest więc komplementarne działanie między heteroallelami, przy czym jak uzupełnia Lipajewa [25] konieczne jest uwzględnienie działania genów modyfikatorów.

Teoria dominowania i naddominowania są najbardziej rozpowszechnione i szerzej znane. Ich obszerniejsze wyjaśnienie opracowane jest w podręczniku Srba i Owena [33]. Przedstawiona analiza genetycznych teorii heterozji wskazuje na wyjątkową złożoność zjawiska i jego wielostronny związek z szeregiem problemów genetyki. Wynika z tego, że heterozja nie może być wyjaśniona tylko jednym typem współdziałania genów. Według Turbina [37], heterozja jest sumarycznym efektem zbieżnego fenotypowo działania różnych genetycznych procesów. Zespalać je w jedną obszerniejszą i bardziej szeroką genetyczną koncepcję heterozji, Turbin [37] przedstawił w 1961 r. teorię „genetycznego balansu“.

LITERATURA

- [1] Altuszer W.E., *Nasledstwiennost izmieničiwost rastienii žiwotnych i mikroorganizmow*, Izdatielstwo AN SSSR, Moskwa, 1959.
- [2] Balint A., *The theoretical Problems of Heterosis*, Acta Agronomica Academiae Scient. Hungaricae, 11, 67—83, 1961—1962.
- [3] Bowman v. J. C. *Tierzucht und Heterosis*, Zeitschr. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie, 75, 193—204, 1961
- [4] Buzzati-Traverso A.A., *Heterosis in population genetics*, Heterosis, ed. J. Gowen, Ames, Iowa St. Coll. Press., 1952.
- [5] Collins G.N., *Dominance and the vigor of first generation hybrids*, Amer. Natur., 55, 2, 1921.
- [6] Crow J. F., *Dominance and overdominance*, Heterosis, ed. J. Gowen, Ames, Iowa St. Coll. Press, 1952.
- [7] Davenport C. B., *Degeneration, albinism and inbreeding*, Science, 28, 454, 1908.
- [8] Dobzhansky Th., *Nature and origin of heterosis*, Heterosis ed. J. Gowen, A. Mes, Iowa, St. Coll. Press., 1952.
- [9] Dobzhansky Th., *Genetic loads in natural populations*, Science, 126, 191, 1957.
- [10] East E.M., *Heterosis, Genetics*, 21, 4, 1936.
- [11] Emerson S., *Biochemical models of heterosis in Neurospora*, Heterosis ed. J. Gowen, Ames, Iowa St. Coll. Press, 1952.
- [12] Fincham J.R.S., *Brit. Med. Bull.*, 18, 14, 1962.
- [13] Gowen J., *Heterosis*, Ames, Iowa St. Coll. Press, 113—123, 1952.
- [14] Gustafson A., *The effect of heterosigosity on variability and vigour*, Hereditas, 32, 263, 1946.
- [15] Hyman B.J., *Heterosis and Quantitative Inheritance*, Heredity, 15, 1960.
- [16] Jinks J. L., *The analysis of quantitative inheritance in a diallel cross of Nicotiana rustica*, Genetics, 39, 767, 1954,
- [17] Jones D. F., *Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis*, Genetics, 2, 7, 1917.

- [18] Keeble F., Pellew C., *The mode of inheritance of state and of time of flowering in peas (Pisum sativum)*, Genetics, 1, 47, 1910.
- [19] Koelreuter J. G., *Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen Betreffenden Versuchen und Beobachtungen*, Leipzig, 1766 (Cyt. wg. Turbina, 37).
- [20] Kołataj A., *O potrzebie badań fizjologicznych nad heterozją u zwierząt*, Kosmos A, 12, 249, 1963.
- [21] Kołataj A., *Investigations on Blood Plasma in Chicken in Connection with Heterosis*, Folia Biologica, 11, 189, 1963.
- [22] Kuszniier Ch. F., *Powwyższenie efektywności geterosisa w pobrowatielnom żywotnowodstwie*, Izwiestja Timirjazewskoj Sielskochazj. Akademii, 5, (24), 193, 1958.
- [23] Kuszniier Ch. F., *Skrieszczizwanja w żywotnowodstwie*, Izd. An SSSR, Moskwa, 1958.
- [24] Kuszniier Ch. F., *O „gibridizacji” inbrednych linii w żywotnowodstwie*, Żurnal Obszczej Biologii, 17, 241, 1956.
- [25] Lipajewa L. I., *O prirodzie geterozisa u rastienii*, Biull. Moskow. Obszczestwa Instytut. Prirody, ot. Biol., 5, 102, 1961.
- [26] Łopyrin A. J. Łoginowa N. W., *K woprosu ob otdalenoj gibridizacji żywotnych*, Uspiechy Sowrem. Biologii, 36, 207, 1953.
- [27] Mather K., *The genetical basis of heterosis*, Proc. Roy. Soc., B, 144, 915, 1955.
- [28] Melville K., cyt. wg Lipajewej, 25.
- [29] Müntzing A., *O przyczynach inbridingowej degeneracji i geterozisa*, Geterosis, ed. N. W., Turbin, Izd. AN BSSR, Minsk, 35, 1961.
- [30] Richey F. D., Sprague G. F., *Experiments on hybrid vigor and convergent improvement in corn*, U.S. Departm. Agr. Techn. Bull., 267, 22, 1931.
- [31] Schuler J. F., *Natural mutations in inbred lines of maize and their heterotic effect genetics*, 39, 6, 1954.
- [32] Shull G. H., *Beginnings of the heterosis concept*, Heterosis, ed. J. Gowen, Ames Iowa St. Coll. Press, 1952.
- [33] Srb A. M., Owen R. D., *Genetyka ogólna*, PWR i L, Warszawa, 1959.
- [34] Stadler L. J., *Some Observations on gene variability and spontaneous mutation*, cyt. wg Turbina, 38.
- [35] Stubbe M., *Über momo und digen bedingte Heterosis bei Antirrhinum majus L.*, Zeitschr. ind. Abstamm. und Vererbungslehre, 85 450, 1953.
- [36] Teodorianu N., Burlaku G., Oprescu St. *Izuczenie zarodyszczewego i poslezarodyszczewego obmiena wieszczestw u cypljat porod leghorn i rodajlend i u ich metisow w swiazi z jawleniem geterozisa*, Revue de Biologie (Acad. Rep. Populaire Roumaine), 6, 449, 1961.
- [37] Turbin N. W., *Geterozis i genetieskij balans*, Geterozis, ed. N. W. Turbin, Izd. AN BSSR, Minsk, 3, 1961.
- [38] Vachal J., *Krizeni zirnych a starropolskich merinek z klediska heterozy*, Sb. Ceskoslov. Ak. Zemed. Ved., Ziroeisna Vyroba, 4, (32) 321, 1959.
- [39] Whaley W. G., *Physiology of gene action in hybrids*, Heterosis ed. J. Gowen, Ames, Iowa St. Coll. Press, 1952.
- [40] Wiejeman L. N., *Otdalennaja gibridizacja ptic*, Priroda, 102, 1961.
- [41] Williams W., *Heterosis and the Genetics of Complex Characters*, Heredity, 15, 327, 1960.
- [42] Żukowski P. M., *Zametki po ispolzowaniju w selekcji geterozisa i poliploidy*, Biull. Wsiesoj. Inst. Rastieniowodstwa, 3, 43, 1957.

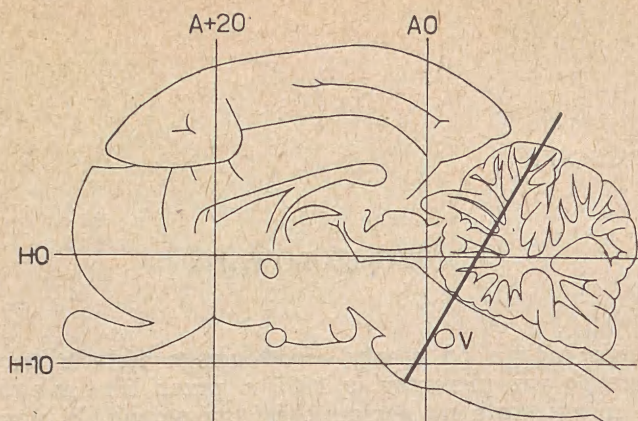
MÓZG IZOLOWANY

Odizolowanie mózgu od reszty ośrodkowego układu nerwowego zostało dokonane po raz pierwszy w 1935 r. przez Bremera [6], który przeciął pień mózgu kota na poziomie śródmózgowia. W wyniku takiego cięcia mózg pozostawał nadal połączony z czterema parami pierwszych nerwów mózgowych. Czynność izolowanego mózgu była podobna do tej, jaką obserwujemy u zwierzęcia znajdującego się w narkozie nembutalowej: źrenice kota były zwężone, w czynności EEG dominowały typowe dla snu wolne fale i wreszcie zwierzę nie reagowało na bodźce wzrokowe. Powyższy preparat Bremer nazwał "cerveau isolé".

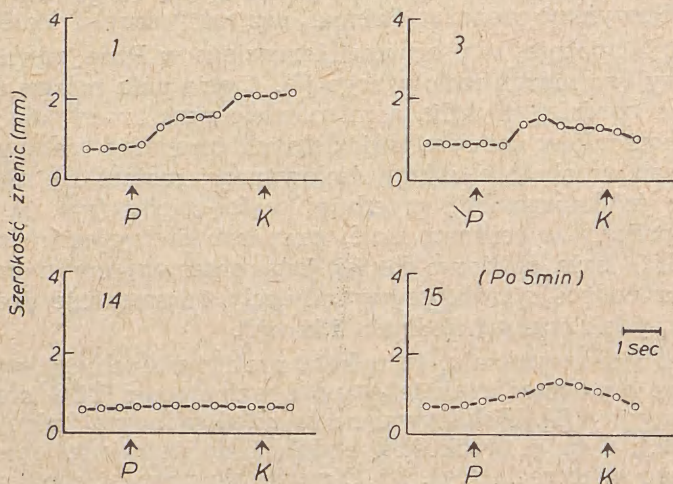
Około 20 lat później w pracowni Moruzziego w Pizie, również u kota, opisano nowy typ mózgu izolowanego [5]. Cięcie pnia mózgu przebiegało w nim nieco bardziej do tyłu, a mianowicie przez most, ale jeszcze do przodu od korzonków nerwów trójdzielnych (preparat pretrygeminalny). W ten sposób w obrębie mózgu izolowanego znalazł się twór siatkowaty całego śródmózgowia i przedniej części mostu (rys. 1). W odróżnieniu od preparatu *cerveau isolé*, preparat pretrygeminalny czuwał. Czynność EEG była zbliżona do tej jaką obserwujemy u czuwającego zwierzęcia a bodźce wzrokowe wywoływały rozszerzenie źrenic i pionowe ruchy gałek ocznych (odruch fiksacji).

Dalsze badania wykazały, że u kota pretrygeminalnego wywoływane przez bodźce wzrokowe reakcje oczne i wzbudzenie EEG stanowią odruch orientacyjny [1]. Wskazywał na to między innymi fakt, że ulegały one habituacji i to z szybkością podobną do tej, jaką obserwuje się u normalnego zwierzęcia (rys. 2). Okazało się również możliwe wytworzenie w preparacie pretrygeminalnym odruchów warunkowych [2]. Jako bodźca warunkowego używano słabego światła lampki, a bodziec bezwarunkowy stanowiło drażnienie prądem elektrycznym tylnego podwzgórza, powodujące silne rozszerzenie źrenic i wzbudzenie EEG. Szybkość wytwarzania się źrenicznego i elektroencefalograficznego odruchu warunkowego była znowu podobna do tej, jaką obserwujemy u normalnego zwierzęcia (rys. 3). Wreszcie u kota pretrygeminalnego udało się wytworzyć hamulcowe odruchy warunkowe a mianowicie różnicowanie [16]. Wszystkie te dane świadczyły o tym, że w mózgu izolowanym tego preparatu istnieją wyższe czynności nerwowe.

Tak więc w rękach fizjologa znalazł się szczególnie dogodny obiekt, będący jednocześnie preparatem i „normalnym” zwierzęciem. Na znieczulonym i sparaliżowanym kocie można było wykonywać takie badania, które do tej pory mogły być przeprowadzane tylko na normalnym zwierzęciu. Na specjalną uwagę zasługuje przy tym fakt, że w czasie doświadczenia głowa preparatu pretrygeminalnego może być unie-



Rys. 1. Strzałkowy przekrój mózgowia kota z zaznaczeniem koordynat Horsley-Clarka i cięcia pretrygeminalnego [12]



Rys. 2. Habitucja i spontaniczna odnowa orientacyjnego rozszerzenia źrenic na obracającą się przed oczyma kota figurę w kształcie litery X

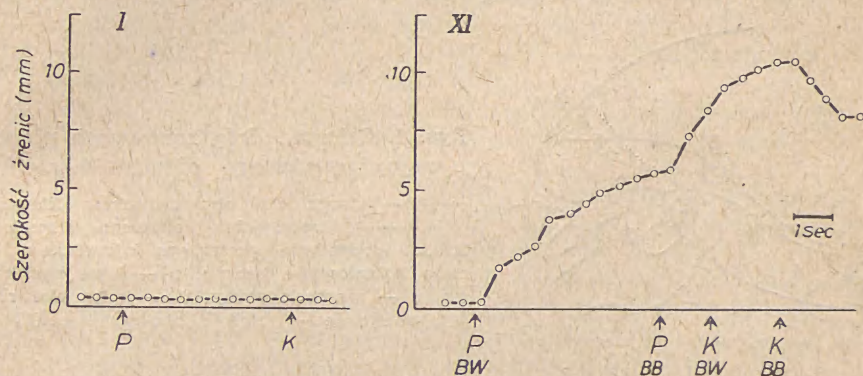
Bodziec był stosowany w jednodominutowych odstępach czasu. Pierwszy bodziec wywoływał wyraźne rozszerzenie źrenic. W trzeciej próbie reakcja była znacznie mniejsza a w 14 próbie reakcja nie pojawiła się w ogóle. W 15 próbie po pięciominutowej przerwie reakcja wystąpiła ponownie. P — początek działania bodźca, K — koniec działania bodźca [1]

ruchomiona, dzięki czemu można wygodnie rejestrować u niego prądy czynnościowe mózgu i reakcje oczne.

Ostatnio technika posługiwania się w doświadczeniach preparatem pretrygeminalnym uległa znacznemu udoskonaleniu [14]. Śmiertelność pooperacyjna obecnie praktycznie nie istnieje. Posiadamy wygodne testy dla kontroli reaktywności mózgu izolowanego, która może ulec zakłóceniu w wyniku wystąpienia śpiączki pooperacyjnej (szok) lub śpiączki wtórnej (obrzęk mózgu). Wreszcie została opracowana technika

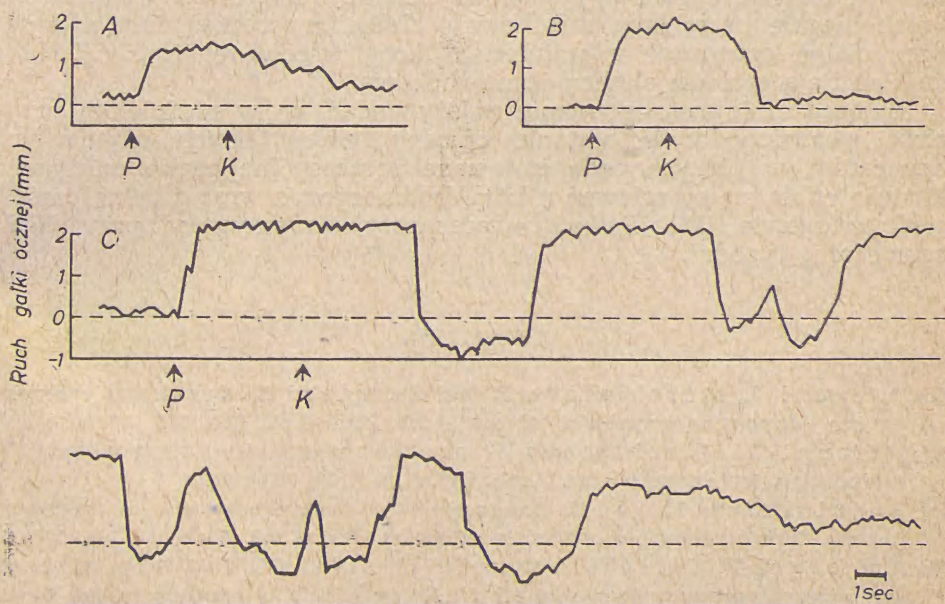
utrzymywania przy życiu preparatu przez szereg tygodni a nawet miesięcy [16].

W obecnej chwili badania na kocie pretrygeminalnym są prowadzone w kilkunastu pracowniach w różnych krajach. W większości z nich w sposób prawidłowy wyzyskiwane są szczególne własności tego preparatu. Do tej pory powyższe badania dotyczyły głównie analizy fizjolo-



Rys. 3. Wytworzenie się warunkowego rozszerzenia źrenic na słabe przerywane światło lampki

Po stronie lewej w pierwszej sesji doświadczalnej bodziec nie wywołuje reakcji. Po stronie prawej silne rozszerzenie źrenic na ten sam bodziec zastosowany w jedenastej sesji. P — początek działania bodźca, K — koniec działania bodźca, BW — bodziec warunkowy, BB — bodziec bezwarunkowy [2]

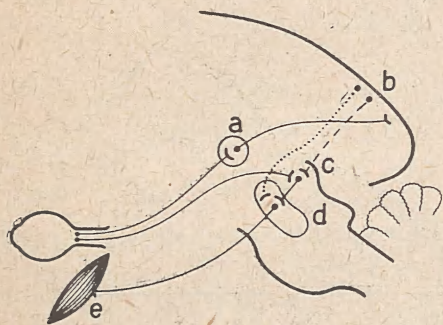


Rys. 4. Poronny (A), pojedynczy (B) i seryjny (C) odruch fiksacji

1 mm odpowiada w przybliżeniu 10° obrotu gałek ocznych. P — początek działania bodźca, K — koniec działania bodźca [15]

gicznej odruchów ocznych [7, 8, 15] i potencjałów wywoływanych w drodze wzrokowej [3, 4, 11, 12] oraz zagadnień neurofarmakologicznych [9, 10].

Wśród powyższych badań na uwagę wydają się zasługiwać prace nad orientacyjnym odruchem fiksacji wykonywane w Zakładzie Neurofizjologii Instytutu Nenckiego w Warszawie. Odruch fiksacji stanowi ważny element zachowania się zwierzęcia, lecz do tej pory nie był on niemal



Rys. 5. Schemat dróg nerwowych pionowego i poziomego odruchu fiksacji

——— droga dla obu odruchów fiksacji,
 - - - - - droga dla pionowego odruchu,
 droga dla poziomego odruchu, a —
 ciało kolankowate boczne, b — kora wzrokowa,
 c — wzgórek górny, d — jądra oka ruchowego, e — mięśnie oko-ruchowe [7]

zupełnie poddany eksperymentalnej analizie. Wynikało to głównie stąd, że obserwacja ruchów gałek ocznych u czuwającego, poruszającego się zwierzęcia jest trudna. W pierwszej fazie pracy ustalono ogólne własności odruchu [15]. Między innymi stwierdzono, że w zależności od rodzaju bodźca wzrokowego i aktualnej reaktywności preparatu, występują trzy typy odruchu fiksacji (rys. 4). Następnie przy użyciu metody ablacyjnej ustalono łuk orientacyjnego odruchu fiksacji [7]. Okazało się, że łuk odruchowy pionowej fiksacji ma dwie drogi. Jedna z nich biegnie przez korę wzrokową i ciała czworacze górne a druga przez ciała czworacze z ominięciem kory wzrokowej (rys. 5). Obie drogi omijają czołową okolicę oczno-ruchową.

Kończąc niniejsze rozważania należy dodać, że w niedalekiej przyszłości prawdopodobnie zostanie opisany szereg innych użytecznych preparatów, w których będą izolowane poszczególne partie mózgowia. Ostatnio udało się odizolować u kota śródmózgowie wraz z tylną częścią międzymózgowia [13]. Powyższe preparaty utrzymywano przy życiu przez szereg tygodni.

LITERATURA

- [1] Affanni J., Marchiafava P. and Żernicki B., *Orientation reactions in the midpontine pretectal cat*. Arch. ital. Biol., 100, 297, 1962a.
- [2] Affanni J., Marchiafava P. and Żernicki B., *Conditioning in the midpontine pretectal cat*. Arch. ital. Biol., 100, 305, 1962b.
- [3] Arduini A. and Hirao T., *Enhancement of evoked responses in the visual system during reversible retinal inactivation*. Arch. ital. Biol., 98, 182, 1960.
- [4] Armengol V., Lifschitz W. and Palestini M., *Inhibitory influences on primary and secondary cortical photic potentials originating in the lower brain stem*. J. Physiol., 159, 451, 1961.
- [5] Batini C., Moruzzi G., Palestini M., Rossi G. F. and Zanchetti A., *Effects of complete pontine transections on the sleep-wakefulness rhythm: the midpontine pretectal preparation*. Arch. ital. Biol. 97, 1, 1959.

- [6] Bremer F., "Cerveau isolé" et physiologie du Sommeil. C. R. Soc. Biol. (Paris), 118, 1235, 1935.
- [7] Dreher B., Marchiafava P. and Żernicki B., *Studies on the visual fixation reflex. II. The neural mechanism of the fixation reflex in normal and pretrigeminal cats.* Acta Biol. Exper. (Warsaw) 25, 207, 1965.
- [8] Elul R. and Marchiafava P., *Accommodation of the eye as related to behaviour in the cat.* Arch. ital. Biol., 102, 616, 1964.
- [9] Glässer A. and Mantegazzini P., *Action 5-hydroxytryptamine and 5-hydroxytryptophan on the cortical electrical activity of the midpontine pretrigeminal preparation of the cat with and without mesencephalic hemisection.* Arch. ital. Biol., 98, 351, 1960.
- [10] Iljuczenok R. J. i Matwiejewa R. B., *Izuczenie dejstwija adreno-i cholinolitikow pri trigeminalnych seczenijach stwoła mozga.* Farmakol. i Toksikol., 5, 525, 1963.
- [11] Mancía M., Meulders M. and Santibanez — H. G., *Changes of photoically evoked potentials in the visual pathway of the "mid-pontine pretrigeminal" cat.* Arch. ital. Biol., 97, 399, 1959.
- [12] Meulders M., *Etude comparative de la physiologie des voies sensorielles primaires et des voies associatives.* Arsacia S. A. Brussels — Paris, 1962.
- [13] Santibanez — H. G. i Żernicki B., *Własności chronicznie izolowanej przedniej części pnia mózgu kota,* Lublin: X Zjazd PTF, str. 228.
- [14] Żernicki B., *Isolated cerebrum of midpontine pretrigeminal preparation: a review.* Acta. Biol. Exper. (Warsaw), 24, 247, 1964.
- [15] Żernicki B. and Dreher B., *Studies on the visual fixation. I. General properties of the orientation fixation reflex in pretrigeminal and intact cat.* Acta Biol. Exper. (Warsaw), 25, 187, 1965.
- [16] Żernicki B. and Osetowska E., *Conditioning and differentiation in the chronic midpontine pretrigeminal cat.* Acta Biol. Exper. (Warsaw), 23, 25, 1963.

Kozhov, M. 1963. *Lake Baikal and its life*, Dr. W. Junk, Publishers. The Hague 344 pp. (Monographiae Biologicae vol. XI).

Jezioro Bajkał często nazywane morzem, od przeszło dwustu lat przyciąga uwagę przyrodników. W badaniu świata organicznego Bajkału olbrzymie zasługi położyli polscy przyrodnicy B. Dybowski i W. Godlewski. Zainteresowanie, jakim cieszy się Bajkał, jest w pełni uzasadnione. Jest to jedno z najstarszych jezior na świecie, którego historia sięga 20 milionów lat. W jeziorze żyje przeszło 1800 gatunków zwierząt i roślin, z których większość jest endemikami. Organiczny świat Bajkału jest przedmiotem przeszło 1000 prac. Z tego względu zestawienie wyników badań oraz ogólnobiologiczne i zoogeograficzne omówienie danych było zadaniem bardzo potrzebnym. Cel ten spełnia omawiana książka prof. dra M. Kożowa.

Autor książki, prof. dr M. Kożow, jest wybitnym znawcą fauny i flory jeziora. Od wielu dziesiątków lat kieruje Katedrą Zoologii Bezkręgowców Uniwersytetu w Irkucku oraz Bajkalską Biologiczną Stacją Uniwersytetu w Kotach nad Bajkałem.

Omawiana książka jest poszerzonym wydaniem oryginalnego tekstu książki Kożowa *Biologia озера Байкал* Izd. AN SSSR, Moskwa s. 315, 1962.

Angielski tekst różni się od oryginału włączeniem części hydrologicznej oraz szatą graficzną. Załączony indeks, którego brak w tekście rosyjskim, w znacznym stopniu ułatwia korzystanie z tej niezwykle interesującej książki.

We wstępie autor daje krótki przegląd historii badań nad Bajkałem. Rozpoczął je Gmelin w latach 1751—1752, I. G. Georgi, 1775 i P. S. Pallas 1776, 1831. Polak B. Dybowski pracował tam w latach 1868, 1870 i 1876.

Rozdział I dotyczy geografii, klimatu, morfologii, ruchów wody, jej temperatury i składu chemicznego itp. Z wielu interesujących danych można przytoczyć kilka, które charakteryzują Bajkał: długość 636 km, szerokość maksymalna 79.4 km., maksymalna głębokość 1620 m, objętość wody 23 000 km³, średnia głębokość 734 m. Woda Bajkału jest niezwykle czysta i uboga w mineralne składniki; dlatego dno Bajkału podwyższa się dzięki temu o 4,1 cm na 1000 lat.

Rozdział II zawiera systematyczny przegląd fauny i flory Bajkału. Jest świetnie ilustrowany czarno-białymi i kolorowymi rysunkami i fotografiami. W końcu rozdziału są tabelaryczne zestawienia fauny i flory. W chwili pisania książki znano 1219 gatunków zwierząt, z których 708 jest endemikami Bajkału. Powyższe ilości zwierząt i roślin są dalekie od kompletnych. Każdego roku listy te są wzbogacane o nowe gatunki, a wiele z nich czeka jeszcze na badaczy. Wśród znanej fauny najliczniej reprezentowane są *Gammaridae*, których stwierdzono 240 gatunków. Ssaki reprezentowane są tylko przez jeden gatunek syberyjskiej fok, *Phoca sibirica* Gmel. Flora jest uboższa, gdyż zanotowano tylko 569 gatunków, z których najliczniej reprezentowane są okrzemki w ilości 334 gatunków.

Rozdział III poświęcony jest pionowemu i poziomemu rozmieszczeniu fauny i flory w Bajkale. Ogólnie Bajkał jest zamieszkiwany przez dwa kompleksy flory i fauny różniące się genetycznie i ekologicznie. Jeden z nich to Euro-Syberyjskie gatunki i rodzaje, drugi obejmuje tylko mieszkańców Bajkału. Dybowski pierwszy zwrócił na to uwagę. Autor szczegółowo omawia poszczególne kompleksy i ich rozmieszczenie w jeziorze.

Rozdział IV poświęcony jest rozprzestrzenieniu obecnej fauny Bajkału poza jego granicami. Dane te są bardzo ciekawe dla zoogeografa i mówią o połączeniach Bajkału z innymi zbiornikami wodnymi i migracjami świata organicznego.

Rozdział V dotyczy życia głębin wód Bajkału, głównie planktonu oraz wpływu ruchu planktonu na migracje ryb. Zagadnienia te są omawiane miesiącami kalendarzowymi oraz ilustrowane wykresami.

W rozdziale VI omówiono historię Bajkału i jego fauny. Historia Bajkału sięga ery paleozoicznej, ale obecne ukształtowanie brzegów nastąpiło w erze mezozoicznej w wyniku olbrzymich ruchów tektonicznych, a ostateczne w trzeciorzędzie. Historia fauny Bajkału dobrze udokumentowana jest wynikami badań paleontologicznych. Z ciekawszych rzeczy można pokrótce zaznaczyć, że kiedyś Bajkał był jeziorem niezwykle ciepłym (tak jak Tanganika), a dopiero tektoniczne ruchy, obejmujące cały obszar Syberii spowodowały ochłodzenie i ukształtowanie się obecnej fauny. Swego czasu Bajkał kontaktował się z Oceanem Lodowatym i w tym czasie zawędrowała tutaj foka i inne organizmy, znane obecnie tylko na dalekiej północy.

Z uwagi na przejrzystą formę, świetne ilustracje a przede wszystkim przedmiot, książka jest niezwykle interesująca dla olbrzymiego kręgu przyrodników. Przetłumaczenie jej na język polski byłoby bardzo pożądane, tym bardziej, że historia badań Bajkału jest ściśle związana z polską nauką.

Jerzy J. Lipa

NOWSZE BADANIA NAD FIZJOLOGIĄ TKANKI MIĘŚNIOWEJ:
WĘDRÓWKI PROTONÓW W MIĘŚNIACH *

Przeprowadzone ostatnio przez Horne'a i Johnsona badania kurczliwości włókienek mięśniowych metodą izotopową przy zastosowaniu ciężkiej wody wykazały, że uwolnieniu ulega w toku procesu fizjologicznego większa liczba protonów. Już w roku 1950 zaobserwował Varga, że włókienka mięśniowe w napięciu izometrycznym pozostają w stanie spoczynku w obniżonej temperaturze otoczenia przy równocześnie zachodzących procesach biosyntez aktomiozyny. Natomiast wzrost ciśnienia hydrostatycznego powoduje skurcz mięśnia.

Stwierdzono, że w temperaturze 25°C przewodnictwo równoważnikowe protonu przewyższa prawie dziesięciokrotnie analogiczne przewodnictwo uwodnionych jonów litu. Mechanizm działania protonów wyjaśniono w oparciu o prawo Grotthussa, ustalając trzy etapy w następującej kolejności: 1) ruchy obrotowe przylegających cząsteczek wody (monomerów), ich połączenie (polimeryzacja) w postaci łańcucha wiążącego atomy wodoru; 2) wędrówki protonów wzdłuż łańcucha oraz 3) rozpad łańcucha na poszczególne monomery i powtórne ruchy obrotowe cząsteczek.

Badania autorów wykazały również, że protony zachowują swe maksymalne zdolności do przewodzenia energii jedynie w sferze ruchliwych monomerów wody.

W roku 1958 Klotz i współpracownicy zasugerowali możliwość przystosowania prawa Grotthussa do niektórych biologicznych układów redoksowych, w których aktywny udział biorą wędrujące elektrony. Analogiczne zjawiska zachodzą również i w chemii nieorganicznej, jak np. przejście jonu $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ w lodzie.

Badania Horne'a i Axelroda w 1964 r. doprowadziły do konkluzji, że pod pojęciem zmodyfikowanego współcześnie biomechanizmu zgodnie z regułą Grotthussa należy rozumieć dwie fazy: 1) przewodnictwo energii elektrycznej za pośrednictwem protonów oraz 2) przewodnictwo energii chemicznej za pośrednictwem elektronów.

Ostatnie badania magnetycznego rezonansu jądrowego, przeprowadzone w 1965 r. przez Brattona i współpracowników, wykazały, że w odrębnym włókienku mięśniowym cząsteczki wody są silnie związane z białkami, a w czasie skurczu mięśnia zostają uwolnione i wykonują ruchy obrotowe oraz przewodzą energię elektryczną bądź chemiczną. Celem pracy autorów jest potwierdzenie powyższej hipotezy ustalonej w 1964 r. przez Horne'a.

Ustalono również, że działaniem energii termicznej lub ciśnienia hydrostatycznego można przerwać łańcuchową strukturę cząstek wody i tym samym ułatwić ruchy obrotowe poszczególnych monomerów. Przerwaniu ulegają przede wszystkim biologiczne połączenia pomiędzy cząsteczkami wody i biopolimerami, jakie stanowią uwodnione białka komórkowe. Fазie skurczu mięśniowego towarzyszy wzrost ciśnienia wewnątrztkankowego, natomiast w fazie rozluźnienia następuje spadek temperatury w tkance.

Na podstawie uzyskanych wyników autorzy konkludują, że nieznaczne nawet zmiany w składzie jakościowym i ilościowym komórkowych biopolimerów

* R. A. Horne, D. S. Johnson — *Proton Transfer Processes in Muscle: Pressure, Temperature and Isotope Effects*, Nature, 209, 5018, 82, 1966.

białkowych powodują każdorazowe zmiany temperatury i ciśnienia, przy czym równolegle do dalszego wzrostu ciśnienia lub temperatury następuje progresywne uwalnianie nowych monomerów wody oraz wzrastające stopniowo zmiany denaturujące i koagulacyjne białek komórkowych.

Wykazano również, że czynność izotopowa H_2O/D_2O w okresie skurczu mięśnia wynosi około 3,0 natomiast analogiczna czynność przewodnictwa elektrycznego według prawa Grothussa w wodzie wynosi 1,1—3,0, w lodzie 2,2. Zniszczenie wiązań hydrofobowych, charakterystycznych dla ciał białkowych, powoduje w konsekwencji zwiększenie czynności izotopowej.

Wiktor Janusz Pajor

MIKROFLORA GORĄCYCH ŹRÓDEŁ I SOLFATARÓW*

Zanikające procesy działalności wulkanicznej charakteryzują się między innymi wydzielaniem wyziewów gazowych o określonym charakterze chemicznym. W zależności od ich składu mogą tworzyć się nowe minerały w drodze sublimacji względnie w wyniku wzajemnego reagowania gazów między sobą lub ze skałami najbliższego otoczenia. W następstwie tego powstają takie połączenia jak siarczki metali ciężkich, siarczany, halogenki, siarka, hematyt i inne.

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że w tych warunkach nie istnieją żadne możliwości rozwoju życia biologicznego. Wprawdzie można tu spotkać przykłady zjawiska przystosowania nawet w obrębie wyższych roślin i zwierząt, jednak w miarę zbliżania się do centrów działalności geochemicznej ilość ich ulega raptownej redukcji. Rozwój istot żywych ograniczony jest w tym środowisku przez takie czynniki jak wysokie temperatury, niskie wartości pH, obecność kwaśnych gazów (HCl , SO_2 , SO_3) i trucizn (H_2S , B) oraz brak przyswajalnych połączeń organicznych.

W roku 1959 przeprowadzone zostały badania w zakresie oceny stopnia zasiedlenia przez mikroorganizmy tego rodzaju trudnych dla życia biologicznego środowisk. Przedmiotem tych badań były solfatarry w okolicach Neapolu (Pozzuoli) i Vulcano na Wyspach Liparyjskich oraz gorące źródła na wyspie Ischia.

Próby pobrane w solfatarach Pozzuoli wykazały istnienie złożonych stosunków mikrobiologicznych. W miejscach o najwyższej temperaturze (powyżej $90^\circ C$), wilgotne powierzchnie skał były zasadniczo sterylne. Próby pobrane z takich stanowisk (temp. $96-98^\circ C$, odczyn w granicach pH 2—2,5) wykazały po wysiewie na odpowiednie podłoża jedynie obecność bakterii z rodzaju *Clostridium* i kolonii wolno rosnących czarno-brązowych pleśni, a więc form odznaczających się zdolnością wytwarzania przetrwalników. Na chłodniejszych stokach krateru (temp. $30^\circ C$) o zniszczonym skalnym podłożu, na którym widoczne były również kryształki siarki, w środowisku zdecydowanie kwaśnym (pH 2) stwierdzono występowanie *Thiobacillus thiooxidans*, bakterii z rodzaju *Clostridium* oraz grzybów z rodzaju *Cladosporium* i *Rhodotorula*.

W mulie pochodzącym z zagłębienia na krawędzi krateru o temp. $77^\circ C$ i odczynie równym pH 7,3 stwierdzono obecność *Th. thiooxidans* oraz bakterii rodzaju *Clostridium* i pleśni.

W dobrze nasłonecznionej części małego, nawilgoconego zagłębienia na krawędzi krateru, o temp. $45-48^\circ C$ i odczynie pH 1,5—2,0, występowały *Th. thiooxidans*, *Th. ferrooxidans* i sinice.

* A. Schwartz, W. Schwartz — *Geomikrobiologische Untersuchungen, VII. Über das Vorkommen von Mikroorganismen in Solfataren und heißen Quellen*, Ztschr. f. Allg. Mikrobiol., 5, 5, 378—385, 1965.

Również we wszystkich stanowiskach solfatarów Vulcano (temp. 50—52°, 25 i 20°C oraz odczynnie pH 7,0; 1,0 i 3,5) wykryto obecność *Th.thiooxidans*. Ponadto w niektórych stanowiskach były obecne bakterie wytwarzające melaninę, a nawet sporadycznie wystąpiły bakterie z rodzaju *Vibrio* i *Spirillum*. Poza tym przedstawiciele rodzaju *Clostridium* oraz ziarniaki a także drożdże i pleśnie (*Penicillium*).

Mikrobiologiczna analiza materiałów pobranych z gorących źródeł z wyspy Ischia wykazała także pewną różnorodność życia biologicznego. Ze źródła Terma la Rita, o temperaturze wody 94°C, pobrano 14 próbek mułu i wody, w których wykryto obecność bakterii, posiadających zdolność rozwoju jeszcze w temp. 52°C. W próbkach pochodzących z zagłębień źródłanych i rynien źródła Cava Scura obecne były sinice (*Oscillaria*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Spirulina*), którym towarzyszyły wiciowce, pleśnie i promieniowce. Wśród bakterii stwierdzono między innymi *Serratia marcescens*.

Z przytoczonych wyżej rezultatów wynika, że w surowych warunkach środowiska, pozostającego w bezpośrednim zasięgu działania procesów późno wulkanicznych, największe znaczenie ekologiczne posiada rodzaj *Thiobacillus* jako forma chemolitotroficzna. Podobnie jak w kwaśnych wodach kopalń węgla (lub innych kopalin) rodzajowi *Thiobacillus* towarzyszą tu kwasolubne pleśnie, a sporadycznie także niektóre drożdże (*Rhodotorula*). Natomiast w przeciwieństwie do środowisk kopalnianych w solfatarach i gorących źródłach często można spotkać, wykazujące dużą tolerancję na kwaśny odczyn środowiska, bakterie z rodzaju *Clostridium*.

Zdzisław Ilczuk

OZNACZANIE POKARMU WYPLAWKÓW ZA POMOCĄ METODY SEROLOGICZNEJ*

Przy użyciu powszechnie stosowanych metod w większości przeprowadzonych badań pokarmu u wyplawków — *Dendrocoelum lacteum* Müll. otrzymano sprzeczne wyniki. Sugerowano, że ośliczka — (*Asellus*) była często spotykana w pokarmie przy badaniu zawartości jelita wyplawków, o wiele jednak częściej występowały fragmenty skąposzczetów. Wskazywało na to zabarwienie jelita wyplawków po spożyciu pokarmu w postaci *Asellus*, kryterium to jest jednak niewystarczające. Przy oznaczeniach laboratoryjnych wykazywano tkanki i materiał płynny w krótkim okresie czasu po karmieniu ośliczkami badanych wyplawków. Jest to niewystarczające do rozwiązania tego zagadnienia i dlatego metoda serologiczna została podjęta dla uzupełnienia dotychczasowych wyników.

Wcześniejsze prace doświadczalne nad podobnymi problemami sugerują, że test precypitacyjny jest najbardziej odpowiedni do tego celu. Stosowany był z pomyślnym wynikiem przez Brooka i Proske (1946) do identyfikacji naturalnych drapieżnych larw moskitów, następnie Hall i współpracownicy (1953) użyli go przy badaniu jaj i larw moli. U wirków — *Agriotes sputator* L. test precypitacyjny zastosowali Fox i Maclellan (1956), a Damster (1960) metodą tą badał jaja i larwy chrząszcza miotlastego — *Phytodecta olivacea* Forster. W poniższej pracy starano się wykazać obecność tkanek i płynów *Asellus* w jelicie gatunków polnych wyplawka białego przy zastosowaniu metody serologicznej.

Gatunek skorupiaaka użytego w doświadczeniu to ośliczka — *Asellus meridianus* Rakovitz. Przeciwciała wytworzono przez uodpornienie królika wyciągami z tkanek *Asellus*.

* Young J. O., Morris I. C., Reynoldson T. B., *A serological study of Asellus in the diet of lake — dwelling triclads*, Arch. Hydrobiol. 60/3, 366—373, 1964.

Wypławki karmione w laboratorium ośliczkami, zostały następnie rozgniecione na bibule i rozprowadzone w 0,9% soli. Przygotowany w ten sposób materiał przechowywano w probówkach przez okres 6 miesięcy w temperaturze -10°C bez utraty reaktywności. Testy precypitacyjne zostały wykonane według metody podstawowej Ouchterlony, w mikromodyfikacji Oakleya-Fulthropa. Oznaczono miano surowicy króliczej anty-*Asellus*, w serii rozcieńczeń od 0,4% reagującego wyciągu *Asellus* aż do 1:128 (0,0031%) i 1:512 (0,0008%). Surowica odpornościowa reagowała z antygenem *Asellus* zawartym w jelicie *Dendrocoelum*, którego pożywieniem miał być *A.meridianus*. Dla kontroli rozniciano również wypławki głodzone 14 dni posiadające puste jelito oraz samą bibulę.

Wyniki testów precypitacyjnych z samą bibulą i głodzonymi wypławkami były ujemne. Natomiast dodatnio wypadły u wypławków karmionych ośliczką, utrzymując się nadal do trzech dni kolejnego głodzenia. Po uprzednim karmieniu w czwartym i piątym dniu głodzenia testy precypitacyjne są już ujemne.

Starano się również oznaczyć reakcję pomiędzy surowicą anty-*Asellus* i innymi gatunkami zwierząt spotykanych w pokarmie wypławków. W tym celu głodzone dorosłe wypławki — *Dendrocoelum* karmiono następującymi gatunkami zwierząt, które należały do trzech różnych typów: *Gammarus pulex* L., *Asellus aquaticus* L., *Limnaea pereger* Müll., *Cloeon dipterum* L., *Chaoborus* sp., *Chironomus* sp., *Lumbriculus variegatus* Müll. i *Stylaria lacustris* L. Po godzinnym karmieniu wypławki zostały roztarte i poddane testowaniu. Wyniki wskazują na brak reakcji krzyżowej z testowanymi gatunkami i na wysoki stopień swoistości surowicy anty-*Asellus*. Jedynie w przypadku wypławków karmionych ośliczką — *Asellus aquaticus* wynik reakcji był dodatni.

Dla porównania przebadano wypławki — *Dendrocoelum lacteum*, bezpośrednio odłowione z sadzawki, w której stwierdzono liczną populację *Asellus meridianus*. Zastosowany test precypitacyjny wypadł dodatnio. Natomiast inne gatunki wypławków jak: *Dugesia lugubris*, *Polycelis tenuis* i *Polycelis nigra*, zebrane z różnych zbiorników wodnych, wykazywały jedynie u 2—10% przebadanych osobników dodatni wynik testu precypitacyjnego z surowicą króliczą anty-*Asellus*.

W stosunku do wypławków — *Dendrocoelum lacteum* odłowionych z trzech różnych jezior, test precypitacyjny z surowicą anty-*Asellus* nie wypadł jednakowo. W pierwszym jeziorze silnie eutroficznym (Ca, 32mg/l) z liczną populacją *A.aquaticus* test precypitacyjny wypadł dodatnio u wypławków w 100%. Drugie jezioro mniej eutroficzne (Ca, 5mg/l) z nieliczną populacją *Asellus* zaledwie w 8% wykazywał dodatni wynik u testowanych wypławków. W trzecim jeziorze eutroficznym (Ca, 55mg/l) wynik dodatni testu precypitacyjnego dla badanych wypławków był uzyskany w 68%.

Wcześniejsze mikroskopowe badania zawartości jelita czterech gatunków wypławków potwierdzają wyniki uzyskane za pomocą testów serologicznych. Oznaczenia mikroskopowe opierały się na oznaczeniu pewnych charakterystycznych fragmentów tkanek w treści pokarmowej jelita wypławków. Za kryterium do oznaczeń posłużyły: szczecinki ze skąposzczetów, obecność raduli lub szczecinek brzuchonogów oraz obecność tchawek owadów. U wypławka — *Dendrocoelum lacteum* stwierdzono obecność charakterystycznych fragmentów tkanek ze skąposzczetów, nieznaczne tylko ilości ze stawonogów przy całkowitym braku brzuchonogów, natomiast z dużą zawartością *Asellus*. U pozostałych trzech gatunków wypławków stosunek ten się utrzymywał, a różniły się jedynie bardzo małą zawartością fragmentów tkanek *Asellus*.

Uzyskane wyniki wskazują na dużą swoistość i przydatność metody serologicznej w badaniu zawartości pokarmowej jelita wypławków.

NATURA CHEMICZNA HORMONU ANDROGENOWEGO SKORUPIAKÓW*

Gruzoł androgenowy samców *Malacostraca* po raz pierwszy został opisany przez Charniaux-Cotton u rozskoczca — *Orchestia gammarella*. Jest on jedynym przykładem wydzielniczego gruczołu płciowego oddzielonego od jąder. Działanie maskulinizujące tego gruczołu zostało ustalone. Stwierdzono również, że sekrecja hormonu występuje bez jakiegokolwiek koordynacji nerwowej. Dotychczas jednak natura chemiczna hormonu nie została ostatecznie oznaczona.

Przeprowadzono badanie w celu określenia natury chemicznej hormonu gruczołu androgenowego skorupiaków. Gruzoły androgenowe zostały pobrane od dwunastu dojrzałych samców kraba z gatunku *Ocypoda macrocera*. Ekstrakcja frakcji sterolu została przeprowadzona przy zastosowaniu metodyki opisanej przez Bergmanna. Gruzoły wysuszono w cieplarni ciepłym powietrzem, a następnie ekstrahowano eterem naftowym w aparacie Soxhleta. Materiał zawierający lipidy przepłukano etanolem w roztworze wodorotlenku potasu, a następnie ochłodzono. Uzyskany w ten sposób roztwór był ekstrahowany następnie eterem. Połączone wyciągi eterowe przepłukano wodą i odparowano na łaźni wodnej. Pozostałość ochłodzono w temperaturze pokojowej i następnie testowano na obecność sterolu, zastosowano test Salkowskiego oraz Rosenheima z kwasem tróchlorooctowym. Dla wykrystalizowania sterolu pozostałość ekstrahowano metanolem i odparowano na łaźni wodnej, po oziębieniu umieszczono w suszarce na około 36 godzin. Ostatecznie uzyskano wydłużone i bezbarwne igły oraz kryształy o zabarwieniu woskowym.

Test Salkowskiego dawał w reakcji zmianę zabarwienia, co wskazywało na to, że wyosobniony sterol nie mógł być cholesterolem. Pozytywne zabarwienie było również uzyskane w teście Rosenheima, pewne jest więc, że uzyskany wyciąg zawierał sterol. Przeprowadzono również testowanie działania tego sterolu. Ekstrahowany sterol wstrzykiwano młodym samicom krabów, w wyniku uzyskano takie same efekty maskulinizacji jak w przypadku transplantacji gruczołu androgenowego.

Charniaux-Cotton sądziła, że hormon wydzielany przez gruczoł androgenowy nie jest substancją sterydową, ponieważ wstrzykiwanie sterydów skorupiakom nie dawało efektu maskulinizacji. Sądziła ona raczej, że ten hormon może być białkiem. Ostatnio stwierdziła ona, że gruczoł androgenowy nie posiada wyraźnej swoistości, ponieważ gruczoł androgenowy jednego gatunku bardzo wyraźnie działa nawet po transplantacji do gatunków z innego rodzaju.

W wyniku przeprowadzonych doświadczeń wykazano, że natura chemiczna hormonu gruczołu androgenowego skorupiaków nie jest białkowa, lecz sterolowa.

Stanisław Brodzicki

ZASTOSOWANIE HODOWLI *IN VITRO* GONAD SKORUPIAKÓW
DO BADAŃ ENDOKRYNOLOGICZNYCH*

Badania nad endokrynologią bezkręgowców są szczególnie trudne ze względu na ich niewielką i delikatną budowę. Operacyjne usunięcie, bądź zaszczerpienie organu wydzielania wewnętrznego jest praktycznie niemożliwe do wykonania. Dodatkową trudność stanowią warunki hodowli podczas doświadczeń.

* Sarojani S., A note on the chemical nature of the crustacean androgenic hormone, Current Sci. 33/2, 55—56, 1964.

* Berreur-Bonnenfant J. La culture *in vitro* des gonades de Crustacés et son intérêt pour l'étude endocrinologique, Ann. Endocrinol., 25/5 Suppl. 14—18, 1964.

Metody hodowli organów zastosowane przez Wolff i Haffen (1952) rozwiązały liczne problemy morfogenezy i endokrynologii zarodków ptaków i ssaków. Zostały one również przystosowane do badania tych samych problemów u bezkręgowców i w związku z tym podjęto hodowlę gonad skorupiaków. Metody ogólnie stosowane okazały się nieprzydatne do badania pewnych aspektów fizjologii płci u tych bezkręgowców. Sądzone, że metody hodowli organotypowej *in vitro* pozwoli na łatwe przeprowadzenie eksperymentów.

Wielu autorów prowadziło hodowlę *in vitro* komórek morskich bezkręgowców według metody tkankowej. Niedawno Sengel (1961) z powodzeniem stosował metodę Wolff i Haffen dla kręgowców w hodowli organów żachw i mięczaków. Wolff (1962) eksplantowała *in vitro* fragmenty organów skrzypłocza (*Xiphosma polyphemus*). Następnie Lender i Duveau-Hagège (1962) podjęli z powodzeniem hodowlę gonad owadów. Również Berreur-Bonnenfant w 1962 r. z powodzeniem przeprowadziła po raz pierwszy hodowlę gonad skorupiaków. Ostatnio Streiff i Peyre (1963) uzyskali przeżycie w hodowli *in vitro* gonad *Calyptrea sinensis* L., a Durchon i Schaller (1963) otrzymali podobne wyniki dla pierścienic.

Dla przeprowadzenia tej hodowli posłużono się metodą opisaną przez Wolff i Haffen (1952) dla kręgowców z przystosowaniem jej do skorupiaków morskich.

Przeprowadzono hodowlę w środowisku fizjologicznym, gdzie w miejsce płynu Gey'a zastosowano filtrowaną i jałową odpowiednio rozcieńczoną wodę morską, odpowiadającą środowisku wewnętrznemu badanego skorupaka. Jako dodatek odżywczy zastosowano rozcieńczony wodą morską sok z zarodków kurcząt (do 9 dni inkubacji). Całość zabezpieczono przed infekcją dodaniem kilku kropli specylliny.

Dla zrozumienia przeprowadzonych doświadczeń konieczna jest znajomość zjawisk endokrynologicznych wpływających na kontrolę cech płciowych samców skorupiaków. Występujące u bezkręgowców hormony płciowe powstają w ciągu długiego okresu czasu. Charniaux-Cotton (1957) wykazała, że hormon androgenowy wytworzony u samców *Malacostraca* w gruczole androgenowym, działa z jednej strony na soma oraz z drugiej na komórki germinalne.

Jego działanie na somę wyraża się w nabywaniu cech płciowych samca, powoduje rozwój charakterystycznych dużych szczypiec — gnathopodów u samców rozskocza — *Orchestia* oraz należyte tworzenie gonoduktów i aparatu kopulacyjnego. Działa on podobnie jak hormon kręgowców na pierwszorzędowe i drugorzędowe cechy płciowe.

Działanie na komórki germinalne jest pierwotne i zaznacza się wyraźnie przy badaniu hormonalnej determinacji płci skorupiaków.

U kręgowców gonady samca produkują hormony androgenowe, natomiast u skorupiaków — gonady samca i komórki produkujące hormon androgenowy są morfologicznie odrębnymi organami.

Doświadczenia wykonano na jądрах dwu obunogów (*Amphipoda*): *Orchestia gammarella*, *Talitrus saltator* i równonoga (*Isopoda*): *Anilocra physodes*, na którym testowano działanie hormonu androgenowego *in vitro*. Jądra te są pobierane z dojrzałych w pełni aktywności płciowej samców. Gruczoły androgenowe eksplantowane, pochodziły również wszystkie od samców rozskocza — *Orchestia gammarella* w pełni aktywności płciowej.

Orchestia gammarella. Jądra hodowano *in vitro* przez trzydzieści dni. Około 20 dnia trwania hodowli zauważono zmniejszanie się spermatogenezy z równoczesnym zapoczątkowaniem degeneracji strefy germinalnej. Cienka i wydłużona strefa germinalna jest utworzona przez gonie pierwszorzędowe zamknięte w utkaniu mezodermalnym. Zawiązki utkania degenerują pierwsze, gonie pozbawione tego opakowania tracą możliwość dzielenia się i następnie degenerują.

Jeżeli eksplantowano jądro w obecności gruczołu androgenowego, hodowlę

in vitro można prowadzić dłużej jak 35 dni, a strefa germinalna zachowuje się nadal. W tym celu konieczne jest staranne i częste przenoszenie jądra na świeże podłoże i wymiana gruczołu androgenowego. Dłuższe jednak prowadzenie hodowli jądra *in vitro* powoduje ograniczenie strefy germinalnej przez degenerację.

Talitrus saltator. Jądra eksplantowano od samca w pełni aktywności płciowej. Należy zaznaczyć, że u tego obunoga w pewnych okresach roku zjawiają się w jądrze oocyty. Jądra umieszczone w hodowli zostały wybrane w czasie, gdy nie posiadały oocytów, 14 dnia jednak w jądrze hodowanym zauważono pojawienie się oocytów. Hodowla przeprowadzona w obecności gruczołu androgenowego nie wykazała początków oogenezy.

Anilocra physodes. Są to równonogi charakteryzujące się obojnactwem protandrycznym. Ich gonady w stadium samca posiadają jedną część jajnikową. Po zmianie płci utricuła jądrowe degenerują i rozpoczyna się ostatecznie oogeneza. Dla eksplantacji wybrano gonady młodych samców w stadium bardzo odległym od zmiany płci. Po 15 dniach hodowli *in vitro*, utricuła jądrowe ulegają degeneracji, a oogeneza rozwija się w części jajnikowej.

Na podstawie przeprowadzonych badań można wnioskować, że hormon androgenowy jest konieczny dla zachowania strefy samczej gonady i rozwoju spermatogenezy. Przy braku hormonu męskiego, gonada nie może należycie realizować spermatogenezy i w tych wypadkach obserwuje się rozwinięcie oogenezy.

Wyniki te pozwalają stwierdzić, że „hodowla organów” skutecznie uzupełnia badania w zakresie endokrynologii skorupiaków, których innymi metodami nie dałoby się uzyskać.

Stanisław Brodzicki

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

Z DZIAŁALNOŚCI ŚWIĘTOKRZYSKIEGO PARKU NARODOWEGO

W roku 1965 minęło piętnaście lat od daty formalnego utworzenia Świętokrzyskiego Parku Narodowego, pierwszego parku narodowego powołanego do życia w Polsce Ludowej na podstawie nowej ustawy sejmowej o ochronie przyrody z 7 kwietnia 1949 r. Na akcie prawnym, rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 1 kwietnia 1950 r. zamyka się pół wieku trwający okres starań i tworzenia w Łysogórach „Parku Natury“.

Mając za sobą długie tradycje badań naukowych i ciągłość idei ochrony przyrody oraz wartości kulturalnych obszaru Łysogór, młody organizacyjnie, lecz okrzepły w służbie nauki i krajoznawstwa Świętokrzyski Park Narodowy, rozpoczął z miejsca swą podstawową działalność. Pierwszy etap dotyczył przede wszystkim wypracowania najlepszych form organizacji i takiego układu struktury przestrzennej, aby móc odpowiednio służyć celom badań naukowych, potrzebom dydaktyki a także rozwijającej się turystyce. Był to również okres porządkowania terenu Parku po zniszczeniach i dewastacjach wojennych, zwalczania kradzieży i kłusownictwa, odbudowy zniszczonych osad, odgruzowania Św. Krzyża itp., trwający od 1947 r., a więc jeszcze w okresie działalności byłego nadleśnictwa Św. Katarzyna; albowiem powojenna akcja tworzenia w Łysogórach Parku Narodowego, zainicjowana na XIX Zjeździe Państwowej Rady Ochrony Przyrody (21—22.IX.1945 r.), znalazła gorący oddźwięk wśród personelu kierowniczego nadleśnictwa (przede wszystkim obecnego dyrektora mgra inż. E. Krysztofika i leśniczego B. Bonińkowskiego, zmarłego w 1962 r. po 40 latach służenia lasom Łysogór), który już wówczas rozpoczął trudną pracę zmierzającą do przygotowania się do prowadzenia innego typu działalności, z chwilą utworzenia Świętokrzyskiego Parku Narodowego.

Równocześnie z bieżącym rozwiązywaniem trudnych problemów działalności administracyjnej i organizacyjnej, rozpoczęto prace nad inwentaryzacją przyrodniczo-leśną Parku dla potrzeb planowania gospodarczego, celów prawidłowego zabezpieczenia wartości przyrodniczych i stworzenia podstaw do podjęcia odpowiednich badań naukowych. Kameralne opracowanie materiałów inwentaryzacji zakończono w 1955 r. Ważny okres pracy Parku w latach 1953 i 1954 dotyczył organizacji muzeum, umieszczonego na Św. Krzyżu. Od 1 września 1954 r. do 31 maja 1963 r. muzeum pełniło w niezwykle trudnych warunkach bardzo poważne zadanie propagowania idei ochrony przyrody i Świętokrzyskiego Parku Narodowego oraz było ośrodkiem wiedzy o Parku, pełniąc funkcję dydaktyczną i informacyjną. Muzeum stanowiło początek naukowej placówki Parku i pożyteczną bazę dla prowadzących badania naukowe na tym terenie. Zawieszenie działalności muzeum nastąpiło w związku z koniecznością poszerzenia tak zwanego frontu robót budowlanych, prowadzonych przy adaptacji budynków poklasztornych na nowe pomieszczenia dla muzeum, pracowni naukowe, restaurację i inne cele. Prace budowlane łączą się tutaj z ogólnym programem zagospodarowania wzgórza Św. Krzyża, w ramach kompleksowego planu zagospodarowania Świętokrzyskiego Parku Narodowego oraz jego przedpola.

W następnym okresie, po organizacyjnym „okrzepnięciu“, personel Parku włączył się w nurt pracy o charakterze naukowym i badań podstawowych, z równoczesnym świadczeniem usług pracownikom naukowym, coraz liczniej zajmujących się

badaniami w Łysogórach i kontynuujących wiekowe tradycje interesowania się nauki tymi terenami.

Niepoślednia rola Łysogór — Świętokrzyskiego Parku Narodowego, dla badań nad przyrodą i kulturą tego obszaru oraz wynikające stąd znaczenie dla kultury narodowej, są rezultatem specyficznych walorów przyrodniczych środowiska geograficznego i zachowanego folkloru ludowego, jak również zabytków kultury materialnej. Chronione wartości przyrodnicze Świętokrzyskiego Parku Narodowego i ocalałe dokumenty kultury materialnej oraz duchowej człowieka osiadłego tutaj od zarania dziejów, stanowią interesujący warsztat pracy naukowej, zmierzającej do odkrywania nowych faktów dla wzbogacenia wiedzy ogólnej i o regionie świętokrzyskim.

Zakres dotychczasowych zainteresowań obejmuje wiele poszczególnych kierunków naukowych, a do najważniejszych zaliczyć należy:

a) badania fizjograficzne, obejmujące szereg zagadnień i tematów naukowych w odniesieniu do poszczególnych elementów środowiska geograficznego; także szczegółowe badania systematyczne i ekologiczne;

b) badania leśne, uwzględniające przede wszystkim specyficzne zagadnienia związane z występującymi gatunkami drzew (modrzew polski — *Larix polonica* i jodła — *Abies alba*) oraz nie mniej interesującą problematykę gospodarczo-leśną, wynikającą z charakteru typów lasu, dotychczasowej działalności człowieka oraz potrzeby unaturalnienia — przebudowy zniekształconych zbiorowisk leśnych;

c) poszukiwania archeologiczne związane z kultem religijnym w czasach przedmieszkowych i późniejszą zmianą treści wierzeń, a także badania nad hutnictwem wczesnośredniowiecznym, którego odkrycie w Łysogórach było wydarzeniem na skalę światową;

d) wykorzystanie dla celów szkolenia o różnym charakterze, konferencji naukowych, kursów itp., których wiele jest corocznie organizowanych, a tematyka ich obejmuje zarówno zagadnienia naukowe, jak również gospodarcze oraz wiele pionów dydaktyki.

Rolę obszaru Łysogór w nauce i kulturze pomnażają także związki łączące te tereny z działalnością i twórczością wielu wybitnych ludzi.

Na rozwój badań naukowych na tym obszarze w drugiej połowie XIX i początkach XX w. oraz równoczesne kształtowanie się polskiego krajoznawstwa, miał niewątpliwie wpływ fakt utraty niepodległości i zamknięcie swobodnego dostępu z Polski środkowej do Karpat. „Odcięci kordonem granicznym od Karpat i Tatr, z Łysicy braliśmy miarę gór. Przez całe życie pamiętam, syn mazowieckich równin, to wstrząsające wrażenie, jakie zrobił na mnie szczyt Łysicy ukryty w chmurze, i ta droga przez pasmo ku Nowej Słupi... i ten wyniosły znak triangulacyjny na szczycie Łysicy, skąd ujrzałem Opatów i te jodły obdziergane młodzieńską wiosenną zielenią...” — pisał Aleksander Janowski — twórca polskiego krajoznawstwa.

Najwybitniejsi naukowcy ulegali czarowi przyrody łysogórskiej i smętnemu folklorowi świętokrzyskiej krainy bandosów. „Nie dziwię się teraz, że szczyty Łysogór wiążą się u ludu z zabobonami: nawet człowiek cywilizowany nie może oprzeć się mistycznemu uczuciu, gdy znajduje się samotny wśród tego rozpaczliwego rumowiska, jakoby rękoma tytanów nagromadzonego, pośród ciemnego boru, którego ciszę przerywają często gromy piorunów lub srożące się echa dalekiej burzy” — wspomina znakomity geograf Wacław Nałkowski.

Nie tylko oddziaływanie piękna krajobrazu na szukających wrażeń romantyków, ani pełnienie roli wspaniałego obiektu turystyczno-krajoznawczego i dydaktycznych wycieczek szkolnych z całej Polski, rozślawiło Łysogóry — spowodowane to zostało równoczesnym odkryciem niezwykle cennych dla nauki wartości przyrodniczych tego terenu. „Jest to wielki, biologicznie niezmiernie ciekawy, zwarty

i urozmaicony kompleks leśny, w którym znajdujemy prawie wszystkie typy florystyczne, charakterystyczne dla wyżynnych obszarów leśnych Europy środkowej" — pisał Jan Miklaszewski, znany leśnik polski.

Odzwierciedlenie znaczenia chronionych terenów Świętokrzyskiego Parku Narodowego wykazuje opracowane zestawienie bibliografii Parku, zawierające blisko 1000 pozycji. stanowiące wydania samodzielne, artykuły w periodykach i czasopismach oraz prasie, a zgrupowane w następujących działach: I. *Historia i ochrona Parku*; II. *Człowiek w Parku* — a) twórczość artystyczna i opracowania historyczne, b) kultura materialna; III. *Przyroda Parku* — a) geologia, b) geografia, c) botanika, d) zoologia, e) ogólne przyrodnicze; IV. *Leśnictwo i gospodarstwo leśne*; V. *Turystyka*. Także w okresie 15-letniego istnienia Świętokrzyskiego Parku Narodowego, jako kontynuacja badań w Łysogórach z okresu międzywojennego, zostały osiągnięte poważne wyniki naukowych badań, które prowadzone były na tym terenie z ramienia uniwersytetów, politechnik, wyższych szkół rolniczych, instytutów badawczych PAN i resortowych, placówek i towarzystw naukowych oraz muzeów.

W dziedzinie nauk o ziemi interesujące wyniki badań geologicznych zawiera *Przewodnik XXXV Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego* (Kielce, 16—19 września 1962 r., wyd. IPTG Warszawa), praca T. Klaki o gołoborzach (*Geneza i wiek gołoborzy łysogórskich*, ŁTN wyd. III sec. III Łódź nr 81) oraz inne o zróżnicowanej tematyce. Cennym opracowaniem dla potrzeb dydaktycznych jest Z. Kotańskiego *Przewodnik geologiczny po Górach Świętokrzyskich* (Wyd. Geol., Warszawa, cz. I i II, 1959 r.). Prace botaniczne obejmowały głównie zagadnienia systematyczne, ekologiczne i geograficzne. Na uwagę zasługują tutaj także badania nad budową oraz fizycznymi i mechanicznymi własnościami drewna modrzewia polskiego, przeprowadzone przez E. Krzysika i B. Goneta (1961), jak również badania J. J. Karpińskiego nad wyhodowaniem borowika na sztucznej pożywce (1961). Nie wszystkie dotychczasowe wyniki badań i opracowania zostały opublikowane, zwłaszcza z ostatnich lat, m. in. wieloletnie badania faunistyczne prowadzone przez ośrodek łódzki pod kierownictwem W. Romaniszyna. Szczególne znaczenie dla nauki oraz leśnictwa mają badania J. J. Karpińskiego nad owadami Łysogór. Stopniowo opracowywane są poszczególne grupy fauny kręgowej (J. Sokołowski, J. Ćmak) oraz bezkręgowej (J. J. Karpiński, K. Strawiński, A. Szujecki i in.) obszaru Łysogór.

Do badań, opracowań, współpracy, popularyzacji i in. włączył się aktywnie personel Parku, dając swój wkład ponad miarę przeciętną, jeśli się zważy trudne warunki i absorbowanie działalnością zawodową. Pracownicy Parku — E. Krysztofik i J. Ćmak, mają na swym koncie ponad 80 opracowań, przede wszystkim prac przyczynkowych, popularyzatorskich, metodycznych, inwentaryzacyjnych itp. Są także współautorami licznych prac, m. in. książki o Parku (*Świętokrzyski Park Narodowy*, 1959 r.).

Z uwagi na specyficzny charakter Świętokrzyskiego Parku Narodowego, odzwierciedlający się w skupieniu na jego terenach i otulinie bogactwa wartości przyrodniczych oraz interesujących form kulturowych, o dużym znaczeniu dla obecnej cywilizacji a także przyszłych pokoleń, zachodzi konieczność utrzymywania i propagowania ciągłości idei ochrony i badań tego obiektu, w powiązaniu z tradycją, a także potrzebami współczesnego życia.

Jednakże dla prowadzenia szczegółowych badań i obserwacji, gromadzenia danych o kulturze i obyczajach oraz notowania podstawowych zjawisk, Świętokrzyski Park Narodowy nie posiada odpowiedniej bazy materialnej, a także należytego wyposażenia naukowego. Pod tym względem należy do grupy parków narodowych najslabiej przygotowanych do pełnienia zadań naukowych. Jako jeden z nielicznych nie posiada także stałej placówki naukowej.

Zamierzenia i plany są pod tym względem ogromne, ponieważ istnieje potrzeba skonfrontowania wyników dotychczasowych prac oraz unowocześnienia metodyki

badan, m. in. poprzez zastosowanie odpowiedniej aparatury. Działanie w zakresie zaplanowanego programu naukowego, uzależnione jest od wykonania niezbędnych prac o charakterze podstawowym. Należałoby więc dążyć, między innymi, do:

a) wzmocnienia obsady personalnej; należytego wyposażenia w aparaturę; jak najszybszego uruchomienia muzeum i ośrodka naukowego Parku na Św. Krzyżu; rozszerzenia zakresu działania istniejących stacji PIHM, punktów opadowych, obserwacji fenologicznych, prowadzonych zapisów do Kroniki; dostosowania wykonywanych czynności gospodarstwa leśnego dla celów bezpośredniego wykorzystania, jako materiału podstawowego w badaniach naukowych; przeprowadzania zabiegów gospodarstwa rezerwatowego pod kątem ich przydatności dla potrzeb dydaktycznych w aspekcie przyrodniczych podstaw leśnictwa.

b) opracowania zagadnień o znaczeniu pierwszoplanowym i zasadniczym dla dalszych badań kompleksowych, a więc wykonanie podkładu geodezyjnego, nowych planów urządzenia leśnego, inwentaryzacji szczegółowej (przyrodniczych elementów środowiska geograficznego i jego synantropizacji; leśnej; kultury materialnej; kultury ludowej; toponomastyki), zestawień meteorologicznych i fenologicznych, mapy gleb, mapy fitosocjologicznej, zespołów fauny, dokumentacji fotograficznej i kartograficznej; kontynuowanie prowadzenia ewidencji bibliograficznej;

c) ustalenia problematyki badań; zainteresowania poszczególnych ośrodków naukowych istniejącymi możliwościami i potrzebami w tym zakresie; znalezienia odpowiednich form współpracy; ewidencja i wykorzystywanie dokumentacji naukowej oraz zgromadzonych zbiorów.

Rozwój nauki, zapotrzebowanie społeczne, planowanie gospodarcze, zwłaszcza regionalne, intensyfikacja różnych dziedzin agrotechnicznych, m. in. leśnictwa, ochrona przyrody, racjonalna gospodarka zasobami i siłami wytwórczymi środowiska przyrodniczego, coraz usilniej domagają się wyników kompleksowych badań przyrodniczych i leśnych, społeczno-ekonomicznych, historycznych, nad turyzmem oraz szeregiem innych zagadnień. Jak wiadomo bowiem odpowiednie kierowanie i planowanie dalszego prawidłowego rozwoju, także w skali regionu, za podstawę musi mieć rozeznanie oparte na naukowych badaniach, przeprowadzonych i na terenach chronionych wraz z ich przedpołem. Niestety, nowoczesnych badań o tej problematyce w Łysogórach prawie nie prowadzi się, ze szkodą nie tylko dla interesów Świętokrzyskiego Parku Narodowego ale i prawidłowego rozwoju, a także ochrony niezwykle interesującego obszaru Gór Świętokrzyskich.

Realizowanie powyższego programu i postulatów wiąże się z perspektywnym planem rozwoju Świętokrzyskiego Parku Narodowego do 1980 r. Plan przewiduje między innymi: a) wzrost personelu o 10—15 pracowników dla zabezpieczenia realizacji zadań gospodarstwa pomocniczego, badań naukowych, stacji naukowej i muzeum, obsługi dydaktycznej itp., b) realizację niezbędnych inwestycji i kapitałnych remontów za sumę około 15 mln zł (bez inwestycji na Św. Krzyżu, która jest oddzielnym zadaniem), c) ustalenie wytycznych oraz zakresu prowadzonej własnej działalności podstawowej Parku obejmującej prace o charakterze naukowym (muzeum, biblioteka, obserwacje fenologiczne, prowadzenie kroniki, szkolenia i in.); propagandę ochrony przyrody i celów Parku; udostępnianie terenów Parku dla różnicowanych form uprawianej turystyki; potrzeby wydawnicze. W dziedzinie organizacji i kompleksowych badań dążyć się będzie do opracowania zasad zagospodarowania przestrzennego, podstaw wszechstronnej inwentaryzacji Parku, organizacji i ustaleń naukowo uzasadnionego prowadzenia gospodarki w rezerwach częściowych, problematyki prac naukowo-badawczych o podstawowym znaczeniu dla różnych dziedzin poznania oraz potrzeb ogólnogospodarczych.

Czy Świętokrzyski Park Narodowy pełnić będzie zadania z pożytkiem, na należytych poziomach oraz zgodnie z podstawami ochrony przyrody, zależeć będzie od

tęgo, w jakim stopniu zdoła realizować swój program rozwoju. Poza bazą materialną konieczne jest jeszcze współdziałanie społeczne nad ochroną tego daru przyrody, który w obecnych czasach i dla przyszłości musi zachować współczesna cywilizacja.

Jerzy Ćmak

SEMINARIUM DYSKUSYJNE NA TEMAT GENETYKI DRZEW LEŚNYCH W KÓRNIKU (26—28 maja 1966 r.)

Genetyka leśna, choć nie jest jeszcze reprezentowana przez oficjalne programy nauczania wydziałów leśnych, wykazuje stały rozwój i od kilku lat istnieje w Polsce jako samodzielna dyscyplina badawcza. Oficjalnym potwierdzeniem tego stało się Sympozjum zorganizowane przez Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie PAN na polecenie Komitetu Botanicznego PAN w dniach 19—20 maja 1964 r. Innymi dowodami naszej działalności naukowej w tej dziedzinie było uczestnictwo przedstawicieli Polski na Kongresie Genetyki Leśnej w Sztokholmie (1963) i na Zjeździe XXII Sekcji IUFRO w Zagrzebiu (1965) oraz przedstawione tam referaty.

Zakład Dendrologii wystąpił w 1965 r. z inicjatywą seminarium — kursu o charakterze wyłącznie roboczym. Spotkanie zainteresowanych pracowników nauki z różnych instytucji odbyło się w maju 1966 r. w Kórniku. Wyższe uczelnie, instytuty i inne zainteresowane instytucje delegowały pracowników, których praca wiąże się z zagadnieniami podanymi w programie kursu. Ogółem udział w nim wzięło 32 osoby.

Należy podkreślić, że pracownicy niektórych katedr leśnych nie mogli, mimo zainteresowania programem kursu, przybyć ze względu na odbywające się w tym czasie zajęcia dydaktyczne. Spostrzeżenie to warto wykorzystać przy organizowaniu spotkań tego typu w przyszłości.

Wygłoszono ogółem 9 wykładów mających dać podstawę do dyskusji. Omówiono następujące tematy.

Zakres i typy zmienności wewnątrzgatunkowej — doc. dr J. Szweykowski (UAM Poznań); *Rola izolacji przestrzennej i migracji genów w kształtowaniu się populacji drzew leśnych* — dr T. Przybylski (Kórnik); *Hodowla odpornościowa drzew dla potrzeb leśnictwa* — prof. dr K. Mańka (WSR Poznań); *Adaptacja i zdolność adaptacyjna populacji drzew leśnych* — dr M. Giertych (Kórnik); *Zastosowanie parametrów genetycznych w analizie dziedziczenia cech wielogenowych* — dr M. Giertych; *Zjawisko heterozji i degeneracji* — prof. dr S. Białobok (Kórnik); *Problem krzyżówek międzygatunkowych* — prof. dr S. Białobok; *Zagadnienia teoretyczne, związane z zakładaniem długoterminowych doświadczeń porównawczych* — dr Z. Stecki (Kórnik); *Obecne poglądy na zagadnienia testów wczesnych* — dr Z. Stecki.

Do opracowania pewnych podstawowych zagadnień zaproszono specjalistów spoza Kórnika. Zagadnienie zmienności drzew poruszono od strony biologicznej w referacie doc. dr Szweykowskiego i miano uzupełnić specjalnym referatem biometrycznym. Nagła choroba wykładowcy nie pozwoliła na zrealizowanie tego punktu programu w sposób zadowalający.

Program uzupełniono dyskusją i pokazami prac Zakładu Dendrologii i Arboretum Kórnickiego.

W odróżnieniu od Sympozjum sprzed dwóch lat, które miało charakter programowy, obecne spotkanie miało znaczenie wyłącznie robocze. Spis tematów wskazuje, że nie zajmowano się „istotą genetyki drzew w ogóle”, lecz skierowano dyskusję na zagadnienia dotyczące metodyki i podstaw podejmowanych prac.

Zgromadzili się na kursie ludzie zajęci konkretnymi pracami badawczymi, odczuwający potrzebę pogłębienia swej wiedzy przez wysłuchanie wykładów, dyskusję i osobiste kontakty.

Dyskusja koncentrowała się wokół zagadnień metodycznych, szczególnie w dziedzinie fizjologii oraz wokół zastosowań matematyki do badań genetyczno-leśnych. Jest to naturalnie wynikiem faktu, że poszczególne placówki badawcze zachowują samodzielność i odrębność programu badań, a łączy je przedmiot, jakim są drzewa oraz metoda. Postulowano dalszą wymianę informacji, udostępnianie materiałów, dyskusje i organizowanie co pewien czas podobnych spotkań. Aktualny rozwój genetyki drzew na świecie wymaga stałego śledzenia metod i wyników i adaptowania ich do potrzeb naszych badań.

Zbigniew Stecki



KOMUNIKAT NR 1

KOMITETU ORGANIZACYJNEGO XVI ZJAZDU POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIKROBIOLOGÓW W LUBLINIE

W porozumieniu z Zarządem Głównym PTM uprzejmie
zawiadamiamy, że

Zjazd
Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów
odbędzie się w Lublinie we wrześniu 1967 r.

Program zjazdu

Otwarcie Zjazdu: Przemówienie Przewodniczącego Zarządu Głównego.

- 1 dzień obrad. Przed południem — posiedzenie plenarne, temat: *Genetyka i zmienność, z uwzględnieniem kierowanego metabolizmu drobnoustrojów.*
Po południu — obrady w sekcjach.
- 2 dzień obrad. Przed południem — posiedzenie plenarne, temat: *Współczesne zagadnienia immunologii.*
Po południu — obrady w sekcjach.
- 3 dzień obrad. Przed południem — posiedzenie plenarne, tematy:
Biochemia i biofizyka wirusów i Ekologia gleby.
Po południu obrady w sekcjach.

Projektuje się obrady popołudniowe w następujących sekcjach:

1. Mikrobiologia ogólna, 2. Mikrobiologia lekarska, 3. Mikrobiologia weterynaryjna, 4. Mikrobiologia przemysłowa, 5. Mikrobiologia rolna, 6. Wirusologia, 7. Immunologia, 8. Mikrobiologia wody i ścieków.

Komitet Organizacyjny prosi, ażeby zgłoszenia doniesień na Zjazd zostały nadesłane do dnia 30 listopada 1966 r. wraz z następującymi danymi:

- a) imię i nazwisko, stanowisko, adres uczestnika Zjazdu
b) temat komunikatu (10 minut)
c) wskazanie do której sekcji doniesienie powinno być włączone.

Sekretarz
Komitetu Organizacyjnego Zjazdu
Dr M. Tuskiewicz

Przewodniczący
Komitetu Organizacyjnego Zjazdu
Prof. dr J. Parnas

СОДЕРЖАНИЕ

I

<i>Казимеж Петрусевич</i> — Некоторые понятия в исследованиях вторичной продуктивности	581
<i>Здзислав Ильчук</i> — Появление и роль лимонной кислоты в живом организме	601
<i>Адам Колонтай</i> — Гетерозис или повышения жизненных свойств у гибридов. I. Давние взгляды	609
<i>Богуслав Жерницки</i> — Изолированный мозг	619

II

РЕЦЕНЗИИ

<i>Ежи Я. Липа</i> — Козхов М. 1963 Озеро Байкал и его жизнь. Др В. Юнк, издатель. Гаага 344 (Биологическая монография XI том)	625
--	-----

III

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

<i>Виктор Я. Пайор</i> — Новейшие исследования физиологии мышечной ткани: перемещения протонов в мышцах; <i>Здзислав Ильчук</i> — Микрофлора горячих источников и сольфаторов; <i>Станислав Бродзицки</i> — обозначение пищи илакарий при помощи серологического метода; <i>Станислав Бродзицки</i> — Химическое свойство андрогенного гормона ракообразных; <i>Станислав Бродзицки</i> — Применение <i>in vitro</i> гонад ракообразных для эндокринологических исследований	627
--	-----

IV

ТРУДЫ ИНСТИТУТОВ И НАУЧНЫХ ОТДЕЛОВ

<i>Ежи Чмак</i> — О деятельности Свентокшиского заповедника	635
<i>Збигнев Стецки</i> — Дискуссионный семинар на тему основ генетики лесных деревьев в Курнике (26—28 мая 1966 г.)	639

IV

MISCELLANEA

Сообщение № 1 Организационного комитета XVI Съезда Польского общества микробиологов	641
---	-----

CONTENTS

I

<i>Kazimierz Petrusewicz</i> — Some Concepts in the Study of Secondary Productivity	581
<i>Zdzisław Ilczuk</i> — The Presence and Role of Citric Acid in a Living Organism	601
<i>Adam Kołtąj</i> — Heterosis, otherwise the Phenomenon of Exuberant Hybridity in Hybrids I. Former Views	608
<i>Bogusław Żernicki</i> — Isolated Brain	619

II

BOOK REVIEW

<i>Jerzy J. Lipa</i> — Kozhov M. 1963. Lake Baikal and its Life. Dr W. Junk, Publishers. The Hague 344 pp. (Monographiae Biologicae vol. XI) . . .	625
--	-----

III

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Wiktor J. Pajor</i> — A Recent Study of the Physiology of a Muscle Tissue: Proton Transfer in Muscles; <i>Zdzisław Ilczuk</i> — Microflora of Hot Springs and Solfataras; <i>Stanisław Brodzicki</i> — A Serological Method of Determining the Diet of Planaria — <i>Stanisław Brodzicki</i> — The Chemical Nature of the Crustacean Androgenic Hormone; <i>Stanisław Brodzicki</i> — The Application of Crustacean Gonads Rearing in Vitro to the Endocrinological Study	627
--	-----

IV

THE WORK OF INSTITUTES AND RESEARCH CENTERS

<i>Jerzy Čmak</i> — From the Activities of the Holy Cross National Park . . .	635
<i>Zbigniew Stecki</i> — A Discursive Seminar on the Subject of Fundamentals of Genetics of Forest Trees at Kórnik (May 26th—28th, 1966) . . .	639

V

MISCELLANEA

Communiqué No. 1 of the Organization Committee of the 16th Congress of the Polish Society of Microbiologists	641
--	-----

SPIS TREŚCI

I

Kazimierz Petrusewicz — Niektóre pojęcia w badaniach produktywności wtórnej	581
Jerzy J. Lipa — Kozhov M. 1963. Lake Baikal and its life. Dr. W. Junk, żywym	601
Adam Kołataj — Heterozja czyli zjawisko wybujałości cech u mieszańców I. Poglądy dawniejsze	608
Bogusław Żernicki — Mózg izolowany	619

II

RECENZJE

Jerzy J. Lipa — Kozhov M. 1963. Lake Baikal and its Life. Dr. W. Junk, Publishers. The Hague 344 pp. (Monographiae Biologicae vol. XI) . . .	625
--	-----

III

KRONIKA NAUKOWA

Wiktor J. Pajor — Nowsze badania nad fizjologią tkanki mięśniowej: wędrówki protonów w mięśniach; Zdzisław Ilczuk — Mikroflora gorących źródeł i solfatarów; Stanisław Brodzicki — Oznaczanie pokarmu wypławków za pomocą metody serologicznej; Stanisław Brodzicki — Natura chemiczna hormonu androgenowego skorupiaków; Stanisław Brodzicki — Zastosowanie hodowli in vitro gonad skorupiaków do badań endokrynologicznych	627
--	-----

IV

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

Jerzy Čmak — Z działalności Świętokrzyskiego Parku Narodowego . . .	635
Zbigniew Stecki — Seminarium dyskusyjne na temat podstaw genetyki drzew leśnych w Kórniku (26—28 maja 1966 r.)	639

VI

MISCELLANEA

Komunikat Nr 1 Komitetu Organizacyjnego XVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów w Lublinie	641
---	-----

ERRATA

Do artykułu J. S. Knypla — *Naturalne i syntetyczne regulatory wzrostu i rozwoju roślin. B. Mechanizm działania retardantów wzrostu*, Kosmos seria A, 15(4) 369—386, 1966.

Strona	Wiersz	Jest	Powinno być
370	2 od dołu	hydrazyt	hydrazyd
371	6 od dołu	rys. 2	rys. 2A
371	1 od dołu	rys. 3	rys. 2B
372	8 od góry	(μg roślinie)	(μg /roślinę)
372	20 od dołu	Wzrost łodyg...	A. Wzrost łodyg...
372	16 od dołu	i CCC; liście...	i CCC; B — liście...
373	25 od dołu	rys. 2	rys. 1
374	13 od góry	czyli miejsca	czyli hipotetyczne miejsca
375	Rys. 4, wzór III: przerywana linia pionowa powinna być linią ciągłą.		
379	W podpisie pod rys. 6 po słowach „pionowe kreski podają podwójną wartość błędu standardowego (S.E. $\times$ 2)“ powinno być: 40 nasion = 100% kiełkowania		
381	14 od dołu	1 — prawdopodobne	— prawdopodobne
381	14 od dołu	2 — przemiany	— przemiany
384	15 od dołu	<i>N</i> -dimethyl-amino-	<i>N</i> -dimethylamino-
385	5 od góry	conld-	cold-
385	16 od góry	Plantas	Planta
385	13 od dołu	<i>Chrysanthemum no-</i>	<i>Chrysanthemum mo-</i>
386	10 od dołu	<i>these</i>	<i>those</i>

Inquiries and orders with regard to all Polish scientific periodicals should be addressed to:

AUSTRALIA	— Contal, Co 94, Elizabeth Street, <i>Melbourne C 1</i>
AUSTRIA	— Verlags- und Kommissionsbuchhandlung Rudolf Fischl, <i>Wien 1, Schönlaterngasse 13</i>
BELGIUM	— Du Monde Entier, 5 Place St. Jean, <i>Bruzelles 1</i>
BRASIL	— Editorial Vitória Limitada, Rua Juan Pablo Duarte 50 sobrado, Caixa Postal 165 CZ-OO, <i>Rio de Janeiro</i>
CANADA	— S. Proszowski, 722, Queen Street W. <i>Toronto 3, Ontario</i>
DENMARK	— Ejnar Munksgaard Ltd., Frags Boulevard 47, <i>Copenhagen S</i>
ENGLAND	— Blackwell's, Broad Street, <i>Oxford</i>
FEDERAL GERMAN REPUBLIC	— Kubon und Sagner, 8 <i>München 34, Schliessfach 68</i>
FINLAND	— Akateeminen Kirjakauppa: Keskuskatu 2, <i>Helsinki</i>
FRANCE	— La Boutique Polonaise, 25, Rue Drouot, <i>Paris IX^e</i>
THE NETHERLANDS	— Meulenhoff and Co., N.V., Beulingstraat 2, P.O. Box 197 <i>Amsterdam C</i>
ITALY	— Libreria Commissionaria Sansoni, S.P., Via Gino Capponi 26, <i>Firenze, Casella Postale 552</i>
JAPAN	— „Nauka” Ltd., 2, Kanda-Zinbocho, 2-Chome, Chiyoda-Ku, <i>Tokyo</i>
NORWAY	— Narvesens Litteratur Tjeneste, P.O. Box 115, <i>Oslo</i>
SWITZERLAND	— Pinkus and Co., <i>Zürich 1, Froschaugasse 7</i>
SWEDEN	— Ab Nordiska Bokhandeln, Drottningatan 7—9, <i>Stockholm 1</i>
U.S.A.	— Stechert-Hafner, Inc., 31, East 10th Street, <i>New York 3, N.Y.</i> — Fam Book Service, 69 Fifth Avenue-Suite 8 F, <i>New York 3, N.Y.</i>
ISRAEL	— „Spédron” F. Birnbaum, 27, Allenby Road, <i>Tel-Aviv</i> — „Księgarnia Polska” E. Neustein, 94, Allenby Road, <i>Tel-Aviv</i>

or direct to:

Export and Import Enterprise „RUCH”
Warszawa, ul. Wilcza 46, POLAND
our bankers: Bank Handlowy w Warszawie S.A.

PRENUMERATA CZASOPISM PWN NA ROK 1967

Zamówienia i wpłaty na prenumeratę przyjmują:

- Oddziały i delegatury „Ruchu”
 - Urzędy pocztowe i listonosze
- tylko do dnia 10.12.1966 r.

Czytelnicy indywidualni mogą dokonywać wpłat również na konto PKO nr 1-6-100020 Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch”, Warszawa, ul. Wronia 23. Wszystkie instytucje państwowe i społeczne zamawiają prenumeratę wyłącznie za pośrednictwem oddziałów i delegatur „Ruch”.

WCZEŚNIEJSZE ZAPRENUMEROWANIE GWARANTUJE OTRZYMANIE CZASOPISM PWN

Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Zamówienia przyjmują:

- Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch”, Warszawa
ul. Wronia 23, konto PKO nr 1-6-100.020.
- Urzędy pocztowe i listonosze
- Księgarnie „Domu Książki”
- Oddziały i Delegatury „Ruchu”

Prenumerata: roczna zł 90,—
półroczna zł 45,—

Zamówienia przyjmowane są do dnia 15 miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.
Bieżące numery można nabyć lub zamówić w księgarniach „Domu Książki” oraz
w Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych Polskiej Akademii Nauk
— Wzorcownia Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, Warszawa,
Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

Egzemplarze archiwalne można nabywać także w punkcie wysyłkowym Prasy
Archiwalnej „Ruch”, Warszawa, ul. Srebrna 12, Konto PKO nr 114-6-700041 VII/M.

Prenumerata zagraniczna

- Koszt prenumeraty ze zleceniem wysyłki za granicę wynosi o 40%
drożej.
- Zamówienia dla zagranicy przyjmuje Biuro Kolportażu Wydawnictw
Zagranicznych „Ruch”, Warszawa, ul. Wronia 23, tel. 20-46-88, konto
PKO nr 1-6-100.024.

All inquiries regarding delivery terms of Polish scientific periodicals
should be directed to: Export-Import Enterprise „Ruch”, ul. Wilcza 46,
Warszawa 1 — Poland

Prices and contents of current issues of scientific periodicals are stated
in a special bulletin „Polish Scientific Periodicals” which is to be found
in Scientific Libraries and major distributing firms in your country.