

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
B I O L O G I A



ROK VII

WARSZAWA 1958

ZESZYT 6 (35)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE



POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK VII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 6 (35)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1958

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Jan Dembowski, Kazimierz Petruszewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Zbigniew Pomianowski*

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (tel. 6.50.51, wewn. 2075)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — WARSZAWA 1958

Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1429 + 131 egz.	Oddano do składania 30.IX.58
Ark. wyd. 8,0, ark. druk. 6,375	Podpisano do druku 3.II.59
Papier ilustr. V kl. 70 g. 70 × 100	Druk ukończ. w lutym 1959
Zam. 346	Cena zł 15.— W-8

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

IZOTOPY RADIOAKTYWNE W BADANIACH EMBRIOLOGICZNYCH

Embriologia, jak każda dynamiczna nauka, szybko korzysta ze zdobyczy pokrewnych nauk — adoptuje je do własnych badań i rozwija. W latach ostatnich uwagę embriologów coraz bardziej przyciągają metody badań żywych organizmów przy pomocy izotopów radioaktywnych. Pośród setek ukazujących się rocznie prac z zakresu biochemii, fizjologii, cytologii czy medycyny, stosujących izotopy radioaktywne, coraz częściej spotykamy prace embriologiczne.

Zrobiono już sporo, chociaż historia zastosowania izotopów w embriologii nie jest długa. Zapoczątkowali ją *H e v e s y* i *H a h n* (1938), badając przy pomocy P^{32} depozycję materiału zapasowego w kurzym jajku. W latach następnych zaczęto atakować różne aspekty rozwoju ontogenetycznego.

KOMÓRKI ROZRODCZE

Plemniki zajmowano się stosunkowo niewiele. Głównie badano przenikanie izotopów do plemnika i ich rozmieszczenie. Pośród nielicznych badań na uwagę zasługuje praca *R i s l e y a* (1955). Autor wszczepiał do otrzewnowo dojrziałym samcom chomika $H_3P^{32}O_4$ i następnie sporządzał radioautogramy z różnych okolic najądra i z plemników wykazujących różną ruchliwość. Najsilniejsze radioautogramy dawały plemniki dojrzale i najbardziej ruchliwe. Ponadto środkowa płytka tych plemników na kliszy wykazywała największe zacernienie. Wiadomo, że w płytce środkowej występuje koncentracja mitochondriów, które są głównym czynnikiem w procesach utleniania. Zatem radioautogramy mogą być wykładnikiem aktywności plemników, która związana jest z natężeniem metabolizmu.

Powstaniem jaja zajmowano się więcej. Tutaj głównie interesowano się depozycją substancji zapasowych w oocytach. Wymienieni już *H e v e s y* i *H a h n* (1938) podawali kurom radioaktywny fosforan sodu i w odpowiednim czasie badali radioaktywność ekstraktów z wątroby, jajnika i oocytów. Wykazali przy tym, że fosfolipidy jaja syntetyzowane są w wątrobie i stąd dostają się do jaja. *L o r e n z* (1942) w okresie tworzenia się skorupy jaja wstrzykiwał kurom P^{32} . Radioaktywny fosfor pojawiał się bardzo szybko w skorupie, natomiast w białku dopiero po bardzo długim okresie, *S p i n k s* i współpracownicy (1949) oraz *C o m a r* i *D r i g g e r s* (1949), przeprowadzali u kur w czasie formowania się ja-

ja iniekcję Ca^{45} . Z ich wyników wiadomo, że białko i żółtko syntetyzowane są prawie równocześnie.

Oprócz ptaków rozwojem oocytów interesowano się także u ssaków i płazów. O d e b l a n d (1952) przeprowadzał u szczura iniekcję siarczanu sodu z radioaktywną siarką S^{35} . Wyniki jego badań wykazały, że jony siarki nie są używane w syntezie kwasów aminowych wewnątrz oocytu. U żab, jak wykazał K e m p (1955), radioaktywna glicyna jest selektywnie wcielana do peryferycznej cytoplazmy oocytu, gdzie zachodzi aktywna synteza żółtka.

ZARODEK A ŚRODOWISKO

Środowisko zewnętrzne, w którym przebywa zarodek, ma olbrzymie znaczenie dla jego rozwoju. Zwłaszcza u zwierząt wodnych, gdzie występuje wymiana substancji pomiędzy zarodkiem a środowiskiem. Badanie tych zjawisk jest trudne ze względu na niewielkie ilości wymienianych substancji; zastosowanie izotopów radioaktywnych ma tutaj dużą przyszłość. A b e l s o n (1947) posługując się prostą techniką, mierzył przenikanie fosforu ze środowiska do zarodków jeźowca. Zarodki umieszczał w wodzie morskiej z P^{32} , następnie obmywał i mierzył ich radioaktywność. W podobny sposób C h a m b e r s (1949) oraz T y l e r i M o n r o y (1956) badali przenikanie K^{42} . We wszystkich tych doświadczeniach zauważono, że stopień przenikania izotopów był większy w jajach zapłodnionych aniżeli w nie zapłodnionych. Dalsze doświadczenia, zwłaszcza z radioaktywnym potasem, mogą wiele wyjaśnić z biochemicznego i biofizycznego punktu widzenia w zapłodnieniu i początkach rozwoju. Wiadomo bowiem z poprzednich doświadczeń, że u jeźowców na powierzchni jaja istnieją różnice w potencjale elektrycznym. Różnice te w czasie zapłodnienia wyrównują się przez rośnięcie potencjału. Ponowny wzrost różnic można wywołać dodając do środowiska jonów potasu. Przy czym koncentracja jonów potasu wewnątrz jaja staje się wyższa aniżeli na zewnątrz. Zatem zapłodnienie pociąga za sobą zwiększoną wymianę jonów pomiędzy zarodkiem a środowiskiem, co potwierdziły badania z K^{42} .

Koncentracja jonów w środowisku ma w ogóle duży wpływ na cały okres rozwoju zarodka. Eksperymentalnie wykazano, że dodanie do środowiska jonów potasu, sodu czy litu, wywołuje zarówno u bezkręgowców jak i u kręgowców egzogastrulację, deformację formy ciała i redukcję niektórych organów. Dotychczas nie wiadomo, czy działanie tych substancji jest ogólne czy specyficzne. D e n t i S c h e p p a r d (1957) zatakowali to zagadnienie u płazów, dodając Li^6Cl do środowiska z zarodnikami. Radioautogramy wykazały, że rozmieszczenie Li^6 w zarodkach traktowanych w stadium gastruli jest prawie równomierne. Zatem działanie litu zależy raczej od reakcji poszczególnych części zarodka, a nie od różnic w jego nagromadzeniu.

Omawiając przenikanie izotopów ze środowiska do zarodka, warto wspomnieć o jeszcze jednym doświadczeniu. T h o m a s o n (1957) umieszczał jaja płazów w roztworze H o l t t f r e t e r a z radioaktywnym ortofosfatem i po pewnym czasie badał radioaktywność różnych okolic zarodka. Okazało się, że grzbietowe części gastruli wykazały większą radioaktywność aniżeli brzuszne. Natomiast w stadium neuruli stosunki były

odwrotne. Zgadza się to z danymi o metabolizmie różnych części zarodka. Zatem przenikanie izotopów ze środowiska do zarodka może dostarczyć pewnych danych o nateżeniu metabolizmu w poszczególnych okolicach zarodka. Oczywiście z wyciąganiem wniosków należy być ostrożnym, ponieważ nie wiemy, jak dalece różnice w radioaktywności związane są z właściwościami przepuszczania jonów u różnych komórek. Ale ta zgodność z danymi dotyczącymi aktywności komórek w rozwoju wskazuje, że nie jest to prosta dyfuzja, a przenikanie raczej zależy od metabolizmu komórek.

ASYMILACJA SUBSTANCJI POKARMOWYCH

Możliwość badania przenikania substancji odżywczych z łożyska do zarodka i badania ich asymilacji przy pomocy izotopów radioaktywnych zainteresowały od dawna wielu embriologów. U licznych ssaków, łącznie z człowiekiem, badano przejście przez łożysko radioaktywnego fosforu, potasu, sodu, strontu, plutonu, żelaza i miedzi. Wyniki ogólnie potwierdziły znane fakty, że szybkość przenikania substancji pokarmowych skorelowana jest z szybkością wzrostu zarodka i morfologiczną budową łożyska. Dostarczyły one także pewnych danych o syntetyzowaniu substancji przez zarodek. Fosfolipidy u szczura (Nielson, 1942; Popjak, 1947) nie są dostarczane przez łożysko, ale syntetyzuje je zarodek. Jak wykazał Pommerenke i współpracownicy (1942), u człowieka źródłem żelaza jest łożysko. To samo zjawisko zachodzi u świnki morskiej (Vosburgh i Flexner, 1950). Dalej Wasserman i współpracownicy (1957) wykazali, że u szczura łożysko dostarcza 92% wapnia potrzebnego do rozwoju zarodka.

Poza ssakami asymilacją materiałów pokarmowych interesowano się także u ptaków. Wolken (1950) oraz Epstein i Wolken (1951) wykazali, że radioaktywny fosfor wprowadzony do białka jaja kury zostaje w nim niezmiernie szybko i równomiernie rozproszony. Nie zachodzi tu więc prosta dyfuzja, która wymaga dłuższego czasu, ale raczej zjawisko to związane jest z ruchem cząsteczek białka. To z kolei wskazuje na złożoność stosunków pomiędzy materiałem zapasowym a zarodkiem u ptaków. Spinks i współpracownicy (1949), Hasbrough i Nicholas (1949) oraz Branson i współpracownicy (1950) wstrzykiwali fosfat i glicynę zawierającą P^{32} do białka i żółtka jaja kury, następnie w odpowiednim czasie przeprowadzali analizę zarodków. Otrzymali wyniki wskazujące, że zarodki kurczęcia zużywają najpierw nieorganiczny fosfor objęty przez ich komórki. Dopiero potem pobierają fosfor z organicznych substancji białka i żółtka, które hydrolizowane są na zewnątrz zarodka.

RÓŻNICOWANIE I WZROST

Specyficznymi zjawiskami rozwoju ontogenetycznego są procesy różnicowania; o ich naturze niewiele wiemy. Części różnicujące się przyjmują określony kształt i organizację morfologiczną, stają się także chemicznie różne. Można wnioskować, zwłaszcza na podstawie ostatnich badań immunologicznych, że widoczne morfologiczne zróżnicowania poprzedzają niewidoczne chemiczne zmiany. Zmiany takie zachodzą stopniowo, naj-

pierw jako najbardziej ogólne, przechodzące w ciągu rozwoju w coraz bardziej specyficzne. Ażeby badać te różnice, trzeba zabić zarodek. Izotopy radioaktywne stwarzają nowe możliwości, ale metody dotychczas stosowane nie są jeszcze zadowalające. Ograniczają się do wskazania miejsca zaczynających się zróżnicowań, nie mówią wiele o ich naturze. Torują jednak drogą biochemii i immunologii do bardziej precyzyjnych badań

Różnicowanie się zarodka połączone jest ze wzrostem, który opiera się na syntezie żywej materii. Radioizotopy mogą być tutaj użyte do znakowania substancji, przerabianych przez żywą komórkę. Największe zainteresowanie przy badaniu wzrostu i różnicowania budzą metody stosujące aminokwasy z radioaktywną siarką lub węglem. Wcielenie tych substancji do nowej syntetyzowanej materii pozwala na śledzenie biosyntezy zachodzącej w zarodku. Zwykłą drogą przy tego rodzaju doświadczeniach jest umieszczanie zarodka na pewien okres w odpowiednich roztworach, albo iniekcja roztworów do ciała samicy, co daje lepsze rezultaty. Z zarodków sporządza się albo radioautogramy dające pojęcie o lokalizacji syntezy, albo przez centrifugowanie uzyskuje się frakcje i mierzy ich aktywność. Przeprowadzono już stosunkowo dużą ilość badań dotyczących wzrostu i różnicowania z użyciem izotopów radioaktywnych.

Radioaktywny fosfor i miedź (Hunt i Wolken, 1948; Smith i Gray, 1948) skupiają się w zarodku kurczęcia w tych okolicach, gdzie występuje największe natężenie procesów wzrostu i różnicowania. To potwierdza znane znaczenie fosforu i miedzi w procesach metabolizmu. Radioaktywny jod akumuluje się we wszystkich tych okolicach, gdzie zachodzą procesy melanizacji, rozwijają się struktury chitynowe, zęby oraz tarczycza. Radioaktywny fosfor i radioaktywna metionina (Grant, 1954; Eakin i współpracownicy 1951; Céas i Naselli, 1958) u płazów w stadium gastruli wcielane są silniej do grzbietowych części aniżeli do brzusznych. U ptaków (Feldman i Waddington, 1955) metionina wcielana jest najpierw do węzła głowowego smugi pierwotnej. A radioaktywna siarka (Johnston i Comar, 1957) skupia się najpierw w części osiowej smugi pierwotnej, następnie w wyrostku głowowym i węźle Hensena. Flickinger (1954) umieszczał zarodki żaby w różnych stadiach rozwoju w roztworach zawierających $C^{14}O_2$. Sporządzane frakcje z różnych okolic zarodka wykazywały różną radioaktywność. We wczesnej gastruli presumptywne komórki systemu nerwowego wykazywały większą radioaktywność aniżeli reszta komórek ektodermalnych. To samo wykazywała grzbietowa warga w porównaniu do brzusznej. Wszystkie te fakty są niezmiernie interesujące, ponieważ potwierdzają istnienie gradientów odkrytych na innej drodze.

W procesach różnicowania różnie aktywne są nie tylko różne okolice zarodka, ale i różne składniki jego komórek. Nakano i Monroy (1958) wstrzykiwali dojrzałym samicom jeżowca radioaktywną metioninę i po pewnym czasie mierzyli aktywność różnych komponentów komórek u zarodków rozwijających się z tych samic. W nie zapłodnionych jajach radioaktywność wykazywały głównie frakcje nie zawierające białek. Początek rozwoju charakteryzuje się obniżką radioaktywności tych frakcji, a najbardziej gwałtowna obniżka występuje w okresie bruzdkowania. W tym samym czasie frakcje obejmujące mitochondria wykazują zwięk-

szającą się radioaktywność. Wziąwszy pod uwagę znane znaczenie mitochondriów w rozwoju fakt ten nie wymaga komentarzy.

Kończąc ten rozdział należy wspomnieć, że zastosowanie izotopów radioaktywnych w embriologii pozwoliło na wykrycie nowego, interesującego faktu. Okazało się, że we wczesnych stadiach rozwoju aminokwasy wcielane są prawie wyłącznie do jąder komórek zarodka (Ficq, 1954; Sirlin i Waddington, 1954). Fakt ten interpretowany jest jako wskazówka, że we wczesnych procesach rozwoju jądro jest miejscem syntezy żywej materii. Ogólnie przyjmuje się, że procesy biosyntezy zachodzą głównie w cytoplazmie pod kontrolą jądra. Rzuca to więc nowe światło na zagadnienie interakcji pomiędzy jądrem a cytoplazmą.

Wreszcie należy wspomnieć, że Sirlin i Waddington (1956) badając przy pomocy radioaktywnej metioniny syntezę białek w rozwijającym się kurczęciu, poparli ideę Caspersona o dominującej roli jądra w procesach syntezy białek.

INDUKCJA I RUCHY MORFOGENETYCZNE

W okresie różnicowania się zarodka poszczególne części jego komórek mogą reagować ze sobą. W wyniku tej reakcji może zmieniać się kierunek rozwoju jednej albo obu części. Tak u płazów interakcja pomiędzy komórkami ektodermy a mezodermy wywołuje indukcję tkanki nerwowej. Procesy indukcji są krańcowo skomplikowane i ich natura jest niezmiernie trudna do zanalizowania. Toczy się obszerna dyskusja, odkąd Brachet (1944) postawił hipotezę, że za indukcję odpowiedzialne są mikrosomy: duże cząsteczki złożone z kwasów nukleinowych i białek. Pojawiają się one u płazów w okresie gastrulacji, w okolicach organizatorów i w inwaginowanej mezodermie. Częstki te można później znaleźć w płytce nerwowej. Później Weiss (1947) postawił inną hipotezę, że procesy indukcji polegają głównie na interakcji powierzchni stykających się komórek. Wydaje się niewątpliwe, na podstawie obserwacji cytologicznych i immunologicznych, że procesy indukcji i różnicowania się komórek związane są z pojawieniem się specyficznych białek. Wykorzystując fakt, że miejsca syntezy można wykrywać przy pomocy aminokwasów zawierających radioaktywne izotopy, zaatakowano także i to zagadnienie. Na razie wyniki nie przemawiają ani za poglądami Bracheta ani Weissa.

Abercrombie i Causey (1950) wstrzykiwali zarodkom kurczęcia P^{32} , następnie części smugi pierwotnej tych zarodków wszczepiali do blastuli zarodków hodowanych normalnie. U gospodarza w ciągu dalszego rozwoju można było na podstawie radioaktywności wyróżnić komórki wszczepione, ale nie udało się wykazać, czy jakieś cząsteczki przechodzą do tkanek gospodarza. Waddington (1950) hodował drożdże na pożywkach zawierających P^{32} , następnie wysuszał je i wszczepiał do gastruli płazów. Wszczepiony radioaktywny materiał przechodził do indukowanych tkanek w ilościach dających się wyróżnić, ale badania nic nie mówią, czy przechodziły jony P^{32} , czy cząsteczki zawierające kwasy nukleinowe. Ficq (1954) wszczepiała u płazów organizatory kultywowane w radioaktywnych aminokwasach. Po kilku dniach tkanki gospodarza wykazywa-

ły radioaktywność. Przy tych doświadczeniach także nie jest pewne, czy przechodzą aminokwasy, czy jakieś większe cząsteczki. Niedawno Sirlin, Brahma i Waddington (1956) wszczepiali tkanki zarodków płazów kultywowanych w radioaktywnej glicynie, metioninie i adininie do blastocelu innych zarodków. Aminokwasy przechodziły z komórek wszczepionych do tkanek gospodarza; największa akumulacja występowała w presumptywnych komórkach systemu nerwowego. Ponadto aminokwasy skupiały się w jądrach tych komórek. Wskazuje to na pewną specyficzność przenikania do indukowanych tkanek, ale w formie innej aniżeli cząsteczki i nie masowo.

Wspomniałem już, że użycie tkanek kultywowanych w roztworach zawierających izotopy radioaktywne pozwala na odróżnienie komórek wszczepionych od tkanek gospodarza. Ten fakt stwarza możliwość badania ruchów morfogenetycznych. Sirlin (1956) hodował zarodki płazów w roztworach zawierających radioaktywną metioninę, następnie komórki ze sklepienia blastocelu tych zarodków wszczepiał do innych zarodków w różnych punktach powyżej wargi grzbietowej. Radioautogramy sporządzone z późniejszych stadiów rozwoju pozwalały wykryć komórki wszczepione, które znajdowały się w różnych okolicach zarodka, w systemie nerwowym czy przewodzie pokarmowym, zależnie od punktu wszczepienia. Dalsze opracowanie metod badania ruchów morfogenetycznych przy użyciu izotopów radioaktywnych może zastąpić klasyczne metody znakowania tkanek węglem czy barwikami przeżyciowymi, zwłaszcza przy heterotransplantacji.

ZAKOŃCZENIE

Zawsze, kiedy pojawiają się nowe metody badań, grono zainteresowanych dzieli się na dwie grupy: na tych, którzy próbują wprowadzić nowe metody, i na tych którzy spodziewają się za dużo albo za mało. Odnosnie zastosowania izotopów radioaktywnych w embriologii nie brak głosów zarówno skrajnie entuzjastycznych, jak i skrajnie przeciwnych.

Staralem się przedstawić osiągnięcia i możliwości, jakie stwarza zastosowanie izotopów radioaktywnych w badaniach rozwoju ontogenetycznego. I jeżeli spojrzymy na wszystkie rozdziały dotyczące różnych aspektów rozwoju, widzimy ograniczoność tych metod. Przy tym uderza kilka faktów. Na razie badania z izotopami raczej zetknęły nas z nowymi problemami, aniżeli rozwiązały dawne. Badania nic nie mówią o ilościowych stosunkach i jakościowych właściwościach substancji, z którymi izotopy wchodziły w kontakt w żywej komórce, co jest ważne. Wiadomo bowiem, że izotopy danego pierwiastka mogą się różnić nieco w swoich właściwościach chemicznych. W komórce mogą wchodzić w kontakt z jej atomami i molekułami i po drodze, zanim osiągną swoją definitywną lokalizację, mogą zmieniać ich właściwości. Przy tym z licznych badań wiemy, że tolerancja komórki jest ograniczona. Ale wszystkie te ujemne strony pozostają w granicach błędu doświadczenia i mogą być skorygowane przez badania biochemiczne czy biofizyczne. Przy pomocy izotopów radioaktywnych zbliżamy się do pełniejszego zrozumienia procesów ontogenetycznych, a jak dalece, tylko przyszłość odpowie.

LITERATURA CYTOWANA

1. Abelson P. H., 1947, *Permeability of eggs of Arbacia punctulata to radioactive phosphorus*, „Biol. Bull.“ 93: 203.
2. Abercrombie M. and G. Causey, 1950, *Identification of transplanted tissues in chick embryos by marking with phosphorus* — 32, „Nature“ 166: 229-230.
3. Brachet J. 1944, *Embryologie Chimique*, Masson. Paris.
4. Branson H., M. Brooks and P. F. Piper, 1950, *The order of utilization of phosphorus compounds in the egg by the chick embryo*, „Science“, 112: 367-368.
5. Céas M. P. and A. Naselli, 1958, *Incorporation of S³⁵-methionine in developmental stages of Discoglossus pictus*, „Acta Embryol. et Morphol. Exper.“ 1: 207-210.
6. Chambers E. L., 1949, *The uptake and loss of K⁴² in the unfertilized and fertilized eggs of Strongylocentrotus purpuratus and Arbacia punctulata*, „Biol. Bull.“ 97: 251-252.
7. Comar, C. L. and J. C. Driggers, 1949; *Secretion of radioactive calcium in the hen's egg*, „Science“ 109: 282.
8. Dent J. N. and C. W. Sheppard, 1957, *The distribution of lithium in amphibian gastrulae autoradiographically demonstrated*, „Jour. of Exper. Zool.“ Vol. 135, No 3.
9. Eakin R. M., P. B. Kutsky and W. E. Berg, 1951; *Protein metabolism in Amphibian embryo. II. Incorporation of methionine into protein of gastrulae*, „Proc. Soc. Exp. Biol. Med.“ 78: 502.
10. Epstein H. T. and J. J. Wolken, 1951, *A theoretical model phosphorus³² transport during early embryonic growth*, „J. Cell. and Comp. Physiol.“, 37: 195-209.
11. Feldman M. and C. H. Waddington, 1955; *The uptake of methionine-S³⁵ by the chick embryo and its inhibition by ethionine*, „Jeem“ 3, 44.
12. Ficq A., 1954; *Analyse de l'induction neurale par autoradiographie*, „Exper.“ 10, 20.
13. Flickinger R. A., 1954; *Utilization of C¹⁴O₂ by developing amphibian embryos, with special reference to regional incorporation into individual embryos*, „Exper. Cell Research“ 6: 172-180.
14. Grant F., 1954; *The distribution of phosphorus (P³¹ and P³²) in dorsal and ventral halves of the Rana pipiens gastrula*, „Biol. Bull.“ V. 106, No. 3: 318-322.
15. Hansborough L. A. and P. A. Nicholas, 1949; *The distribution of phosphorus³² in the early chick embryo in the presence of vitamin D*, „J. Exp. Zool.“ 112: 195-206.
16. Hevesy G. and L. Hahn, 1938; *Origin of phosphorus compounds in hens' eggs*, „Kgl. Danske Videnskab. Selsk. Biol. Medd.“, 14 (2): 1-39.
17. Hunt E. L. and J. J. Wolken, 1948; *The distribution of phosphorus³² in early chick embryos*, „J. Exp. Zool.“, 109: 109-118.
18. Johnston P. M. and C. L. Comar, 1957; *Autoradiographic studies of the utilisation of S³⁵-sulfate by the chick embryo*, „J. of Biophys. and Bioch. Cytol.“ Vol. 3, No. 2: 231-238.
19. Kemp N. K., 1955; *Incorporation of radioactive glycine into proteins of the frog oocytes*, „Science“ Vol. 121, No. 3144.

20. Lorenz F. W., I. Perlman and L. L. Chaikoff, 1942; *Phosphorus deposition in the egg as measured with radioactive phosphorus*, „Am. J. Physiol.“ 133: 318-327.
21. Nakano E. and A. Monroy, 1958; *Incorporation of S^{35} -methionine in the cell fractions of sea urchin eggs and embryos*. „Exp. Cell. Research“. 14: 236-244.
22. Nielson P. E., 1942; *A study with radioactive phosphorus of the permeability of the rat placenta to phospholipid*. „Am. J. Physiol.“ 135: 607-675.
23. Odeblad E., 1952; *Unfertilized rabbit ova in S^{35} autoradiography*, „Exp. Cell. Res.“ 3: 694-695.
24. Pommerenke W. T., P. F. Hahn, W. F. Bale and W. M. Balfour, 1942; *Transmission of radio-active iron to the human fetus*, „Am. J. Physiol.“ 137: 164-170.
25. Popjak G., 1947; *Synthesis of phospholipids in the foetus*, „Nature“ 160: 841-842.
26. Risley P. L., 1955; *Autoradiographs of hamster spermatozoa*, „J. of Cell. a. Comp. Physiol.“ Vol. 45, No. 1.
27. Sirlin J. L., 1956; *Tracing morphogenetic movements by means of labelled cells*, „Roux. Archiv f. Entw.“ Bd. 148: 489-493.
28. Sirlin J. L., S. K. Brachma and C. H. Waddington, 1956; *Studies on embryonic induction using radioactive tracers*, „J. Embry. a. Exp. Morph.“ Vol. 4, P 3; 248-253.
29. Sirlin J. L., and C. H. Waddington, 1954; *Nuclear uptake of glycine- $2^{14}C$ in the newt embryo*, „Nature“ Vol. 174: 309.
— 1956; *Cell sites of protein synthesis in the early chick embryo, as indicated by autoradiographs*, „Exper. Cell. Res.“, 11: 197-205.
30. Smith E. E. and P. Gray, 1948; *The distribution of copper 64 in early embryo chicks*, „J. Exp. Zool.“ 107: 183-216
31. Spinks J. W. T., M. R. Berlie and J. B. O'Neil, 1949, *Determination of the fate of calcium in the laying hen by means of radiocalcium (Ca^{45})*. „Science“ 110: 332-333.
32. Thomason D., 1957; *The penetration of phosphate into whole and dissected amphibian embryos*, „J. Embryol. Exp. Morphol.“ Vol. 5, P. 2: 153-170.
33. Tyler A., and A. Monroy, 1956; *Change in rate of release of K^{42} upon fertilization in egg *Arbacia punctata**, „Biol. Bull.“ Vol. 111. No 2.
34. Waddington C. H., 1950; *Passage of P-32 from dried yeast into amphibian gastrula ectoderm*, „Nature“ 166: 566.
35. Wasserman R. H., C. L. Comar, M. M. Nold and F. W. Lengemann, 1957; *Placental transfer of calcium and strontium in the rat and rabbit*, „Amer. Jour. of Physiol.“ Vol. 189, No. 1: 91-97.
36. Weiss P., 1947, *The problem of specificity in growth and development*, „Yale J. Biol. Med.“ 19: 235-260.
37. Wolken J. J., 1950; *Effect of temperature on P^{32} transport phenomena in fertile and infertile eggs.*, „I. J. Cell. and Comp. Physiol.“ 36: 271-278.
38. Vosburgh, G. J. and L. B. Flexner, 1950; *Maternal plasma as a source of iron for the foetal guinea pig.*, „Am. J. Physiol.“ 161: 202-211.

Z NOWSZYCH ROZWAŻAŃ NAD EWOLUCJĄ OWADÓW

We wszystkich swoich pracach poświęconych zagadnieniom filogenezy świata zwierzęcego Gilarow główną wagę przywiązuje do zmienności warunków bytowania, pod wpływem których przebiegała ewolucja. Wysunął on, jak wiadomo, tezę o swoistości środowiska glebowego, które stanowi ogniwo łączące środowisko wodne z lądowym. Na poparcie tej tezy przytacza bogate materiały o charakterze zarówno ogólnym jak i szczegółowym. W swej pracy z r. 1949 pt. *Swoistość gleby jako środowiska i jej znaczenie dla ewolucji owadów*, jak zresztą i w innych publikacjach, daje on bardzo dokładną analizę właściwości gleby i rozwoju różnych przystosowań u zwierząt bytujących w glebie, przegląd niektórych grup zwierzęcych w aspekcie ewolucyjnym, tzn. od form wodnych poprzez glebowe do lądowych, oraz szczegółowe omówienie warunków ekologicznych pochodzenia owadów poczynsz od organizmów wodnych o cechach pierścienic. Dużo też miejsca poświęca sposobowi życia i funkcjom poszczególnych stadiów rozwojowych owadów w zależności od środowiska ich bytowania.

Bardziej szczegółowych zagadnień, ale również zmierzających do uzasadnienia postawionej tezy, dotyczą prace pt. *Ewolucja rozwoju pozazarodkowego i typy larw owadów* oraz *Ewolucja charakteru zapłodnienia u stawonogów lądowych*. Ta druga praca przynosi interesujące materiały, toteż chcę ją omówić bardziej szczegółowo.

Na wstępie autor podaje przykłady różnych sposobów zapłodnienia¹.

I tak organizmy wodne, jak wieloszczety, szkarłupnie i większość ryb, cechuje zaplemnienie zewnętrzne, tzn. samce wydają produkty rozrodcze do wody, po czym spermatozoidy poruszając się czynnie docierają do jaj. W wielu wypadkach wydalenie produktów rozrodczych następuje w dowolnym miejscu, niezależnie od znajdowania się w nim partnera. Występuje to szczególnie często u gatunków o dużej liczebności i u form osiadłych. U form posiadających zdolność do poruszania się i o mniejszej liczebności większą gwarancję zaplemnienia daje łą-

¹ Gilarow zwraca uwagę, że termin „zapłodnienie“ używany jest w dwóch znaczeniach, a mianowicie na określenie samego procesu cytologicznego zapłodnienia oraz w sensie szerszym, na określenie zjawisk odnoszących się do wydalenia spermy i sposobów jej dotarcia do jaja (inseminacja, zaplemnienie). W referowanej pracy Gilarow przedstawia właśnie to drugie zjawisko i dlatego używam terminu „zaplemnienie“.

czenie się w pary, np. tarło u ryb, albo skupianie się w pewnych miejscach, tzw. miejscach rozrodu. Ten drugi typ zapłodnienia autor nazywa wybiórczym i w obrębie jego wyróżnia:

- 1) zaplemnienie zewnętrzne — np. ryby,
- 2) zaplemnienie zewnętrzno-wewnętrzne — liczne pijawki,
- 3) zaplemnienie spermatoforowe — skorupiaki, głowonogi,
- 4) zaplemnienie właściwe wewnętrzne — mięczaki przodoskrzelne.

Zaplemnienie wewnętrzne jest najbardziej niezawodne, ale przy nim zostaje zapłodniona tylko ograniczona ilość komórek jajowych.

Dla zwierząt lądowych charakterystyczne jest zaplemnienie wewnętrzne, które jest nieodzownym warunkiem uniezależnienia się zwierzęcia od środowiska wodnego.

W typie stawonogów zaplemnienie wewnętrzne jest bardzo rozpowszechnione, ze stawonogów zaś wodnych tylko bardzo wyspecjalizowane, jak *Cirripedia* i krótkoodwłokowce z *Decapoda*, posiadają zaplemnienie wewnętrzne.

Z zasady zaplemnienie u stawonogów lądowych odbywa się w organizmie samicy, jednakże w różnych grupach stawonogów następuje ono w sposób różny i przy udziale nawet niehomologicznych organów, tak że Beklemiszew miał podstawy do twierdzenia, iż stawonogi pochodzą od niższych pierścienic, tj. organizmów o zaplemnieniu zewnętrznym i nie posiadających narządu kopulacyjnego. Różnorodność przystosowań w procesie zaplemnienia świadczyłaby o tym, że powstały one z różnych gałęzi tego podtypu. Świadczyłby o tym również fakt, że chociażby w obrębie gromady owadów u ważek występują organa odrębnego typu, jakich nie spotykamy u innych grup.

Gilarow (1948) już poprzednio wysunął tezę, że w ewolucji stawonogów lądowych gleba odegrała rolę fazy pośredniej pomiędzy środowiskiem wodnym a lądowym. Gleba to układ trzech faz (stałej, powietrznej i wodnej). Powietrze w glebie jest nasycone parą wodną, skutkiem czego niedosyt wilgotności występuje rzadko i tylko w górnej warstwie przy znacznym podniesieniu się temperatury jest on zresztą szybko kompensowany dzięki występowaniu w glebie wody pod kilkoma postaciami.

Wiele cech fizjologicznych zwierząt glebowych, jak np. przepuszczalność okryw ciała dla wody, soli i gazów, przypomina te właściwości u zwierząt wodnych. W charakterze zaplemnienia zwierząt glebowych również mogły powstać cechy zbliżające je do organizmów wodnych, gdyż w chodnikach glebowych panuje 100% wilgotność, co zapewnia, przynajmniej na krótki czas, zachowanie żywotności spermy. Jednakże gdyby sperma była wyrzucana wprost do gleby, spermatozoidy nie mogłyby się poruszać, gdyż następowałaby ich adsorpcja (wiadomo, że pierwotniaki są adsorbowane przez grudki ziemi wraz z małymi kropelkami wody, a czynne są tylko przy całkowitym nasyceniu gleby wodą). Przy nasyceniu gleby wodą stawonogi glebowe nie są czynne, a poza tym przy zbyt dużej wilgotności spermatozoidy byłyby narażone na zakażenie różnymi drobnoustrojami.

W glebie więc może istnieć tylko sposób pośredni pomiędzy wewnętrznym a zewnętrznym zaplemnieniem. Swoistym przykładem takiego sposobu mogą być *Lumbricidae*, u których pierwszy etap przypo-

mina zaplemnienie wewnętrzne, drugi zaś — zewnętrzne (środowiskiem, w którym przebiega zaplemnienie jaja, jest tu ciecz kokonu). U niższych stawonogów glebowych proces zaplemnienia ma właśnie ten charakter „pośredni“, tzn. w pierwszej fazie (wyprowadzenie spermy z gonad i przewodów samca) jest zewnętrzny, w drugiej zaś (złanie się spermatozoidu z jajem) — wewnętrzny. Można to poprzeć wielu przykładami.

I tak współczesne *Xiphosura* (np. *Limulus*) mają zaplemnienie zewnętrzne. Spokrewnione z nimi *Chelicerata*, np. skorpiony, żyją w miejscach wilgotnych w powierzchniowej warstwie gleby. Proces zaplemnienia u nich poznano dopiero niedawno na przykładzie *Euscorpius italicus*. Samiec zaczepia swoje *pedipalpi* za *pedipalpi* samicy, po czym szybkim ruchem przyciska odwłok do podłoża, obmacuje je grzebykami i wydala spermatorfor. Następnie przeciąga nad złożonym spermatorforem samicy w ten sposób, aby się on znalazł pod otworem płciowym samicy. Przykrywka otworu płciowego samicy otwiera się i jej grzebyki natrafiają na spermatorfor. W tym momencie samica gwałtownym ruchem się wyrzuca, pokrywka zaczepia za spermatorfor i krople spermy zostają wcisnięte do dróg rodnych samicy. A więc typowo wyrażone są dwa momenty: zewnętrzny i wewnętrzny.

W podobny sposób przebiega zapłodnienie u *Pseudoscorpionidea*.

U *Solifuga* nie zachodzi przenikanie spermatorforów wprost z podłoża do dróg samicy, lecz samiec najpierw wydziela spermę na podłoże, następnie zbiera ją za pomocą *chelicerae* i przenosi do narządów samicy. Moment aktywnego wprowadzania spermy do narządów samicy jest już raczej cechą zaplemnienia wewnętrznego.

Wewnętrzne zaplemnienie u *Araneina* należy uważać za dalszą ewolucję w kierunku zabezpieczenia spermy przed przebywaniem w środowisku o niedostatecznej wilgotności. Niektóre pająki najpierw wypuszczają kropelkę spermy na siatkę z pajęczyny, inne bezpośrednio z otworu genitalnego wciągają spermę do zbiornika znajdującego się na *pedipalpi*.

U *Chelicerata* więc ewolucja zaplemnienia przebiega wyraźnie: u wodnych jest ono zewnętrzne, u żyjących w glebie i ściółce — zewnętrzno-wewnętrzne i u przebywających na powierzchni gleby — wewnętrzne.

U *Acarina* przebywających w glebie ustalono zewnętrzno-wewnętrzne zaplemnienie. Np. u *Oribatidae* samce składają na grudki gleby buławkowate, przypominające nieco grzybnie, spermatorfory. Samiec dotyka podłoża płytką genitalną, wydziela najpierw ciecz, która przy podnoszeniu tylnej części ciała zastyga w niteczkę, na końcu której umieszczona jest banieczka ze spermą. Samice przechodząc nad spermatorforami wchłaniają je za pomocą swych otworów genitalnych. Spermatorfory są odkładane wszędzie, niezależnie od obecności samic (podobnie jak u niektórych wodnych).

U *Gamasidae* spermatorfory są przenoszone przez samce za pomocą *chelicerae*. U *Ricinulei* do kopulacji jest przystosowana III para nóg chodzących. Wewnętrzne zaplemnienie u *Ixodes* uwarunkowane jest ektopasożytniczym trybem życia i wykazuje korelację z innymi przystosowaniami do życia w suchym środowisku, np. rozwój kutikuli, układu trachealnego itd.

Przytoczone przykłady świadczą, że u *Acarina* też są przejścia od typu zaplemnienia zewnętrzno-wewnętrznego do wewnętrznego.

Wśród *Myriapoda* zaplemnienie nie jest poznane u wszystkich grup. Interesujący przykład stanowi *Polyxenus lagurus* z *Diplopoda*, żyjący w glebie, butwiejącym drewnie lub też w innych wilgotnych miejscach. Samiec w okresie rozmnażania wydziela nici przędzy, które naciąga zygzakowato pomiędzy grudkami gleby. Następnie na nici zawiesza 2—3 kropelki spermy, którą samice wchłaniają za pomocą gonoporów. Samce napotykać naci ze spermy, zjadają ją, po czym zakładają nowe nici i pozostawiają własną spernę. W ten sposób następuje ciągłe odnawianie spermy. Podobnie zachodzi zaplemnienie u *Lophoproctus*. Są to typowe przykłady zaplemnienia zewnętrzno-wewnętrznego. W świetle tych danych opisywany przez Beklemiszewa i Wiggleswortha organ kopulacyjny *Pselaphognatha* faktycznie nim nie jest, ale prawdopodobnie służy tylko do umieszczania spermy na nici.

U innych *Diplopoda*, przebywających w środowisku bardziej otwartym, przenoszenie spermy odbywa się za pomocą odnoży, przy czym biorą udział różne ich pary, co świadczy, że przejście do zaplemnienia wewnętrznego u różnych grup przebiegało w sposób odmienny.

Brak jest danych o zaplemnieniu u *Chilopoda*. Na podstawie organu uważanego za *penis* przyjmuje się występowanie zaplemnienia wewnętrznego, jednakże kopulacja nie była obserwowana.

U *Geophilomorpha* — grupy prymitywnej — zaplemnienie odbywa się przez składanie spermatoforów na przędzę. U *Scutigera* samiec odkłada spermatofor w postaci kropelki na glebę, a później popycha nań samicę, dopóki ona nie wchłonie go gonoporem.

Wśród owadów zaznacza się duża różnorodność sposobów zaplemnienia, a przy tym brak jest danych o filogenetycznych związkach między grupami o różnych sposobach kopulacji. Zdaniem Gilarowa ewolucję zaplemnienia u owadów można zrozumieć dopiero po dokładnym poznaniu zaplemnienia u grupy związanej z glebą, tj. u *Apterygota*.

I tak *Collembola-Arthropleona* posiadają zaplemnienie zewnętrzno-wewnętrzne, nie poprzedzone kopulacją. Samce co pewien czas odkładają kropelki spermy na nitkowatych nóżkach, przy czym wydalenie spermatoforów odbywa się niezależnie od obecności samicy. Samica wchłaniając gonoporem spermatofor rozpuszcza jego otoczkę. Samica nie dokonuje wyboru spermatoforów, lecz wchłania każdy napotkany. Ponieważ jednak w okresie rozmnażania się owady te skupiają się, zapewnia to możliwość krzyżowego zapłodnienia.

U *Collembola-Symphylona* występuje kopulacja, a u *Sminthuridae* nawet dimorfizm płciowy. Zaplemnienie odbywa się za pomocą spermatoforów.

Collembola więc wykazują również przejście od niewybiórczego zewnętrzno-wewnętrznego zaplemnienia z rozrzucaniem spermatoforów niezależnie od obecności samicy do zewnętrzno-wewnętrznego wybiórczego z kopulacją.

Diplura, np. *Campodea*, również odkładają spermatofory, otoczone skórzastą osłonką, zaopatrzoną w wystającą nić, ułatwiającą utworzenie spermatoforu. Składanie spermatoforów odbywa się tylko w obecności samicy lub wkrótce po spotkaniu z samicą. Samice poruszając się dotykają

spermatoforów, które przy tym pękają. A więc i u takich typowo glebowych form, jak *Campodea*, zachodzi również niewybiórcze, zewnętrzno-wewnętrzne zaplemnienie.

U *Thysanura* samce mają przysadki płciowe i na tej podstawie sądzono, że występuje u nich połączone z kopulacją zaplemnienie wewnętrzne. Dokładniejsze jednak badania wykazały, że jest ono zewnętrzno-wewnętrzne. I tak u *Machilidae* samiec umieszcza spermę na nici, samica ustawia się równolegle do nici i wówczas samiec bądź pocierając nią czułkami strząsa spermę do otworu samicy, bądź też czułkami ją przenosi. U *Lepismachilis* zaplemnienie ma przebieg podobny, tylko przenoszenie spermy odbywa się za pomocą szczeci odwłokowych. U *Lepismatidae* samiec umieszcza spermatofor w chodnikach, samica zaś zrywa je za pomocą pokładelka.

Dla wszystkich grup *Apterygota* charakterystyczne jest zewnętrzno-wewnętrzne zaplemnienie. Ogólną zasadą jest, że zarówno spermatofory jak i krople spermy nie są umieszczane wprost na podłożu, lecz na niciach przędzy lub nitkowanych podstawkach, co zapobiega absorpcji i zakażeniu.

To, że typ zewnętrzno-wewnętrznego zaplemnienia występuje właśnie u owadów glebowych, świadczy z jednej strony o pierwotności tego sposobu dla zwierząt, które przeszły do życia poza wodą, a z drugiej dowodzi związku z zaplemnieniem zewnętrznym wodnych *Articulata*.

Pterygota posiadają postać dorosłą, która zazwyczaj jest otoczona atmosferą, a więc niemożliwe jest zaplemnienie zewnętrzno-wewnętrzne i powstają przystosowania do zaplemnienia wewnętrznego, które jednak filogenetycznie wiąże się z zewnętrzno-wewnętrznym, na co można znaleźć dowody zarówno wśród przedstawicieli *Hemimetabola* jak i *Holometabola*.

Blattoidea stanowią wśród *Pterygota* jedną ze starych grup i posiadają cechy prymitywne. Żabiński (1933) wykazał, co ostatnio zostało potwierdzone również przez nowsze badania, że karaczany posiadają spermatofory. W czasie kopulacji samica „zbiera“ (prawdopodobnie za pomocą pokładelka) spermatofor z przysadek płciowych samca (podobnie jak u *Lepisma*).

U *Manthoidea* i *Phasmoidea* podczas kopulacji samiec umieszcza spermatofor u nasady pokładelka samicy.

U *Orthoptera*, np. *Grylloidea*, samiec za pomocą swych przysadek płciowych przenosi spermatofor do otworu płciowego samicy. Wchłonięcie części spermatoforu odbywa się podobnie jak u *Apterygota*. Resztki spermatoforu samica zjada.

U *Locustidae* spermatofory formują się podczas kopulacji. Spermatofor jest otoczony kleistą substancją — *spermatofilax*, którą samica najpierw zjada i w czasie zjadania sperma wylewa się do przewodów rozrodczych samicy.

U szarańczakowatych obecność spermatoforów znana była już w początkach bieżącego stulecia. Wytwarzanie spermatoforów i ich wprowadzanie do ciała samicy w różnych grupach szarańczakowatych jest różne. Ogólnie można powiedzieć, że u bardziej prymitywnych *Saltatoria* spermatofory są przyczepiane od zewnątrz przy otworach płciowych samicy (pozostałość po zewnętrzno-wewnętrznym zaplemnieniu). U szarańczakowatych bądź cały spermatofor w czasie kopulacji zostaje wprowadzony do ciała samicy, bądź tylko jego zawartość, tj. mimo obecności spermatoforu zaplemnienie staje się wewnętrzne.

U innych *Hemimetabola*, np. u *Embiodea*, podczas kopulacji służy wydzielony z dodatkowych gruczołów samca tworzy mostek, tzw. spermatofragmę, przez który spermatozoidy z samca przechodzą do samicy. Zasadniczo więc jest to zaplemnienie wewnętrzne.

U termitów jest zaplemnienie wewnętrzne bez spermatoforów. U *Copeognatha* występują spermatofory. Również swoiste spermatofory opisano ostatnio dla wszolów i wszy.

U *Rhynchota* w zasadzie zapłodnienie odbywa się bez spermatoforów, ale u niektórych jak np. *Chermes*, *Rhodnius*, zachowały się spermatofory. *Thysanoptera* spermatoforów nie mają.

Charakterystyczny przebieg ma zaplemnienie u ważek. Samiec najpierw przenosi spermę (spermatofor) z otworu genitalnego do organu kopulacyjnego na II-III segmencie odwłoka. W locie samica podgina swój odwłok i samiec wprowadza spermatofor. U tych więc owadów zaplemnienie wewnętrzne powstało prawdopodobnie na gruncie zewnętrzno-wewnętrznego, kiedy spermatofor był umieszczany na ciele samca, a samica swoimi przysadkami piciowymi go zbierała. W każdym razie ta grupa owadów odchyła się od innych *Pterygota* i słusznie je wydzielił Martynow jako grupę heterogeniczną.

Wśród *Holometabola* wiele cech prymitywnych wykazują *Neuropteroidea*, w obrębie których występuje zapłodnienie za pomocą spermatoforów, podobnie jak u *Orthoptera*. Dobrze poznano przebieg zaplemnienia u *Sialis lutaria*. Samiec zasadniczo tylko przylepia spermatofor przy *bursa copulatrix* samicy. Po kopulacji samica za pomocą żuwaczek rozrywa spermatofor, zjada jego resztki, a sperma służy do *bursa*. Często w czasie kopulacji przylatują inne samce i przylepiają swoje spermatofory w dowolnym miejscu (cecha prymitywna — *Peripatus* lub pijawki). U *Osmylidae* samica wchłania spermatofor za pomocą *valvae*, resztę spermatoforu zjada. U niektórych spermatofor jest zaopatrzony w spermatofilax (część przeznaczoną na zjedzenie) podobnie jak u *Locustidae*. Podobnie przebiega zaplemnienie u *Sisyridae* i *Mantispidae*. U *Chrysopodidae* zaplemnienie odbywa się również za pomocą spermatoforów.

U wyższych *Holometabola* zawsze jest zaplemnienie wewnętrzne, gdyż samiec czynnie wprowadza spermę do narządów samicy. Przy zaplemnieniu wewnętrznym spermatofory mogą występować albo może ich nie być. Np. z chrząszczy *Dyticus marginalis* i *Phyllopertha horticola* posiadają je, u innych zaś, jak np. u *Tenebrio molitor*, ich brak. Podobnie wśród błonkówek pszczoły posiadają spermatofory wewnętrzne, *Athalia lineolata* zaś ich nie ma. U *Lepidoptera* i niektórych *Trichoptera* spermatofory występują. Poprzednio sądzono, że u muchówek brak spermatoforów, okazało się jednak, że i w obrębie tego rzędu niektóre gatunki (np. *Culicoides nubeculosus*) je posiadają.

Przytoczone dane pozwalają na prześledzenie przebiegu ewolucji zaplemnienia u owadów. U przodków owadów, można przypuszczać, występowało zaplemnienie zewnętrzno-wewnętrzne z odkładaniem spermatoforów lub kropli spermy na przedzdy, jak to widzieliśmy u *Apterygota* i innych niższych stawonogów glebowych. W najprostszym przypadku było to zaplemnienie niewybiórcze, jak np. u *Campodea*. Przejście do życia w bardziej suchym środowisku (np. w ściółce) spowodowało wytworzenie przystosowań zapobiegających długiemu przebywaniu spermy w suchym oto-

czeniu. Do takich należy aktywne naprowadzanie samicy na złożony przez samca spermatofor (*Lepisma*, *Poduridae*) lub też przenoszenie spermy przez samca w okolice otworu genitalnego samicy za pomocą różnych przysadek. Z przejściem stadiów imaginalnych owadów do życia w otoczeniu atmosfery, a więc już prawdopodobnie u *Protopterygota*, rozwinęły się przystosowania, dzięki którym jeszcze bardziej skrócił się czas przebywania spermy w środowisku suchym. I już wówczas zaszła prawdopodobnie dywergencja w tych przystosowaniach, na co dowodu dostarczają chociażby ważki. Inne grupy miały bardziej jednolity typ zaplemnienia, polegający na przymocowaniu spermatoforu przy otworze genitalnym samicy, który ona czynnie wchłaniała. Taki sposób zachował się u niższych *Hemimetabola* (*Orthoptera*) i u niższych *Holometabola* (*Neuropteroidea*). Podobieństwo w budowie spermatoforu i w zachowaniu się owadów podczas zaplemnienia świadczy o więzach rodowych między poszczególnymi grupami.

Dalsza ewolucja przebiegała w kierunku zupełnego odizolowania spermatoforów od środowiska zewnętrznego i przekazywania ich bezpośrednie z przewodów samca do ciała samicy. Ponieważ w obrębie trzech rzędów obecność spermatoforów stwierdzono u rodzin prymitywniejszych, należy przyjąć, że zaplemnienie bez spermatoforów jest rozwojowo młodsze.

Przy zaplemnieniu wewnętrznym możliwe są wtórne zmiany, jak to jest u *Cimex lectularius*, gdzie sperma zostaje wprowadzona nie do organów rozrodczych samicy, lecz do tzw. organu *Ribaga* (między IV i V seg.), skąd spermatozoidy aktywnie przenikają do ciała i wędrują do woreczka nasiennego (jakby uwstecznienie i upodobnienie do *Onychophora*).

Dla uzyskania pełnego obrazu ewolucji zaplemnienia należy jeszcze wspomnieć o zaplemnieniu u *Onychophora*, które stoją blisko *Arthropoda*. Samce umieszczają spermatofory na powierzchni ciała samicy, te przenikają przez osłonę ciała do wewnątrz i migrują w kierunku jajników. Chociaż ten sposób różni się od zapłodnienia u stawonogów glebowych, jednakże może być rozpatrywany jako prymitywny typ zewnętrzno-wewnętrzny zaplemnienia.

Zależność pomiędzy typem zaplemnienia a środowiskiem bytowania głównych grup *Articulata* przedstawia się następująco:

Morskie *Polychaeta* posiadają zaplemnienie zewnętrzne.

Glebowe *Lumbricidae* posiadają zaplemnienie wewnętrzne (w kokonie), poprzedzone pozornie wewnętrznym zaplemnieniem.

Pijawki — prymitywne zewnętrzno-wewnętrzne zaplemnienie.

Onychophora — prymitywne zewnętrzno-wewnętrzne zaplemnienie.

Wśród stawonogów wodnych występują różne typy zaplemnienia. U *Decapoda* występuje zaplemnienie zewnętrzne, mimo że są przenoszone spermatofory. U raka rzeczno-słodkowodnego spermatofory są przyklejane do ciała samicy poza jej otworem płciowym i w czasie składania jaj zapłodnienie następuje poza organizmem samicy. Są też formy morskie o typowo wewnętrznym zaplemnieniu, np. *Cirripedia*.

Wewnętrzne zaplemnienie za pomocą spermatoforów pozwoliło na wyjście na ląd niektórym przedstawicielom *Isopoda* i *Amphipoda*, jak np. *Oniscoidea* i *Orchestiae*.

Tardigrada wodne posiadają zaplemnienie zewnętrzne, mieszkańcy zaś gleby i mchów — wewnętrzne.

Z *Chelicerata* gromada *Xiphosura* cechuje się zaplemnieniem zewnętrznym. U *Arachnomorpha*, u grup przebywających w glebie, występuje zewnętrzno-wewnętrzne zaplemnienie (skorpiony, zaleszczotki), u przebywających w bardziej suchym otoczeniu (*Solifuga*, *Mesostigmata*) lub w zupełnie suchym (*Araneina*, *Ixodida*) sperma jest przenoszona do narządów samicy, przy czym do jej przenoszenia służą samcom różne przysadki (*chelicerae* u *Solifuga* i *Mesostigmata*, *pedipalpi* u pajaków właściwych, odnóża tułowiowe u *Ricinulei*). Zaplemnienie na ogół zbliża się do wewnętrznego, a u pajaków staje się nim rzeczywiście.

U wijów przebywających w glebie lub w substancjach butwiejących jest zaplemnienie zewnętrzno-wewnętrzne, natomiast u wyższych *Diplopoda* (*Juloidea*) można je uważać za wewnętrzne.

W gromadzie owadów u *Apterygota* glebowych jest zaplemnienie zewnętrzno-wewnętrzne, często o charakterze niewybiórczym, a tylko u wychodzących na powierzchnię *Machilidae* samiec przenosi czynnie spermę do *porus genitalis* samicy.

Wśród owadów przebywających w bardziej wilgotnym środowisku, i to zarówno u *Hemimetabola* jak i u *Holometabola*, spermatofory są przyczepione do zewnętrznej powierzchni odwłoku samicy obok *porus genitalis*, u owadów zaś żyjących w środowiskach bardziej suchych są one przenoszone bezpośrednio do przewodów samicy.

Ogólnie więc można powiedzieć, że w środowisku wodnym możliwe jest zaplemnienie zewnętrzne (choć zdarza się i wewnętrzne), natomiast na lądzie możliwe jest tylko wewnętrzne. U mieszkańców gleby i podobnych środowisk wytworzyły się przejściowe typy zaplemnienia, jak pozornie wewnętrzno-zewnętrzne (*Lumbricidae*) i zewnętrzno-wewnętrzne (niższe stawonogi lądowe).

Porównując pajęczaki, wiję i owady widzimy, że wyjściowym typem było zewnętrzno-wewnętrzne zaplemnienie, właściwe dla mieszkańców gleby, typ zaś wewnętrzny rozwija się w każdej grupie w sposób swoisty na podstawie typu wyjściowego.

Ze zwierząt wodnych na ląd łatwo wychodzą te formy, u których sposób zaplemnienia w wodzie jest zbliżony do wewnętrznego.

Poznanie właściwości zaplemnienia niższych stawonogów glebowych przynosi nowe dane świadczące o specyfice środowiska glebowego i jego roli w filogenetycznym rozwoju stawonogów lądowych.

Załączona niżej tabela ilustruje częstość występowania różnych typów zaplemnienia u różnych grup stawonogów.

Zestawienie to wskazuje, że ewolucja sposobów zaplemnienia w różnych gromadach stawonogów przebiegała według podobnych zasad. Nawet poszczególne przystosowania, zdawałoby się, bardzo specyficzne, rozwijają się w różnych grupach równolegle. Np. odkładanie spermy na przedzie występuje u *Araneina*, *Diplopoda*, *Chilopoda* i *Insecta* (*Machilidae*). *Penis* początkowo odgrywa rolę narządu umieszczającego spermę na przedzie bądź narządu ułatwiającego przekazanie spermy (spermatoforu) gonopodium. Cechą charakterystyczną jest również przystosowanie do przenoszenia spermy za pomocą niehomologicznych i nie związanych z gonadami kończyn (*chelicerae*, *pedipalpi*, nogi chodowe, nogi VII-

VIII segmentu *Juloidea*, palpi, szczecinki odwłokowe). Naprowadzanie samicy przez samca na odłożony spermatofor występuje zarówno u niższych *Chelicerata* jak i u niższych *Insecta*.

Zaplemnienie wewnętrzne rozwija się według następującego szeregu procesów — podsuwanie od spodu spermatoforu zewnętrznego (*Blattoidea*, *Grylloidea*, *Locustoidea-Megaloptera*, *Planipennia*, wprowadzenie

Charakter zaplemnienia w różnych gromadach stawonogów lądowych

Grupa	Zewnątrz.— wewnątrz. (bez przeno- szenia spermy lub spermatofo- ru przez samca)	Wewnętrzne po- średnie (z przeno- szeniem spermy lub spermatoforów za pomocą przy- sadek nie związa- nych z narząd. rozrod.)	Wewnętrzne proste ze spermatoforami zew- nętrznymi	Wewnętrzne bezpośred- nie z zew- nętrznymi spermatoforami	Wewnętrzne bezpośred- nie bez sper- matoforów
<i>Chelicerata</i> bez <i>Acarina</i>	<i>Scorpiones</i> <i>Pseudoscorpiones</i>	<i>Solifuga</i> <i>Araneina</i>	—	—	<i>Opilionida</i> (<i>Platybunus</i>)
<i>Acarina</i>	<i>Trombiculidae</i> <i>Oribatidae</i>	<i>Mesostigmata</i> <i>Ixodida</i> , <i>Ricinulei</i>	—	—	—
<i>Diplopoda</i>	<i>Pselaphognatha</i>	<i>Juloidea</i>	—	—	—
<i>Chilopoda</i>	<i>Geophilomorpha</i> , <i>Scutigeridae</i>	—	—	—	—
<i>Insecta</i> <i>Apterygota</i>	<i>Collembola</i> , <i>Campodeidae</i> , <i>Lepismatidae</i>	<i>Machilidae</i>	—	—	—
<i>Hemimetabola</i>	—	(<i>Odonata</i>)	<i>Blattoidea</i> , <i>Orthoptera-Ensifera</i> , (<i>Enbiae</i>)	<i>Acridoidea</i> <i>Copeognatha</i> <i>Rhynchota</i> (part.)	<i>Rhynchota</i> (większość) <i>Thysanoptera</i> (<i>Ephe-meroptera</i>)
<i>Holometabola</i>	—	—	<i>Megaloptera</i> <i>Neuroptera-Planipennia</i> (większość)	<i>Lepidoptera</i> <i>Trichoptera</i> (part.), <i>Coleoptera</i> (part.), <i>Hymenoptera</i> (part.)	<i>Trichoptera</i> (part.), <i>Mecoptera</i> , <i>Coleoptera</i> (większość), <i>Hymenoptera</i> <i>Diptera</i> (większość)

spermatoforu do przewodów samicy), *Acridoidea*, część *Rhynchota* i *Lepidoptera*, część *Coleoptera*) wprowadzenie spermy do przewodów samicy (część *Rhynchota*, *Thysanoptera*, *Coleoptera*, większość *Diptera*).

Równoległość ta wskazuje, że przy podobieństwie ogólnego „planu budowy” danego typu analogiczne zmiany środowiska w ciągu rozwoju rodowego określają również kierunek ewolucji, jak to jest w danym szczegółowym przypadku sposobów zaplemnienia. Ewolucją kierują więc zależności zachodzące pomiędzy organizmem a środowiskiem.

Wyróżniając u stawonogów zaplemnienie zewnętrzne, zewnętrzno-wewnętrzne i wewnętrzne, zależność pomiędzy środowiskiem a typem zaplemnienia u przeważających w nim form stawonogów można przedstawić w następującym schemacie:

zaplemnienie zewnętrzne	środowisko wodne
„ zewnętrz.-wewn.	„ glebowe
„ wewnętrzne	„ lądowe

W przejściu od życia w wodzie poprzez glebę do życia na lądzie ewolucja stworzyła w różnych grupach typu stawonogów prawidłowe przejście od zaplemnienia zewnętrznego poprzez zewnętrzno-wewnętrzne do zaplemnienia wewnętrznego.

LITERATURA

1. Gilarow M. S. *Rol poczwry w prociessie pieriechoda bezpозwonocznych od wodnogo obraza żizni k naziemnomu*. Izd. Akad. Nauk SSSR, ser. bioł. Nr. 3, 1949.
2. Gilarow M. S. *Osobiennosti poczwry kak sriedy obitaniija i jejo znaczenije w ewolucii nasiekomych*. Izd. Akad. Nauk SSSR, 1949.
3. Gilarow M. S., *Ewolucja postiembrionalnogo razwitija i typy liczinok nasiekomych*. „Zool. Żurnał” t. XXXVI, Nr. 11, 1957.
4. Gilarow M. S., *Ewolucja charaktiera oplodotworienija naziemnych czlenistonogich*, „Zool. Żurnał” t. XXXVII, Nr. 5, 1958.
5. Gilarow M. S., *Embii jewropiejskoj czasti SSSR, ich sistematiczeskoje położenije i znaczenije dla diagnostiki priczernomorskich poczw*. „Biul. Moskow. O-wa Ispyt. Prirod.” 1958, 2.

MOŻLIWOŚCI ZAPŁODNIENIA *IN VITRO* JAJ SSAKÓW W ŚWIELE BADAN WSPÓŁCZESNYCH

Od czasu kiedy w roku 1875 Hartwig po raz pierwszy obserwował zapłodnienie jaja jeżowca, nauka o rozrodzie zwierząt zrobiła duży krok naprzód. Szczególnie wielkie postępy poczyniła fizjologia rozrodu ssaków. Rozwojowi jej sprzyjały zarówno ścisły związek z zootechniką i wynikające stąd bodźce ekonomiczne, jak i zdobycie wielu nowych metod badawczych, np. sztuczna inseminacja, transplantacja komórek jajowych, konserwacja gamet.

Wielokrotnie opisywany był proces zapłodnienia u ssaków, nie brak w nim jednak jeszcze i dziś wielu nie wyjaśnionych momentów. Od czasów Hartwiga stwierdzono, że zarówno w budowie gamet jak i w przebiegu procesu zapłodnienia istnieją między zwierzętami rozmaitych grup systematycznych duże różnice. Dotyczą one między innymi budowy otoczek jaja, okresów podziałów dojrzewania oocytów i — co jest najważniejsze — warunków, w których następuje zapłodnienie. Badania nad przebiegiem zapłodnienia jaj ssaków oparte są w większości wypadków na szczegółowej analizie utrwalonych preparatów histologicznych. Prace te są niezmiernie żmudne, wymagają dużej ilości preparatów i zwierząt, które umożliwiłyby trafienie na odpowiednie stadia zapłodnienia i odtworzenie ich w porządku chronologicznym. Ponadto utrwalenie preparatów zniekształca często ich strukturę.

Właśnie dlatego od dawna dążeniem wielu badaczy jest prześledzenie procesu zapłodnienia u ssaków od początku do końca na jednym jajku w sztucznie stworzonych warunkach. Ułatwiłoby to dokładne poznanie fizjologicznych i biochemicznych procesów zachodzących przy zapłodnieniu, a także pozwoliłoby badać reakcję przyszłego organizmu na czynniki środowiskowe oddziałujące na gamety w okresie zapłodnienia.

Badań nad zapłodnieniem *in vitro* jaj ssaków dokonano wiele. Wyniki tych doświadczeń nie dały jednak dotąd w ręce innych badaczy pewnej metody zapłodnienia *in vitro*. Udane doświadczenia jednego badacza, powtarzane przez innych nie dawały oczekiwanych wyników. Ostatecznym, prawdopodobnie nie budzącym nieczyli wątpliwości, sprawdzianem udanego zapłodnienia *in vitro* może być otrzymanie potomstwa z zapłodnionych *in vitro* komórek jajowych, z uwzględnieniem testu genetycznego rodzących się zwierząt. Pozwoli to zarówno autorowi jak i jego następcom unikać niepotrzebnych wątpliwości.

Najczęściej używanym zwierzęciem do badań nad zapłodnieniem *in vitro* jest królik. Przyczyną tego jest przede wszystkim możliwość stosunkowo dokładnego określenia wieku komórki jajowej, gdyż owulacja jest u królicy prowokowana i następuje około 10 godzin po kopulacji.

Zanim przystąpię do omówienia prac nad zapłodnieniem *in vitro*, przedstawię niektóre dane dotyczące fizjologicznych właściwości jaja i plemnika króliczego.

Z badań wykonanych w latach ostatnich szczególnie ciekawe i wnoszące dużo nowego są prace amerykańskiego badacza Changa, dotyczące zdolności do zapłodnienia gamet króliczych w zależności od wielu czynników.

Jak już wyżej wspomniałam, owulacja u królicy jest prowokowana; następuje ona po pokryciu samcem płodnym lub wazektomizowanym (z przeciętymi nasieniowodami), a także po zastrzyku hormonów gonadotropowych oraz niektórych soli. Komórka jajowa po opuszczeniu pęcherzyka Graafa może być zapłodniona według danych Changa (1953) najwyżej w ciągu 8 godzin, lecz już po 4 godzinach od momentu owulacji zdolność komórki jajowej do zapłodnienia wyraźnie maleje. Wyrazem tego jest szybki spadek ilości jaj zapłodnionych w stosunku do owulowanych. Dłużej natomiast zachowują zdolność do zapłodnienia plemniki, które tracą ją dopiero po 30 godzinach przebywania w drogach rodnych samicy. Poza tym — co zostało stwierdzone dopiero w roku 1951 przez Changa — plemniki przechodzą w drogach rodnych samicy okres dojrzwiania. Okres ten wynosi u królika około 6 godzin. W tym czasie plemniki zdobywają zdolność do zapłodnienia. Zjawisko to nie było uwzględniane w pracach nad zapłodnieniem *in vitro*, wykonywanych przed rokiem 1951, a często także i w pracach późniejszych.

Wskaźnikiem wieku, a przez to zapewne i stanu fizjologicznego, nie zapłodnionej komórki jajowej jest ilość otaczających ją komórek pochodzących z pęcherzyka Graafa. Jajo posuwające się w jajowodzie stopniowo je traci. Zupełne uwolnienie od tych komórek następuje w wypadku, gdy w jajowodach nie ma plemników po około 8 godzinach od momentu owulacji. Zbiega się to z czasem utraty przez jajo zdolności do zapłodnienia (Chang, 1953). Obecność spermy w drogach rodnych samicy przyspiesza uwolnienie jaja od otaczających je komórek wieńca promienistego i otoczki galaretowatej. Następuje ono wówczas po 4 godzinach od momentu owulacji (Hammond, 1934; Pincus, 1936). Według Changa (1953) jaja posiadające grubszy wieńec promienisty, a będące w tym samym wieku, co inne komórki jajowe, które mają cieńszy wieńec, mają większą zdolność do zapłodnienia. Z obserwacji tegoż badacza wynika, że zapładnia komórkę jajową jeden z pierwszych kontaktujących się z nią plemników. Wnika on do jaja przechodząc między komórkami wieńca promienistego. Zjawisko to potwierdzają także szczegółowe histologiczne badania Moricarda (1953). Stwierdził on, że w momencie, gdy plemnik wnika do otoczki przejrzystej jaja, jest ono otoczone jedną do trzech warstw komórek wieńca promienistego. W tym czasie (obserwacje przeprowadzano dwie godziny po owulacji) w pobliżu jaja znajduje się zaledwie kilka plemników. W miarę upływu czasu ilość plemników wnikających do otoczki przejrzystej i przestrzeni podotoczkowej stopniowo wzrasta, dochodząc po 8 godzinach do kilku-

dziesięciu (Chang, 1953). Pincus w roku 1949 pisze, że do otoczki przejrzystej jaja wnika duża ilość plemników, mniejsza do przestrzeni podotoczkowej, nie określa jednak bliżej granic wielkości. Tymczasem już po 3 godzinach od momentu owulacji obserwował Chang dobrze wykształcone pronukleusy. Stwierdził on, że obecność dodatkowych plemników nie jest niezbędna dla normalnego przebiegu zapłodnienia. Jaja, które w pojedynczych wypadkach nie miały jeszcze dodatkowych plemników w otoczce przejrzystej i przestrzeni podotoczkowej, przetransplantowane królicom rozwijały się normalnie.

Fakty powyższe nie wyjaśniają roli, jaką spełnia wielka ilość plemników w procesie zapłodnienia. Ejakulat królika zawiera około 150 milionów plemników. Ilość tę można przy sztucznym unasienianiu ograniczyć do jednego miliona, co jeszcze nie wpłynie ujemnie na ilość zapłodnionych komórek jajowych (Sokołowska, 1950; Chang, 1953). Pozostaje to jednak nadal liczbą bardzo dużą. Należy zatem zauważyć, że obserwacje Moricarda i Changa pozostają w sprzeczności z dość powszechnie u nas przyjętym poglądem o decydującej roli plemników w rozproszeniu komórek otaczających jajo. Wydaje się, że pogląd ten jest wynikiem obserwacji poczynionych nad gametami *in vitro* i raczej bezkrytycznym przeniesieniem ich na zjawiska *in vivo*.

Komórka jajowa opuszczając pęcherzyk Graafa nie jest jeszcze dojrzała. Jest to oocyt drugiego rzędu. Drugie ciało kierunkowe wydzielą się wkrótce po wnikięciu do komórki jajowej plemnika (Moricard, 1953). Wydalenie drugiego ciała kierunkowego jednak nie jest bezwzględnym wskaźnikiem zapłodnienia, gdyż następuje ono także w wypadku partenogenetycznego rozwoju jaj (Thibault, 1952; Moricard, 1953).

Po wnikięciu plemnika do cytoplazmy jaja następuje jej skurczenie się i zwiększenie przestrzeni podotoczkowej (Moricard, 1954; Pincus, 1936). Podział zygoty królika rozpoczyna się 22-23 godziny po pokryciu, czyli 12-13 godzin po owulacji. W pewnych wypadkach podziałowi ulegają także jaja nie zapłodnione. Jak wykazały badania Changa (1950), u królika dzieli się *in vivo* 20-30% jaj nie zapłodnionych. Podział ten zaczyna się o jeden dzień później niż podział jaj zapłodnionych, a komórki mają charakterystyczny wygląd, który pozwala je odróżnić od normalnie rozwijających się zygot. Podział partenogenetyczny można także wywołać działaniem niskiej temperatury. Przechowując nie zapłodnione jaja królicze w temperaturze 10°C w ciągu jednej doby i transplantując je następnie samicom, otrzymał Chang (1954) rozwój partenogenetyczny 15% jaj w ciągu 6 dni. Niektóre z tych jaj w szóstym dniu swego rozwoju z wyglądu nie różniły się od zapłodnionych. Nie miały one jednak zdolności implantowania się.

W związku z pracami nad zapłodnieniem *in vitro* wspomnieć należy o działaniu temperatury na komórkę jajową, zwłaszcza na jej zdolność do zapłodnienia. Jak wynika z badań Changa (1953), zdolności tej nie obniżają krótko trwające zmiany temperatury pokojowej. W temperaturze 10°C mogą być przechowywane komórki jajowe przez 24 godziny prawie zupełnie nie tracąc zdolności do zapłodnienia. Mogą one być także przechowywane do 30 minut w temperaturze 45°C. Przy przechowywaniu *in vitro* w temperaturze 38°C zdolność do zapłodnienia trwa nieco

dłużej niż *in vivo*. Ponadto z prac nad transplantacją zapłodnionych komórek jajowych wiadomo, że przechowywanie zygoty w ciągu krótkiego czasu w temperaturze pokojowej nie wpływa ujemnie na jej późniejszy rozwój. Niemniej jednak grupa badaczy francuskich: Dauzier, Thibault i Wintemberger (1954) w swoich pracach nad zapłodnieniem jaj *in vitro* wszystkie manipulacje z gametami przeprowadzili w temperaturze ciała króliczego (38–39°C). W ten sposób starali się oni uniknąć bodźcowego działania niskiej temperatury na jajo, a przez to rozwoju partenogenetycznego.

Nad zapłodnieniem *in vitro* jaj ssaków pracowało i pracuje wielu badaczy. Jako najważniejsze należy wymienić następujące nazwiska, ustawione w kolejności chronologicznej przeprowadzanych badań: Pincus i Enzmann (USA), Krasowska, Diomidowa, Kuźniecowa (ZSRR), Moricard i Bossu (Francja) Venge (Szwecja), Thibault, Dauzier i Wintemberger (Francja).

Jak wynika z prac wcześniejszych, a więc zarówno prac Pincusa, jak i wyżej wymienionych badaczek radzieckich, autorzy ich nie napotykali w latach 1934–1935 wielkich trudności w realizacji swoich zamierzeń. Badaczki radzieckie obserwując podział zapłodnionych *in vitro* jaj uważały go za wskaźnik zapłodnienia. Pincus i Enzmann również otrzymywali zapłodnienie jaj króliczych *in vitro*, a następnie przemieścili zygoty do samicy, która urodziła młode.

Wyniki tych doświadczeń spotkały się w latach późniejszych z krytyką ze strony pracujących nad tym samym zagadnieniem badaczy. Krasowska (1934, 1935) otrzymywała komórki jajowe z jajowodów królic 17 godzin po pokryciu ich samcem sterylnym. Po umieszczeniu jaj i plemników w płynie Ringera, a następnie po dodaniu po 20 minutach plazmy krwi króliczej kultywowała jaja w temperaturze 37°C. Po 17–18 godzinach od momentu dodania plemników następował pierwszy podział jaja. Zdobyte ostatnich lat pozwoliły zakwestionować interpretację wyników pracy Krasowskiej. Dzisiaj jest rzeczą raczej pewną, że podział zachodzący w wyniku rozwoju partenogenetycznego jest zjawiskiem dość częstym i może nastąpić pod wpływem działania rozmaitych czynników, co nie pozwala na traktowanie go jako sprawdzianu zapłodnienia. Podział jaj otrzymywany przez Krasowską następował prawdopodobnie wskutek rozwoju partenogenetycznego. Według Vengego przemawiają za tym następujące fakty: jaja były użyte do doświadczeń 7 godzin po owulacji, kiedy ich zdolność do zapłodnienia jest już bardzo niska; podział jaj następował w stosunku do czasu owulacji o kilkanaście godzin później w porównaniu z jajami zapłodnionymi normalnie.

Pincus i Enzmann (1934) w swoich badaniach poszli dalej. W ich doświadczeniach jaja zapłodnione i kultywowane *in vitro* wykazywały drugi podział dojrzewania — pewne bruzdkowanie, a transplantowane natychmiast po zapłodnieniu do królic rozwijały się normalnie — królice rodziły młode.

Większość następnych badaczy rozpoczęło swoją pracę od zastosowania metodyki Pincusa, prędko jednak z niej zrezygnowali, gdyż w żadnym wypadku nie otrzymywali oczekiwanych wyników. W latach późniejszych sam autor stwierdza (Chang i Pincus, 1951), że zapłodnie-

nie otrzymane w jego doświadczeniach nastąpiło prawdopodobnie w drogach rodnych samicy, do których plemniki zostały wprowadzone razem z jajem.

W latach trzydziestych badacze nie znali jeszcze i nie uwzględniali w swoich pracach stwierdzonego w roku 1951 przez Changa zjawiska dojrzewania plemników w drogach rodnych samicy. W pracach ostatnich lat (Moricaud, 1954; Dautier, Thibault, Wintenberg, 1954) zjawisko to jest najczęściej brane pod uwagę i plemniki pobierane są z dróg rodnych samicy pokrytej kilka godzin przedtem.

Po drugiej wojnie światowej na nowo podjęto próby otrzymania zapłodnienia *in vitro*. Wychodzono z założenia, że ani podział komórki jajowej, ani wydalenie drugiego ciała kierunkowego nie są bezwzględnie wskazanymi wskaźnikami zapłodnienia, jakkolwiek, gdy zachodzą we właściwym czasie, są następstwem wnikięcia plemnika do jaja. Dopiero widok wnikażącego do komórki jajowej plemnika i następujące potem dalsze procesy, łącznie z widocznym formowaniem się i zlaniem pronukleusów, pozwalają na stwierdzenie zapłodnienia. Jednakże najbardziej przekonywającym argumentem, świadczącym o pełnowartościowej zygocie otrzymanej przy zapłodnieniu *in vitro*, jest na dzisiejszym etapie wiedzy rozwój tej zygoty po przetransplantowaniu jej do organizmu samicy.

Drugim badaczem, który donosi o otrzymaniu potomstwa z jaj zapłodnionych *in vitro*, jest Venge (1953). Badacz ten przetransplantował setki zapładnianych *in vitro* komórek jajowych, stosował rozmaite metody, używał różnych środowisk — płynu Ringera, surowicy krwi, roztworu NaCl; wychodząc z założenia bodźcowego działania tkanki jajowodowej na plemniki przeprowadzał także zapłodnienie w odcinkach jajowodów. Poza tym, podobnie jak wielu innych badaczy, stwarzał dla kultur środowisko ubogie w tlen. Venge opisuje dwa wypadki udanego zapłodnienia *in vitro*. Warunki doświadczenia były następujące: jajo otrzymano w jednym przypadku z dojrzałych pęcherzyków Graafa, po uprzednim zastrzyknięciu królicy octanu miedzi (działa pobudzająco na przysadkę mózgową, która z kolei wydziela hormony gonadotropowe), w drugim przypadku — z jajowodów samicy pokrytej 10½ godziny przed tym sterylnym samcem. Następnie umieszczono je w szczelnie zamkniętej szklanej rurce w fizjologicznym roztworze NaCl i dodano spermę. Roztwór NaCl został w celu otlwienia go przedtem przegotowany. Po 3½ do 3¾ godziny jajo wypłukano i przeniesiono do jajowodów królic pokrytych przedtem samcem sterylnym. Królice urodziły młode — 3 sztuki (z 6 jaj) w pierwszym przypadku i 5 sztuk (też z 6 jaj) w drugim przypadku. W wielu następnych próbach nie udało się autorowi otrzymać pozytywnych wyników. Wobec powyższego wyniki te traktuje autor jako rzecz przypadku, a nie efekt kontrolowanych warunków. Należy przy tym zaznaczyć, że zgodnie z wypowiedzią autora tekst genetyczny otrzymanego potomstwa nie dawał całkowitej pewności, iż rozwijające się płody nie pochodziły od samiczki, do której transplantowano jaja, gdyż samiczki — dające jaja i przyjmujące — pochodziły z tej samej rasy.

Przechodzimy teraz do prac Moricauda. Badacz ten dąży do przesłedzenia przebiegu formowania się drugiego ciała kierunkowego w wa-

runkach zapłodnienia *in vitro* i porównuje go z przebiegiem tegoż procesu *in vivo*.

W roku 1949 Moricard podaje, że przy zastosowaniu metodyki Pincusa i umieszczeniu kultury w warunkach powietrznych nie udało mu się otrzymać wnikięcia plemników do otoczki przejrzystej. Uzyskał on natomiast ten etap zapłodniania umieszczając komórki jajowe razem z plemnikami w środowisku ubogim w tlen w obecności nabłonka jajowodu i płynu z dodatkowych gruczołów męskich.

Prowadząc równocześnie obserwacje nad komórkami zapłodnionymi *in vivo* i kultywowanymi *in vitro* stwierdził Moricard, że po wnikięciu plemnika do jaja następuje kurczenie się cytoplazmy, co pozwala na obserwowanie swobodnie poruszających się plemników w zwiększonej przestrzeni podotoczkowej.

Zmieniając i stopniowo udoskonalając metodykę doszedł Moricard w roku 1954 do następujących wyników: Otrzymał on *in vitro* pierwszy etap zapłodnienia — przejście plemników przez otoczkę przejrzystą, stwierdził obecność plemników w przestrzeni podotoczkowej oraz zaobserwował kurczenie się cytoplazmy, co mogło świadczyć o wnikięciu do niej plemnika. Nie otrzymał natomiast ani drugiego podziału dojrzewania ani bruzdkowania jaja. Metodyka, którą zastosował Moricard, była następująca. Komórki jajowe otrzymywano z jajowodów królic 11 godzin po pokryciu ich samcem sterylnym; spermę pobierano z rogów macicznych innej samicy, pokrytej normalnym samcem 10 godzin przedtem. Oocyty wraz z kilkoma mm³ płynu z macicy, z zawartymi w niej plemnikami, kultywowano w temperaturze 36.5° pod warstwą wazeliny w celu usunięcia kontaktu z powietrzem.

Duże osiągnięcia uzyskała inna grupa badaczy francuskich: Thibault, Dauzier i Wintemberger (1954). Zastosowali oni w swoich badaniach następującą metodykę. Do umieszczonych w płynie Locke'a oocytów dodawali plemniki wyplukiwane z dróg rodnych samicy pokrytej 12 godzin przedtem. Aby uniknąć aktywacji partenogenetycznej wszystkie zabiegi z komórkami jajowymi przeprowadzali w temperaturze 38-39°C.

Analiza cytologiczna poddanych tego rodzaju zabiegom 77 jaj wykazała, że 86,9% jaj miało większe lub mniejsze oznaki uaktywnienia: następowało kurczenie się cytoplazmy charakterystyczne dla zapłodnienia, wydalenie drugiego ciała kierunkowego oraz widoczne przemiany pronukleusów męskiego i żeńskiego.

Osobna grupa jaj licząca 121 sztuk została przeznaczona do dalszego kultywowania *in vitro* w surowicy krwi króliczej. Z tego podzieliło się zaledwie 15,7%, wtenczas gdy jaja kontrolne zapłodnione *in vivo* i kultywowane *in vitro* rozwijały się normalnie.

Gdy rozpatrujemy wyniki omawianych prac, wydaje się, że badania Thibault, Dauzier i Wintemberger zarówno pod względem dokładności analizy cytologicznej jak i otrzymanych wyników przedstawiają wartość największą. Metodyka tych doświadczeń wymaga jednak dalszego udoskonalenia, gdyż, jak wynika z powyższej pracy, doprowadza ona do zapłodnienia bardzo małej ilości jaj. Ciekawe również byłoby sprawdzenie efektywności tej metodyki na drodze transplantacji zapłodnionych *in vitro* komórek jajowych.

Nadmienić należy, że wyciągnięcie zdecydowanych wniosków na podstawie przeglądu omawianych prac jest rzeczą trudną, gdyż każdy następny badacz niezmiernie krytycznie traktuje wyniki doświadczeń swoich poprzedników. Przyczyną braku możliwości powtórzenia doświadczeń z jednakowym wynikiem było prawdopodobnie niedokładne podawanie szczegółów metodyki. Ponadto niedokładna rejestracja warunków doświadczenia staje się niekiedy przyczyną, która uniemożliwia autorowi powtórzenie własnych udanych doświadczeń, czego przykładem może być praca V e n g e o.

Wyniki omawianych prac pozwalają jednakże stwierdzić, że zapłodnienie u ssaków przebiega w specyficznych, innych niż u zwierząt niższych grup systematycznych oraz nie poznanych dotychczas dokładnie, warunkach; warunki te różnią się zarówno od tych, które nadają się do przechowywania gamet, nie wpływając ujemnie na ich zdolność do zapłodnienia, jak i od tych, które umożliwiają kultywowanie zygot. Hipoteza Ch a n g a o konieczności dojrzewania plemników w drogach rodnych samicy, poparta wieloma faktami, nie znalazła potwierdzenia w doświadczeniach P i n c u s a i V e n g e o.

Jak wynika z przeglądu opisanych doświadczeń, zagadnienie otrzymania zapłodnienia *in vitro*, które dwadzieścia lat temu zdawało się nie przedstawiać wielkich trudności, nie zostało dotychczas definitywnie rozwiązane, poczyniono jednak w tym kierunku poważne postępy.

LITERATURA

1. Chang M. C., 1950, "Anat. Rec." 108, 31 (wg. V e n g e O., 1953).
2. Chang M. C., 1951, *Fertilizing capacity of spermatozoa deposited into the Fallopian tubes*, "Nature" (Lond.) 168, 697—698.
3. Chang M. C., Pincus G., 1951, *Physiology of fertilization in mammals*, "Physiol. Rev." V. 31, Nr 1, 1-26.
4. Chang M. C., 1953, *Fertilizability of rabbit germ cells*, "Mammalian Germ Cells", London 226-239.
5. Chang M. C., 1954, *Development of parthenogenetic rabbit blastocysts induced by low temperature storage of unfertilized ova*, "J. Exp. Zool." 125, 1, 127-149.
6. Dautzier L., Thibault Ch., Wintenberger S., 1954, *La fécondation in vitro de l'oeuf de la lapine*, „C. R. de l'Académie des Sciences" 238, 844-845.
7. Diomidowa N. A., Kuźniecowa N. A., 1935, *Osiemnienie jaj krowki in vitro*, "Biolog. Żurnał" T. IV, Nr 2.
8. Hammond J., 1934, *The fertilization of rabbit ova in relation to time. A method of controlling the litter size, the duration of pregnancy and the weight of the young at birth*, "Journ. of Exper. Biol.", V. XI, Nr 2, 140-161.
9. Krasowskaja O. W., 1934, *Oplodotworeniye jajca krowki in vitro*, „Archiw anat., gistoł. i embriol." T. XIII, Nr 2.
10. Krasowskaja O. W., 1935, *Cytologiczeskoje issledowanie gibridnogo oplodotworienija jajca krowki wnie organizma*, "Biol. Żurn." T. IV, Nr 2.
11. Moricard R., Bossu J., 1949, *Premieres études du passage du spermatozoïde au travers de la membrane pellucide d'ovocytes de lapines fécondes „in vitro"*, "Bulletin de l'Académie Nationale de Medicine (Paris)" T. 133, Nr 33-34, 659-662.

12. Moricard R., 1953, *Research on the formation of the second polar body in the tube after entrance of the sperm into the oocyte*, "Mammalian Germ Cells", London, 187-192.
13. Moricard R. 1934, *Observation of „in vitro“ fertilization in the rabbit*, „Nature“ (Lond.) 173. 1140.
14. Pincus G. and Enzmann E. V., 1934, *Can mammalian eggs underge normal development in vitro?*, „Proc. Nat. Acad. Sc.“ V. 20, 121.
15. Pincus G., 1936, *The Eggs of Mammals*, New York.
16. Pincus G., 1949, *The comparative behavior of mammalian eggs in vivo and in vitro*, "J. Exp. Biol." 82, 1, 85-129.
17. Sokołowska I. I., 1950, *Woprosy biologii opłodotworienija sielsko-choziaj-stwiennych zwierotnych*, "Żurn. Obszczej Biol." Nr 3.
18. Thibault C., 1952, *La fécondation chez les mammifères et les premiers stades de développement*, "The II Int. Congr. of Phisiol. and Pathol. of Anim. Repr. and of Art. Ins.", Copenhagen.
19. Thibault C., Dautier L., Wintenberger S., 1954, *Étude cytologique de la fécondation in vitro de l'oeuf de la lapine*, „C. R. des Séances de la Societé de Biologie“ (Paris) T. 148, 189-790.
20. Venge O., 1953, *Experiments on fertilization of rabbit ova in vitro with subsequent transfer to alien does*, "Mammalian Germ Cells", London, 243-251.

Zbigniew Kamiński

A.B.C. GENETYKI POPULACJI¹

Wprawdzie tytuł sam wyjaśnia dostatecznie, iż pretenduję tylko do poruszenia paru wstępnych pojęć, ale wolę to jeszcze raz podkreślić. Jednocześnie pragnę zwrócić uwagę, że jego szkolny charakter przy próbie pokazania języka, jakim operuje genetyka populacji, wynika z założenia, iż wobec braku literatury polskiej w tym zakresie, pewna część czytelników może nie być przygotowana do innych — być może bardziej interesujących, ale też bardziej skomplikowanych — przykładów.

Genetyka populacji jest dyscypliną zajmującą się strukturą genetyczną różnych typów zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych oraz ich zmian z pokolenia na pokolenie pod wpływem następujących czynników:

- 1) dających się odcyfrować metodami statystycznymi prawidłowości które rządzą spotkaniem gamet,
- 2) sił selekcji działających na korzyść pewnych genotypów,
- 3) zmian w jądrach i plazmie komórek rozrodczych,
- 4) zjawisk migracyjnych,
- 5) zdarzeń całkowicie przypadkowych².

Jeśli chodzi o środki działania używane w procesie badawczym, genetyka populacji tym różni się od innych dyscyplin biologicznych, że język matematyki jest dla niej narzędziem podstawowym a nie pomocniczym.

Nie rozważając przyczyn, które wpłynęły i wpływają na małe zainteresowanie się tą dyscypliną w Polsce, pragnę wyrazić trzy mniemania.

1. Znajomość podstawowych osiągnięć genetyki populacji może być — zdaje się — poważną pomocą dla agrotechników, antropologów, ekologów, ewolucjonistów, genetyków, serologów i zootechników.

2. Genetyka populacji przyjmuje wszystkie założenia genetyki klasycznej, niemniej używane przez nią metody działania mogą być zastosowane — w moim przekonaniu — do badań wychodzących także z odmiennych hipotez. Sądzę nadto, że właśnie metody genetyki populacji są szczególnie przydatne do rozstrzygania poglądów dotąd spornych w nauce o dziedziczności.

3. Do zapoznania się z podstawowymi pojęciami genetyki populacji słownik matematyczny zawarty w programie szkoły średniej nie wystarcza wprawdzie, uzupełnienie go jednak dla wymienionego celu i z wy-

¹ Referat wygłoszony w ramach akcji referatowo-dyskusyjnej PTZ w Krakowie w dniu 19 maja 1958 r.

² Zdarzenia, których przyczyn nie można współcześnie odcyfrować.

tkniętych pozycji (program szkolny) nie wymaga ani wiele wysiłku, ani czasu. Uważne bowiem przejście niektórych rozdziałów dwóch elementarnych podręczników: a) statystyki dla przyrodników i b) rachunku prawdopodobieństwa — wystarcza aż nadto.

Z punktu widzenia zootechnika wyrażam sąd, że przydatność znajomości podstawowych metod używanych przez genetykę populacji, zawiera się w tym głównie, iż niejednokrotnie pozwalają one na przewidzenie najprawdopodobniejszej struktury genetycznej badanej populacji dowolną ilość generacji naprzód, jeżeli znana jest owa struktura populacji wyjściowej i znane są czynniki i intensywność ich działania wpływające na odchylenia w generacji następnej.

Nadto, już z punktu widzenia ogólnobiologicznego, warto zaznaczyć, że metody te umożliwiają również interesujący proces analizowania przeszłości istniejącej populacji. W tym przypadku dochodzi zazwyczaj (choć nie zawsze) nie do jednego, lecz do większej ilości wyników alternatywnych.

Przechodząc do próby wskazania na przykłady możliwe najprostszych sposobów stosowanych przez genetykę populacji, zacznę od rozważenia rozrodu panmiksyjnego.

Przez populację rozradzającą się panmiksyjnie będziemy rozumieli tak liczną populację, by nie groził jej rozród w pokrewieństwie, i tak ruchliwą na poziomie gamet lub na poziomie osobników, by spotkanie się jakichkolwiek gamet było rządzone czystym przypadkiem. Nadto musimy założyć, że na populację tę nie będą działały żadne siły na korzyść lub niekorzyść występujących w niej genotypów.

Rozpatrzmy parę genów a i a' . Jeżeli wyjdziemy z pokolenia heterozygotycznego, otrzymamy w następnym trzy genotypy: aa , aa' , $a'a'$. Jeżeli wszystkie osobniki pokolenia wyjściowego były heterozygotyczne, to stosunek wzajemny tych trzech genotypów wyrazi się:

$$1/4 aa : 1/2 aa' : 1/4 a'a'$$

Intuicja podpowiada nam, że w następnych pokoleniach ten skład nie powinien ulec — przy panmiksyjnym rozrodzie — zmianom. Załączone tablice (I, II) pozwolą nam to odcyfrować. Wynikający z nich nie tyle trudny, ile uciążliwy rachunek można ominąć, stosując zapis zaproponowany przez J. Burzyńskiego³:

$$[1/2(a + a')]^2 = 1/4 aa + 1/2 aa' + 1/4 a'a'$$

³ Relacja ustna.

W dyskusji nad tymi zagadnieniami J. Burzyński zajął następujące stanowisko:

Wzór ten można łatwo uogólnić. Załóżmy, że w pewnym pokoleniu rozpatrywanej populacji podległej panmiksji częstość genu a — nie związanej z płcią — wynosi q_1 wśród osobników męskich, zaś p_2 wśród osobników żeńskich. Oznaczając przez $q_1 = 1 - p_1$ i przez $q_2 = 1 - p_2$ częstości genu a' w płci męskiej i żeńskiej odpowiednio, otrzymujemy skład genetyczny pokolenia następnego z wzoru: $(p_1 a + q_1 a') \times (p_2 a + q_2 a') = p_1 p_2 aa + (p_1 q_2 + p_2 q_1) aa' + q_1 q_2 a'a'$.

Wzór ten obejmuje wszystkie możliwe przypadki rozkładu genotypów pary aa' . Tak np.: a) dla $p_1 = 1$, $q_1 = 0$, $p_2 = 0$, $q_2 = 1$ z wzoru otrzymujemy informację, że

Niedostatkim tego zapisu jest brak rozróżnienia między pokoleniem homozygot ($aa \times a'a'$) a następnym pokoleniem heterozygot ($aa' \times aa'$).

Ustalenie się w rozrodzie panmiksyjnym stosunku genotypów wynikających z ilości genów występujących w pokoleniu wyjściowym, a więc pewien stan równowagi, nosi nazwę prawa Hardy-Weinberga. Prawa tego

*T a b l i c a 1

♀ \ ♂	♂			
		$\frac{1}{4} \quad A$ A	$\frac{1}{2} \quad A$ A'	$\frac{1}{4} \quad A'$ A'
$\frac{1}{4} \quad A$ A	$\frac{A}{A'} \times \frac{A}{A}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{A}{A} \times \frac{A}{A'}$ $\frac{1}{8}$	$\frac{A}{A} \times \frac{A'}{A'}$ $\frac{1}{16}$
$\frac{1}{2} \quad A$ A'	$\frac{A}{A} \times \frac{A'}{A'}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{A}{A'} \times \frac{A}{A'}$ $\frac{1}{4}$	$\frac{A}{A'} \times \frac{A'}{A'}$ $\frac{1}{8}$
$\frac{1}{4} \quad A'$ A'	$\frac{A}{A} \times \frac{A'}{A'}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{A}{A'} \times \frac{A'}{A'}$ $\frac{1}{8}$	$\frac{A'}{A'} \times \frac{A'}{A'}$ $\frac{1}{16}$

* Według: »TRAITÉ DE GÉNÉTIQUE« — Ph. L'HÉRITIER

można dowieść w zasadzie podobnymi co powyższe, choć bardziej skomplikowanymi rachunkami w odniesieniu do:

1) populacji, której pokolenie wyjściowe posiadało wśród rozpatrywanych par genów inne częstotliwości alleli dla populacji samic, a inne samców,

2) populacji, której rozpatrywane pary genów były związane z płcią,

3) populacji, której pokolenie wyjściowe rozpoczęło proces rozrywania rozpatrywanych a dotychczas sprzężonych par genów.

Można byłoby tu mnożyć jeszcze przykłady i stopień ich skomplikowania, nie naruszając — jak to już zaznaczyłem — cytowanego prawa.

Przechodząc do wyjaśnienia podstawowego pojęcia genetyki populacji częstotliwości genu, posłużę się przykładem *Mirabilis Jalapa* używanym

skrzyżowanie homozygoty dominującej z homozygotą recesywną daje zawsze w wyniku mieszańce; β) dla $p_1=p_2=q_1=q_2=1/2$ otrzymujemy genotypy aa , aa' i $a'a'$ w stosunku klasycznym:

$$1/4 : 1/2 : 1/4;$$

γ) dla $p_1=p_2=p$, $q_1=q_2=q$ otrzymuje genotypy aa , aa' , $a'a'$ w stosunku częstości: $p^2 : pq : q^2$, rozważanym w przykładzie dotyczącym „rozpoznawczy“ PTC.

często w polskich a także zagranicznych podręcznikach genetyki klasycznej.

Założmy, że a jest genem decydującym o czerwoności kwiatu tej rośliny, a gen a' o jego białości. Przypomnijmy sobie, że dziedziczenie barw kwiatów *Mirabilis Jalapa* jest typu zea , a zatem genotyp aa bę-

T a b l i c a 2

	Rodzice		Potomstwo		
			$\frac{A}{A}$	$\frac{A}{A'}$	$\frac{A'}{A'}$
I	$\frac{A}{A} \times \frac{A}{A}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	—	—
II	$\frac{A}{A} \times \frac{A}{A'}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	—
III	$\frac{A}{A} \times \frac{A'}{A'}$	$\frac{1}{8}$	—	$\frac{1}{8}$	—
IV	$\frac{A}{A'} \times \frac{A}{A'}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
V	$\frac{A}{A'} \times \frac{A'}{A'}$	$\frac{1}{4}$	—	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
VI	$\frac{A'}{A'} \times \frac{A'}{A'}$	$\frac{1}{16}$	—	—	$\frac{1}{16}$
R a z e m		$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

dzie czerwony, aa' różowy, $a'a'$ biały, i przyjmijmy, że rozpatrywana przez nas populacja liczy 416 tysięcy osobników — w tym osobników o kwiatach czerwonych jest 238 tysięcy, o kwiatach różowych 152 tys. a osobników o kwiatach białych 26 tys. Wspomniane wyżej podręczniki genetyki przyzwyczyły nas oczekiwać w tym przykładzie stosunku 1:2:1, wynikającego z założenia, że F_1 składało się z heterozygot. Dla hodowcy roślin czy zwierząt, regulujących dowolnie stosunki wzajemne genotypów jest jasne, że taki skład populacji, jaki wybrałem dla przykładu, jest równie prawdopodobny jak każdy inny. Dla przyrodnika nie jest nowością, że sąsiadujące, ale nie przenikające się nisze ekologiczne mogą mieć populacje tego samego gatunku o odmiennej frekwencji jakiejś cechy czy jakichś cech. Antropolog czy lekarz wiedzą, że częstotliwość występowania grup krwi jest różna dla różnych zbiorowisk ludzkich. Wydaje się przeto, że odmienny od podręcznikowego skład nie powinien szokować i że można podjąć dalsze rozważania nad wybraną populacją.

Licząc ilość występujących genów w przykładowej populacji *Mirabilis Jalapa* stwierdzimy, że

genów a jest $(238 \text{ tys.} \times 2) + 152 \text{ tys.} = 628 \text{ tys.}$,

genów a' jest $(26 \text{ tys.} \times 2) + 152 \text{ tys.} = 204 \text{ tys.}$,

a zatem występujących locusów będzie 832 tys.

Obliczając częstotliwość występowania genu a stwierdzimy, iż wynosi ona $628/832=0,75$, genu a' zaś $204/832=0,25$, innymi słowy częstotliwość występowania genu a jest 3-krotnie większa niż genu a' w badanej przez nas populacji.

Zauważmy, że $\frac{628}{832} + \frac{204}{832} = \frac{832}{832} = 1$, i że konsekwencją tego sposobu obliczenia jest odniesienie częstotliwości do 1, a także, że częstotliwość może być traktowana jako prawdopodobieństwo⁴.

Korzystając z dotychczas zarejestrowanych prawidłowości zauważymy, że prawdopodobieństwo spotkania się gamet niosących a lub a' będzie następujące:

$$\left. \begin{aligned} aa &= 0,75 \times 0,75 = 0,56 \\ aa' &= 0,75 \times 0,25 = 0,19 \\ a'a &= 0,25 \times 0,75 = 0,19 \\ a'a' &= 0,25 \times 0,25 = 0,06 \end{aligned} \right\} 0,38$$

Wyniki nasze są prawdopodobieństwem lub częstotliwością wystąpienia zygot aa , aa' , $a'a'$. Sprawdźmy nasz rachunek na cyfrach rozpatrywanej populacji:

$$\begin{aligned} 416 \text{ tys.} \times 0,56 &= 234 \text{ tys.} \quad (aa) \\ 416 \text{ tys.} \times 0,38 &= 158 \text{ tys.} \quad (aa') \\ 416 \text{ tys.} \times 0,06 &= 25 \text{ tys.} \quad (a'a') \end{aligned}$$

Jak widać, cyfry obliczone nie odbiegają od realnych poza zasięg błędu rachunku wynikającego głównie z zaokrągleń.

Analiza populacji *Mirabilis Jalapa* pozwala nam stwierdzić i zapamiętać, że częstotliwość występowania a — nazwijmy ją p — i częstotliwość występowania a' — nazwijmy ją q — muszą zgodnie z naszym sposobem liczenia $= 1$.

Zatem wolno nam zapisać:

$$\begin{aligned} p + q &= 1, \\ \text{lub} \\ p &= 1 - q, \\ \text{lub} \\ q &= 1 - p \end{aligned}$$

Stąd rozrzut genotypów w populacji możemy zapisać:

$$\begin{aligned} p^2aa + 2pq aa' + q^2a'a' \\ \text{lub:} \\ (1 - q)^2aa + 2q(1 - q)aa' + q^2a'a' \\ \text{lub:} \\ p^2aa + 2(1 - p) \times aa' + (1 - p) a'a' \end{aligned}$$

Przerobiony przykład pozwala nam przejść do następnego, w którym ocena genotypów na podstawie fenotypów jest możliwa tylko w odniesieniu do homozygot recesywnych. Mimo to będziemy nie tylko zdolni do zanalizowania częstotliwości pozostałych fenotypowo zakonspirowa-

⁴ Stosunek przypadków korzystnych do możliwych.

nych genotypów (homozygoty dominujące i heterozygoty), ale także przewidzieć częstotliwość interesujących nas genotypów w następnym pokoleniu.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej stwierdzono, że 70% ludzi odczuwa roztwór Phenylthiocarbamidu, zwanego w skrócie PTC, jako gorzki, pozostałe zaś 30% odczuwa ów roztwór smakowo jako zwykłą wodę. Okazało się, że te właściwości smakowe dziedziczą się zgodnie z prawami Mendla i że gen powodujący odczuwanie smaku gorzkiego dominuje nad swoim allelem. Spróbujmy z powyższych pozycji obliczyć częstotliwość genów decydujących o tych cechach oraz homo- i heterozygot występujących w populacji. Przez p oznaczmy częstotliwość genu a powodującego odczuwanie smaku PTC. Przez q częstotliwość genu a' powodującego nieodczuwanie smaku, pamiętając że $p + q = 1$ oraz pamiętając, że stosunek genotypów w populacji wynosi:

$$p^2aa + 2pqaa' + q^2a'a',$$

obliczymy p i q :

$$q^2 = 0,3$$

$$q = \sqrt{0,3} = 0,55$$

$$p = 1 - q, \text{ zatem}$$

$$p = 0,45, \text{ stąd}$$

$$\begin{array}{ccc} p^2aa & 2pqaa' & q^2a'a' \\ (0,45)^2 & : (0,45) \times (0,55) & : (0,55)^2 \\ 0,2 & 0,5 & 0,3 \end{array}$$

Nazwijmy odczuwających smak PTC rozpoznawaczami, a nie odczuwających tego smaku nierozpoznawaczami. Wtrącając tutaj marginesową obserwację zauważam, że ta nazwa kojarzy się ze stylem wypowiedzi prof. M m a a. Napawa mnie to lekkim smutkiem, ale nie umiałem znaleźć lepszego przetłumaczenia angielskiego "tasters and nontasters". Założmy też, że gwoli dobra dydaktycznego naszych dalszych rozważań, w obrębie omawianej populacji usuniemy nierozpoznawaczy. Akt ten nie uwolni nas od genu wywołującego nierozpoznanie smakiem PTC w populacji i wobec tego zadajemy sobie pytanie: ilu nierozpoznawaczy zrodzi populacja składająca się z rozpoznawaczy homozygotycznych i heterozygotycznych?

Rozważania swoje odniesiemy tylko do pierwszego pokolenia, chociaż oczywiście rozumiemy, że nie rozwiązuje to ani problemu całkowitej likwidacji nierozpoznawaczy na przyszłość, ani też nie obejmuje rozwiązania wielu pytań, jakie by mogły się tu nasunąć, np. jaki procent nierozpoznawaczy wśród wnuków powstanie z małżeństwa rozpoznawaczy homozygotycznych z rozpoznawaczami heterozygotycznymi, albo jaki kształt będzie miała krzywa asymptotyczna, wyjaśniająca tempo zmniejszania się częstotliwości genu a' w omawianej populacji. Wracając tedy do pytania, któreśmy sobie postawili, a mianowicie, jak mamy przewidzieć ilość nierozpoznawaczy w pierwszym pokoleniu, z populacji rozpoznawaczy homo- i heterozygotycznych, przypomnijmy sobie, że po akcie usunięcia nierozpoznawaczy zostali:

$$\begin{array}{ccc} p^2aa + 2pqaa' & & \\ 0,2 & 0,5 & \end{array}$$

Prawdopodobieństwo przeto, że wśród małżeństw
 ojciec będzie heterozygotą, wynosi $\frac{5}{7}$
 matka „ „ „ $\frac{5}{7}$
 oboje będą heterozygotami, „ $\frac{5}{7} \times \frac{5}{7} = \frac{25}{49}$

Jak widzimy zatem, w przybliżeniu połowa małżeństw zawarta zostanie między heterozygotami $\left(\frac{25}{49} \approx 1/2\right)$.

Prawdopodobieństwo pojawienia się nierozpoznawaczy wśród dzieci z tych małżeństw wynosi $\frac{1}{4}$, zatem prawdopodobieństwo nierozpoznawaczy w pokoleniu pierwszym wynosi $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$.

Rachunek ten został przeprowadzony za S^rbim, z którego podręcznika zapożyczyłem sobie — z drobną modyfikacją — zacytowany przykład. Rachunek ten jednakże można przeprowadzić w inny sposób, który w moim przekonaniu ma więcej walorów dydaktycznych. Skoro pozostała przy życiu populacja składa się:

$$\begin{array}{cc} p^2aa & 2pqaa' \\ 0,2 & 0,5 \end{array}$$

przeto możemy przyjąć 0,2+0,5 za 100% populacji. Dowiemy się wtedy, że procent genotypów *aa* wynosi 29, procent genotypów *aa'* wynosi 71. Traktując dalej otrzymane procenty jako ilości osobników, które zresztą, jak czytelnicy rozumieją, mogłyby być tysiącami lub milionami, stwierdzimy, że ilość locusów będzie wynosiła 200, ilość genów *a* $(29 \times 2) + 71 = 129$, ilość genów *a'* wyniesie 71.

W takim razie częstotliwość genu *a* wynosi: $\frac{129}{200} = 0,64$.

natomiast częstotliwość genu *a'* wynosi $\frac{71}{200} = 0,36$

Stąd:

$$\begin{array}{ccc} p^2aa & 2pqaa' & q^2a'a' \\ (0,64)^2 & 2(0,36 \times 0,64) & (0,36)^2 \\ 0,41 & 0,46 & 0,13 \end{array}$$

Jak widać: $\gg 1:0,13 \approx \frac{1}{8} \ll$

Rozpatrzony przeze mnie przykład rozpoznawaczy i nierozpoznawaczy został wybrany, gdyż, być może, będzie on jeszcze miał charakter nowaliki odkrywczej. Zastosowana w nim „eugenika“ jest całkowicie stosowalna w odniesieniu do stada zwierząt hodowlanych, gdzie właśnie recesywy mogą się okazać niepotrzebne, a hodowcę interesuje przewidywana częstotliwość selekcji w następnych pokoleniach.

Przechodząc do omówienia ujęć genetyki populacji w odniesieniu do ewolucjonizmu, rejestruję, że jako zasadnicze czynniki kształtujące zmienność żywych organizmów w procesie rozwoju życia na ziemi, genetyka populacji widzi mutację, selekcję, przypadkowe fluktuacje populacji oraz migrację. Ujęcie takie wydaje się mnie osobiście nie wystarczające i spor-

ne, toteż z drugiej strony będąc przekonany o przydatności metod genetyki populacji do badań z tego zakresu, postawię sobie jako cel główny tej części rozważań pokazanie metody zanalizowania struktury genetycznej populacji, w łonie której przebiega dwukierunkowa mutacja. Rozpatrując jednokierunkowy przebieg mutacji stwierdzimy, że w zależności od frekwencji mutacji między parą czy parami alleli, prędzej czy później, po odpowiedniej ilości pokoleń — jeżeli kierunek mutacji biegnie od a do a' — populacja będzie posiadała tylko geny a' . Jeżeli mutacja ma charakter także zwrotny, to w zależności od frekwencji mutacji w jednym i drugim kierunku ustali się równowaga między częstotliwością genu a a częstotliwością genu a' .

$$\begin{array}{ccc} & r & \\ & \rightarrow & \\ a & & a' \\ & \leftarrow & \\ & s & \end{array}$$

Jeżeli częstotliwość mutowania a na a' oznaczona przez nas literą r jest nierówna częstotliwości mutowania a' na a , które oznaczyliśmy literą s , będziemy oczekiwali równowagi wówczas, gdy:

$$qs = pr$$

Po przekształceniu tego wzoru:

$$qs = (1 - q) r$$

$$qs = r - qr$$

$$qs + qr = r$$

$$q(s + r) = r$$

$$q = \frac{r}{s + r}$$

Zakładając, że $r > s$ sześciokrotnie zapiszemy:

$$r = 6s$$

podstawiając we wzór, otrzymamy:

$$q = \frac{6s}{7s}$$

$$q = \frac{6}{7} \approx 0,87$$

dowiadujemy się, że po ustaleniu się równowagi frekwencja a' wynosi 0,87, frekwencja $a = 0,13$ i wobec tego skład rozpatrywanej populacji mutującej w stanie równowagi wynosić będzie:

$$\begin{array}{l} p^2 aa + 2pqaa' + q^2 a'a' \\ (0,13)^2 + 2(0,87 \times 0,13) + (0,87)^2 \\ 0,02 + 0,22 + 0,76 = 1. \end{array}$$

Nie wymaga, zdaje się, szerszego omówienia stwierdzenie, iż zaproponowany rachunek może służyć analizie zmienności populacji także w wypadku, gdy przyczynami zmienności są inne czynniki.

Dobiegając do końca, zatrzymam się nad interesującymi spostrzeżeniami tej dyscypliny w odniesieniu do wpływu rzadkich zmian w popu-

lacjach w zależności od ich liczebności. Najogólniej można zobrazować to zagadnienie mówiąc, że utrata nawet cennych z punktu widzenia doboru naturalnego czy sztucznego, ale rzadkich lub bardzo rzadkich cech pojawiających się w populacji, jest stałym zjawiskiem w licznych i nielicznych populacjach, z tym jednak, że w populacjach nielicznych jest owa utrata zjawiskiem znacznie częstszym. Warto jeszcze zwrócić uwagę na fakt — rejestrowany przez genetykę populacji, — że czysto przypadkowe przesunięcie stosunku częstotliwości jakiejś cechy w nielicznej i izolowanej populacji może się stać przyczyną, iż ten stosunek nie powróci do pierwotnego, natomiast w licznej populacji zjawiska tego spodziewać się nie należy. Nie muszę — sędzę — już dodawać, że i to stwierdzenie genetyki populacji wynika — jak wszystkie inne — z rozważań matematycznych. Muszę zwrócić uwagę na aspekt praktyczny owej utraty genów, zwłaszcza w licznych populacjach. Jak kiedyś obrazowo powiedział J. Kielanowski⁵ „nie ma tak szczelnego korka, który by zapobiegał ulatnianiu się genów z nielicznych populacji“. Czy postępujemy przeto słusznie ograniczając potomstwa wybitnych importów do pepiniery hodowlanej? Myślę, że przecząca odpowiedź nasuwa się sama.

Zamykam ten referat wyrażając przekonanie, iż metody stosowane przez genetykę populacji mogą dostarczyć badaczowi wrażeń mających wszystkie cechy przygody intelektualnej.

⁵ Słyszałem w referacie wygłoszonym w roku 1948.

TROJAKA ZMIENNOŚĆ W PRZYRODZIE¹

Współistniejące z nami gatunki są gatunkami, które miały możliwość przystosowywania się do specyficznych właściwości warunków zewnętrznych zmieniającego się w tysiącleciach środowiska. Gatunki, które tej możliwości nie miały — wyginęły.

W zdaniu pierwszym najistotniejsze jest pojęcie — *przystosowanie*. Wymaga ono bliższego wyjaśnienia. Otóż przez przystosowywanie się gatunku do zmieniającego się środowiska — gdyż o takie właśnie przystosowywanie nam chodzi — rozumiem współistnienie i współżycie ze środowiskiem, z którym dany gatunek, bytując w nim, równocześnie się rozwija, a więc tworzy z tym środowiskiem jedną całość przyrodniczą. Wiemy, że środowisko zmienia się, choć tego nie zauważamy; tak samo zmieniają się organizmy — choć to uchodzi naszej spostrzegawczości. Zmienność ta bowiem jest powolna, bo związana ze zmieniającym się w tysiącleciach środowiskiem. Zachodzi ona przez zanikanie cech nieodpowiednich dla danego środowiska, a rozwijanie cech jemu adekwatnych, uzupełnione twórczą rolą doboru naturalnego przez szereg pokoleń w tysiącleciach walki o byt. Tą drogą przystosowywały się gatunki do warunków zewnętrznych zmieniającego się w tysiącleciach środowiska, w którym przez te tysiąclecia bytowały.

Do powyższego twierdzenia doprowadziły mnie wyniki moich badań kraniometrycznych nad systematyką konia (1938), a także nad ośrodkami powstania oraz pierwotnego rozmieszczenia w czasie i przestrzeni podgatunków konia (1947). Kiedy mianowicie, stosując metodę najmniejszych różnic Czekanowskiego (1913), rozwiązałem zagadnienie systematyki gatunku *Equus caballus* L. przez wyodrębnienie rzeczywiście istniejących w przyrodzie podgatunków konia, zastanowiłem się nad pochodzeniem tych podgatunków. Okazało się, że pięć podgatunków: *E. c. mosbachensis*, *E. c. abeli*, *E. c. muninensis*, *E. c. ewarti* i *E. c. cracoviensis* — wywodzi się z linii zebrokońskiej, a pozostały *E. c. nordicus* — z linii osłokońskiej (1947). Po przestudiowaniu zagadnienia — sytuacja przedstawiła się następująco:

Różne podgatunki *Equus stenonis* Cocchi, występujące w górnym pliocenie południowo-zachodniej Europy i Północnej Afryki, były według

¹ Referat wygłoszony na Zebraniu Naukowym Instytutu Zoologii U.J. urządzonym przez Katedrę Ewolucjonizmu i Genetyki Zwierząt wraz z Zakładem Zoologii Doświadczalnej PAN w dniu 4 grudnia 1957.

Boule'a (1899) jedne przodkami obecnych zebra, a inne grupy końskiej. Wobec tego *E. stenonis*, wykazujący cechy koni i zebra, był swego rodzaju zebrokoniem.

Natomiast *E. sivalensis* Falconer & Cautley, występujący w górnym pliocenie centralno-azjatyckim, był według Matthew (1930) raczej podobny do *E. hemionus*, niż do konia. A więc ten półosiół — był pewnego rodzaju osłokoniem.

Oba te gatunki, rozprzestrzeniając się przez tysiąclecia, przystosowywały się do warunków zewnętrznych otaczającego je środowiska, w którym bytowały. *E. stenonis* w Europie — przez zanikanie cech zebrowatych, nie odpowiadających środowisku europejskiemu, a rozwijanie cech jemu adekwatnych, a więc cech konia — dał w plejstocenie końskie podgatunki; w Afryce natomiast — przez zanikanie cech końskich, nieodpowiednich dla środowiska afrykańskiego, a rozwijanie cech zebrowatych — dał zebry.

Podobnie przystosowywał się *E. sivalensis*: w plejstocenie azjatyckim dał półosły, w Afryce — przez zanikanie cech końskich, nieodpowiednich środowisku afrykańskiemu, a rozwijanie cech oslich — dał typowe osły; w Europie natomiast — przez zanikanie cech oslich, a rozwijanie cech końskich — stał się końskim podgatunkiem *Equus caballus nordicus*.

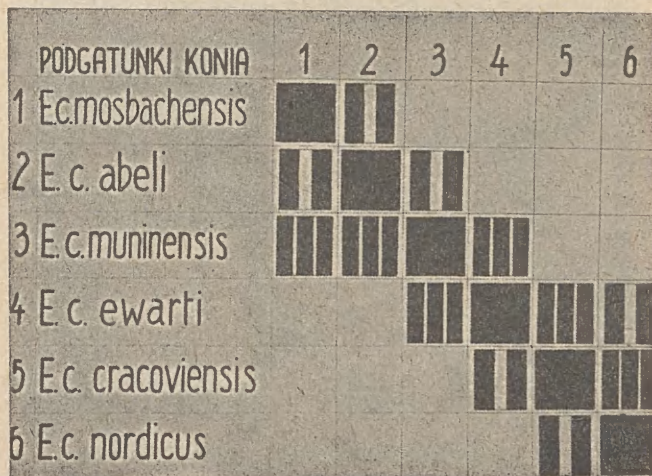
Pozornie wydaje się może niezrozumiałe, że gatunek *E. caballus* powstał w Europie z dwóch różnych linii, dwóch gatunków *E. stenonis* i *E. sivalensis*, które jednak miały wspólne pochodzenie od amerykańskiego *Equus* (prawdopodobnie *E. simplicidens* Cope). Czyli rodzaj *Equus* jest monofiletyczny, a gatunek *E. caballus* — polifiletyczny, bo powstał z dwóch różnych gatunków; należy jednak podkreślić, że nie przez krzyżowanie, ale przez środowisko, które spowodowało w danym gatunku, w związku z jego przystosowywaniem się do warunków zewnętrznych otaczającego go środowiska, zanikanie cech nieodpowiednich, a rozwijanie cech jemu adekwatnych. Mimo różne pochodzenie — środowisko europejskie stworzyło jeden gatunek *Equus caballus*.

Dla zbadania współzależności pomiędzy poszczególnymi podgatunkami końskimi przeprowadziłem metodą najmniejszych różnic Czekanowskiego (1913) analizę średnich pięciu wskaźników kraniometrycznych tych sześciu podgatunków (1958). Analiza ta zgrupowała je w kolejności ich rozwoju, jaką podałem we wstępnych badaniach pochodzenia ekwidów (1947): od *E. c. mosbachensis* do *E. c. cracoviensis* z linii zebrokońskiej, natomiast *E. c. nordicus* z linii osłokońskiej — na końcu. Jest to — moim zdaniem — dostateczny dowód stwierdzający, że podgatunki są etapami zmienności w procesie powstawania gatunków.

Wszystko, co wyżej powiedziałem, doprowadza do następującego wniosku: zmienność, umożliwiająca gatunkowi przystosowywanie się do specyficznych właściwości warunków zewnętrznych zmieniającego się w tysiącleciach środowiska — jest zmiennością gatunkowo-twórczą. Etapami tej zmienności w procesie powstawania gatunków są podgatunki, które są właśnie wynikiem przystosowywania się gatunku do specyficznych właściwości warunków zewnętrznych zmieniającego się w tysiącleciach środowiska. Czyli podgatunki są tworem środowiska, a więc różne środowisko tworzy różne podgatunki. Zależnie bowiem od tego, w jakich warunkach życiowych środowiska dany podgatunek po-

wstał, czyli w pierwotnym stanie bytując rozwinął się, wykształcił on swe biologiczne właściwości: fizjologiczne, typu, pokroju, maści, przez zanikanie cech nieodpowiednich danemu środowisku, a rozwijanie się cech jemu adekwatnych.

Widać z powyższego, że podgatunki charakteryzują się swoistymi zespołami biologicznych właściwości — fizjologicznych, typu, pokroju, maści, którymi odróżniają się zasadniczo od siebie. Analiza kraniometryczna



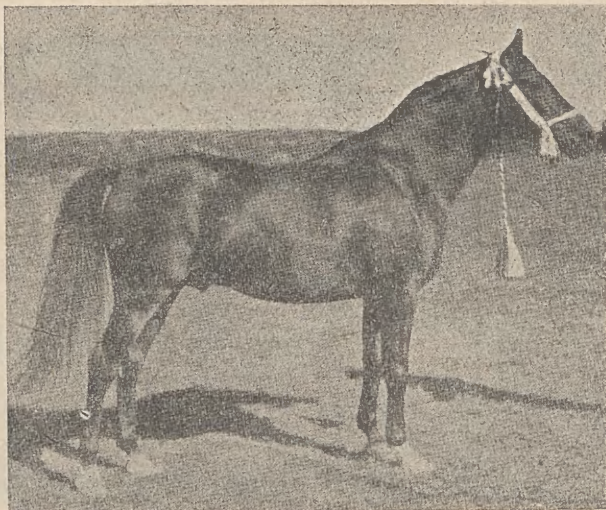
1. Graficzne przedstawienie analizy średnich wskaźników kraniometrycznych podgatunków konia

oraz obserwacja wielu osobników różnych populacji konskich, uzupełniona badaniami biometrycznymi (1956), wykazała, że populacje te nie są podgatunkowo jednorodne, ale składają się bez wyjątku z kilku podgatunków. Nawet poszczególne osobniki są mieszańcami dwóch, nawet kilku podgatunków, a jedynie sporadycznie spotyka się czystych przedstawicieli podgatunków, chwytających za oko swą harmonią kształtów — rasą, jak to się mówi potocznie. Charakterystyka poszczególnych podgatunków jest do tego stopnia dokładna, że zapamiętany typ poszczególnych podgatunków można dokładnie rozróżniać w populacjach, czyli możliwa staje się nie tylko jakościowa, lecz także ilościowa analiza tak populacji, jak i każdego osobnika.

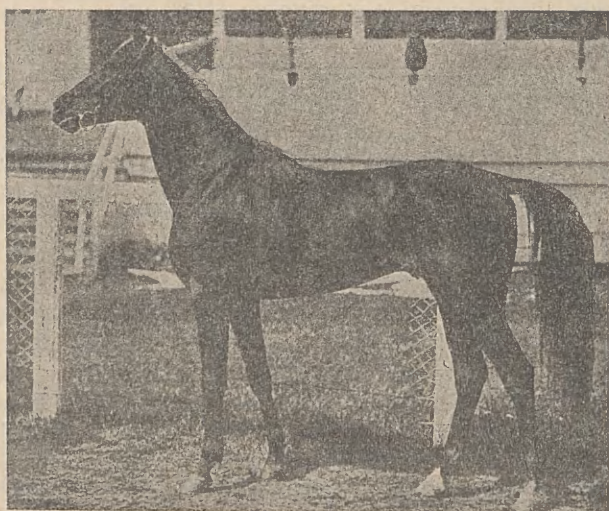
Analizy podgatunkowe populacji konskich, przeprowadzane ścisłą taksonomiczną metodą W a n k e g o (1955), zwróciły uwagę na zależność składu podgatunkowego populacji od środowiska. Innymi słowy — tłem jakościowego różnicowania się populacji stają się warunki zewnętrzne środowiska, w jakim hoduje się daną populację. Warunki bowiem zewnętrzne powodują nasilenie w danej populacji cech tego podgatunku, którego biologiczne właściwości najbardziej odpowiadają tym warunkom. Jasne jest, że będzie to podgatunek, który powstał w podobnym środowisku do tego, w jakim wychowujemy daną populację. W jakich bowiem warunkach dany podgatunek powstał — w takich się następnie w popu-

lacjach wyselekcjonowuje. W związku z tym cechy danej populacji zmieniają się w kierunku cech tego podgatunku, który zależnie od środowiska bierze w nim przewagę.

Doskonałym przykładem na wyselekcjonowywanie się odpowiedniego danemu środowisku podgatunku jest populacja koni arabskich. Analiza podgatunkowa tej populacji wykazała w jej składzie biologicznym

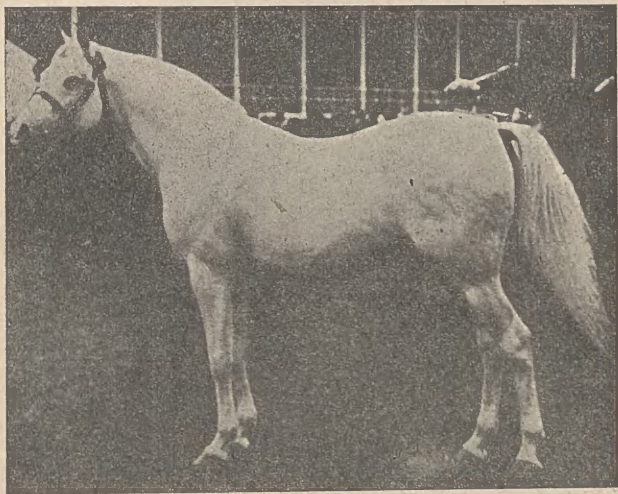


2. Ofir, rasy kuhailan (*E. c. ewarti*), najlepszy arab wyhodowany w Janowie Podlaskim, regenerator rasy, ojciec czołowych Witraża i Wielkiego Szlema, oraz eksportowanego do USA Witezia II, czempiona arabów Wybrzeża Pacyfiku.



3. Kartoum, rasy munighi (*E. c. muninensis*), hodowli francuskiej, importowany do Gumnisk.

w przewodzie trzy podgatunki: *E. c. ewarti*, *E. c. muninensis* i *E. c. nordicus*. Badania nad ośrodkami powstania poszczególnych podgatunków konia każą z dużym prawdopodobieństwem przypuszczać, że ośrodkiem powstania podgatunku *E. c. ewarti* było dorzecze Odry i Wisły ze środowiskiem zimnego stepu, ulegającego silnym wpływom klimatu kon-



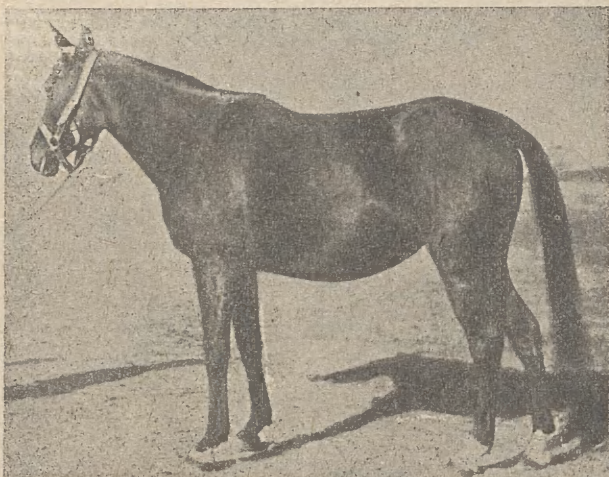
4. Skowronek, rasy saklawi (*E. c. nordicus*), hodowli antonińskiej sprzedany do Crabbet Park (Anglia), gdzie stworzył ród słynnych na świat cały arabów.

tyntentalnego; podgatunek *E. c. muninensis* natomiast powstał w środowisku ciepłego stepu na terenach odpowiadających dzisiejszej Francji, a więc o klimacie oceanicznym; w końcu podgatunek *E. c. nordicus* — to wytwór klimatu zimnego i suchego, okresowo arktycznego i subarktycznego, w środowisku tundry, ewentualnie zimnego stepu północno-wschodniej Europy.

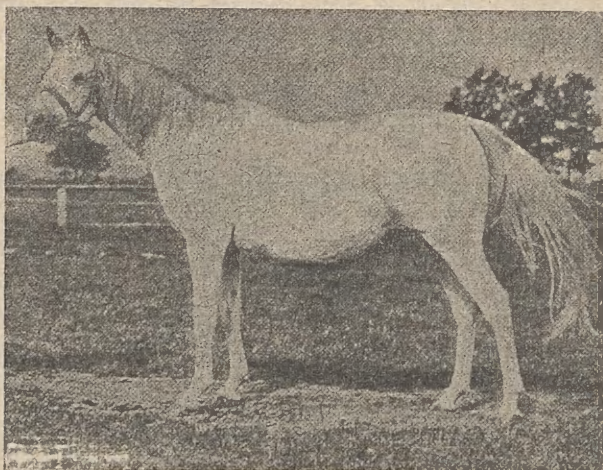
Mając powyższe na uwadze, nie dziwi nas, że w arabach w Polsce od wieku hodowanych wzrosło nasilenie rasy kuhailan, czystej przedstawicielki podgatunku *E. c. ewarti*. Należy podkreślić, że wzrost ten nastąpił bez specjalnej selekcji: co najmniej do r. 1938 w ogóle nie selekcjonowaliśmy specjalnie na typ kuhailana, a mimo to wzrosła ilość kuhailanek w ogólnym stanie klaczy-matek arabskich z 28,9% w r. 1923 do 37,2% w r. 1938, a w r. 1952 na 71 klaczy stadnych arabskich było w naszych stadninach 50 kuhailanek, a więc — 70,4% (obecnie jest ponad 75%).

Do tego niezwykłego wzrostu przyczyniła się walenie stosunkowo wysoka żrebnosć kuhailanek w naszym środowisku. Świadczy o tym następujące porównanie żrebnosć w okresie międzywojennym wszystkich klaczy stadnych trzech naszych największych stadnin, a mianowicie: w Janowie Podlaskim 20 kuhailanek wykazało 86,1%, a 37 niekuhailanek — 77,5% żrebnosć; w Gumniskach 20 klaczy z krwią arabów francuskich wykazało 68,7%, a 20 arabek bez tej krwi — 79,7% żrebnosć; w Pelkiniach zaś 22 kuhailanki (innych tam nie było) wykazały najwyższą żrebnosć, bo — 86,4%. Dla jeszcze wyraźniejszego wykazania,

że równocześnie z nasileniem krwi rodu kuhailana u klaczy arabskich idzie w parze wzrost żrebnosci — podzieliłem wszystkie urodzone w Polsce klacze stadne arabskie dziesięciolecia 1947—1956, kryte ogierami czystej krwi, na grupy według ilości przodków rodu kuhailan w IV pokoleniu; z czego okazało się, że: klacze arabskie posiadające w IV pokoleniu mniej



5. Zulejma, rasy kuhailan, miernie wychowana w Jezupolu; mimo budowy stworzyła ród doskonałych arabów, między nimi Ofira



6. Koalicja, rasy saklawi, doskonale wychowana w Radowcach; mimo dobrej, poprawnej budowy nie dała linii żeńskiej.

niż 7 przodków kuhailanów wykazały 76,7% żrebnosci, posiadające od 7 do 10 przodków rodu kuhailan — 85,2% żrebnosci, a posiadające więcej niż 10 przodków rodu kuhailan — 90% żrebnosci.

Należy tu przytoczyć spostrzeżenie Olbrychta (1957) w doświadczeniach nad *Drosophila*: „Najbardziej były płodne muchy pospolite, mniej płodne były muchy z jedną cechą mutacyjną, płodność była jeszcze słabsza u much z dwoma, następnie trzema mutacjami itd., najmniej były płodne muchy posiadające siedem cech charakterystycznych dla much Xple. Przeprowadzone badania wykazały, że mniejsza płodność, słabsza żywotność i odporność much Xple w stosunku do pospolitych much nie była spowodowana ani swoistymi genami hamującymi płodność i żywotność, ani genami letalnymi, lecz była wynikiem ilości mutacji, a więc była wynikiem kumulatywnego działania mutantów. Im mutantów było więcej, czyli im bardziej hodowla odbiegała od swoich dzikich (pospolitych) przodków, tym żywotność i płodność była mniejsza”.

Podobnie więc jak u naszych arabek: im bardziej hodowla odbiegała od swoich przodków kuhailanów, tym żywotność i płodność była mniejsza.

Również ciekawy przykład, jeżeli chodzi o stosunki populacyjno-środowiskowe przedstawia populacja angielskiej świni wielkiej białej. Populacja ta powstała z 3 podgatunków, niewłaściwie uważanych za gatunki: *Sus crofa*, *Sus mediterraneus* i *Sus vitatus*. Zdawanie sobie sprawy z powyższego wyjaśnia wyniki doświadczenia McMeekana (1941) nad wpływem pożywienia na rozwój czaszki i pokroju świni wielkiej białej. Mianowicie grupa lichy żywotna wykazała w przewadze cechy późno dojrzewającej *Sus scrofa*, grupa zaś intensywnie żywiona upodobniła się do pozostałych wczesno dojrzewających podgatunków. Nie dziwi nas to, skoro wiemy, że dany podgatunek zwycięża w odpowiadającym mu środowisku.

Klatt (1927, 1955) ma rację, skoro twierdzi na podstawie doświadczeń, przeprowadzonych na dopiero co udomowionych zwierzętach, że światło słoneczne lub jego brak wywiera wpływ na wydzielanie przysadki mózgowej (*hypophysis cerebri*) i w związku z tym powoduje różne formy wzrostowe („Wuchsformen”). Na przykład: nasłonecznienie powoduje długi tułów, wąską pierś, długą i wąską czaszkę, tzw. „Whippet Wuchsform”; natomiast brak nasłonecznienia — szeroki tułów z krótką, a szeroką czaszką o zadartym nosie tzw. „Bulldog Wuchsform”.

Herre (1956), na podstawie wyników badań Klatta, twierdzi, że wszystkie formy dzisiejszych koni powstały we wczesnym udomowieniu z dzikiego konia neolitu, tzw. przez niego „*Equus przewalskii*”. Według Herrego wszystkie inne konie plejstocenu poprzednio wyginęły. Otóż Herre przecenia zmienność prowadzącą do form wzrostowych Klatta. W rzeczywistości formy te nie są powodowane nowymi zmianami w organizmach, ale wyselekcjonowywaniem się w populacjach odpowiednich danemu środowisku podgatunków: „Whippet Wuchsform” posiada przecież podgatunek *E. c. muninensis*, powstały w środowisku ciepłego stepu klimatu oceanicznego, a więc nic dziwnego, że wyselekcjonuje go silne nasłonecznienie; natomiast nie dziwi nas również, że posiadający „Bulldog Wuchsform” *E. c. nordicus*, wytwór klimatu okresowo arktycznego i subarktycznego w środowisku tundry, ewentualnie zimnego stepu, wyselekcjonuje się przy słabym nasłonecznieniu.

Powyżej przedstawione trzy przykłady dostatecznie wyjaśniają zmienność zachodzącą w populacjach zależnie od środowiska. Środowi-

sko bowiem powoduje nasilenie w danej populacji cech tego podgatunku, którego biologiczne właściwości, najbardziej odpowiadając temu środowisku, powodują tym samym wyższą jego rozrodczość od pozostałych podgatunków. W związku z tym cechy danej populacji zmieniają się w kierunku cech tego podgatunku, który zależnie od środowiska bierze w nim przewagę. Zmienność ta jednak nie jest niczym nowym, ale jedynie wyselekcjonowywaniem się adekwatnego podgatunku, powstałego w podobnym środowisku przed tysiącami lat. Jest to więc właściwie zmienność *pozorna*, powodowana jedynie przesunięciem w składzie podgatunkowym populacji w kierunku cech podgatunku odpowiedniego danemu środowisku na skutek jego wzmożonej rozrodczości.

Omówiliśmy dotychczas dwie zmienności zachodzące w przyrodzie: zmienność gatunkowo-twórczą, a więc *rzeczywistą*, formującą podgatunki w procesie powstawania gatunku, oraz zmienność *pozorną*, powodowaną wyselekcjonowywaniem się w populacji cech odpowiedniego dla danego środowiska podgatunku. Zmienność *rzeczywista*, gatunkowo-twórcza, byłaby tzw. przez Darwina zmiennością określoną, zmienność zaś *pozorna*, powodowana wyselekcjonowywaniem się w populacji adekwatnego podgatunku — tzw. przez Darwina zmiennością nieokreśloną.

Pozostaje do omówienia trzecia zmienność, powodowana modyfikacją cech organizmów pod wpływem warunków zewnętrznych środowiska.

Znane są przykłady z nizinym mniszkiem (*Taraxacum dens leonis*), który przeniesiony w góry wyrasta zaledwie do 1/10 rozmiarów swego rozwoju w nizinie, wykazując także różnice w kształtach i budowie liści, uwłosieniu, barwie kwiatów itd. Gdy roślinę zmienioną środowiskiem górskim przeniesiemy z powrotem na niziny, to wraca znowu do swego nizinnego pierwowzoru. *Primula sinensis rubra* kwitnie czerwono jedynie w temperaturze 20°, hodowana zaś w cieplarni w zacięzionym miejscu w temp. 30° — kwitnie biało. Sosna (*Pinus silvestris*) na południu Finlandii wyrasta do właściwej wysokości po 75 latach, w południowej Laponii — dopiero po 150 latach, a na skrajnej północy Laponii — aż po 250 latach. U *Drosophila melanogaster*, hodowanej w wilgotnym powietrzu, występuje zdeformowany odwłok, czego nie zauważa się w suchym powietrzu. U niektórych osobników tejsze muchy wytwarzają się niedogodne dla nich dodatkowe nogi, które jednak u ich potomstwa hodowanego w wyższej temperaturze nie wytwarzają się. Także u tej samej muchy osobniki o jednakowym składzie genetycznym mogą mieć różną liczbę soczewek w złożonym oku, zależnie od temperatury, w jakiej się rozwijają: za każdym podwyższeniem temperatury o 1° — zmniejsza się liczba soczewek o 2,5% w stosunku do pełnego oka.

Z powyższego można śmiało wnioskować, że cechy są zależne od warunków zewnętrznych środowiska. Czyli warunkami zewnętrznymi środowiska, a więc usprawnianiem, uintensywnianiem dotychczasowych i wyszukiwaniem nowych sposobów wychowu, żywienia, treningu i różnych zabiegów możemy doskonalić i potęgować w organizmach hodowanych przez nas zwierząt gospodarskich ważne dla nas cechy użytkowe, jak dzielność u koni, mleczność u bydła, zdolność produkcyjną mięsa i tłuszczu u świń, wydajność wełny u owiec, nieśność u drobiu itp. Należy jednak dokładnie zdawać sobie sprawę z tego, że dosko-

nalenie to zachodzi jedynie w okresie stosowania tych wszelakich zabiegów wychowu, żywienia, treningu — gdy ich zaniechamy, organizmy, uwsteczniają się pod względem użytkowym. Jest to bowiem przecież zmienność jedynie modyfikacyjna. Spotęgowane więc przez nas cechy użytkowe nie są wartościami nowymi, ale jedynie spotęgowanymi — zwiększonymi drogą usprawnienia, uintensywniania dotychczasowych i wprowadzania nowych sposobów wychowu, żywienia, treningu i różnych zabiegów — już poprzednio istniejącymi w organizmach wartościami. Prawdopodobnie jednak środowisko wytworzone przez intensywne żywienie, nowe sposoby wychowu, usprawniony trening i różne zabiegi, wpływa równocześnie na wytwarzanie nowych wartości, a więc na ewolucję danego podgatunku w adekwatnym temu środowisku kierunku. Nowe te jednak wartości w stosunku do odziedziczonych właściwości są tak na razie nikłe, że dopiero następne tysiąclecia mogą je ujawnić, a więc wytwarzanie w organizmie zwierząt nowych wartości — chociaż ono prawdopodobnie zachodzi — w praktyce nie ma właściwie znaczenia. Natomiast nowe te wartości powodują zmienność gatunkowo-twórczą, którą omówilem na początku referatu.

*

Istnienie w przyrodzie trojakiej zmienności: rzeczywistej, gatunkowo-twórczej; pozornej, powodowanej wyselekcjonowywaniem się w populacji adekwatnego podgatunku, oraz modyfikacyjnej — nakazuje nam następujące postępowanie, abyśmy mogli wytworzyć wysoko produkcyjne, a więc wysoko wartościowe rasy zwierząt gospodarskich:

1. Opracowanie systematyki dla poszczególnych gatunków zwierząt gospodarskich, celem ujawnienia reakcyj danego gatunku na warunki zewnętrznej zmieniającego się w tysiącleciach środowiska, czyli wyodrębnienia podgatunków.

2. Zbadanie reakcji różnych populacji na dane środowisko, jak również wpływu różnych środowisk na daną populację, dla wykrycia, jakie podgatunki najbardziej odpowiadają danym warunkom środowiskowym.

3. Wyselekcjonowanie w rasach zwierząt gospodarskich adekwatnych podgatunków celem hodowania takich ras, które najbardziej odpowiadają danemu środowisku, wówczas będą hodowane zwierzęta zharmonizowane w całokształcie budowy swego organizmu. Ogólna zaś harmonia we wzajemnym, zgodnym współdziałaniu wszystkich narządów zwierzęcia, jak ruchu, oddychania, krążenia, trawienia i wydzielniczych, udoskonalą zdrowie i samopoczucie tego zwierzęcia, a tym samym wzmacnia jego rozrodczość, czyni długowiecznym i usprawnia jego służbę wymaganą przez człowieka.

4. Usprawnianie, uintensywnianie dotychczasowych i wyszukiwanie nowych sposobów wychowu, żywienia, treningu i różnych zabiegów, celem doskonalenia i potęgowania w hodowanych przez nas rasach zwierząt gospodarskich ważnych dla nas cech użytkowych.

Powyższe — ma się rozumieć — nie wyklucza krzyżówek pomiędzy poszczególnymi rasami; powinny one jednak być traktowane jako krzyżówki produkcyjne, dla wykorzystania heterozji w pierwszym pokoleniu. Chcąc natomiast hodować zwierzęta gospodarskie bez niespodzianek, najsprawniejsze, zrównoważone, odporne, wytrwałe, a przede wszystkim zdrowe, plenne i długowieczne — winniśmy hodować czyste podgatunkowo rasy, odpowiednie dla danego środowiska. Oto podstawowa zasada hodowli naszych zwierząt gospodarskich, do urzeczywistnienia której konieczną jest znajomość przede wszystkim ich systematyki, a następnie pochodzenia.

Instytut Zootechniki
Kraków

LITERATURA

1. Boule M., 1899, *Observations sur quelques Équidés fossiles*, „Bull. Soc. Géolog. de France“, III^e sér. t. 27, Paris.
2. Czekanowski J., 1913, *Zarys metod statystycznych*, „Prace Tow. Nauk. Warsz.“ nr 5, Warszawa.
3. Herre W., 1956, *Die züchtungsbiologische Bedeutung neuer Erkenntnisse über Abstammung und Frühentwicklung von Haustieren*, „Züchtungskunde“, 28. Jahrg., 5, Stuttgart.
4. Klatt B., 1927, *Entstehung der Haustiere*. „Handb. d. Vererbungswiss“, Bd. III K, Berlin.
5. Klatt B., *Réziproke Kreuzungen bei Hunden*, „Roux' Archiv für Entwicklungsmech.“ Bd. 148.
6. Matthew W. D., 1930, *Critical observations upon Siwalik Mammals*, „Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.“ V. 56, 1926—29, New York.
7. Mc Meekan C. P., 1941, *Growth and development in the pig*, „Journ. Agric. Science“, V. 31, P. 1, Cambridge.
8. Olbrycht T., 1957, *Drogi rozwoju nauki dziedziczności*, „Med. Wet.“ nr 3 i 4, Lublin.
9. Skorkowski E., 1938, *Badania nad systematyką konia*, PAU, „Prace Roln.-Leśne“ nr 32, Kraków.
10. Skorkowski E., 1947, *Wstępne badania pochodzenia ekwidów*, „Roczn. Nauk Roln. i Leśn.“ T. 49, Poznań.
11. Skorkowski E., 1956, *Analiza biometryczna*, „Med. Wet“ nr 4, Lublin.
12. Skorkowski E., 1956, *Systematik und Abstammung des Pferdes*, „Z. Tierzüchtg. u. Züchtungsbiol.“, Bd. 68. H. 1, Berlin-Hamburg.
13. Skorkowski E., 1958, *Poprawki systematyczne*, „Prz. Antropol.“, 24, Wrocław.
14. Wanke A., 1955, *Indywidualne określanie taksonomiczne*, „Prz. Antropol.“, 21, Wrocław

DO PANA REDAKTORA „KOSMOSU“ A

W zeszycie III bieżącego rocznika „Kosmosu“ A pojawił się list do Redakcji, pióra p. prof. Zygmunta Kraczkiewicza, zawierający krytyczne uwagi na temat mego artykułu z VI zeszytu „Kosmosu“ ubiegłego roku.

W celu wyjaśnienia sprawy uprzejmie proszę o łaskawe pomieszczenie poniższych moich uwag w najbliższym zeszycie organu naszego Towarzystwa. Z listu prof. Kraczkiewicza wynika, że artykuł mój opierał się na wynikach konferencji genetycznej z 21.V. 1957 r. Jest to oczywiście nieporozumienie, na konferencji tej nie byłem obecny między innymi może dlatego, że organizatorzy w zaproszeniach raczej podkreślali momenty, w których wyniku kandydaci na uczestników nie zostaną dopuszczeni na salę obrad, a mniej zachęcali do udziału w obradach i dyskusji. Natomiast w okresie poprzednim w „Kosmosie“ pojawiły się artykuły pp. prof. Gajewskiego, Kraczkiewicza, Nowotny-Mieczysławskiej, a poza tym już gdzie indziej prof. Olbrychta i inne, które zachęciły mnie do wystąpienia w „Kosmosie“. Zapewne także i obrady konferencji we Wrocławiu z początków października 1956 r. przyczyniły się do podjęcia przez mnie niektórych zagadnień. Co do genetycznej konferencji, to przed pojawieniem się sprawozdania z jej przebiegu znalazłem tylko kilka uwag mgr Geyer-Duszyńskiej. Tu zdarzył się autorce nieprzyjemny *lapsus calami*, gdyż pisze ona, iż p. prof. Kraczkiewicz wspomniał w swoim referacie jakoby chromosomy miały zachowywać się „zgodnie“ z prawami Mendla („Kosmos“ A, str. 570). Oczywiście prof. Kraczkiewicz tego nie napisał, a jak wiadomo, prawa Mendla polegają właśnie na tym, że geny mieszczą się w chromosomach. Plastydy i plasmogeny, jako korpuskularne jednostki, także rozszczepiają się, ale oczywiście nie według praw Mendla. Jest to zresztą drobiazg, który jednak musi razić bardziej wykwintny smak genetyczny. Przykro mi, że jak się zdaje nie zrozumiałem chyba wrocławskiej wypowiedzi p. prof. Kraczkiewicza odnośnie chromonematów w metabolicznych i gonialnych chromosomach. Nie jestem cytologiem, jednakże nie bardzo pojmuję dlaczego niewspółmierność w czasie pewnych odkryć w cytologii ma być z góry pozbawiona sensu. Wszak opierając się na genetycznych podstawach procesu *crossing over* całe lata czekaliśmy na ich cytologiczne potwierdzenie.

P. prof. Kraczkiewicz może niezupełnie dokładnie cytuje zdanie z mego artykułu na str. 631. Nie twierdzę, że nierealne jest odróżnianie feno- i genotypu. Twierdzę jednak dalej, że baurowskie ujęcie tych pojęć jest niewątpliwie niezgodne z obecnym stanem wiedzy, a zatem archaiczne.

Cieszy mnie bardzo, że p. prof. Kraczkiewicz uznaje wagę odkrycia Waddingtona. Wprawdzie nie akceptuje on ścisłej historycznej kolejności wypadków: Marchlewski, Grochulska (1948) Żebracka (1948), Waddington (1954 i 1956), Bateman (1955). Ale mniejsza o to. Prace cytowane na początku miały tę zasadniczą wadę, że były wykonane w Polsce i publikowane przez PAU. Ważniejsze to, że mimo wszystko potwierdzają one wszystkie lamarkistyczny punkt widzenia. Koniec końców bowiem, jeżeli za Goldschmidtem nie odrzucimy w ogóle pojęcia genu, to siłą faktu cechy pierwotnie nabyte muszą być związane z genami. Inna sprawa, że gdy chodzi o fenokopie, to odnośne geny formują się i utrwalają podczas procesów selekcyjnych wiódących do asymilacji, czy — jak ja to określiam — stabilizacji, przez czas długi i w sposób oporny. Pierwotnie bowiem zachodzą zmiany chyba najpierw w cytoplazmie, zmiany łatwo zanikające, zależne od jednostek o bardzo słabej zdolności do samopowielania. Jak wynika choćby z mojej niedawnej rozmowy z Waddingtonem, chodzi o coś o wiele mniej stałego niż plasmogeny, tak jak je Waddington ujmuję w swojej „strategii genów”. Trudno mi tu dyskutować na temat różnic naszych poglądów odnośnie dziedzicznej roli protoplazmy w procesach dziedziczenia, nie starczyłoby bowiem miejsca w krótkiej wymianie listów.

Podobnie nie patrzę tak pesymistycznie na miczurinizm, jak to czyni p. prof. Kraczkiewicz. Niektóre pojęcia bowiem, używane przez ów kierunek, mimo że pochodzą ze źródeł innych i przeważnie dawniejszych, mogą być całkiem użyteczne w nauce, jak choćby pojęcie wybiórczości komórek rozrodczych, co wynika z ciekawej pracy p. Geyer-Duszyńskiej.

Sądzę, że sprawa miczurinizmu wyglądałaby w tej chwili zupełnie inaczej, gdyby kierunek ów nie podlegał pewnemu naciskowi politycznemu i temu, co się ogólnie nazywa *political bias*.

Na koniec pragnę zaznaczyć, iż z artykułu p. prof. Kraczkiewicza *O potrzebach polskiej cytologii* zacerpnałem wiadomość, że właśnie w Zakładzie Cytologii UW prowadzone są badania dotyczące kwasów nukleinowych oraz zagadnień związanych z metabolizmem oocytów.

Zechce Pan, Panie Redaktorze, przyjąć wyrazy mego głębokiego szacunku.

(—) T. Marchlewski

WIELCE SZANOWNY PANIE REDAKTORZE

W numerze 29 (73) czasopisma „Polityka” z dnia 19.VII. 1958 r. ukazał się artykuł prof. Teodora Marchlewskiego pt. *Uwagi na temat ideologicznej ofensywy w genetyce*. Artykuł, jak się przekonałam, jest w dużej mierze poświęcony mojej osobie. Niemały to dla mnie zaszczyt trafić na łamy pisma, które rzadko chyba zajmuje się zagadnieniami genetycznymi. Artykuł w nim zamieszczony przyczyni się niewątpliwie do zapoznania się z moim nazwiskiem poważnych ludzi, z których większość w ogóle o moim istnieniu mogła nie wiedzieć. Ponieważ jednak artykuł zawiera duże nieścisłości, pragnę je sprostować, by wyjaśnić moje poglądy nie tylko czytelnikom „Polityki”, ale także osobom zainteresowanym naukami biologicznymi.

Mylnie jest twierdzenie T. Marchlewskiego, jakoby podawała w wątpliwość osiągnięcia Waddingtona odnoszące się do integracji procesów kierowanych genami i jej znaczenia dla ewolucji, a już zgoła niezrozumiałe jest zdanie, jakoby wskazywała na możliwość zakażenia materiału jakimiś cechami istniejącymi już uprzednio poza materiałem doświadczalnym. Takiego poglądu nigdy nie wypowiadałam ani ustnie, ani na piśmie.

Streszczając poglądy Waddingtona, który odrzuca bezpośrednie kształtujące działanie środowiska i przyjmuje jedynie integrujące działanie selekcji, wyraziłam pogląd, że w jego artykułach brak niezbitego dowodu na to, że mamy tu do czynienia wyłącznie z integracją genetyczną i że w ciągu doświadczenia, a więc pod wpływem warunków zewnętrznych, nie wystąpiła mutacja.

Nieścieś jest też twierdzenie T. Marchlewskiego, jakoby starała się operować podstawami mendelizmu jako argumentem obalającym pewne nie specjalnie sympatyczne osiągnięcia Benoita i jego współpracowników. Na podstawie mojej krótkiej notatki ogłoszonej we „Wszechświecie” Teodor Marchlewski mylnie wnosi, że ciemne zabarwienie dzioba i łap kacząt rasy Pekin, wywołane zastrzykami kwasu desoksyrybonukleinowego otrzymanego z jąder komórkowych kaczków rasy Khaki, staram się wytłumaczyć nieczystością materiału wyjściowego. Nie poddawałam nigdy w wątpliwość bardzo ciekawych doświadczeń Benoit, dotyczących występowania ciemnego pigmentu pod wpływem zastrzyków kwasu desoksyrybonukleinowego z ciemno ubarwionej rasy. Chodziło o to, że Benoit nie wykazał dziedziczenia tych zmian, gdyż różowe zabarwienie dzioba i łap, zauważone u pewnego odsetka potomstwa doświadczalnych kacząt, występuje — jak się sama przekonałam — samorzutnie u kacząt rasy Pekin. Zresztą Benoit, któremu listownie zwróciłam uwagę na moje obserwacje, bardzo mi za to uprzejmie podziękował.

Nie wdając się tu w dalszą dyskusję z prof. T. Marchlewskim, pragnę zaznaczyć, że za zadanie naukowca uważam nie podejmowanie ofensywy ideologicznej z takiego czy innego stanowiska, lecz poszukiwanie prawdy i dążenie do niej niezależnie od zmiennych, a często nieprzychylnych prądów.

Przesyłając powyższe uwagi z prośbą o umieszczenie ich w najbliższym numerze „Kosmosu” seria A, nadmieniam, że odpis tego listu przesyłam do Redakcji czasopisma „Polityka”.

Proszę przyjąć wyrazy prawdziwego poważania.

(—) Laura Kaufman

WIELCE SZANOWNY PANIE REDAKTORZE

Uprzejmie donoszę, że moja odpowiedź na list prof. Laury Kaufman umieszczony na łamach „Polityki” znalazła się również na łamach wspomnianego pisma. Przypuszczając zatem, że wykształcony ogół naszych czytelników wyrobi sobie właściwy sąd o różnicy, jaka dzieli prof. Kaufman i mnie w poglądach na podstawowe zagadnienia genetyki, nie będę wracał do treści wspomnianego listu. Pozwolę sobie jedynie zauważyć, że dalszy rozwój wypadków, mianowicie notatka umieszczona

w „La Nature“ w sierpniu bieżącego roku, potwierdza raczej moje spojrzenie na doświadczenia Benoit i współpracowników. Wydaje się, że w tych wszystkich sprawach nie jest wskazane zajmowanie *a priori* negatywnego stanowiska i może raczej należałoby zająć stanowisko krytyczne, lecz wyczekujące, jak to nie tak dawno właśnie w sprawie doświadczeń Benoit uczynił Greenwood.

Ogólnie rzecz biorąc wydaje się, że w obecnej chwili, i to przede wszystkim wśród niektórych naszych uczonych, zaznacza się tendencja do bardzo rygorystycznego stawiania na stanowisku ujęć genetycznych dawniejszej nieco daty, nie uwzględniających chociażby wyników współczesnej genetyki drobnoustrojów.

W jednej z rozmów, jakie prowadziłem podczas ostatniego Kongresu Zoologów w Londynie, jeden z młodszych zresztą kolegów, W. Parr wyraził się, że obecnie niektórzy genetycy, i to raczej nie-Anglicy, traktują wszelkie doniesienia o występowaniu zmian dziedzicznych pod wpływem środowiska, i to zmian o charakterze nie mutacyjnym, jako doniesienia czynione albo „przez blagierów, albo przez idiotów“. Wydaje się, że obiektywizm naukowy nie zaleca powszechnego przyjęcia tego rodzaju podejścia do bądź co bądź kardynalnych zagadnień w biologii, podejścia scharakteryzowanego zresztą w sposób na poły żartobliwy przez mego rozmówcę.

Zechce Pan, Panie Redaktorze, przyjąć wyrazy mego szczerego szacunku.

(—) T. Marchlewski

„ACTA ZOOLOGICA CRACOVIENSIA“ T. 2, KRAKÓW 1957—1958

Prace i czasopisma z zakresu zoologii systematycznej cieszą się na ogół słabym tylko zainteresowaniem, nie tylko wśród przyrodników innych specjalności, ale nawet wśród samych zoologów. Ich bardzo specjalny i często przyczynkowy charakter czyni je mało strawnymi i dostępnymi dla niespecjalistów, nawet dla badaczy-systematyków zajmujących się innymi grupami świata zwierzęcego. Dopiero osiągnięcia systematyków podane w bardziej dostępnej formie, w formie przykładów z zakresu zoogeografii czy związków filogenetycznych, ilustrujące ogólniejsze rozważania czy to ewolucyjne, czy geograficzne, czy nawet ekologiczne, trafiają — z drugiej niejako ręki — do szerszych rzesz przyrodników.

Wydaje mi się jednak, że czasem warto zajrzeć do „kuchni“ zoologa systematyka, tam gdzie opracowuje się materiał stanowiący podstawę ogólniejszych i bardziej już „strawnych“ sformułowań naukowych, tym bardziej że, jak zobaczymy dalej, chodzi o wydawnictwo o szczególnym znaczeniu.

„Acta Zoologica Cracoviensia“ zaczęto wydawać w r. 1956 jako organ Oddziału Krakowskiego Instytutu Zoologicznego PAN. Pismo ukazuje się w formie oddzielnych zeszytów, zawierających poszczególne prace, których większa seria składa się na jeden tom. Obejmuje ono opracowania z zakresu zoologii systematycznej, morfologii zwierząt, zoogeografii i paleontologii. Tom pierwszy wydano w latach 1956—1957.

Wobec przypadającej w r. 1957 osiemdziesiątej rocznicy urodzin kierownika Oddziału Krakowskiego Instytutu Zoologicznego PAN prof. dra Jana Stacha postanowiono tom drugi wydać jako księgę jubileuszową, zapraszając do współpracy wielu uczonych z Polski i z zagranicy. Wskutek trudności wydawniczych nie udało się wydać całego tomu do dnia jubileuszu, ostatnie zeszyty, a tym samym całość tomu, ukazały się dopiero w roku bieżącym.

Jubileuszowy tom „Acta Zoologica Cracoviensia“ zawiera 37 oryginalnych prac naukowych napisanych przez 39 zoologów z Polski, Anglii, Austrii, Danii, Finlandii, Francji, Japonii, Niemiec, Nowej Zelandii, Stanów Zjednoczonych AP i Szwajcarii. Obejmuje on 951 stron, 88 tablic i wiele rycin w tekście. Ponadto w zeszycie wstępnym znajduje się portret prof. Jana Stacha, bibliografia jego prac naukowych i wykaz nowych nazw systematycznych, które znajdujemy w tomie. Już wykaz ten obejmujący 81 nazw świadczy, jak ważnym materiałem do znajomości świata zwierzęcego są publikowane tu prace. Liczne nazwy utworzono na cześć prof. Stacha, jak np. nazwy rodzajowe *Stachilis*, *Stachanorema*, *Stachiomella*, czy elementy nazw gatunkowych: *stachi*, *jubilarius* lub *octogenaria*. Zgodnie z zainteresowaniami prof. Stacha, obejmującymi dwie tak odległe dziedziny jak entomologia i paleontologia ssaków, większość zamieszczonych w omawianym tomie prac poświęcono tym gałęziom zoologii.

Wiemy dobrze, że wyróżnienie krain zoogeograficznych opiera się w wielkiej mierze na kręgowcach, gdyż stan poznania większości grup bezkręgowców lądowych na wielkich przestrzeniach, szczególnie zaś w strefie tropikalnej, nie pozwala

jeszcze na wyciąganie ogólniejszych wniosków. Toteż każda nawet rejestracyjna wzmianka o drobnej faunie strefy tropikalnej przyczynia się do stopniowego wypełnienia tej luki i przybliża nas do możliwości syntez opartych na pełniejszym niż dotąd materiale. Niesłusznie zarzuca się tego rodzaju pracom charakter przyczynkowy. W tej dziedzinie badań długo jeszcze skazani będziemy na materiały niepełne, pochodzące z badań różnego rodzaju ekspedycji czy indywidualnych podróży. Pozostawienie ich w muzeach, bez publikacji, oznaczałoby ich utratę najczęściej na zawsze. Dzięki dobrze zorganizowanej służbie bibliograficznej (zwłaszcza „Zoological Record”) nawet przyczynkowa wiadomość staje się dostępną dla wszystkich zoologów cegiełką, którą kiedyś w miarę publikowania dalszych materiałów będzie można wyzyskać do szerszych opracowań o typie faunistycznym, zoogeograficznym lub systematycznym.

Wróćmy jednak do omawianego tomu. Z zakresu materiałów do fauny tropików znajdujemy tu pracę H. E. Goto (Glasgow) o nowym gatunku skoczogonka z Nigerii. H. Franz (Wiedeń) pisze o nowych gatunkach chrząszczy z rodziny *Scydmenidae* z Konga Belgijskiego. J. Salmon (Wellington) zajmuje się szeregiem form *Collembola* z Indii, M. Nunberg publikuje wykaz chrząszczy z rodziny *Scolytidae* i *Platypodidae* z Ameryki Południowej, K. Strenzke (Wilhemshaven) opisuje nowy gatunek skoczogonka z mangrowe brazylijskiego, J. Nast zajmuje się między innymi *Homoptera* z Madagaskaru, T. Jacewski podaje szereg uzupełniających wiadomości systematycznych o pluskwiakach z rodzaju *Notonecta* L. także i z obszarów tropikalnych.

Rejestracja nowych form świata zwierzęcego daleką jest od ukończenia nawet i w badanych od dawna terenach globu, tym bardziej że wiele grup, jak choćby owady bezskrzydłe, pomijano najczęściej w badaniach. Wspomnijmy tu, iż w zamieszczonych w omawianym tomie pracach R. Yosi (Kyoto) zajmuje się skoczogonkami Japonii, E. v. Törne (Jena) tą samą grupą owadów z okolic Innsbrucka w Austrii, H. Gisin (Genewa) ze Szwajcarii, F. Jeannenot (Dijon) z Francji, D. L. Wray (Raleigh) z Ameryki Północnej, P. H. Janetschek (Innsbruck) zajmuje się inną grupą owadów bezskrzydłych, a mianowicie rodziną *Machilidae* z Krety i krajów bałkańskich. R. Bielawski opisuje nowy gatunek biedronkowatych z Japonii, J. Noskiewicz — dwa nowe gatunki błonkoskrzydłych z Tadżykistanu i Palestyny, a J. Razowski — motyle z grupy *Cnephasiidae* z różnych obszarów Palearktyki.

Przejdźmy teraz do prac zajmujących się fauną Polski. M. Dylewska podaje zestawienie wiadomości o trzmielach (*Rombus* Latr.) z Polski starając się wyróżnić wśród nich różne elementy geograficzne. S. Smreczyński zajmuje się rodzajem *Miarus* Stephens z grupy ryjkowców, opisując przy tym nowy gatunek. Z. Kawecki podaje uwagi systematyczne o niektórych czerwcach. Należy tu odnotować również trzy prace spoza zakresu entomologii. J. Rafalski opisuje bardzo ciekawy systematycznie i zoogeograficznie, nowy gatunek kosarza *Siro carpaticus*, przy czym praca jego zawiera także drobiazgowy opis morfologii tego gatunku. J. i W. Serafińcy piszą o ssakach Doliny Nidy, a J. Fudakowski zestawia dane o rzadkich i wątpliwych formach naszej fauny płazów i gadów.

Kilka prac, o których teraz wspomniemy, dotyczy budowy anatomicznej zwierząt rozpatrywanej tu przede wszystkim w zastosowaniu do systematyki. Wiadomości z tej dziedziny można zresztą znaleźć i w pracach omówionych poprzednio, jak np. J. Rafalskiego o *Siro carpaticus* i w wielu pracach entomologicznych. W wielu dziedzinach badań systematycznych poznanie budowy narządów rozrodczych pozwoliło wykazać istotne pokrewieństwa zwierząt, maskowane w zakresie cech ze-

wewnętrznych zbieżnymi przystosowaniami lub przeciwnie — radiacją adaptacyjną form blisko spokrewnionych. Toteż np. w nowoczesnej systematyce entomologicznej badanie genitaliów odgrywa zasadniczą rolę. Praca W. Szymczakowskiego o żeńskich segmentach genitalnych u środkowoeuropejskich gatunków chrząszczy z rodzaju *Catops* Payk jest próbą zastosowania cech aparatu kopulacyjnego samicy jako kryterium rozróżniania gatunków. Podobny nieco charakter ma praca S. Tolla odnosząca się do motyli z rodziny *Coleophoridae*. Zbadanie organów kopulacyjnych i znalezienie nowych cech taksonomicznych pozwala autorowi wyjaśnić niektóre zagadnienia systematyczne i opisać nowe formy. Bezpośrednim zastosowaniem danych anatomicznych do systematyki jest również praca S. L. Tuxena (Kopenhaga) o owadzie bezskrzydłym *Eosentomon armatum* Stach.

Od omawianych ściśle z systematyką związanych prac morfologicznych odbiega praca A. Dziurzyńskiego o topografii centralnego systemu nerwowego gąsienic motyli. Jest to kontynuacja badań publikowanych w I tomie „Acta Zoologica Cracoviensia”. Oprócz szczegółowego opisu systemu nerwowego gąsienic motyli z różnych grup systematycznych autor rozważa także zagadnienia, jak związek koncentracji zwojów nerwowych z prognatyzmem i z trybem życia, a mianowicie przebywaniem w ciasnych przestrzeniach.

Marginesowo wspominamy o dwu pracach z pogranicza ekologii. M. J. Delany (Glasgow) omawia biologię i etologię owadów bezskrzydłych *Thysanura*. Píše on o ich rozwoju ontogenetycznym i rozmnażaniu. Natomiast praca O. Strebela (Zweibrücken) podaje wyniki badań nad *Apterygotami* pól buraczanych. Autor zestawia ilościowy i jakościowy skład fauny i omawia elementy ekologiczne tego uboższego zespołu gatunków.

Po nagromadzeniu się opisów nowych gatunków z jakiejś grupy, po zebraniu danych z zakresu rozmieszczenia geograficznego, a często także biologii jej przedstawicieli i wreszcie po ustaleniu najlepszych cech systematycznych, przystępuje zoolog systematyczny do tak zwanej rewizji systematycznej mniejszej lub większej grupy zwierząt. W omawianym tomie znajdujemy także prace i tego typu. Tak więc S. Toll i R. Wojtusiak zajmują się palearktycznymi formami rodzaju motyli *Paratalanta* Meyr. H. Mills i F. H. Schmidt (Urbana, Illinois) zajmują się rodzajami *Coluburella* Latzel i *Boernella* Denis spośród owadów bezskrzydłych, a S. Błeszyński przeprowadza rewizję rodzaju *Chrysocrambus* Błesz. (*Lepidoptera*), występującego w krajach śródziemnomorskich. Tego rodzaju rewizje, jeśli oparte są na dostatecznie szerokim materiale, stanowią już bezpośrednie przejście do wniosków o charakterze zoogeograficznym i filogenetycznym.

Osobną grupę prac w omawianym tomie tworzą prace paleontologiczne. Należy zauważyć, że prace nad fauną ostatniego okresu dziejów Ziemi — czwartorzędu — prowadzone są raczej przez zoologów niż przez „rasowych” paleontologów. Mamy tu formy mało odbiegające od współczesnych, co krok napotykamy na problemy czysto zoologiczne, a wreszcie każdy zoolog wchodzący głębiej w badania materiału współczesnego, prędzej czy później, dla poznania genezy badanych form musi się zainteresować ich kopalnymi przodkami.

A więc H. Tobien (Mainz) opisuje szczątki drapieżnych: *Cuon* Hodg. i *Gulo* Frisch z wczesnopalejstoczeńskich piasków znanego stanowiska fauny kopalnej w Mosbach. Na przykładzie rosomaka, *Gulo gulo* L. analizuje on tak bardzo ważny problem przystosowań klimatycznych zwierząt kopalnych. F. Heller (Erlangen) publikując niektóre nowe znaleziska kopalne, rozważa zarazem związki systematyczne trzech wczesnopalejstoczeńskich rodzajów wymarłych gryzoni: *Mimomys* F. Major z Eurazji, *Cosomys* Wil. i *Ogmodontomys* Hibb. z Ameryki Północnej.

Jest to jedna z bardzo potrzebnych prac zestawiających formy kopalne tego okresu w Starym i Nowym Świecie i wykazujących ich związki, które w miarę postępu badań w różnych dziedzinach okazują się coraz bliższe.

B. Kurtén (Helsingfors) przeprowadza rewizję systematyczną jednej z grup hien kopalnych, podrodzaju *Percrocuta* Kretzoi. Grupa ta występuje w pliocenie Europy, Indii i Chin. Autor zestawia znane dotąd szczątki, stosuje do ich wyróżnienia analizę statystyczną i opisuje nowy gatunek. Interesująca jest również praca E. Theniusa (Wiedeń), który opisuje nieznane dotąd młodociane stadia rozwoju poroża u jelenia olbrzymiego, *Megaceros giganteus* (Blum.). Poznanie rozwoju poroża pozwala na nowe spojrzenie na sprawę pokrewieństw rodowych tego gatunku, tak często cytowanego w związku z rozważaniami ewolucyjnymi na temat wymierania i przystosowań zwierząt.

Jak widać z tego niepełnego zresztą i powierzchownego omówienia, treść jubileuszowego tomu „Acta Zoologica Cracoviensia” jest bogata i różnorodna. Obejmuje ona prace z różnych dziedzin zoologii systematycznej, a nawet wykraczające poza jej ramy, przynosi nowe materiały do poznania różnych grup zwierzęcych ze wszystkich niemal części świata. Wydaje się, że tom ten jest nie tylko godnym uczczeniem rzadkiego jubileuszu, jakim było obchodzone w pełni twórczości naukowej osiemdziesięciolecie urodzin prof. Jana Stacha, ale zarazem stanowi dobry start dla nowego polskiego pisma zoologicznego.

Kazimierz Kowalski

DARLINGTON C. D., BOTANIKA CHROMOSOMOWA

Darlington C. D., *Chromosomenbotanik*, G. Thieme Verlag, Stuttgart 1957 XII + 160 str. formatu 15 × 20,5, 86 ilustracji, 17 tabel (niemiecki przekład autoryzowany książki *Chromosome Botany*, Londyn 1956, G. Allen and Unwin).

Sam wykaz treści świadczy o różnorodności spraw omawianych w tej książce. Wykaz ten zawiera następujące rozdziały: I. Chromosomy (1. Komórki i jądra, 2. Co to są chromosomy? 3. Rozród piciowy, 4. Zmiany chromosomów, 5. Poliploidalność, 6. Chromosomy nadliczbowe i dodatkowe), II. Rośliny w grupach (1. Gatunki i systematyka, 2. Idealny sposób rozmnażania się, 3. Hybrydyzacja wewnętrzna, 4. Autopoliploidalność i rozród bezpiciowy, 5. Dobór wzajemny, 6. Przyczyny nieciągłości, 7. Gatunki na wędrownce), III. Rośliny w przestrzeni (1. Ekologia chromosomowa, 2. Geografia chromosomowa), IV. Rośliny w czasie (1. Cztery poziomy zmian, 2. Liczby podstawowe, 3. Indywidualność chromosomów, 4. Podstawowe reguły ewolucji), V. Rośliny uprawne (1. Rośliny dzikie i rośliny uprawne, 2. Dawniejsze wyobrażenia, 3. Centra różnorodności, 4. Ewolucja wskutek wędrowek, 5. Ewolucja wskutek zabiegów uprawowych, 6. Wynalazek hodowli roślin, 7. Mechanizmy ulepszające), VI. Rośliny ozdobne, VII. Nauki wynikające z botaniki chromosomowej. Książkę kończą: dodatek o ewolucji u zwierząt (pióra E. B. Forda), wykaz literatury (141 pozycji), wreszcie rejestr.

Zbyt bogata jest ta treść, by w niewielkiej stosunkowo książce można ją było przedstawić w sposób wyczerpujący. Zresztą, jak autor niejednokrotnie stwierdza, zbyt mało jest dotąd potrzebnych danych, zbyt mało przeprowadzono ścisłych badań cytologicznych. Utrudnia to bardzo syntetyczne ujęcie poruszonych zagadnień. Bo książka Darlingtona jest istotnie pierwszą próbą syntezy, jest pierwszą próbą spojrzenia przez pryzmat cytologii na bogaty komplet omawianych zagadnień.

Autor konsekwentnie przeprowadził tutaj tezę, że badania chromosomowe posiadają niezmierną doniosłość zarówno dla hodowli roślin oraz dla systematyki i ekologii, jak wreszcie dla wszelkich w ogóle gałęzi wiedzy o roślinach. Odpowiednio zastosowane mogą one odegrać rolę kontrolną, umożliwiającą wysledzenie i ustrzeżenie się od wielu pomyłek dawniej nieuniknionych; wskazują drogi i kierunki pracy.

Czy autorowi powiodła się ta próba syntezy? Z pewnością tak, z zastrzeżeniem, że jest to synteza wstępna, gdyż przy dzisiejszym stanie badań nie czas jeszcze na syntezę pełną. W każdym razie jako jeden z najlepszych znawców tematu autor dał w tej książce wszystko to, na co pozwalają wyniki prac dotychczasowych. Z konieczności więc niektóre rozdziały i ustępy potraktowane są jakby w skrócie, niekiedy schematycznie, niekiedy w oparciu o nieliczne przykłady. Niemniej jednak książka ta tak bogata jest w treść, że nie sposób w ramach krótkiego omówienia wspomnieć o wszystkich poruszonych w niej zagadnieniach. Podać można tylko garść przykładów.

W świetle najnowszych prac cytologicznych okazuje się, że dawniejsze proste, nieskomplikowane ujęcia nie wytrzymały próby czasu i dokładniejszych badań. Stosunki w obrębie jądra komórkowego są bardzo skomplikowane. Różnorodność procesów zachodzących w trakcie mejozy wywołuje niezmierne bogactwo form zmienności. Występują tutaj zaburzenia równowagi i działania wtórne, jak gdyby reakcje łańcuchowe (wskutek inwersji, przełamывania chromosomów, tworzenia pierścieni i łańcuchów chromosomowych itp. zjawisk). Mieszające wewnętrzne, najrozmaitszego typu rozszczepianie się i wędrowki chromosomów, powstawanie „izochromosomów” i chromosomów nadliczbowych (zwłaszcza chromosomów B), wywołujących „fizjologiczną poliploidalność”, w ogóle najrozmaitsze rodzaje poliploidalności tak naturalnej jak sztucznej, wreszcie zmiany liczb podstawowych — wszystko to powodować może poważne zakłócenia, a tym samym różne niespodzianki, między innymi zamieszanie i omyłki w atlasach chromosomowych, a także pomyłki taksonomiczne.

Zmiany chromosomowe wiążą się ze zmianami genów, a następnie ze zmianami morfologicznymi, rozstrzygającymi o przynależności systematycznej (niekiedy mogą to być tylko zmiany fizjologiczne, nie ujawniające się zewnątrz).

Kwestią umowy jest ustalenie takiej, czy innej granicy między poszczególnymi grupami taksonomicznymi. Istnieje przecież zmienność wewnątrzgatunkowa, utrwalona genetycznie. Istnieją różne typy poliploidalności, w najwyższym stopniu wpływające na nieciągłość form roślinnych. Jest rzeczą umowną ustalenie punktu zmienności, od którego poczynając istnieć mogą dwa gatunki nowe (czy ich więcej) w miejsce jednego dawnego.

Ogromną rolę przy powstawaniu nowych typów taksonomicznych odgrywają różnice sposobu rozmnażania się. Rozród płciowy i pozapłciowy (apomiktyczny) stanowią sposoby konkurencyjne, związane z przesunięciami w ilości chromosomów. Konkurencja ta jest o wiele wydatniejsza, niż można to stwierdzić gołym okiem. Różnice sposobu rozmnażania się mają wpływ na ekologię i geografie chromosomową. Ekotypy są uwarunkowane genetycznie, występowanie ich pozostaje w związku z różnicami chromosomowymi. Naturalna izolacja genetyczna uniemożliwia krzyżowanie się ekotypów i wiedzie do wytwarzania się z nich gatunków nowych. Zastąpienie obcopolności przez samopolność sprzyja powstawaniu gatunków drobnych

Niskie liczby podstawowe łączą się zwykle z normalnym rozrodem płciowym oraz z bardziej południowym lub niżowym raczej niż górskim rozmieszczeniem danej grupy taksonomicznej. W miarę oddalania się od pierwotnej ojczyzny, od

pierwotnego centrum powstawania, wzrasta zwykle liczba podstawowa u pewnych gatunków, u innych zaś rośnie stopień poliploidalności.

Prawdopodobnie rośliny tym większym ulegają zmianom, im więcej odbywają wędrówek (zmiany te to poliploidyzacja, hybrydyzacja strukturalna, zmiany liczby podstawowej, być może także całej struktury genowej i fenotypu jako wyrazu zewnętrznego). Najsilniej prawdopodobnie zmieniają się formy żyjące na peryferiach danej grupy taksonomicznej. Ułatwia im to zajmowanie terenów nowych, słabiej zasiedlonych, w których mniej intensywnie działa dobór naturalny.

Liczby podstawowe nie są niczym stałym, mogą one również ulegać zmianom. W wysokim stopniu zmniejsza to ścisłość atlasów chromosomowych. Prostsze jest podwyższenie liczby podstawowej, ponieważ łączy się z pomnożeniem liczby genów zawsze korzystniejszym niż utrata ich części. Jednak niskie liczby podstawowe przynoszą również pewne korzyści na dłuższą metę równoważące trudności zmniejszenia ilości chromosomów (oszczędność miejsca w komórce oraz materiałów pokarmowych, zwłaszcza drogiego fosforu; korzystne jest też, by mniej genów niezbędnych było do zabezpieczenia zharmonizowania rozwoju i dziedziczenia). U roślin kwiatowych od dawna wytworzyła się równowaga pomiędzy oddziaływaniem doboru w oparciu o korzyści na krótką metę — oraz podwyższanie ilości chromosomów, i o korzyści na długą metę — przez zmniejszenie ich ilości i masy. Prawdopodobnie u traw, motylkowatych i złożonych liczby podstawowe uległy zmniejszeniu w ciągu ostatnich epok geologicznych (kilka milionów lat).

Stołość liczb podstawowych jest proporcjonalna do długości stadium generatywnego. Najczęstsze są ich zmiany u jednorocznych, największa ich stołość występuje u roślin drzewnych; u roślin tych brak również nadprogramowych chromosomów B, które są synonimem skrajnej niestałości w obrębie liczb podstawowych. Przypuszczalnie u wielu okrytonasiennych drzewnych obecne zespoły chromosomowe wytworzyły się w eocenie, u nagonasiennych już w paleozoikum.

W zakresie poliploidalności nacisk zmienności z reguły kieruje się wzwyż, tzn. poliploidy pochodzą od diploidów. W wyjątkowych wypadkach poliploidy niższego rzędu powstawać mogą z wyższych przez pominięcie zapłodnienia.

Bardzo ciekawe uwagi poświęca autor teoretycznym podstawom systematyki i taksonomicznej praktyce. Stwierdza on, że teoria systematyki nie umiała dotąd przystosować się do następstw ewolucji, która trwa, wywołując stale mniejsze czy większe zmiany. Systematyka nie umiała dotychczas wykorzystać odkryć cytologicznych. Systematyka za podstawę bierze ustalone gatunki — pojęcia z zakresu wyobrażeń XVIII wieku. Zarówno gatunki jak typy niższe (podgatunki, odmiany itd.), a z drugiej strony rodzaje, określano dotąd z reguły na podstawie cech morfologicznych, przede wszystkim makromorfologicznych, nie zwracając uwagi na stosunki kariologiczne. Zresztą systematyka dotychczasowa opiera się przede wszystkim na martwym muzealnym materiale zielnikowym, nie nadającym się do badań cytologicznych. Wskutek tego popełniono mnóstwo zasadniczych błędów, zarówno co do granic i cech roślinnych grup systematycznych różnego stopnia, jak też ich wzajemnych powiązań taksonomicznych i filogenetycznych.

Autor posuwa się nawet tak daleko, że — zdaniem jego — system „doświadczalny” oparty na kariologii jest nie do pogodzenia z systemem dotychczasowym, który nazywa się „scholastycznym”.

Bardzo ostro i wymownie atakuje autor ciągłe zmiany taksonomicznej nomenklatury, które w dużej mierze zdyskredytowały już systematykę w oczach nie tylko praktyków, ale w ogóle większości botaników. Nie wiadomo, jaki właściwie cel

przyswieca botanikom „typu muzealnego“, którzy tyle wysiłków wkładają w poszukiwanie zapomnianych autorów i odkrywanie ich priorytetu. Ciągłe zmiany nazw, ciągłe powiększanie litanii synonimów wprowadzają kompletny chaos i dezorientację.

W wytwarzaniu i ewolucji roślin uprawnych ważną rolę odgrywały ich wędrowki przy pomocy ludzkiej po rozmaitych rejonach; wędrowały one z ośrodków pochodzenia (według Wawiłowa były to zarazem ośrodki różnorodności form). Dużą rolę odgrywały tu również czynniki uprawowe (uprawa mechaniczna, nawożenie, warunki wysiewu i sprzętu), krzyżowanie się, poliploidyzacja, połączona z odpowiednim sposobem rozmnażania się (np. triploidy u roślin uprawnych są bardzo częste, ale wymagają z reguły rozmnażania wegetatywnego).

Nowoczesna hodowla roślin w miejsce naturalnych, prymitywnych populacji heterogenicznych wprowadziła uprawowe odmiany jednorodne, standaryzowane, mnożone albo generatywnie, albo — jako kłony — wegetatywnie. Odmiany takie nie mogą obyć się bez stałej już i starannej opieki ludzkiej, ze względu na swój wybitny brak odporności na choroby i pasożyty oraz znacznie większe wymagania ekologiczne *sensu lato*. Praca taka obok zabiegów uprawowych objąć musi stałe zabiegi właściwej hodowli roślin, a więc aklimatyzację, hybrydyzację, zabiegi mutageniczne i selekcję w oparciu o cały aparat genetyki i badań chromosomowych.

Podstawą prac hodowlanych musi być silna zmienność, wywoływana lub przynajmniej potęgowana przez zmiany sposobu rozmnażania się, przez krzyżowanie — zwłaszcza roślin samopylnych lub wykluczenie krzyżowania — u roślin obcopolnych przez poliploidyzację naturalną lub uzyskiwaną za pomocą sztucznych zabiegów mutagenicznych.

W ciekawych zestawieniach autor przedstawia różne drogi, na których powstać mogły rozmaite rośliny uprawne — wszystko to na podstawie badań kariologicznych. Przeważają przy tym różnorodne naturalne formy poliploidyzacji i to zarówno auto- jak allopoliploidyzacji. Znaczną rolę wśród roślin uprawowych odgrywają triploidy, ale zawsze tylko tam, gdzie zastosować można rozmnażanie wegetatywne i gdzie ono dominuje.

Książka Darlingtona wykazuje, że w dziedzinie chromosomowej stosunki wcale nie są tak proste, jak to dawniej przypuszczano. Wykazuje niepewność podstaw dotychczasowej systematyki uświęconych długoletnią tradycją. Wskazuje na olbrzymią zmienność w świecie chromosomów i to zarówno w obrębie gatunku, jak i niższych grup taksonomicznych, na zacieranie się różnic pomiędzy zmiennością osobniczą, a odmianową czy gatunkową, a nawet na zmienność liczb podstawowych. Wskazuje na powiązania zmienności chromosomowej ze zjawiskami z zakresu nie tylko oczywiście systematyki, ale także ekologii i geografii roślin; wszystko na tle ciągłej ewolucji zarówno tej aktualnej, trwającej stale, jak dawnej liczącej miliony lat.

Podczas czytania książki Darlingtona wszystko to wywołuje wrażenie dużej niepewności, jak gdyby zachwiania się jasnych i prostych konstrukcji myślowych, dających dotąd stosunkowo łatwą orientację w tych sprawach. A jednak podważając wiele ustalonych poglądów autor wskazuje równocześnie drogi wyjścia z pozornego impasu. Wskazuje na możliwości i sposoby uniknięcia dotychczasowych pomyłek i błędów. Jeżeli nawet, jako cytolog, autor przecenia może znaczenie nauki o chromosomach jako podstawy wszelkich dyscyplin biologicznych, to z drugiej strony jako zasadniczy błąd słusznie wytyka, dotychczasowe jej niedocenianie, a często zupełne pomijanie.

Książkę Darlingtona zamyka się z głębokim przekonaniem, że stanowi ona bardzo cenną pozycję, że autor rzucił w niej snop światła na wiele spraw dotąd zbyt jednostronnie traktowanych, skierowując dalsze prace na właściwy tor. A prac tych potrzeba jeszcze bardzo dużo, zwłaszcza w dziedzinie nowoczesnej taksonomii, uwzględniającej odkrycia cytologii. To, co zrobiono dotychczas, stanowi dopiero wstęp.

Marian Nowiński

Patten, B. M. *Foundations of Embryology*, McGraw-Hill, New York 1958, stron XVI + 578.

Dobry podręcznik powinien spełniać wiele wymagań. Musi uczyć przedmiotu w sposób prosty i zrozumiały. Materiał powinien być podany zwięźle, krótko, możliwie łatwo do zapamiętania. Powinien wprowadzać we współczesny stan wiedzy i urabiać pojęcie o wszystkich aspektach danej nauki w oparciu o możliwie najszerszy materiał porównawczy. W końcu musi zachęcać do dalszych studiów o bardziej zaawansowanym charakterze. Dlatego z roku na rok coraz trudniej napisać dobry podręcznik embriologii, kiedy dyscyplina ta gwałtownie się rozrasta, a jej studiowanie wymaga dobrej znajomości wielu pokrewnych nauk.

Patten, autor trzech monografii o rozwoju kurczęcia, człowieka i świni, ostatnią swą książkę napisał specjalnie dla studentów przyrody i medycyny. W przedmowie i osobnym rozdziale podaje założenia, jakimi kierował się przy pisaniu tej książki. Zdaniem jego, dotychczasowe podręczniki, przeważnie traktujące embriologię z porównawczego punktu widzenia, są za trudne dla początkujących i nie stanowią dobrej drogi do wprowadzenia w przedmiot. W masie porównań gubią się zawsze szersze wnioski, a podawanie różnic, zwłaszcza kiedy rozwój jest bardziej zaawansowany, przerywa ciągłość i osłabia zainteresowanie. Autor postanowił napisać podręcznik jasny i zrozumiały, nawiązujący kontakt z czytelnikiem; ograniczyć materiał porównawczy, a podać tylko zasadnicze procesy charakterystyczne dla rozwoju jako całości.

Z tych założeń autor wywiązał się dobrze. Książka napisana jest jasno, stylem opowiadającym, bez zbytniego wdawania się w szczegóły. Autor omawia tylko zasadnicze procesy rozwojowe, charakterystyczne dla kręgowców. Materiał został ograniczony do badań opisowych i prawie wyłącznie opiera się na rozwoju człowieka, kurczęcia i świni.

Podręcznik podzielony jest na trzy części, każda część ilustruje osobne zagadnienie rozwoju. W części pierwszej, opierając się głównie na rozwoju człowieka i kurczęcia, autor omawia wczesne procesy rozwojowe. W rozdziale pierwszym tej części podaje krótko historię rozwoju embriologii, metody badań, zakres i znaczenie. W dalszych rozdziałach omawia budowę narządów rozrodczych i gametogenezę, cykl płciowy i zapłodnienie z uwzględnieniem regulacji hormonalnej. W następnych — bruzdkowanie i powstanie moruli. Tutaj podrozdziały dotyczą wpływu żółtka na bruzdkowanie, orientacji bruzd podziałowych, powstania moruli, blastuli i wyróżnicowywania się warstw zarodkowych. Część druga oparta jest wyłącznie na rozwoju kurczęcia. Zapoznaje z wczesnymi procesami kształtowania się formy ciała i zakładania się organów. Część trzecia, najobszerniejsza, oparta na rozwoju świni i człowieka, omawia procesy, w wyniku których w ostatnich etapach rozwoju systemy organów przyjmują swoją definitywną strukturę.

Książka jest bogato ilustrowana. Rysunki siatkowe i kreskowe wykonane są bardzo starannie i przejrzysto. Spośród 962 ilustracji wyróżniają się dwadzieścia

cztery rysunki kolorowe i świetne zdjęcia z rozwoju kurczęcia, wykonane w świetle odbitym. Na końcu książki podano literaturę ogólną i dość obszerną literaturę do poszczególnych rozdziałów.

Po tym krótkim omówieniu nasuwa się pytanie, czy książka Patten'a stanie się podręcznikiem szeroko czytany przez studentów. Wydaje się, że nie; jest naturalne i pożądane, ażeby autor w podręczniku najwięcej uwagi poświęcił tym aspektom, w których się najwięcej orientuje. Ale trzy części książki Patten'a, to właściwie trzy monografie napisane przystępnie. Przy takim ujęciu gubią się właśnie szersze wnioski. W podręczniku tak szerokiej dziedziny jak embriologia, powinna być przeprowadzona selekcja. Ale dzisiejszy student, zwłaszcza przyrody, nie jest zadowolony z czysto opisowych podręczników i coraz częściej szuka syntez. Dlatego wydaje się, że student przyrody chętnie sięgnie do podręcznika traktującego porównawczo rozwój kręgowców, a student medycyny od razu do embriologii człowieka. Omawiany podręcznik stanie się dodatkową pożyteczną lekturą.

Czesław Jura

CZY JUŻ DEFINITYWNE ROZSTRZYGNIECIE EWOLUCJI BEZGRZEBIENIOWCÓW (RATITAE, AVES)? DE BEER, G. R., THE EVOLUTION OF RATITES „BULLETIN OF THE BRITISH MUSEUM“ (NATURAL HISTORY) ZOOLOGY, LONDON, 1956. VOL. 4, No. 2, 57—70.

Istnieją dwa poglądy na filogenezę bezgrzebieniowców: 1) pochodzą one od ptaków latających (Fürbringer, 1888; Parker, 1892; Pycraft, 1901; Broom, 1906; Duerden, 1920; Stresemann, 1927—34; Gregory, 1935 i wielu innych); 2) oddzieliły się od głównego pnia filogenetycznego ptaków przed osiągnięciem przez nie zdolności do lotu (Lindsay, 1885; Wray, 1887; Chandler, 1916 i Ewart, 1921). Skrajnymi przedstawicielami tego drugiego poglądu są Love (1928, 1935) i Friant (1945, 1946).

Lowé podaje sześć cech *Ratitae*, które obok prymitywnej budowy podniebienia mają popierać jego pogląd, że ptaki te pochodzą od form nie posiadających nigdy zdolności do lotu: 1) prymitywny układ mięśni; 2) pióra zarówno na skrzydłach jak i na innych częściach ciała starych ptaków nie są niczym więcej jak puchem albo zmodyfikowanym puchem; puch jest upierzeniem ptaków młodocianych, jest zatem cechą prymitywną i pierwotną; 3) brak szczątek obojczyków u embrionów jest dowodem, że pochodzą od gadów, które utraciły obojczyki, a zatem nie od latających ptaków, u których obojczyki są zachowane; 4) obecność szwów na czaszce upodabnia je do przodków gadzich, a różni je od latających ptaków, u których kości czaszki są tak silnie zespolone, że szwy są u dojrzałych osobników niewidoczne; 5) kąt rozwarty między kością kruczą a łopatką występuje też u przodków gadzich; u *Carinatae* kąt ten jest mniej lub więcej ostry; 6) podobieństwo pomiędzy kośćmi kończyny przedniej *Ratitae* a takich dinozaurów jak *Ornitholestes*.

Lowé logicznie wyprowadza stąd, że jeżeli *Ratitae* pochodzą od ptaków, które nigdy nie posiadały umiejętności lotu, to wówczas *Archaeopteryx* nie może być przodkiem ptaków, lecz niezależną linią rozwojową.

Beer jest przeciwnego zdania. Budowa piór u *Archaeopteryxa* jest tak identyczna z ich budową u współczesnych ptaków latających, iż jest niemożliwością mniemać, by powstały one niezależnie. Co więcej, zróżnicowania u *Archaeopteryxa* piór skrzydeł na lotki pierwszorzędowe i drugorzędowe oraz pokrywy skrzydłowe jak to jest u *Carinatae*, wyklucza brak pokrewieństwa między nimi. Mozaika cech gadzich i ptasich u *Archaeopteryx* dowodzi, że był on prawdziwym przodkiem współczesnych ptaków (de Beer, 1954).

U *Carinatae* występuje szereg adaptacji do lotu, których nie miał jeszcze *Archaeopteryx*, posługujący się jedynie lotem ślizgowym. Do najważniejszych należy powstanie *carpometae*, jako silnej podstawy lotek pierwszorzędowych, oraz skrzydełka (*alula*), zwiększającego siłę nośną skrzydeł przez redukcję wirów powietrza, skrócenie długiej osi ciała przez wytworzenie pygostylu i silny rozwój mózdzku jako organu kontrolującego statykę ptaka.

Jakie adaptacje do lotu posiadają *Ratitae*? Szkielet skrzydeł u *Ratitae* jest zbudowany identycznie jak u *Carinatae*. Nie tylko w obu grupach te same kości łączą się w *carpometae*, lecz nawet wspólne są takie szczegóły, jak np. wydłużenie

podstawowego człona trzeciego palca. Szkielet skrzydeł *Ratitae* wykazuje cechy związane z adaptacją do lotu, które odziedziczyły po swych latających przodkach. U nandu (*Rhea sp.*) nie tylko lotki są zróżnicowane na pierwszorzędowe i drugorzędowe, lecz występuje także skrzydełko. Szkielet ogona u strusia (*Struthio sp.*) tworzy pygostyl podobnie jak u *Carinatae*. Budowa i wielkość mózdzku *Ratitae* jest podobna do *Carinatae*. *Archaeopteryx* miał mózdzek o wiele mniejszy. Silny rozwój u *Carinatae* jest adaptacją związaną z lotem, a *Ratitae* wielki mózdzek odziedziczyły po nich.

Do dowodów innego typu, że *Ratitae* pochodzą od ptaków latających, należy brak umiejętności lotu u niołota kiwi (*Apteryx*). Broom (1947) wykazał, że Nowa Zelandia od wczesnej Jury nie miała połączenia z lądem. Ewolucja ptaków porzuciwszy od środkowej Jury (*Archaeopteryx*) odbyła się na starym kontynencie. Przodek *Apteryxa* mógł dotrzeć na Nową Zelandię jedynie na skrzydłach (podobny dowód mogą stanowić gatunki z rodziny *Dinornithidae* — J. P.).

Wracając do przyczyn, dla których Love uznał *Ratitae* za ptaki prymitywne, wywodzące się od nie latających istot, należy podkreślić, że podobieństwo między kończynami przednimi *Ratitae* a dinozaurów jest tylko powierzchowne i jest jedynie wyrazem uwstecznienia tego organu u *Ratitae*. Kąt rozwarty między kością kruczą (*coracoideum*) a łopatką (*scapula*) u *Ratitae* wywołany jest skróceniem mięśni piersiowych. U *Carinatae* kąt ostry wywołany jest wydłużeniem kości kruczej, co znów jest związane z wydłużeniem mięśni piersiowych, jako wynik adaptacji do lotu. Układ umięśnienia jest prymitywny, zgodnie z tym, jak twierdzi Lowe, i może służyć mu do argumentacji. Obecność u *Ratitae* jedynie puchu, szwów między kośćmi czaszki, dromeognatycznej struktury podniebienia jest wyrazem neotenu. Cechy te występują u ptaków latających w wieku młodocianym. Już wcześniej McDowell (1949) sugerował notenię jako przyczynę występowania prymitywnych cech u *Ratitae*.

Zasadniczą cechą podniebienia typu dromeognatycznego (Huxley, 1867) albo, jak nazwał ten typ Pycraft (1901), paleognatycznego jest to, że kość skrzydłowa (*pterygoideum*) kontaktuje się bezpośrednio z łemieszem (*vomer*). U czaszek typu schizognatycznego i egitognatycznego (Huxley), czyli neognatycznego (Pycraft), u ptaków dojrzałych, kości skrzydłowe zazwyczaj łączą się z łemieszem za pośrednictwem kości podniebiennych (*palatinum*). Jednak już Pycraft odkrył, że w rozwoju u wielu ptaków „neognatycznych” podniebiennie przechodzi przez stadium paleognatyczne, kiedy kości skrzydłowe łączą się z łemieszem.

Kleischmidt (1951) wykazał, że *Archaeopteryx* miał podniebienie typu neognatycznego (schizognatycznego), dlatego nie można uważać podniebienia *Ratitae* za prymitywne. Twierdzenie, że ptaki o podniebieniu typu neognatycznego rekapitulują w czasie rozwoju typ podniebienia paleognatyczny, jest błędne. Wobec danych o pochodzeniu *Ratitae* od ptaków latających i zjawiska neotenui dotyczącego upierzenia i szwów między kośćmi czaszki musimy przyjąć także neotenię paleognatycznego typu podniebienia. Dotychczasowe poglądy na budowę podniebienia u ptaków należy całkowicie zmienić — typ neognatyczny jest prymitywny. Prymitywna natura tego typu podniebienia związana jest prawdopodobnie ze zjawiskiem kinezy (połączenie i ruchliwość szczęk dolnych i górnych).

Ostatecznie rozwój embrionalny emu (*Dromaius novaehollandiae* Lath.), badany przez Steinera (1936) i Lutza (1942), okazał się tak podobny do rozwoju embrionalnego u *Carinatae*, że można go zinterpretować tylko pochodzeniem bezgrzebieniowców od ptaków latających.

Na podstawie danych, pokrótce tutaj streszczonych, de Beer uważa pochodzenie *Ratitae* od *Carinatae* za udowodnione. Czy *Ratitae* reprezentują naturalną grupę, czy są zbiorem form, które rozwinęły się równoległe ale niezależnie, w wyniku utraty zdolności do lotu, jest sprawą dalszych badań.

Jan Pinowski

EWOLUCJA ROZWOJU POSTEMBRIONALNEGO I TYPY LARW OWADÓW¹

Świat owadów odznacza się bardzo dużą różnorodnością form. W ich ontogenezie stwierdza się wiele sposobów rozwoju mniej lub więcej prostego i wypadki rozwoju o cyklu bardzo złożonym.

Gatunki, których rozwój ma charakter złożonej metamorfozy, odznaczają się wielopostaciowością form larwalnych przystosowanych do różnych warunków bytowania, często bardzo odmiennych od warunków życia postaci dorosłej.

Wyjaśnieniem powstania różnorodności form rozwoju osobniczego w świecie owadów oraz przyczyn tych zjawisk zajmowało się wielu badaczy.

W omawianym artykule Gilarow wymienia wiele hipotez propagowanych przez różnych entomologów na przestrzeni bieżącego stulecia. (Hipoteza A. Berlesa, 1913, J. Pojarkowa, 1914, J. J. Jerzykowa, 1929, 1939, A. A. Immsa, 1936, A. Lemeere'a, 1900, P. H. Martynowa, 1938, S. H. Chena, 1948, 1955, A. Handlirscha, 1928, P. H. Lenchego, 1940, F. M. Carpentera 1946). Badacze ci starali się wyjaśnić ten tak trudny, a zarazem ciekawy problem.

Głoszone hipotezy bankrutowały — według autora — w miarę narastania rzeczywistych faktów, zachowując czasem jedynie wartość historyczną.

Poprzednicy Gilarowa wiązali problem pochodzenia metamorfozy z faktem hipotetycznym przejścia od życia w środowisku wodnym do życia naziemnego i atmosferycznego.

Gilarow wyklucza tę ewentualność opierając się na tym, iż bezpośrednie ukształtowanie się życia naziemnego z wodnego jest nieprawdopodobne, bo system trachealny, występujący tylko u stawonogów oddychających powietrzem atmosferycznym i typowy dla owadów, przeczy możliwości filogenetycznego rozwoju przeobrażeń owadów ze środowiska wodnego, u których proces oddychania nie wiąże się z tchawkami. Przeciwstawia głoszonym hipotezom stanowisko własne, które opiera na traktowaniu gleby jako wyjściowego filogenetycznie środowiska dla kształtowania się różnych przedstawicieli niższych grup owadów, przechodzących do naziemnego trybu życia. Warunki życia w glebie stwarzają podobieństwa filogenetycznych właściwości bytowania tym zwierzętom, które wychodząc z wody przygotowują się do życia naziemnego. Chcąc przedstawić możliwe zmiany warunków istnienia związane z ukształtowaniem swoistych cech owadów naziemnych, autor rozpatruje glebę jako środowisko przejściowe od wodnego trybu życia do naziemnego i stara się wyjaśnić, jakie to ma znaczenie dla zrozumienia ewolucji ontogenezy owadów.

Zwraca uwagę, że życie w glebie i jej wierzchniej warstwie — w ściółce — jest charakterystyczne dla niższych grup owadów — *Apterygota*. Rozwój postembrionalny tych owadów, choć nacechowany pewnymi szczegółami zmiany budowy w okresie dorastania, jest w zasadzie rozwojem prostym lub zbliżonym do prostego. Życie postembrionalne postaci młodocianych i stadium dorosłego *Apterygota* trwa w glebie,

¹ M. S. Gilarow, „Zool. żurn.” t. 36 (II), 1683—1697, Moskwa 1957.

a czasem na powierzchni gleby. Pobyt okresowy na powierzchni gleby w konsekwencjach swoich dał możliwość ewolucji ontogenezy i filogenezy owadów. Mogło się to stać dzięki temu, że ułatwione zostały spotkania owadów w celach rozrodu i w poszukiwaniu pożywienia, skutkiem czego zwiększył się zasięg ich rozprzestrzenienia. Od rozprzestrzenienia się drogą pełzania przodkowie owadów wyższych przeszli prawdopodobnie do poruszania się skokowego (spotykanego już u wielu *Apterygota*) i z kolei do prostszych, a później bardziej złożonych form lotu.

Wyjście na powierzchnię gleby dorosłych owadów z progresywnym przystosowaniem się do życia na niej i ukształtowanie się sposobu lokomocji poprzez lot wywołały dalszą ewolucję ontogenezy, która znajduje współczesne odbicie w dwu zasadniczych drogach postembrionalnego rozwoju u owadów uskrzydłych — *Pterygota*: w przeobrażeniach typu *Hemimetabola* i *Holometabola*. Obie te drogi są progresywne. Pierwsza polega na wzbogaceniu jaja w materiał odżywczy, w wyniku czego larwy wychodzące z jaja są w bardziej zaawansowanym etapie morfologicznych przeobrażeń. Tego rodzaju larwy łatwiej przechodzą do trybu życia mniej lub więcej podobnego do życia postaci dorosłej — jest to droga *Hemimetabola*.

Druga droga prowadzi szlakiem progresywnych przystosowań postaci dorosłej do życia w środowisku atmosferycznym, z przystosowaniem do lotu i do aktywnego wyboru miejsca i podłoża do złożenia jaj. Wylęgłe larwy mają zdolność przystosowania się do przebywania w glebie i w różnych skrytkach lub na podłożu zabezpieczonym w łatwy dostęp pożywienia. Przebywanie larw na podłożu bogatym w pożywienie i chroniącym równocześnie przed wpływem niszczyielskim, stworzyło możliwość wylęgu z jaj larw na dość wczesnym etapie zróżnicowania zarodkowego (na etapie podobnym do rozwoju osobniczego przodków przebywających w glebie).

Przystosowanie *imago* i larwy do bytowania w różnych warunkach i wypełnianie przez nie różnych funkcji doprowadzają do różnicowania się swoistej formy larwy i *imago*. Rozwój drogą stopniowo narastających zmian pomiędzy tymi dwoma postaciami staje się niemożliwym. Skutkiem tego podczas przeobrażenia postaci larwalnej w postać dorosłą zachodzi konieczność przebudowy organizacji części lub całego ustroju. Może to nastąpić drogą zburzenia organów larwalnych (prowizorycznych) i ukształtowania definitywnej organizacji *imago*. Okres przebudowy dokonywa się w osobno ukształtowanym stadium — poczwarki. Całość tego cyklu metamorfozy osobniczej owadów jest drogą *Holometabola*. Obie drogi ewolucji przeobrażeń owadów autor analizuje równolegle. Wnika w wiele szczegółów porównawczych, morfologicznych, anatomicznych, fizjologicznych i ekologicznych rozwoju obu typów larw i w żadnym wypadku nie łączy ewolucji ich przeobrażeń w jeden szereg filogenetyczny. Odrzuca w swoich rozważaniach możliwość, jaką propagują niektórzy uczeni, rozpatrywania przeobrażenia pełnego na bazie niepełnego. Lansowany punkt widzenia autora pozwala analizować niepełne i pełne przeobrażenia na podstawie epimorfozy *Apterygota* i przejścia dorosłego stadium do życia w środowisku atmosferycznym oraz ukształtowania się u niego zdolności lotu. W uzasadnieniach swego stanowiska autor często posługuje się przesłankami metody porównawczej i ekologicznej. Analiza przedstawionego materiału łatwo ujawnia, według Gilarowa, bankructwo wszystkich hipotez mówiących o wodnym pochodzeniu owadów i o pochodzeniu *Pterygota* od form rozwijających się w wodzie.

Całość omawianego artykułu ma charakter zdecydowanie dyskusyjny. Dla zoologów, a w szczególności entomologów — według mnie — znajomość tego artykułu jest bardzo pożyteczna.

Wartość tę widzę nie tylko w poznaniu stanowiska autora w sprawie postembrionalnej ewolucji rozwoju zasadniczych typów larw owadów, lecz i w tym, że artykuł ten jest oparty na analizie dość dużej ilości literatury o zagadnieniach ewolucji i rozwoju owadów, opublikowanej w ostatnich latach (swoicie naświetlonej przez autora).

Józefa Daszkiewicz-Hubicka

GENETYCZNA CHARAKTERYSTYKA KOMÓREK SOMATYCZNYCH SSAKÓW

Zagadnienie różnicowania w biegu ontogenezy organizmów wielokomórkowych staje się obecnie jednym z głównych tematów zainteresowań genetyków. Rozwiązanie tego zagadnienia ma nie tylko znaczenie teoretyczne, gdyż ścisłe określenie genetycznych właściwości komórek somatycznych i ich genezy może rzucić wiele światła na problem nowotworów. Dotychczas jednak brak odpowiedniej metody badania genetycznych właściwości komórek somatycznych uniemożliwiał postęp w tej dziedzinie. Dopiero w ostatnich czasach opracowano metody pozwalające u ssaków i człowieka badać właściwości linii komórkowych (klonów) pochodzących z jednej pojedynczej komórki. Píše o tym obszernie T. T. Puck w referacie pt. *The Genetics of Somatic Mammalian Cells*, ogłoszonym w „Advances in Biological and Medical Physics“ vol. V, 1957.

Nowa metodyka umożliwi otrzymanie odpowiedzi na następujące pytania: 1. Jakie komórki są zdolne — po ich izolacji — do wzrostu i podziałów, a jakie mogą rozmnażać się tylko i wyłącznie w zespołach komórkowych? 2. W jakich typach komórek różnicowanie zależy od rzeczywistych zmian genetycznych, a w jakich od zmian adaptacyjnych powstałych pod wpływem warunków środowiskowych? 3. W jakim stopniu mogą w komórkach somatycznych zdrowych i patologicznie zmienionych występować zjawiska transformacji, transdukcji, a także i innych jeszcze może sposobów wymiany jądrowych i cytoplazmatycznych determinant między komórkami? 4. Jakie jest rozmieszczenie genów w somatycznych chromosomach ssaków, jaka jest u nich częstość wymiany genów (*crossing-over*) i w jaki sposób somatyczne komórki ssaków reagują na czynniki zwiększające częstość występowania mutacji? 5. Jaka jest lokalizacja genetyczna różnych zaburzeń wywołujących dziedziczne schorzenia człowieka? Czy można wyizolować zmutowane komórki i w ten sposób pokusić się o określenie ich metabolizmu, tj. innymi słowy, czy można komórki somatyczne badać w analogiczny sposób jak metabolizm mutantów u *Neurospora*? 6. W jakim stopniu procesy nowotworowe i starzenia polegają na zmianach genomu, a w jakim stopniu są one tylko zmianami fizjologicznymi struktur niezdolnych do samopomnażania?

Do niedawna nie można było zakładać kultur tkankowych ssaków i człowieka, wychodząc z jednej pojedynczej komórki. Pomyślne wyniki uzyskiwano tylko wówczas, gdy zaczątkiem hodowli była znaczna ilość (10^5) komórek pozostających w ścisłym związku ze sobą. Dopiero Earle wraz ze swoimi współpracownikami wykazał możliwość założenia hodowli tkankowej z pojedynczej komórki. Komórka izolowana z pomocą mikromanipulatora i zamknięta w kapilarze szklanej wypełnionej odpowiednim płynem odżywczym dawała początek klonowi komórek. Metoda ta była jednak niesłychanie żmudna i zawodna, a wyniki uzyskane z jej pomocą nie mogły dać odpowiedzi na wiele z pytań wyliczonych poprzednio. Z tego powodu nowe metody zastosowane przez Pucka i jego współpracowników zasługują na szczególną uwagę. Komórki izoluje się za pomocą trypsyny i wysiewa podobnie jak bakterie na płytki Petriego, napełnione odpowiednim płynem odżywczym

Niektórych jednak komórek nie można hodować w ten sposób. W tych wypadkach zastosował Puck odmienną technikę. Izolowane komórki wysiewano na pożywki, w których znajdowały się liczne tzw. komórki żywiące. Komórkami żywiącymi nazywa Puck komórki, które nie mnożą się, lecz mimo to zachowują pełnię swego metabolizmu. Komórki żywiące uzyskiwano naświetlając elementy komórkowe promieniami Roentgena, hamującymi trwale ich działalność mitotyczną. Okazało się, że korzystny wpływ owych komórek żywiących polega zarówno na dostarczaniu implantowanym komórkom substancji niezbędnych dla ich wzrostu i podziałów, jak i na usuwaniu względnie neutralizowaniu substancji hamujących wzrost i rozmnażanie komórek.

Stosując oba rodzaje metod hodowli można było założyć klony różnych rodzajów komórek człowieka pochodzących ze skóry, nerek, spojówek, wyrostka robaczkowego, wątroby, owocni, szpiku kostnego i śledziony. Oprócz tego uzyskano klony komórkowe z tkanek patologicznych, np. raków i melanom.

Dalsze badania wykazały, że z komórek raka szyjki macicy hodowanych od wielu lat w masowych hodowlach tkankowych, można było wyizolować dwie linie wykazujące wyraźne biochemiczne różnice w zapotrzebowaniach pokarmowych i morfologii. Różnice te okazały się trwałe i z tego powodu autor uważa je za różnice genetyczne powstałe na skutek mutacji.

Zdaniem Pucka w wyniku różnicowania zachodzącego w czasie każdej ontogenezy powstają odrębne genetycznie typy komórek, przekazujących wiernie swoje właściwości morfologiczne i właściwości swego metabolizmu, jak to wykazano za pomocą nowych metod hodowli izolowanych komórek. Dotychczas jednak nie wiadomo, czy zachodzące wśród komórek zmiany genetyczne polegają na mutacjach odpowiednich genów jądrowych, na mutacjach chromosomów, czy też na zmianach determinant cytoplazmatycznych lub zjawiskach transdukcji i transformacji. „Istnieje nawet możliwość, że w rozwojowej biologii komórek ssaków mogą przejawiać swą działalność jakieś inne, nie znane dotychczas czynniki genetyczne”. W każdym razie Puck przyjmuje, że różnicowanie ontogenetyczne polega między innymi i na powstawaniu zmian genetycznych między poszczególnymi rodzajami komórek, jednakże zmian tych nie sprowadza on wyłącznie do mutacji genów jądrowych lub chromosomowych.

Nowe metody hodowli tkankowej, a raczej hodowla klonów komórkowych, umożliwiły też badanie wpływu promieni jonizujących na komórki ssaków w podobny sposób, w jaki bada się wpływ tego czynnika na bakterie i wirusy. Przede wszystkim przekonano się, że komórki ssaków i człowieka, i to zarówno komórki normalne, jak i nowotworowe, są nieporównanie wrażliwsze na bodźce działające na ich czynność podziałową niż wirusy i drobnoustroje. Średnia bowiem dawka letalna dla komórek ssaków wynosi 96 r, podczas gdy dawka letalna dla *Escherichia coli* wynosi 4000 r, dla bakteriofaga T-2 wynosi 40 000 r, dla drożdży 5000–18 000 r. Los komórek naświetlonych może być rozmaity. Naświetlone komórki mogą się bowiem dzielić jeszcze kilkakrotnie, tworząc małe mikrokolonie, nie zawierające nigdy ponad 50 komórek, lub też nie dzielą się zupełnie. Wreszcie mogą obumierać. Los komórek zależy od stosowanej dawki. Po naświetleniu małymi dawkami komórki dzielą się jeszcze kilka razy, dawki 600–1000 r powodują całkowite zahamowanie podziałów, gdy natomiast dawki jeszcze wyższe wywołują śmierć elementów komórkowych. Komórki, które utraciły zdolność podziałową, wykazują żywą przemianę materii i osiągają znaczne rozmiary tworząc tzw. komórki olbrzymie. Komórki olbrzymie okazują większą wrażliwość na zakażenie wirusowe niż komórki normalnej wielkości, co może stoi w związku z ich większą powierzchnią. Najciekaw-

szy jednak jest wpływ słabych dawek (96r), które po kilku podziałach prowadzą do zupełnego ich zahamowania. Puck sądzi, że w tym wypadku mamy do czynienia prawdopodobnie z zahamowaniem syntezy jakiegoś związku, który w miarę zachodzących podziałów ulega w końcu tak znacznemu rozcieńczeniu w potomnych komórkach, że uniemożliwia to dalsze ich podziały. Być może, że wchodzi tu w grę uszkodzenie samopomnażającego się systemu komórkowego.

Dla większości ssaków dawka letalna naświetlenia całego ciała jest stosunkowo niska. Wynosi bowiem około 500 r. Indywidualnie natomiast poszczególne komórki są odporniejsze na dawki o wiele większe. Przyjmując, że zespoły chromosomów i genów są bardzo podobne we wszystkich komórkach ciała, uszkodzenia genetyczne spowodowane promieniami X powinny być też bardzo podobne. Ujawniają się one jednak dopiero, gdy komórki zaczynają się dzielić. Wykazano zaś, że komórki naświetlone dawkami poniżej 800 r są jeszcze w stanie dzielić się wielokrotnie, nim nastąpi ostateczne zahamowanie czynności mitotycznej. „Dlatego też pierwotne uszkodzenia mogą się przejawiać dopiero po wielu podziałach w zmienionym zachowaniu się naświetlonych komórek. Rozważania te wyjaśniają zasadę radiologii, że najwrażliwszymi na działanie promieni są komórki intensywnie się dzielące. Prawdopodobnie uszkodzenia genetyczne występują we wszystkich komórkach ciała, lecz najszybciej ujawniają się one w takich komórkach, jak komórki skóry, komórki wyścielające przewód pokarmowy i komórki tkanek krwiotwórczych, ponieważ dzielą się one stale i z tego powodu wykażą szybciej szkody genetyczne niż inne komórki ciała“. Autor nie wyklucza możliwości pewnych uszkodzeń fizjologicznych przyczyniających się do wywołania objawów występujących przy naświetleniu całego ciała, które z czasem mogą ulec regulacji, sądzi jednak, że głównym ich źródłem jest uszkodzenie genetycznego systemu komórkowego, przejawiającego się najsilniej w komórkach wykazujących żywą aktywność mitotyczną.

Stosując opracowaną przez siebie metodę hodowli izolowanych komórek Puck zdołał uzyskać pod wpływem promieni X odrębne mutacje elementów somatycznych, różniące się bądź to morfologią, bądź też metabolizmem. Mutanty te okazały się stałe. W ten sposób otwierają się możliwości wykonania dalszych doświadczeń genetycznych.

Klony komórek uzyskane metodą Pucka można porównać pod względem genetycznym z osobnikami czystej linii. Wszystkie bowiem komórki danego klonu należą do jednego genotypu, podobnie jak wszystkie osobniki należące do czystej linii. Hodując komórki wykazujące taki sam genotyp w różnych warunkach, można było określić ich normę reakcji. Okazało się, że hodowane np. komórki należące do klonu S₅ w surowicy ludzkiej mają kształt fibroblastów, gdy natomiast w pożywce zawierającej surowicę końską mają one kształt wielobocznych ściśle do siebie przylegających elementów. Zmiany te są w pełni odwracalne, czyli należą do zmian modyfikacyjnych. Zbyteczne jest podkreślenie, że dalsze badania w tym zakresie mogą przyczynić się do wyjaśnienia, w jakim stopniu różnice między komórkami somatycznymi zależą od zmian odwracalnych, modyfikacyjnych, w jakim zaś od nieodwracalnych zmian genetycznych. Uzyskanie danych w tym zakresie przyczyni się niewątpliwie do ostatecznego rozstrzygnięcia tak zasadniczych pytań, jak np. charakter zmian zachodzących między komórkami w różnych okresach ontogenezy i w czasie procesu regeneracyjnego.

Z zastosowań do badań klinicznych nowej metody wymienię tylko jedno. Surowice różnych osobników wywierają różny wpływ na wzrost implantowanych izolowanych komórek. Nasuwa się pytanie, czy zachowanie się klonów komórkowych

nie jest skorelowane z pewnymi rodzajami schorzeń i czy ewentualnie nowa metoda nie może być pomocna w diagnozie.

Autor zastanawiając się nad perspektywami stosowania metody implantowania w sztucznej hodowli izolowanych komórek uważa, że może ona znaleźć zastosowanie w badaniach nad wzrostem, morfologią, powstawaniem somatycznych mutacji, w badaniach wpływu promieni jonizujących, wzajemnych stosunków między komórką a wirusami, a nadto i w bardzo wielu problemach klinicznej medycyny. Dla biologii zaś za najważniejsze należy uznać poznanie genetyki elementów somatycznych.

S. Skowron

MAKROMOLEKUŁY W BIOLOGII

Artykuł M. W. Wolkensteina pt. *Makromolekuły i biologia* w 11 numerze 1958 r. „Izwestij Akademiji Nauk ZSRR” przynosi wiele bardzo ciekawych problemów z dziedziny fizyko-chemii i biologii.

Autor stara się wyjaśnić, dlaczego podstawowe substancje odpowiedzialne za procesy życiowe są substancjami makromolekularnymi.

Autor zadaje paradoksalne pytanie: dlaczego przyroda stworzyła i udoskonaliła w procesie ewolucji składające się z organicznych makromolekuł żywe organizmy, które okazały się zdolne do zbudowania maszyn cybernetycznych, a nie poszła po krótszej drodze bezpośredniego stworzenia tych maszyn z prostszych substancji nieorganicznych? Niewątpliwie maszyny elektronowe nie są żywe i to właśnie wymaga wyjaśnienia: dlaczego właściwie żyją skomplikowane zespoły makromolekuł w organizmie, a posiadające tyle „żywych” właściwości maszyny elektronowe są martwe?

Odpowiedzi na wyżej postawione pytanie należy szukać przede wszystkim w budowie i związanych z nią właściwościach makromolekuł.

Jak wiadomo, charakterystyczną cechą organizmów żywych jest ich indywidualność. Chodzi tu o indywidualność prawidłową, polegającą na różnicach chemicznych genotypów i różnych kombinacjach genów w danym fenotypie. Z punktu widzenia indywidualizacji makromolekuły zajmują pośrednie miejsce między mikromolekułami a organizmami. Każdy preparat najprostszego syntetycznego polimeru jest w istocie mieszaniną ogromnej ilości izomerów. Wystarczy przytoczyć przykład polistyrenu, którego cząsteczka o stopniu polimeryzacji np. 1000 może posiadać 2^{1000} stereoizomerów. A przecież polistyren powstaje drogą polimeryzacji jednego tylko związku — styrenu.

Dalsze możliwości indywidualizacji makromolekuł związane są z otrzymywaniem kopolimerów. Białka można rozpatrywać właśnie jako kopolimery otrzymane ze stosunkowo niewielkiej ilości różnych aminokwasów, a kwasy nukleinowe jako kopolimery zbudowane z 4 różnych nukleotydów.

Ale nawet w wypadku polimerów monodispersyjnych, składających się z jednakowych cząstek i pozbawionych węgla asymetrycznych, np. polietylenu — istnieją możliwości indywidualizacji cząstek. Chodzi tu o specjalny rodzaj izomerii — o izomerię obrotową. Wokół pojedynczych wiązań C—C podstawniki mają możliwość obrotu, który jest częściowo zahamowany przez działanie sąsiednich podstawników. Potencjalne bariery tych obrotów są bardzo niskie, rzędu kilku kkal/mol. Najbardziej prawdopodobną konfiguracją, której odpowiada maksimum entropii, jest ta, przy której łańcuch związa się w kłębek. Izomery obrotowe znajdują się w stanie dynamicznej równowagi cieplnej, jednakże w wypadku występowania

w polimerze grup polarnych zdolnych do tworzenia mostków wodorowych izomery obrotowe mogą być stabilizowane, co może wywołać trwałe zmiany konfiguracji cząsteczki. Izomeria obrotowa może być przyczyną daleko posuniętej indywidualizacji cząsteczki. Na podstawie tej właśnie teorii można tłumaczyć powstawanie antyciał jako nowych izomerów obrotowych cząsteczki białka, powstałych pod wpływem innej makromolekuły.

Inną cechą charakterystyczną substancji żywej jest jej zdolność do wykonywania pracy mechanicznej. I w tym wypadku znajdujemy analogię między sztucznymi polimerami, zawierającymi grupy jonizujące, a makromolekułami substancji żywej. Między poszczególnymi ogniwami łańcucha polielektrolitu działają siły elektrostatyczne, których potencjał określony jest przez stopień jonizacji. W przypadku niskiego stopnia jonizacji łańcuch przybiera kształt termodynamicznie najprawdopodobniejszego izomeru obrotowego. Zmiany pH środowiska wzmagające jonizację elektrolitu powodują powstawanie sił odpychających, które działają w sposób analogiczny do zewnętrznej siły rozciągającej, np. w przypadku kauczuku. W ten sposób zmiana pH środowiska doprowadza do zmiany konfiguracji cząsteczki, a więc do ruchu mechanicznego. Z punktu widzenia termodynamiki jest to przemiana analogiczna do przemiany następującej przy skurczu mięśniowym. Energia chemiczna przechodzi bezpośrednio w pracę mechaniczną w warunkach izotermicznych. Cykl roboczy dokonuje się kosztem przenoszenia substancji, a nie w wyniku zmiany objętości lub entropii. Tego rodzaju zjawiska mechanochemiczne leżą nie tylko u podstawy skurczu mięśniowego, lecz także mogą służyć jako model przy rozpatrywaniu podziału przestrzennego chromosomów przy mitozie i wszelkiego ruchu mechanicznego zachodzącego w organizmach żywych.

Dalej autor przechodzi do omawiania kapitalnego zagadnienia biologii, jakim jest autoreprodukcja. Chromosomy, jako nosiciele zasadniczych cech genotypu i zawierające geny odpowiedzialne za te cechy, są obok systemu zapewniającego wyższe czynności nerwowe i maszyn elektronowych jednym z trzech znanych systemów zdolnych do „pamiętania” w szerokim sensie tego słowa. Zjawisko dziedziczności jest rozpatrywane tutaj jako przekazywanie informacji w filogenezie i ontogenezie. Działa tu specyficzna dla biologicznych zjawisk zasada wzmacniacza. „Pamięć” chromosomów nie może być skupiona wyłącznie na poziomie nadmolekularnym. Autor uważa, że najdoskonalsze i najtrwalsze urządzenie zdolne do „pamiętania”, jakim są chromosomy, składa się z „pamiętających” makromolekuł i struktur nadmolekularnych. Zdolność makromolekuł do gromadzenia informacji związana jest ze specyficzną sekwencją kwasów aminowych czy nukleotydów i z ogólną konfiguracją makromolekuły, a więc całość zagadnienia sprowadza się do indywidualności makromolekuły. Przekazywanie informacji, czyli synteza specyficznych kwasów nukleinowych i białek, daje się tłumaczyć rozpowszechnioną teorią matrycy. Jednak autor sądzi, że nie ma podstaw uważać całą strukturę matrycy za jednoznacznie uporządkowaną. Możliwe, że całkowicie uporządkowane i ważne genetycznie odcinki skupione są w poszczególnych częściach łańcucha, natomiast reszta molekuły zawiera aminokwasy lub nukleotydy dowolnie powiązane. Jeżeli przyjąć takie przypuszczenie, zrozumiałe stanie się niepowodzenie Gamowa, w jego próbach rozszyfrowania kodu zależności sekwencji aminokwasów w syntetyzowanym białku od sekwencji nukleotydów kwasu nukleinowego matrycy.

Biologiczna specyficzność makromolekuł uwydatnia się szczególnie na poziomie nadmolekularnym. Zarówno polimery sztuczne jak i makromolekuły substancji żywej posiadają zdolność tworzenia agregatów o pewnym uporządkowaniu cząstek. Różnią się one od kryształów substancji mikromolekularnych na skutek wspomnia-

nej już indywidualności cząsteczek i długości łańcuchów. W związku z tym nie otrzymuje się nigdy pełnej krystalizacji makromolekuł, pozostają zawsze odcinki bezpostaciowe. Tego rodzaju struktura na poziomie nadmolekułarnym zabezpiecza takie nieodłączne od substancji żywej cechy, jak anizotropia, możliwość ruchu, labilność przy jednoczesnej zdolności do zachowania określonego kształtu.

Dalej autor przechodzi do rozpatrywania procesów zachodzących w substancji żywej z termodynamicznego punktu widzenia. Organizm żywy należy traktować jako układ otwarty, co daje możliwość termodynamicznego uzasadnienia procesów życiowych prowadzących do zmniejszania się entropii w układzie. Dla zrozumienia tych zjawisk niezbędne jest jednak operowanie nie pojęciami termodynamiki statycznej, abstrahującej od czynnika czasu, ale termodynamiki zachodzącej w czasie procesów nieodwracalnych. Makromolekuły posiadają specjalną zdolność do uczestniczenia w procesach nieodwracalnych, zachodzących w układach otwartych. Jest to związane z dużą liczbą stopni swobody — labilnością konfiguracji łańcuchów polimerów. Procesy przemian konfiguracyjnych makromolekuł, polegające na zwijaniu i rozwijaniu łańcucha, odgrywają zasadniczą rolę w sprzężonych reakcjach auto-syntezy. Autor wysuwa przypuszczenie, że zmniejszenie się swobodnej energii podczas zwijania się łańcucha makromolekuły może w pewnej mierze kompensować energetycznie proces biosyntezy białka (dla polietylenu zmniejszenie swobodnej energii przy zwijaniu łańcucha wynosi 1 kkal/mol, zwiększenie swobodnej energii przy powstawaniu wiązania peptydowego równe jest 2,75 kkal/mol.). Analiza termodynamiczna wykazuje, że autosynteza może być tylko skutkiem współdziałania wielu procesów, a nie może zachodzić drogą prostej replikacji indywidualnych substancji lub ich kombinacji w genach.

Autor popiera pogląd Hinshelwooda, że gen należy traktować dynamicznie, jako przyczynę i miejsce przeważającego dokonywania się specyficznych reakcji autosyntezy, możliwych tylko w rezultacie wymiany z otoczeniem. Żadna izolowana struktura nie jest zdolna do autosyntezy. Autor zastrzega się jednak, że te jego poglądy nie mają nic wspólnego z rozpowszechnioną w literaturze radzieckiej krytyką chromosomowej teorii dziedziczności. Naukowa krytyka tej teorii może być pożyteczna tylko w przypadku brania pod uwagę wszystkich cennych zdobyczy uzyskanych dzięki jej stosowaniu i dalszego jej rozwoju na podstawie fizyko-chemii.

Autor poddaje również ostrej krytyce teorię dopełnienia (*Complementarity*) będącą rozszerzeniem zasady nieoznaczoności Heisenberga z mechaniki kwantowej na zjawiska biologiczne. Autor uważa, że ta zasada, która ma swoje zastosowanie w stosunku do mikroobektów, nie może znaleźć zastosowania w biologii właśnie ze względu na makromolekułarną budowę organizmów żywych. Wbrew tej teorii, którą autor kwalifikuje jako agnostycystyczną, wskazuje on na szerokie perspektywy stosowania termodynamiki nieodwracalnych procesów nie tylko w stosunku do oddzielnych organizmów, ale również w stosunku do całego procesu ewolucji.

Julian Gruda

Timothy J. Hunt: *Epimorphic Regeneration during Hibernation.*

Ciekawe spostrzeżenie opublikował w „Nature“ (181, 290, 1958) T. J. Hunt, który zaobserwował u dorosłej samicy żółwia greckiego (*Testudo graeca graeca*) w lecie 1954 roku nekrozę koło uszkodzonej dystalnej części szczęki dolnej. Żółw z tym ubytkiem przeżył odrętwienie zimowe i przez następne lato miał poważne trud-

ności w przyjmowaniu pokarmu, część dystalna szczęki była bowiem tak uszkodzona, że przez wspomniany ubytek widoczna była jama gębowa. Podczas następnego odrętwienia zimowego (1956), na początku którego długość ubytku wynosiła około 4 mm, zauważono, że brzegi rany zamykają się. Po zakończeniu odrętwienia zimowego, które trwało 23 tygodnie, miejsce uszkodzone szczęki zupełnie zregenerowało się.

Regeneracja ta w okresie, kiedy temperatura ciała jest obniżona, a przemiana materii znacznie zwolniona, była zjawiskiem zupełnie nieoczekiwanym.

Kazimierz Maroń

Guyénot M. Émile et Droin M. Anne: *Potentialités régénératrices dans la peau du Triton (Triton cristatus)*, Możliwości regeneracyjne w skórze traszki *Triton cristatus* „Compt. rend. des séances de l'Académie des Sciences” 245, 1957.

Celem stwierdzenia, które tkanki biorą udział w tworzeniu się blastemy regeneracyjnej, przeprowadził Guyénot jeszcze w r. 1928 badania nad jaszczurką *Lacerta muralis*, która — jak wiadomo — ma zdolność regeneracji ogona, nie regeneruje natomiast kończyn. Wykonał on wtedy szereg doświadczeń przeszczepiając na przednią kończynę jaszczurki płat skóry z ogona, a następnie po przyjęciu się transplantatu, obciął łapkę na wysokości ramienia. W rezultacie tych doświadczeń w 10 przypadkach na powierzchni przecięcia otrzymał pączek wielkości 1—1,5 cm, wydłużony na kształt ogona z łuskami typu ogonowego, pozbawiony jednak szkieletu osiowego. U jaszczurek, którym nie przeszczepiono skóry z ogona, a którym również amputowano łapki na tej samej wysokości, nie wytworzyło się nic, prócz normalnej blizny bez śladu regeneracji.

Wynik ten skłonił Guyénot i współpracowników do dalszych badań nad odkrytymi w 1948 r. strefami regeneracyjnymi w skórze przedniej kończyny traszki.

W doświadczeniach na traszkach (*Triton cristatus*) autorzy wzięli pod uwagę dwie strefy, a mianowicie: strefę ortotopową i strefę heterotopową. W pierwszym doświadczeniu wykonanym na 22 zwierzętach przeszczepiano skórę ze strefy heterotopowej na przednią łapkę, a następnie — po przyjęciu się transplantatu — amputowano ramię tak, że cięcie przechodziło w poprzek skóry przeszczepionej. W wyniku tego doświadczenia otrzymano: 8 zwierząt z łapkami dobrze zregenerowanymi, 8 z regeneracją nietypową i 6 traszek z podwójnymi łapkami. Regeneracji w takich proporcjach autorzy nigdy przedtem nie obserwowali u traszek przy zwyczajnym obcinaniu łapek. Jako kontrolę autorzy wykonali na takiej samej ilości zwierząt podobny zabieg z tym, że odpreparowano skórę z ramienia i z powrotem ją przeszczepiano, albo też brano skórę z boku zwierzęcia, z rejonu obojętnego, pozbawionego właściwości regeneracyjnych. Po zagojeniu się rany amputowano kończyny na tych samych wysokościach ramienia, co i w poprzednim doświadczeniu. Na 22 zwierzęta otrzymano 20 z regeneracją łapek pojedynczych i 2 z regeneracją nietypową. Nie zaobserwowano natomiast podwójnych nóg, co miało miejsce w poprzednim doświadczeniu. Ponadto wykonano jeszcze trzecie doświadczenie, a mianowicie wymieniano skórę pomiędzy ramieniem prawym i lewym. Doświadczenie to miało na celu sprawdzić, czy regeneracja podwójnych łapek nie wynikała z konfliktu odwrócenia strony prawej i lewej. W doświadczeniu tym na 32 zwierzęta otrzymano 22 z regeneracją łapek pojedynczych, 8 z łapkami podwójnymi i 2 z regeneracją nietypową.

Na podstawie tych wyników autorzy doszli do wniosku, że skóra przy pomocy tkanki łącznej oddziaływała na morfologię regeneratu jako czynnik wprawdzie nie wyłączny, ale bardzo ważny.

Kazimierz Maroń

POZYTYWNE WYNIKI HETEROTRANSPLANTATÓW SKÓRNYCH U SZCZURÓW I MYSZY

Zmianę swoistej reaktywności immunologicznej organizmów dorosłych można osiągnąć przez naświetlenie ich letalnymi lub subletalnymi dawkami promieni Roentgena. Powodują one czasowe całkowite zahamowanie reakcji odpornościowych. Podanie w tym czasie określonego obcego antygeny może wpłynąć na trwałe zahamowanie reakcji organizmu na dany antygen, natomiast reaktywność na inne antygeny wraca powoli do normy.

Przeszczepienie naświetlanym zwierzętom obcogatunkowego szpiku kostnego może doprowadzić do powstania erytrocytarnych i granulocytnych chimer drogą proliferacji transplantowanych komórek hematopoetycznych. U zwierząt takich nawet po roku można znaleźć w krwi obwodowej erytrocyty i granulocyty pochodzenia obcogatunkowego. Ciekawą było rzeczą przekonać się, czy otrzymane chimery posiadają zdolność przyjęcia heterotransplantatów skórnych od dawców szpiku.

O. Brocades Zaalberg, O. Vos i D. W. van Bekkum („Nature“ v. 180, nr 4579) naświetlali myszy szczepu *inbred CBA* i F_1 ($CBA\sigma \times C_{57}Bl$) letalnymi dawkami promieni Roentgena 675-800 r i transplantowali im szpik kostny szczurów szczepu *inbred* (Wistar Albino Glaxo). U 35 myszy, które przeżyły zabieg, pomiędzy 24 a 151 dniem po naświetlaniu wykonano na grzbiecie przeszczepy skóry szczurzej od dawców szpiku. Całkowite przyjęcie transplantatów skórnych obserwowano u 10 naświetlanych myszy, u reszty zaś transplantaty po dłuższym lub krótszym okresie czasu odpadały. U kontrolnych, nie naświetlanych myszy podobne transplantaty ulegały niszczeniu przez biorcę już po 12 dniach po przeszczepieniu. Badania krwi obwodowej myszy doświadczalnych wykazały ścisłą zależność pomiędzy przyjęciem się transplantatów a rodzajem występujących erytrocytów i granulocytów. Myszy z całkowicie przyjętą skórą szczurzą wykazywały w krwi obwodowej wyłącznie erytrocyty i granulocyty pochodzenia szczurzego. U reszty myszy długość przeżycia transplantatów skórnych zależała od stopnia zmieszania obu rodzajów erytrocytów i granulocytów pochodzenia mysiego i szczurzego. U myszy z całkowitą tolerancją na skórę szczurzą homotransplantaty w obrębie własnego szczepu *inbred* dawały wyniki ujemne. Tłumaczyć to można zarówno produkcją przeciwciał przez obcy transplantowany szpik kostny, jak też wytwarzaniem przeciwciał przez samych biorców o zmienionym już typie wrodzonej reaktywności immunologicznej.

Podobnie zaobserwowano przyjęcie się transplantatów skórnych od krzyżówek F_1 u naświetlanych myszy szczepów rodzicielskich *CBA* i $C_{57}Bl$, którym przeszczepiano szpik kostny myszy F_1 .

Otrzymane przez autorów wyniki umożliwiają obecnie stosowanie nowej metody zbliżania immunologicznego różnych gatunków i uzyskania pozytywnych heterotransplantacji tkanek u ssaków.

A. Skowron-Cendrzak

CZY PROPORCJA MIĘDZY URODZINAMI CHŁOPCÓW I DZIEWCZĄT JEST SKORELOWANA Z PŁCIĄ WCZEŚNIEJ URODZONYCH DZIECI?

Przedstawiona poniżej praca znanego biologa fińskiego prof. K. O. Renkonena¹ przynosi oryginalne dane z dziedziny wyznaczania płci u człowieka i zależności zachodzącej między rodzajem płci wcześniej i później urodzonych członków tego samego rodzeństwa.

Stosunek ilościowy urodzin obu płci wyrażający się cyfrą 105 lub 106 chłopców na 100 dziewcząt wśród żywo urodzonych uważa się powszechnie za normalny. Wśród urodzin martwych stosunek jest znacznie wyższy. W szeregu dalszych urodzin stosunek ten wykazuje jednak pewną tendencję do zmniejszania się, a mianowicie według pewnych autorów spada on od 106,3 przy pierwszym dziecku do 105,3 przy czwartym.

Od czasu odkrycia grup krwi rezus idea niezgodności między matką i dzieckiem stale zyskuje na znaczeniu. Biorąc w rachubę wysoką śmiertelność płodów męskich *in utero* i we wczesnym okresie po urodzeniu powstaje pytanie, czy istnieje także antagonizm wywołany uodpornieniem pomiędzy czynnikami niezgodnymi.

Wobec braku danych statystycznych dotyczących proporcji obu płci w odniesieniu do płci wcześniej urodzonych, celem pracy autora było zdobycie wstępnych danych. Cyfry dotyczące procentowości rodzeństw jednopłciowych zostały uprzednio zebrane i omówione przez innych badaczy. Dane niezbędne do swych badań autor zaczerpnął częściowo z zapisków prowadzonych przez parafie, częściowo zaś z bieżąco uzyskiwanych materiałów biograficznych i z informacji stacji macierzyństwa. Z rozważań zostały wyłączone wszystkie rodziny z bliźniętami, z dziećmi poza-mażeńskimi lub też dzieci z poprzedniego małżeństwa matki.

Cyfry uzyskane nie są dość duże dla dokładnego wnioskowania, pozwalają jednak na przybliżoną orientację. W rodzinach z dwojgiem dzieci (31 215) stosunek obu płci wynosił $105,4 \pm 1,6$, jeśli pierwsze dziecko było chłopcem, lecz tylko $98,2 \pm 1,6$, jeśli to była dziewczyna. Statystycznie różnica $7,2 \pm 2,3$ okazała się istotną. Istnieje więc wskazówka, że stosunek ilościowy jednej płci do drugiej jest skorelowany z płcią poprzedniego dziecka. Zdaje się tu istnieć tendencja do powtórzenia płci poprzedniego dziecka.

W rodzinach o trojgu dzieciach (18 489) otrzymano następujące cyfry po zgrupowaniu seryj według płci drugiego i trzeciego dziecka (nie biorąc w rachubę dziecka pierwszego):

T a b l i c a 1

Rozmieszczenie płci dzieci z drugich i trzecich urodzin

	Liczba rodzin	Stosunek płci przy trzecim dziecku
♂ ♂	4789	104,5
♂ ♀	4584	
♀ ♂	4522	96,3
♀ ♀	4694	

¹ K. O. Renkonen (1956), *Is the sex ratio between boys and girls correlated to the sex of precedent children?* „Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae” 34, 447 (Dept. of Serology and Bacteriology, University of Helsinki).

Różnica w stosunku płci $8,2 \pm 3,0$ jest jeszcze istotna i podobna do tej, która występuje przy drugim dziecku. Tendencja do powtórzenia płci drugiego dziecka przez trzecie dziecko jest tu widoczna.

Tablica 2 przedstawia wyniki zgrupowania w podobny sposób rodzin o czworgu dzieciach (10 530), a więc bez względu na płeć dwojga pierwszych dzieci.

T a b l i c a 2

Rozmieszczenie płci dzieci z trzecich i czwartych urodzin

	Liczba rodzin	Stosunek płci przy czwartym dziecku
♂ ♂	2673	103,5
♂ ♀	2583	
♀ ♂	2629	99,4
♀ ♀	2645	

Różnica w stosunku płci $4,1 \pm 4,0$ nie jest istotna, lecz może mieć to samo znaczenie, co przy drugim i trzecim dziecku. Na płeć czwartego dziecka mogą mieć wpływ także inne czynniki, nie tylko tendencja do powtórzenia. W rzeczywistości powtórzenie płci widoczne jest tylko w pięciu na osiem par rodzin o czworgu dzieciach. Rozważanie całej serii pozwala dostrzec wysoce znamienne tendencję (prawdopodobieństwo ponad 99,9%) do powtórzenia przez dziecko płci swego poprzednika.

Ustosunkowując się do wpływów czynników dziedzicznych autor stwierdza, że podstawowe znaczenie ma tu problem, czy istnieje znamienne statystycznie przewaga rodzeństw jednopłciowych. Na to pytanie daje twierdzącą odpowiedź Geissler (1889) w wielkim zestawieniu danych z Saksonii i Bernstein (1952), która opracowała serię składającą się z 6000 rodzin. Inni autorzy na podstawie danych dotyczących około 1000 rodzin nie uważają znalezionych różnic za znamienne.

W naszej serii istnieje przewaga rodzeństw jednopłciowych.

T a b l i c a 3

Częstość występowania rodzeństw jednopłciowych

	Rodzeństwa	Stosunek rodzeństw jedno- do dwupłciowych
Rodziny dwudzinne	jednopłciowe (typy ♂♂ i ♀♀) 15886	$103,6 \pm 1,1$
	dwupłciowe (typy ♂♀ i ♀♂) 15329	
Rodziny trójdzinne	jednopłciowe (typy ♂♂♂ i ♀♀♀) 4917	$102,8 \pm 2,0$
	dwupłciowe (typy ♂♂♀ i ♀♀♂) 4783	
Rodziny czterodzinne	jednopłciowe (typy ♂♂♂♂ i ♀♀♀♀) 1476	$110,9 \pm 3,8$
	dwupłciowe (typy ♂♂♂♀ i ♀♀♀♂) 1331	

Różnica na korzyść rodzeństw jednopłciowych jest statystycznie znamienne w dwu- i czterodzinnych rodzinach. Może to wynikać z tendencji drugich i trzecich dzieci do powtarzania płci poprzedników. Może to być również wynik wpływu czynników dziedzicznych. Prof. Renkonen nie sądzi jednak, że tendencja do powtarzania wynika z działalności samych tylko czynników dziedzicznych, po-

nieważ porównując stosunki płci $94,7 \pm 3$ i $105,6 \pm 3$ trzecich dzieci w grupach zaczynających się albo od układu chłopiec-dziewczyna albo dziewczyna-chłopiec, dostrzega on także tutaj tendencję do powtarzania. Statystycznie różnica $10,9 \pm 4,2$ jest bardzo bliska poziomowi znamienności 99%. Takiej różnicy, zdaniem autora, nie mogłyby spowodować czynniki dziedziczne. Przyjmuje on więc istnienie wpływu czynników dziedzicznych głównie na podstawie cyfr dostarczonych przez rodziny czterodziećne, ponieważ tendencja do powtórzenia się płci przy czwartym dziecku była słaba.

Problem możliwego uodpornienia i niezgodności na tym tle można by dyskutować na podstawie uzyskanych danych (stosunek płci 92,0 i 111,8 odpowiednio po układach chłopiec-dziewczyna-chłopiec i dziewczyna-chłopiec-dziewczyna), jednakże wielkość cyfr nie pozwala na ostateczne wnioski. Dla bliższej analizy interesującej asymetrii stosunków płci w rodzinach czterodziećnych niezbędny jest obszerniejszy materiał.

Reasumując, autor stwierdził wysoce zmienną tendencję do powtarzania się płci dzieci wcześniej urodzonych u ich następców. Przyjmując za prawdopodobny, wpływ czynników dziedzicznych na kształtowanie się tego zjawiska autor uważa, że obecność ich uwiadcniają najlepiej dane odnoszące się do rodzin czterodziećnych.

Dzięki pracy prof. Renkonena problem wyznaczania płci uzyskał nowy, interesujący aspekt.

J. Niweliński

ANTROPOLOGIA W CZECHOSŁOWACKIEJ REPUBLICE LUDOWEJ

Działalność antropologów w Czechosłowacji grupuje się głównie przy wyższych szkołach, w zakładach antropologii uniwersytetów oraz zakładach anatomii prawidłowej człowieka w akademiach medycznych. Na uniwersytetach zakłady antropologii umiejscowione są, podobnie jak w Polsce, na wydziałach biologii. Poza tym placówki antropologiczne istnieją przy niektórych muzeach oraz istnieją specjalne oddziały antropologiczne w instytutach archeologicznych Czechosłowackiej Akademii Nauk. W wymienionych placówkach grupują się ludzie zajmujący się antropologią: bądź to jako uczniowie znakomitych czechosłowackich antropologów: Matiegki, Hrdlički, Malego, Suka i innych, bądź zajmujących się zagadnieniami antropologicznymi jako związanymi z ich zawodową pracą lekarską, archeologiczną czy biologiczną. Dzięki tak szerokiemu gronu zainteresowanych prace w dziedzinie antropologii obejmują całokształt problematyki antropologicznej, od problematyki antropogenetycznej poprzez antropologię etniczną aż do problemów dynamiki rozwoju dzieci i młodzieży.

W dziedzinie antropologii prehistorycznej, ze względu na dużą ilość znalezisk, istnieje wiele prac. Zwłaszcza ożywioną dyskusję na przestrzeni ostatnich lat wywołuje znalezisko rzekomo środkowo-paleolityczne z Ganoviec w Słowacji: odlew mózgu przypuszczalnie człowieka neandertalskiego¹. Głównym rzecznikiem poglądu

¹ W czasie pobytu w Czechosłowacji dzięki uprzejmości dra Peterboka miałem możliwość zapoznać się z oryginałem odlewu mózgu z Ganoviec (dr Peterbok jest właścicielem odlewu i przechowuje go w prywatnym safezie w banku). Morfologicznie odlew robi wrażenie niewątpliwie mózgu ludzkiego, jednak ukształtowanie zarówno okolicy czołowej jak i potylicznej sprawia wrażenie prymitywnej budowy odpowiadającej kształtem strukturze czaszki form neandertalskich lub neandertaloidalnych. Niepokojący jest jednak zaobserwowany przeze mnie, a nie podkreślony w odnośnych publikacjach, fakt nienaturalnego ułożenia

o starożytności tego znaleziska jest Vlček, autor wielu prac i monografii na ten temat. Ostatnio została powołana międzynarodowa komisja, w skład której z Polski wszedł prof. dr Kazimierz Stolyhwo, mająca na celu ocenę zarówno stratygraficzną jak i morfologiczną wspomnianego znaleziska.

Opracowaniem paleolitycznych znalezisk zajmuje się również Jelinek, opracowaniem grobów pochodzących z epoki ciepłego — Chochol, składem rasowym praludności Czechosłowacji na podstawie licznych materiałów kostnych zajmuje się Lorencowa, a problemem kształtowania się wysokości ciała (na podstawie kości długich) — Černý.

W dziedzinie dynamiki rozwoju człowieka (Czesi używają tu terminu „antropologia fizyczna“, co nie jest słuszne, bowiem termin ten obejmuje wszystkie trzy powyżej wymienione działy antropologii), prace z dziejów genetyki prowadzi Sekle, zagadnieniem rozwoju noworodków zajmuje się Šobova, od wielu już lat badania bardzo interesujące o dużym zasięgu i głębokim ujęciu prowadzi Prokope; zagadnieniem rozwoju młodzieży, szczególnie w okresie dojrzewania chłopców, zajmuje się Smířak, natomiast okresem dojrzewania dziewcząt — Valšík, który opracował też sporo zagadnień z zakresu antropologii etnicznej. Badaniami wpływu pracy fizycznej i sportu na budowę ciała i jego niektóre funkcje zajmuje się Novotný, który prowadzi badania antropologiczne nad czołowymi zawodnikami różnych dziedzin sportu. W ostatnich czasach opublikował pracę o bokserach, uczestnikach mistrzostw Europy w Pradze. Problemem konstytucjonalizmu u człowieka zajmuje się Krajník, zastosowaniem antropologii w kryminalistyce (dochodzenie ojcostwa itp.) — Titlbachova. Badaniem dziedziczenia cech rasowych (również częściowo w nawiązaniu do problematyki sądowej) zajmuje się Malá, zagadnieniami daktyloskopii — Crhak, a kształtem włosów na ciele ludzkim — Krutelova.

W dziedzinie antropologii etnicznej prowadzone są prace antropologiczne nad współczesną strukturą rasową i konstytucjonalną Czechosłowacji pod kierunkiem i przy współudziale Fettera. Antropologiczne typy wśród ludności ČSR opracowuje Troniček, problemy etnogenezy Czechów i Słowaków opracowuje Suchý, etnogenezą Słowian zajmuje się Pavelčík, a strukturą dawnych Słowian — Hajniš.

Interesującą pracą ostatnich lat jest wspólne dzieło Fettera, Titlbachovej i Trinička, dotyczące badań populacji uczestników pierwszej ogólnokrajowej spartakiady w 1955 roku. Badania dotyczyły 5182 mężczyzn i kobiet w wieku od 18 do 54 lat i nawiązywały do ogólnokrajowych badań antropologicznych młodzieży prowadzonych w roku 1951, a dotyczących wieku od 3 do 18 lat. Badania wykazały, że mężczyźni i kobiety w wieku od 18 do 34 lat wykazują wyższy wzrost niż osoby w wieku od 30 do 54 lat. Przeciętny wzrost mężczyzn w wieku 25—39 lat wynosi 173,2 cm, kobiet — 160,5 cm, ciężar ciała mężczyzn 74,8 kg, a kobiet 63,8 kg, obwód klatki piersiowej mężczyzn 94,8 cm, a kobiet 87,3 cm. Ciężar ciała wzrasta z wiekiem u obu płci z wyjątkiem mężczyzn w wieku od 50 do 54 lat. Obwód klatki piersiowej zwiększa się z wiekiem u mężczyzn do 49 roku życia,

resztki zmineralizowanej kości ciemieniowej w stosunku do potylicy — mam wrażenie, że czaszka uległa silnemu uciskowi od góry. Ucisk ten mógł spowodować ukształtowanie bardziej prymitywnej formy potylicy, działając być może, i z przodu mógł spowodować odkształcenie okolicy czołowej. Mam jednak wrażenie, że odlew jest niewątpliwie neandertalski. Czy przynależy do form *Homo neanderthalensis*, może rozstrzygać wyłącznie stratygrafia, a nie będzie to proste, gdyż odlew odkryty został przypadkowo i nie są dokładnie znane warstwy, z których pochodzi. (N. Wolański).

a u kobiet do wieku późniejszego. W porównaniu z danymi Matiegki z roku 1895 wzrost powiększył się dla osobników w wieku 25-39 lat u mężczyzn o 3,6 cm, u kobiet o 2,7 cm, ciężar ciała u mężczyzn o 4,6 kg, u kobiet 1 kg.

Poza wymienionymi pewnymi kierunkami badań ściśle antropologicznych, wiążących się z długotrwałymi zainteresowaniami i kierunkiem specjalizacji poszczególnych antropologów, można by wymienić wiele prac przyczynkowych, opublikowanych głównie przez lekarzy.

Obecnie zajmujemy się wymienieniem placówek antropologicznych oraz innych placówek, w których pracują antropologowie, podając, w jakiej placówce pracują (w większości poprzednio przez nas wymienieni) autorzy.

Zakłady antropologii istnieją przy następujących wyższych uczelniach: Zakład Antropologii Wydziału Biologii Uniwersytetu Karola w Pradze — doc. dr Fetter, dr Titlbachova, dr Troniček, prom. biol. Hajniš. Przy tym zakładzie istnieje Muzeum Człowieka im. Hrdličky z cennymi eksponatami dotyczącymi ontogenezy i filogenezy człowieka.

Zakład Antropologii Uniwersytetu Masaryka w Brnie — dr Lorenzova. Zakład Antropologii Uniwersytetu Komenského w Bratysławie — doc. dr Valšík, prom. biolog Černý, prom. lekarz Krutelova. Zakład Antropologii Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Ołomuńcu — dr Šmířák.

Poza tym antropologowie pracują w następujących placówkach: Oddział Antropologiczny Zakładu Archeologii Czechosłowackiej Akademii Nauk w Pradze — dr Chochol, prom. biolog Palečková, Oddział Antropologiczny Zakładu Archeologii Czechosłowackiej Akademii Nauk w Brnie — prom. biolog. Stloukal, Zakład Biologii Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Karola w Pradze — prof. dr Sekla, Zakład Anatomii Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Karola w Pradze — prof. dr Borovanský, Zakład Medycyny Sportowej Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu w Pradze — dr Novotný, Zakład Biologii Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu w Pilźnie — prof. dr Krajník, Oddział Antropologiczny Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Pradze — dr Suchý, Instytut Matki i Dziecka w Pradze — dr Šobová, Instytut Higieny w Pradze — dr Prokopeč, Instytut Naukowy Pedagogiki w Pradze — dr Hladka, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Opawie — dr Crhák, Morawskie Muzeum w Brnie — dr Jelinek, Muzeum Komenského w Uherskim Brodzie — dr Pavelčík, ekspert sądowy do spraw antropologicznych — dr Malá.

Jak z powyższego krótkiego przeglądu, który nie wyczerpuje całej problematyki, wynika — antropologia w Czechosłowacji ma wszelkie szanse, aby stanąć w czołowie antropologii europejskiej w nawiązaniu do bogatych tradycji Matiegki, Hrdličky i Malego. Niestety brak oddzielnego zakładu antropologicznego Akademii Nauk, który by zrępował najważniejszych autorów i reprezentował wszystkie kierunki antropologiczne, jak również brak własnego obszernego wydawnictwa (wydawane jest jedynie przez Towarzystwo Antropologiczne w Brnie czasopismo o objętości 8 stron na pół roku — wychodzi dwa razy w roku) bardzo poważnie utrudnia rozwój. Można by dodać, że sprawa posiadania własnego wydawnictwa to już nie tylko sprawa zwiększenia możliwości publikacji, lecz również sprawa zaprezentowania dość bogatego i wszechstronnego dorobku czechosłowackich antropologów. Rozproszenie tych publikacji w wielu czasopismach i olbrzymie trudności w publikowaniu nie przyczyniają się do rozwoju tej dziedziny wiedzy.

PRZEGLĄD NIEKTÓRYCH PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW I POJĘĆ
GENETYKI POPULACJI¹

(1)

(Theodosius Dobzhansky, *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* XX, 1955, USA).

Nie można już obecnie uważać genetyki za naukę bardzo młodą. Prawdą jest, że żaden dział teorii genetycznej nie został dotąd tak ostatecznie sprawdzony i tak wyczerpująco opracowany, aby można go było z należnym szacunkiem utrwalić na wieki w podręcznikach. Mimo to jednak niektóre podstawowe zasady przekazywania właściwości dziedzicznych z rodziców na potomstwo zostały już tak dobrze poznane, że negowanie ich wymaga wyjątkowej ignorancji. U dobrze zbadanych organizmów można już prawie dowolnie żonglować chromosomami oraz ich częściami. Skutki tego żonglowania dają się już z taką dokładnością przewidywać, że można na nich bez ryzyka opierać tematy prac doktorskich. W przeciwieństwie do reguł dotyczących przekazywania dziedziczności — genetyka populacji jest jeszcze zupełnie młoda. Początki jej przypadają na rok 1908, w którym Hardy oraz Weinberg niezależnie od siebie, sformułowali regułę noszącą nazwę od ich nazwisk. Prorocza praca Czetwerikowa ukazała się w roku 1926, lecz jako publikowana w języku rosyjskim była mało znana. Genetyka populacji naprawdę wypłynęła na szerokie wody dopiero w latach trzydziestych, głównie dzięki następującym pracom: Fisher, *Genetyczna teoria doboru naturalnego* (1930); Wright, *Ewolucja w mendlowskich populacjach* (1931) oraz Haldane, *Przyczyny ewolucji* (1932).

W ciągu ostatnich lat genetyka populacji rozwijała się zdumiewająco szybko. Praca w szybko rozwijającej się dziedzinie nauki daje przywilej, wiąże się bowiem nierozłącznie z podniecającymi odkryciami. Za przywilej ten trzeba jednak drogo płacić. O nowej gałęzi wiedzy ludzie postronni najczęściej mało wiedzą, a to, o czym się mało wie, najczęściej nie budzi zaufania. Poza tym w nauce, która się gwałtownie rozwija, zdarza się nierzadko, że te same poglądy, które dziś wydają się trafne i perspektywiczne, są nazajutrz przestarzałe. Naukowcy są tylko ludźmi — dla wielu z nas jest niekiedy rzeczą trudną pogodzić się z naturalnym starzeniem się idei, do których jesteśmy przyzwyczajeni, a zwłaszcza takich idei, któreśmy sami wysunęli. Wreszcie szybki rozwój nauki bywa niebezpieczny, gdyż wysięg przy zdobywaniu wiedzy wiąże się często z fałszywymi rozwiązaniami. Analogia między ewolucją idei a ewolucją poszczególnych grup organizmów nie jest tylko powierzchowna. Równie często jak gatunki biologiczne wymierają też idee.

Trzeba z całą pokorą przyznać, że jak dotąd, wiemy również bardzo mało o tak stosunkowo prostym zagadnieniu, jakim jest przypuszczalny wpływ zastosowania energii jądrowej na genetyczną przyszłość gatunku, do którego sami należymy. Dogmatyczne stwierdzenia na ten temat są raczej mało odpowiedzialne. Przyznanie się do niewiedzy w nauce niekoniecznie musi oznaczać defetyzm, oznacza ono raczej wezwanie do dalszego, bardziej gruntownego badania. Pozwala przy tym przypuszczać, że nasze niedoskonałe pojęcia z dnia dzisiejszego mogą być pośrednio spokrewnione, a nawet mogą być bezpośrednimi przodkami wielkiej nauki jutra.

¹ Ze względu na zainteresowanie, jakie wzbudzają ostatnio problemy genetyki populacyjnej wśród biologów, Redakcja postanowiła udostępnić Czytelnikom przekład oryginalnego artykułu znanego genetyka Dobzhanskyego na ten temat. Ze względu na rozmiary artykułu druga jego część ukaże się w następnym numerze „Kosmosu“.

ZDEFINIOWANIE MENDLOWSKICH POPULACJI

Istnieje różnica zdań na temat naukowego języka: czy w technicznym języku naukowym należy używać słów zapożyczonych ze słownictwa ogólnego i odpowiednio dostosowanych, czy też tworzyć własny dialekt, oparty na pierwiastkach greckich i łacińskich? Niektórzy uczeni, których autorytet polega na autorstwie naukowo brzmiących terminów, są zdecydowanymi zwolennikami drugiego z tych poglądów. Pozwólmy sobie w każdym razie przytoczyć przestrogę L. J. Hendersona: „zdefiniować to rozkazać”. Znaczenie naukowych terminów nie może i nie powinno być ustalone raz na zawsze w myśl pierwotnej definicji. Po prostu dlatego, że doświadczenie nasze stale wyprzedza naszą terminologię.

Definicja wyrazu „populacja”, którą znajdujemy w słownikach, brzmi: „mieszkańcy danej wsi, miejscowości czy miasta”. Dla ekologa populacją jest „każda asocjacja składająca się z jednego lub kilku zmieszanych ze sobą gatunków, zarówno w laboratorium jak i w warunkach naturalnych, stanowiąca system ściśle współdziałający, który można badać i ująć liczbowo” (Allée oraz inni, 1949). Takie pojęcie populacji jest zbyt szerokie dla genetyka populacji. My zajmujemy się przeważnie, choć nie wyłącznie, populacjami pewnego szczególnego rodzaju. Są to krzyżujące się populacje gatunków rozmnażających się w sposób płciowy. Dla takich populacji używam terminu Wrighta *mendlowska populacja*, definiując ją jak następuje: reprodukujący się zespół osobników, które mają wspólną pulę genową (Dobzhansky, 1950)².

Rasy i szczepy gatunków rozmnażających się płciowo i w sposób krzyżowy są populacjami mendlowskimi, lecz mendlowska populacja nie koniecznie musi być rasą. Rasy, szczepy, odmiany, gatunki podobnie jak i inne kategorie systematyczne, rozróżniamy na podstawie cech morfologicznych, fizjologicznych i genetycznych. W przeciwieństwie do tego dwie lub więcej populacji mendlowskich może mieć podobną pulę genów albo niepodobną. Tak np. osobniki zamieszkujące dany archipelag wysp mogą tworzyć odrębne, krzyżujące się w swych ramach zespoły bez jednoczesnej dywergencji genetycznej. Takie zespoły wyspowe mogą stanowić odrębne populacje mendlowskie nie będąc odrębnymi rasami. O istnieniu zespołów krzyżujących się we własnym obrębie można się przekonać badając stosunki pokrewieństwa i rodowody na próbie osobników. Genetyczne natomiast i fizjologiczne różnice między populacjami mendlowskimi mogą wystąpić albo nie wystąpić. Uniknięto by wielu nieporozumień, gdyby antropologowie chcieli brać pod uwagę tę prostą różnicę.

RÓŻNE RODZAJE MENDLOWSKICH POPULACJI

Można kwestionować wartość pojęcia: populacja mendlowska, podobnie jak w swoim czasie kwestionowano wartość pojęcia rasy i gatunku. Populacje mendlowskie nie zawsze są odrębnymi jednostkami; często nie można między nimi przeprowadzić wyraźnej granicy. Używając tego samego argumentu można by było twierdzić, że nie istnieje młodość oraz starość, pierwsza bowiem niepostrzeżenie przechodzi w drugą. Trudność ta dotyczy oczywiście nie tyle populacji mendlowskich, ile naszej zdolności do pojmowania zjawisk: jest ona często zbyt jednostronna dla uchwycenia wielostronności zjawisk biologicznych.

² Boyden (1954) uważa za niesłuszne nazywanie nazwiskiem Mendla takiego rodzaju populacji, jakich Mendel nie badał. Odpowiedzieć na to można tylko tyle, że odkrycie Mendla doprowadziło do zrozumienia mendlowskich populacji.

Dalsza komplikacja polega na tym, że populacje mendlowskie zwykle wchodzą w skład systemów różnego rzędu. U organizmów rozmnażających się płciowo i w sposób krzyżowy gatunek odpowiada najbardziej szerokiej populacji mendlowskiej. Jest to równie dobra definicja gatunku jak wszystkie inne wysuwane dotychczas, a przy tym jest z nich najkrótsza. Gatunki składają się z ras lub podgatunków, które stanowią mendlowskie populacje niższego rzędu, różniące się między sobą stosunkową częstością genów lub struktur chromosomowych, a często ponadto wyglądem zewnętrznym oraz właściwościami fizjologicznymi i ekologicznymi. Rasy większe składają się z lokalnych populacji lub mniejszych ras, którymi klasyfikatorzy rzadko się zajmują. Elementarne populacje lokalne są to panmiktyczne jednostki Wrighta, zwane również demami (Gilmour i Gregor, 1939). Genetycznie demy mogą się różnić między sobą lub nie różnić.

Populacje mendlowskie wchodzące w skład jednego gatunku zachowują mniejszą lub większą odrębność, jeżeli chodzi o pulę genów, ponieważ są z reguły izolowane przestrzennie od siebie. U form udomowionych bariery seksualne stosowane przez hodowców, czy też przez właścicieli zwierząt, potęgują lub zastępują izolację geograficzną. Liczne rasy psów żyjące razem jako populacje mendlowskie w Nowym Yorku zawdzięczają swą odrębność człowiekowi, który kontroluje ich sposób rozmnażania się.

Gatunek ludzki jest niewątpliwie najbardziej złożonym systemem populacji mendlowskich. Podobnie jak u innych gatunków geograficzna izolacja jest, czy też do niedawna była, głównym czynnikiem wpływającym na odrębność puli genowych w poszczególnych populacjach. Jednak wpływ, jaki na zawieranie małżeństw wywierają obyczaje, język, religia, klasa, kasta, sytuacja materialna oraz zawór, spowodował nowe, dalsze podziały populacji, które zaczynają zastępować podziały geograficzne. Jedna i ta sama osoba może należeć do dwu, a nawet kilku zachodzących na siebie częściowo populacji mendlowskich. Weźmy np. osobę, która mieszka w Nowym Yorku, ma ciemną skórę, należy do klasy nie wykwalifikowanych robotników, jej ojczystym językiem jest hiszpański, wyznanie rzymskokatolickie. Osoba taka jest potencjalnie członkiem kilku różnych, choć zachodzących na siebie, reprodukujących się społeczności.

ROZMNAŻANIE BEZPŁCIOWE I SAMOZAPŁODNIENIE

U organizmów, u których regułą jest rozród bezpłciowy, apogamia albo samozapłodnienie, nie mogą istnieć mendlowskie populacje. U takich organizmów genetyczna zmienność często bywa nieciągła, podobnie jak u organizmów rozmnażających się płciowo i w sposób krzyżowy. Skupienia spokrewnionych ze sobą genotypów przystosowanych do określonego siedliska można często łatwo odróżnić od innych skupień przystosowanych do innego siedliska. Takie skupienia można jednak nazywać populacjami jedynie w sensie przytoczonej powyżej ogólnej definicji Allégo i innych. Pod względem bowiem struktury genetycznej różnią się one od ras i gatunków organizmów rozmnażających się w sposób krzyżowy. Różnicę tę dostrzegają genetycy, a przede wszystkim hodowcy, gdy usiłują zmieniać, ulepszać genotypy roślin uprawnych, wegetatywnie rozmnażanych. Natomiast u wielu systematyków pogląd, że organizmy nie rozmnażające się w sposób krzyżowy, nie tworzą gatunków takiego samego charakteru, jak rozmnażające się w sposób krzyżowy, wywołuje prawie wstrząs (patrz jednak Meglisch, 1954).

Zagadnienie to komplikuje się bardziej jeszcze na skutek tego, że niektóre organizmy mogą się rozmnażać zarówno w sposób płciowy jak i bezpłciowy albo zarów-

no przez zapłodnienie krzyżowe jak i samozapłodnienie. Różne sposoby rozmnażania mogą następować po sobie albo też jeden z nich jest przeważający. Odkrycie rekombinacji genów u pewnych bakterii (Lederberg i inn., 1951) oraz tzw. paraseksualnych procesów u niektórych grzybów podstawczaków (Pontecorvo, 1954) ujawniło fakt powstawania populacji mendlowskich w obrębie takich grup, które dotychczas uchodziły za całkowicie bezpłciowe. Pszenica, jęczmień, fasola, pomidory, bawełna, kawa oraz wiele innych roślin uprawnych należy w zasadzie do samopylnych, od czasu do czasu jednak zachodzi u nich zapylenie krzyżowe. Między gatunkami blisko ze sobą spokrewnionymi, a nawet odmianami, mogą zachodzić duże różnice pod względem częstości samo- czy obcozapyłania (Stebbins, 1950; Rick i Smith, 1953; McGiure i Rick, 1954). Dzięki temu powstaje bardzo wiele stanów pośrednich między populacjami mendlowskimi w pełni ukształtowanymi a szeregami osobników rozmnażających się niezależnie od siebie. Nie jest bynajmniej rzeczą jasną, jakie sytuacje genetyczne i ewolucyjne powstają przy tych pośrednich stanach. Sytuacje te ciekawe są nie tylko same przez się; poznanie ich może rzucić nowe światło na ukształtowane w pełni populacje mendlowskie większości gatunków zwierzęcych i wielu gatunków roślinnych.

NORMA PRZYSTOSOWAWCZA

Jest aksjomatem, że każdy system żywy musi mieć jakiś związek ze zdolnością przystosowania się do swych siedlisk. Aby utrzymać się przy życiu, zarówno osobniki jak i mendlowskie populacje muszą być zdolne do wykonywania swych zasadniczych funkcji życiowych w danym otoczeniu. Różne rodzaje organizmów są jednak przystosowane do różnych sposobów życia i do różnych środowisk. Używając trafnej metafory Wrighta możemy powiedzieć, że populacje, które żyją, zajmują rozmaite przystosowawcze szczyty w polu kombinacji genowych.

Szereg spokrewnionych ze sobą genotypów odpowiadających wymaganiom środowiska stanowi przystosowawczą normę populacji. Tak więc „norma“ nie jest ani pojedynczy genotyp, ani pojedynczy fenotyp. Nie jest to żadna transcendentna stała, wznosząca się ponad lub poza wielokształtną rzeczywistością. „Norma“ u *Drosophila melanogaster* jest równie mało realna jak „typ“ u *Homo sapiens* (Cordeiro i Dobzhansky, 1954). Pula genów każdej populacji mendlowskiej zawiera większą lub mniejszą różnorodność genów, każdy genotyp może dać początek wielu różnym fenotypom i każda populacja napotyka rozmaite warunki zewnętrzne. W przeciwieństwie do normy przystosowawczej każda większa populacja obejmuje pewne genotypy i fenotypy niezdolne do życia i wydania potomstwa, w niektórych przynajmniej warunkach warunków zewnętrznych, które napotyka populacja. Zbędne jest w tym miejscu szczegółowe rozwijanie poglądu, że norma nie stanowi odrębnej kategorii w zestawieniu z tym, co nie jest normalne. Mamy tu do czynienia ze stopniowymi przejściami: genotypy i fenotypy w jednych warunkach normalne — mogą w innych nie być normalne.

Norma przystosowawcza mendlowskiej populacji jest wynikiem jej ewolucyjnej historii. Struktura genetyczna oraz pochodzenie normy przystosowawczej stanowią podstawowy problem genetyki populacji. Problem ten wiąże się z teorią ewolucji, z techniką hodowli roślin i zwierząt, z oceną i ewentualnie kierowaniem perspektyw genetycznych, z ewolucyjnym rozwojem ludzkości. Problem ten nie został dotąd rozwiązany. Jesteśmy dopiero w stadium zbierania danych do jego rozwiązania.

HIPOTEZA KLASYCZNA

Decydując się na znaczne uproszczenie, można sprowadzić możliwości dotyczące pochodzenia norm przystosowawczych do dwóch hipotez roboczych, które nazywamy odpowiednio: jedną — hipotezą klasyczną, drugą zaś — hipotezą równowagi. Zgodnie z hipotezą klasyczną zmiany ewolucyjne polegają głównie na stopniowym zastępowaniu mniej korzystnych alleli genowych i struktur chromosomowych przez bardziej korzystne oraz na ewentualnym ich utrwalaniu się. Dobór naturalny utrwała lepsze allele i wypiera gorsze.

Większość osobników populacji mendlowskiej powinna więc być homozygotyczna pod względem większości genów, wówczas gdy loci heterozygotyczne powinny być w mniejszości. Istniałyby cztery źródła heterozygotyczności i heterogeniczności populacji, a mianowicie: 1) Występowanie mutacji mniej lub bardziej szkodliwych, odpowiedzialnych za rozmaite choroby dziedziczne i zaburzenia, poczynając od stanu lekko subwitalnego do całkowicie letalnego. Dobór naturalny eliminuje szkodliwe mutacje dopiero po pewnej liczbie pokoleń od ich występowania. U diplo- i poliploidalnych gatunków mutacje zawarte w puli genowej populacji są przeważnie recesywne i utajone dzięki heterozygotom; 2) Warianty genetyczne, które są obojętne pod względem przystosowania, albo takie, które dają nieznaczną przewagę w przystosowaniu w niektórych okresach czy niektórych miejscowościach, są jednak nieco gorzej przystosowane w innych okresach i innych miejscowościach; 3) Przystosowawczy polimorfizm utrzymujący się dzięki różnorodności środowisk zajmowanych przez populację. Niektóre loci reprezentowane są w populacji przez dwa lub więcej alleli, z których każdy jest korzystniejszy od innych w pewnym układzie środowiska; 4) Rzadko zachodzące korzystne mutacje, które nie zdążyły jeszcze wyprzeć swych alleli. Przystosowawcza norma gatunku czy rasy obejmowałaby więc stosunkowo niewielką liczbę genotypów: różnorodność genetyczna byłaby więc albo obojętna, albo przemijająca, albo związana z chorobą.

HIPOTEZA RÓWNOWAGI

W myśl hipotezy równowagi normę przystosowawczą stanowi szereg genotypów heterozygotycznych pod względem większej lub mniejszej liczby alleli genowych, kompleksów genów i struktur chromosomowych. Homozygoty pod względem tych genów czy kompleksów genowych występują w normalnie krzyżującej się populacji jedynie u mniejszości osobników i powodują, że osobniki te są w mniejszym lub większym stopniu gorzej dostosowane do życia.

Zastępowanie jednych genów przez inne tylko częściowo spowodowane jest działaniem doboru naturalnego: ma tu znaczenie proces, który powoduje to, co *Mather* (1953) nazywał stosunkową równowagą między składnikiem genotypu populacji.

Jak podkreśla *Lerner* (1954), dobór może działać również w kierunku ustalenia określonego poziomu obligatoryjnej heterozygotyczności — w większości środowisk odchylenia od tego poziomu heterozygotyczności wyróżniają się w sensie ujemnym.

Jeśli osobniki homozygotyczne pod względem licznych alleli genowych oraz kompleksów genowych są słabo dostosowane do życia, wtedy pod naciskiem doboru będą powstawać w licznych loci serie alleli wielokrotnych oraz liczne alternatywne kompleksy genowe w większości chromosomów. Doprowadzi to do zmniejszenia częstości występowania homozygot genowych i chromosomowych oraz do zwiększenia

szenia przystosowawczości populacji jako całości. Skoro proces taki zostaje raz zaczęty, może on ulegać coraz większemu samoprzyspieszeniu. Im rzadziej występują bowiem homozygoty, tym mniej istotny jest stopień ich dostosowania dla rozkwitu populacji jako całości. Tak więc los allelu podobnie jak i kompleksu genowego, podlegającego selekcji, zależeć będzie głównie od tego, jakie wywiera on działanie w układzie heterozygotycznym z innymi allelami i kompleksami genów wchodzącymi w skład puli genowej tej samej populacji. Taki, który działa jako korzystny składnik mieszaniny genetycznej uzyskuje przewagę nad surowym indywidualistą. Genowa pula populacji staje się zorganizowanym systemem uzyskując właściwość, którą Lerner nazwał genetyczną homeostazją (1954). Zmiany ewolucyjne nie ograniczają się do prostego zastępowania jednych alleli przez inne: mają one tendencje w kierunku zmiany całego systemu genetycznego i spowodowania nowego układu puli genowej populacji.

Przedstawienie obu hipotez dotyczących struktury populacji — hipotezy klasycznej i hipotezy równowagi — bynajmniej nie powinno prowadzić do wniosku, że wyłączają się one wzajemnie. Wprost przeciwnie: genetyczna struktura populacji gatunków różniących się biologią rozmnażania wykazuje znaczne różnice. Jest rzeczą bardzo prawdopodobną, że gdy genetyczna struktura rozmaitych form życia będzie poznana lepiej niż obecnie, okaże się, że istnieje bardzo wiele stopni pośrednich pomiędzy modelem „klasycznym” a modelem „równowagi”. Rozmaite sposoby rozrodu można traktować jako przystosowania umożliwiające postęp ewolucyjny rozmaitym strukturom populacyjnym, a jednocześnie genetyczna struktura populacji ulega modyfikacjom przystosowując się do takiego sposobu rozrodu, jaki powstał u każdego gatunku w jego ewolucyjnej przeszłości. Przykładem takiego wzajemnego związku może być następująca obserwacja Stebbinsa (1950): zapłodnienie krzyżowe kwiatów oraz słabo rozwinięty mechanizm izolacji płciowej występują częściej u bylin niż u roślin zielnych.

ROZPOWSZECHNIENIE SZKODLIWYCH RECESSYWÓW W POPULACJACH *DROSOPHILA*

U niektórych gatunków *Drosophila*, które są genetycznie najlepiej poznanymi organizmami, można porównać zastosowanie obu wspomnianych hipotez — klasycznej i równowagi. Przy genetycznym badaniu *Drosophila* powstało klasyczne pojęcie „typ dziki” oraz rozróżnienie między allelami „normalnymi” (oznaczanymi znakiem +) a allelami zmutowanymi. Z wyjątkiem jednak niektórych podzwrotnikowych gatunków z grupy *cardini* (de Cunha, 1949) naturalne populacje *Drosophila* wykazują małą różnorodność, jeśli chodzi o cechy zewnętrzne, widoczne.

Pionierskie prace Czetwerikowa, Timofiejewa-Resowskiego i Dubinina oraz ich współpracowników z ostatnich lat dwudziestu — trzydziestu, dowiodły, że brak widocznej różnorodności fenotypowej nie oznacza genetycznej jednorodności. Gdy *Drosophila* złowione ze stanu dzikiego poddaje się laboratoryjnej hodowli, okazuje się, że wiele z nich są to heterozygoty pod względem recesywnych mutacji dotyczących morfologii zewnętrznej much. Wiele spośród klasycznych mutantów *Drosophilla*, odbierających stronie podręczników genetyki, żyje w sposób zamaskowany w naturalnych populacjach.

Dzięki udoskonaleniu przez Mullera i Bridgesa metody zrównoważonych systemów letalnych stało się możliwe bliższe zbadanie tego zjawiska. Stosując tę metodę można otrzymać i identyfikować osobniki zawierające w liczbie podwójnej te same chromosomy, które muchy typu dzikiego zawierają w liczbie pojedynczej.

Co więcej, otrzymano osobniki homozygotyczne pod względem chromosomu typu dzikiego razem z ich rodzeństwem heterozygotycznym pod względem tego samego chromosomu oraz chromosomu wprowadzonego w warunkach laboratoryjnych, cechowanego określoną dominującą mutacją. Stosunek częstości homo- i heterozygot wylicza się po prostu zgodnie z pierwszym prawem Mendla. Jeżeli częstość obu tych klas obliczana u postaci dojrzałych różni się od częstości przewidywanej w chwili zapłodnienia, można wnioskować, że mamy do czynienia z różnicami w zdolności do przeżycia; albo homozygoty, albo heterozygoty mają większą zdolność przeżycia. Tak więc dzięki tej metodzie można mierzyć zdolność do przeżycia u nosicieli rozmaitych genotypów. Metoda ta jest jednocześnie bardzo czuła i bardzo dokładna.

W roku 1934 Dubinin wraz ze swymi współpracownikami zastosował tę metodę analizując próbki populacji *Drosophila* z różnych okolic Kaukazu. Otrzymał on wyniki nie znane do tego czasu i bardzo zastanawiające. 10 do 20% chromosomów drugich u much typu dzikiego powoduje w stanie homozygotycznym letalność. Normalne, prosperujące populacje naturalne *Drosophila* obarczone są ładunkiem mutacji powodujących mniej lub więcej groźne choroby. Dalsze prace prowadzone w tym samym kierunku wskazują, że cyfry podawane przez Dubinina były bardzo niskie. Ives (1954) znalazł 25 do 65% letalnych lub na wpół letalnych chromosomów drugich w różnych amerykańskich populacjach *D. melanogaster*, Goldschmidt zaś (1951) znalazł w Izraelu 39 procent. Powyższe dane zgadzają się prawie zupełnie z cyfrą 41% uzyskaną dla tego samego chromosomu w brazylijskich populacjach *D. willistoni* przez Pavana i jego współpracowników (1951). U *D. prosaltans* odpowiedni procent jest nieco niższy, wynosi bowiem 33 (Dobzhansky i Spassky, 1954). Dane dotyczące innych chromosomów i innych gatunków patrz Dobzhansky i Spassky, 1954).

CHROMOSOMY SUBWITALNE I SUPERWITALNE

Mutacyjny ładunek u *Drosophila* nie ogranicza się bynajmniej jedynie do letalności. Wiele chromosomów nie powodujących letalności powoduje w stanie podwójnym bezpłodność bądź samic, bądź samców, bądź też — co zdarza się rzadziej — bezpłodność obu płci. Częstość takich genów bezpłodności waha się od 10% w chromosomach trzecich u *D. prosaltans* aż do 70% w chromosomach drugich *D. willistoni* (Dobzhansky i Spassky, 1954).

Większe jeszcze znaczenie ma może fakt, że w populacjach naturalnych występują kompleksy genowe, które w dawce podwójnej wywołują subwitalność, tj. pewne zmniejszenie zdolności przeżycia, którego nie można jeszcze zaliczyć do objawów semiletalności. Gdyby chodziło o ludzi, nazywano by to prawdopodobnie słabością konstytucji lub inwalidztwem. Wallace i Madden opracowali matematyczne metody obliczania częstości stanów subwitalnych — dzięki temu otrzymano dalsze, bardzo zastanawiające wyniki. Nie licząc chromosomów, które w stanie homozygotycznym wywołują letalność lub semiletalność, 41 do 98% każdej z trzech par autosomów występujących u gatunków *D. pseudoobscura* i *D. persimilis* wywołuje — w dawce podwójnej — subletalność. U *D. prosaltans* ładunek mutacyjny, jest mniejszy, 14% trzecich i 33% chromosomów drugich, nie powodujących letalności ani semiletalności, powoduje subwitalność w stanie homozygotycznym (Dobzhansky i Spassky, 1954).

Wyniki powyższe mogłyby prowadzić do wniosku, że w rzeczywistości wszystkie chromosomy w naturalnych populacjach *Drosophila* są w stanie homozygotycznym

częściowo co najmniej szkodliwe dla swych nosicieli. Wniosek taki byłby jednak przedczesny: zachodzące tu zjawiska są różnorodne i często sprzeczne. Tak np., jak wynika z doświadczeń, istnieje pewna, niewielka ilość chromosomów, zwykle mniej niż jeden procent, które w stanie homozygotycznym powodują superwitalność: homozygoty pod względem tych chromosomów nie tylko dorównują witalnością heterozygotom, lecz nawet nieco nad nimi górują (Dobzhansky i Spassky, 1954). O charakterze tej superwitalności mowa będzie poniżej.

DOMINACJA I OVERDOMINACJA

Naturalne populacje *Drosophila* mogą unieść swój ładunek mutacji jedynie dzięki temu, że w przyrodzie rzadko występują homozygotyczne mutanty. Normę przystosowawczą tworzą złożone heterozygoty. Podobna sytuacja zachodzi u naświetlanych populacji *D. melanogaster* (Wallace i King, 1952; Wallace i Madden, 1953) oraz najwidoczniej również u polowych populacji kukurydzy (Hull, 1945; Crow, 1952; Sentz, Robinson i Comstock, 1954). Nawet jeśli przyjąć, że lepsze dostosowanie heterozygot stanowi skrzętną rekompensatę przyrody za brak dostosowania homozygot, to jednak biologiczna funkcja recesywnych szkodliwych mutacji genów i kompleksów genowych w naturalnych populacjach nadal pozostaje dręczącą zagadką. Czy dziedziczne choroby i ułomności są to nieuniknione produkty uboczne procesu ewolucyjnego, czy też są one w jakimś sensie użyteczne?

Częściową odpowiedź na powyższe pytanie może dać zbadanie efektu, jaki wywołują szkodliwe recesywne mutacje u heterozygot. Zgodnie z przewidywaniami Mullera heterozygoty pod względem „recesywnej” letalności mają tendencję do słabszej witalności niż osobniki wolne od genów letalnych. Stwierdzili to Stern i jego współpracownicy (1952); Wallace i King (1952) u *D. melanogaster* oraz Cordeiro (1952) i Prout (1952) u *D. willistoni*. Jest jednak rzeczą znaną, że nie jest to reguła bez wyjątków. Tak np. Cordeiro stwierdził, że mniej więcej jeden na każdych dziesięć badanych przez niego genów letalnych nie tylko nie jest szkodliwy w heterozygotach, lecz daje heterozję. (Cordeiro i Dobzhansky, 1954). Ponadto, co jest bardzo ważne, stopień dostosowania much heterozygotycznych pod względem danego letalnego „recesywu” zależy nie tylko od samego tego czynnika, ale również od drugiego członu tej samej pary chromosomów, który w stanie homozygotycznym nie powoduje letalności. Dostosowanie jest produktem specyficznej zdolności kombinacyjnej, to jest zdolności specyficznego współdziałania różnych chromosomów pochodzących z puli chromosomowej danej populacji.

Pawłowski, Spassky, Levene oraz piszący te słowa badali u heterozygot *D. pseudoobscura* efekt wywołany przez chromosomy, które w stanie homozygotycznym dają subwitalność (prace w druku). Wyselekcjonowali mianowicie 10 chromosomów, które w określonym środowisku dawały normalnie witalne lub superwitalne homozygoty, oraz 9 chromosomów, które w tym samym środowisku w dawce podwójnej wywoływały wyraźną subwitalność. Porównywano ze sobą heterozygoty zawierające albo parę złożoną z dwóch superwitalnych chromosomów, albo parę, z której jeden chromosom był superwitalny, drugi zaś subwitalny, albo też parę z dwu subwitalnych chromosomów. Wyniki otrzymane były prawie jednoznaczne: witalność heterozygot powstających przy subwitalnych chromosomach jest przeciętnie biorąc taka sama jak heterozygot zawierających superwitalne chromosomy. Innymi słowy, chromosomy dające subwitalne homozygoty nie wywołują w heterozygotach szkodliwego efektu, chromosomy zaś, które dają superwitalne homozygoty,

niekoniecznie dają efekt korzystny, gdy znajdują się w heterozygotach (bliższe dane dotyczące tych eksperymentów omówione są poniżej).

Należy jednak jak najmocniej podkreślić, że heterozygoty nie są wszystkie jednakowe — nie są one wszystkie jednakowo „normalnymi“ muchami. W cytowanych powyżej doświadczeniach z *D. pseudoobscura*, podobnie jak w doświadczeniach Cordeiro i Dobzhanskiego (1954) z *D. willistoni*, wyniki są całkowicie zgodne: dostosowanie heterozygot zawierających rozmaite kombinacje chromosomów nie jest jednakowe. Dostosowanie heterozygot nie wykazuje przy tym korelacji ani dodatniej, ani ujemnej z subwitalnością, ani superwitalnością tych samych chromosomów w stanie homozygotycznym.

DWA RODZAJE ŁADUNKÓW MUTACYJNYCH

Obraz, który się w związku z tym zarysowuje, nie spodoba się zapewne tym, którzy lubią rozwiązania jednoznaczne. Wydaje się bowiem, że populacje mendelowskie dźwigają nie jeden, lecz dwa rozmaite ładunki mutacji. Jednym z nich jest ten, którego należałoby oczekiwać na podstawie klasycznej hipotezy struktury populacji: zawiera warianty genetyczne dominujące, na wpół dominujące oraz niezupełnie recesywne, które w większości środowisk danej populacji są szkodliwe dla ich nosicieli. Drugi rodzaj ładunku mutacyjnego stanowi raczej potwierdzenie teorii równowagi: składniki tego ładunku są szkodliwe wtedy, gdy występują w dawce podwójnej, w heterozygotach natomiast wywołują heterozję. Odpowiednie do tych dwu rodzajów ładunków mutacyjnych istnieją dwa rodzaje heterozji, które nazywam (Dobzhansky, 1952) heterozją mutacyjną oraz heterozją równowagi.

Jednym z palących problemów genetyki zarówno teoretycznej jak i stosowanej jest określenie stosunkowego ciężaru obu tych ładunków u rozmaitych populacji. Jaka część genetycznej różnorodności chorobowej utrzymuje się w populacjach ludzkich na skutek mechanizmu równowagi heterozygot, jaką zaś należy przypisać jedynie powolnemu działaniu negatywnej selekcji? Jak wpłynie na składniki obu tych ładunków grożące nam powiększenie częstości mutacji, związane z podniesieniem poziomu promieniowania? Jak wpływają oba te ładunki na perspektywy hodowli poszczególnych gatunków roślin i zwierząt?

Rozwiązania tych problemów nie ułatwia bunajmniej fakt, że oba te ładunki nie są rozgraniczone i często wymieniają między sobą części składowe. Dzięki temu organizmy żywe mogą tworzyć rozmaite struktury populacyjne. Z poniżej przedstawionego zestawienia wynika, że norma przystosowawcza u *D. prosaltans* opiera się o wiele mniej na heterozji równowagi niż to jest u *D. willistoni* i *D. pseudoobscura*.

Drugie chromosomy	<i>Drosophila prosaltans</i>	<i>D. willistoni</i>	<i>D. pseudoobscura</i>
Letalność i semiletalność	32,6	41,2	?
Subwitalność	33,4	?	97,3
Bezpłodność żeńska	9,2	40,5	17,5
Bezpłodność męska	11,0	64,8	20,8
Trzecie chromosomy			
Letalność i semiletalność	9,5	32,1	25,3
Subwitalność	14,5	?	93,5
Bezpłodność żeńska	6,6	40,5	10,6
Bezpłodność męska	4,2	66,7	8,3

(Dobzhanky i Spassky, 1954). Wiadomo, że odpowiadające sobie chromosomy z tych gatunków mają loci przeważnie homologiczne. Cyfry poniższe wskazują na procent chromosomów, które w stanie homozygotycznym wywołują określone efekty fenotypowe.

Powyższe liczby rzucają światło na charakterystyczną różnicę między tymi gatunkami *Drosophila prosaltans* jest gatunkiem, w każdym razie w Brazylii, rzadkim, występującym najczęściej jedynie lokalnie w niewielkich skupieniach, gatunkiem najwidoczniej przystosowanym ekologicznie do siedlisk nieznacznie tylko różniących się między sobą. Oba natomiast pozostałe gatunki: *D. willistoni* oraz *D. pseudoobscura* są bardzo pospolite w centralnej części zajmowanego przez nie arealu, tworząc populacje o dużej liczebności, zdolne do wykorzystania bardzo różniących się siedlisk. Wydaje się rzeczą niewątpliwą, że kojarzenie w pokrewieństwie zachodzi na danym terenie częściej w obrębie gatunku rzadkiego niż pospolitego. W związku z tym *D. prosaltans* powinna mieć bardziej wyrównaną normę przystosowawczą niż oba pozostałe gatunki. Ładunek mutacyjny *D. prosaltans* jest więc stosunkowo lekki.

ROZWOJOWA HOMEOSTAZJA

Fakt, że u prosperującego dzikiego gatunku cała norma przystosowawcza składa się z heterozygotycznych nosicieli chorób dziedzicznych, wywołuje w pierwszej chwili zdumienie. Eugenik gatunku *Drosophila* uznałby taką sytuację, jeśli nie za rozpaczliwą, to w każdym razie za alarmującą. W gruncie rzeczy jednak sytuacja tego rodzaju daje nam jeszcze jedno świadectwo tego, że ewolucja jest oportunistyczna: utrzymuje się przy życiu każdy genotyp, który może wytrzymać w warunkach napotkanego przez siebie środowiska. Gromadzi się coraz więcej danych wskazujących na to, że u organizmów rozmnażających się płciowo w sposób krzyżowy, heterozygoty są często lepiej przystosowane do życia niż odpowiadające im homozygoty (przegląd u Lerner, 1954).

Pawłowski, Spassky, Levene oraz piszący te słowa badali u *D. pseudoobscura* środowiskową wariację vitalności homozygot i heterozygot pod względem chromosomów normalnych, superwitalnych i subwitalnych. Hodowle prowadzono w „makrośrodowiskach” różniących się temperaturę (od 4 do 27°C) oraz gatunkiem drożdży używanych jako pokarm. W każdym „makrośrodowisku” umieszczano część powtórzeń każdej krzyżówki: poszczególne powtórzenia otrzymywały różne „makrośrodowiska”, a więc różny stopień zagęszczenia larw, różną ilość pokarmu itp. Vitalność homo- i heterozygot porównywano, jak zwykle, obliczając procent much posiadających pewne wskaźnikowe geny oraz nie posiadających tych genów. Następnie przeprowadzano analizę wariacji vitalności, aby oddzielnie otrzymać część spowodowaną przez różnice środowiska, część, o której zdecydowały różnice genetyczne, oraz błąd próbki. Okazało się, że wariacja zarówno makro- jak i mikrośrodowiskowa była znacznie większa u homo- niż u heterozygot.

Ważny i nowy jest w tych doświadczeniach następujący fakt. Używano dziesięciu takich chromosomów, które w środowisku standardowym (temperatura 25°C, pokarm — zwykle drożdże piekarskie) dawały homozygoty od normalnie witalnych do superwitalnych. Dziesięć natomiast chromosomów dawało w tych samych standardowych warunkach homozygoty subwitalne. Otóż ani jeden spośród dziesięciu „normalnych do superwitalnych” chromosomów nie utrzymywał swej wysokiej witalności we wszystkich wariantach makrośrodowiska: niektóre z nich dawały homozygoty subwitalne we wszystkich wariantach makrośrodowiska za wyjątkiem standardowego. „Subwitalne” chromosomy zachowywały się różnie: witalność ich

homozygot niekiedy podnosiła się, niekiedy opadała, niekiedy zaś pozostawała bez zmiany przy przenoszeniu ze środowiska standardowego do innego. Zarówno makro- jak i mikrośrodowiskowe wariacje vitalności, obliczone dla superwitalnych homozygot, przewyższały w sposób statycznie istotny wariacje heterozygot: środowiskowe wariacje u heterozygot nie wykazywały korelacji z wariacjami homozygot pod względem odpowiednich chromosomów.

HETEROZYGOTYCZNOŚĆ I HOMEOSTAZJA

Nie jest więc rzeczą konieczną podkreślanie, że nie wszystkie chromosomowe homozygoty u *D. pseudoobscura* mają niższą vitalność niż heterozygoty. Adaptacyjna przewaga heterozygot ma charakter bardziej subtelny, ale mimo to powoduje wyraźne skutki. Tak więc homozygota zawierająca „dziki“ chromosom w stanie podwójnym może być, choć zdarza się to rzadko, superwitalna, czyli może mieć większą zdolność przeżycia niż przeciętna heterozygota. Homozygota jednak zdolna jest utrzymać swą superwitalność jedynie w pewnym wąskim zakresie środowisk; jeśli chodzi o środowisko, jest ona wąskim specjalistą. Heterozygoty są bardziej obrotne, mogą się utrzymać w bardziej różnorodnych środowiskach.

Lerner (1954) oraz Dobzhansky i Wallace (1953) opisując to zjawisko użyli określenia, że heterozygoty są bardziej homeostatyczne niż homozygoty; Waddington (1942, 1953) oraz Mather (1953) mówili o „torach“ (*canalisation*) zamiast o homeostazji. Potrzebne jest w tym miejscu pewne wyjaśnienie. „Tory“ Waddingtona stanowią najwidoczniej fragment ogólnofizjologicznego zjawiska homeostazji w ujęciu Canna (1932). Homeostatyczne utrzymywanie „stanu równowagi“ przez organizm, który trafia na zmieniające się środowisko, możliwe jest jedynie dzięki wyjątkowej plastyczności maszyny fizjologicznej. Tak na przykład koncentracja jonów w krwi ssaków pozostaje bez zmian dzięki zróżnicowanej pracy nerek w zależności od tego, czy organizm wchłoniął większą, czy mniejszą ilość soli. Utrzymuje się ten „stan równowagi“, który umożliwia ciału życie i dalszy rozwój zgodny z jego filogenetycznym przystosowaniem. W ten sposób funkcjonalna homeostazja z jej zdumiewająco odwracalnymi reakcjami, która jest tak ważna dla utrzymania zdrowia i dobrego samopoczucia, powoduje homeostazję rozwojową. Oczywiście fakt, że niektóre heterozygoty u *Drosophila* i u kur są bardziej homeostatyczne niż homozygoty, nie wystarcza do stwierdzenia, że heterozygoty zawsze mają tendencję do homeostazji. Jest to właśnie jeden z problemów genetyki populacji wymagający wielu dalszych badań. Być może, że wysoki stopień przystosowawczości oraz homeostatyczne dopasowania, które powodują tę przystosowawczość, występują jedynie u heterozygot zawierających takie allele lub kompleksy genowe, które pod wpływem doboru naturalnego dopasowały się wzajemnie, czyli współprzystosowały. Zgodnie z tą hipotezą wysoki stopień przystosowawczości heterozygot, czyli heterozja, stanowi produkt rozwoju ewolucyjnego, który go wywołał (Dobzhansky, 1952). Dla określenia tego zjawiska zaproponowano termin euheterozja. Z drugiej strony stwierdza się często widoczną heterozję u mieszańców między takimi formami, o których wiadomo, że nie miały wspólnej historii ewolucyjnej; ten rodzaj heterozji nazwano dorodnością (*luxuriance*) — Dobzhansky, loc. cit.). Jest rzeczą przyszłości stwierdzenie, czy euheterozja i dorodność stanowią rzeczywiście dwa różne zjawiska; na razie należy rozróżnienie traktować jedynie jako roboczą hipotezę wymagającą sprawdzenia w dalszych badaniach.

SPRAWOZDANIE Z VIII ZEBRANIA OGÓLNEGO MIĘDZYNARODOWEJ UNII NAUK BIOLOGICZNYCH (IUBS)

Międzynarodowa Unia Nauk Biologicznych jest związkiem Narodowych Komitetów Nauk Biologicznych, wchodzącym w skład, podobnie jak komitety innych grup, do ICSU, czyli do Międzynarodowej Rady Unii Narodowych.

W skład Unii Biologicznej wchodzi trzy grupy (*division*) nauk: grupa nauk botanicznych, zoologicznych i ogólnej biologii. Każda grupa nauk dzieli się na sekcje, przy czym uderza nierównomierny podział poszczególnych grup na sekcje. Najwięcej sekcji (8) mają nauki botaniczne, a najmniej zoologiczne, bo zaledwie trzy (zoologia, entomologia, embriologia). Należy przypuszczać, że podział ten jest przypadkowy i zależy od ruchliwości i inicjatywy członków wchodzących w skład danej grupy nauk. Pochopnemu tworzeniu sekcji zapobiega regulamin, stosownie do którego projekt utworzenia nowej sekcji powinien być zgłoszony przez odpowiednią międzynarodową organizację lub co najmniej przez 6 komitetów narodowych. Niemniej jednak wbrew regulaminowi uchwalono zgłoszony już na Zebranie wniosek utworzenia sekcji paleontologicznej w grupie nauk botanicznych.

Polska należała przed wojną do Biologicznej Unii, a nawet w r. 1931—1935 Emil Godlewski był jej wiceprezesem. Wojna przerwała działalność polskiego komitetu. Nowy Komitet został powołany przez Wydział Biologiczny PAN i zatwierdzony przez prezydium w r. 1958.

Zadania Międzynarodowej Unii Nauk Biologicznych sformułowane są bardzo ogólnie. Stymulacja i pomoc w rozwoju nauk biologicznych, koordynacja badań i wysiłków wymagających współdziałania międzynarodowego, wreszcie pomoc w organizowaniu zjazdów i sympozjów — oto główne zadania Unii. Wydaje się, że to ostatnie zadanie jest najsprawniej spełniane przez Unię. Każde zebranie międzynarodowe pociąga za sobą mniejsze lub większe wydatki, w których udział bierze Unia. Z kolei Unia Biologiczna czerpie zasiłki z ICSU, które jest głównym doradcą naukowym UNESCO. Biorąc więc praktycznie, trudno liczyć na międzynarodowy zasiłek, a nawet na pomoc techniczną bez należenia do odpowiedniej Unii.

Zebranie XIII Międzynarodowej Unii Nauk Biologicznych odbyło się 12—14 lipca 1958 r. w Londynie, bezpośrednio przed obradami Międzynarodowego Kongresu Zoologicznego, w dostojnych salonach Królewskiego Towarzystwa, pod przewodnictwem prezesa Unii prof. S. Hörstadiusa z Upsali i generalnego sekretarza Unii prof. S. Montalentiego z Neapolu. W zebraniu brało udział ponad 100 delegatów reprezentujących 23 państw. Z państw obozu socjalistycznego reprezentowany był Związek Radziecki, Bułgaria, Polska, Czechosłowacja również należy do Unii, nie przysłała jednak delegata.

Po przemówieniu prezesa Royal Society i prezesa Unii oraz odczytaniu sprawozdania sekretarza i skarbnika przystąpiono do właściwych obrad.

Dużą dyskusję wywołał referat prof. Ulricha z Paryża o analitycznych streszczeniach w biologii, dla których UNESCO proponowało w r. 1949 termin „synopsis”. Referent zwraca uwagę, że wykonywanie streszczeń prac przez analityczne

periodyki wymaga zatrudniania licznych specjalistów i jest bardzo kosztowne. To też od dawna zaleca się, aby autorzy sami zamieszczali tego rodzaju krótkie streszczenia przed właściwym tekstem. Z drugiej strony tego rodzaju procedura wymaga pewnego rodzaju ujednolajnienia. Podjęło się tego zadania UNESCO, publikujące w kilku językach główne zasady wykonywania streszczeń. Należy więc w streszczeniu podać przedmiot badań, charakter pracy (teoretyczna, doświadczalna, wstępne badania itp.), wskazać na oryginalne osiągnięcia i metody użyte w pracy. Synopsis nie powinien przekraczać 200 słów, tak aby mógł być wciągnięty do kartoteki. Biuro streszczeń JCSU zaleca ponadto, aby streszczenie napisane było po angielsku lub francusku.

Istnieją dwie metody udostępniania streszczeń: metoda dotychczasowa analitycznych periodyków i gromadzenia kartoteki. Ta druga metoda ma ogromne zalety, pozwala bowiem na szybkie i sprawne dostarczenie specjalistom danych literatury, dotychczas najbardziej specjalnych zagadnień. Z drugiej strony centralna kartoteka wymaga organizacji dużego biura, co wydaje się być droższe niż utworzenie analitycznych czasopism.

Te ostatnie mają tę zaletę, że są już zorganizowane, mają jednak bardzo wiele braków. Przyczyną tego jest przede wszystkim ogromna liczba biologicznych czasopism, oceniana na 20 000, w których w ciągu roku ukazuje się ponad 1 500 000 prac. Jeżeli nawet wyłączymy medycynę i rolnictwo, (którą to operację jest bardzo trudno przeprowadzić), to jeszcze pozostanie przynajmniej 3500 czasopism zasługujących na streszczenie. Redakcja „Biological Abstracts” jest zdania, że 40 000 streszczeń wykonanych w r. 1957 przez to czasopismo stanowi zaledwie 25% opublikowanych prac. Z drugiej strony UNESCO ocenia, że przeciętnie ta sama praca streszczana jest trzykrotnie. Powstaje tu niepotrzebna strata pieniędzy i papieru.

W dyskusji ostro krytykowano autorów dążących do zdobycia jak największej liczby „numerów”. Tego rodzaju autor zamiast opracować dajmy na to całą faunę danej krainy, publikując jedną pracę wypuszcza w krótkich odstępach czasu szereg drobnych notatek. Tego rodzaju metoda doprowadza właśnie do tego, że żadne analityczne czasopisma nie są w stanie streszczać tych prac.

W konkluzji referent widzi jako środek zaradczy koordynację w pracy analitycznych czasopism i większą ich specjalizację. Prof. Ulrich zwraca uwagę, że istnieje w Paryżu instytucja założona w r. 1952 przez ICSU (Abstracting Board), która ma na celu koordynację prac poszczególnych analitycznych periodyków. Niestety dotyczy to na razie fizyki i chemii.

W r. 1956 Komitet Wykonawczy ICSU powołał Komitet Streszczeń Analitycznych z Biologii (Committee on biological abstracting), aby zbadać możliwość rozszerzenia działalności Biura na nauki biologiczne. Komitet zdecydował, aby dla uzyskania wskazówek na przyszłość rozpocząć pracę na razie od botaniki.

Drugim dyskutowanym zagadnieniem była sprawa dokumentacji. Referent prof. J. Lanjouw z Utrechtu nawoływał do tworzenia w każdym kraju bibliograficznych ośrodków, zawierających dane o biologicznej literaturze danego kraju, oraz proponował zakładanie dokumentacyjnych zbiorów florystycznych i faunistycznych, charakterystycznych dla poszczególnych rejonów. W dyskusji zwrócono uwagę, że zadanie to powinny podjąć, w miarę możliwości, muzea przyrodnicze. Ostatecznie nie powzięto jednak żadnej konkretnej uchwały.

Również bez zmiany przyjęto referat, w którym prof. W. Lane-Petter dał przegląd działalności Międzynarodowego Komitetu Zwierząt Laboratoryjnych (ICLA). Komitet ten, zawiązany z inicjatywy UNESCO w r. 1956 pod przewodnictwem prof. O. Hörstadiusa, dokonał przeglądu używanych zwierząt laboratoryjnych w wie-

lu krajach i doszedł do wniosku, że jakość zwierząt używanych do doświadczeń pozostawia wiele do życzenia. Czyste pod względem genetycznym zwierzęta, o znanych reakcjach, stanowią niejednokrotnie pierwszy warunek powodzenia doświadczeń. Potrzebne są również szczepy o specjalnych właściwościach, np. zdolności do samorzutnego tworzenia nowotworów. Istnieje więc potrzeba ośrodków, w których tego rodzaju zwierzęta mogłyby być hodowane, podobnie jak to jest w stosunku do bakterii. Do tego rodzaju ośrodków należy np. Laboratory Animals Centre w Anglii, Centre de Selection des Animaux de Laboratoire we Francji lub wreszcie Institute of Laboratory Animal Resources w USA. Międzynarodowy Komitet Zwierząt Laboratoryjnych miałby za zadanie prowadzenie wykazu używanych w różnych krajach laboratoryjnych zwierząt doświadczalnych oraz zakładanie tzw. „Primary type colony” o standaryzowanych właściwościach, które mogłyby służyć do dalszej reprodukcji.

Referent jest zdania, że w każdym kraju, w którym biologia stoi już na pewnym poziomie, powinna działać placówka mająca na celu hodowlę zwierząt laboratoryjnych o pewnych ustalonych cechach. Zadanie Międzynarodowego Komitetu Zwierząt Laboratoryjnych polegałoby na koordynowaniu wysiłków zmierzających do tego celu, a również prowadzenia katalogu ośrodków i hodowanych w nich zwierząt, zwłaszcza „kolonii pierwotnych typów”. ICLA organizuje na ten temat w Paryżu w b. roku (6—9 października) specjalne sympozjum.

Ostatniego dnia został rozdany uczestnikom konferencji obszerny referat prof. Chouarda (Paryż) na temat nauczania biologii. Autor omawia w nim m.in. znaczenie biologii dla przyszłości człowieka, modernizację programów, nierozłączność pomiędzy nauczaniem w szkołach wyższych i pracą naukową, konieczność zainteresowania biologią opinii publicznej, wymianę badaczy naukowych i profesorów, znaczenie nauczania biologii w szkołach średnich dla nauczania tej nauki w szkołach wyższych, demokratyzację w naborze kandydatów na studia uniwersyteckie itd.

Niestety, zapewne ze względu na przeciągające się obrady i zbyt późne dostarczenie tekstu, ten poważny referat, poruszający niezwykle ważne sprawy dla rozwoju biologii, nie wywołał żywszej dyskusji. W każdym razie zebranie powzięło uchwałę zalecającą wprowadzenie biologii na wszystkich stopniach nauczania.

Natomiast ożywioną dyskusję wywołała sprawa międzynarodowych kongresów i sympozjów. Na ogół przemawiano za urządzaniem częstszych sympozjów z ściśle określoną, ograniczoną tematyką. Nie brak jednak było mówców przestrzegających przed następstwami zbyt wielkiej specjalizacji, przed zagubieniem łączności z ogólnymi problemami biologicznymi. Temu ujemnemu zjawisku zapobiegają, zdaniem tych mówców, kongresy tego rodzaju, jak zoologiczne i botaniczne. Koledzy amerykańscy byli zdania, że zoologiczne kongresy powinny się odbywać co 3 lata, a nie, jak dotychczas, co 5 lat, a to ze względu na konieczność ich organizowania również poza Europą, co musi wpływać ujemnie na frekwencję kolegów europejskich. Przeważała jednak opinia, że ze względu na coraz liczniejsze sympozja i zjazdy ścisłych specjalności, pięcioletnia przerwa między kongresami zoologicznymi powinna być nadal utrzymywana.

Na zakończenie przystąpiono do wyboru nowych władz UISB. Prezesem wybrany został jednomyślnie dotychczasowy sekretarz Unii prof. G. Montalenti (Rzym), a generalnym sekretarzem dr A. F. Bruun (Kopenhaga).

Polski Komitet Narodowy reprezentował niżej podpisany.

Następne zebranie Unii ma się odbyć w Amsterdamie w r. 1961.

MIĘDZYNARODOWE KONGRESY W LECIE 1958 R.

W lecie 1958 roku polscy biologowie brali udział w licznych międzynarodowych kongresach i zjazdach. Delegacje naukowe PAN oraz MSW brały udział w następujących kongresach:

1. Międzynarodowa Wycieczka Fitosocjologiczna — Francja — 24—31.V. 58 r. prof. dr B. Pawłowski, mgr K. Zarzycki.
2. Międzynarodowy Kongres Ornitologiczny — Helsinki — 5—24. VI. 58 r. doc. dr B. Ferens, mgr J. Szczepski.
3. XV Międzynarodowy Kongres Zoologiczny — Londyn — 16—23.VII. 58 r. prof. dr A. Dehnel, prof. dr J. Dembowski, prof. dr S. Dembowska, prof. dr M. Gieysztor, prof. dr T. Jaczewski, prof. dr T. Marchlewski, prof. dr K. Petruszewicz, prof. dr K. Sembrat, prof. dr W. Stefański, prof. dr H. Szarski.
4. VII Międzynarodowy Kongres Mikrobiologiczny — Sztokholm — 4—9.VIII. 58 r. prof. dr J. Brill, prof. dr W. Goldfinger - Kunicki, prof. dr A. Kozłowska, prof. dr H. Meisel, prof. dr E. Mikulaszek, prof. dr S. Slopek.
5. Międzynarodowy Kongres Genetyki — Montreal — 20—27.VIII. 58 r. prof. dr W. Gajewski, prof. dr M. Skalińska.
6. Międzynarodowy Kongres Biochemiczny — Wiedeń — 16.IX. 58 r. prof. dr T. Baranowski, prof. dr J. Blauth-Opieńska, prof. dr J. Heller, doc. dr J. Medulski, prof. dr W. Mozołowski, prof. dr W. Niemierko, doc. dr S. Niemierkowa, doc. dr J. Pawełkiewicz, prof. dr B. Skarżyński, doc. dr M. Wiewiórowski.
7. VI Międzynarodowy Kongres Ochrony Przyrody — Ateny — 11—19.IX. 58 r. prof. dr W. Goetel, prof. dr W. Michajłow, mgr inż. S. Smólski, prof. dr W. Szafer, prof. dr J. Szaferowa, mgr inż. T. Szczęsny.

Ponadto przedstawiciele Wydziału II brali udział w obradach Międzynarodowych Unii: prof. dr W. Stefański reprezentował Polskę na zebraniu Międzynarodowej Unii Biologicznej (Londyn — 12—14.VII. 58 r.) jako przewodniczący Komitetu Narodowego Unii, prof. dr W. Szafer brał udział w posiedzeniu Komisji Ekologicznej Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody (Wenecja — 3—6.IX. 58 r.) jako członek tej Komisji, prof. dr T. Jaczewski uczestniczył w obradach Międzynarodowej Komisji Nomenklatury Zoologicznej (Londyn — 9—15.VII. 58 r.) jako członek Komisji.

NOWE WYDAWNICTWA

Nakładem PWR i L ukazały się kolejne tomy serii „Problemy ewolucjonizmu“, a mianowicie:

1. Tom III *Myśl ewolucyjna w naukach fizjologicznych* pod redakcją prof. dra Bolesława Skarżyńskiego.
2. Tom IV *Myśl ewolucyjna w biogeografii i ekologii* pod redakcją prof. dra Kazimierza Petruszewicza.

KSIĄŻKI NADEŚLANE

1. Beklemiszew W. N. *Podstawy analogii porównawczej bezkręgowców t. II. Organologia*, Warszawa 1958, PWN, s. 515, rys. 166.
2. Dziurzyńska A., *Szkolne wycieczki zoologiczne*, Warszawa 1958, PZWS, s. 289, rys. 118.
3. Dehnelt G. *Zamki na wodzie*, Warszawa 1958, PZWS, s. 75, rys. 15.
4. Jarmolińska H. i Żmudziński L., *Brzegiem morza*, Warszawa 1953, s. 90.
5. Kalinowska Z., *Magnetyzm ziemski i jego badanie*, Warszawa 1958, PZWS, s. 89, rys. 50.
6. Mikulaszek E., *Chemia zjawisk odpornościowych*, Warszawa 1958, PWN, s. 490, rys. 103, tabl. 131.
7. Polska Akademia Nauk *Acta Geologica Polonica* vol. VIII, Warszawa 1958, PWN.
8. Polskie Towarzystwo Zootechniczne, *Przegląd naukowej literatury zootechnicznej*, rok III, zeszyt 4, Warszawa 1957, PWRiL, s. 134.
9. Polskie Towarzystwo Zootechniczne, *Przegląd naukowej literatury zootechnicznej*, rok IV, zeszyt 1 (15), Warszawa 1958, PWRiL, s. 126.
10. Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, *Zeszyty problemowe „Kosmosu“*, zeszyt 8, *Zagadnienia współczesnej genetyki*, Warszawa 1958, PWN, s. 173.
11. Polski Związek Entomologiczny, *Klucze do oznaczania owadów Polski*, część XXVIII, *Muchówki — Diptera*, zeszyt 14a, *Ochotkowate — Tentinedidae*, Larwy, opracował doc. dr Włodzimierz Romaniszyn, Warszawa 1958, PWN, s. 136, rys. 229.
12. Sokołowski J., *Ptaki ziem polskich t. I*, Warszawa 1958, PWN, s. 441, rys. 136, tabl. 75.
13. Szaferowa J., *Poznaj 100 roślin*, Warszawa 1958, PZWS, s. 179, rys. 90.

SPIS RZECZY

I

Czesław Jura — Izotopy radioaktywne w badaniach embriologicznych . . .	603
Melityna Gromadska — Z nowszych rozważań nad ewolucją owadów . . .	611
Olga Kardymowicz — Możliwości zapłodnienia <i>in vitro</i> jaj ssaków w świetle badań współczesnych	621

II

DYSKUSJA I KRYTYKA

Zbigniew Kamiński — ABC genetyki populacji	629
Edward Skorkowski — Trojaka zmienność w przyrodzie	639
Teodor Marchlewski — List do Redakcji	649
Laura Kaufman — List do Redakcji	650
Teodor Marchlewski — List do Redakcji	651

III

RECENZJE

Kazimierz Kowalski — Acta Zoologica Cracoviensia t. 2, Kraków 1957—1958	653
Marian Nowiński — Darlington C. D., Botanika chromosomowa	656
Czesław Jura — Patten B. M., Foundations of Embryology, McGraw-Hill, New York 1958, str. XVI + 578	660

IV

KRONIKA NAUKOWA

Jan Pinowski, Czy już definitywne rozstrzygnięcie ewolucji bezgrzebieniowców (Ratitae, Aves)?; Józefa Daszkiewicz-Hubicka, Ewolucja rozwoju postembrionalnego i typy larw owadów; S. Skowron, Genetyczna charakterystyka komórek somatycznych ssaków; Julian Gruda, Makromolekuły w biologii; Kazimierz Maroń, Hunt, Timothy J., Epimorphic Regeneration during Hibernation; Kazimierz Maroń, Guyénot M. Emile et. Droin M. Anne, Potentialités régénératrices dans la peau du Triton (Triton cristatus); A. Skowron-Cendrzak, Pozytywne wyniki heterotransplantatów skórnych u szczurów i myszy; Józef Niweliński, Czy proporcja między urodzinami chłopców i dziewcząt jest skorelowana z płcią wcześniej urodzonych dzieci?; Vladimir Novotny i Napoleon Wolański, Antropologia w Czechosłowackiej Republice Ludowej; T. Dobzhansky, Przegląd niektórych podstawowych problemów i pojęć genetyki populacji	663
---	-----

V

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

Witold Stefański, Sprawozdanie z XIII Zebrania Ogólnej Międzynarodowej Unii Nauk Biologicznych (IUBS)	691
--	-----

VI

MISCELLANEA

Międzynarodowe kongresy w lecie 1958 r.	695
Nowe wydawnictwa	695
Książki nadesłane	696

CONTENTS

I

<i>Czesław Jura</i> — Radioactive Isotopes in Embryological Researches	603
<i>Melityna Gromadska</i> — From Recent Debates on the Evolution of Insects	611
<i>Olga Kardymowicz</i> — The Possibilities of Fecundation <i>in vitro</i> of Mammals' Ova in the Light of Contemporary Investigations	621

II

DISCUSSION AND CRITICISM

<i>Zbigniew Kamiński</i> — ABC of Population Genetics	629
<i>Edward Skorkowski</i> — The Threefold Changeability in Nature	639
<i>Teodor Marchlewski</i> — Letter to the Editor	649
<i>Laura Kaufman</i> — Letter to the Editor	650
<i>Teodor Marchlewski</i> — Letter to the Editor	651

III

REVIEWS

<i>Kazimierz Kowalski</i> , <i>Acta Zoologica Cracoviensia</i> , V. 2. Cracow 1957—1958	653
<i>Marian Nowiński</i> , <i>Darlington C. D.</i> — Chromosome Botany	656
<i>Czesław Jura</i> , <i>Patten B. M.</i> — Foundations of Embryology, Mc-Graw-Hill, New York 1958, pp. XVI + 578	660

IV

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Jan Pinowski</i> — Is the Evolution of Ratitae (Aves) Definitely Elucidated?; <i>Józefa Daszkiewicz-Hubicka</i> — The Evolution of Post — Embryonal Development and the Types of Insect Larvae; <i>S. Skowron</i> , The Genetical Characteristic of the Somatic Cells of Mammals; <i>Julian Gruda</i> — Macromolecules in Biology; <i>Kazimierz Maroń</i> , Hunt, Timothy J., Epimorphic Regeneration during Hibernation; <i>Kazimierz Maroń</i> , Guyénot M. Emile et Droin M. Anne, Potentialités régénératrices dans la peau du Triton (<i>Triton cristatus</i>); <i>A. Skowron-Cendrzak</i> , The Positive Results of Skin Heterotransplantation in Rats and Mice, <i>Józef Niweliński</i> , Is the Birth Rate of Boys and Girls correlated with the Sex of Earlier Born Children?; <i>Vladimir Novotny</i> and <i>Napoleon Wolański</i> — Anthropology in the Republic of Tshehoslovakia; <i>T. Dobzhansky</i> , The Survey of Some Basic Problems and Concepts of Population Genetics	663
---	-----

V

MEETINGS, SESSIONS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

<i>Witold Stefański</i> , Report from the XIII General Meeting of International Union of Biological Sciences (IUBS)	691
--	-----

VI

MISCELLANEA

International Congresses in the Summer of 1958. Recent Books	695
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

I

Чеслав Юра — Радиоактивные изотопы в эмбриологических исследованиях	603
Мелитына Громадзка — О новейших взглядах на эволюцию насекомых . . .	611
Ольга Кардымович — Возможности оплодотворения <i>in vitro</i> яиц млекопитающих в освещении современных исследований	621

II

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

Збигнев Каминьский — А В В популяционной генетики	629
Едвард Скорковски — Троякая изменчивость в природе	639
Теодор Мархлевский — Письмо в Редакцию	649
Лаура Кауфман — Письмо в Редакцию	650
Теодор Мархлевский — Письмо в Редакцию	651

III

РЕЦЕНЗИИ

Казимеж Ковальский — <i>Acta Zoologica Cracoviensia</i> , t. 2, Краков 1957—1958	653
Мариан Новиньский — Дарлингтон Ц. Д., Хромосомовая ботаника . . .	656
Чеслав Юра — Patten, <i>Foundations of Embryology</i> , McGraw-Hill, New York 1958, str. XVI +578.	660

IV

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Ян Пиновский—Окончательно-ли разрешен вопрос эволюции Ratitae (Aves)?
 Юзефа Дашкевич-Губицка — Эволюция постэмбрионального развития и типы личинок насекомых; С. Сковрон — Генетическая характеристика соматических клеток млекопитающих; Юлиан Груда — Макромолекулы в биологии; Казимеж Маронь — Timothy J. Hunt: Epimorphic Regeneration during Hibernation; Казимеж Маронь — M. E. Guyénot et M. A. Droin: Potentialités régénératrices dans le peau du Triton (*Triton cristatus*); А. Сковрон-Ценджак — Положительные результаты кожных гетеротрансплантатов у крыс и мышей; Юзеф Нивелиньский

—Скорелирована-ли пропорция между рождением мальчиков и девочек с полом прежде родившихся детей? Владимир Новотны и Наполеон Воляньский — Антропология в Чехословацкой Народной Республике; Т. Добжанский — Обзор некоторых основных проблем и понятий генетики популяции 663

V

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Витольд Стефаньски — Отчет о XIII общем Собрании Международной Унии Биологических Наук (IUBS) 691

VI

Международные конгрессы летом 1958 г. 695
Книги поступившие в редакцию 695

Errata do numeru 5/58 KOSMOS A

Str.	wiersz		Jest	Powinno być
	od góry	od dołu		
487		4	w Stalingradzie	w Leningradzie

WARUNKI PRENUMERATY CZASOPISMA

Kosmos A

Cena w prenumeracie zł 90.— rocznie, zł 45.— półrocznie

Zamówienia i wpłaty przyjmują:

1. Centrala Kolportażu Prasy i Książki „Ruch” w Warszawie, ul. Srebrna 12, konto PKO Nr 1-6-100 020.
2. Urzędy pocztowe.

Prenumerata za zaliczeniem wysyłki za granicę 40% drożej.

Zamówienia dla zagranicy przyjmuje:

Przedsiębiorstwo Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch” Warszawa, ul. Wilcza 46, konto PKO nr 1-6-100.024. Bieżące numery do nabycia w Księgarniach Naukowych „Domu Książki”, we Wzorcowni PWN, Warszawa, ul. Miodowa 10, oraz we Wzorcowni PAN, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki.

Informacji w sprawie sprzedaży egzemplarzy z poprzednich lat udziela Centrala Kolportażu „Ruch” Sprzedaż Prasy Zdeaktualizowanej, Warszawa, ul. Srebrna 12 oraz Wzorcownia PWN, ul. Miodowa 10.