

Rozród u ssaków

Rozród u ssaków charakteryzuje się w odróżnieniu od innych grup istot żywych wysokim uorganizowaniem aparatu nerwowo-hormonalnego.¹⁾ Aparat ten zapewnia prawidłowość w przebiegu rozrodu u zwierząt ssących. Prawdopodobnie układ nerwowy w rozwoju filogenetycznym zjawia się później niż hormonalny. Odgrywa on jednak rolę nadrzędną. Wykazanie jego nadrzędności w procesie rozrodczym wobec tego, że do niedawna głównym obiektem badań na tym odcinku był układ hormonalny, nie jest łatwe. Jakiegokolwiek naruszenie jednak układu nerwowego u ssaków bodźcami choćby tylko psychicznymi wystarcza, aby proces rozrodczy został również naruszony, co odbywa się przypuszczalnie na drodze rozkojarzenia układu hormonalnego. Sądzę, że można przeprowadzić analogię do odkrycia nowego, najwyższego szczytu w górach, który jednak nie został jeszcze zdobyty lub jego zdobycie nie pozwoliło jeszcze na wykorzystanie nowego wzniesienia do należytego rozejrzenia się po okolicy.

Rzeczywiście wiemy o mechanizmie działania układu nerwowego w procesie rozrodczym bardzo niewiele. Wiemy, że można wytworzeniem szeregu odpowiednich odruchów warunkowych regulować wydolność rozrodczą oraz wydajność zwierząt gospodarskich, wiemy, że owulacja u niektórych gatunków jest wynikiem łuku neurohormonalnego, dla którego bodźcem jest coitus. Wiemy wreszcie, że u człowieka dominacja układu nerwowego nad hormonalnym w dziedzinie rozrodu jest znaczna i niewątpliwa.

Naturalnie można byłoby przytoczyć i inne jeszcze przykłady, które nie dałyby jednak nawet w przybliżeniu tak jasnego schematu powiązania zjawisk rozrodu z układem nerwowym, jaki jesteśmy w stanie podać wiążąc rozród z układem hormonalnym.

W pierwszym okresie życia, tj. od niemowlęctwa do pokwitania, u ssaków czynne są przede wszystkim hormony przemiany materii pobudzające rozwój całego organizmu oraz narządów płciowych. Są to przede wszystkim hormony wzrostu i hormony gonadotropowe przysadki mózgowej, a także hormony tarczycy, trzustki, nadnerczy, przytarczycy i inne. Pod wpływem gonadotropin gonady żeńskie i męskie wytwarzają w tym okresie niewielkie ilości hormonów płciowych, które powodują rozwój drugorzędnych cech płciowych. W rezultacie już przed okresem dojrze-

¹⁾ Materiały dotyczące się wydzielania wewnętrznego zostały nadesłane przez prof. Bera.

łości płciowej stwierdza się u osobników obu płci pewien stopień rozwoju narządów płciowych. W tym stanie rzeczy następuje pokwitanie. Przyczyna jego jest właściwie nieznana. Sądzić należy, że jest ono wynikiem zmiany jakościowej w asymilowaniu warunków otoczenia zachodzącej skokowo w organizmie i że jest ono u każdego gatunku uwarunkowane historycznym przebiegiem procesów filogenezy. Najbardziej uderzającą cechą tego okresu jest zupełne zakłócenie stanu równowagi układu gruczołów dokrewnych i ustabilizowanie go na pewnym poziomie. W szczególności zwiększa się wybitnie wytwarzanie gonadotropin w przysadce mózgowej, a pod ich wpływem i wytwarzanie hormonów płciowych w gonadach, przy czym w gonadach żeńskich zjawia się nowy, dotychczas nie występujący, hormon ciała żółtego. Pod wpływem gonadotropin następuje pobudzenie rozwoju nabłonka rozrodczego w gonadach. Zjawia się wreszcie pierwsza owulacja i spermiogeneza.

U samicy pod wpływem hormonów żeńskich zachodzi w organizmie szereg procesów mających bardzo istotne znaczenie dla rozwoju. Rozwój pochwy umożliwia kopulację, a tym samym zapłodnienie. W szyjce macicznej wytwarza się śluz ułatwiający wędrówkę plemników w drogach rodnych. Macica z jajowodami rozwija się wybitnie, co umożliwia wszczepianie się zapłodnionego jaja i jego dalszy rozwój. W tym okresie pojawia się nadto hormon mlekotwórczy przedniego płata przysadki mózgowej, co umożliwia wytwarzanie mleka i odżywianie noworodka przez pewien okres czasu po porodzie.

U samców pod wpływem hormonu męskiego rozwijają się narządy płciowe, co umożliwia kopulację, a więc wprowadzenie plemników w głąb organizmu żeńskiego, gdzie następuje zapłodnienie.

U obu płci hormony płciowe powodują w odpowiednich okresach powstawanie popędu płciowego, co umożliwia zbliżenie się osobników, u których w gonadach występują już dojrzałe komórki płciowe.

W okresie ciąży następuje u osobników żeńskich pod wpływem hormonów płciowych stały rozwój dróg rodnych; umożliwia to przystosowanie się ich do wielkości płodów. Pod koniec ciąży następuje poród, to jest wydalenie płodu dzięki skurczom macicy. Rolę czynnika wywołującego kurcze macicy i umożliwiającego usunięcie płodu odgrywa oksytocyna, hormon tylnego płata przysadki mózgowej. Uczulenie macicy na działanie tego hormonu następuje pod wpływem hormonów płciowych. Zresztą i inne gruczoły dokrewne w okresie ciąży wzmagają swą czynność, rola ich jednak jest raczej drugorzędna.

Po okresie aktywności płciowej, czyli okresie rozrodu, następuje u obu płci okres przekwitania. I znów, jak w okresie pokwitania, przyczyna tego zjawiska jest nieznana. Najpewniej i tu mamy do czynienia z filogenetycznie uwarunkowanym procesem zmiany jakościowej w asymilowaniu warunków otoczenia przez organizm powstającej w następstwie sumujących się drobnych zmian ilościowych. W tym okresie również cechą typową jest zaburzenie czynności całego układu dokrewnego i ustalanie się nowego stanu równowagi na innym zmienionym poziomie. Najcharakterystyczniejszą zmianą tego okresu jest rozkojarzenie układu przysadko-

wo-gonadowego i zanik czynności gonad. Rzecz jasna, że i w innych gru-
czołach dokrewnych zachodzą daleko idące zmiany, są one jednak mniej
charakterystyczne dla okresu przekwitania. Opisane zmiany utrzymują
się już do śmierci osobnika.

Jak to można było zauważyć ze wstępu tego artykułu istnieją podsta-
wowe zjawiska związane z rozrodem bardzo słabo przez naukę zbadane.
Zjawisk takich jest wiele. Dla przykładu przytoczę jesienną fekondację
nietoperzy, w wyniku której plemniki dochodzą do właściwego rozrodu
dopiero wiosną, mimo iż kojarzenie zwierząt następuje jesienią. Ciekawe
i równie nie wyjaśnione jest zjawisko zahamowania rozwoju płodu w po-
staci blastocysty u niektórych gatunków. Sarna zostaje pokryta w sierp-
niu, inplantacja płodu następuje w grudniu, a poród w kwietniu. Bardziej
jeszcze zagadkowo sprawy te przebiegają u borsuka: pokrycie w lipcu, do
lutego płód znajduje się w postaci blastocysty, w lutym następuje inplan-
tacja, po czym dochodzi do błyskawicznego rozwoju płodów, w którego
wyniku w marcu rodzą się młode.

Wydaje się, że ostatnio uwagę badaczy w omówionej dziedzinie szcze-
gólnie pochłonęły procesy związane z aktem połączenia komórek rozrod-
czych. Od klasycznego zapłodnienia jaja jeżowca przedstawionego przez
Hartwiga w 1875 r. po ostatnie badania szkoły Miłowanowa wykonano
bardzo wiele ciekawych prac. Stan taki może sugerować, że ten odcinek
badań nad rozrodem jest najlepiej poznany. Nie próbując wdawać się
w niebezpieczną analizę, który odcinek badań nad rozrodem jest najsze-
rzej rozbudowany, zadowolmy się stwierdzeniem, że również akt połącze-
nia plemnika z jajem jest mało poznany. Mało poznana jest jego ewolucja
w procesie filogenetycznym, a stwierdzenia ogólne, podkreślające rolę
plemników w przygotowaniu dróg rodnych i udział w kształtowaniu zy-
goty, są zaledwie zapoczątkowane.

W każdym razie należy stwierdzić, że mechanizm zaplemniania i za-
płodniania u ssaków oraz środowisko, w którym one zachodzą, bardzo od-
biega od nakreślonego klasycznego schematu u jeżowca.

Jak wiadomo zaplemnienie u ssaków jest wewnętrzne. Nasienie zo-
staje wprowadzone tu do dróg rodnych samicy na różną głębokość; albo
tylko do pochwy, albo jak u innych gatunków głębiej, aż do macicy.
Plemniki przedostają się dalej ruchem własnym do przedniego odcinka
jajowodu, gdzie dokonuje się zapłodnienie jaja lub jaj.

Szczegóły tego procesu zostały poznane najlepiej u królika, ostatnio
również u myszy (Genin, 1951). Wyróżnia się tu dwa ważne momenty:

- 1) owulacji i wędrówki jaj przez jajowód,
- 2) wędrówki plemników w głąb jajowodów.

Już w 1904 r. Heape stwierdził, że w przednim odcinku jajowodu
u królicy zjawiają się plemniki w cztery godziny po kopulacji. Momenty
te w zależności od gatunku ssaka są zmienne; u jednych łatwo uchwytne
i poznane, u innych trudno uchwytne w czasie i nieznane lub mniej znane.

Królica owuluje dokładnie w 10 godzin po przebytej kopulacji. Szcze-
gół ten odegrał doniosłą rolę w badaniach nad przebiegiem zapłodniania.
Znajomość tego szczegółu pozwala bowiem w dowolnym czasie po pokry-
ciu samicy sterylnym samcem badać stan jajowodu, uzyskiwać stąd nie

zapłodnione jaja do doświadczeń *in vitro*, oraz po pokryciu powtórny samicy samcem normalnym lub po sztucznej inseminacji uzyskiwać najmłodsze zarodki królicze do badań biologicznych i embriologicznych. Prócz tego znajomość tego faktu pozwala na zmniejszenie liczby młodych drogą inseminowania po upływie 8 godzin po coitus z samcem sterylnym. Toteż królik stał się wzorcowym materiałem dla prac badawczych nad zapłodnieniem u ssaków, jak ongiś jeżowiec — nad zapłodnieniem jako zjawiskiem ogólnobiologicznym. Wyłania się przeto ponownie niebezpieczeństwo generalizacji określonego schematu, tym razem króliczego, na wszystkie inne ssaki. Tymczasem tylko u niektórych ssaków (królik, łasica, kot) owulacja występuje po kopulacji. U wielu innych ssaków, także u laboratoryjnych, nie ma żadnego związku zachodzącego w czasie pomiędzy kopulacją a owulacją. Ruja i owulacja wplecione są w ich rytm cyklu płciowego i odbywają się niejako automatycznie, niezależnie od tego, czy samica kopuluje, czy też nie.

Wydostające się z jajnika jaja królicze otoczone są zwartym wieńcem komórek pierścienia promienistego, oraz okryte zbitą masą komórek folikularnych, posklejanych ze sobą śluzowatą substancją międzykomórkową. Pod błoną przezroczystą tych jaj występuje po jednym ciałku kierunkowym wydzielonym jeszcze w jajniku w 9 godzin po coitus. Szczegół ten ustalił Pincus i Enzeman (1932), poprawiając dawniejsze spostrzeżenia Heape'a, z których wynikało, że dojrzewanie jaja u królicy miałooby przebiegać w jajniku i byłoby całkowicie zakończone przed owulacją.

Światło jajowodu w przeciwieństwie do światła macicy ma być całkowicie niezależne od wpływów hormonalnych jajnika. Wydzielanie śluzówki jajowodu ma raczej automatyczny charakter. Nie zmienia się ono pod wpływem iniekcji hormonów płciowych. Zapewnia to pewną trwałość i jednostajność warunków tam panujących. Dopiero wtargnięcie z jednej strony jaj do trąbek Fallopiusza a z drugiej plemników od strony macicy wprowadza zmiany o dużym znaczeniu dla procesu zapłodnienia w środowisku wewnątrzjajowodowym.

Królicze jaja wraz z otaczającymi je komórkami tworzą w trąbkach Fallopiusza zwarty czop zamykający wejście do jajowodów. Jeśli u królika kopulacja, poprzedzająca owulację, była sterylna, to czop ten po 16—19 godzinach post coitum ulega stopniowo rozluźnieniu, jaja uwalniają się z niego i poczynają przesuwać się pojedynczo w kierunku macicy. Gubią one po drodze resztki przylegających od nich komórek folikularnych i na ich miejsce otaczają się warstwą białka z wydzieliny jajowodu. Otoczka białka, jak wykazano, uniemożliwia wszelkie próby zapłodnienia takich jaj, tak *in vivo* jak *in vitro*.

Inaczej dzieje się po normalnej kopulacji lub po sztucznym wprowadzeniu plemników do dróg rodnych samicy. Czop komórkowy w zetknięciu się z plemnikami zostaje szybko rozluźniony, komórki folikularne zostają rozproszone, a jaja częściowo lub całkowicie obnażone nawet z komórek pierścienia promienistego. Niewątpliwie dzieje się to pod wpływem nowego czynnika wniesionego przez plemniki do środowiska wewnątrzjajowodowego.

Już niemal przed 20 laty wykazano, że do oczyszczenia komórek jajowych z warstwy komórek folikularnych i pierścienia promienistego niezbędna jest pewna minimalna koncentracja plemników w sąsiedztwie czo-pa (Krasowska, Pincus, Hammond, Yamane). W szczególności z badań *in vitro* wynika jasno, że stopień i szybkość oczyszczania jaja z przylegających doń komórek są wprost proporcjonalne do koncentracji zawieszonych plemników w płynie fizjologicznym, w którym umieszczono jaja.

Sokołowska i jej współpracownicy próbowali oczyścić jaja mechanicznie za pomocą narzędzi mikrochirurgicznych. Próby te nie powiodły się. Jak dziś wiadomo, czynnikiem rozpraszającym komórki folikularne jest enzym wydzielany przez plemniki, zwany hyaluronidazą.

Dozowanie koncentracji plemników w zawieszynie *in vitro* ujawniło, że zbyt mała koncentracja daje tylko częściowe oczyszczenie jaja i brak zapłodnień, nadmierna koncentracja doprowadza do oczyszczenia, ale nie zawsze sprzyja zapłodnieniu, natomiast optymalne zagęszczenie plemników (u królika 2 500 do 18 500 w 1 mm³ *in vitro* lub 10 000 000 w porcji użytej do sztucznej inseminacji) daje całkowite oczyszczenie i wysoki procent jaj zapłodnionych.

Ze sprawą szybkości i stopnia omawianego oczyszczania wiąże się działanie środowiska na szybkość dojrzewania jaj. Z badań *in vitro* w latach 1930—1936 wiadomo, że w ślad za oczyszczeniem jaja z komórek folikularnych następuje wydzielenie przez jaja drugiego ciała kierunkowego. Dawniej mniemano, że u ssaków dojrzewanie jaja zachodzi z reguły już po wnikięciu doń plemnika. Okazało się jednak, że sama obecność plemników w środowisku pobudza jajo do zakończenia rozpoczętego jeszcze w jajniku dojrzewania i wydzielania drugiego ciała kierunkowego. Niekiedy przy tym daje się zaobserwować współczesne wnikanie plemnika do jaja. Oczyszczanie jaj i zapłodnienie u królicy *in vivo* przebiega w ciągu półtorej do czterech godzin, a mianowicie jednaście i pół do czternastu godzin *post coitum*. Jajo zostaje zapłodnione prawdopodobnie nie przez te plemniki, które najpierw dotarły do przedniego odcinka jajowodu, co się dzieje jak wiemy już po czterech godzinach *post coitum*, lecz raczej przez przybyłe tam znacznie później. W świetle tego widzimy, jak naiwny był pogląd o tak zwanym „wyścigu plemników“, z których najściglejszy pierwszy dostawał się do jaja.

Podsumowując stwierdzamy zatem, że działanie plemników w środowisku (*in vivo* w jajowodzie, *in vitro* w zawieszynie) sprowadza się do: 1) oczyszczenia jaja z komórek folikularnych, 2) pobudzenia jaja do zakończenia procesu dojrzewania, po czym dopiero może nastąpić zapłodnienie.

Interesujące jest, że i obcogatunkowe plemniki np. buhaja lub tryka działają oczyszczająco na jajo królicy, nie pobudzają go jednak do dojrzewania, jak też nie wnikają w głąb jaja. Plemniki natomiast bliskiego gatunku mogą dać niekiedy zapłodnienie, a niekiedy jego początkowe tylko fazy. Tak np. plemniki szczura doprowadzają w niektórych przypadkach *in vitro* do pierwszych faz zapłodnienia, plemniki zaś ogiera, jak wiadomo, zapładniają oślicę.

Jak już wspomnieliśmy czynnikiem rozpraszającym komórki foliularne jest enzym zwany hyaluronidazą. Jest to czynnik niespecyficzny gatunkowo, działa on tak samo w mieszaninie nasienia obcogatunkowego jak i w nasieniu czystym. Sokołowska udowodniła doświadczalnie, że duża domieszka gatunkowo obcej spermy do skąpej zawiesiny plemników w płynie fizjologicznym (u królika np. 5 000 plemników w porcji nie wystarczającej do dokonania zapłodnienia) podnosi zapłodnialność od 20 do 50%. Obce zatem plemniki oczyszczają jajo królicze ułatwiając zapłodnienie króliczymi plemnikami.

Na zjawisku oczyszczenia jaja kończy się u królicy pierwszy etap zapłodnienia (Sokołowska). Umożliwia ono wniknięcie plemników do jaja. Jak wiemy ogólnie panuje pogląd, że u ssaków z reguły występuje zapłodnienie monospermiczne. Polispermia ma doprowadzić do zaburzeń rozwojowych zygoty prowadzących do zahamowania rozwoju w ogóle. Wspomniani autorzy amerykańscy (Pincus i Enzemann) widzieli raz jeden jajo królicze *in vitro* zawierające wewnątrz kilka plemników i jedno tylko ciało kierunkowe. Nie podają oni dalszych losów tego jaja wyjaśniając jedynie, że w tym przypadku polispermia nastąpiła wyjątkowo w wyniku „zbyt aktywnej zawiesiny plemników (90 000 na 1 mm³). Wyjaśnienie to o tyle z trudem trafia do przekonania, że „zbyt duża aktywność“ zawiesiny plemników umożliwiła wtargnięcie w głąb jaja aż kilku plemników a nie pobudziła tegoż jaja do wydzielenia drugiego ciała kierunkowego. Powyższy moment jest dla tych autorów kryterium stopnia aktywizacji jaja przez czynniki środowiskowe, w danym przypadku przez plemniki.

Wnikanie plemników do jaja nazywa Sokołowska drugim etapem zapłodnienia. Autorka ta w swoich badaniach widziała zawsze wnikanie po kilka i kilkadziesiąt plemników *in vitro* pod otoczkę przejrzystą jaja (220 jaj króliczych). Przez około 30 minut plemniki poruszają się swobodnie w przestrzeni okołozótkowej, później zaś w stanie niezmiennym widoczne są one pomiędzy blastomerami rozwijającej się zygoty, niemal aż do stadium późnej moruli. Autorka ta raz jeden widziała jajo królicze *in vitro* zawierające również kilka plemników w zarodku. Obserwację tę uważa ona jednak za niezbyt pewną (spłaszczenie mechaniczne jaja na szkiełku mikroskopowym). Przenikanie plemnika króliczego poprzez błonkę zarodkową w głąb jaja wymieniona autorka również raz widziała. Plemnik wnikał tu pod kątem ostrym w miejscu, które nie odznaczało się niczym szczególnym (brak wzgórka przyjmującego według schematu Hartwiga).

Autorka skłonna jest przyjąć, że przenikanie większej liczby plemników przez błonę zótkową jaj u ssaków jest nie tylko możliwe, ale że zachodzi ono z reguły. Przyczyną niezobserwowania dotychczas tych zjawisk są — sądzić należy — trudne do przewyciężenia momenty techniczne obserwowania jaja pod dużym powiększeniem od razu we wszystkich jego punktach, przez które plemniki mogą wnikać.

Również na podstawie własnych obserwacji Sokołowska mniema, że w procesie kariogamii bierze udział u królika jedno tylko jądro męskie, wniesione przez jeden z plemników. Pozostałe plemniki, jeśli współcześnie wnikną, ulegają resorpcji, podobnie jak więc i otoczka plazmatyczna

plemnik, który wchodzi w proces kariogamii. Ta asymilacja substancji plemnikowej zachodzić ma za pomocą enzymów zarodki. Kariogamia kończy proces wzajemnej asymilacji gamet zapoczątkowanej w zarodki i zarazem stanowi trzeci etap zapłodnienia. Wytworzona przy tym zygota rozpoczyna od tego momentu rozwój i wybiórczą asymilację warunków życia.

Zdaniem Sokołowskiej wszystkie pozostałe w przestrzeni podotoczkowej plemniki mogą teraz być stopniowo zresorbowane i zasymilowane przez zygotę. W życiu zygoty (cytujemy za Sokołowską) „...odegrać one mogą dużą rolę wpływając na jej rozwój jako płciowy mentor“.

Polispermiczne zapłodnienie obserwował również ostatnio u myszy Genin (1951). Jest on zdania, że przenikanie plemników do jaja myszy może odbywać się wielokrotnie w czasie całej wędrówki jaja przez jajowód do macicy. Na przytoczonym przez tego autora rysunku widać w głębi zarodki kilka niezmięzionych plemników; ma to być typowy obraz w odniesieniu do jaj mysich wydobytych z jajowodu post coitum. Cytujemy: „...zagadnienie wzajemnego oddziaływania na siebie substancji zawartej w jajach i w tych plemnikach“ wydaje się Geninowi trudne i wymagające dalszych badań. Skłonny jednak jest on sądzić „bez większego ryzyka pomyłki, że po wchłonięciu i przyswojeniu większej ilości plemników przemiana materii komórki jajowej podlega zmianom, których charakter jest związany z właściwościami organizmu ojcowskiego wniesionymi przez te plemniki“.

A zatem Genin pozostaje w zgodzie z poglądami Sokołowskiej na znaczenie polispermii u ssaków jako płciowego mentora. Jeśli chodzi o inne obserwacje dokonane na myszy, to odbiegają one w wielu punktach od poprzednio przedstawionego schematu króliczego.

Przede wszystkim autor ten wykazuje, że główna masa plemników kieruje się u myszy aktywnie nie do jajowodów, lecz ku błonie śluzowej macicy, wnikając w nią głęboko i ulegając resorpcji. Tylko nieliczne plemniki kierują się u myszy do jajowodów. Jajo tego zwierzęcia jest otoczone znacznie luźniejszą otoczką komórek folikularnych, toteż plemniki nie napotyka tu na zbyt duże trudności w procesie przenikania w głąb jaja. Nie ma tu także zbyt wyraźnie zaznaczonej zależności pomiędzy rozpraszaniem komórek folikularnych a ilością nagromadzonych w świetle jajowodu plemników. Obraz zatem zaplemnienia przebiegającego u myszy różni się znacznie od tych zjawisk zachodzących u królicy, sugerując możliwości różności tych procesów także i u innych ssaków.

Impregnacja śluzówki macicy plemnikami była już dość dawno obserwowana. Obserwacje te wskazywały jednak na wnikanie plemników tylko w nabłonek śluzówki, a nie w jej warstwy głębsze (Kohlbrugge, 1911). Dopiero ostatnio Geninowi udało się wykazać u myszy przenikanie plemników głębiej, pod śluzówkę macicy, a nawet aż do warstwy mięśniowej. Dawniejsi autorzy dopatrywali się w zjawisku impregnacji przyczyn ksenii i telegonii. Podobnie zapatrują się na to zjawisko obecnie Sołowiej (1925) i Kuszner (1948).

Genin słusznie wskazuje, że dotychczas zbyt mało zwracano uwagi na zjawisko impregnacji plemnikami dróg rodnych samicy. Przytacza on poglądy Miczurina, który niejednokrotnie zastanawiał się nad znaczeniem

tego zjawiska i wręcz pisał: „rozwijający się zarodek stanowi całość z organizmem matki i każda zmiana w częściach narządów macicznych niewątpliwie odbija się na strukturze płodu“.

Impregnacja dróg rodnych matki elementami ojcowskiego pochodzenia niewątpliwie może wywierać wieloraki i złożony wpływ na rozwijający się w nich zarodek. Jest to proces, który pojawił się jako uzupełnienie procesu zapłodnienia w toku ewolucji u zwierząt o wewnętrznym zaplemnieniu, a tym samym i u ssaków. Genin przyrównuje to zjawisko do podwójnego zapłodnienia zachodzącego w woreczku zalążkowym u roślin kwiatowych i wskazuje na prace Prezenta (1948), z których wynika, że harmonijny rozwój organizmu roślinnego następuje tylko wtedy, gdy działa na niego dopełniające bielmo. W procesie impregnacji dróg rodnych samicy można by dopatrywać się zatem, zdaniem Genina, działania regulacyjnego polegającego na ilościowym dopełnianiu, skompensowaniu różnic zachodzących pomiędzy nikłą masą gamety męskiej a dużą stosunkowo masą jaja. Proces kompensacji zachodziłby tu już w samej macicy, po zagnieźdzeniu się w niej zarodka żywiącego się, jak wiadomo, początkowo tylko tzw. mleczkiem macicznym „embriotrofem“, na wytworzenie którego składają się substancje pochodzące ze śluzówki macicy. Przemiana materii w tej błonie odbywa się wówczas przy współdziałaniu materii świeżo zresorbowanej z masy plemników, które w nią wniknęły. Tkanka śluzowa zatem może poprzez mleczko maciczne oddziaływać na rozwijający się zarodek ssaka podobnie jak bielmo u roślin nasiennych na zarodek roślin. Wynika z tego wniosek, że dróg rodnych matki nie można traktować jako naczynia, w którym przebiega zapłodnienie i rozwój zarodkowy, na wzór szklanego naczynia z wodą morską, w którym odbywa się rozwój jaja szkarłupni lub innych zwierząt wodnych. Przeciwnie przedstawiają one swoiste środowisko, które w momencie zapłodnienia ulega przekształcaniu pod wpływem plemników oddziaływających na nie, jak oddziałują wewnętrzne substancje ustroju matki.

Szereg faktów, które pozwoliły na nakreślenie wyżej przedstawionego obrazu, były zdobywane na zachodzie i wschodzie i należałoby stwierdzić pewien paralelizm ich zdobywania. Trudno natomiast byłoby mówić o ich równoległości osiągnięć, jeżeli się weźmie pod uwagę uogólnienia, celowość kierunku badań, jak też wartość transpozycji osiągnięć naukowych do praktyki. Mniemamy, że ciąg dalszy tego artykułu usprawiedliwi tę tezę.

Darwin pierwszy zwrócił uwagę na ważność odmienności płciowej — on też konsekwentnie wskazuje na korzystny wpływ znajdowania się rozplodników w odmiennych warunkach przed kojarzeniem. Odnosił on to ostatnie spostrzeżenie do hodowli w pokrewieństwie zwierząt udomowionych. Te wskazania jednego z największych, jeżeli nie największego biologa, nie znalazły odzewu przez kilkadziesiąt lat. Dopiero zwycięstwo miczurinowskiej idei w ZSRR potwierdziło jego tezy i utworowało drogi ich dalszego rozwoju. Dla teorii i praktyki w dziedzinie rozrodu zwierząt szczególnie płodna okazała się teza Łysenki, rozróżniająca dziedziczność i żywotność jako dwie odmiennie właściwości organizmu. Łysenko nie dał definicji żywotności, ograniczając się do podania, że żywotność organizmu po-

tomnego zależy od stopnia różnorodności komórek rozrodczych. W literaturze radzieckiej jak też i naszej napotyka się niejednokrotnie traktowanie żywotności i dziedziczności nie tylko jako właściwości odmiennych, ale także przeciwstawnych.

Zanim przejdziemy do wykazania, jak płodna okazała się ta teza Łysenki, pozwolimy sobie na podanie paru właściwości, które wskazują, że organizm jest żywotny, oraz spróbujemy wykazać, że żywotność jest właściwością przeciwstawną dziedziczności. Sądzymy, że zmniejszona śmiertelność młodych, przedłużony okres życia dojrzałych oraz intensywność wymiany między organizmem a otoczeniem, a więc lepszy apetyt, wyższy współczynnik trawienia paszy, dobra płodność — są to najważniejsze cechy żywotności. Sądzymy, że możemy sobie pozwolić dla celów dydaktycznych na próbę opisowej definicji żywotności, która mogłaby być punktem wyjścia dla dyskusji nad tym zagadnieniem: żywotność zależy od stopnia różnorodności komórek rozrodczych i jest właściwością organizmu regulującą wielkość i napięcie procesów przemiany materii. Dla wykazania, że dziedziczność jest przeciwstawną żywotności, wystarczy się zatrzymać nad chowem w pokrewieństwie. Im dłużej będziemy kojarzyli podobne sobie osobniki, tym bardziej skonsolidowana będzie ich dziedziczność, tym bardziej homologiczne komórki rozrodcze i tym samym niższa żywotność. Odwrotnie — im dalej od siebie będą stały w stopniu pokrewieństwa i podobieństwa kojarzone osobniki, tym większa żywotność, a mniej skonsolidowana, bardziej plastyczna dziedziczność.

Konsekwencje badawcze i ilość osiągnięć dla teorii i praktyki tej tezy Łysenki są tak liczne, że pozwolimy sobie wybrać tylko zdaniem naszym najważniejsze. Mniemamy, że na plan pierwszy wysuwa się tu zagadnienie wybiórczości zapłodnienia.

Wielką zasługą Miłowanowa jest eksperymentalne wykazanie, że zapłodnienie nie jest zwykłym połączeniem się jakichkolwiek gamet, lecz procesem wybiórczym. Wykazał on, że królicze samice siostry z tego samego miotu, sztucznie zapłodnione mieszaniną plemników pochodzących od ich brata z tegoż miotu i od samca innej rasy, dały w przytłaczającej liczbie potomstwo składające się z mieszańców. Doświadczeń tego typu przeprowadzono później wiele w rozmaitych kombinacjach rasowych. Dostarczyły one niezbitych dowodów, że we wzajemną asymilację w procesie zapłodnienia wchodzi przede wszystkim mniej pokrewne gamety. Ciekawe jest, że zjawisko wybiórczości staje się tym wyraźniejsze, im mniejsza jest — oczywiście w pewnych granicach — ogólna liczba plemników w mieszaninie i w porcji użytej do unasiwienia. Odwrotnie, przy bardzo wielkiej liczbie plemników każdej z ras w mieszaninie (800 000 000) wybiórczość maleje. Stosunek liczby mieszańców do osobników rasy czystej wynosi wtedy w potomstwie 1:1, wobec samych tylko mieszańców uzyskanych po inseminacji porcją mieszaniny o zawartości 100 000 plemników, tj. po 50 000 od każdego z samców. To spostrzeżenie Miłowanowa dało podstawę do wypracowania metod kierowania wybiórczością gamet w zootechnice. Opierając się na tym spostrzeżeniu Sokołowska (1950) ustaliła dalsze prawidłowości. Plemniki samca obcej rasy uzyskują pierwszeństwo przed plemnikami rasy własnej wtedy tylko, gdy samica i samiec pocho-

dzą z tego samego pogłowia, a więc często z chowu krewniaczego, a zawsze z tych samych warunków bytowania. Bliskie pokrewieństwo bowiem reproduktorów obojga płci zbliża do siebie ich gamety i upośledza je w procesie wybiórczości wobec gamet pochodzących od osobników niekrewnych. Ostatnie badania wielokrotnie cytowanej już szkoły Miłowanowa wykazują, iż znajdowanie się zwierząt tego samego gatunku, lecz różnych ras w tych samych gospodarstwach, w warunkach identycznego żywienia, pielęgnacji itd. prowadzi do tak znacznego upodobnienia się ich przemiany materii, że w konsekwencji potomstwo po nich może być mniej żywotne niż potomstwo zwierząt tej samej rasy, jeżeli samce znajdują się w odmiennych niż matki warunkach. Jest rzeczą oczywistą, że w takim przypadku wybiórczość będzie działała na korzyść własnej rasy, lecz o odmiennym odcieniu przemiany materii.

Przytoczone wyżej przykłady uwypuklają prawo wybiórczości działające w procesie zapłodnienia, dzięki któremu gatunek unika rozrodu prowadzącego do zmniejszonej żywotności potomstwa.

Może słuszne będzie, jeżeli zatrzymamy się, a raczej odbiegniemy w tym miejscu od toku wykładu w celu zastanowienia się, w jakim stosunku znajduje się stwierdzenie otrzymywania żywotniejszego potomstwa po osobnikach tej samej rasy wychowanych w odmiennych warunkach niż po osobnikach obcej rasy wychowanych w identycznych warunkach, stwarzających tzw. rzekome pokrewieństwo, do tezy głoszącej, że żywotność i dziedziczność są to właściwości przeciwstawne.

Miłowanow np. w ostatnich doniesieniach uogólnia swoje spostrzeżenia następująco: „Wysoka zatem żywotność może iść w parze z trwałą konserwatywną dziedzicznością“. W naszym przekonaniu wynika sprzeczność jest raczej pozorna, a wypowiedź Miłowanowa może zbyt jednostronna. Wydaje się nam, że każdorazowe podniesienie żywotności, wynikające z odmienności mniejszych lub większych, ale zawsze dziedzicznych komórek rozrodczych, musi prowadzić do większej plastyczności organizmów potomnych. Sądzymy przeto, że pogłowie, w którym żywotność będzie utrzymana w ramach tej samej rasy i nawet w pokrewieństwie, będzie bardziej plastycznym materiałem w ręku hodowcy niż identyczne pogłowie o mniejszej żywotności.

Zwiększona użytkowość zwierząt gospodarskich, pochodzących z krzyżowania międzygatunkowego i międzyrasowego, jest od dawna znana. Zdolność robocza muła i jego długowieczność były wykorzystywane już w starożytnym Rzymie. Krzyżowanie międzyrasowe wśród wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich daje zazwyczaj znakomite efekty gospodarcze.

W odniesieniu do tych zjawisk w ćwierćwieczu międzywojennym nauka wprowadziła słowo heterozja, które niewiele wyjaśnia, praktyka zaś wzbogaciła się o krzyżowanie przemienne międzyrasowe, którego istotą jest utrzymanie wybujałości krzyżowniczych przez użycie przemienne w odniesieniu do każdej następnej generacji samców dwóch odmiennych ras. Nie musimy dodawać, że w świetle tezy Łysenki zjawiska te znalazły swoje wyjaśnienia.

Spotykałem ludzi wśród naszych hodowców, którzy stwierdzali, że heterozja jest zjawiskiem nie zawsze występującym na skutek krzyżowania międzyrasowego, a w NRD osobiście widziałem zwierzęta pochodzące z krzyżowania międzyrasowego, u których faktycznie trudno byłoby się dopatrzeć zwiększonej żywotności. Wydaje się, że i ta sprawa w świetle uprzednio cytowanych spostrzeżeń szkoły Miłowanowa w odniesieniu do tak zwanego rzekomego pokrewieństwa znajduje także swoje wyjaśnienie.

Obecnie zatrzymamy się nad metodami podwyższenia żywotności zwierząt gospodarskich na drodze stwarzania różnic międzygametowych. Będą to: trzymanie rozplodników obojga płci w odmiennych środowiskach (gdzie indziej samice a gdzie indziej samce) oraz stosowanie heterospermii. Ta ostatnia metoda wymaga krótkiego omówienia, ponieważ zawiera w sobie dwojakie działanie. Użycie nasienia mieszanego z jednej strony pozwala na wybiórczość, dzięki czemu dochodzą do głosu plemniki zapewniające większą żywotność potomstwa, z drugiej zaś strony oddziaływanie wzajemne sperm dwóch różnych rozplodników prowadzi do różnicowania się obydwu sperm. Działanie różnicujące odmiennych sperm na siebie jest tak znaczne, że Arekelian uzyskał wznowienie zdolności rozrodzkiej przez dodatek obcego nasienia u osobników wzajemnie bezpłodnych na skutek długotrwałego chowu krewniaczego. Następną metodą podwyższenia żywotności jest różnicowanie spermy przez jej przechowywanie. Okazuje się, że jednostronna przemiana materii cechująca plemniki ulega pod wpływem warunków przechowywania, związanych co najmniej z odmienną temperaturą, pewnym zmianom, co korzystnie wpływa na potomstwo, zwłaszcza w obrębie tego samego pogłowia. Przy dalszych badaniach okazało się, że nie jest obojętne, czy sperma jest przechowywana w atmosferze wodoru, czy też w tlenie. Okazało się, że przechowywanie nasienia w warunkach tlenowych prowadzi do znacznego podwyższenia żywotności, odwrotnie zaś — przy przechowywaniu nasienia w atmosferze wodoru — nastąpiło jej zmniejszenie. Mało tego, odmienne przechowywanie nasienia wpływa także determinująco na płęć potomstwa. Podajemy dla przykładu badania Korotkowa. Przechowywanie spermy tryka w doświadczeniach tego badacza w atmosferze tlenu dało w grupie doświadczalnej 127 samców i 149 samic, w grupie zaś kontrolnej 230 samców a 223 samice. Odwrotnie zaś, przy przechowywaniu nasienia w atmosferze wodoru, otrzymał on 133 jarki a 172 tryczki, czyli 1,3 tryczka w odniesieniu do jednej jarce. W pierwszym natomiast przypadku wypadło 0,8 tryczka na jedną jarce. W grupie kontrolnej stosunek samców do samic pozostał jak 1:1.

Jednym z najłatwiejszych sposobów stworzenia odmiennych warunków bytowania dla rozplodników obojga płci jest odmienne żywienie. Oczywiście trzeba było znaleźć takie różnice w dawkach pasz dla zwierząt gospodarskich, które by możliwie w całości zmieniły przemianę materii. Szkoła Miłowanowa dla otrzymania takich różnic wybrała pasze fizjologicznie kwaśne i fizjologicznie zasadowe. Pod wpływem pasz fizjologicznie kwaśnych dochodzi do bardziej utleniającego charakteru przemiany materii. Pod wpływem takich pasz oddychanie pogłębia się i staje się częstsze. Następuje także intensywniejsza odbudowa białek i wydalanie

ich z organizmu. Większa ilość wapna i kwasu fosforowego wydala się za pośrednictwem moczu.

Przy stosowaniu pasz fizjologicznie zasadowych zachodzą zjawiska odwrotne. Następuje przyhamowanie procesów oddechowych, odkładanie białek, zmniejszenie się rozpuszczalności i zatrzymywanie fosforu i wapnia, przy stosunkowym zwiększeniu wydzielania tych pierwiastków nie poprzez nerki, lecz poprzez przewód trawienny. Tych parę przykładów wskazuje, że zmiana odczynu popiołu pasz zmienia stosunek procesów asymilacyjnych i dysymilacyjnych i dlatego staje się potężnym regulatorem przemiany materii.

Z badań Nikuliny wynika, że stosując pasze o różnym odczynie można było otrzymać 1 000-krotną różnicę koncentracji jonów wodorowych w moczu, dwu- do trzykrotną w spermie i półtorakrotną we krwi u zwierząt otrzymujących pasze fizjologicznie kwaśne i zasadowe. Liczba oddechów na minutę u zwierząt otrzymujących pasze fizjologicznie kwaśne była o 20% większa niż u zwierząt otrzymujących pasze fizjologicznie zasadowe.

Kwaśny charakter pasz osiąga się zwiększeniem dawki pasz ziarnistych, owsa i jęczmienia, a w szczególności otrąb, zasadowy zaś otrzymuje się przez zwiększenie dawek pasz pochodzących z zielonych części roślin, w szczególności efektywne są tu siana i zielonki z motylkowych. Jednocześnie okazało się, że fizjologicznie kwaśne pasze są niewłaściwe dla samic. Prowadziły one do trudnych ciąży, trudnych porodów i znacznie zwiększały liczbę martwo urodzonego potomstwa. Dla celów reprodukcyjnych należy stosować, według badań szkoły Miłowanowa, pasze fizjologicznie zasadowe. Na odwrót dla reproduktorów męskich takie pasze okazują się dla samic niewłaściwe. Buhaje, tryki, ogiery i knury powinny otrzymywać dużo pasz ziarnistych i pasz pochodzenia zwierzęcego.

Niezmiernie interesujący i godny potwierdzenia jest fakt, że przytoczone tu badania, których celem było rozwiązanie praktycznych sposobów podwyższenia żywotności zwierząt gospodarskich, doprowadziły do rzucenia pewnego światła na niezmiernie trudne i skomplikowane zagadnienie determinacji płci.

Odmienna przemiana materii żeńskich i męskich płodów pozwalają sądzić, że w niedalekiej przyszłości będzie można ustalić metody prognozy płci.

Żeńskie płody zawierają więcej wody i tłuszczu, a mniej białek niż męskie. Białka płodów żeńskich zawierają więcej histydyny, męskie więcej lizyny, argininy i cystyny. Tłuszcze żeńskich płodów charakteryzują się większą ilością nienasyconych kwasów tłuszczowych, męskie zaś na odwrót, cechują się wyższą temperaturą topliwości, a zatem mniejszą ilością nienasyconych kwasów tłuszczowych. Główną jednak różnicą między przemianami materii żeńskich i męskich płodów jest mniejsza intensywność procesów utleniających u samiczek, co wiąże się z mniejszą ilością hemoglobiny i erytrocytów. Na odwrót dla płodów męskich — charakterystyczny jest wysoki poziom procesów utleniających, intensywniejsze wydzielanie produktów odbudowy białka oraz wyższa aktywność niektórych enzymów.

Oczywiście wygodnie jest wiedzieć o pogodzie w dniu następnym, zwłaszcza jeżeli pokrywa się ona z naszymi zamierzeniami. Nieporównanie byłoby jednak wygodniej, gdybyśmy według zamierzeń mogli planować pogodę na dzień następny. Należy mniemać, że podobnie przedstawia się sprawa w odniesieniu do planowania płci. Wygodniej byłoby mieć w wylęgu 15% kogutków a 85% kurek i odpowiednio wyższy procent jałówek, jarek i loszek. Jak się zapewne domyślacie z dotychczasowych naszych wypowiedzi, zwłaszcza dotyczących przechowywania nasienia w atmosferze beztlenowej i tlenowej, ten trudny problem został przynajmniej częściowo oświetlony, a raczej należałoby powiedzieć, że dla tego trudnego problemu znaleziono nową bazę wypadową do dalszych badań. Okazało się bowiem, z badań szkoły Miłowanowa, że fizjologicznie kwaśne żywienie samców a zasadowe samic prowadzi nie tylko do znacznego zwiększenia żywotności potomstwa, prowadzi także do przewagi w potomstwie samic nad samcami. Podobne efekty daje heterospermia oraz wspomniane już przez nas przechowywanie spermy w warunkach tlenowych. Odwrotnie — żywienie samic paszami fizjologicznie kwaśnymi, a więc niewłaściwymi dla nich, nie tylko obniża żywotność, lecz także prowadzi do przewagi samców w potomstwie.

Osobnym działem badań w dziedzinie rozrodu ssaków jest krzyżowanie wegetatywne u zwierząt; sądzimy, że nazwa ta jest tylko wtedy dopuszczalna, gdy zdaje się sobie sprawę, że w odniesieniu do większości metod jest to zaledwie daleka analogia do tego typu rozrodu u roślin. Wśród badań na tej płaszczyźnie należy wyróżnić parabiozę polegającą na zeszcieniu boków względnie odnoży zwierząt tak, by nastąpiło połączenie obiegu krwi poprzez peryferyczne drobne naczynia krwionośne. Następnym sposobem jest transplantacja jajników wykonywana u zwierząt przed dojrzałością płciową. Łatwiejszymi technicznie, a dającymi też bez porównania niklejsze wyniki, jest transplantacja jaj zapłodnionych oraz przetaczanie treści jaja wylęgowego u ptaków. Parabioza i transplantacja jajników prowadzą do zmian wykazujących w sposób widoczny wpływ zabiegu uchwytne nawet dla laika wobec zachodzących zmian morfologicznych. Transplantacja zygot i przetaczanie białka w jajach ptaków nie dają, a przynajmniej nie dawały według doświadczeń, które wieloosobowo prowadzimy w Instytucie Zootechniki, żadnych widocznych zmian, wpływają natomiast w następnym pokoleniu na żywotność potomstwa.

Zamykając ten artykuł poświęcony rozrodowi ssaków chcielibyśmy zwrócić uwagę, że teza Łysenki o żywotności i dziedziczności wypływa z materializmu dialektycznego, gdyż przyjmuje za punkt wyjścia jedność przeciwieństw, wyrażającą się w napędowej sile odmienności komórek rozrodczych. Nowopowstały organizm tak długo jest żywotny, jak długo nie wygasły odmienności, które tkwiły w komórkach rozrodczych. Nic też dziwnego, że osiągnięcia badawcze wypływające z tej tezy interpretowane są z tych właśnie pozycji, co jak się nam zdaje ułatwiło znacznie omówione wyniki badaczy radzieckich. Następnym momentem godnym podkreślenia jest stwierdzenie istnienia, jasno wytkniętych dalszych dróg badań.

Referat wygłoszony na kursie nowej biologii w Dziwnowie (7.VII—7.VIII.1952 r.)