

BENEDYKT FULIŃSKI

ROZWÓJ NAUK
MORFOGENETYCZNYCH W POLSCE
W OSTATNIEM PIĘCDZIESIĘCIOLECIU
(1875—1925)

ODBITKA Z JUBILEUSZOWEGO
TOMU «KOSMOSU»



S. 249.



W KRAKOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO T-WA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.

1931

S - 4319
24. 10. 49



5.249.

BENEDYKT FULIŃSKI.

Rozwój nauk morfogenetycznych w Polsce w ostatniem pięćdziesięcioleciu (1875—1925).

Wstęp.

W okresie ośmdziesiątych lat ubiegłego stulecia nauki morfologiczne weszły w nową rozwojową fazę. Na podstawie badań Remak'a, Baer'a, Kowalewskiego, Ray-Lankester'a, Huxley'a, Haeckel'a i wielu innych wypracowano słynną teorię listków zarodkowych. Przesłankami tej teorii były dwie tezy, jedna wypowiedziana przez Ray-Lankester'a, druga — przez Haeckel'a, pierwsza — to teoria planuli, druga — to teoria gastreji. Wymienieni badacze (1871—1877) usiłowali wykazać w rozwoju tkankowców występowanie postaci zarodkowej, zbudowanej z dwóch embrjonalnych zawiązków ze sobą porównywalnych czyli homologicznych. Tę postać Ray Lankester nazwał planulą, Haeckel — gastrulą. W nauce zachowała się nazwa Haeckelowska. Postawione tezy dały impuls do szczegółowych badań na polu embrjologii wszystkich klas zwierzęcych. W konsekwencji skonstruowano dalsze uogólnienia. Wśród tych syntetycznych ujęć naczelną rolę zajęła teoria coelomu obu braci Hertwig'ów (1879—1881). Teoria ta rozwiązywała zagadnienie rozwoju środkowego listka zarodkowego (mezodermy), a raczej — zagadnienie rozwoju wtórnej jamy ciała (coelomu).

Równoległe z badaniami w zakresie ontogenezy szły studia i w innych kierunkach. Na skutek spostrzeżeń obu Hertwig'ów, poczynionych w tymże samym okresie nad zapłodnieniem jeźowców, zwrócono pilniejszą uwagę na objawy proembrjogenetyczne, t. zn. na zjawiska dojrzewania komórek rozrodczych i na zjawisko

zapładniania. Poza tem, słynne doświadczenia R o u x, również w tym samym czasie nad jajami żab przeprowadzone, oraz na zasadzie tych eksperymentów ogłoszony program badań, kładły pierwsze podwaliny pod gmach nowej gałęzi wiedzy — mechaniki rozwojowej.

Pod ożywczem tchnieniem tych najrozmaitszych odkryć i badań pozostają wszystkie prace embriologiczne całego świata naukowego. W dyskusji naukowej nie brak również i przekonywujących głosów badaczy polskich. A choć wyniki badań naszych rodaków nie mają może waloru, torującego nowe drogi do nowych światów zainteresowań intelektualnych, niemniej jednak noszą znamię przeważnie dobrze wypalonych cegiełek, jakością swą należne miejsce zajmujących w ogólnym zrębie wiedzy zoologicznej najnowszych czasów.

Morfogenezę — w najszerszem słowa znaczeniu — możemy podzielić, zależnie od treści, na dwa działy: morfogenezę normalną i morfogenezę doświadczalną. Morfogeneza normalna bada zjawiska rozwojowe, przebiegające w warunkach normalnych czyli naturalnych. W tej dziedzinie wiedzy możemy nadto wyodrębnić dwa zakresy. Pierwszy, nazwijmy go proembriogenezą, zajmuje się losem elementów rozrodczych; drugi, nazwijmy go embriogenezą, zajmuje się przejawami, jakie zachodzą w rozwijających się normalnie zarodkach zwierzęcych. Morfogeneza doświadczalna usiłuje drogą eksperymentu wnikać głębiej w istotę przejawów rozwojowych i zbadać, od jakich czynników i od jakich warunków procesy te są zależne.

W tym ogólnym rzucie oka na dorobek naukowy Polaków w zakresie morfogenezy, w okresie ostatnich 50 lat, wyróżnimy. idąc za uwagami, powyżej zaznaczonemi, kilka głównych ustępów uwzględniających charakter badań poszczególnych morfogenetyków.

MORFOGENEZA NORMALNA.

Proembriogeneza.

Każdy wielokomórkowy tkankowy ustrój bierze swój początek z istoty jednokomórkowej. Tą komórką jest jaje albo zapłodnione albo niezapłodnione. Taki rozród określamy jako rozród

plciowy w odróżnieniu od rozrodu wzrostowego (wegetatywnego). Zanim jednak jaje stanie się przysposobionem do zaplemnienia i do dalszego rozwoju oraz zanim plemnik nabierze mocy zapładniającej, muszą zajść pewne przejawy, które krótko ujmujemy jako zjawiska dojrzewania komórek rozrodczych i zjawisko zapładniania. Badanie tych zjawisk należy do jednych z najważniejszych i najtrudniejszych do studjowania zagadnień. Wspomniane bowiem zjawiska przebiegają zawiłe, zaczem wymagają subtelnych technicznych metod oraz bacznej uwagi i krytycznej analizy badacza.

Z tego zakresu badań mamy w polskiej literaturze naukowej zebrane wyniki o pierwszorzędnej wartości naukowej, uznane za takie przez cały przyrodniczy świat naukowy. W tym kierunku zasłużyli się nauce badacze przeważnie ośrodka krakowskiego. Ale już przed nimi, z chwilą, gdy gametogeneza stała się zagadnieniem, ze względu na swą ważność nagle do rozstrząsania, znajdujemy w literaturze naszej rozprawy z tego zakresu. Oczywiście stoją one na poziomie pierwszych w tym kierunku poczynań. Niemniej jednak z punktu widzenia historycznego zasługują na uwzględnienie. Już w pierwszych latach omawianego okresu zagadnienia te stają się przedmiotem badań Syrskiego, Jaworowskiego i Wielowiejskiego. Spostrzeżenia Syrskiego (z r. 1874) odnosiły się do procesów owo- i spermatogenezycznych niektórych ryb kostnoszkieletowych (węgorzy) Morza Adriatyckiego. Spostrzeżenia Jaworowskiego i Wielowiejskiego znajdują swe uwzględnienie w związku z ich badaniami nad wytwarzaniem się jaj u owadów.

Zjawisko dojrzewania jaj i zjawisko zapładniania na szeroką skalę i najnowszymi metodami począł u nas badać Kostanecki, który w tym zakresie w polskiej nauce jest największym bezwątpienia autorytetem. Problemem tym zajmuje się sam przez długi okres czasu, dając równocześnie impuls do tego rodzaju badań w kole najbliższych swych pracowników. Wymieniony badacz już w r. 1892 zastanawia się nad losem wrzecionka centralnego przy karjokinetycznym podziale komórki. Następnie bada wspólnie z Wierzejskim (z r. 1896) zachowanie się t. zw. achromatycznej substancji do protoplazmy, przeprowadza badania (z r. 1895 i 1896) nad zapłodnionymi jajami jeżowców (*Echinus microtuberculatus*, *Sphaerechinus granularis*, *Toxopneustes lividus*) celem wyświeślenia znaczenia archoplazmy i centrosomów w zjawisku za-

plądnięcia, daje relację o postaci centrosomu w zapłodnionem jajku jeżowca (z r. 1896), wnika w mechanizm podziału komórkowego podczas mitozy (z r. 1897), rozpatruje znaczenie promieniowania podczas mitozy i stosunek jego do podziału komórki (z r. 1897), zastanawia się wspólnie z Siedleckim nad stosunkiem centrosomu do protoplazmy (z r. 1897). Z kolei podejmuje spostrzeżenia nad zapładnianiem jaj *Myzostoma glabrum* (z r. 1898) i przeprowadza studia nad dojrzewaniem i zapłodnieniem jaj wstężniaka *Cerebratulus marginatus* (z r. 1902) celem wyświetlenia nadzwyczaj ważnego zagadnienia, czy w pierwszym podziale jaja, występujący centrosom pochodzi z jaja czy z plemnika. Na podstawie owych dociekań upewnia świat biologów, że centrosomy plemnika dają centrosomy wrzecionka pierwszego podziału jaja, a figura achromatyczna plemnika daje do tego podziału podstawę. Przy tej sposobności rozpatruje Kostanecki nieprawidłowe figury mitotyczne przy wydzielaniu ciałek kierunkowych w jajach *Cerebratulus* (z r. 1902) i dochodzi do wniosku, że wielobiegunowe figury karjokinetyczne ciałek kierunkowych i wielokrotne zapłodnienie tych jajek nie są ze sobą w genetycznym związku. Obydwie te nieprawidłowości odnieść należy do jednej przyczyny, t. j. do ujemnego wpływu otoczenia, wskutek którego jaje staje się nieprawidłowe, osłabione i wytwarza nieprawidłowe figury ciałek kierunkowych, a będąc również mniej odporne, pozwala niejako na wniknięcie większej ilości plemników. Poza tem bada Kostanecki pochodzenie centr podziałowych pierwszego wrzecionka bródkowego w zapłodnionem jajku (z r. 1906).

Dalszem pogłębieniem i uzupełnieniem tego samego zagadnienia są studia Godlewskiego (z r. 1898 i 1899) nad gruczołem obojnaczym ślimaka winniczka (*Helix pomatia*). Godlewski i opisuje dokładnie zjawisko wielokrotnej karjokinezy i w przeciwieństwie do poglądów innych, którzy uważają je za anomalję, pojmuje to zjawisko jako szczególną formę podziału, istniejącą obok zwykle opisywanej pojedynczej mitozy i z nią zupełnie równorzędną. Ponadto w spostrzeżeniach swoich nad przeistaczaniem się spermatyd w plemniki w gruczole obojnaczym winniczka uwzględnia szczegółowo jądro komórkowe, centrosom, przemiany achromatycznych części spermatydy, powstawanie włókna osiowego i powstawanie witki. Bochenek znowu w studiach swoich o dojrzewaniu i zapładnianiu jaja u ślimaka *Aplysia depilans*

(z r. 1902) wzbogacił naukę w cenne przyczynki, odnoszące się do procesu wydzielania ciałek kierunkowych, prześledził cały proces zapładniania i proces pierwszego podziału. To samo zagadnienie podejmuje Gólski, badając dojrzewanie i zapładnianie jaj u zachwy *Ciona intestinalis* (z r. 1901). Wiele materiału, z tem zagadnieniem związanego, znajdujemy również w studjach Kostaneckiego, gdy mu szło o wyjaśnienie partenogenetycznie rozwijających się procesów w jajach mięczaka *Macra* (z r. 1904) oraz w monograficznej pracy Nusbaum-Hilarowicza i Oxnera o rozwoju embrjonalnym *Lineus ruber* (z r. 1913).

Inną sprawą, ważną ze względu na swe znaczenie ogólne, są związki zachodzące między chromatyną a jąderkami w fazie brózdkiowania jaja. Zagadnienie to podejmuje Janicki, badając jaja *Gyrodactylus elegans* (z r. 1903).

W związku ze sprawą, badaną przez Janickiego, pozostaje nadto praca Nusbaum-Hilarowicza o zachowaniu się jąderki przy owogenezie głębinowych morskich ryb kostnoszkieletowych (z r. 1913). Zagadnienie to roztrząsa również Gajewska w badaniach swoich nad substancją jąderkową u rosnącego owocytu drewniaka (z r. 1917 i 1920). Studja jej wykazują, że u wspomnianego zwierzęcia jąderka powstają na terytorjum jądra z chromozomów. Jest to t. zw. nukleolizacja jądra. W pewnych fizjologicznych stanach owocytu wijów substancja jąderkowa opuszcza jądro i przedostaje się do ooplazmy. Jest to nukleolizacja plazmy. W międzyczasie następuje regeneracja substancji jąderkowej.

Innem ciekawem zagadnieniem jest zachowanie się chondrjomu (plastozomy, chondrjozomy, mitochondrja, chondrjomity) i aparatu Golgiego w okresie tworzenia się gamet. Problematem tym zajął się Hirschler w studjach swoich nad strukturami plazmatycznymi w komórkach rozrodczych glist (*Ascarida* z r. 1913) i zachw (*Ascidia* z r. 1916), gdzie roztrząsa sprawę mitochondrjów i aparatu siateczkowego. Z kolei Nusbaum-Hilarowicz śledząc losy chondrjomu przy tworzeniu się jaj u pływaka (*Dytiscus*), stwierdza (z r. 1917), że utwór ten rozwija się silnie w komórkach odżywczych i przemieszcza się do plazmy jajowej, gdzie bywa zużyty do utworzenia żółtka. W następstwie tych obserwacji chondrjom u owadów należy uważać za utwór dwójakiego pochodzenia — endogenicznego i exogenicznego. Za-

gadnienie aparatu Golgi'ego rozpatruje również Zakólska w badaniach swoich owogenezy pręcika (*Dixippus*, z r. 1920) oraz Sokólska i Wasilewska. Pierwsza bada tę strukturę w gonadach pająka domowego (z r. 1923), druga — wijów (z r. 1924).

Z zakresu w najnowszych czasach szeroko opracowywanego problematu o chromosomach płęć determinujących podkreślić należy wieloletnie studia Baehra. W spostrzeżeniach swoich nad dojrzewaniem gamet owadów, przeważnie mszyc (*Aphida*), (z r. 1907, 1908, 1909, 1910, 1912, 1913, 1918, 1920) badał Baehr stosunki chromosomalne i potrafił ustalić znaczenie chromosomalnych elementów. Z prześledzenia t. zw. redukcyjnej mitozy zdołał wykazać, że np. u *Aphis saliceti* rozwijają się dwojakiego rodzaju plemniki, jedno z chromosomem x, drugie bez niego, które degenerują. Nie wchodząc bliżej w szczegóły, aczkolwiek o znaczeniu zasadniczym, podnieść można, że studia Baehra, w tym zakresie podejmowane, należą do kategorii tych spostrzeżeń, które stanowią podwaliny cytologicznej teorii dziedziczności (z r. 1921, 1925). Ważnym przyczynkiem do omawianej sprawy są spostrzeżenia Sokólskiej, która, zajmując się objawami, występującymi w biegu procesów spermatogenetycznych pająka domowego (z r. 1925), stwierdziła heterochromosom o typie 3—0, t. zn. złożonym z 3-ch heterochromomerów.

W ścisłym związku ze zjawiskiem gametogenezy pozostaje sprawa stosunków anatomicznych i cytologicznych, występujących w rozwiniętych gruczołach rodnych. Z tego zakresu mamy w naszej literaturze naukowej kilka rozpraw do zanotowania. Czynny na wielu polach Jaworowski podaje kilka ciekawych opisów w sprawie procesów, zachodzących w jajnikach u *Chironomus* (z r. 1883). W tym samym czasie Wielowiejski podejmuje studia nad morfologią jajników i komórek jajowych owadów, studia, które z niesłabnącą energją kontynuuje przez więcej niż 25 lat, wieńcząc tyloletni wysiłek szeregiem cennych rozpraw. Uwagi jego nad komórką jajową (z r. 1884), studia nad komórką zwierzęcą (z r. 1885), tworzenie się jaj u *Phyrrhocoris apterus* (z r. 1885), (gdzie słusznie przypuszczał, że komórki rozrodcze zakładają się bardzo wczesnie, albo w okresie embrjonalnym, albo w okresie wczesnych stadiów larwalnych), śmiało mogą stanąć obok prac zagranicznych z tego zakresu napisanych i w owym czasie. Dalsze jego spostrzeżenia nad morfologią jajników owa-

dziel (z r. 1886 i 1887), oparte na bardzo dużym materiale, uwzględniającym najważniejsze rzędy owadzie a w swych wynikach rzucające wiele światła w zawiły i urozmaicony sposób formowania się jaj owadzych, stały się pracami podstawowymi w tym kierunku. Nadto ściślejszym badaniom poddaje Wielowiejski związki, zachodzące między komórką jajową i komórką odżywczą (z r. 1904 i 1905), robi spostrzeżenia nad rozwojem jajników u Hemiptera (z r. 1909) i dostarcza wiele ciekawych wiadomości do owogenezy wielokomorowych jajników owadzych (z r. 1913). Poza tem mamy z tego zakresu studia Maziańskiego nad owogenezą osy (1913).

Zbierając wyniki prac polskich badaczy z zakresu proembrjogenezy i określając ich wartość z ogólnego punktu widzenia, ze stanowiska nauki światowej, nie odbiegniemy od prawdy, gdy powiemy, że nazwiska takie, jak Kostaneckiego, Baehra, Hirschlera i Wielowiejskiego w tym zakresie są trwałym dowodem owocnej pracy i myśli naukowej w Polsce.

Embrjogeneza.

Embrjogeneza jest działem nauk morfologicznych, zajmującym się rozwojem zarodkowym zwierzęcia. W zakresie tego działu nauki polscy badacze wynikami swych prac przyczynili się niewątpliwie do wyjaśnienia niektórych ważnych zagadnień. Niejednokrotnie bowiem zagraniczna naukowa literatura cytuje badania któregoś z polskich embrjologów lub wszczyna dyskusję nad sposobem ujęcia jakiejś embrjologicznej kwestji przez polskiego badacza.

Dla przejrzystości przeglądu rezultatów naukowych naszych badaczy za ostatnie 50-lecie ugrupujemy dostępny nam piśmienniczy materiał według typów zwierzęcych.

Z dziedziny morfogenezy jamochłonów mamy zaledwie kilka prac do zanotowania. Niemniej jednak są one niewątpliwym przyczynkiem do znajomości zjawisk ontogenetycznych tej najniższej uorganizowanej grupy tkankowców. Przedewszystkiem podkreślić należy niezapomnianej pamięci w dziejach rozwoju nauk zoologicznych w Polsce badania Wierzejskiego. Ulubionym przedmiotem badań tego zoologa były nasze gąbki słodkowodne, które

starał się poznać pod każdym względem. Oczywiście, że nie mógł pominąć ontogenezy, stąd też studja jego nad rozwojem pąków gąbkowych zyskały powszechne uznanie. Zagadnienie rozwoju i budowy pąków jest znowu dlatego ważne, że systematyka gąbek opiera się w znacznej mierze na znamionach budowy skorupy pąkowej, a do czasów Wierzejskiego nikt nie zdawał sobie dokładnie sprawy z rozwoju tych pąków. Głównym wynikiem studjów Wierzejskiego (z r. 1884, 1886) było podkreślenie, że amfidyski nie rozwijają się w warstwie komórek cylindrycznych lecz w tkance otaczającej, a dopiero później dostają się do warstwy nabłonkowej, gdzie w charakterystyczny sposób bywają uszeregowane.

Poza tem, w zakresie ontogenezy parzydełkowców pracował u nas Wietrzykowski. Młody ten, z wielką szkodą dla nauki polskiej przedwcześnie zmarły badacz, pozostawił w spuściźnie po sobie trzy rozprawy embrjologiczne. Jedna z nich traktuje o rozwoju *Lucernaridae* (z r. 1912), a dwie inne o rozwoju ukwiała *Edwardsia Beautempsii* (z r. 1910 i 1914). Studja te wniosły wiele ciekawych momentów do mało jeszcze obecnie opracowanej kwestji pierwszych stadjów rozwojowych tej grupy, które odbywają się w przeważnej ilości wypadków w ciele matki. Wietrzykowski, mimo trudności techniczne, zdołał opisać strukturę jaja, proces brózdowania, powstawanie entodermy, rozwój czułków i wyjaśnić wiele innych spraw — słowem — przyczynić się w wydatny sposób do zrozumienia szczególnych procesów rozwojowych parzydełkowców.

Bardziej wydatnie niż w typie jamochłonów pracowano u nas w typie płaskurów (*Scelocida*). Jako przedmiot obserwacji służyły i formy słodkowodne i morskie i pasorzytnicze.

Nad embrjogenezą wirków, w szczególności wypląwków słodkowodnych, podjął badania Fuliński, który w swych pracach (z r. 1913, 1916) bądźto sprostował bądźto uzupełnił spostrzeżenia innych badaczy oraz usiłował szczególnie przebieg procesów embrjonalnych u wypląwków wcisnąć w schemat teorii listków zarodkowych, w odniesieniu do grupy wirków przez pewnych badaczy kwestjonowanej.

Z morfogenezy przywr mamy do zanotowania spostrzeżenia Ruszkowskiego, który rozpatrzył pozazarodkowy rozwój *Hemistomum alatum* i stwierdził (z r. 1921), że początkowemi sta-

djami rozwojowymi tej formy jest orześl (*miracidium*), rozwijająca się z niej zarodnica (sporocysta), wreszcie powstające heterogenicznie drobistki o widełkowato rozpołowionym ogonku (furkocerkarje).

W grupie taśmowców powszechnie znane są studia, przeprowadzone przez Janickiego. Wymieniony badacz wyświetlił wiele spornych spraw w rozwoju embrjonalnym *Taenia serrata* (z r. 1906, 1907) zbadał proces formowania się embrjonalnych błon w zarodkach brózdogłowca (z r. 1909), przeprowadził badania doświadczalne nad rozwojem *Dibothriocephalus latus* (z r. 1917), studjował rozwój postembrjonalny *Bothriocephalidów* (1918, 1919), oraz rozwinął interesującą teorię cercomeru (1920).

W zakresie embrjogenezy wstęźniaków mamy obszerną monografię Nusbaum-Hilarowicza i Oxnera o rozwoju embrjonalnym *Lineus ruber* (z r. 1913). Dzięki ich spostrzeżeniom dowiedzieliśmy się o wielu procesach ontogenetycznych, dotąd mało zbadanych.

W zakresie morfogenezy normalnej wyższych robaków, pierścienic, mamy prac stosunkowo nawet bardzo mało; w tym zakresie pracowało u nas tylko dwóch badaczy — Nusbaum-Hilarowicz nad pijawkami i Staff nad skąposzczetami. Pierwszy z nich podjął studia nad rozwojem zarodkowym *Clepsine* (z r. 1884, 1885, 1886). Na wyróżnienie zasługują jego roztrząsania w sprawie t. zw. komórek segmentowych (Whitman'a), z których rozwijają się gonady. Staff znowu w organogenetycznych studjach nad *Criodrilus lacuum* (z r. 1910) zajął się głównie rozwojem nerek, przyczem poruszył również sposoby zakładania się pierwszych zawiązków systemu nerwowego i muskulatury ciała.

Embrjogenji szkarłupni u nas nie uprawiano. Natomiast częstym objektem były jaja tych zwierząt w zakresie morfogenezy doświadczalnej.

W zakresie embrjogenezy stawonogów, w naukowej literaturze polskiej, w okresie przez nas rozpatrywanym, w stosunku do badań embrjologicznych z zakresu innych typów, mamy rozpraw najwięcej. Tłumaczy się to przedewszystkiem tym faktem, że typ stawonogów jest największym z typów i ma swych reprezentantów w każdym prawie środowisku. Stąd też embrjologowie polscy, oparłszy się w przeważającej ilości wypadków na materiale z ziem polskich zebrany, mogli w dziedzinie embrjologii

stawonogów dojść do wcale poważnych wyników naukowych. Nie przeceniając w tym kierunku zasług polskich badaczy, niemniej podkreślić należy, że ogólny obraz embrjogenezy stawonogów, przez kogokolwiek byłby nakreślony, o ile nie uwzględniłby wydatnie rezultatów polskiej nauki, byłby obrazem o miernej wartości, bo pozbawiony w najważniejszych zagadnieniach syntezy, wypracowanej przez naszych badaczy.

Z zakresu embrjogenezy skorupiaków szereg prac, opartych na nowoczesnych metodach badania, rozpoczął u nas Urbanowicz. Przedmiotem badań były przeważnie widłonogi. W swoich rozprawach (z r. 1884, 1885, 1886) dał Urbanowicz wcale wyczerpujący obraz rozwoju form przez siebie badanych (*Cyclops elongatus*, *quadricornis* i in.). Opisał zatem proces brózdowania jaj, proces gastrulacji, rozwój wtórnej jamy ciała, organów rozrodczych, przewodu pokarmowego, mózgu i t. d. W ogólnych wnioskach dał próbę sprowadzenia rozwoju wtórnej jamy ciała skorupiaków, tchawkodysznych i pierścienie do wspólnego schematu, obejmującego wszystkie te trzy grupy. Ponadto Urbanowicz zajmował się także rozwojem embrjonalnym raka *Maja squinado* (z r. 1893).

Okolo poznania embrjologii równonogów duże zasługi położył Nusbaum-Hilarowicz. Wyniki jego spostrzeżeń, przeprowadzone i na przedstawicielu równonogów morskich (*Ligia oceanica*) i na przedstawicielu równonogów lądowych (*Oniscus murarius*), są jeszcze dotychczas uważane przez embrjologów tej grupy za podstawowe. Badania te później jeszcze rozszerzył, biorąc za obiekt obserwacji równonoga morskiego *Cymothoa*. W kilku przyczynkach (z r. 1886, 1891, 1893, 1898, 1903), z których najważniejszym jest praca, pomieszczona w Rozprawach Polskiej Akademji Umiejętności (t. 25), dał wyczerpujący obraz stosunków embrjogenetycznych i histogenetycznych badanych form. Z ogólnych wyników, przyjętych i stwierdzonych także przez badaczy zagranicznych, zasługują na uwagę spostrzeżenia Nusbaum-Hilarowicza nad dwudzielnością nóg tułowiowych zarodków równonogów i nad rozwojem serca z komórek, nazwanych przez niego kardjoplastami. Równolegle z badaniami nad równonogami rakami przeprowadził N.-Hilarowicz spostrzeżenia nad embrjologją szczeponogów, obrawszy za przedmiot obserwacji *Mysis*

chamaeleo. W tych badaniach (z r. 1887) wskazał na sposób formowania się zawiązków organów rozrodczych w postaci parzystej grupki komórek, które pochodzą od wielkich komórek ektodermalnych, zaznaczających się już w okresie zakładania się listków zarodkowych.

Z bardziej specjalnych zagadnień z zakresu embrjogenezy raków były roztrząsane zagadnienia następujące. Jaworowski w swych studjach poruszył sprawę grzbietowego organu (z r. 1894). Według poglądu tego badacza organ ten należy uważać za pierwotny narząd oddechowy, który z przystosowaniem się raków do życia w wodzie a tchawkodysznych do oddechania tchawkami lub płucotchawkami uległ redukcji. Nadto Gądzikiewicz przeprowadził badania nad rozwojem układu krwionośnego u raków (z r. 1906) w związku z teorią haemocoelu, wyłożoną przez szwajcarskiego badacza Langa. Jako uzupełnienie badań Gądzikiewicza stanowią spostrzeżenia Fulińskiego, który podał przyczynki do rozwoju embrjonalnego układu krwionośnego u raka rzecznego (z r. 1908) oraz badał stosunki, występujące przy rozwoju t. zw. mesodermy metanaupliusowej (1907—1908) i pochodzących od niej zawiązków gonadalnych (z r. 1922).

Studja nad embrjogenezą owadów były w Polsce uprawiane częściej i szczegółowiej niż nad embrjogenezą jakiegokolwiek innej grupy. Szereg prac rozpoczynają spostrzeżenia Nusbaum-Hilarowicz nad embrjogenezą maika (*Meloe proscarabeus*, z r. 1883, 1888, 1889, 1890, 1891). Uwzględniwszy wyniki badań nad embrjologją owadów rozmaitych badaczy zagranicznych, obok całego szeregu zagadnień specjalnych (segmentacja, odnóza zarodka, tworzenie się osłon zarodkowych) roztrząsa badacz polski sporną już podówczas sprawę powstawania listków zarodkowych i dochodzi do wykrycia t. zw. sznurka środkowego entodermy. Zagadnieniu powstawania listków zarodkowych u owadów poświęcone są również prace Czerskiego, Hirschlera, Nusbaum-Hilarowicza wspólnie z Fulińskim, Fulińskiego, Poluszyńskiego i Noskiewicza z Poluszyńskim. Wprawdzie Czerski, zajmując się sposobem powstawania jelita środkowego u *Meloe violaceus* (z r. 1904), doszedł do wniosku o zaniku entodermy u owadów i o funkcjonalnem zastąpieniu jelita przez komórki ektodermalne w postaci przybłonka, określonego przez tego badacza jako trofoderma, niemniej jednak nie o wiele później podjęte

spostrzeżenia Hirschlera nad motylami (1906, 1907), nad chrząszczami (z r. 1907, 1908, 1909), nad mszycami (z r. 1912), Nusbaum-Hilarowicza i Fulińskiego (1906, 1909) nad prostoskrzydłami i Fulińskiego nad chrząszczem *Agelastica* (1910), wykazały, że analizując dokładnie dostrzeżone fakty, osiąga się możliwość zastosowania teorii listków zarodkowych do rozwoju owadów mimo najrozmaitszych odchyień od ogólnego schematu. Przy sposobności tych badań Hirschler wyjaśnił zagadkowość organu podpołykowego, stwierdzając jego entodermalne pochodzenie i odnosząc go do wypuklin wątrobowych (gruczołowych) jelita środkowego, obecnie u dorosłych owadów już nie istniejących. Fakt ten potwierdzili również Nusbaum-Hilarowicz i Fuliński. Nadto Hirschler w swoich studjach embrjologicznych nad mszycami podjął się rozwiązania morfologicznej wartości elementów żółtkowych wogóle, t. zn. komórek żółtkowych, nabłonka żółtkowego, merocytów i parablustu. Przy tej okazji formułuje swój pogląd na dwufazową gastrulację, którą uważa za zjawisko ogólniejsze, występujące w rozmaitych typach zwierzęcych. Zjawisko to charakteryzuje się tem, że rozwój entodermi nie uskutecznia się odrazu, ale jest rozdzielony na dwa okresy. Pierwszy okres wytwarza t. zw. entodermę żółtkową, której zadaniem jest przerobienie żółtka; ona nie bierze udziału w budowie zarodka. Drugi okres wytwarza entodermę zarodka, która tworzy jelito środkowe a która również w pewnych wypadkach wytwarza mezodermę, a w innych wypadkach także i komórki entodermi żółtkowej. Wydatnem uzupełnieniem znajomości przejawów ontogenetycznych u owadów są studja Poluszyńskiego nad embrjologją czerwców (z r. 1911), oraz badania Noskiewicza i Poluszyńskiego nad ontogেনją wachlarzoskrzydłych (*Strepsiptera*), u których wykryli bardzo ciekawą formę polyembrjonji (z r. 1924).

Obok zasadniczego zagadnienia — rozwoju listków zarodkowych — były również roztrząsane i zagadnienia inne. Nusbaum-Hilarowicz wyjaśnił znaczenie organu, zw. struną Leydiga, występującego w rozwoju owadów (1884, 1886), nadto poczynił spostrzeżenia nad rozwojem organów płciowych u owadów (1882, 1884). Z tego samego zakresu badań jest praca Sumińskiego, traktująca o budowie i rozwoju narządów kopolacyjnych sameczych u *Anax imperator* (Odonata, 1917). Poza tem Nusbaum-Hi-

larowicz zajmował się sprawą segmentacji owadziego paska zarodkowego i sprawą odnoży odwłokowych (1889) oraz kwestją zamykania się grzbietu zarodków owadzieh (1890). Zagadnieniu temu również i Hirschler poświęcił wiele uwagi w swych pracach embriologicznych na podstawie materiału przez siebie opracowanego. Ze specjalnych tematów wspomnieć należy spostrzeżenia Kadyiego nad tworzeniem się kokonu u *Blatta orientalis* (1879). Jak obserwacje znakomitego polskiego anatoma orzekają, jaja z prawego jajnika ustawiają się po lewej stronie kokonu, jaja z lewego — po prawej stronie. W sprawie osłon jajowych u owadów obok opisów, rozrzuconych po poszczególnych embriologicznych rozprawach naszych badaczy do zanotowania jest praca Tenenbauma o rozwoju osłon jajowych u *Haematopinus suis* (1917).

Bardzo wiele spostrzeżeń nad procesami morfogenetycznymi owadów poczynił Mokrzecki, jeden z najznakomitszych naszych entomologów. W odniesieniu do omawianego przedmiotu na uwagę zasługują jego studja nad *Schizoneura lanigera* (1895) i *Isophya taurica* (1910).

Gdyby szło o pewien dowód jakości wysiłku naukowego badaczy polskich w zakresie embriogenezy owadów, możemy wskazać na monograficzne ujęcie tego zagadnienia przez Hirschlera, napisane w języku niemieckim, a pomieszczone w kilkutomowym dziele p. t. «Handbuch der Entomologie», wydawanem pod redakcją znakomitego niemieckiego entomologa Schrödera (1924). W tem dziele potrafił Hirschler olbrzymi materiał z tej dziedziny odpowiednio przetrawić i uszeregować, opierając się na wynikach swoich kilkuletnich studjów i innych polskich badaczy.

Mniej wydatnie przeprowadzano u nas badania w zakresie procesów morfogenetycznych, przez jakie przechodzą larwy rozmaitych owadów, mimo że materiał ten jest jeszcze naogół mało opracowany i przedstawia bardzo wiele ciekawych momentów. Spostrzeżenia w tym kierunku podejmował Wielowiejski, który dostarczył przyczynków do rozwoju ciała tłuszczowego larw *Corethra* (1883). Temi zagadnieniami zajmował się również Wierzejski czyniąc cenne obserwacje nad przeobrażeniem muchy *Liponeuta brevirostris* (1881) i pogłębiając naszą znajomość o rozwoju larw *Blepharocerida* (1881). W tym kierunku pracował także Jaworowski, biorąc za przedmiot obserwacyj liszki komarów (r. 1885, 1886). Z podobnego zakresu badań są spostrze-

zenia Łozińskiego, dzięki którym wiadomości nasze o narządach larwalnych mrówkolwów (*Myrmeleonida*) doznały pogłębienia (1908, 1910). Odłogiem leżąca dziedzina badań właściwości morfologicznych larw owadzi w zależności od środowiska, w jakim żyją, uprawiana jest przez Simma, który zanalizował narządy pyszczkowe larwy jętki *Oligoneuria*, przeżywającej w wartkich potokach górskich (1924) i dostarczył cennych przyczynków do morfologii larw muchy *Phytomyza* (1924), z rodziny *Agromyridae*.

Na bardzo małą skalę pracowano u nas w embrjogenezie pajęczaków. Mimo to specjalistom, obznajomionym z literaturą embrjologiczną wymienionej gromady, powszechnie jest znane nazwisko Jaworowskiego, który w tej dziedzinie zdobył dla wyników swych badań ogólne uznanie. Głównym przedmiotem spostrzeżeń był jeden z największych naszych pajęczaków — krzeczek (*Trochosa singorensis*). Na podstawie swych obserwacji (1891, 1892, 1895, 1897) stwierdził Jaworowski występowanie u zarodków pajęczych embrjonalnych rozków i embrjonalnych przetchlinek, co w rozważaniach filogenetycznych w odniesieniu do typu stawonogów jest w nauce o dużem znaczeniu. Również stwierdzenie przez Jaworowskiego występowanie entopoditu w zarodkach *Trochosa* pozwala na przypuszczenie o genetycznych związkach pomiędzy pajęczakami a skorupiakami. Roztrząsając problemat odnoży, gruczołów i segmentacji głowotułowiowej u krzczeka dochodzi Jaworowski do wniosku, że ilość segmentów w głowotułowiu pająka jest w zasadzie identyczną z ilością segmentów w głowotułowiu owadów. Poza tem zajmował się ten badacz także rozwojem aparatu przedniego krzczeka, uwzględniając przytem w teoretycznych rozważaniach przysadki odwłokowe i skrzydła owadów.

Najciekawszym i najoryginalniejszym punktem wniosków ogólnych Jaworowskiego jest jego teoria o rozwoju skrzeli u skorupiaków. Stwierdziwszy w rozwoju embrjonalnym u *Trochosa* występowanie przedchlinek wzdłuż całego ciała, dopatruje się już w tem dowodu, że pajęczaki pochodzą od zwierząt tchawkodysznych. Na to również wskazuje i ten fakt, że płucotchawki rozwijają się z części tchawek zarodkowych. Wobec tego odrzuca teorię rozwoju narządów oddechowych pajęczaków ze skrzeli skrzyploczca (*Limulus*), niemniej jednak nie zaprzecza, że między skrzyploczem a pajęczakami muszą zachodzić jakoweś związki. W od-

niesieniu do tej kwestji odwraca pytanie w tym sensie, czy nie należałoby szukać dowodów na to, że *Limulus* był pierwotnie zwierzęciem lądowem. W swej argumentacji opiera się na rozważaniach niemieckiego badacza Simrotha i na swoich wynikach nad rozwojem organów oddechowych pajaków. W ostatecznej konkluzji wypowiada tezę, że skrzela raków są nowonabytymi narządami, powstałymi na skutek przystosowania się do życia w wodzie i że wszystkie skorupiaki są pochodzenia lądowego. Nie wchodząc bliżej w krytykę tej teorii, podkreślić jednak wypada jej śmiałość i jej oryginalność w pomysle.

Poza Jaworowskim w zakresie embrjogenezy pajęczaków pracował u nas Fuliński, obierając za przedmiot swych spostrzeżeń znany w literaturze obiekt *Agelena labyrinthica* i *Xisticus* (1912). Głównym tematem obserwacji była sprawa rozwoju listków zarodkowych.

W zakresie embrjogenezy mięczaków pracowano u nas nie wiele, mimo że o materiał nie trudno i że w faunie krajowej reprezentowane są one w sporej ilości gatunków. Z prac, jakie w wspomnianej dziedzinie Polacy napisali, wybija się obszerna monografia Wierzejskiego o embrjologii rozdełki (*Physa fontinalis*). Jest to jedna z najznakomitszych rozpraw embrjologicznych, jakie w omawianym okresie z laboratorium badacza polskiego wyszły. Wyniki spostrzeżeń Wierzejskiego są dla embrjologii typu mięczaków o dużem znaczeniu. Zrozumiała to również i subtelna analiza naukowa badaczy zagranicznych, skoro dostrzeżone i opisane przez Wierzejskiego fakty wysunęła poniekąd na czoło przy dyskusji ogólniejszych zagadnień, odnoszących się do mięczaków. Jak wiadomo u ślimaków o skorupce lewoskrętniej występuje t. zw. *situs inversus viscerorum*, t. zn. że otwór płciowy, otwór płaszczowy i odbył mieszczą się po lewej stronie zwierzęcia. Przekonano się, że tym stosunkom odpowiada również situs inversus blastomeronów. Według badań Crampton'a u *Physa heterostropha* występuje typ brózdtkowania odwrócony (reversal cleavage). Typ ten właśnie bliżej zanalizował w swoich badaniach Wierzejski (1906). Polega on na tem, że, gdy przy normalnem brózdtkowaniu prakomórka mezodermy (D) mieści się na lewo, przy odwróconem brózdtkowaniu mieści się ona po prawej stronie. Wskutek tego i trzy inne blastomerony (A, B, C) względnie kwadranty przyjmują położenie odwrotne. Zaczem, ozna-

cza się je wprawdzie temi samymi literami dla zaznaczenia homologicznych części przyszłego zarodka, ale — w odwróconym porządku. Główną przyczyną tego zjawiska jest inwersyjna struktura jaja.

Wierzejski z podziwienia godną cierpliwością, przy nakładzie wielkiego trudu (o czym może mieć tylko ten wyobrażenie, kto się zajmował spiralnem brózdkowaniem jaja), prześledził kolejno wszystkie podziały aż do stadjum 123 komórkowego.

W odniesieniu do spiralnego typu brózdkowania uważa go za rezultat selekcji, która — zdaniem Wierzejskiego — nie tylko odpowiednią organizację lecz także i ontogenetyczne procesy rozwojowe dobiera.

Poza Wierzejskim nad morfogenezą mięczaków pracował z Polaków Kwietniewski. W tym zakresie zasługują jego studia (1910, 1912) nad larwami skrzydłonogów (*Pteropoda*), w których opisał nową larwę, nazwaną przez niego *Thalassopterus zancleus*. przynależną do utworzonej przez Kwietniewskiego rodziny *Philiptodonidae* oraz cały szereg larw innych gatunków w rozmaitych ich stadjach rozwojowych. Ponadto Fuliński poddał bliższej analizie stosunki, występujące w torebkach lęgowych gałeczki (*Sphaerium*, 1925).

Z zakresu embrjogenezy osłonic (*Tunicata*) prac polskich nie mamy. Natomiast z embrjogenezy bezczaszkowych (*Acrania*) do zanotowania mamy studia Eismonda nad ontogenezą *Amphioxus lanceolatus* (1894) i rozważania Garbowskiego o charakterze ogólniejszym, traktujące o niślimce lancetniku jako o podstawie teorii mezodermalnej (1898).

O wiele więcej prac spotykamy w naszej naukowej literaturze z zakresu embrjogenezy ryb. Jednym z pierwszych, który podjął w tym kierunku badania był Kowalewski. Przedmiotem obserwacji były niektóre gatunki kostnoszkieletowe. Szczególniejszą uwagę zwrócił Kowalewski na budowę jaja, wprowadził terminy i pojęcia ektoblastu i entoblastu, prześledził na skrawkach brózdkiowanie jaja i proces formowania się listków zarodkowych — słowem swoją pracą (1886) wniósł do ówczesnych pojęć w zakresie embrjologii ryb wiele krytycznych momentów. Jeszcze dzisiaj dla każdego, który chce rozpocząć spostrzeżenia nad rozwojem zarodkowym ryb, rozprawa Kowalewskiego powinna stanowić punkt wyjścia do tego rodzaju badań.

W związku z tem, że proces zakładania się listków zarodkowych u ryb jest trudnym do jednoznacznego interpretowania, pozostaje praca Berenta o parablascie i listkach zarodkowych u ryb kostnoszkieletowych (1896) i rozprawa Eismonda o zachowaniu się periblastu przy wzroście zarodków *Scyllium* (1903). Poza tem zasługuje na uwzględnienie wcale obszerne studjum Reissowej o rozwoju embrjonalnym niektórych ryb kostnoszkieletowych (*Amiurus, Cyprinus, Rhodeus, Lebias*), w którym wymieniona badaczka wyróżniła 3 typy brózdkiowania jaj u badanych przez siebie form (1910).

Z zakresu organogezy ryb mamy do podkreślenia spostrzeżenia Hoyera i Michalskiego nad układem limfatycznym zarodków pstrąga (1916), spostrzeżenia, pozostające w związku z podjętymi na szeroką skalę badaniami rozwoju naczyń limfatycznych zwierząt kręgowych oraz rozprawę Grochmalickiego o rozwoju układu krwionośnego ryb kostnoszkieletowych (*Cyprinus, Rhodeus, Bellone, Gobius, Cristiceps, Nerophis, Blennius*). W tem studjum (1910, 1911) Grochmalicki przedstawia rozwój mezodermy krwiotwórczej.

Z zakresu morfogenezy płazów w literaturze naszej znajdujemy prace przeważnie organogenetyczne. Z szeregu obserwacyj na pierwszy plan wysuwają się spostrzeżenia Hoyera i jego uczniów nad rozwojem układu limfatycznego u płazów. I tak — Hoyer na podstawie swych spostrzeżeń, z r. 1905 nad kijankami (*Rana temporaria, Bufo viridis, Hyla arborea, Pelobates fuscus*) przy zestawieniu innych swych spostrzeżeń oraz po zanalizowaniu skąpej w tym zakresie literatury zagranicznej stwierdza parzystość i symetryczność zawiązków naczyń limfatycznych u wszystkich kręgowców. Dalszem rozszerzeniem tego zagadnienia jest praca Goldfingerówny o rozwoju worków limfatycznych w tylnych odnożach żaby (r. 1907) *Rana temporaria*. Zkolei Hoyer wspólnie z Udzielą podejmuje badania nad systemem limfatycznym larw salamandry (1912), a Barański i Fedorowicz w dalszym ciągu nad rozwojem serc limfatycznych tylnych u żab (1911, 1913).

Poza tem roztrząsają badacze nasi i inne zagadnienie. Siedlecki podaje wiele cennych wiadomości do rozwoju latającej żaby jawańskiej (*Rhacophorus Reinwardtii*, 1908), której to żaby jaja brózdkiują nie według typu płazów kusych ale według typu,

przypominającego typ ryb kostołuskich i dwudysznych. Fedorowicz zajmuje się rozwojem żył u płazów (1915), a Grodzinski rozwojem naczyń krwionośnych jelita żółtkowego Urodela (1924).

Na kwestję powstawania śródbłonek i ciałek krwi w zarodkach żaby płowej podejmuje spostrzeżenia Nusbaum-Hilarowicz. Badania jego (1895) orzekają, że entodermalne pochodzenie śródbłonek i ciałek krwi u kręgowców należy uważać za pierwotne i najprostsze tak pod względem ontogenetycznym jak i filogenetycznym.

Wkońcu pozostaje nam do rozpatrzenia dorobek naukowy z embriogenezy owodniowców (gadów, ptaków i ssaków). Z tego zakresu badań mamy prac nawet sporo; w tym ogólnym szkicu trudno je nawet wszystkie uwzględnić, musimy zatem poprzestać na zaznaczeniu tylko głównych kierunków badań.

Bardzo wydatnymi w wyniki naukowe są studia Tura nad embriogenezą owodniowców, a przede wszystkim nad embriogenezą gadów i ptaków. W całym szeregu prac wyświetlił wymieniony badacz wiele procesów rozwojowych, odnoszących się do t. zw. procesów gastrulacyjnych i ujął je w pewien ogólny schemat. Badania swoje rozpoczął od studjów nad rozwojem kurczęcia i perliczki (1901), zajmując się sprawą powstawania wpuklenia poprzecznego w części przedniej smugi pierwotnej. To samo zagadnienie bada w dalszym ciągu u jaszczurki *Lacerta ocellata* (1903, 1905) i wykazuje, że typowa dla zarodków gadów «prostomoidalna gastrulacja» odbywa się u tej formy kosztem przedniej głowowej okolicy smugi pierwotnej, gdzie powstaje wpuklenie poprzeczne. Po perforacji dna tego wpuklenia następuje powolne uwsteczniczenie się smugi pierwotnej podobne do tego, jakie zachodzi w rozwoju zarodków ptasich. Dalszem pogłębieniem sprawy podniesionej są studia Tura nad rozwojem jaszczurki *Chalcides lineatus* (1916), w których podaje dokładny opis płytki gastrulacyjnej, tworzącej się kosztem tylnej okolicy tarczki zarodkowej, bada dokładnie okres wpuklenia sprostomalnego oraz formułuje swój pogląd na smugę pierwotną. Uważa ją za utwór o charakterze gastrulacyjnym, o pochodzeniu ektodermalnem, w którego głowowej części odbywa się powstawanie inwaginacyjnego prajelita, a w części poza ową okolicą — mieści się przemieszczające ogniisko mezodermotwórcze. Jest to praca wnosząca wiele nowych

interpretacyj w przejawy ontogenetyczne gadów, a w konsekwencji domagająca się również zmiany dotychczas obowiązującej terminologii embrjologicznej.

Ostateczne rezultaty wymienionych studiów ujmuje Tur w ogólnym zarysie pod postacią t. zw. teorii mezostomy (1917). Według tego poglądu płytka gastrulacyjna, smuga pierwotna oraz wszelkie twory w ich obrębie powstające w drodze wpuklenia bądź postaci poprzecznej (prostomy) bądź wydłużonej brózdki pierwotnej, są pochodzenia wyłącznie ektodermalnego. Prostoma i metastoma czyli wpuklenie, dające początek strunie grzbietowej i mezodermie, nie mogą być uważane za homologon wpuklenia gastrulacyjnego. Zróznicowanie się dwóch listków zarodkowych (ektodermy i entodermy) zachodzi wcześniej in situ przed wpukleniami powyżej wspomnianymi. Twory rzekomo «gastrulacyjne» należy określać zatem jako mezostomalne, ze względu na ich procesy mezodermotwórcze. Pojęcie «mezostomy» obejmuje ogół wpukleń w t. zw. płycie gastrulacyjnej», którą Tur proponuje nazywać płytką mezostomalną. Wobec tego teoria mezostomy przyjmuje ektodermalne pochodzenie mezodermy, «gastrulacyjne» procesy sprowadza do procesów struno-mezodermotwórczych, procesy prostomalne i metastomalne homologizuje z procesem powstawania brózdki pierwotnej.

W ścisłym związku z teorią mezostomy pozostają w dalszym ciągu studia Tura o nici osiowej i czopie metastomalnym w rozwoju owodniowców (1917). Jest to monograficzne ujęcie wspomnianego zagadnienia. Na podstawie licznych własnych spostrzeżeń z uwzględnieniem literatury światowej wykazał Tur, że t. zw. nieć osiowa zarodków ptasich oraz czop metastomalny zarodków gadów i ssaków są utworami prowizorycznymi, nie mają nic wspólnego z czopem Rusconi'ego zarodków ptasich, a wobec tego, że są utworami, powstającymi ubocznie przy procesach mezodermotwórczych — termin czop żółtkowy powinien być zastąpiony terminem czopa metastomalnego. Zarówno nieć osiowa jak i czop metastomalny wytwarzają się kosztem materiału ektodermalnego i nie mają żadnego związku z entoderma. Stąd też między nim a czopem Rusconi'ego jest tylko analogja topograficzna, nie dająca żadnej podstawy do rozważań filogenetycznych. Czop metastomalny zarodków ssaków rozwija się bardziej według typu gadziego, niż typu nitki osiowej zarodków ptasich. Elementy nici

i czopa w biegu rozwoju ulegają zwyrodnieniu, co stało się przyczyną błędnego tłumaczenia znaczenia tych utworów jako pochodnych z entodermy.

Zkolei zajął się Tur t. zw. kormogenezą zarodków owodniowców czyli o stopniowym rozwoju ich części składowych, zagadnieniem, które przez długi okres czasu będzie jeszcze przedmiotem naukowej dyskusji. W sprawie «rozkładu okolic zawiązków zarodkowych» Tur, oparłszy się na swych spostrzeżeniach nad gadami i ptakami, nakreśla (1918) ogólny schemat, obejmujący również i zarodki ssaków — a zatem schemat dla wszystkich owodniowców.

W związku z temi studjami pozostają i inne spostrzeżenia Tura, jak o heterochronji rozwojowej z punktu widzenia braku korelacji bezpośredniej (1905), o pierwszych stadiach rozwojowych naczyń pozaembrjonalnych u *Sauropsida* (*Corvus*, *Lacerta* 1907), o utworach, występujących na powierzchni żółtka jaj meroblastycznych w pewnym oddaleniu od blastodermy, podobnych do niej, a które Tur określa jako blastodermy rzekome (1908). Utwory te znajdował on w jajach gołębia, kaczki, gawrona a nawet żarłacza. Według wszelkiego prawdopodobieństwa są to twory wywołane zmianami w budowie jaja. W dalszym ciągu bada Tur rozrastanie się pola naczyniowego u zarodków ptasich platyneurycznych i normalnych (1910), zajmuje się rozwojem blastodermy indyka (1914), normalną asymetrię w rozwoju pola naczyniowego zarodków ptasich (1915), rozwojem okolicy ogonowej zarodków ludzkich (1916) oraz wieloma jeszcze innymi zagadnieniami, które wchodzą już swą treścią w zakres embrjogenezy doświadczalnej względnie teratologicznej. Studja te rzuciły również wiele światła na normalną embrjogenezę owodniowców.

Z innych zagadnień o dużem znaczeniu są studja szkoły Hoyera nad rozwojem układu limfatycznego u owodniowców. Cenne przyczynki do tego problemu w zakresie grupy ptaków dostarczają Mierzejewski (1909) i Wodziecki (1924), w zakresie ssaków — Poliński i Grodziński (1923).

Z zagadnień histogenetycznych w obrębie owodniowców zanotować należy spostrzeżenia Kostaneckiego nad podziałem komórek olbrzymich w zarodkowej wątrobie zwierząt ssących (1892) i badania Godlewskiego nad rozwojem tkanki mięsnej

zwierząt ssących (1901, 1902). Spostrzeżenia odnosiły się i do rozwoju mięśni szkieletowych i mięśni serca. W związku z temi badaniami pozostają studia Młodowskiej, która zajęła się zbadaniem procesu przekształcania się niezróżnionych myoblastów we włókna mięsne w obrębie jednego myomeru (1909).

Z zakresu organogenji zanotować należy studia Kamockiego nad rozwojem gruczołu Harder'a u gryzoniów (1882), Pacanowskiego — nad rozwojem łożyska u różnych zwierząt (1884), badania Nusbaum-Hilarowicza nad rozwojem łożyska u myszy (1890), nad rozwojem przysadki mózgowej u zwierząt ssących (1896), studia jego nad lyssą i szczątkami podjęzyka zwierząt mięsożernych (1896), nadto spostrzeżenia Wińczy nad zmianami w rozwoju tętnicy wewnętrznej głowy u kotów (1898), Świtalskiego nad pozostałościami ciała i przewodu pranercza u płodów żeńskich (1898, 1900), oraz badania Kulczyckiego nad rozwojem zrębu barkowego u ptaków (1901, 1903) i Kwietniewskiego nad rozwojem przewodów Wolffa i Müllera gryzoni (1909). Poza tem mamy przyczynki Reissa nad rozwojem naskórka u płodów (1901) i nader interesujące spostrzeżenia Stacha nad ontogenezą zębów ssaków (1904, 1911). Z nowszych prac zasługuje na szczególniejsze podkreślenie obszerna monografia Markowskiego o rozwoju zatok i żył w mózgu ludzkim (1922). Pewnym przyczynkiem jest również praca Rogalskiego o rozwoju i budowie przegrody przeźroczystej w mózgu człowieka.

Jak z tego krótkiego przedstawienia widać, w zakresie morfogenezy owodniowców z wyjątkiem Tura, który studjuje problem listków zarodkowych, mamy przeważnie badania organogenetyczne i histogenetyczne.

Obok całego szeregu prac specjalnych, pisanych przeważnie w językach obcych, mamy w literaturze naszej i opracowania o charakterze ogólniejszym, bądźto trzymane w tonie dyskusyjno-krytycznym, bądźto o charakterze popularyzacyjnym.

Z pierwszego typu prac zanotować należy próbę Kahana'a przedstawienia rysu historycznego rozwoju teorii embrjologicznych (1878, 1879), studia Dybowskiego z dziedziny teorii rozwojowych (1895), Jaworowskiego roztrząsania, odnoszące się do jego teorii endogenesis (1883, 1884), rozważania Nusbaum-Hilarowicza nad powstawaniem środkowej warstwy zarodkowej (1882), nad genezą tkanek zwierzęcych (1883), nad stosunkami



genetycznemi pomiędzy skankowcami a pierwotniakami (1892) oraz w dalszym ciągu tego samego autora roztrząsania teoretyczne teoryj rodowodowych (1893), zasadniczego prawa rozwojowego (1894) i kwestji t. zw. ewolucji i epigenezy (1895). Poza tem, prace Eismonda o wzajemnej łączności między blastomerami (1890) i cytotropizmie niezaplodnionych jaj jeźowców (1910). Przedewszystkiem jednak na podkreślenie zasługują studia morfogenetyczne Garbowskiego, poświęcone rozpatrywaniu teoryj listków zarodkowych (1897, 1903). Znaczna ilość tych studjów ogłoszoną została w rocznikach Kosmosu, przyczyniając się w ten sposób w znacznym stopniu do rozpowszechnienia głównych naukowych prądów z dziedziny morfogenezy wśród przyrodników polskich.

Z prac o charakterze popularyzacyjnym lub syntetycznym mamy prócz licznych artykułów we *Wszechświecie* także i kilka książek. Z tych ostatnich powszechnie są znane Nusbaum-Hilarowicza «Embrjologja» (1887) i «Rozwój świata zwierzęcego» (1913).

W roku 1924 ukazała się nadto «Embrjologja» Godlewskiego. Jest to podręcznik, przeznaczony do użytku słuchaczy szkół akademickich, w dyspozycji i w sposobie przedstawienia nie ustępujący w niczem podręcznikom zagranicznym. O ile książki Nusbaum-Hilarowicza były przeważnie przeznaczone dla rozpowszechnienia nauki morfogenetycznej i musiały już z tego powodu być z natury w niektórych sprawach za ogólnikowe i manierą wykładu odmienne, książka Godlewskiego, jako innego rodzaju, ma charakter wybitnie naukowy i może stanowić doskonały wstęp dla każdego, któryby się chciał poświęcić badaniom morfogenetycznym.

MORFOGENEZA DOŚWIADCZALNA.

Zagadnienia, wchodzące w zakres morfogenezy doświadczalnej, tak bogatej w metody i zadania, były i są przedmiotem badania całego szeregu biologów w Polsce. Praca w zakresie morfogenezy eksperymentalnej ogniskowała się u nas w omawianym okresie przeważnie w dwóch ośrodkach. Jednym z nich — był Uniwersytet Jagielloński, drugim — uniwersytet

Jana Kazimierza. W ostatnich latach, już po odzyskaniu wolności, wytworzyło się jeszcze jedno ognisko — w Warszawie.

Morfogeneza doświadczalna postawiła na stół laboratoryjny cały szereg zagadnień. W dyskusji nad nimi badacze polscy biorą wcale żywy udział. Rzecz prosta, że pewne problematy są bardziej szczegółowo, inne mniej wyczerpująco opracowywane. Niemniej jednak okazuje się, że niewiele kwestyj z tej dziedziny badań zostało przez Polaków pominiętych, jak to zobaczymy z poniżej nakreślonego obrazu.

Zagadnienie wzrostu zarodków.

Wzrost zarodka polega na całym szeregu przekształceń. W swoim przebiegu procesy te zależne są od najrozmaitszych czynników, bądźto tkwiących w ożywionej materji zarodka, bądźto w otaczającym go środowisku. Stąd też zagadnienie wzrostu zarodków może być rozpatrywane z wielorakiego stanowiska.

Godlewski (1901) rozpatruje ten problemat ze względu na obecność tlenu i ze względu na przemianę gazową. Naogół biorąc, wpływ obecności tlenu na rozwój jaj nie ulega wątpliwości, przekonano się atoli z drugiej strony, że wrażliwość na brak tlenu rozwijających się organizmów zależnie od gatunku i stopnia rozwojowego zarodka jest różną. Godlewski postawił sobie obok innych pytanie, czy zapłodnione jajo żaby może ulec bródkowaniu bez dopływu tlenu. W szeregu doświadczeń okazało się, że wprawdzie zjawisko rozwojowe jest możliwe, ale przebiega ono niezupełnie normalnie i w swem tempie jest spóźnione. Okazało się również, że wrażliwość jaj na brak tlenu jest zależną od indywidualnych właściwości jaj. O ile wpływ wzmożonego dopływu tlenu zaznacza się zaraz w początkowych stadjach rozwoju dodatnim bilansem, o tyle bezwodnik kwasu węglowego musi być uważany za czynnik toksyczny. Ważnemi w dalszym ciągu są badania Godlewskiego nad ilościowym oznaczeniem wymiany gazów, t. j. pobierania tlenu i wydzielania kwasu węglowego w ciągu pierwszych stadjów rozwojowych jaj żabich. W ogólnym wyniku okazało się, że energia oddechowa wzrasta również z postępowaniem rozwoju.

Z innego punktu rozpatrywania bada Bi a ł a s z e w i c z wzrostowe procesy zarodków. Podejmuje on bardzo trudne zadanie oznaczenia szybkości wzrostu w pierwszych stadjach rozwojowych i wykazania, jaki wpływ na wzrost mają temperatura i ze zjawiskiem rozwojowym związane procesy pobierania wody (1908, 1909). Z szeregu doświadczeń i pomiarów wynikało, że wzrost zarodków *Rana fusca*, pozostających w błonach, polega na pobieraniu wody z otoczenia. Pobieranie wody jest najintensywniejsze w okresie bródkowania, mniej intensywne w stadjum gastrulacji. Po wypełnieniu zarodka z błony intensywność pobierania wody wzrasta z postępującym rozwojem zarodka, co wskazuje na to, że między pobieraniem wody a procesami przemiany materji zachodzą w zarodku pewne ścisłe relacje. Badając wpływ temperatury na zjawisko pobierania wody, Bi a ł a s z e w i c z wykazał, że wyższa temperatura przyspiesza pobieranie wody tak samo, jak przyspiesza procesy kształtujące, a to według następującej zasady, że temperatura przyspiesza przemianę materji, a dopiero ten proces określa tempo pobierania wody.

Jednym z bardzo ważnych czynników przy procesach wzrostowych wogóle jest czynnik ciśnienia osmotycznego. W odniesieniu do zagadnienia wzrostu zarodków problemat ten był i jest często podejmowany przez polskich badaczy.

Do tego rodzaju badań należą studja Drzewiny i Bohn'a nad działaniem wody morskiej i roztworów soli na wzrost larw płazich (1906).

Zagadnienie ciśnienia osmotycznego w ciągu wzrostu zarodków roztrząsa Bi a ł a s z e w i c z, który wykazuje, że owarjalne jaje kurze jest z krwią zwierzęcia izotoniczne, natomiast żółtko wyrosniętej komórki jajowej posiada mniejszą osmotyczną koncentrację niż krew, a w porównaniu z białkiem jest hipertoniczne. W miarę jak hypotoniczne białko przez żółtko bywa przenikane, dokonywa się także miarowe pomniejszenie osmotycznej koncentracji żółtka. Ciecz amnionowa w stosunku do cieczy embrjonalnej jest w początkowych stadjach rozwojowych hipertoniczną, w stadjach pośrednich izotoniczną, w stadjach końcowych hypotoniczną. Ciecz alantoidowa wykazuje mniejsze ciśnienie osmotyczne od cieczy amnionowej, w drugiej części rozwoju embrjonalnego jest już ona hypotoniczną.

Doświadczenia nad płazami stwierdziły, że ciśnienie osmo-

tyczne w jajach płazów przed ich wydzieleniem z jajnika jest mniejsze od ciśnienia we krwi rozwiniętych zwierząt. Ciśnienie osmotyczne zarodków żabich po ich wypełnieniu jest znacznie mniejsze od ciśnienia w jajach owarjalnych. Młode żabki mają ciśnienie równe ciśnieniu osmotycznemu w jajach owarjalnych. Periwitelinowa ciecz embrjonów żaby zawiera w sobie osmotycznie czynne materiały, które przez błonę żółtkową nie dyfundują. Materiały te są wydzielane przez błonę żółtkową, a proces ten zaczyna się z chwilą wniknięcia plemnika do jaja i zaznacza się wydzieleniem periwitelinu. Obecność tych osmotycznych substancji warunkuje różnicę w osmotycznym ciśnieniu między periwitelinem a otaczającą jajo wodą, co się wyraża w napięciu elastycznym błony żółtkowej.

W związku z omawianem zagadnieniem pozostają także studia Konopackiego nad procesami cytolicznymi w jajach jeźowców (1912). Badając zachowanie się jaj tych zwierząt pod wpływem najrozmaitszych odczynników chemicznych (benzol, chloroform, kwasy tłuszczowe), Konopacki wniknął głębiej w zjawisko, określone jako cytolyza. W myśl poglądów Loeb'a między cytolizą jaja a utworzeniem się błony zachodzi najściślejszy związek, w tem znaczeniu, że proces wytwarzania się błony jest właśnie cytolizą korowej warstwy plazmy. O ile jaje nie jest wystawione na działanie hipertonicznego środowiska, proces ten obejmuje całe jajo. Samo jednak zjawisko cytolyzy w jajach nie było szczegółowo badane. Tego zadania podjął się Konopacki. Na zasadzie swych doświadczeń zdołał on zauważyć, że omawiane zjawisko występuje właściwie pod dwoma formami zjawisk. Dla jednego z nich zachował nazwę cytolyzy, drugą formę — nazwał cytoschyzą albo plasmoschyzą. Proces cytoschyzy polega na tem, że ziarenka plazmatyczne nagromadzają się w plazmie w kierunku ku peryferji komórki, poczem następuje oddzielenie się pewnych części plazmy. Zjawisko cytolyzy natomiast polega na tem, że w plazmie następuje wyodosobnienie jej składowych — hyaloplazmy i enchylemy, która to ostatnia wypływa z komórki, pozostawiając za sobą tylko gąbczasty szkielet.

Na podstawie dotychczasowych badań ze względu na zachowanie się zwierząt wobec środowisk o rozmaitem ciśnieniu osmotycznym, wyróżniamy zwierzęta homoosmotyczne i pojkilosmotyczne. Według badań Konopackiego np. jaja i zarodki je-

zowców należą do tej drugiej grupy zwierząt. Nadto, jak to także Konopacki wykazał, nietylko rozmaitego rodzaju komórki zarodka rozmaicie na zmiany ciśnienia osmotycznego w otaczającym medjum reagują, ale także inaczej zachowują się jaja tej samej samicy, zależnie od ich wewnętrznego stanu, np. stanu przed zapłodnieniem i po zapłodnieniu. Prócz tego inaczej również zachowują się składowe części komórki, jak centrosom, wrzecionko, chromosomy, enchylema i hyaloplazma. Zagadnienie zatem jest bardzo rozległe i każda w tym kierunku praca jest dalszym rozszerzeniem naszych wiadomości w tej dziedzinie. Z tego stanowiska wychodząc, podejmuje Konopacki w dalszym ciągu studia nad działaniem płynów hypotonicznych na rozwój jeźowców (1914, 1918).

Wpływ rozcieńczonej wody morskiej na rozmaite stadja rozwojowe jeźowców był już przez wielu badaczy badany, ale na jajach in toto. Konopacki postanawia tę sprawę wyświecić na skrawkach. Badania swe przeprowadza na zarodkach *Strongylocentrotus (Paracentrotus) lividus*. Już Driesch wypowiedział był twierdzenie, że płyny hypotoniczne działają podobnie na jaja jeźowców jak płyny hipertoniczne. Objawia się to w tem, że plazma przestaje się dzielić, podczas gdy jądro ulega jeszcze dalszym podziałom. Skutek jest taki, że komórka jest wielojądrową. Badania Konopackiego wykazały, że zarodki jeźowców w mieszaninie o 70 częściach wody morskiej i 30 częściach wody słodkiej mogą się rozwijać, a w roztynie 60/40 nawet mogą 4 podziały przebiec. Zarodki badane na skrawkach wykazują przesunięcie jąder i figur podziałowych bliżej powierzchni blastomeronów. Zmiany, występujące w jądrze, zaznaczają się w napeężnieniu chromatyny. Na obniżenie ciśnienia osmotycznego chromosomy nie reagują jednakowo. Zapłodnienie może dokonać się jeszcze w roztynie 60/40. Rozmaite składowe komórki wobec zmian osmotycznego ciśnienia zachowują się w rozmaity sposób. W niższych koncentracjach plazma pęcznieje mocniej niż jądro i wskutek tego zmienia się relacja plazmy do jądra.

Wpływ ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju zarodków bada dalej Białaszewicz, ale już pod kątem widzenia ilościowym, zależność bowiem między ciśnieniem osmotycznym środowiska a szybkością rozwoju zarodków były przeważnie przedmiotem studjów jakościowych. Spostrzeżenia te wykazały, że od-

biegające od normy warunki osmotyczne wywołują zmiany tempa rozwojowego. Białaszewicz przeprowadza pomiary na zarodkach jeźowców i żab (1921). Według nich największa szybkość rozwoju przypada w przybliżeniu na ciśnienie osmotyczne, jakie się stwierdza w normalnem środowisku zewnętrznem. Wszelka zmiana ciśnienia dodatnia lub ujemna powoduje zmniejszenie szybkości rozwoju. Punkty krytyczne ciśnienia maksymalnego i minimalnego, zarówno te, w których rozwój ustaje, jak i te, w których następuje śmierć, są bardzo blisko siebie. To pozwala przypuszczać, że wstrzymanie rozwoju i śmierć są ściśle ze sobą w czasie skojarzone. Odległość obu punktów od optimum stanowi wielkość charakterystyczną «z punktu widzenia gatunkowego, ekologicznego i rozwojowego».

Wniesiony przez Białaszewicza na stół laboratoryjny problemat substancji periwitelinowej rozpatrują Przyłęcki i Konopacki. Pierwszy bada warunki powstawania periwitelinu w jajach niezaplodnionych żaby i rolę jego w zjawisku ciśnienia osmotycznego (1917), drugi — ze stanowiska analizy mikrochemicznej (1923).

Przeważnie odłogiem dotychczas leżąca dziedzina zachowania się ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zwierząt bezkręgowych znalazła u nas swych badaczy w Ramułcie i w Przyłęckim. Ramułt podjął studia nad warunkami rozwoju jaj letnich wioślarek (1914) i wykazał, że zarodki tych zwierząt (*Daphnia magna*) różnego wieku, hodowane w roztworach chlorku sodu, w miarę rozwoju znoszą coraz to wyższe stężenie tej soli. Analizie powtórnej poddał to zjawisko Przyłęcki w swoich studiach nad zmianami ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnych i zapłodnionych jaj wioślarek (1921). Potwierdzając spostrzeżenia Ramułta, badał Przyłęcki nadto rolę periwitelinu i stwierdza słuszność teorii Białaszewicza, że ciecz okołozółtkowa zawiera związki osmotycznie czynne i spełnia rolę cieczy łagodzącej różnicę między ciśnieniem osmotycznym zarodka a ciśnieniem środowiska.

Ruch naukowy w zakresie energetyki rozwoju poczyną u nas bardzo pięknie się rozwijać. Poza pracami, powyżej wspomnianymi mamy cały szereg poważnych innych studiów. Białaszewicz i Błędowski badają wpływ zapładniania na oddechanie jaj (1915). Białaszewicz i Mincówna podejmują spostrzeżenia

nad przemianą tłuszczową i azotową we wczesnym rozwoju żaby (1921). Stwierdzają oni, że zużycie tłuszczów w czasie rozwoju zarodkowego żaby nie przewyższa procesów tłuszczowo-twórczych, o ile ono w czasie rozwoju zachodzi. Bierne zachowanie się tłuszczów w czasie rozwoju embrjonalnego żaby jest ściśle związane z rozpadem związków azotowych (wzgl. białkowych), które stanowią główne źródło przemian energetycznych przy procesach rozwojowych wielu grup zwierząt pojkilotermicznych. Zachowanie się związków białkowych w przemianie materji zarodków przypomina zjawiska przy przemianie głodowej zwierząt pojkilotermicznych. Według poglądu Białaszewicza tłuszcze zawarte w jajach są źródłem zjawisk energetycznych dopiero w okresie życia larwalnego. W związku z temi spostrzeżeniami pozostają również studia Sznerówny nad przyswajaniem i rozpadem białka w rozwoju kurczęcia (1921), uprawniające do wniosku, że źródłem energii dla rozwoju zarodka nie są tylko tłuszcze ale także i połączenia białkowe. Poza tem Białaszewicz bada rolę katalazy w oddychaniu zarodków (1921) i wykazuje, że ilość katalazy w zarodku żaby nie ulega wybitniejszej zmianie i że zawartość katalazy nie znajduje się w związku ilościowym ani z natężeniem procesów oksydacyjnych ani z wrażliwością ustroju na działanie wody utlenionej. Ponadto mamy z ostatnich lat studia (1924) Konopackich nad sprawą tłuszczów, lipidów i glikogenu w rozwijających się zarodkach żab.

Temperatura jako czynnik rozwojowy, była przedmiotem badań Burówny. Zajmowała się ona wpływem temperatury 0° C na rozwój jaj jeżowców; w tym wypadku szło jej o poznanie negatywnego wpływu tego czynnika. Doświadczeniami swojemi wykazała, że niska temperatura wywołuje rozmaitego rodzaju zjawiska degeneracyjne, polegające na tem, że albo w ooplazmie rozmieszczone chromato-plazmatyczne ziarenka gromadzą się w kilku miejscach, jądro wydziela swą chromatynę do plazmy, poczem następuje rozpad komórki, albo przez tworzenie synkaryontów powstają zarodki o wielkich jądrach a o małej ilości plazmy, które ulegają rozkładowi. Interesującym jest fakt, że w środowisku zimnem zarodki jeżowców mogą się rozpaść na dwie lub kilka blastul, które są zdolne do dalszego rozwoju (wegetatywny rozród, wywołany zimnem), nadto, że w temperaturze 0° C mogą się dostać liczne plemniki tak do jaj nie zapłodnionych jak też i za-

plodnionych. Burówna jednak zaznacza, że wdarcie się do jaja wielu plemników stoi na przeszkodzie nietyłej błonie, wytwarzającej się po zapłodnieniu, ile stan jaja, którego wyrazem jest właśnie owa błona.

Związaną z zagadnieniem wzrostu jest sprawa najrozmaitszych czynników mechanicznych na objawy kształtujące. W tym zakresie mamy pracę Konopackiej, która badała wpływ siły odśrodkowej na rozwój jaj żabich (1908, 1909). Na podstawie tych doświadczeń dowiedzieliśmy się, że pod wpływem przyspieszenia odśrodkowego pierwsza płaszczyzna podziału nie przechodzi przez oś jaja, lecz przesuwana się nieco na bok. Nadto, gdy się podda zapłodnione jaja krótkotrwałemu a silnemu centryfugowaniu albo powolnemu przy równoczesnym wstrzymaniu rozwoju w temp. 3° C, można wywołać zmianę w strukturze jaja. Z tych jaj rozwijają się połowiczne zarodki (hemiembrjony). Wpływ siły odśrodkowej na zarodki dwublastomeronowe ujawnia się w przesunięciu drugiej brzozy podziałowej i pociąga za sobą rozwinięcie połowicznych znowu zarodków. W stadium tworzenia się trzeciej brzozy podziałowej scentryfugowane jaja brzódkują się w dalszym ciągu dyskoidalnie i albo rozwijają się dalej na zasadzie procesów regulacyjnych albo giną. W ostatnim przypadku dlatego, że trzecia brzoza wystąpiła wtedy, gdy już struktura jaja była zmieniona. Natomiast znowu te jaja wykazują zdolność regulacyjną, które uległy scentryfugowaniu, gdy trzecia brzoza podziałowa już się uskuteczniła.

Konopacka badała również wpływ temperatury na procesy regulacyjne uszkodzonych przez centryfugowanie jaj. Z tych doświadczeń okazało się, że procesy regulacyjne są nietylko zależne od fizycznego przemieszczania się cząsteczek ale pozostają także w ścisłym związku z procesami rozwojowymi. Najważniejszym wynikiem pracy Konopackiej jest wskazanie momentu dla możliwości powstania dyskoidalnego brzódkowania u żaby. Moment ten jest uwarunkowany stanem protoplazmy zarodka w chwili występowania trzeciej (poziomej) brzozy podziałowej.

Inną stroną zagadnienia wzrostu zarodków jest pytanie, czy w omawianym zjawisku nie odgrywają pewnej roli takie czynniki, jak rasa, wiek matki, długość ciąży i t. d. i jaką jest ta rola. W tym kierunku podejmuje u nas badania Kopeć, biorąc pod uwagę wpływ tych czynników na ciężar noworodków

króliczych (1923). I w istocie okazuje się z doświadczeń, że w zjawiskach wzrostowych dużą rolę odgrywa rasa matki, że również pewien wpływ mają różnice w odżywianiu matki podczas ciąży — słowem, że powyżej wspomniane czynniki są dla omawianego zagadnienia o dużej wartości. Badanie tych i im podobnych czynników jest ważne nie tylko z ogólnego, biologicznego punktu widzenia, ale są również doniosłe w hodowli zwierząt użytkowych.

Zagadnienie wzrostu zarodków składa się z całego szeregu problemów natury już fizjologicznej. Zwróciliśmy tu uwagę na kilka tylko punktów z tem zagadnieniem związanych. Z badaczy polskich, na tem polu pracujących, w wydatny sposób zasłużyli się nauce: Godlewski, Białaszewicz, Konopacki.

Zagadnienie zdolności twórczych u zwierząt.

Bardzo ważnym zagadnieniem w dziedzinie morfogenezy doświadczalnej jest zbadanie zdolności odtwórczej u rozmaitych grup zwierzęcych. Zdolność ta jest zawisłą od najrozmaitszych czynników i warunków tak zewnętrznych jak i wewnętrznych. Te ostatnie, jako najtrudniejsze do zbadania, wymagają bardzo subtelnej analizy i wielkiej ilości doświadczeń. Stwierdzono bowiem, że o zdolności odtwórczej zwierzęcia orzeka jego stanowisko w szeregu rozwojowym ustrojów, jego wiek, stan czynny lub nieczynny narządu, związek organizacyjny organów z uwzględnieniem do pewnej granicy autonomii poszczególnych części organizmu, biegunowość ciała, jakość organizacyjna ze względu na materiał budujący organizm i wiele, wiele innych czynników. Obszar badań niezmiernie rozległy i nęcący. Nic więc dziwnego, że, jak we wszystkich innych krajach, tak też i w Polsce, doświadczenia z tego zakresu badań były na wcale dużą skalę podejmowane. Wcale obszerną literaturę polską z tej dziedziny w ten sposób sobie uporządkujemy, że uwzględnimy najważniejsze wyniki w zakresie poszczególnych grup zwierzęcych, poczynając od najniższych.

Studja nad regeneracją pierwotniaków przeprowadzają u nas Minkiewicz R. i Dembowska. Minkiewicz (1901) wykazuje, że narządy takie, jak rzęski, peristom i t. d. ulegają zupełnej resorbcji a na ich miejsce powstają nowe. Dembowska (1924) przeprowadza doświadczenia nad *Stylonychia mytilus*, robiąc

operacje na dorosłym organizmie, na organizmie w czasie podziału, robiąc również nacięcia i nakłuwania bez usuwania części organizmu albo też badając zachowanie się odcinków bezjądrowych. Z tych doświadczeń okazuje się, że przebieg regeneracji dokładnie odpowiada procesowi reorganizacji przy normalnym podziale. Odcinki bezjądrowe nie wykazują zjawisk regeneracyjnych.

Zdolność odtwórczą jamochłonnych zwierząt bada u nas Godlewski. Przedmiotem obserwacji była *Tubularia mesembryantemum* (1904). Z tych studjów wynikło, że proces regeneracyjny w zasadzie zależy od ogólnego stanu zwierzęcia. Zaobserwowane zjawisko autotomji uważać należy za reakcję ze strony organizmu na zmianę normalnego stanu. Badając szczegółowo wzajemny wpływ regenerujących partyj, przejawy regulacyjne, elementarne morfogenetyczne zjawiska przy procesie regeneracji hydrantów oraz wiele innych spraw, podał Godlewski cały szereg cennych wiadomości o regeneracji jamochłonów.

Ze zdolnością odtwórczą wiąże się do pewnego stopnia fakt podłużnego dzielenia się niektórych ukwiałów. Taki proces zaobserwował Kwietniewski u *Actinia cari* D. Ch. i opisał go dokładnie (1916). Według szczegółowych badań wspomnianego badacza można wyrazić przypuszczenie, że wskutek poprzednich uszkodzeń zwierzęcia w następstwie rozwinęły się procesy regeneracyjne, powodując rozdzielenie się organizacji ukwiała.

Nierównie szerzej, niż zdolność odtwórcza jamochłonów, była badana zdolność regeneracyjna płaskurów (Platodaria). Polscy badacze przeprowadzali badania bądźto nad formami słodkowodnymi bądźto morskimi. Hirschler robi obserwacje nad regeneracją wirków (*Planariac*). Otrzymane wyniki (1914) służą mu do wyjaśnienia zagadnienia, czy w rozmyślaniach o potencji twórczej negatywny rezultat może mieć moc orzekającą. Zwickbaum bada regenerację jajników u *Polycelis nigra* (1915). Fuliński rozpatruje zdolności restytucyjne u *Rhabdocoelidu* (1921) i stwierdza małą ich zdolność w tym kierunku. Wkońcu Nusbaum-Hilarowicz i Oxner podejmują bardzo rozległe i szczegółowe badania nad zjawiskami regeneracyjnymi u wstężniaków (*Nemertina*). Dzięki tym studjom znajomość nasza zjawisk regulatorskich robaków niższych została znacznie pogłębiona. Doświadczenia ich stwierdziły ponad wszelką wątpliwość, że w organizmach przez nich badanych robaków (*Lineus ruber* i *lacteus*) istnieją systemy ko-

mórek pod postacią mało zindywidualizowanych komórek parenchymatycznych, które posiadają niezwykle dużą wtórną prospektywną potencję. Stwierdzenie tego faktu otworzyło nowe pole do badań — nad wtórną potencją rozmaitych elementów tkankowych rozwiniętego organizmu. Te doświadczenia pozwoliły również N u s b a u m - H i l a r o w i c z o w i na rozwinięcie teorii o wtórnej potencji prospektywnej homogenetycznej i heterogenetycznej oraz potencji prospektywnej zapasowej w ustroju dorosłym.

Zdolność restytucyjną wyżej ustrojonych robaków badają u nas następujący badacze: Czerski, Nusbaum-Hilarowicz, Hirschler i Kulmatycki. Najwięcej przyczynków w tym zakresie dostarczył Nusbaum-Hilarowicz, który rozpoczyna te studia badaniem restytucji wazonkowców (1901), by z kolei razem z Czerskim zająć się procesami regeneracyjnymi u *Capitellidae* (1905). Dalszem uzupełnieniem tych studjów są doświadczenia Nusbaum-Hilarowicza nad regeneracją wieloszczetów *Amphiglenc*, *Nerine* i *Nereis* (1905, 1908). Na zasadzie swych spostrzeżeń dochodzi badacz polski do wniosku, że w zjawiskach regeneracyjnych bardzo ważną rolę odgrywa plastyczność tkanki, t. zn. zdolność do żywego podziału komórkowego materiału. Regenerację należy uważać za szereg reakcyj okaleczonego zwierzęcia na bodźce zewnętrzne i wewnętrzne. Przebieg regeneracji u rozmaitych zwierząt i u rozmaitych organów zależy od specyficznych dziedzicznych tendencyj, które pod wpływem bodźców bywają niejako wyzwalone. Stąd też w wielu wypadkach przejawy regeneracyjne są jakgdyby powtórzeniem procesów ontogenetycznych. W związku z temi badaniami roztrząsa Nusbaum-Hilarowicz zagadnienie wpływu systemu nerwowego na proces regeneracji u robaka *Nereis diversicolor* (1908) i stwierdza, że u pierścienic system nerwowy na przebieg gojenia się rany nie ma wielkiego wpływu, natomiast jest niezbędnym dla przebiegu procesów regeneracyjnych. Przy tej sposobności Nusbaum-Hilarowicz daje wyjaśnienie, dlaczego inną jest rola systemu nerwowego przy normalnych procesach ontogenetycznych a inną — przy procesach regeneracyjnych. Przy procesach ontogenetycznych wyzwala się pewne potencje dziedziczne w pewnym ściśle określonym porządku niezależnie od bodźców systemu nerwowego. System ten zaznacza swą działalność dopiero po zróżnicowaniu się rozmaitych tkanek, co następuje w później-

szych stadjach rozwojowych. Przeciwnie — przy zjawiskach regeneracyjnych odgrywa on rolę jednego z czynników wewnętrznych, które mają za zadanie pobudzić do rozwoju zdolności twórcze elementów ognisk regeneracyjnych.

Jak dotychczasowe badania wykazały, pierścienice wykazują dosyć różny stopień zdolności restytucyjnej. Do najbardziej upośledzonych robaków pod tym względem należą pijawki. Wiele próbnych doświadczeń nad temi zwierzętami wykonał N u s b a u m-Hilarowicz; bliżej atoli swych spostrzeżeń nie zanalizował. Natomiast Hirschlerowi, przy pomocy specjalnej przez niego do tego celu obmyślanej metody, udało się wykazać (1907), że i te robaki posiadają zdolność zablizniania ran i odtwarzania części utraconych na tylnym końcu ciała. Dowodem tego jest wytworzenie się odbytu, wprawdzie o postaci anormalnej, bo podwójnego, niemniej jednak przemawiającego za tem, że te zwierzęta pewne zdolności regulacyjne rozwinać są w stanie.

Nad inną grupą robaków, mianowicie nad szczękoszczękami (*Chaetognathu*) pracował u nas K u l m a t y c k i. Robaki te do czasu jego studjów nie były przedmiotem badań ze względu na odtwórcze ich zdolności. Przedmiotem obserwacji Kulmatyckiego była *Spadella cephaloptera*. Wymieniony badacz stwierdził (1918), że robak ten wykazuje zdolności regeneracyjne, zauważył przytem, że okres procesu regeneracyjnego części ogonowej jest uderzająco krótki. Fakt ten jest z tego względu ciekawy, że wzrost na długość u tego zwierzęcia dokonuje się dzięki wzrostowi środkowej części ciała, podczas gdy część ogonowa po pewnym okresie rósć na długość całkowicie przestaje.

Ze stanowiska fizjologicznego interesujące są spostrzeżenia Zielińskiej, która zajęła się badaniem wpływu tlenu na szybkość regeneracji u *Eisenia foelida*. Z jej doświadczeń wynikło (1914), że mała ilość tlenu jakoteż i duża ilość jego zwalniają szybkość regeneracji, przyczem brak tlenu jest bardziej szkodliwy dla organizmu niż jego nadmiar.

Z zakresu badań zjawisk regeneracyjnych u szkarłupni mamy studia Nusbaum-Hilarowicza i Oxnera. Spostrzeżenia swoje przeprowadzają oni nad rozgwiazdą *Echinaster sepositus* (1916) a swojemi doświadczeniami przyczyniają się do wyświeślenia objawów odtwórczych tej grupy zwierząt, niezbyt jeszcze dokładnie pod tym względem zbadanych. Z zaobserwowanych zja-

wisk nader interesującymi są zmiany histologiczne w mięśniach tak natury inwolucyjnej (autofagja substancji mięśniowej) jak też i ewolucyjnej oraz wybitne przemiany w czasie regeneracji płytek szkieletowych.

Również mniej intensywnie pracowano u nas w zakresie zbadania zdolności regeneracyjnych zwierząt stawonogich. Z tego działu badań mamy do zanotowania pracę N u s b a u m - H i l a r o w i c z a o atawistycznej regeneracji kleszczy u raka rzecznoego (1907).

Nad regeneracją poczwerek motyli przeprowadza studja Hirschler, biorąc do doświadczeń bardzo duży materiał rozmaitych gatunków (*Thais, Polyocena, Bombyx, Saturnia, Notodonta, Vanessa, Samia*). Jak analiza skrawków wykazała (1903, 1904), w miejscu rany rozwija się specjalna tkanka (tkanka bliźnowa Hirschlera), zbudowana z komórek pochodzenia nabłonkowego i z leukocytów. Obok tej tkanki dużą rolę w procesach regeneracyjnych odgrywają komórki hypodermalne oraz mięśnie. Te ostatnie ulegają pewnym procesom histologicznym, w ciągu których wytwarza się materiał komórkowy dla nowych mięśni.

Badaniom przejawów regeneracyjnych u gąsienic motyli oraz u form dojrzałych oddaje się u nas także K o p e ć. Śledzi on regenerację rożków, oczu, narządów pyszczkowych, brodawek skórných u gąsienic i u okazów dojrzałych (1913). Dużą zdolność regeneracyjną u gąsienic motyli w przeciwstawieniu do form rozwiniętych tłumaczy K o p e ć fizjologicznymi znamionami młodego organizmu, którego komórki posiadają większą prospektywną potencję. Pytanie, czy u gąsienic motyli zjawiska regeneracyjne nie pozostają w odwrotnym stosunku do stopnia zróżnicowania odpowiednich organów — rozwiązuje K o p e ć twierdząco, na co ma dowody w regeneracji płytek imaginalnych dla oczu i dla rożków. Nadto zasługuje na uwagę stwierdzony przez K o p c i a paralelizm między zjawiskami regeneracyjnymi i ontogenetycznymi z tem jednak zastrzeżeniem, że procesy regeneracyjne u gąsienic doprowadzają do restytucji zawiązków poszczególnych organów.

Ze starszej literatury zanotować należy doświadczenia J a w o r o w s k i e g o nad acefalowaniem owadów (1886), z których się dowiadujemy, że owady bez głowy mogą przeżywać przez stosunkowo długi okres czasu (113 dni). Spostrzeżenia J a w o r o w

skiego w tym kierunku pozostają w związku z eksperymentami o 50 lat później podjętymi przez Finkler'a w Niemczech.

Przyczynkiem, uzupełniającym naszą szczupłą jeszcze dotąd znajomość przejawów regeneracyjnych u mięczaków, są spostrzeżenia Cucagna i Nusbaum-Hilarowicza nad mięczakiem z grupy *Nudibranchia-Hermaea dendritica* (1915). Z ich obserwacji wynika, że dużą zdolność regeneracyjną wykazują te części, które łatwo ulegają autotomji, jak brodawki grzbietowe lub czułki. Niemniej jednak udało się również stwierdzić regenerację i innych części, która przebiega w nadzwyczaj prosty sposób, co musi być uważane za wynik histologicznej budowy ciała. Tu zatem, jak w wielu innych wypadkach, jakość organizacyjna zwierzęcia wysuwa się na plan pierwszy.

Zdolność restytucyjną u osłonicy bada u nas Hirschler, podejmując badania nad regeneracją zachwy *Cione intestinalis* (1914). Doświadczenia te pouczyły nas, że zjawiska regulacyjne u tego zwierzęcia wtedy występują, gdy regulant posiada nienaruszony worek trzewiowy. Stąd wnosić można, że między workiem trzewiowym a innymi częściami ciała zwierzęcia zachodzi ścisła korelacja, zaburzenie której pociąga za sobą brak objawów regulacyjnych.

Zjawiska restytucyjne u zwierząt kręgowych były przez polskich badaczy dosyć szczegółowo badane. Przedewszystkiem pracowano nad materiałem z zakresu grup niższych kręgowców.

Zagadnieniem wpływu budowy symetrycznej na procesy regeneracyjne u ryb zajmuje się Bogacki. Opierając się na materiale ryb słodkowodnych (*Gobio*, *Misgurnus*, *Esox*, *Cottus*, *Perca*, *Cobitis*) stwierdza (1906), że regeneratywne potencje są największe wzdłuż długiej osi ciała, co jest zgodne z analogicznymi spostrzeżeniami w zakresie innych grup zwierzęcych.

Regeneracja soczewki ocznej u ryb, problemat w literaturze naukowej szeroko dyskutowany i jeszcze do dnia dzisiejszego całkiem pewnie nie wyświetlony, jest przedmiotem badań Grochmalickiego, który stara się to zagadnienie zanalizować przy pomocy swych doświadczeń nad rybami kostnoszkieletowymi (*Trutta*, *Carassius*, *Leuciscus*). Zgodnie ze spostrzeżeniami innych autorów stwierdza (1908) odradzanie się soczewki z brzegu tęczówki, co w rozważaniach ogólnych nad zdolnością twórczą zwierząt ma doniosłe znaczenie.

W dalszym ciągu mamy do zanotowania spostrzeżenia Beiglówny nad regeneracją pokryw skrzelowych i płetw u ryb kostnoszkieletowych (*Salmo, Tinca, Cyprinus, Cobitis, Amiurus*). Najciekawszymi rezultatami są wyniki obserwacji nad szybkością regeneracji i nad histogenetycznymi procesami. Szczegółowe i żmudne pomiary wykazują (1910), że szybkość regeneracji u okazów młodszych jest różną od szybkości u okazów starszych i że tempo tej szybkości w ciągu całego okresu regeneracyjnego nie jest stałe. Świadczy to z jednej strony o wpływie wieku na przebieg procesów regeneracyjnych, a z drugiej strony o wpływie szczególnych anatomicznych stosunków części regenerujących. Tę ostatnią kwestję rozpatruje Beiglówna obszerniej w pracy nad regeneracją wąsików u sumów (1912) i stwierdza zasadę, że działanie regulacyjnych czynników zależy od wewnętrznej budowy regenerującego organu, która albo sprzyja temu działaniu albo je hamuje.

Zdolność twórcza zarodków rybich była przedmiotem badań Eismonda oraz Nusbaum-Hilarowicza i Sidoriaka. Eismond przeprowadza doświadczenia nad zarodkami *Raja clavata* i *Raja alba*. Polegały one na odsuwaniu poszczególnych partyj zarodka, które następnie znowu zlewały się ze sobą lub przynajmniej dążyły do tego i tworzyły jednolity organizacyjny związek. Fakt ten pozwala na przypuszczenie, że poszczególne partje zarodka od siebie oddzielone nie odrazu przestają być częściami organizacyjnej całości i że pomiędzy komórkami rozwijającego się zbioru muszą zachodzić ścisłe relacje. One ulegają pewnej korekturze i w wypadkach połączenia się oddzielonych części i w wypadkach ich samodzielnego dalszego rozwoju. Celem wytłumaczenia sobie tych zagadkowych związków między komórkami zarodka, Eismond bierze w pomoc teorię o cytotropizmie komórek. Czynnik ten sprawia, że komórki rozwijających się zarodków są planowo ugrupowane i planowo niejako wybrane, celem wytworzenia związków odpowiednich organów. Nusbaum-Hilarowicz i Sidoriak badają znowu zdolność odtwórczą starszych zarodków rybich, w tym wypadku — zarodków pstrąga. Na podstawie obszernych studjów histogenetycznych procesów regeneracyjnych występujących w zjawisku zasklepienia rany, odradzania się skóry, struny grzbietowej, warstwy szkieletotwórczej, jelita, mięśni i t. d. stwierdzają prawomocność zasady, orzekającej, że tkanki zarodkowe wykazują wielką zdolność do odtwórczych procesów.

Badania nad regeneracją płazów podejmuje Godlewski. W tych doświadczeniach studjuje głównie zagadnienie wpływu układu nerwowego na regenerację (1904). Na problemat ten zwrócił uwagę badacz niemiecki Herbst, doświadczeniami nad zależnością regeneracji oczu skorupiaków od środkowego układu nerwowego. Naogół okazuje się, że układ nerwowy, który w rozwoju ontogenetycznym nie ma wielkiego wpływu, jest warunkiem normalnego przebiegu procesu regeneracji obwodowych organów trąszki. Musi on być albo nienaruszonym, albo już zregenerowanym. Nadto jego działalność jako podniety twórczej nie może być zastąpioną przez zwoje nerwowe. Restytucją gruczołów nasiennych żaby brunatnej zajmuje się u nas Kaloscaj-Kalusza. Spostrzeżenia tego badacza wykazują (1919), że jądra żab ulegają zjawisku restytucji, która albo przebiega na drodze restytucji morfolaktycznej albo na drodze regeneracji właściwej i przybyszowej, zawsze jednak tylko meromorficznej i homogenetycznej. Poza tem zasługują na wzmiankę spostrzeżenia Dziurzyńskiego na regenerację naczyń krwionośnych i limfatycznych w ogonie larw płazich (1911). Regulację zniekształconych sztucznie zarodków żab przez zastosowanie twardego podłoża przy użyciu tylko kamery wilgotnej bada Arager. Temi doświadczeniami wspomniany badacz wykazał (1924), że wytrzymałość życiowa zniekształconych zarodków *Rana temporaria* jest małą, natomiast zarodki *Rana esculenta* mogły w tych bardzo niedogodnych warunkach rozwojowych przetrwać 9–10 dni, ulegając mniejszemu lub większemu zdeformowaniu. Przeniesione jednak następnie do wody po kilku dniach znaczna część zarodków ulegała regulacji, powracała do normalnej postaci i do normalnych dalszych procesów rozwojowych.

Nad regeneracją owodniowców pracowano u nas, jak zresztą i gdzie indziej — niewiele. Z polskich badaczy przyczynków do tej sprawy dostarcza Kinel, badając regenerację kości ptaków. W swych studjach stwierdza, że tylko osobniki młode mogą wykazać większą zdolność regeneracyjną. U starszych osobników następuje opóźnienie procesów (1910, 1912).

Z badaczy polskich pracujących na polu regeneracji, bezsprzecznie najwięcej zasług położył Nusbaum-Hilarowicz. Doświadczenia z tego zakresu były przezeń bardzo chętnie podejmowane. Pod jego też wpływem jego współpracownicy swojami

pracami przyczynili się do wyświetlenia niejednej trudniejszej sprawy, związanej z zagadnieniem regeneracyjnym.

Z innych zagadnień, nasuwających się przy badaniu zjawisk odtwórczych, zasługuje na uwagę pytanie o dziedziczności pewnych objawów, wywołanych uszkodzeniem. W tym zakresie mamy studia Wrzoska i Macieszy, którzy przeprowadzali doświadczenia nad świnkami morskimi i myszami białymi. W tych badaniach stwierdzili, że uszkodzenia odnoży tylnych, wywołane uszkodzeniem nerwu kulszowego nie przechodzą dziedzicznie na potomstwo (1910, 1911). W ten sam zakres zagadnień wchodzi również doświadczenia nad wpływem rozmaitych uszkodzeń na znamiona zwierzęcia. Studja w tym kierunku podejmuje Hirschler. Wiadomo, że między okiem a ubarwieniem zwierząt zachodzi ścisły związek fizjologiczny. Związek ten atoli jest zjawiskiem bardzo skomplikowanym i jeszcze dotychczas należycie nie wyjaśnionem, a zbadanie tego zjawiska pozwoliłoby wglądnąć w przyczyny zmienności ubarwienia danego gatunku w danym środowisku, a tem samem mogłoby rzucić światło na pewne zagadnienia z zoogeografji i systematyki. Hirschler podejmuje pytanie, jaki wpływ wywiera oślepienie zwierząt na ubarwienie tych zwierząt. Badania przeprowadza na dużym materiale (*Triton cristatus*, *vulgaris*, *alpestris*, *montandoni*, *Salamandra maculosa*, *Hyla arborea*, *Bombinator igneus*, *Amblystoma*). Z doświadczeń tych okazało się, że pod wpływem obustronnego oślepienia i w obecności światła płazy ogonowe wykazują reakcję, płazy bezogonowe są reakcji pozbawione. Innemi słowy gatunki pierwotniejsze okazują reakcję żywszą niż gatunki o organizacji wyższej.

Doświadczenia z zakresu morfogenezy dają do wykrycia związków fizjologicznych, zachodzących również pomiędzy pewnymi organami i innymi organami, względnie właściwościami ustroju. Do tej kategorii doświadczeń należą eksperymenty nad kastracją i transplantacją gonad. W tym kierunku w literaturze naszej mamy prace Kopcja. Powszechnie jest znaną rzeczą, że u zwierząt kręgowych, szczególnie wyższych, np. ptaków i ssaków, drugorzędne cechy płci są zależne od jakości gruczołów rozrodczych. Nie tak jasno przedstawia się ta sprawa u zwierząt niższych. Mimo całego szeregu badań, wiele jeszcze punktów jest nie wyświetlonych. Kopeć przeprowadza studja

nad kastracją i transplantacją gonad u motyli. Doświadczenia jego orzekają, że drugorzędne cechy płciowe u motyli w swym rozwoju są niezależne od obecności gonad i że na rozwój tych cech niema również żadnego wpływu ani implantacja gonad ani transfuzja krwi odmiennej płci. To samo odnosi się także i do instynktów płciowych. Na podstawie tych eksperymentów Kopeć dochodzi do wniosku, że w rozwoju form imaginalnych motyli zaznacza się w wysokim stopniu zasada autodyferencjacji, mniej silnie — zjawiska korelacji, które dokumentują się tylko w hipertrofji gonad po jednostronnej gastracji lub regeneratywnych regulacjach przewodów wywodzących. Fakt, że drugorzędne cechy płciowe rozwijają się w zupełnej niezależności od gonad i od t. zw. organu *Herolda* czyli zawiązka aparatu płciowego, orzekałby, że gonady motyli albo nie wydzielają żadnej substancji specyficznej, albo, o ile taki wypadek zachodzi, substancja ta niema determinującego wpływu na rozwój drugorzędnych cech płciowych formy dojrzałej. W poszukiwaniu za przyczyną tego zjawiska, zwraca Kopeć uwagę na wartość i znaczenie wtórnych procesów, które w metamorfozie owadów mają najdosadniejszy przykład, cały bowiem organizm dojrzałej formy, z wyjątkiem systemu nerwowego, serca i gonad, rozwija się z płytek zarodkowych, które w okresie życia larwalnego występują w postaci drobnych grup komórkowych. Nie byłoby zatem nic dziwnego, gdyby owe płytki zarodkowe w swoim rozwoju wykazały zupełną niezależność i od fizykalno-chemicznych i od morfologicznych czynników tak gąsienicy jak też i poczwarki. Zagadnienie wpływu gruczołów rozrodczych bada Kopeć również u ryb, podejmując doświadczenia nad rozwojem ubarwienia godowego u ryb (1918). Przedmiotem badań była strzebla (*Phoxinus laevis*). W swej analizie dochodzi do wniosku, że rozkurcz czerwonych komórek barwinkowych jest zależny od obecności gruczołów rozrodczych, bodaj po części i od innych czynników lub też od zaistnienia całego szeregu warunków zewnętrznych, wymagających bliższego zbadania. Niemniej jednak strzebla zdaje się zajmować stanowisko pośrednie między wyższemi kręgowcami a owadami ze względu na charakter związku między drugorzędnymi a pierwszorzędnymi cechami płciowymi.

Jak z poprzedniego ustępu wiemy, Kopeć doświadczenia swoje robił metodą transplantacji. Owoż stwierdzić należy, że

pierwszym w Polsce, który tego rodzaju eksperymenty podejmował był Biesiadecki. Badacz ten już w r. 1876 poddał mikroskopijnemu badaniu procesy przyrastania przeszczepionych kawałków skóry do dna wrzodów. W dalszych latach wieku XIX i w pierwszej ćwierci XX stulecia doświadczenia transplantacyjne i implantacyjne są podejmowane na bardzo szeroka skalę w celu wyświetlenia i zbadania całego szeregu kwestyj biologicznych. Dziedzina tych badań również i u nas nie zaległa odłogiem. I tak Weigl przeprowadza doświadczenia w zakresie homojoplastycznej i heteroplastycznej transplantacji skór płazich (1913) i stwierdza, że przy homojoplastycznej transplantacji skóry larw płazich transplantat zachowuje swój typowy (t. zn. właściwy danemu gatunkowi) charakter w odniesieniu do zabarwienia i rysunku. Po dokonanej metamorfozie gospodarza transplantat przeobraża się w sposób dla gatunku transplantata typowy. Również i w wypadkach heteroplastycznych transplantat jest w możności rozwinąć rozwojowo-mechanistyczne potencje przez typowe samoroznicowanie i przebiec charakterystyczną dla tej formy metamorfozę. Temi doświadczeniami poruszył Weigl zagadnienie determinacji rozwojowej i na podstawie wyników swych doświadczeń doszedł do wniosku, że czynniki, warunkujące typowe ubarwienie i rysunek skóry płaziej, zdają się być we wczesnych stadiach larwalnych dane i mieszczą się w skórze. Również i typowa szybkość wzrostowa in potencia pozostaje niezmienioną w transplantacie zarówno przy homojoplastycznej jak też i heteroplastycznej transplantacji. Z tych doświadczeń okazało się również, że wiek zwierząt na następne procesy wpływa w wysokim stopniu. Gdy dostawca i odbiorca są w tym samym wieku, metamorfoza transplantatu przebiega równocześnie z gospodarzem. Gdy dostawca jest młodszy od odbiorcy, to transplantat później ulega metamorfozie. Gdy dostawca jest starszy od odbiorcy, metamorfoza transplantatu rozpoczyna się wcześniej. Te zjawiska, zdaniem Weigla, świadczą o tem, że metamorfoza skóry płaziej polega «na zupełnej samodzielności tego organu». Inaczej przedstawia się sprawa przy przeszczepianiu skóry aksolotla na salamandrę. Skóra ta metamorfizuje anormalnie wcześniej, co by orzekało, że jest to zjawisko niejako wymuszone przez pewne bodźce, wychodzące z organizmu salamandry, czyli ogólnie mówiąc, w kompleksie czynników, wywołujących metamorfozę muszą istnieć pewne specyficzne

bodźce, które pochodzą z ciała płaża jako' całości, a które mogą być dostarczone nietylko z tego samego gatunku ale też i z innego.

Metody transplantacyjnej użył również Godlewski przy badaniu zjawiska dziedziczności w komórkach wegetatywnych (1922). W tym celu kawałek skóry czarnego aksolotla przeszczepił na ogonie białego aksolotla, gdy transplantat się przyjął, przeciął poprzecznie przez transplantat ogon i badał zjawiska regeneracyjne. Okazało się, że pierwsza generacja komórek ze względu na jakość pigmentacji była podobną do komórek macierzystych. W następnych jednak generacjach pigment zanikał. Stąd też można wnosić, że komórki skóry transplantowanej wykazują dużą oporność na wpływy podłoża, mniejszą odporność wykazują już komórki pochodne i to jest przyczyną dlaczego kawałek transplantowany jest czarny i dlaczego komórki pochodne tracą pigment.

Sprawę t. zw. pasorzytniczego życia implantowanych zarodków podejmuje Mayerówna. Implantowała ona zarodki żab do jamy ciała zwierząt dorosłych (1923). W obserwacjach swoich doszła do wniosku, że implantowane zarodki wykazują pewną samodzielną rozwojową; wykształcanie się tkanek uważa Mayerówna nie za rezultat życia pasorzytniczego — ile raczej, za wynik nieodpowiednich warunków życiowych, a przede wszystkim niedostatecznej oksydacji i za wysokiego ciśnienia osmotycznego środowiska.

Eksperymentalnie nader trudnego zagadnienia transplantacji blastomeronów podjął się u nas Garbowski. Przy pomocy przez siebie obmyślanej metody potrafił spajać dowolną ilość komórek z jednego okazu z pewną ilością komórek z drugiego okazu. Doświadczenia swe wykonał na jeźowcu *Psammechinus miliaris* (1904). Okazuje się, że w rozwoju spojonych osobników można wyróżnić dwie tendencje: dążność każdego fragmentu do rozwoju w kierunku utrwalonym filogenetycznie i dążność wytworzenia z łączonych sztucznie fragmentów ustroju normalnego, zdolnego do rozwoju i życia. Wypadkowa tych dwóch dążeń stanowi o tem, czy powstający okaz będzie teratologicznym czy normalnym.

Zagadnieniem, w ostatnich czasach u nas coraz więcej roztrząsanem, jest problemat metamorfozy. Przeobrażenie larw w okazy rozwinięte jest bezwątpienia dalszem ogniwem rozwojowem, wywołanem przez najrozmaitsze czynniki. Na podsta-

wie nowoczesnych badań jest dążność wytłumaczenia zjawisk metamorfotycznych na zasadzie teorii o hormonach. W mechanizmie zatem metamorfozy byłyby czynne narządy dokrewne czyli narządy wewnętrznego wydzielania. W tym zakresie mamy do podniesienia usiłowania polskich badaczy na polu metamorfozy owadów i płazów, a więc grup zwierzęcych, u których zjawisko przeobrażenia występuje w największym niejako nateżeniu.

Badania doświadczalne nad przeobrażeniem owadów podejmuje K o p e ć. Stwierdza on, że w zjawisku przeobrażenia owadów odgrywają rolę i procesy samorozóżnicowania się i procesy natury mechanicznej, chemicznej i fizjologicznej. Przedewszystkiem jednak bada rolę systemu nerwowego (1912, 1917, 1918) podczas metamorfozy i przypuszcza, że mózg zajmuje w stosunku do ogólnych procesów przeobrażeniowych owadów wyjątkowe stanowisko. Obecność jego jest do pewnego przynajmniej czasu konieczna dla rozpoczęcia się procesów metamorfotycznych. Wpływ ten, zdaniem K o p c i a, jest prawdopodobnie natury chemicznej, wobec czego należałoby mózg uważać za gruczoł o wydzielaniu wewnętrznym.

Fakt, że mózg w zjawiskach metamorfotycznych odgrywa dużą rolę, stwierdził również G e d r o j é, ale badacz ten przypuszcza (1922), że wpływ mózgu na organizm dokonuje się na drodze nerwowej za pośrednictwem systemu nerwowego trzewiowego, a nie na drodze działania hormonalnego. Nadto zwraca uwagę na wpływ czynników histolitycznych (jod, głód) i stwierdza, że organizm przeobrażającej się larwy, nie jest na te czynniki nieczuły. Nad sprawą wpływu wydzieliny narządów dokrewnych innych zwierząt na przeobrażenie owadów podejmuje doświadczenia znowu K o p e ć. W tym wypadku szło temu badaczowi o wyświeślenie roli wydzieliny gruczołu tarczycowego, która — jak to już przez wielu badaczy zostało stwierdzone — wpływa na procesy metamorfotyczne płazów (patrz niżej). K o p e ć przeprowadził spostrzeżenia nad wpływem tarczycy na przeobrażenie i ciężar owadów (1924) i stwierdził, że gąsieniczki (*Lymanhia dispar*) karmione za pomocą preparatu tyreoidynowego nie wykazują żadnych zmian w długości trwania okresu larwalnego i poczwarczego a tylko wykazują niewyraźne zmniejszenie ciężaru poczwarek.

Zagadnienie wpływu czynników środowiskowych na zjawiska przeobrażeniowe owadów jest rozpatrywane przez Pr ü f f e r a, który robi spostrzeżenia nad postembrjonalnym rozwojem brud-

nicy nieparki, hodowanej w atmosferze tlenu (1919). Z tych doświadczeń okazuje się, że w wymienionej atmosferze gąsienice po kilku dniach ginęły. Proces przemiany gąsienicy w poczwarkę przebiega powolniej niż w normalnych warunkach, przyczem poczwarki ulegają pewnym deformacjom. Zmiany w strukturze łusek skrzydłowych są nieznaczne, większe zmiany zaznaczają się w ubarwieniu oraz w innych znamionach.

O wiele więcej prac polskich mamy w zakresie mechanizmu przeobrażania się płazów. Pierwsze badania w tym kierunku podejmuje Kaufmann, która przy zastosowaniu przez siebie wypracowanej metody podawania w pokarmie tyreoidyny pobudziła aksolotla (forma larwalna) do przeobrażenia w amblystomę (forma rozwinięta). Fakt, że przy pomocy substancji gruczołu tarczowego ssaków udaje się przyspieszyć metamorfozę rozmaitych gatunków płazich, nasuwał kwestję zbadania natury tych substancyj, powodujących albo przyspieszających owo przeobrażenie. Otóż Hirschler w doświadczeniach swoich nad aksolotlem i kijankami *Rana esculenta* przekonał się, że czynnikiem wpływającym również na metamorfozę płaza jest czysty jod. W eksperymentach swoich (1920—1922) z celoidyną, wprowadzaną do jamy ciała, doszedł także do wniosku, że wskutek cytolitycznych zjawisk jeszcze i inne fermenty bywają wyzwalane, wywołujące w organach larwalnych symptomy metamorfotyczne. W analizie warunków i czynników, powodujących metamorfozę, Hirschler słusznie dopatruje się pewnych wspólnych cech między zjawiskami rozwojowymi a zjawiskami metamorfotycznymi. Wprawdzie w ciągu rozwoju na czele zjawisk występują procesy ewolucyjne, a w metamorfozie procesy inwolucyjne, ale to są procesy natury tylko kwantytatywnej i ich stroną fizjologiczną jest również uwarunkowaną tego rodzaju różnicami. Jeżeli zatem mowa o czynnikach, to one, kwantytatywnie tylko różne, są te same, które niezaplodnione jajo do rozwoju pobudzają. Stąd też, w myśl wywodów Loeba, czynnikami temi są: cytolyza, obecność dostatecznej ilości tlenu, hipertonia medjum i obecność dostateczna jonów wodorowych. Stojąc na stanowisku, że metamorfoza polega na całym szeregu procesów ewolucyjnych i inwolucyjnych, zastanawia się w dalszym ciągu Hirschler (1922) nad stosunkiem zależności tych dwu kategorii procesów, albowiem ta zależność może być albo bardzo duża albo bardzo mała. W tym ostatnim wypadku

możemy nawet mówić o autonomji procesów. W celu wyświe-
tlenia sprawy korelacji i autonomji oraz wywnioskowania, czy płazy
nie posiadają zdolności wytwarzania ciał obronnych, wykonał
Hirschler cały szereg doświadczeń z transplantacją skóry żab,
traszek i salamander na larwalne ich formy (1922). Doświadczenia
te orzekły, że skóra żab jest dla ich larw jadowitą i to w wyż-
szym stopniu niż skóra traszek i salamander dla ich larw, przy-
czem okazało się, że larwalny odbiorca ujawnia tendencję dłuż-
szego zatrzymania pewnych znamion larwalnych. Z doświadczeń
tych wynikałoby również, że między żabami a ich larwami zacho-
dzą większe różnice, aniżeli między płazami ogonowemi a ich lar-
wami. Spostrzeżenie, że kijanki, zaopatrzone w łątkę ze skóry
żabiej, w zakresie pewnych procesów inwolucyjnych opierają się
metamorfozie, pozwala na szukanie przyczyn tego zjawiska albo
w obecności ciał obronnych albo w paraliżowaniu działania hor-
monów i zaczynów, powodujących metamorfozę. Z drugiej atoli
strony udało się Hirschlerowi stwierdzić, że pewne grupy
procesów metamorfotycznych przebiegają samodzielnie jak rów-
nież, że inne grupy pozostają do siebie w stosunku wzajemnej
korelacji albo też są zależne od wspólnego czynnika.

Gruczoł tarczycowy w objawach metamorfotycznych płazów — jak wiadomo — odgrywa jedną z najważniejszych ról.
Przy analizie zatem zjawiska metamorfozy tych zwierząt nie jest
rzeczą obojętną zachowanie się tego gruczołu. Zagadnienie to roz-
trząsa Mayerówna, badając tarczycę płazów w czasie ich me-
tamorfozy. Z badań jej okazało się, że gruczoł tarczycowy w okre-
sie normalnego przeobrażenia ulega zmianom, analogicznym do
zmian w czasie choroby Basedowa. Stąd wnosić można, że w sa-
mym gruczole zwiększa się znacznie ilość wytwarzanej substancji
hormonalnej, potrzebnej do metamorfozy. Gdy te zmiany kolejno
śledzimy, stwierdzamy, że w młodych kijankach gruczoł tarczy-
kowy rośnie szybciej niż ciało kijanek, że w okresie samej meta-
morfozy wykazuje największy rozrost, który później stopniowo
maleje i staje się normalnym. Celem głębszego wglądu w tę sprawę
Mayerówna bada gruczoł tarczycowy, naświetlany promie-
niami X oraz gruczoł larw, poddanych sztucznie przyspieszonej
lub opóźnionej metamorfozie. I te doświadczenia wykazują, że
największe zmiany gruczołu występują w okresie najintensywniej-
szej redukcji jelita i ogona, co świadczy o dużej roli gruczołu

w tym okresie. Doświadczenia, polegające na sztucznym wprowadzeniu nadmiaru substancji tarczycowej do kijanek z dużym prawdopodobieństwem orzekły, że te substancje ominęły gruczoł tarczycowy, nie spowodowały jego hipertrofji i wywołały przeobrażenie bezpośrednio.

W związku z badaniami Mayer ó w n y pozostają także doświadczenia Słowikowskiej, przeprowadzone na kijankach żaby płowej i zielonej, a w swych wynikach bardzo interesujące (1924). Okazuje się bowiem, że gruczoł tarczycowy młodych kijanek, wprowadzony do organizmu kijanek równowiekowych, posiadających swą własną tarczycę, nie narusza w niczem ich normalnego rozwoju i nie zakłóca tempa metamorfozy. Natomiast gruczoł tarczycowy kijanek, będących w stadium najwyższej metamorfozy, wprowadzony do organizmu kijanek młodych, posiadających swoją własną tarczycę, wywołuje przyspieszenie metamorfozy, identyczne z tem, jakie otrzymujemy przy pomocy gruczołu tarczycowego zwierząt ssących. Nadto okazuje się, że implantowana tarczyca wstrzymuje bardzo wydatnie rozwój własnego gruczołu kijanki. Te same objawy występują przy wprowadzaniu do organizmu kijanek gruczołu tarczycowego żab dorosłych.

Przy rozpatrywaniu zjawisk metamorfotycznych ważną sprawą jest pytanie, czy poszczególne procesy metamorfotyczne pozostają ze sobą lub też w odniesieniu do jakiegoś czynnika w pewnym stosunku zależności. Zagadnieniem tem zajął się już Hirschler w swoich studjach nad wpływem organów płazów przeobrażonych na metamorfozę larw płazich. Dalszem wniknięciem w tę kwestję uważać możemy doświadczenia Sembrata nad metamorfozą jelita kijanek (1924, 1925). Doświadczenie polega na implantowaniu jelita młodej kijanki w organizm kijanki starszej. W tym wypadku metamorfoza implantowanego jelita odbywa się synchronicznie z metamorfozą znacznie starszej kijanki; jelito serji kontrolnej wykazuje w tym samym czasie charakter wybitnie jeszcze larwalny. Ponieważ zaś metamorfozę płazów wyzwała działanie hormonu gruczołu tarczycowego, przeto przyjęć należy wobec wspomnianej synchronji, że i metamorfoza jelita kijanek żabich jest wywołana tym samym czynnikiem.

Zbadanie zdolności twórczych zwierząt polega na ścisłej analizie warunków i czynników, które owe zdolności wyzwalają. Ana-

liza badawcza posługuje się często eliminacją pewnych czynników albo modyfikacją warunków, by w ten sposób wnikać głębiej w istotę życia ożywionej materji. Do zakresu tych badań należą wszystkie te spostrzeżenia, które za cel mają bliższe zaznajomienie się ze zjawiskami, zachodzącymi wtedy, kiedy organizm wstawimy w nieprzyjemne warunki życiowe. Przedewszystkiem interesującym zjawiskiem jest zachowanie się zwierząt w czasie przymusowego głodu. Stan bowiem głodowy pociąga za sobą pewne zmiany w przemianie materji, a również w konsekwencji pewne zmiany natury morfologicznej. Owoż z tego obszaru badań mamy do zanotowania kilkanaście prac podjętych w zakresie rozmaitych grup zwierzęcych. Prace te odnoszą się już do całości przejawów życiowych tych zwierząt i są zatem o charakterze fizjologicznym, lub też — do struktury morfotycznej ich poszczególnych narządów i tkanek i noszą zatem już znamiona prac histologicznych. W odniesieniu do treści wyników badań w tym kierunku zaznaczyć należy, że i w tej dziedzinie nauka polska osiągnęła rezultaty, powszechnie światu naukowemu znane.

Z zakresu studjów nad robakami niższymi do zanotowania mamy spostrzeżenia Nusbauma i Oxnera nad działaniem głodu na organizm wstężniaków. W toku badań okazało się, że przy zjawisku głodzenia pigment przedstawia materiał zapasowy, pobierany przez komórki wędrujące, i że rozpadowi ulegają te elementy, które są najmniej wyspecjalizowane, a następnie tkanki o coraz wyższem zróżnicowaniu, przyczem czynnik głodu w rozwoju dla pewnych tkanek jest momentem hamującym, dla innych sprzyjającym.

O charakterze już ściśle fizjologicznym jest wartościowa praca Białaszewicza nad pijawkami, a traktująca o ogólnej przemianie materji i energii w czasie głodu i odżywianiu (1915, 1919). Badania te wykazały, że zwierzęta pojkilotermiczne są ogniskiem niezmiernie intensywnej procesów dezintegracji białka organizowanego. Przyczyną tego zjawiska jest brak funkcji ochronnej w postaci zdolności odkładania i mobilizowania tłuszczu zapasowego w razie potrzeby, wywołanej odcięciem dopływu z zewnątrz substancyj pokarmowych. Ogólna zatem przemiana głodowa zwierząt pojkilotermicznych da się scharakteryzować jako proces równomiernego rozpadu składników organicznych ciała. To umożliwia zwierzętom przetrwanie długich okresów głodu oraz wyjaśnia

zdolność tych zwierząt do niezwykle daleko idących redukcji wielkości ciała. Z temi badaniami związane są również studia Viegger'a nad warunkami przyswajania białka w czasie restrykcji pokładowej u zwierząt zmiennoocieplnych.

Z zakresu owadów w ostatnich latach wyszło kilka prac, omawiających przemianę materji u tych zwierząt. Szwajcówna bada przemianę materji u larw mącznika (1916), Pilewiczówna pracuje nad wymianą gazową u owadów w stanie głodu i odżywiania (karaczan — 1925), Heller analogiczne stosunki bada u wilczomlecza (*Deilephila euphorbiae*, 1925). W dalszym ciągu zasługują na uwagę badania Kopcja nad wpływem głodzenia na rozwój i na długość życia owadów (1921).

W zakresie ślimaków podejmuje badania Krahełska, studując zachowanie się gruczołu białkowego u *Helix pomatia* i *Helix arbustorum* w stanie normalnym, w okresie zimowania i w stanie głodu (1912).

W zakresie płazów do zanotowania mamy studia Beckówny nad wpływem głodzenia na składniki plazmatyczne komórek wątrobowych traszki (1919), badania Parnasa i Krasińskiej nad przemianą materji u larw płazich (1921), doświadczenia Kopcja nad wpływem głodu na rozwój i ciężar płazów (1923) i studia Librachówny nad przemianą materji u płazów w stanie głodu (1922).

W zakresie gadów o charakterze fizjologicznym okazała się praca Szrettera o głodowej przemianie materji u węzów (1922).

W ostatnich latach rozwinął się nowy kierunek badań — hodowli tkanek poza ustrojem. Tą metodą osiągnięto cały szereg ciekawych wyników, pogłębiających nasze wiadomości o przejawach życiowych. Kierunek tych badań również i w Polsce ma swoich reprezentantów, o czym świadczą studia Bańkowskiego i Kołodziejczyka, Mutermilcha i Rzętkowskiego oraz rozważania Kleckiego.

Przy badaniu zdolności twórczych rozwijających się zarodków zaraz na czoło zagadnień wysuwa się sprawa determinacji jaj. Przed tym problemem każdy badacz morfogenetyk stanąć i na zasadzie materiału, przez siebie opracowywanego, z tą trudnością łamać się musiał. Zagadnienie to zatem niejednokrotnie jest roztrząsane w najrozmaitszych pracach embrjologicznych, ale poza

tem mamy w naszej literaturze studja, poświęcone temu zagadnieniu specjalnie. Z szeregu badaczy polskich w tej dziedzinie najczęściej pracował i przemyślał Garbowski. W pełnym głębo- kich myśli studjum morfogenetycznym o biegunowości jaj jeżow- ców, roztrząsającem pewne zasadnicze zjawiska rozwoju, Gar- bowski dochodzi do bardzo interesujących wniosków. Nie widzi on w pierwotnej budowie jaj tkankowców żadnych wybitnych różnic. Niema jaj o budowie prostej i zawilej, jaj izotropicznych i biegunowych, jaj mozaikowych i regulacyjnych. Każde jaje po- siada pewną ogólną gatunkową biegunowość trójwymiarową. Wy- miar biegunowości bocznej nie jest epigenetycznym, ale jest równie pierwotnym jak biegunowość osi głównej. Istnienie pierwotnej budowy kierunkowej jaja dowodzi bródkowanie jaj zapłodnionych i partenogenetycznych, połączone z podziałem pracy i dyferencja- cją czyli z heterogenezą komórek.

Zagadnienie zdolności twórczych, zawierające w sobie tyle najrozmaitszych problematów, w odniesieniu do pewnych specjal- nych punktów, roztrząsane jest w syntetycznym ujęciu przez G o- d l e w s k i e g o w jego krytycznym dziele, napisanem po niemiecku p. t. fizjologja rozrodu (Physiologie d. Zeugung, r. 1914), pomie- szczonem w dużym podręczniku porównawczej fizjologii, wyda- nym przez Wintersteina, oraz w przepięknym wykładzie p. t. «Twórczość w przyrodzie» (nakł. P. A. U. r. 1924). Wspom- niane dzieła znakomitego biologa, oparte na oryginalnem prze- trawieniu całej prawie literatury światowej z danego zakresu, na- pisane językiem jasnym a przytem wytwornym, są niezbitym do- kumentem znaczenia i powagi w świecie naukowym naszego ba- dacza.

Zagadnienie bodźców rozwojowych.

Pytanie, co i w jakich warunkach wywiązuje zdolność roz- wojową, należy do najtrudniejszych pytań biologji współczesnej. Temat ten swoją treścią i metodami badań wchodzi w zakres me- chaniki rozwojowej. U nas eksperymentalne badania w tym kie- runku podejmuje cały szereg badaczy. Spraw, z tem zagadnieniem związanych, jest bardzo wiele. O niejednej z nich wspomnieliśmy już w poprzednim ustępie, tu rozpatrzeć nam należy kilka jeszcze

punktów tego zagadnienia. Przedewszystkiem problemat zapładniania odłamków jaj, zagadnienie sztucznej partenogenezy i bastardacji.

Doświadczenia nad zapłodnieniem i rozwojem merogonicznym jaj przeprowadza Krahełska. Przedmiotem badań były jaja jeżowca *Psammechinus* (1906). Zagadnienie to w nauce podniósł pierwszy Rostafiński, biorąc za obiekt obserwacji roślinę *Fucus vesiculosus*. Później było ono roztrząsane przez innych biologów współczesnych. Krahełska na podstawie swych spostrzeżeń doszła do wniosków następujących. Fragmenty jaj jeżowców posiadają zdolność odtwarzania normalnej struktury, przyczem proces ten nie jest zależny od obecności jądra żeńskiego. Wniknięcie plemnika przyspiesza ten proces. Zregulowany fragment brózdkuje normalnie, gdy jest zaokrąglony; nieprawidłowo — gdy jest różnokształtny. Mimo normalności brózdkowania daje się stwierdzić różnica w tempie; fragmenty rozwijają się powolniej niż jaja. U fragmentów zapłodnionych można często dostrzec zjawisko autotomji części mocno uszkodzonej.

Sprawą, w mechanice rozwojowej nader doniosłą, jest wyświetlenie zjawisk, zachodzących przy zapładnianiu i przy normalnej partenogenezie, a powodujących w następstwie rozwój jaja. W zakresie normalnych stosunków mamy również badania, dość wspomnieć obserwacje Garbowskiego nad partenogenezą u *Porthesia* (1904). Sprawa atoli mogła być skutecznie dyskutowaną tylko na drodze eksperymentalnej. Stąd też wypracowano cały szereg metod t. zw. sztucznej partenogenezy i w tym zakresie nauka polska może się poszczycić wynikami bynajmniej nie o drugorzędnej wartości. Pierwszym w Polsce, który obmyślał i zastosował rozmaite metody sztucznego pobudzania do rozwoju, był Kostanecki. Starał się on pobudzić niezapłodnione jajka mięczaka *Maetra* do podziału (1902) przez umieszczenie ich w wodzie morskiej, której koncentrację zwiększał przez dodanie soli: chlorku wapnia, chlorku sodu, chlorku potasu lub odgotowanej zgęszczonej wody morskiej. Zależnie od koncentracji i od długości czasu, w jakim jajka w tych płynach pozostawały, następował w wielu doświadczeniach podział jajek i to albo bezpośredni albo też po poprzednim wydzieleniu jednego lub dwóch ciałek kierunkowych. Zkolei poddał Kostanecki studjom cytologicznym zjawiska, jakie zachodzą przy sztucznie rozwijających się

jajach. Opisałwszy najpierw normalne procesy dojrzewania i zapłodnienia jaja *Mactra*, przedstawia wypadki, jak to przy koncentracji wody morskiej przez dodanie soli można spowodować jaje do wyrzucenia ciałek kierunkowych i do brózdtkowania. Jaja, podzielane roztworem KCl, wykazują typ, zbliżony do tego, jaki zachodzi przy zapłodnionych jajach. Inne rozczyzny z NaCl, CaCl₂ lub skoncentrowanie wody morskiej przez gotowanie nie dają pozytywnych wyników. Według *Kostaneckiego* działanie KCl potrafi z jednej strony wywołać zjawiska podziałowe dojrzewania jaj, z drugiej strony, zastąpić zapłodniająca działanie plemnika i skutecznie wrzecionko brózdtkowania. W dalszym ciągu wyjaśnił *Kostanecki* utworzenie się centr podziałowych dla wrzecionka brózdtkowania, mianowicie: centra podziałowe nie wytwarzają się po wyrzuceniu II ciała kierunkowego z pozostałego centrjolu przez jego podział, ale na nowo się wyróżnicowują w bezpośrednim związku ze zrębem jądrowym. Wytworzenie się tego intranuklearnego wrzecionka bez promienistości i cały szereg objawów tej intranuklearnej karjokinezy aż do wytworzenia się dwóch potomnych jąder jest zjawiskiem najbardziej interesującym w partenogenetycznych rozwojowych procesach u *Mactry*. To wrzecionko różni się od zwykłego wrzecionka podziałowego zapłodnionego jaja tem, że na jego biegunach nie dało się dokładnie stwierdzić występowania centrjolów, co by pozostawało w zgodzie z poglądem *Boveri'ego*, że w jaju po wydaleniu ciałek kierunkowych centrjol jaja degeneruje. Dalszem uzupełnieniem omawianych doświadczeń są obserwacje podziałów mitotycznych bez podziału plazmy w jajach *Maktra*, rozwijających się partenogenetycznie (1908). Z tych obserwacyj zasługuje na uwagę zjawisko niezmiernie charakterystycznej wielobiegunowej mitozy, różniące się od dotychczas znanych obrazów wielobiegunowej mitozy. Poza tem bada *Kostanecki* jaja (1911), które albo nie wyrzuciły albo tylko jedno ciało kierunkowe wyrzuciły, i porównuje je z jajami, które wyrzuciły dwa ciała kierunkowe. We wszystkich tych trzech wypadkach wytwarzają się larwy. Badanie na skrawkach wykazało, że w następnych fazach rozwojowych nie uskutecznia się powiększenie ilości jąder, ale wytwarzają się bogate w chromosomy synkarjonty. Te olbrzymie jądra powstają przez często powtarzające się zjawisko gwiazdy macierzystej albo przez zlewanie się ze sobą poszczególnych jąder mitotycznie (bipolarnie) powsta-

łych. Po okresie gwiazdy macierzystej, bipolarnej mitozy i wielkich synkarjontów następuje okres wytwarzania się mniejszych jąder w dużej ilości. A skutecznia się to przez wielobiegunową mitozę, często się powtarzającą. Przez ten objaw regulacyjny nagromadzona w synkarjontach wielka ilość chromosomów rozdziela się na większą ilość biegunów czyli na większą ilość jąder mniej więcej równomiernie. Równoległe prawie z tym procesem idzie rozdzielanie się dotąd jednolitego pola plazmatycznego na poszczególne części, co również należy uważać za proces regulacyjny zmierzający do normalnych stosunków. W ten sposób we wszystkich trzech kategorjach jaj (bez ciałek kierunkowych, z jednym ciałkiem i z dwoma ciałkami) dokonuje się kwantytatywna relacja jądra do plazmy, podobna do normalnej (w normalnych amfikarjotycznych larwach). Jak z zachowania się cytocentról (centrjólów) widać — działanie ich zdaje się zaznaczać w stadjum rozdzielania się synkarjontów, co za sobą pociąga wytworzenie się większej ilości małych jąder. W studjach swych nad partenogenezą poruszył K o s t a n e c k i wiele ważnych spraw, co w tym szkicu nie możemy szerzej omówić. Zaznaczyć jednak musimy, że w literaturze światowej o tym przedmiocie nazwisko K o s t a n e c k i e g o jest w rzędzie pierwszych pionierów tego kierunku badań.

Doświadczenia nad sztuczną partenogenezą K o s t a n e c k i wnet rozszerzył, podejmując obserwacje nad rozmaitemi gatunkami pierścienic. Z tych jedynie *Aricia* okazała się do tego celu podatna (1909). Jaja tego robaka umieszczał K o s t a n e c k i na kilka minut w wodzie morskiej z dodatkiem 10% $\frac{1}{10}$ n-kwasu azotowego, a po wypłukaniu w wodzie poddawał je działaniu wody morskiej z dodatkiem 10% $2\frac{1}{2}$ n. chlorku potasowego. Na pewnych jajkach tworzyła się błona, następnie wydzielały się dwa ciałka kierunkowe, poczem jaja dzieliły się tak samo jak zapłodnione.

Badając na skrawkach, K o s t a n e c k i stwierdził, że wydzielanie ciałek kierunkowych odbywa się u nich w zupełnie ten sam sposób, jak w jajach zapłodnionych. Po wydzieleniu drugiego ciałka kierunkowego z pozostałych chromosomów tworzy się pęcherzykowate jądro, przy którym pojawia się jedno, potem dwa promieniowania. Często spotykał także nieprawidłowe figury mitotyczne.

Innym badaczem polskim, zajmującym się sztuczną partenogenezą, jest Garbowski, który zagadnienie to badał na jajach rozgwiezdy *Asterias glacialis* (1903). Garbowski stwierdził, że narkotyzowanie jaj kwasem węglowym usposabia je do rozwoju. Do zjawisk ponarkotycznych należą również drobne wypukliny i narośla plazmatyczne, jakie powstają pod wpływem działania środowisk hypotonicznych. Owocyt rozgwiezdy zachowuje się jak komórka bezosiowa. Ciałka kierunkowe posiadają pod względem prospektywnym taką samą wartość jak jajo i dzielić się mogą po narkozie. Rozwój partenogenetyczny nie zależy od tego, czy proces dojrzewania odbył się czy nie. Płaszczyzna pierwszego podziału nie czyni jaja ani jednoosiowem ani różnoosiowem. Blastomerony z 8 i 16 komórkowego stadjum nie są jeszcze zróżnicowane biegunowo jako animalne i wegetatywne. Nawet stadjum 500 komórkowe jest złożone z blastomeronów, prospektywnie równowartościowych. Symetria dwubocznie umiarowa może powstawać dopiero po ukończeniu stadjum blastuli.

Poza studjami powyżej wymienionych badaczy na uwzględnienie zasługują badania Boguckiego nad dzieworódtwem sztucznem jaj żaby płowej (1921). Bogucki usiłuje wykazać, że substancja, umożliwiająca normalny rozwój nakłutego jaja, znajduje się, zgodnie z poglądem Bataillon'a, w składnikach morfologicznych krwi, i wyraża przypuszczenie, że nukleina jest tym czynnikiem, który sprawia zmianę stanu równowagi fizjologicznej niezaplodnionych jaj żaby po przeniesieniu ich do środowiska hypotonicznego i zawierającego wolny tlen. Zmiana warunków dokumentuje się w jaju w całym szeregu reakcyj — w wytworzeniu periwitelinu, w zmniejszeniu objętości jaja, w obniżeniu ciśnienia osmotycznego i t. d. W traumatycznej partenogenezie odgrywają — według Boguckiego — trzy czynniki wybitną rolę: 1) hypotonja środowiska, 2) dostęp wolnego tlenu i 3) podrażnienie mechaniczne.

Obok metod sztucznej partenogenezy można zastosować przy badaniu bodźców rozwojowych metody różnogatunkowego zapłodnienia. W tym kierunku o doniosłej wartości są studia Godlewskiego. Zagadnienie bodźca rozwojowego rozpatrzył wymieniony badacz w swych doświadczeniach nad elementami płciowemi jeżowców i liliowców (1905) oraz nad wpływem spermy robaka *Chactopterus pergamentaceus* i mięczaka *Dentalium dentale* na jaja

jeżowców (1910, 1911). Jak wiadomo, Loeb wyróżnił dwa momenty wywołujące normalny rozwój jaj. Jeden polega na cytolizie cieniutkiej warstewki plazmy jajowej, którą to cytolizę można wywołać przez substancje, rozpuszczające lipoidy. Drugi moment polega na krótkim traktowaniu jaj, do rozwoju już pobudzonych, płynem hipertonicznym, zawierającym tlen. W doświadczeniach swoich użył Godlewski jaj następujących zwierząt: *Arbacia*, *Sphaerechinus*, *Strongylocentrotus*. Jaja wymienionych istot pod wpływem nasienia *Chaetopterus* wykazywały zmiany nieco później niż pod wpływem nasienia swego typu. Cytoliza jaj następowała powoli. W niektórych porcjach jeszcze po 20 godzinach jaja wyglądały normalnie. W ostatecznym wyniku okazało się, że zaplemnienie jaj jeżowca nasieniem *Chaetopterus* nie jest wystarczającym bodźcem do ich rozwoju. Krótka ekspozycja niezaplodnionych jaj jeżowców w hipertonicznej wodzie morskiej nie pobudziła ich do rozwoju. Natomiast kombinacja naplemnienia jaj jeżowców nasieniem *Chaetopterus* z krótką ekspozycją w wodzie morskiej miała ten skutek, że jaja w rozwoju swoim osiągnęły stadium pluteusa. Mikroskopowe badania stwierdziły, że spermatozoon *Chaetopterus* wnika do jaja jeżowców i że jądra komórek płciowych kopulują ze sobą. W tym wypadku zatem Godlewski po raz pierwszy stwierdził heterogoniczne zapłodnienie. Okazało się w ciągu dalszych studjów, że jaja *Sphaerechluus*, zapłodnione nasieniem *Chaetopterus*, chromatynę odmiennej klasy zwierząt podczas swego rozwoju eliminują, czyli ze względu na aparat jądrowy rozwijają się partenogenetycznie, czyli larwy otrzymują aparat jądrowy po matce. W tych doświadczeniach pobudka rozwojowa jest bardzo charakterystyczna. Zapłodnienie daje pierwszy impuls do rozwoju, ale nie wystarczający do podtrzymania tego procesu. Pobudka ta musi skombinować się z inną, tkwiącą w hipertonicznym medjum. To ostatnie przy krótkiej ekspozycji nie jest znowu wystarczającym, by wywołać partenogenezę. W tym wypadku zatem podnieta musi być uważana jako kombinacja zapłodnienia skrzyżowanego i partenogenezy.

W odniesieniu do doświadczeń nad nasieniem *Dentalium* i jajami jeżowców okazało się, że nasienie *Dentalium* daje również podniętę do objawów partenogenetycznych. Męska bowiem chromatyna już w I mitozie z brózdkiującego się jaja bywa wyeliminowaną i wyrzuconą na periferję jaja, przyczem ta część jaja

ulega autotomji. Jaja zapłodnione nasieniem *Dentalium* nie traktowane hipertonicznym płynem ulegają cytolitycznej degeneracji. Z doświadczeń Godlewskiego okazało się zatem, że ani zapłodnienie ani krótko trwające działanie hipertonicznego płynu nie wystarczają do rozwoju jaj. Dopiero kombinacja obu tych czynników stwarza wystarczającą podniechę, a to w tym sensie, że spermatozoon wywołuje cytolizę a działanie hipertonicznych, płynów powoduje regulacje, jakie występują w organizacji jaja. Fakt, że przy zapładnianiu skrzyżowanym jajo dzieli się w ten sposób, iż z aparatu jądrowego bywa wyeliminowana chromatyna plemnika, mógłby orzekać, że substancje dziedziczne miałyby charakter czysto matczynej i że są zawarte tylko w jądrze. W sprawie determinacji znamion dziedzicznych Godlewski zajmuje stanowisko trwałe, mianowicie, — na obraz znamion dziedzicznych wpływają w równym stopniu obie części komórki.

Chcąc zbadać antagonizm działania nasienia rozmaitych klas zwierzęcych działał Godlewski na jaja jeżowca *Sphaerechinus* mieszaniną równej ilości nasienia *Chaetopterus* i *Sphaerechinus*. Okazało się, że zaplemniane w ten sposób jaja nie wytwarzały błonki. To samo zrobił z jajami *Sphaerechinus* i *Strongylocentrotus*, używając mieszaniny ich gatunkowego nasienia z *Dentalium*. Wynik był analogiczny. Dla lepszego wglądu w przyczynę tego zjawiska wlewał do nasienia nieco krwi różnoklasowego zwierzęcia. Na zasadzie tych doświadczeń doszedł Godlewski do wniosku, że nasienie *Dentalium* względnie *Chaetopterus* hamuje działanie nasienia jeżowców na równogatunkowe jaja. Doświadczenia te wykazują, że antagonistyczne działania plemników gatunków systematycznie daleko od siebie oddalonych przebiegają analogicznie ze zjawiskami, stwierdzonymi na polu serologii. Tem samym, Godlewski wskazał jeszcze jedno pole dla przyszłych badań biologicznych. Doświadczenia Godlewskiego w zakresie heterogenicznego zapładniania nie tylko usiłują wysświetlić zagadnienie formujących bodźców rozwojowych ale również wnikają głęboko w treść zjawiska dziedziczenia, dając możność porównywania zarodków czystej kultury z bastardami.

Fakt, wykazany przez Godlewskiego (r. 1904), że drogą eksperymentalną można otrzymać mieszańce jeżowca i liliowca, oraz że bezjądrowe ułamki jaj jeżowca można zapłodnić plemnikami liliowca — jest rezultatem o pierwszorzędnej doniosłości

naukowej. Każdy, kto w przyszłości z tem zagadnieniami łamać się zechce, musi przedewszystkiem sięgnąć po informacje do prac naszego badacza. W tej sprawie jest on bezsprzecznie autorytetem, powołanym do napisania metodycznego podręcznika heterogenicznej bastardacji. Było zatem rzeczą oczywistą, że w słynnym podręczniku metod biologicznych (Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden), wydawanym przez A b d e r h a l d e n'a, nikt inny tylko G o d l e w s k i mógł opracować ustęp p. t. «die Methodik der heterogenen Bastardierung».

W zakres zagadnienia bodźców rozwojowych należy również zagadnienie relacji jądra do plazmy. Już B o v e r i był wyznawcą tezy o pewnej proporcji między wielkością komórki a wielkością jądra. W tym kierunku później podjęte badania zdają się przemawiać za tem, że stosunek jądra do plazmy w organizmie rozwiniętym dla danego gatunku jest ściśle określony. Zkolei atoli nasuwało się pytanie, czy stosunek ten tak pod względem ilościowym jak też i jakościowym w ciągu rozwoju zarodka, od utworzenia się jaja aż do stadium wielokomórkowego, nie ulega pewnym stałym wahaniom. Poza tem w zagadnieniu I/P tkwi i drugie pytanie: czy, analizując stosunek jądra do plazmy, nie wnikiemy głębiej w znajomość czynników dziedziczności, które niekiedy muszą mieć swe materialne odpowiedniki w terytorjum, określonem jako jądro, ale w pewnych okresach rozwoju komórki mogą się mieścić w terytorjum plazmatycznym.

Widzimy z tego, że zagadnienie I/P jest o znaczeniu zasadniczem. W Polsce rozpatrywane ono jest w ośrodku Krakowskim przez E. G o d l e w s k i e g o i jego współpracowników. Już w studiach swoich nad plazmą i substancją jądrową jaj jeźowców, normalnie i w zmienionych warunkach się rozwijających (1908), wykazał G o d l e w s k i, że podczas procesu brózdowania dadzą się wyróżnić dwa różne okresy. W pierwszym — od 2—64 blastomeronów — ujawnia się wyraźna produkcja substancji jądrowej. W okresie drugim — od 64 blastomeronów do blastuli substancja jądrowa już się nie zwiększa, zato następuje ustalenie stosunku masy chromatynowej do ogólnej masy plazmy. Od stadium blastuli jednak znowu ten stosunek wypada na korzyść substancji jądrowej. Wynika stąd, że na różnych stopniach rozwoju nie tylko ilość ale i jakość substancji jądrowej byłaby różną. O tem również świadczą badania G o d l e w s k i e g o nad regeneracją ogona

larw salamandry oraz dorosłych traszek (1910), które wykazały dwa różne procesy; pierwszy cechujący się znacznym przyrostem substancji plazmatycznej i drugi — zwiększaniem się substancji jądrowej, a więc okres przemiany jednej substancji w drugą. Zkolei podejmuje Godlewski badania nad pytaniem, jaki jest stosunek plazmy do substancji jądrowej w jajach przed ich dojrzewaniem a po ich dojrzewaniu (1918). Przedmiotem badań były jaja *Echinus microtuberculatus* i *Asterias glacialis*. Z pomiarów Godlewskiego wynikało, że podczas dojrzewania jaja masa plazmatyczna wzrasta a masa jądrowa ulega znacznemu zmniejszeniu. Ten fakt wyjaśniają następujące momenty: 1) wydzielanie ciałek kierunkowych, 2) wyeliminowanie pewnych składowych jądra do protoplazmy, 3) zmiana osmotycznych stosunków w jądrze. W okresie bródkowania się jaja poczyna objętość substancji jądrowej wzrastać, początkowo szybko, później powolniej. W stadium 120 komórkowym kwantum substancji jądrowej jest już takie, jakie daje się stwierdzić w stadium 1200. W zarodkach blastularnych ilość substancji jądrowej odpowiada mniej więcej masie jądrowej jaja niedojrzałego. Masa ta jednak rozdzieloną jest już na wiele jąder, wskutek tego płaszczyzna zetknięcia się masy jądrowej z plazmą stała się o wiele większą. Ten fakt, że w stadium blastuli ilość substancji jądrowej odpowiada ilości ze stadium niedojrzałego jaja — wobec tego, że w okresie dojrzewania masa jądrowa jest mniejsza, świadczy, że rozwijający się zarodek pobiera materiał jądrowy z protoplazmy. W stadium gastruli substancja jądrowa wzrasta już kosztem utworzonych przez syntezę nowych materiałów. W zagadnieniu lokalizacji znamion dziedzicznych wyniki Godlewskiego mają pierwszorzędą wartość, wykazują bowiem, że w zjawisku dziedziczenia niewątpliwie duże znaczenie ma i protoplazma.

Stosunkiem I/P zajmowała się również u nas Burówna (1912), przy okazji swych doświadczeń nad wpływem temperatury 0° C na jaja jeżowców. Temu samemu zagadnieniu poświęciła również Burówna piękny, referujący artykuł w Kosmosie z r. 1910.

Pewnym przyczynkiem do tej kwestji są pomiary Mayerówny (1922) nad stosunkiem jądra do plazmy w komórkach gruczolę tarczycowego larw żabich.

Pod innym kątem widzenia bada stosunek jądra do protoplazmy Maziariski. Robiąc spostrzeżenia nad komórkami cewek

wątrobowych równonogów morskich, pasorzytujących na rybach, stwierdził on (1904), że jądra tych komórek nie posiadają wyraźnej osłonki i leżą luźnie w jamkach śródplazmatycznych. Jądra wysyłają do protoplazmy wypustki o rozmaitym kształcie. W protoplazmie ziarna chromatynowe mieszają się z ziarnami plazmatycznymi, dzięki czemu obie substancje wchodzą ze sobą w ścisły stosunek.

Zagadnienie zjawisk teratogenicznych.

Śledząc rozwój embrjonalny rozmaitych zwierząt, stwierdza się w wielu wypadkach, że przebiega on nieprawidłowo. Objawy te określamy jako zjawiska teratogeniczne. Nieprawidłowości w rozwoju pociągają za sobą albo śmierć zarodka albo powodują wykształcenie się postaci potwornościowych, jakie nierzadko wśród istot żyjących widzimy. Oczywiście owe teratogeniczne formy nie mają wielkich szans do dłuższego bytowania i wcześniej lub później zamierają. Niemniej jednak fakt występowania w przyrodzie postaci potwornych zasługuje na bliższe zbadanie, przyczyny bowiem, powodujące zjawiska teratogeniczne, są bardzo rozmaite. Treścią swoją zagadnienie powstawania potworów wchodzi w zakres morfogenezy doświadczalnej. W Polsce sprawą tą naogół zajmowano się tylko przygodnie z wyjątkiem Tura, który od szeregu lat skrzętnie notuje objawy teratogeniczne, występujące przy rozwoju ptaków. Mimo to naukowa literatura polska z tego zakresu jest wcale obfitą i zgromadziła fakty, odnoszące się do najrozmaitszych grup zwierzęcych. Nie kusząc się bynajmniej o dokładny obraz wyników polskich badaczy w tej dziedzinie, zaznaczymy tylko w ogólnych zarysach pewne spostrzeżenia, zanotowane w naszym naukowym piśmiennictwie.

W grupie gąbek Wierzejski opisał anormalne pąki i anormalne igiełki szkieletowe (1912). Analiza tego faktu była dla badaczy gąbek o wielkiej wartości, bo przed ogłoszeniem pracy Wierzejskiego owe anormalne igiełki dały powód do licznych błędnych określeń systematycznych.

W grupie wirków Fuliński podał opis potwornościowych zarodków *Dendrocoelum lacteum* (1916) i porównał je z analogicznymi objawami u innych wyplawków.

Rozwój nauk

W grupie wstężniaków Kostanecki prześledził nienormalne wydalanie ciałek kierunkowych w zapłodnionych jajach *Cerebratulus* (1902) a Nusbaum i Oxner zauważyli u *Lineus* zjawisko diowogonji, t. zn. powstawanie zarodka z dwóch jaj (1913, 1914). W zarodku takim rozwijały się pewne anormalności, bardzo ciekawe ze względu na swą organizację.

Wiele przyczynków dostarczyli Polacy do znajomości potworków w grupie tchawko-dysznych (Kulczyński, Łomnicki i t. d.); z zakresu nienormalnej owogenezy mamy spostrzeżenia Zakolskiej nad *Dixippus morosus* (1917).

Stosunkowo licznie napotykanie nieprawidłowości w budowie ślimaków były przedmiotem obserwacji Poluszyńskiego. Wymieniony badacz dokładnie przestudjował anormalności w budowie aparatu płciowego u winniczka.

W grupie ryb objawy teratogeniczne opisał Nusbaum (1907), Staff (1914) i Tur. Ten ostatni potwornościowe zarodki żarłacza, wywołane działaniem radu (1913).

Anormalności i zaburzenia w rozwoju salamander były przedmiotem szczegółowych obserwacji Grochmalickiego (1909) i Kaufmanówny (1913).

Zjawiskami teratogenicznymi u ptaków zajmuje się Tur i jego współpracownicy. Bada on nie tylko anormalności naturalne, ale także sztuczne, otrzymywane pod wpływem działania radjum. Ze szczególnych wypadków zasługują na uwagę opisy platyneurji embrjonalnej, parablasteru podzarodkowego, rozwoju pola naczyniowego poza zarodkowego, blastodermy bez zarodka; bardzo ciekawe są spostrzeżenia nad rozrastaniem się pola naczyniowego u zarodków ptasich platyneurycznych i normalnych oraz nad powstawaniem nadliczbowych zawiązków rdzenia. Dalszem uzupełnieniem poprzednich studjów jest opis nowego typu potworności «enterotelia», przypadku potworności podwójnej zarodkowej kaczki i kurczęcia oraz wiele innych przyczynków. W związku z pracami Tura pozostają spostrzeżenia jego współpracowników (Librachówna 1915, Szretter 1914).

Wkońcu pozostaje wspomnieć o obserwacjach Jaworowskiego o anormalności w budowie narządu płciowego u samicy pawjana, o pracy Kostaneckiego o pewnych zboczeniach w budowie okolicy głowowej i szyjnej ciała ludzkiego, o spostrze-

zeniach Konopackiego nad zrostem przełyka u noworodka. Wiele innych prac z rozmysłu pomijamy, treścią bowiem wchodzą one już w zakres anatomji względnie patologji człowieka.

Zakończenie.

Obraz rozwoju nauk morfogenetycznych w Polsce, powyżej nakreślony, oparty jest na wynikach pracy naukowej do r. 1925 włącznie, a oparty jest tylko na pewnej ilości prac, które znalazły słabszy lub silniejszy odgłos w literaturze światowej. Tych około 500 rozpraw, będących materiałem do napisania niniejszego szkicu nie wyczerpują jednak całego naszego piśmiennictwa z zakresu morfogenezy. Jest ono o wiele większe, niestety rozprószone po zagranicznych przeważnie czasopismach.

Pisać dzieje pewnej gałęzi wiedzy przyrodniczej, w rozwoju której uczestniczą wszystkie kulturalne narody, jest rzeczą bardzo trudną. Tem trudniejszą jest sprawa, gdy dorobek naukowy jakiegoś narodu chce się przedstawić na tle międzynarodowego współzawodnictwa. Przy kreśleniu bowiem takiego obrazu można łatwo popaść w dwie skrajności — niedocenyenia dorobku własnego narodu albo przejawskrawienia.

Wyników pracy naukowej Polaków przeceniać nie chcę, zaznaczyć atoli muszę, że dorobkiem tym chlubić się możemy i to nie ze względu na ostateczny bilans naszego wysiłku naukowego ile na warunki, w jakich badacze nasi pracować musieli. Najbujniejszy rozkwit nauk morfologicznych przypada na drugą połowę wieku XIX i początek wieku XX. Na całym obszarze ziem polskich mieliśmy tylko dwa ogniska pracowniane: Uniwersytet Jagielloński i Jana Kazimierza, nie bogate w środki, szczupłe ze względu na miejsce. Poza tem społeczeństwo ubogie, stroskane i zmęczone ustawiczną walką o byt narodowy i indywidualny. Jak odmienne warunki miały w tym okresie inne kulturalne narody! A jednak, mimo te nieprzyjazne okoliczności, potrafiliśmy zrobić bardzo wiele i to wiele pod względem jakościowym. Ten fakt podkreślić należy, bo on mówi, że w warunkach lepszych potrafimy dorzucić i dorzucimy napewno do ogólnego skarbcia nauki plon o wiele obfitszy, niż w okresie naszej politycznej niewoli.

Przeglądając polski dorobek z zakresu morfogenezy, stwierdza się, że materiałem do badań przeważnie były formy krajowe. Obserwacji nad rozwojem form morskich jest stosunkowo mało. Fakt ten tłumaczy się tem, że bardzo nieliczna ilość badaczy naszych mogła korzystać z urządzeń stacyj nadmorskich. Jak wiadomo, dotychczas ilość miejsc w tych stacjach dla Polaków jest ograniczona a poza tem fundusze, wspierające badania naszych biologów w okresie rządów zaborczych, były nie wystarczające. Stąd też w opracowaniu zjawisk morfogenetycznych zwierząt morskich udział Polaków jest nieznaczny, nazwisko polskiego badacza rzadkie. W tych atoli grupach, które naszym badaczom w kraju były dostępne, rezultaty polskiego wysiłku są liczne i duże.



