

F. SCHRADER

Trzy ćwierćwiecza cytologii*)

Jest zawsze rzeczą trudną porównać uczciwie różne okresy rozwojowe jakiegokolwiek gałęzi nauki. Często się zdarza, że pionierzy odkrywający dziewicze puszcze obdarzeni są innymi zdolnościami niż ci, którzy przychodzą po nich i rozbudowują dawno odkryte tereny. Mimo to większość badaczy myśli o pewnych okresach w dziejach nauki jak o pełnych świetności, o innych — jako początku upadku i tak dalej. Taki podział na okresy jest łatwy do przeprowadzenia w cytologii, ale także tu, jak i gdzie indziej, można mieć różne zapatrywania na wartość tych okresów.

Historię cytologii najłatwiej jest podzielić na ćwierćwiecza. Każdy biolog zna dobrze pierwsze z tych 25-leci, które zaczęło się około 1875 r, a skończyło w 1900 r. Był to okres wielkich odkryć i wielkich oczekiwań, okres na zawsze połączony z nazwiskami Strassburgera, van Benedena, dwóch braci Hertwigów, Boveri'ego i wielu innych, którzy pierwsi rozpoznali podział mitotyczny, zapłodnienie, chromozomy, chondriozomy, tworzenie się gamet i dali początek embriologii. Był to okres pełen emocji, brzemienno przekonaniem, że znajdujemy się tuż na progu odkrycia tajemnic życia i jego procesów, a także był to okres nieprzyjemnych kłótni na temat praw pierwszeństwa i etyki zawodowej. W każdym razie nie było wtedy żadnej wątpliwości, że cytologia stanowiła zupełnie samodzielną gałąź nauki, była jakby awangardą całego postępu w naukach biologicznych.

*) Przekład artykułu opublikowanego w czasopiśmie „Science“, nr 107, 1948 r.

W drugim ćwierćwieczu mimo, że dalsze badania nad mitozą, zapłodnieniem, partenogenezą i embriologią nie ustawały, zaczęto wątpić powoli w rychłe uzyskanie odpowiedzi na wszystkie nasze ważne pytania. Najważniejszym wypadkiem między r. 1900 a 1925 było zbliżenie cytologii do genetyki. Te dwie gałęzie nauki zaczęły się rozwijać prawie jednocześnie, jeśli chodzi o ich prace nad dziedzicznością, bo wraz z powtórnym odkryciem praw Mendla na początku dwudziestego stulecia, Sutton i Boveri wykazali, że prawa Mendla są w ścisłym związku z zachowaniem się chromozomów. Uznanie tego związku nie przyszło naukowcom łatwo. Dopiero po ustaleniu związku między chromozomami płciowymi i determinacją płci przez McClunga, Wilsona i Stevensa, po przekonywających dowodach dostarczonych w doświadczeniach Bridgesa o non-dyzjunkcji i po wykazaniu przypadkowości w łączeniu się chromozomów przez Carothersa, biolog przestał się dłużej opierać tym przytłaczającym dowodom. Lata te odznaczały się najściślejszą współpracą między cytologią a genetyką, jak to często zaznaczano. Pod koniec jednak tego ćwierćwiecza okazało się jasne dla śledzących rozwój tych nauk, że cytolog nie nadążał za niezwykle szybkim postępem swego współpracownika.

Temu pozostaniu się w tyle cytologa warto się przyjrzeć dokładnie. Trzeba przede wszystkim pamiętać, że odkrycia genetyki mogły znaleźć wystarczające wytłumaczenie w ich podstawach matematycznych. Genetyk jednak zdawał sobie sprawę, że cytologia bardzo często mogła go naprowadzić na nowe odkrycia, a i jego argumenty stawały się o wiele silniejsze, gdy mógł powiedzieć wątpięcym: „Nie może być najmniejszych wątpliwości co do wartości moich wniosków. Możecie przecież zobaczyć pod mikroskopem pracę całego mechanizmu dziedziczenia”. Co więcej, zdarzały się wypadki, że sama analiza genetyczna nie dawała ostatecznej odpowiedzi i wtedy trzeba było apelować do cytologa z prośbą o pomoc. Chcąc nie chcąc cytolog zaczął odgrywać drugorzędną rolę pomocnika i w tej roli musiał często dostarczać dowodów, które by mogły wszystkie zarzuty zetrzeć w proch (przypomnijmy sobie cytologiczny dowód Bridgesa o non-dyzjunkcji). Najważniejszą zaletą osiągnięć cytologicznych była ich materialna nieomylność i ta ogromna odpowiedzialność zawisła nad cytologiem. Stawał się on coraz ostrożniejszy, zabezpieczał się podwójnie przed każdym swoim następnym krokiem, a te ciągłe wahania przed zaciągnięciem nowych zobowiązań zrobiły z niego wyznawcę Ruskina: „W nauce nie mów, gdy nie wiesz na pewno”.

Ta postawa pełna ostrożności kazała mu też przyjąć z otwartym sercem radę Batesona, że „należy cenić wyjątki jako największy skarb”. Li-

czył się przecież z tym, że wszystkie te wyjątkowe przypadki stanowiły krzyżową próbę uogólnień, które sam robił. Gdy cytolog nie potrafił wytłumaczyć któregoś z tych wyjątkowych przypadków, wtedy pisał artykuł do jednego z naukowych czasopism i składał tam swoje wątpliwości w podobny sposób jak to się często robi z wartościowymi ale na razie bezużytecznymi przedmiotami, przechowując je na strychu. W końcu to krytyczne nastawienie stało się w nim tak silne, że każde nowe odkrycie albo pomysł współpracowników był poddawany najskrupulatniejszym badaniom. Naturalnie wszelki postęp był hamowany, z drugiej jednak strony w ten sposób zakładano podstawy do nowych przyszłych badań. Trzeba jednak przyznać, że genetykowi na razie na nic się to nie przydawało. Zaczął też powoli tracić cytolog dla genetyka swoją wartość odkrywcy nowych dróg, a nabierał coraz bardziej wyglądu niewiernego Tomasza, który nie wiele robił dla poparcia sprawy.

Najłatwiej to zilustrować na przykładzie „crossing-over”. Dla genetyka było zupełnie jasne, że jakaś wymiana może zachodzić pomiędzy homologicznymi chromozomami i Jansen wykazał, że chiazmy w chromozomach przedstawiają optyczny dowód na istnienie tego procesu. Trzeba przyznać, że cytolog nie uważał dowodu Jansena za ostateczny, ale z drugiej strony nie umiał wystąpić z niczym lepszym w tej tak ważnej sprawie. Dopiero w dwadzieścia parę lat później Stern, Creighton i McClintock dostarczyli tego tak potrzebnego dla genetyka dowodu. Podczas tych wszystkich lat cytolog siedział na brzeżku krzesła i tylko kiwał głową.

Przy końcu tego drugiego 25-lecia w 1925 r. ukazała się ważna praca Wilsona o komórce. Książka ta przedstawia trafnie sytuację panującą wtedy w cytologii. Postęp w wielu jej gałęziach był duży, z drugiej jednak strony nagromadziło się wiele zasadniczych pytań, na które nie umiano dać odpowiedzi, jak również wielka ilość faktów, które nie miały żadnego zastosowania. Faktów tych było tak dużo, że, jak często słusznie mówiono, Wilson był pewnie ostatnim człowiekiem, zdolnym do objęcia ich wszystkich.

Początek trzeciego ćwierćwiecza zaznacza się prawie tak samo ostro jak i koniec drugiego. Tym, który wprowadził nas w ten okres, był Belling, a jego sława opiera się na pokazaniu wartości nadliczbowych chromozomów przy analizowaniu zjawisk meiotycznych. Jego niezwykle zręczne wyjaśnienie zachowania się chromozomów (Blakeslee dostarczył tu tła genetycznego) otworzyły nowe drogi, których znaczenie do tej pory zupełnie było niedoceniane. Naturalnie i Wilson i Bridges mieli do czynienia z organizmami heteroploidalnymi, ale nie zajmowali się badaniem

mechaniki zachowania się chromozomów. W doświadczeniach heteroploidalność przedstawia jedyną w swoim rodzaju dodatnią stronę, bo zwykle nie oddziaływa ujemnie na procesy życiowe w komórce, jak to prawie zawsze zachodzi przy wkraczaniu z igłą albo odczynnikami fizyko-chemicznymi. Słusznie Bleier zauważył: „prawdopodobnie nie ma bardziej niewinnej i eleganckiej metody wkroczenia do jądra”. W uznaniu eksperymentalnej wartości heteroploidalności i poliploidalności przez Bellinga leży zawiązek całego postępu zrobionego w ostatnich latach.

Jednakże niewielu cytologów, a jeszcze mniej genetyków zdało sobie sprawę natychmiast ze znaczenia odkrycia Bellinga. W swojej pracy Belling trzymał się ściśle tradycyjnych zasad cytologicznych, co znaczyło, że jego postępy były bardzo ostrożne i co za tym idzie powolne. Nie było żadnych widoków na to, że zechce się on zająć całą masą nagromadzonych faktów cytologicznych i pozwoli z nich korzystać genetykowi czy też ogólnie niecytologom. Możliwe, gdyby rozporządzał on dostatecznym czasem, udałoby mu się to zrobić, niestety jego przedwczesna śmierć w 1933 r. zakończyła jego działalność.

W 1929 r. ukazały się dwie wspólne publikacje o heteroploidalności u niektórych roślin Newtona i Darlingtona. One to ogłosiły nadejście nowego kierunku w cytologii — kierunku, na który tak bardzo czekali genetycy. Ponieważ Newton umarł przed ukazaniem się tych artykułów, Darlington jest głównie odpowiedzialny za uogólnienia i za rozwój „Nowej cytologii”. Miało to swój pierwszy ogólny wyraz w jego książce „Ostatnie zdobycze w cytologii” wydanej w 1932 r.

Rzadko zdarza się, że jeden człowiek wyrzuci może tak wielki wpływ na ustalone, stare gałęzie nauki, jak to zrobił Darlington w cytologii i genetyce. Pod siłą jego ataku nieruchoma i niestrawiona masa faktów cytologicznych zaczęła się rozpuszczać i układać ponownie jako łatwy w użyciu system. Obserwując tę zmianę, genetyk zdobył nowe poczucie władzy i ponownie zaczął patrzeć na cytologię jako pomoc w swoich badaniach i coś, w czym sam mógł pracować. Ta zmiana w postawie genetyków ujawniła się w różny sposób. Prawie wszyscy młodszy genetycy zaczęli stosować metody cytologiczne obok tradycyjnych metod genetycznych, a nawet i starsi genetycy często zaczęli się do nich uciekać. Krótko mówiąc, ci genetycy stali się cytogenetykami. Na ogół biorąc, taki genetyk od 80 do 90 procent był ciągle genetykiem, ale w pozostałej części — cytologiem i zabierał się do swoich problemów z nową energią i odwagą, której tak mu było brak od pewnego czasu. Ta zmiana ujawniała się w różny sposób. W czasie zjazdu w grudniu 1929 r. Amerykańskiego

Stowarzyszenia Genetyków, pięć z 39 prac (to jest 13 procent) przedstawionych zajmowały się zagadnieniami cytologicznymi. W 1940 r. to jest 11 lat później, ilość prac w których używano metod cytologicznych wzrosła do 52 procent. Innymi słowy, w ciągu tej tak pełnej znaczenia dekady procent tego rodzaju prac wzrósł czterokrotnie, a zupełnie pewnie można stwierdzić, że autorzy wielu z pozostałych prac posługiwali się rozumowaniem cytologicznym przynajmniej do pewnego stopnia, jeśli nawet nie używali złożonego mikroskopu przy rozwiązywaniu swoich problemów. Jak się stało, że Darlington — bo on właśnie wywarł przemożny wpływ na tę zmianę — mógł tego dokonać?

Aby to zrozumieć, trzeba sobie uprzytomnić, że zmiana ta wywołana została nie tylko przez wytworzenie nowych i łatwych w użyciu metod rozumowania, ale także raczej przez fundamentalne przemiany w światopoglądzie naukowym. Jeśli się to napisze na papierze, zmiany te nie wydają się tak drastyczne, ale trzeba pamiętać, że naruszyły one podstawy gałęzi nauki o wielkiej tradycji i dużym znaczeniu historycznym. Darlington, który z rzadką wnikliwością przeprowadził analizę potrzeb genetyka i trudności cytologa, powiedział w rzeczywistości: „Przetnijmy ten węzeł gordyjski i zmniejszmy tę masę informacji cytologicznych do tego, co jest istotne pamiętając ciągle o podstawowych wnioskach, osiągniętych przez genetykę. Możemy na razie zignorować resztę, bo to, co wydaje nam się sprzeczne, zajmie należne sobie miejsce w linii z innymi, chociaż trochę później. I w przeciwieństwie do Ruskina nie obawiamy się ujawnienia nowych hipotez”. Przez to odplewienie materiału godnego uwagi Darlington doszedł do kilku zasadniczych uogólnień, prostych, prawie że do naiwności, ale za to bardzo pożytecznych niemal we wszystkich zagadnieniach genetycznych.

Pierwszym i najbardziej zasadniczym z tych uogólnień jest to, że w pewnym momencie meiotycznej profazy homologiczne chromozomy przyciągają się wzajemnie w pary i tylko w pary. Jeśli jakaś inna albo trzecia homologiczna część chromozomu znajduje się w jądrze, nie będzie ona przyciągana do miejsca, gdzie taki układ w pary już zaszedł, a przeciwnie zostanie ona odepchnięta. Reguła ta stosuje się nie tylko do chromozomów całych, ale też do ich podłużnie podzielonych połówek. Tak więc, jeśli chromozom jest już podzielony (to znaczy składa się z dwóch chromatyd), potrzeba układania się w pary jest nasycona i żaden inny homolog nie jest już przyciągany.

Trzeba dodać, że nie było to nic nowego, na przykład Wilson i Morgan zastanawiali się nad prawami synapsis na wiele już lat przed tym. Nie

brali oni jednak pod uwagę różnych możliwości w kombinacjach liczbowych, a zwłaszcza okoliczność, co by się stało w wypadku, gdyby trzeci taki homolog istniał w jądrze, nie była przez nich uwzględniana.

Druga reguła jest prawie tak samo zasadnicza. Według Darlingtona po połączeniu się pojedynczych, homologicznych chromozomów w pary, każdy z nich dzieli się wzdłuż. W tym to czasie może zajść wymiana pomiędzy dwoma z czterech powstałych w ten sposób chromatyd. Cztery chromatydy mają tendencję do odpychania się jednej pary od drugiej, ale jeśli taka wymiana miała miejsce między chromatydami dwóch różnych chromozomów, to most albo chiazma zapobiegnie ich rozłączeniu. Chiazmy są więc optycznym dowodem jednego z najważniejszych procesów w ewolucyjnej i meiotycznej mechanice, a obecność krzyży, pierścieni i podobnych im konfiguracji, w których cztery chromatydy biorą udział, jest dostatecznym dowodem, że ten tak ważny proces — to jest crossing over — rzeczywiście zaszedł.

Sposób przedstawienia tych dwóch zasadniczych reguł przez Darlingtona i zastosowanie ich w rozwiązaniu tylu zadawnionych wątpliwości cytologicznych był zawsze bardzo pomysłowy, a czasem nawet wybitny. Tak więc czynniki, które wywołują meiozę, mechanikę mitozy, struktury i znaczenie kinetochory (miejsca przyczepu w chromozomie) i wiele innych zagadnień zostały wyjaśnione na podstawie tych fundamentalnych uogólnień. Prawdę mówiąc, nie znalazło się pytanie, które by nie dostało zadowalającej odpowiedzi, a odpowiedzi te były dawane z wielką pewnością siebie i autorytetem.

Genetycy przyjęli pomoc ofiarowaną im przez „nową cytologię” z odpowiednią wdzięcznością. Odbiło się to bardzo wyraźnie na podręcznikach, które były wydane po 1932 r. Bez wyjątku wszystkie te podręczniki uważają prawidła Darlingtona za składową część nauki i rzadko się zdarza, że przyjęcie wniosków wynikających z nich spotyka się z najmniejszym nawet powątpiewaniem. Tak przedstawia się ogólnie postawa cytogenetyków i genetyków i nie można mieć żadnych wątpliwości, jak to już zresztą przedtem powiedziałem, że rezultat tej teorii był bardzo owocny.

Nie znaczy to jednak, że nie było pewnych wyjątków wśród cytologów, którzy nie chwycili się tak bezkrytycznie za te pełne pokusy narzędzia pracy lub też nie zdradzali pewnego powątpiewania w prawdy, stanowiące podstawy tych teorii; nie wolno zapominać nam o McClintocku. Była też pewna grupa cytologów, którzy wierni swoim zasadniczym, a jeśli można powiedzieć — starodawnym zasadom, nie przyjęli tych

uogólnień „nowej cytologii” całym sercem. Jak można się było spodziewać, nie zgadzali się oni po pierwsze z tym, że przy wyborze danych, popierających każde z uogólnień, wiele wartościowych informacji było zupełnie ignorowanych, ponieważ były w sprzeczności z postawioną hipotezą. Ostatnia publikacja Bellinga z r. 1933 zawiera 25 stronic zarzutów przeciwko różnym wnioskom, wyciągniętym z książki Darlingtona, a i krytyczne uwagi wielu innych cytologów wyrażają podobne niezadowolenie nawet przy jednoczesnym podziwieniu dla śmiałości i błyskotliwości jego rozumowania.

Te zarzuty nie zmniejszyły się w latach następujących po roku 1932 przynajmniej, jeśli chodzi o cytologów. W tych wypadkach, kiedy te zarzuty są faktyczne, nie można ich ignorować i pozwolę sobie tutaj nakreślić dwa z nich, ponieważ one to dotyczą samej podstawy całej struktury cytogenetycznej.

1) Zwróciłem już uprzednio uwagę na najgłówniejszą z tych reguł, tę właśnie, na której w ten czy inny sposób opierają się wszystkie inne, a mianowicie: podzielony i nie podzielony stan chromozomów określa ich zachowanie się w stosunku do homologicznych chromozomów również znajdujących się w jądrze. Chociaż tego rodzaju uogólnienie wyjaśnia, czym są te kierujące chromozomami siły, to jednak już samo istnienie zasady odnoszącej się do liczby homologów jest bardzo ważne. Odkładając na bok jej bezpośrednie zastosowanie w rozumowaniu genetycznym widzimy w niej kierunek, w którym ostateczny atak na to, tak ważne zagadnienie w mechanizmie komórkowych powinien nastąpić.

Na nieszczęście jednak obecnie prawie wszyscy cytologowie, z wyjątkiem Darlingtona i jego szkoły, są przekonani, że wszystkie odkrycia prowadzące do ustalenia tej zasady są błędne. Każdy chromozom jest już podzielony w telofazie — to znaczy składa się już wtedy z dwóch chromatyd, a są nawet dowody na to, że każda chromatyda jest podzielona na dwie połówki. Krótko mówiąc, jeśli nie następuje jakieś tajemnicze zrośnięcie się w czasie synapsis, mamy do czynienia z chromozomami podzielonymi na dwie, a nawet cztery części zamiast pojedynczych, nie podzielonych. Proponowano uratowanie sytuacji przyjmując takie chromozomy za „fizjologicznie pojedyncze”. Możliwe, że jest to zupełnie dobre wyjaśnienie prawdziwej sytuacji, nie można jednak ukryć faktu, że liczbowe uogólnienie tak pomocne do ostatecznego rozwiązania tego zagadnienia, zostało całkowicie stracone. Pojedynczość chromozomów nie jest przyczyną łączenia się dwóch homologów, a jak to stwierdza Huskins, „najważniejszym zagadnieniem jest teraz nie to, na ile części jest

chromozom podzielony, ale jak się to dzieje, że zachowuje się on jako jednostka podwójna przy dziedziczeniu”.

2) Drugie uogólnienie, tylko trochę mniej ważne niż pierwsze, że chiazmy przedstawiają miejsca wymiany między dwoma chromozomami i że zapobiegają one rozejściu się chromozomów nawet wtedy, gdy są podzielone, ciągle jeszcze ma znaczenie. Jednak dla cytologa bardzo ważne jest istnienie innych jeszcze sił, które trzeba brać pod uwagę przy tworzeniu się tetrad, począwszy od końcowego, somatycznego przyciągania się heterochromatyny, kollochorów i innych dotąd jeszcze nie wyjaśnionych mechanizmów. Prawdę mówiąc, w wielu wypadkach te alternatywne mechanizmy zupełnie zastąpiły chiazmy, których wobec tego nie można dłużej uważać za warunek *sine qua non* przy tworzeniu się tetrad. Nawet sam Darlington przyznaje teraz istnienie kilku z tych dodatkowych czynników, chociaż jego współpracownicy nie zawsze wstępowali w jego ślady, a identyfikacja chiazm nie zawsze jest traktowana przez cytologów poważnie.

Krytyka tych dwóch zasadniczych uogólnień, naturalnie, dotyczy też i mniej ważnych. Wystarczy powiedzieć tu, że w dużej części podstawy, na których opiera się nowoczesna cytologia, muszą być zrewidowane — chociaż jest rzeczą możliwą, że nastąpi to bez zniszczenia całkowicie tej budowli, którą cytogenetyk wznosił na niej. Należy też zaznaczyć, że praca cytologa przy badaniu tych fundamentów była bardzo niewdzięczna, podobna do roli człowieka, który pakuje kołek w szprychy ładnie toczącego się wozu. Co więcej, sam on musiał przyznać, że nagromadzenie przez niego niewytłumaczonych faktów przyczyniało się do hamowania postępu w nauce, a sformułowanie prostych uogólnień dało przynajmniej cel do strzałów w nowym kierunku. Cytologowie uskarżają się, że cytogenetycy sami nigdy nie mogli zdobyć się na ten strzał i właściwie nie można ich za to winić poważnie. Byli i tak bardzo zapracowani, a wiadomo, ile można zrobić w dzień. Nie żądamy jednak za wiele spodziewając się, że sami uznają za konieczne sprawdzenie reguł, które zostały ułożone i nie będą mieli tego za złe cytologowi, którego głównym przedmiotem zainteresowań są przecież badania nad budową i życiem komórki. Cytogenetyk, obawiam się, nie zawsze zdawał sobie sprawę, że kiedy cytolog jest niedokładny w swoich badaniach, to oba kierunki nauk ucierpią w końcu przez zmniejszenie albo przez całkowite zmarnowanie wysiłku. Postaram się to zilustrować na przykładzie.

Chromozomy w komórkach gruczołów śliniankowych stanowią somatyczne dużych rozmiarów pary homologiczne, wyraźnie zaznaczone

poprzecznymi paskami, indywidualnie rozpoznawalnymi. Rozmieszczenie tych pasków znajduje się w korelacji z położeniem genów. Wykrycie tych ogólnych faktów przez Paintera, Heitza i Bauera dało nam jedno z najlepszych narzędzi pracy i ich zastosowanie przez badacza ewolucji otworzyło drogi do nowych postępów w tym samym kierunku badań. Ale, dziwnie to stwierdzić — w 14 lat po zdaniu sobie sprawy z wielkiej wagi odkrycia chromozomów śliniankowych — ciągle jeszcze nie znamy ich dokładnej natury i ciągle jest dla nas zagadką pochodzenie i budowa poprzecznych pasków. Nie można zaprzeczyć, że odpowiedź na to pytanie nie jest łatwa, jednakże jest rzeczą zadziwiającą, że dziesiątki, a może nawet setki pracowników naukowych używały chromozomów śliniankowych jako narzędzi swojej pracy, a nie więcej niż sześciu zajęło się naprawdę poważnie ich zasadniczym obliczem. Nasza nieznajomość rzeczy zaczyna nam teraz przeszkadzać i powstaje pytanie, dlaczego więcej pracy nie włożono w usunięcie tej przeszkody. Wydaje mi się, że odpowiedź na to pytanie powinni dać cytologowie, a liczba ich tak się ostatnio zmniejszyła, że po prostu nie ma ich dosyć, aby dokonać wszystkiego.

A oto drugi przykład. Samiec *Drosophila* nie ma crossing-over i zgodnie z korelacją między crossing-over i chiazmami, autosomalne biwalenty nie wykazują chiazm. Jednakże X i Y chromozomy łączą się w ten sposób, że tworzą się tu normalne, krzyżowo ułożone tetrazy. Ponieważ według hipotezy Darlingtona chiazmy muszą tu występować, powstaje pytanie, dlaczego analiza genetyczna nie wykazuje crossing-over? Wyjaśnienie Darlingtona jest niezwykle pomysłowe. Crossing-over występuje w chromozomach płciowych, ale odbywa się zawsze w miejscu pozbawionym genów czynnych. Co więcej, ponieważ pojedyncze skrzyżowanie wymieniłoby ramię X z ramieniem Y — co jak wiadomo nie zdarza się — zakłada on, że występuje podwójne crossing over, co znaczy, że po dwóch takich skrzyżowaniach ramiona X i Y wracają na swoje dawne miejsca. A więc to widoczne odstępstwo od zasady jest tylko, po uważnym przyjęciu się, jej wspaniałym potwierdzeniem. Ale to wyjaśnienie, jak dowiódł tego ostatnio Cooper, opiera się na trzech dowolnych przesłankach i aż ośmiu stopniach cytologicznego rozumowania, z których każde może być inaczej interpretowane. Bez wątpienia hipoteza ta jest bardzo pomysłowa, ale cytolog sprzed 25 lat nigdy by jej nie przyjął w jej obecnym stanie. „Nowa cytologia” przedstawia kierunek wybitnie różniący się od dawnego i przez 10 lat przed badaniami Coopera nikt poważnie nie kwestionował teorii Darlingtona, a przynajmniej sześciu cytogenetyków prowadziło szczegółowe badania, oparte na całkowitym przyjęciu

wszystkich założeń Darlingtona. Jeśli nie można z tego wszystkiego wyciągnąć dalej idących wniosków, to przynajmniej musimy przyznać, że strata wysiłku i pracy była z tego powodu bardzo znaczna.

Wydaje mi się, że powiedziałem dosyć o stanie cytologii po roku 1925. Był to okres panowania śmiałych uogólnień, które dały impuls wielu pracom badawczym o często wspaniałych wynikach, osiągniętych głównie przez cytogenetyków. Ale praca nad zasadniczymi problemami, do których prędzej czy później musimy przecież wszyscy wrócić, nie postępowała tak zadowalająco i względnie mała grupka cytologów, która o tym nie zapominała, nie spotykała się z wielkim uznaniem. Jak to już przedtem podkreśliłem, stało się to z powodu lekkiej pogardy, żywionej przez innych pracowników naukowych dla żmudnych i nieowocnych metod, używanych w badaniach cytologicznych lat poprzednich. Ale, pamiętając o słabych stronach nowych metod, śmiem wyrazić zdanie, że powrót do niektórych z tych zasad wywarłby bardzo zdrowy wpływ na stan naszej nauki. Jeśli swobodne i niczym nie hamowane spekulacje i hipotezy będą się mnożyć w dalszym ciągu, to zaczną one hamować nasze ruchy tak samo jak to się działo dawniej przy gromadzeniu nierozwiązanych zagadek cytologicznych. Jeśli nie stać nas na pozytywną krytykę, to musimy trzymać się choćby negatywnej i nie usuwać jej z naszego cytologicznego arsenału; brakuje nam bardzo w ostatnich 15 latach niespokojnego dopytywania się Bellinga i chłodnego analitycznego umysłu Belara. Nie możemy też lekceważyć wszystkich tych wyjątkowych wypadków, które przeszkadzają nam w naszych pięknych uogólnieniach, kiedy się na nie natykamy; pamiętamy przecież, że nawet w cytologii *Drosophili* wierzymy w wiele faktów niezgodnych z prawdą.

Nie jest więc wielkim ryzykiem przepowiedzieć, że rok 1950 zakończy nowy okres tak samo wyraźnie jak to było w 1925 i 1900 r. Cytolog następnego ćwierćwiecza, wszystko jedno czy mu to będzie dogadzać czy nie, będzie musiał szukać swoich współpracowników w pracowniach biochemików i biofizyków — jeśli to, na co palec swój położyli tacy badacze jak Casperssen i Mirsky, jest pełne znaczenia. Co więcej, jest rzeczą oczywistą, że wobec nowych współpracowników cytolog przestanie grać tę drugorzędną rolę, którą odgrywał w przeszłości, bo cały gmach przyszłej wiedzy wyrośnie właśnie na tych fundamentach, które zbudowała cytologia.

Tłumaczyła Mgr J. Pieniążek