

WYDANIE Z ZAPOMOGI KASY POMOCY DLA OSÓB PRACUJĄCYCH  
NA POLU NAUKOWEM IMIENIA D-ra JÓZEFA MIANOWSKIEGO.

---

---

GRZEGORZ MENDEL.

BADANIA  
NAD  
MIESZAŃCAMI ROŚLIN.

Z WYDANIA E. v. TSCHERMAKA PRZEŁOŻYŁA

W. WOLSKA.



WARSZAWA.

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI GEBETHNERA I WOLFFA.

1915.

Cena 50 kop.

13-2  
14-30  
13-30

WYDANIE Z ZAPOMOGI KASY POMOCY DLA OSÓB PRACUJĄCYCH  
NA POLU NAUKOWEM IMIENIA D-ra JÓZEFA MIANOWSKIEGO.

---

---

GRZEGORZ MENDEL.

BADANIA  
NAD  
MIESZAŃCAMI ROŚLIN.

Z WYDANIA E. v. TSCHERMAKA PRZEŁOŻYŁA

W. WOLSKA.



WARSZAWA.

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI GEBETHNERA I WOLFFA.

1915.

86329

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA  
im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku



FUW0124269

Дозволено Военной Цензурой.  
Варшава, 19 Февраля 1915 г.



259080

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego w Warszawie.

0/108/01



GRZEGORZ MENDEL.

## PRZEDMOWA TŁUMACZA.

Powierzone mi przez Sekcję genetyczną Tow. Miłośników Przyrody tłumaczenie pracy Mendla wykonałam z 2-go nakładu nowego wydania referatów Mendla, zamieszczonego w klasykach nauk ścisłych Ostwald'a. Lipsk 1911 r.

Ciekawe uwagi v. Tschermak'a, oświetlające badania Mendla ze stanowiska współczesnej genetyki, przetłumaczone zostały w przypiskach niemal dosłownie.

Nowszych wydawnictw prac Mendla nie poszukiwałam, gdyż mogą to być tylko wierne przedruki oryginału. Tłumaczenie swoje dla pewności sprawdzałam z wydawnictwem rosyjskim.

Czuję się w obowiązku wyrazić najserdeczniejsze podziękowanie tym wszystkim, którzy dopomogli mi radą lub wskazówkami przy niniejszym tłumaczeniu, szczególnie zaś członkom Sekcji genetycznej Tow. Miłośników Przyrody.

Składam również wyrazy wdzięczności Sz. Komitetowi Wydawniczemu Kasy pomocy dla osób pracujących na polu naukowym imienia d-ra med. Józefa Mianowskiego za uprzejme i łaskawe przejęcie wydawnictwa na koszt Kasy.

Ze względu na nieustaloną jeszcze terminologię genetyczną, oraz nieścistość wyrażań samego Mendla, zachodziły nieraz wielkie trudności w tłumaczeniu.

Następujących słów używałam zależnie od treści w tem samem znaczeniu:

stały, ustalony, trwały, nierozszczepiający się;  
słupkowy, mateczny;  
pyłkowy, ojcowski;  
cechy, oznaki, właściwości;  
rozwój, wywołanie;  
zarodkowy, jajowy (patrz uwagę 18 Tschermaka);  
uprawa, kultura;  
postać, forma.

Aczkolwiek chętnie przyznaję, że słowa te nie są synonimami, jednakże przez Mendla używane były w tem samem znaczeniu.

*W. Wolska.*

Warszawa, w czerwcu 1914 r.

## Doświadczenia nad mieszańcami roślin

PRZEZ

**Grzegorza Mendla.**

(Przedstawione na posiedzeniach 8 lutego i 8 marca 1865 r.).

Wydrukowane w Rozprawach Związku Przyrodników w Bernie. Tom IV  
Referaty 1865. Berno 1866. Nakładem Związku. Str. 3 - 47.

### Uwagi wstępne.

Pobudką do doświadczeń, które mamy tutaj omówić, były zapłodnienia sztuczne, dokonane na roślinach ozdobnych, w celu otrzymania form nowych, odmiennie zabarwionych. Uderzająca prawidłowość, z jaką te same postaci mieszańców stale występowały, ilekroć zapłodnienie zachodziło między podobnymi gatunkami, była bodźcem do dalszych doświadczeń, w których zajęto się śledzeniem rozwoju mieszańców u ich potomstwa.

Temu zadaniu tak staranni obserwatorzy, jak Kölreuter, Gärtner, Herbert, Lecocq, Wichura i inni, poświęcili z niezmierną wytrwałością część swego życia. Gärtner mianowicie zebrał w swoim dziele: „Die Bastardzeugung im Pflanzenreiche“ (Tworzenie się mieszańców w państwie roślinnym) bardzo cenne spostrzeżenia, a w ostatnich czasach Wichura ogłosił gruntowne badania nad mieszańcami, wierzb. Każdego, kto tylko zna rozmiar zadania

i umie ocenić trudności, z jakimi tego rodzaju doświadczenia muszą walczyć, nie powinno zdziwić, że dotychczas nie udało się jeszcze ustalić ogólnego prawa powstawania i rozwoju mieszańców<sup>1)</sup>. Rozwiązanie ostateczne i decydujące może dopiero wtedy nastąpić, gdy zostaną nagromadzone *szczegółowe doświadczenia* z zakresu najróżnorodniejszych rodzin świata roślinnego. Każdy, kto przegląda prace z tej dziedziny, przekona się, że z pomiędzy licznych doświadczeń, żadne nie jest przeprowadzone w dostatecznych rozmiarach i w taki sposób, aby można było, czy to oznaczyć ilość różnych form, w jakich potomstwo mieszańców występuje, czy też uporządkować je z zupełną pewnością w poszczególnych pokoleniach i ustanowić wzajemne stosunki liczbowe. Bez wątplenia, trzeba pewnej odwagi, żeby się podjąć tak obszernej pracy; jednakże jest to, zdaje się, jedyna właściwa droga, która prowadzi w końcu do rozwiązania zagadnienia, posiadającego tak doniosłe znaczenie dla historii rozwoju form organicznych.

Praca poniższa omawia właśnie próbę takiego szczegółowego doświadczenia. Stosownie do przedmiotu, doświadczenie to ogranicza się do jednej małej grupy roślinnej i obecnie, po upływie ośmiu lat, zostało w zasadniczych punktach ukończone. Czy plan, według którego uszeregowano i przeprowadzono poszczególne doświadczenia, odpowiada postawionemu zadaniu, o tem niechaj życzliwy sąd rozstrzyga.

### Wybór roślin doświadczalnych.

Znaczenie i wartość każdego doświadczenia uwarunkowane są użytecznością oraz odpowiednim zastosowaniem środków pomocniczych. W danym przypadku nie może być również obojętny gatunek roślin, wybranych jako materiał

do badań, oraz sposób, w jaki te badania zostały przeprowadzone.

Wybór grupy roślinnej, która ma służyć do tego rodzaju doświadczeń, musi być przeprowadzony z możliwą ostrożnością, jeżeli nie chcemy z góry poddać w wątpliwość całkowitego wyniku.

Badane rośliny muszą koniecznie:

- 1) posiadać stale różniące się cechy;
- 2) mieszańce ich muszą być zabezpieczone w okresie kwitnienia od wpływu obcego pyłku, albo też powinniśmy im zapewnić łatwą ochronę;
- 3) płodność mieszańców i ich potomstwa w następnych pokoleniach nie powinna ulegać żadnym wybitniejszym zaburzeniom.

Gdyby się bowiem w ciągu doświadczeń niepostrzeżenie zdarzyło zapylenie obce, doszlibyśmy mimo woli do zupełnie błędnych wniosków. Zmniejszona płodność albo całkowita jałowość poszczególnych form, występujące wśród potomstwa wielu mieszańców, utrudniłyby bardzo doświadczenia lub zmusiły by do zupełnego ich zaprzestania. Ażeby poznać stosunki, w jakich znajdują się formy mieszańców między sobą, oraz względem przodków, trzeba koniecznie poddać obserwacji *całkowitą ilość* członów szeregu rozwojowego w każdym poszczególnym pokoleniu.

Szczególą uwagę zwrócono zaraz od początku na *strączkowe* z powodu osobliwej budowy ich kwiatu. Doświadczenia, które przeprowadzono z kilkoma przedstawicielami tej rodziny, doprowadziły do wniosku, że rodzaj *Pisum* (groch) dostatecznie odpowiada postawionym żądaniom. Niektóre zupełnie samodzielne formy z tego rodzaju posiadają stałe cechy, dające się łatwo i pewnie rozróżniać, a mieszań-

ce, otrzymane z wzajemnego krzyżowania, są w zupełności płodne. Nie może również tak łatwo zajść zapylenie obce, gdyż części płciowe są szczelnie otoczone łódeczką, a pylniki otwierają się już w paku; wskutek tego znamię zostaje zapyłone jeszcze przed zakwitnięciem. Ta okoliczność posiada wagę szczególniejszą. W szeregu zalet dalszych należy jeszcze wymienić łatwą uprawę tych roślin w polu i w doniczkach, jak również stosunkowo krótki okres wegetacji. Zapłodnienie sztuczne jest wprawdzie nieco kłopotliwe, jednak udaje się prawie zawsze. W tym celu otwiera się jeszcze niezupełnie rozwinięty pączek, usuwa się łódeczkę i wyjmuje ostrożnie przy pomocy szczypczyków każdy pręcik, poczem można znamię natychmiast pokryć obcym pyłkiem.<sup>2)</sup>

Z kilku składów nasion sprowadzono ogółem 34 mniej lub więcej różnych odmian grochu i poddano je dwuletniej próbie. U jednej odmiany zauważono pomiędzy większą ilością jednakowych roślin kilka wybitnie odróżniających się form. Nie uległy one jednak w roku następnym żadnym zmianom i zgadzały się w zupełności z innym gatunkiem grochu, sprowadzonym z tej samej firmy nasiennej; bezwątpienia więc nasiona były zamieszane tylko przypadkowo. Wszystkie inne odmiany dały potomstwo zgoła jednakowe i stałe; przynajmniej w ciągu dwóch lat próby nie można było zauważyć żadnej zasadniczej różnicy. Z pomiędzy nich wybrano 22 odmian i uprawiano je corocznie w ciągu całkowitego trwania doświadczeń, przyczem wszystkie zachowały się i nadal bez zmiany.

Systematyczne uszeregowanie materiału jest rzeczą uciążliwą i niepewną. Gdybyśmy chcieli zastosować najściślej określenie pojęcia gatunku, głoszące, że do jednego gatunku należą tylko te osobniki, które w zupełnie jednako-

wych warunkach wykazują też zupełnie jednakowe cechy, to nie możnaby z pośród nich nawet dwóch roślin do jednego gatunku zaliczyć. Tymczasem, według zdania znawców, należy większość do gatunku *Pisum sativum* (groch siewny), reszta zaś została opisana, to jako podgatunki *P. sativum*, to znowu jako samodzielne gatunki: *P. quadratum* (groch warmiński v. królewiecki), *P. saccharatum* (groch cukrowy), *P. umbellatum* (groch baldaszkowy czyli wieńcowy). Zresztą stanowisko porządkowe, jakie się im w systematyce nadaje, jest dla omawianych doświadczeń rzeczą zupełnie obojętną. Podobnie, jak nie można przeprowadzić wyraźnej granicy między gatunkami i odmianami, tak również nie udało się dotychczas określić różnicy zasadniczej między mieszańcami gatunków i odmian<sup>3)</sup>.

#### Podział i porządek doświadczeń.

Jeżeli połączymy drogą zapłodnienia dwie rośliny, różniące się jedną lub kilkoma stałymi cechami, to, jak dowiodły liczne doświadczenia, wspólne cechy obu przechodzą niezmiennie na mieszańców i ich potomstwo;<sup>4)</sup> natomiast każde dwie różne cechy łączą się w mieszańcu w nową, która ulega zwykle u potomstwa jednakowym zmianom. W doświadczeniach zatem należało zauważyć te zmiany, zachodzące dla każdego z dwu różniących się cech, i wysledzić prawa, które rządzą nimi w następnych pokoleniach. Zabiegi te rozpadają się zatem na tyleż poszczególnych doświadczeń, ile stale różniących się cech występuje u roślin badanych.

Różne postaci grochu, wybrane do zapłodnienia, wykazywały różnice w długości i barwie łodygi, w wielkości i kształcie liści, w położeniu, barwie i wielkości kwiatów, w długości szypulek, w barwie, kształcie i wielkości strąków,

w kształcie i wielkości nasion, w zabarwieniu skórki nasiennej i bielma<sup>5)</sup>). Jednakże dla części przytoczonych cech ścisły i wyraźny podział jest nie do skutecznienia, gdyż różnicę można często oznaczyć tylko mniej więcej, a i to nawet z trudem. Tego rodzaju cechy były bez pożytku dla poszczególnych doświadczeń, albowiem badania mogą się oprzeć tylko na cechach charakterystycznych, występujących u roślin wyraźnie i zdecydowanie. Wyniki doświadczeń miały w końcu pokazać, czy się wszystkie cechy po skrzyżowaniu jednakowo zachowują i czy na tej zasadzie można będzie wyrokować również i o cechach mniej charakterystycznych.

Różniące się cechy, które zostały wzięte pod uwagę w doświadczeniach, odnosiły się:

1. *Do kształtu dojrzałego nasienia.* Nasiona bywają kuliste lub okrągławe, przytem gładkie, lub z płytkimi wklęśnięciami, albo też są one nieprawidłowo kanciaste, głęboko pomarszczone (P. quadratum);

2. *Do zabarwienia bielma nasienia* (endospermu). Bielmo dojrzałych nasion zabarwione jest blado-żółto, jasno-żółto, pomarańczowo, albo posiada mniej lub więcej natężoną barwę zieloną. Różnicę barw można u nasion dokładnie rozpoznać, gdyż skórka ich prześwieca<sup>6)</sup>);

3. *Do zabarwienia skórki nasienia.* Może ona być białą zabarwioną, co pozostaje w stałym związku z białym kwieciem, albo jest szara, szaro-brunatna, brunatna z fioletowymi kropkami, wreszcie jednostajnie brunatna, przyczem zjawia się fioletowe zabarwienie żagielka, purpurowe skrzydełek i czerwone znaki na łodydze u nasady ogonka. Szare skórki nasienia czernieją podczas gotowania;

4. *Do kształtu dojrzałego strąka.* Bywa on wypukły i bez miejscowych zacieśnień, albo też jest pomiędzy nasio-

nami głęboko przewężony oraz mniej lub więcej pomarszczony (P. saccharatum).

5. *Do zabarwienia niedojrzałego strąka,* który bywa jaskrawo-żółty, lub od jasno do ciemno-zielonego koloru; wówczas łodyga, nerwy liściowe i kielich bywają podobnie zabarwione. (Jeden gatunek posiada strąki o pięknej brunatno-czerwonej barwie, przechodzącej w okresie dojrzewania w fioletową lub niebieską. Doświadczenie nad tą cechą zostało rozpoczęte dopiero w ubiegłym roku);

6. *Do rozmieszczenia kwiatów.* Są one rozłożone wzdłuż osi, albo też wierzchołkowe, t. j. skupione na końcu osi, przez co tworzą rodzaj krótkiego pozornego baldaszka; przytem górny koniec łodygi jest w przekroju poprzecznym mniej lub więcej rozszerzony (P. umbellatum);

7. *Do długości pędu.* Długość pędu jest u poszczególnych postaci bardzo różna, jednakże stanowi dla każdej cechę na tyle stałą, że u roślin zdrowych, uprawianych na jednym gruncie, ulega tylko nieznacznym zmianom. Przy doświadczeniach nad powyższą cechą łączyłem stale, ze względu na dokładne rozróżnienie, długie pędy (od 6 do 7 stóp) z krótkimi ( $\frac{3}{4}$  —  $1\frac{1}{2}$  st.).

Łączono przez zapłodnienie osobniki, różniące się w wyżej wymienionych cechach.

Dla doświadczenia 1 dokonano 60 zapłodnień na 15 roślinach

"	2	"	58	"	"	10	"
"	3	"	35	"	"	10	"
"	4	"	40	"	"	10	"
"	5	"	23	"	"	5	"
"	6	"	34	"	"	10	"
"	7	"	37	"	"	10	"

Z większej ilości roślin tego samego gatunku wybrano



do zapłodnienia tylko najsilniejsze. Słabsze okazy dają zawsze mniej pewne wyniki, albowiem już w pierwszym pokoleniu mieszańców, a jeszcze bardziej w następnych, część potomstwa zupełnie nie zakwita, lub też tworzy liche nasiona i w małej ilości.

Dalej przeprowadzono we wszystkich doświadczeniach krzyżowanie wymienne, mianowicie z pośród dwóch gatunków ten, który w szeregu zapłodnień występował jako roślina słupkowa, użyty był następnie jako roślina pręcikowa.

Rośliny hodowano na grzędach ogrodowych, niewielką część w doniczkach, przytem utrzymywano je zapomocą tyczek, gałązek i wyciągniętych sznurków w naturalnem, prostem położeniu. Dla każdego doświadczenia wstawiano podczas okresu kwitnięcia pewną ilość roślin doniczkowych do cieplarni, aby służyły jako sprawdzian głównego doświadczenia w ogrodzie, którego przebieg normalny mógł uleść zmianie dzięki nawiedzającym kwiaty owadom. Z pomiędzy owadów, które nawiedzają groch, pewien gatunek chrząszcza, *Bruchus pisi* (żuczek grochowy), mógłby się stać niebezpiecznym dla doświadczenia w razie zjawienia się w większej ilości<sup>7)</sup>. Jak wiadomo, samiczka tego gatunku składa swoje jajka do kwiatu i otwiera przytem łódeczkę; na odwłoku jednego okazu, który został złapany wewnątrz kwiatu, można było wyraźnie zauważyć pod lupą kilka komórek pyłkowych. Musimy tu wymienić jeszcze jedną okoliczność, która mogłaby spowodować zapylenie obce. Zdarza się mianowicie w pewnych, bardzo rzadkich przypadkach, że poszczególne części kwiatu, zresztą zupełnie normalnie rozwiniętego, zmarnieją, powodując częściowe obnażenie narządów płciowych. Zauważono, na przykład, niedostateczny rozwój łódeczki, wskutek czego szyjka i pylniki zostały częściowo odkryte. Zdarza

się również niekiedy, że pyłek nie wykształca się dostatecznie. W tym przypadku zachodzi podczas kwitnienia stopniowe wydłużanie się szyjki, póki znamię nie wystąpi na szczycie łódeczki. To osobliwe zjawisko zauważono również na mieszańcach fasoli (*Phaseolus*) i lędźwianu (*Lathyrus*).

Jednak u grochu (*Pisum*) możliwość przymieszki obcego pyłku przedstawia bardzo małe niebezpieczeństwo i naogół, w żadnym razie nie może wpłynąć na wynik ogólny. Z pomiędzy więcej niż 10000 roślin, które dokładniej zbadałem, fakt niewątpliwego zapylenia obcego zdarzył się tylko w kilku rzadkich przypadkach. Ponieważ w cieplarni nigdy takich przeszkód nie zauważono, więc, prawdopodobnie, przyczynił się do tego żuczek grochowy, a może również i wymienione nieprawidłowości w budowie kwiatu.

#### Postać mieszańców.<sup>8)</sup>

Już doświadczenia, przedsiębrane poprzednich lat z roślinami ozdobnymi, dowiodły, że mieszańce niekoniecznie przedstawiają formy dokładnie pośrednie między pierwotnymi gatunkami rodzicielskimi. W rzeczywistości, postać pośrednia występuje wyraźnie prawie zawsze tylko dla poszczególnych cech, bardziej rzucających się w oczy, jak kształtu i wielkości liści, owłosienia niektórych części i t. d.<sup>9)</sup>; natomiast w innych przypadkach, jedna z obu pierwotnych cech rodzicielskich tak wybitnie przeważa, że bardzo trudno albo nawet zupełnie nie można odnaleźć drugiej cechy w mieszańcu.

To samo dotyczy mieszańców grochu. Każda z 7 cech mieszańca jest albo tak doskonale utożsamiona z jedną z obu cech rodzicielskich, że drugiej niepodobna zauważyć, albo przynajmniej jest tak do niej podobna, że nie można przeprowadzić wyraźnego rozróżnienia. Okoliczność ta jest bardzo

ważna ze względu na oznaczenie i uszeregowanie postaci, w jakich występuje potomstwo mieszańców. Cechy rodzicielskie, które przechodzą do mieszańca albo zupełnie, albo prawie nie zmienione, a przeto przedstawiają cechy samego mieszańca, będziemy odtąd nazywali *dominującymi*, zaś te, które są w połączeniu niewidoczne, *recesywnymi*. Wyrażenie „recesywne“ zostało wybrane z tego względu, że cechy w ten sposób nazwane słabiej występują albo znikają zupełnie u mieszańców, jednakże, jak później wykazemy, zjawiają się znowu niezmienione w ich potomstwie.

Wszystkie doświadczenia dowiodły dalej, że zupełnie obojętną jest rzeczą, czy cecha dominująca należy do rośliny słupekowej, czy pyłkowej<sup>10)</sup>; postać mieszańca pozostaje w obu przypadkach dokładnie ta sama. Ciekawe to zjawisko podnosi również Gärtner z tą uwagą, że nawet najbardziej wprawny znawca nie jest w stanie rozróżnić z samego wyglądu mieszańca, który z dwu połączonych gatunków był rośliną słupekową, a który pyłkową.

Z różniących się cech, wprowadzonych do doświadczeń, dominują następujące:

- 1) okrągła lub okrągława postać nasienia z płytkami wklęsnięciami, lub bez nich;
- 2) żółte zabarwienie bielma nasienia;
- 3) szara, szaro-brunatna, lub brunatna barwa skórki nasiennej w połączeniu z fioletowo-czerwonym kwiatem i różową plamą u nasady liścia;
- 4) wypukła postać strąka;
- 5) zielone zabarwienie niedojrzałego strąka, a w związku z tem takż barwa łodygi, nerwów liściowych i kielicha;
- 6) rozmieszczenie kwiatów wzdłuż łodygi;
- 7) wymiar dłuższego pędu.

Co do ostatniej cechy, trzeba zauważyć, że zwykle pęd mieszańca przewyższa jeszcze dłuższy z dwu pędów rodzicielskich, co może przypisać należy tylko wielkiej wybujałości, która występuje we wszystkich częściach rośliny, gdy łączymy pędy bardzo różnej długości. Tak np. pędy o długości 1-ej i 6-u stóp dały w mieszańcach przy dwukrotnem doświadczeniu pędy, których długość wahała się bez wyjątku od 6 — 7½ stóp<sup>11)</sup>.

*Skórka nasienia* bywa u *mieszańców* często silniej kropkowana, a niekiedy punkty zlewają się w mniejsze niebieskawo-fioletowe plamy. Kropkowanie występuje często nawet i wtedy, gdy nie było pierwotną cechą rodziców<sup>12)</sup>.

Odmienne postaci *nasienia* i *bielma* rozwijają się bezpośrednio po sztucznem zapłodnieniu przez samo oddziaływanie obcego pyłku, więc mogą być zauważone już w 1-ym roku doświadczeń, podczas gdy wszystkie pozostałe występują, oczywiście, dopiero w roku następnym na tych roślinach, które zostały wyhodowane z nasion zapłodnionych.

### Pierwsze pokolenie mieszańców.<sup>13)</sup>

W tem pokoleniu występują znowu *obok dominujących cech również i recesywne* o niezmienionych własnościach, przytem w dokładnie wyrażonym przeciętnym stosunku 3:1, tak, że z pomiędzy czterech roślin tego pokolenia trzy noszą charakter dominujący, a jedna recesywny. Odnosi się to do wszystkich bez wyjątku cech wziętych do doświadczeń. Kanciasta i pomarszczona postać nasienia, zielone zabarwienie bielma, biała barwa skórki nasiennej i kwiatu, przewężenia na strąkach, żółta barwa niedojrzałych strąków, łodygi, kielicha i nerwów liściowych, pozornie baldaszkowy kwiatostan i karłowaty pęd zjawiają się znowu, w przytoczonych stosun-

kach liczbowych, bez jakiegokolwiek istotnej różnicy. *W żadnym z doświadczeń nie zauważono form przejściowych.*

Ponieważ mieszańce, powstałe z krzyżowania wymiennego, wykazywały zupełnie jednakową postać i również w ich dalszym rozwoju nie uwidoczniła się żadna znaczniejsza różnica, przeto można było obustronnie wyniki z każdego doświadczenia podciągnąć pod jeden rachunek.

Liczby stosunkowe, które otrzymano dla każdych dwóch różniących się cech, są następujące:

*Doświadczenie 1-e.* Kształt nasion. Z 253 mieszańców otrzymano w drugim roku doświadczeń 7324 nasion. Pomiędzy nimi było 5474 okrągłych lub okrągławych, oraz 1850 kanciastych i zmarszczonych. Odpowiada to stosunkowi 2,96 : 1.

*Doświadczenie 2-e.* Zabarwienie bielma. 258 roślin dało 8023 nasion: 6022 żółtych i 2001 zielonych; zatem stosunek jednego do drugich wynosi: 3,01 : 1.

W obu tych doświadczeniach otrzymuje się zwykle z każdego strąka oba rodzaje nasion. Zdarzało się często, że w dobrze wykształconych strąkach, zawierających przeciętnie 6—9 nasion, wszystkie nasiona były okrągłe (doświadczenie 1-e), albo wszystkie żółte (doświadczenie 2-e);<sup>14)</sup> natomiast nie zauważono nigdy w jednym strąku więcej ponad 5 nasion kanciastych, lub 5 zielonych. Czy strąk mieszańca rozwija się wcześniej czy później, czy należy do pędu głównego czy do jednego z bocznych pędów, to, zdaje się, nie ma żadnego znaczenia. U nielicznych roślin w strąkach, które się naprzód wykształciły, rozwinęły się tylko poszczególne nasiona i te posiadały wtedy wyłącznie jedną z obu cech, jednak w później utworzonych strąkach stosunki pozostały normalne. Rozmieszczenie cech bywa rozmaite, zarówno w oddziel-

nych strąkach jak i u poszczególnych roślin. Dla łatwiejszego zrozumienia może posłużyć zestawienie 10 pierwszych osobników z obu szeregów doświadczeń:

Roślina	1. Doświadczenie		2. Doświadczenie	
	Kształt nasion		Zabarwienie bielma	
	okrągły	kanciasty	żółte	zielone
Ilość nasion.				
1	45	12	25	11
2	27	8	32	7
3	24	7	14	5
4	19	10	70	27
5	32	11	24	13
6	26	6	20	6
7	88	24	32	13
8	22	10	44	9
9	28	6	50	14
10	25	7	44	18

Zauważono, jako przypadek krańcowego rozmieszczenia obu cech nasienia u jednej rośliny, w pierwszym doświadczeniu: 43 okrągłych i tylko 2 kanciaste nasiona oraz 14 okrągłych i 15 kanciastych nasion; w drugim doświadczeniu: 32 żółtych i tylko 1 zielone nasienie, a równocześnie 20 żółtych i 19 zielonych nasion.

Oba te doświadczenia mają duże znaczenie przy ustalaniu przeciętnych liczb stosunkowych, gdyż umożliwiają znajdowanie bardzo dokładnych przeciętnych przy niewielkiej nawet ilości badanych roślin. Przy przeliczaniu nasion wymagana jest jednakże pewna uwaga, a zwłaszcza w drugim doświadczeniu, gdyż u poszczególnych nasion niektórych roślin zielone zabarwienie bielma bywa niedostatecznie rozwinięte i może być narazie łatwo przeoczone<sup>15)</sup>. Przyczyna

częściowego zaniku barwy zielonej nie ma żadnego związku z tem, że roślina jest mieszańcem, albowiem to samo zdarza się u pierwotnych roślin rodzicielskich; w dodatku właściwość ta ogranicza się tylko do danego osobnika i nie przechodzi na potomstwo. U roślin wybujałych zjawisko to częściej dało się zauważyć. Nasiona, które zostały podczas rozwoju uszkodzone przez owady, zmieniają często barwę i kształt, jednakże, przy pewnej wprawie w przebieraniu, można z łatwością uniknąć błędów. Zbytecznym chyba jest nadmieniać, że strąki muszą tak długo pozostawać na roślinie, póki w zupełności nie dojrzeją i nie wyschną, gdyż dopiero wtedy kształt i zabarwienie nasienia są należycie rozwinięte.

*Doświadczenie 3.* Barwa skórki nasiennej. Pomiedzy 929 roślinami 705 wydało fioletowo-różowe kwiaty i szarobrunatne skórki nasion; 224 roślin miało białe kwiaty i białe skórki nasion. Odpowiada to stosunkowi 3,15 : 1.

*Doświadczenie 4.* Kształt strąków. Z 1181 roślin miało 882 wypukłe, zaś 299 przewężone strąki. Odpowiada to stosunkowi 2,95 : 1.

*Doświadczenie 5.* Zabarwienie niedojrzałych strąków. Liczba badanych roślin wynosiła 580, z czego 428 posiadało zielone, a 152 żółte strąki. A więc stosunek jednych do drugich był jak 2,82 : 1.

*Doświadczenie 6.* Układ kwiatów. Z pomiedzy 858 roślin 651 miało kwiaty rozmieszczone wzdłuż pędu, zaś 207 — kwiaty wierzchołkowe. Stąd stosunek 3,14 : 1.

*Doświadczenie 7.* Długość pędu. Z 1064 roślin 787 miało pęd długi, a 277 krótki. Stąd wzajemny stosunek 2,84 : 1. Przy tem doświadczeniu usunięto starannie karłowate rośliny i przesadzono je na oddzielne grządki. Ostrożność była konieczną, gdyż inaczej byłyby one musiały zmar-

nieć między swoim wyniosłem rodzeństwem. Można je łatwo rozpoznać już w najwcześniejszej młodości po zahamowanym wzroście i ciemno-zielonych grubych liściach.

Jeżeli zestawimy razem wyniki wszystkich doświadczeń, wtedy przeciętny stosunek między ilością postaci o dominujących i o recesywnych cechach da się wyrazić jako 2,98 : 1, czyli 3 : 1.

Cecha dominująca może tutaj posiadać *znaczenie podwójne*, to jako pierwotna cecha rodzicielska, to znów jako właściwość mieszańca. W jakim znaczeniu występuje ona w poszczególnym przypadku, to rozstrzyga dopiero następne pokolenie. Jako cecha pierwotna musi ona przechodzić niezmieniona na wszystkie pokolenia, jako właściwość zaś mieszańca zachowywać się tak samo, jak w pierwszym pokoleniu.

### Drugie pokolenie mieszańców.

Te postaci, które wykazują w pierwszym pokoleniu charakter recesywny, nie zmieniają go już w drugim pokoleniu, potomstwo ich jest wtedy *stale* w stosunku do danej cechy.

Inaczej stoi sprawa tych postaci, które posiadają w pokoleniu pierwszym cechę dominującą. Z pośród nich *dwie* części dają potomstwo, które posiada cechy dominujące i recesywne w stosunku 3 : 1 i które wykazuje przez to zupełnie ten sam stosunek, co formy mieszane; *jedna* tylko zaś część stale zachowuje cechę dominującą.

Poszczególne doświadczenia dostarczyły następujących wyników:

*Doświadczenie 1.* Z pomiedzy 565 roślin, które wyhodowano z okrągłych nasion pokolenia pierwszego, 193 dało znowu tylko okrągłe nasiona, a więc wykazało stałość tej cechy; 372 zaś wydało jednocześnie nasiona okrągłe i kanciaste

w stosunku 3 : 1. Czyli, że ilość mieszańców miała się do liczby roślin stałych, jak 1,93 : 1.

*Doświadczenie 2.* Z 519 roślin, wyprowadzonych z nasion, których bielmo posiadało w pokoleniu pierwszym żółte zabarwienie, 166 dało wyłącznie żółte, 353 zaś żółte i zielone nasiona w stosunku 3 : 1. Nastąpił zatem podział na postaci mieszane i stałe według stosunku 2,13 : 1.

Dla każdego następnego doświadczenia wybrano po 100 roślin, posiadających w pokoleniu pierwszym cechę dominującą, i dla wypróbowania jej znaczenia uprawiano po 10 nasion od każdej rośliny.

*Doświadczenie 3.* Potomstwo 36 roślin dało wyłącznie szaro-brunatne skórki nasienne; z 64 roślin otrzymano częściowo szaro-brunatne, częściowo zaś białe skórki nasienne.

*Doświadczenie 4.* Potomstwo 29 roślin miało tylko wypukłe strąki, natomiast u potomstwa 71 roślin część strąków była wypukła, część przewężona.

*Doświadczenie 5.* Potomstwo 40 roślin miało tylko zielone strąki, 60 zaś roślin część zielonych, część żółtych strąków.

*Doświadczenie 6.* Potomstwo 33 roślin miało tylko kwiaty boczne, rozmieszczone wzdłuż pędu, natomiast u potomstwa 67 roślin jedne kwiaty były wierzchołkowe, inne boczne.

*Doświadczenie 7.* Potomstwo 28 roślin otrzymało pęd długi, pochodne zaś 72 roślin miały pęd długi, częściowo zaś krótki.

W każdym z tych doświadczeń oznaczona liczba roślin o dominującej cesze pozostaje stałą. Dla sądenia o stosunku, w jakim następuje wydzielenie się form o cesze stałej,

dwa pierwsze doświadczenia mają szczególne znaczenie, gdyż możemy tam porównać ze sobą większą ilość roślin. Stosunki 1,93 : 1 i 2,13 : 1 dają razem prawie dokładnie przeciętny stosunek 2 : 1. Doświadczenie szóste miało wynik zupełnie zgodny, w innych stosunek waha się mniej lub więcej, czego należało się spodziewać wobec niewielkiej liczby (100) roślin doświadczalnych. Doświadczenie piąte, które wykazało największe odchylenie, zostało powtórzone i otrzymano wtedy zamiast stosunku 60:40 stosunek 65:35. *Stosunek zatem przeciętny 2 : 1 jest, zdaje się, zupełnie pewny.* Zostało przez to dowiedzione, że z form, które zawierają w pokoleniu pierwszym cechę dominującą, dwie trzecie mają charakter mieszańców, u jednej zaś trzeciej cecha dominująca pozostaje raz na zawsze stałą.

A zatem, jeżeli będziemy jednocześnie uwzględniali podwójne znaczenie właściwości dominującej, która wyraża albo właściwość mieszańca, albo cechę pierwotną, to stosunek 3 : 1, według którego zachodzi w pierwszym pokoleniu rozdział na cechy dominujące i recesywne wyrazi się dla wszystkich doświadczeń jak 2 : 1 : 1. Ponieważ pierwsze pokolenie wywodzi się bezpośrednio z nasion mieszańców, *jest więc rzeczą oczywistą, że mieszańce dwóch różniących się cech tworzą nasiona, z których połowa rozwija się znowu w postaci mieszańców, podczas gdy połowa daje rośliny o cechach stałych i rozpada się na dwie równe sobie liczebnie grupy, z których jedna ma charakter recesywny, druga dominujący.*

### Następne pokolenia mieszańców.

Stosunki, według których pochodne mieszańców rozwijają się i dzielą w pokoleniu pierwszym i drugim, wystę-



pują prawdopodobnie we wszystkich dalszych pokoleniach. Przeprowadzono już doświadczenie 1 i 2 przez 6 pokoleń, 3 i 7 przez 5, zaś 4, 5, 6 przez 4 pokolenia i chociaż, począwszy od trzeciego pokolenia, wykonywano doświadczenia z niewielką ilością roślin, nie zauważono jeszcze żadnego odchylenia. Potomstwo mieszańców dzieliło się w każdym pokoleniu na formy mieszane i stałe, według stosunku 2 : 1 : 1.

Jeżeli  $A$  oznacza jedną z cech stałych, np. dominującą,  $a$  — recesywną,  $Aa$  zaś — formę mieszaną, w jakiej obie cechy się połączyły, to wyrażenie:

$$A + 2Aa + a$$

przedstawia wzór rozwoju potomstwa mieszańców każdego z dwóch różniących się cech.

Spostrzeżenia Gärtnera, Kölreutera i innych, że mieszańce mają skłonność do powracania do pierwotnych form rodzicielskich, zostały również stwierdzone przez omawiane doświadczenia. Można wykazać, że liczba mieszańców, pochodzących od jednego zapłodnienia, w przeciwstawieniu do ilości ustalonych form i ich potomstwa, z pokolenia w pokolenie znacznie maleje, całkowicie jednak zniknąć nie może. Przyjmując dla wszystkich roślin, we wszystkich pokoleniach, przeciętnie jednakową płodność, zważywszy dalej, że każdy mieszaniec tworzy nasiona, z których połowa jest mieszańcami, połowa zaś posiada równą ilość przedstawicieli obu stałych cech, otrzymamy z poniższego zestawienia stosunki liczbowe dla potomstwa w każdym pokoleniu.  $A$  i  $a$  oznaczają znowu obie zasadnicze cechy, zaś  $Aa$  postać mieszańca. Dla krótkości przypuśćmy, że każda roślina wydaje w każdym pokoleniu tylko 4 nasiona.

Pokolenie				Stosunki:
	$A$	$Aa$	$a$	$A : Aa : a$
1	1	2	1	1 : 2 : 1
2	6	4	6	3 : 2 : 3
3	28	8	28	7 : 2 : 7
4	120	16	120	15 : 2 : 15
5	496	32	496	31 : 2 : 31
$n$	—	—	—	$2^n - 1 : 2 : 2^n - 1$

Np. w 10 pokoleniu jest  $2^n - 1 = 1023$ . A więc z pomiędzy 2048 roślin, które występują w tem pokoleniu, mamy 1023 ze stałą cechą dominującą, 1023 z cechą recesywną i tylko 2 mieszańce.

### Potomstwo mieszańców, powstałych przez połączenie kilku różniących się cech.

Dla powyżej omówionych doświadczeń użyto roślin, różniących się tylko jedną cechą zasadniczą<sup>16)</sup>. Następne zadanie polegało na zbadaniu, czy znalezione prawo rozwoju obowiązuje również i wtedy każde dwie różniące się cechy, gdy kilka rozmaitych właściwości połączy się przez zapłodnienie w mieszańcu.

Co do postaci mieszańców, doświadczenia wykazały jednogłośnie, że zbliża się ona zawsze bardziej do tej pierwotnej formy, która posiada większą ilość cech dominujących. Jeśli np. roślina słupkowa ma pęd krótki, kwiaty białe wierzchołkowe i strąki wypukłe, natomiast roślina pręcikowa ma pęd długi, kwiaty fioletowo-czerwone, rozmieszczone wzdłuż pędu, i strąki przewężone, to mieszaniec przypomina roślinę słupkową tylko z postaci strąka, zaś w pozostałych cechach jest taki sam, jak roślina pręcikowa. Jeżeli jedna

z obydwu roślin rodzicielskich posiada tylko cechy dominujące, wtedy mieszańiec prawie wcale, albo nawet zupełnie nie różni się od niej.

Dwa doświadczenia przeprowadzono z większą ilością roślin. W pierwszym doświadczeniu różniły się rośliny rodzicielskie kształtem nasion i zabarwieniem bielma; w drugim — kształtem nasion, zabarwieniem bielma i skórki nasiennej. Doświadczenia z cechami nasienia prowadzą najprościej i najpewniej do celu.

Dla ułatwienia sobie przeglądu oznaczymy w tych doświadczeniach różniące się cechy rośliny słupkowej przez  $A, B, C$ , rośliny pręcikowej przez  $a, b, c$ , zaś formy mieszane tych cech przez  $Aa, Bb, Cc$ .

*Doświadczenie pierwsze.*

$AB$ roślina słupkowa,	$ab$ roślina pręcikowa,
$A$ nasienie okrągłe,	$a$ nasienie kanciaste,
$B$ bielmo żółte,	$b$ bielmo zielone.

Po zapłodnieniu otrzymano nasiona okrągłe i żółte, czyli podobne do nasion rośliny słupkowej i wyhodowano z nich rośliny. Dały one nasiona różnorakie, spoczywające często razem w jednym strąku. Ogółem otrzymano z 15 roślin 556 nasion, pomiędzy którymi było:

315 okrągłych i żółtych,  
101 kanciastych i żółtych,  
108 okrągłych i zielonych,  
32 kanciastych i zielonych.

Wszystkie nasiona były wysiane w roku następnym, przyczem z pomiędzy okrągłych żółtych nasion 11 nie wzeszło, a 3 rośliny nie owocowały, z pozostałych zaś osobników:

38	roślin	miało	nasiona	okrągłe,	żółte	. . . . .	$AB$	
65	"	"	"	okrągłe,	żółte	i	zielone . . . . .	$ABb$
60	"	"	"	okrągłe,	żółte	i	kanc. żółte. . . . .	$AaB$
138	"	"	"	okrągłe,	żółte	i	zielone oraz	
				kanciaste,	żółte	i	zielone . . . . .	$AaBb$

Z nasion kanciastych żółtych 96 roślin wydało owoce, przytem:

28	miało	tylko	nasiona	kanciaste	żółte	. . . . .	$aB$
68	miało	nasiona	kanciaste,	żółte	i	zielone. . . . .	$aBb$

Ze 108 okrągłych zielonych nasion 102 roślin wydało owoce, z pośród nich miało:

35	tylko	nasiona	okrągłe	zielone	. . . . .	$Ab$	
67	nasiona	okrągłe	i	kanciaste	zielone	. . . . .	$Aab$

Nasiona kanciaste zielone dały 30 roślin z zupełnie jednakowymi nasionami o formie i nadal stałej. . . . .  $ab$

Potomstwo mieszańców występuje zatem pod 9 różnymi postaciami i po części w bardzo nierównej ilości. Gdy zestawimy i uporządkujemy wyniki, otrzymamy:

38	roślin,	oznaczonych	przez	$AB$
35	"	"	"	$Ab$
28	"	"	"	$aB$
30	"	"	"	$ab$
65	"	"	"	$ABb$
68	"	"	"	$aBb$
60	"	"	"	$AaB$
67	"	"	"	$Aab$
138	"	"	"	$AaBb$

Wszystkie formy dają się sprowadzić do trzech grup zasadniczo różnych. Pierwsza obejmuje te postaci, które są oznaczone przez  $AB, Ab, aB, ab$ ; posiadają one tylko

cechy stałe i nie zmieniają się już w pokoleniach następnych. Każda z tych form występuje przeciętnie 33 razy. Druga grupa zawiera formy  $ABb$ ,  $aBb$ ,  $AaB$ ,  $Aab$ , które mają jedną cechę stałą, drugą zaś mieszaną, ta więc tylko ulega zmianom w pokoleniu następnym. Każda z tych form występuje przeciętnie 65 razy. Forma  $AaBb$ , występująca 138 razy, zawiera 2 pary różniących się cech i zachowuje się tak samo jak mieszańiec, od którego pochodzi.

Porównyując liczebność form każdego działu, musimy niewątpliwie zauważyć, że przeciętny stosunek jest 1 : 2 : 4; liczby 33, 65, 138 są bowiem bardzo zbliżone do stosunkowych wartości 33, 66, 132.

Szereg rozwojowy składa się tedy z 9 członów, z których 4 występują tylko po razie i mają obie cechy stałe; formy  $AB$ ,  $ab$  są takie same jak formy rodzicielskie; obie pozostałe postaci przedstawiają możliwe jeszcze stałe kombinacje między złączonymi cechami  $A$ ,  $a$ ,  $B$ ,  $b$ . Cztery człony występują po dwa razy, mają jedną cechę stałą, drugą zaś mieszaną. Jeden człony występuje 4 razy i jest pod względem obu cech mieszańcem. Jeżeli zatem w mieszańcu połączone są 2 pary różniących się cech, to potomstwo rozwija się według następującego wyrażenia:

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb.$$

Powyższy wzór rozwojowy jest bezwątpienia szeregiem kombinacji, które powstały przez łączenie poszczególnych członów obu wzorów rozwojowych dla cech  $A$  i  $a$ ,  $B$  i  $b$ . Całkowitą ilość członów tego wyrażenia otrzymujemy przez kombinację wzorów:

$$A + 2Aa + a \\ B + 2Bb + b.$$

#### Doświadczenie drugie.

$ABC$ roślina słupkowa,	$abc$ roślina pręcikowa,
$A$ nasienie okrągłe,	$a$ nasienie kanciaste,
$B$ bielmo żółte,	$b$ bielmo zielone,
$C$ skórka szaro-brunatna,	$c$ skórka biała.

To doświadczenie zostało przeprowadzone w zupełnie podobny sposób, jak poprzednie, a pochłonęło z pośród wszystkich doświadczeń najwięcej czasu i trudu. Z 24 mieszańców otrzymano ogółem 687 nasion, wszystkie były kropkowane, szaro-brunatne lub szaro-zielone, okrągłe lub kanciaste. Z tej liczby owocowało w roku następnym 639 roślin i, jak dalsze poszukiwania wykazały, było między nimi:

8 roślin $ABC$	22 roślin $ABCc$	45 roślin $ABbCc$
14 „ $ABc$	17 „ $AbCc$	36 „ $aBbCc$
9 „ $AbC$	25 „ $aBCc$	38 „ $AaBCc$
11 „ $Abc$	20 „ $abCc$	40 „ $AabCc$
8 „ $aBC$	15 „ $ABbC$	49 „ $AaBbC$
10 „ $aBc$	18 „ $ABbc$	48 „ $AaBbc$
10 „ $abC$	19 „ $aBbC$	
7 „ $abc$	24 „ $aBbc$	
	14 „ $AaBC$	78 „ $AaBbCc$
	18 „ $AaBc$	
	20 „ $AabC$	
	16 „ $Aabc$	

Wzór rozwojowy obejmuje 27 członów, z których 8 ma wszystkie cechy stałe, a każdy występuje przeciętnie 10 razy; 12 posiada dwie cechy stałe, trzecia jest mieszaną, każdy występuje przeciętnie 19 razy; 6 członów ma jedną cechę stałą, dwie inne mieszane, każdy z nich występuje przeciętnie 43 razy; jedna forma zjawia się 78 razy i ma wszystkie cechy mieszane. Stosunek 10:19:43:78 jest tak zbliżony do stosun-



ków 10:20:40:80 albo 1:2:4:8, że ostatnie przedstawiają bezwzględnie właściwe wartości.

Rozwój mieszańców, których pierwotne gatunki różnią się trzema cechami, zachodzi zatem według wyrażenia:

$$\begin{aligned} & ABC + ABc + AbC + Abc + aBC + aBc + abC \\ & + abc + 2ABCc + 2AbCc + 2aBCc + 2abCc \\ & + 2ABbC + 2ABbc + 2aBbC + 2aBbc + 2AaBC \\ & + 2AaBc + 2AabC + 2Aabc + 4ABbCc + 4aBbCc \\ & + 4AaBCc + 4AabCc + 4AaBbC + 4AaBbc \\ & + 8AaBbCc. \end{aligned}$$

I tu również mamy do czynienia z szeregiem kombinacji, które powstały z połączenia wzorów rozwoju dla cech  $A$  i  $a$ ,  $B$  i  $b$ ,  $C$  i  $c$ . Wyrazy:

$$\begin{aligned} & A + 2Aa + a \\ & B + 2Bb + b \\ & C + 2Cc + c \end{aligned}$$

dadzą wszystkie człony szeregu. Stałe połączenia, występujące w tym szeregu, odpowiadają wszelkim możliwym kombinacjom między cechami  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ; dwa z nich  $ABC$  i  $abc$  są tożsame z roślinami rodzicielskimi.

Pozatem przeprowadzono jeszcze sporo doświadczeń z mniejszą ilością roślin, łącząc po 2 lub 3 pozostałe różniące się cechy; wszystkie doświadczenia dały wyniki w przybliżeniu jednakowe. Nie ulega zatem żadnej wątpliwości, że do wszystkich cech, które były uwzględnione w doświadczeniach, można zastosować następujące twierdzenie: *jeżeli w mieszańcu połączone jest kilka cech zasadniczo różnych, to potomstwo jego przedstawia człony kombinacji, która powstała z połączenia wzorów rozwoju każdej z nich z różniących się cech. To dowodzi, że zachowanie się każdej pary różniących się cech mieszańca zupełnie nie zależy od innych różnic obu roślin pierwotnych.*

Jeżeli  $n$  oznacza ilość różnic charakterystycznych obu roślin pierwotnych, to  $3^n$  daje ilość członów kombinacji,  $4^n$  liczbę osobników, które do szeregu należą, i  $2^n$  ilość stałych połączeń. Np. jeżeli rośliny rodzicielskie różnią się 4 cechami, to szereg kombinacyjny zawiera  $3^4=81$  członów,  $4^4=256$  osobników i  $2^4=16$  form stałych; inaczej mówiąc między 256 potomkami mieszańców istnieje 81 różnych połączeń, z których 16 jest stałych.

Wszystkie połączenia stałe, jakie są możliwe u grochu przy kombinacji przytoczonych 7 cech charakterystycznych, otrzymano rzeczywiście przy powtórnym krzyżowaniu. Liczbę ich określa  $2^7=128$ . Tym sposobem fakty stwierdziły, że *cechy stałe, występujące u różnych form jednej odmiany roślinnej, tworzą przy powtórnym sztucznym zapłodnieniu wszystkie możliwe kombinacje.*

Doświadczenia nad czasem kwitnienia mieszańców nie są jeszcze ukończone. Tymczasem możemy tyle tylko powiedzieć, że czas ten wypada prawie dokładnie w połowie<sup>17)</sup> okresu między czasem kwitnienia roślin słupkowych i pręcikowych i że rozwój mieszańców w stosunku do tej cechy zachodzi prawdopodobnie w taki sam sposób, jak zachodził dla cech pozostałych. Formy, które wybieramy do doświadczeń tego rodzaju, muszą mieć średni czas kwitnienia co najmniej o 20 dni od siebie różny; dalej, trzeba wszystkie nasiona uprawiane jednakowo głęboko złożyć w ziemię, w celu osiągnięcia jednoczesnego kiełkowania; następnie należy uwzględniać podczas całego okresu kwitnienia większe wahania temperatury, oraz, spowodowane przez nie, częściowe przyspieszenie lub opóźnienie zakwitnięcia. Widzimy, że do doświadczenia musi przewyciężyć różne trudności i wymaga wielkiej uwagi.

Zestawiając w krótkości uzyskane wyniki, widzimy, że u badanych roślin te z pośród cech różniących je, które można było łatwo i pewnie odróżnić, zachowały się przy połączeniu zupełnie jednogodnie. Potomstwo mieszańców każdego z dwóch różniących się cech jest w połowie znowu mieszane, reszta przedstawia formy stałe o cechach rośliny przecikowej, lub słupkowej i przytem w równych ilościach. Jeżeli po zapłodnieniu powstał mieszaniec o kilku parach różniących się cech, to potomstwo jego przedstawiać będzie szereg kombinacji, możliwych między wzorami rozwoju każdej pary różniących się cech.

Zupełna zgodność w zachowaniu się wszelkich badanych właściwości pozwala więc na usprawiedliwione przypuszczenie, że takie same zachowanie właściwe jest również pozostałym cechom, które nie mogły być użyte do poszczególnych doświadczeń, ponieważ występują u roślin mniej wyraźnie. Doświadczenie z różną długością szypułki dało, ogółem wzięwszy, wynik dosyć zadawalający, chociaż w rozróżnieniu i uszeregowaniu form nie można było się kierować taką pewnością, jaka jest niezbędną w poprawnych doświadczeniach.

### Komórki płciowe mieszańców.

Wyniki, do jakich doprowadziły poprzednie doświadczenia, były zachętą do dalszych badań, które będą prawdopodobnie w stanie objaśnić własności komórki jajowej i pyłkowej mieszańców<sup>18)</sup>. Ważną podstawę stanowi u grochu ta okoliczność, że pomiędzy potomstwem mieszańców występują formy stałe i przytem we wszelkich możliwych kombinacjach połączonych cech. Wszystkie doświadczenia stwierdziły, że potomstwo stałe tylko wtedy może być utworzone,

gdy komórka jajowa oraz pyłek zapładniający są jednakowe, czyli, kiedy każde z nich jest obdarzone zawiązkiem, mogącym powołać do życia osobniki zupełnie jednakowe, jak to się właśnie zdarza przy normalnych zapłodnieniach gatunków czystych. Musimy tedy uważać za rzecz konieczną, żeby przy tworzeniu postaci stałych współdziałały i w mieszańcu roślinnym zawiązki zupełnie jednakowe. Ponieważ jedna roślina, a nawet jeden kwiat tworzą różnorodne formy stałe, przeto zupełnie słusznem wydaje się przypuszczenie, że w zalążkach mieszańca wytwarza się tyle różnorodnych komórek jajowych, a w pylnikach tyle różnorodnych komórek pyłkowych, ile można przy kombinacji otrzymać stałych form i że owe komórki jajowe oraz pyłkowe odpowiadają swymi właściwościami wewnętrznymi poszczególnym postaciom stałym.

Istotnie można wykazać teoretycznie, że to przypuszczenie byłoby zupełnie wystarczające dla wyjaśnienia rozwoju mieszańców w poszczególnych pokoleniach, gdyby było można jednocześnie wyjść z założenia, że różne rodzaje komórek jajowych i pyłkowych zostają wytworzone u mieszańca w ilości przeciętnie jednakowej.

Ażeby doświadczalnie sprawdzić te przypuszczenia połączono dwie formy, które różniły się stałe postacią nasion i zabarwieniem bielma.

Jeżeli oznaczymy różniące się cechy przez  $A$ ,  $B$ ,  $a$ ,  $b$ , to otrzymamy:

$AB$ roślinę słupkową,	$ab$ roślinę pyłkową,
$A$ kształt okrągły nasienia,	$a$ kształt kanciasty,
$B$ bielmo żółte,	$b$ bielmo zielone.

Nasiona, otrzymane przez zapłodnienie sztuczne, wzięto do uprawy wraz z kilkoma nasionami obu roślin rodzicielskich i z pośród nich wyznaczono najsilniejszych przedstawicieli do obustronnego krzyżowania. Zostały zapłodnione:

- 1) mieszańiec pyłkiem  $AB$
- 2) „ „ „  $ab$
- 3)  $AB$  „ mieszańca
- 4)  $ab$  „ „

W każdym z tych 4 doświadczeń zapłodniono wszystkie kwiaty u 3 roślin. Jeżeli poprzednie przypuszczenie było słuszne, to u mieszańców musiały się rozwinąć komórki jajowe i pyłkowe o postaciach  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$ , a więc zostały połączone:

- 1) kom. jaj.  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$  z kom. pył.  $AB$
- 2) „ „  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$  „ „  $ab$
- 3) „ „  $AB$ , „ „  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$
- 4) „ „  $ab$ , „ „  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$

Z każdego z tych doświadczeń mogły się wyłonić tylko postaci następujące<sup>19)</sup>:

- 1)  $AB$ ,  $ABb$ ,  $AaB$ ,  $AaBb$ ,
- 2)  $AaBb$ ,  $Aab$ ,  $aBb$ ,  $ab$
- 3)  $AB$ ,  $ABb$ ,  $AaB$ ,  $AaBb$ ,
- 4)  $AaBb$ ,  $Aab$ ,  $aBb$ ,  $ab$ .

Jeżeli tedy poszczególne formy komórek jajowych i pyłkowych mieszańca utworzone zostały przeciętnie w jednakowej ilości, to przytoczone cztery połączenia musiały pozostawać przy każdym doświadczeniu w jednakowym stosunku liczbowym. Nie można jednak wymagać zgodności zupełnej, gdyż przy każdym zapłodnieniu, nawet normalnym, niektóre komórki jajowe zupełnie się nie rozwijają, lub

później marnieją, a nawet niektóre z dobrze wykształconych nasion nie wykiełkują. Przypuszczenie to należy ograniczyć jeszcze z tego względu, że chociaż istniałaby dążność do tworzenia różnorodnych komórek jajowych i pyłkowych w jednakowej ilości, jednakże w każdym poszczególnym mieszańcu niepodobna się spodziewać matematycznej dokładności.

Zadaniem doświadczenia *pierwszego* i *drugiego* było przede wszystkim zbadanie własności komórek jajowych mieszańca, doświadczenia zaś *trzeciego* i *czwartego* — komórek pyłkowych. Jak z powyższego zestawienia wypływa, musiały doświadczenia zarówno pierwsze i drugie, jak trzecie i czwarte dostarczyć zupełnie jednakowych połączeń; skutek miał być częściowo widoczny już w drugim roku w kształcie oraz zabarwieniu nasion, otrzymanych przez sztuczne zapłodnienie. W doświadczeniu pierwszym i trzecim występują w każdym połączeniu cechy dominujące kształtu i barwy  $A$  i  $B$ , przytem częściowo jako związki stałe, częściowo zaś jako nie-stałe, mieszane związki z właściwościami recesywnymi  $a$  i  $b$ , to też wszystkie nasiona mają charakter cech dominujących. Jeżeli założenie było słuszne, to powinniśmy byli otrzymać wszystkie nasiona okrągłe i żółte. Tymczasem w doświadczeniu drugim i czwartym \*) jedno połączenie jest mieszańcem i w kształcie i w barwie, to też nasiona są okrągłe i żółte; inne jest mieszańcem pod względem kształtu, cechy zaś recesywne barwy są stałe, więc — nasiona okrągłe i zielone; połączenie trzecie jest stałym ze względu na cechę recesywną kształtu, lecz mieszańcem pod względem barwy, stąd mamy nasiona kanciaste i żółte; czwarte jest stałym w obu cechach recesywnych, stąd nasiona kanciaste i zielone. Z obu tych

\*) W oryginale przez omyłkę „trzecim“. Przyp. tłum.

doświadczeń można się więc było spodziewać różnorodnych nasion, mianowicie okrągłych i żółtych, okrągłych i zielonych, kanciastych i żółtych, kanciastych i zielonych.

Sprzęt odpowiedział w zupełności stawianym wymaganiom.

Otrzymano też:

- w doświad. 1) nasion 98 wyłącznie okrągłych i żółtych;  
 „ 3) „ 94 „ „ „  
 „ 2) „ 31 okrągłych żółtych, 26 okrągłych zielonych, 27 kanciastych żółtych, 26 kanciastych zielonych.  
 „ 4) nasion 24 okrągłych żółtych, 25 okrągłych zielonych, 22 kanciastych żółtych, 27 kanc. zielonych.

Wynik pomyślny nie ulegał już prawie żadnej wątpliwości, pokolenie następne miało dać rozwiązanie ostateczne i decydujące. W roku następnym z nasion uprawianych owocowało z pierwszego doświadczenia 90 roślin, z trzeciego—87; z tych wydało:

Doświadczenie 1.	Doświadczenie 3.	
20 roślin	25 roślin	nasiona okrągłe żółte . . . . $AB$
23 „	19 „	„ „ „ żółte i zielone. $ABb$
25 „	22 „	„ „ „ i kanciaste ziel. $AaB$
22 „	21 „	„ „ „ żółte i zielone. $AaBb$

W doświadczeniu drugim i czwartym nasiona okrągłe i żółte wydały rośliny o nasionach okrągłych i kanciastych, żółtych i zielonych . . . .  $AaBb$   
 z nasion okrągłych zielonych otrzymano rośliny z nasionami okrągłymi i kanciastymi zielonemi . . . . .  $Aab$

nasiona kanciaste zielone dały rośliny z nasionami kanciastymi żółtymi i zielonemi . . .  $aBb$   
 z nasion kanciastych zielonych wyhodowano rośliny, które dały znowu nasiona kanciaste zielone . . . . .  $ab$

Jakkolwiek w obu tych doświadczeniach niektóre nasiona nie wykiełkowały, to jednak nie można było z tego powodu zmieniać liczb, otrzymanych już w poprzednim roku, gdyż każdy poszczególny gatunek nasion wydał rośliny, produkujące nasiona zupełnie jednakowe i danemu gatunkowi właściwe.

Zatem:

Doświadczenie 2	Doświadczenie 4	
31 roślin	24 roślin	dało nasiona o formie $AaBb$
26 „	25 „	„ „ „ „ „ $Aab$
27 „	22 „	„ „ „ „ „ $aBb$
26 „	27 „	„ „ „ „ „ $ab$

Przeto we wszystkich doświadczeniach pojawiły się formy, jakich wymagało założenie, a przytem w jednakowej prawie ilości.

W następnych doświadczeniach wzięto pod uwagę cechy *barwy kwiatu i długości pędu*, a wybór prowadzono w ten sposób, że, jeżeli poprzednie przypuszczenie było słuszne, każda cecha w trzecim roku próby miała pojawić się u *połowy* wszystkich roślin.

$A$ ,  $B$ ,  $a$ ,  $b$  służą znowu do oznaczenia cech różnych.

$A$  kwiaty fioletowo-czerwone,  $a$  kwiaty białe,

$B$  pęd długi,  $b$  pęd krótki.

Forma  $Ab$  została zapłodniona przez  $ab$ , skąd otrzymano mieszańca  $Aab$ . Następnie zapłodniono  $aB$  również

przez  $ab$ , stąd mieszańców  $aBb$ . W drugim roku użyto do dalszego zapłodnienia mieszańca  $Aab$ , jako rośliny słupkowej, zaś mieszańca  $aBb$ , jako rośliny pyłkowej.

Roślina słupkowa  $Aab$ ,                      roślina pyłkowa  $aBb$ ,  
możliwe komórki zarodk.  $Ab, ab$ , komórki pyłkowe  $aB, ab$ .

Po zapłodnieniu możliwych komórek zarodkowych przez pyłkowe należało oczekiwać 4 połączeń, mianowicie:

$$AaBb + aBb + Aab + ab.$$

Z tego widzimy, że w myśl powyższego założenia w trzecim roku doświadczeń ze wszystkich roślin powinna mieć:

połowa kwiaty fioletowo-

czerwone ( $Aa$ )	.	odpowiada to 1 i 3	wyraz. szeregu
„ kwiaty białe ( $a$ )	.	„	2 i 4 „ „
„ pęd długi ( $Bb$ )	.	„	1 i 2 „ „
„ pęd krótki ( $b$ )	.	„	3 i 4 „ „

Z 45 zapłodnień, przeprowadzonych roku następnego, otrzymano 187 nasion, z których w trzecim roku zakwitło 166 roślin, przytem człony poszczególne znajdowały się w następującej ilości:

człon	barwa kwiatu	pęd:	
1	fioletowo-czerwona	długi	. . 47 razy
2	biała	długi	. . 40 „
3	fioletowo-czerwona	krótki	. . 38 „
4	biała	krótki	. . 41 „

Pojawiła się tedy:

barwa kwiatu fioletowo-czerwona ( $Aa$ )	u 85 roślin
„ „ biała ( $a$ )	„ 81 „
pęd długi ( $Bb$ )	„ 87 „
pęd krótki ( $b$ )	„ 79 „

Założenie przeto nasze znajduje dostateczne potwierdzenie i w tem doświadczeniu.

Dla zbadania *cech formy i barwy strąka*, oraz *roz-mieszczenia kwiatów* robiono także doświadczenia na mniejszą skalę i otrzymano wyniki zupełnie zgodne. Wystąpiły tu wszystkie połączenia, jakie tylko mogą powstać przez zestawienie różnych cech, i to mniej więcej w jednakowej ilości.

Doświadczenia zatem potwierdziły przypuszczenie, że *mieszańce grochu tworzą w równej liczbie komórki jajowe i pyłkowe, odpowiadające swemi właściwościami wszystkim stałym formom, jakie powstają przez kombinację cech mieszańca.*

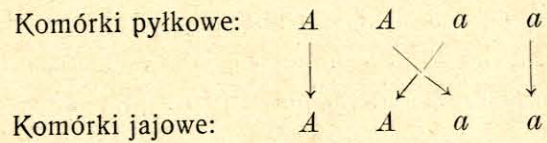
W twierdzeniu powyższem znajdują dostateczne wyjaśnienie zarówno różnorodność form potomstwa mieszańców, jak i stosunki liczbowe, które zauważyliśmy. Wzór rozwoju pary różniących się cech przedstawia przykład najprostszy. Wzór ten wyraża się, jak wiadomo, przez:  $A + 2Aa + a$ , przyczem  $A$  i  $a$  oznaczają formy, które posiadają cechy stałe się różniące,  $Aa$  zaś postać mieszańca obu cech. W trzech członach tego szeregu występują cztery osobniki. Przy ich powstawaniu komórki jajowe i pyłkowe postaci  $A$  i  $a$  biorą udział w zapłodnieniu mniej więcej w jednakowej ilości, zatem dwukrotnie, skoro otrzymujemy cztery osobniki. W zapłodnieniu przeto uczestniczą:

$$\text{Komórki pyłkowe: } A + A + a + a$$

$$\text{Komórki jajowe: } A + A + a + a.$$

Od przypadku jedynie zależy, który z obu gatunków pyłku połączy się z każdą poszczególną komórką jajową. Jednakże, w myśl rachunku prawdopodobieństwa, w przeciętnej z licznych przypadków zdarzy się zawsze, że każda komórka pyłkowa:  $A$  i  $a$  połączy się jednakową ilością razy z każ-

dą komórką jajową:  $A$  i  $a$ ; a zatem przy zapłodnieniu jedna z obu komórek pyłkowych  $A$  spotka się z komórką jajową  $A$ , druga z komórką jajową  $a$ , i podobnie jedna komórka pyłkowa  $a$  połączy się z komórką jajową  $A$ , druga zaś z komórką jajową  $a$ .



Zjawisko zapłodnienia można zobrazować, zestawiając znaki dla połączonych komórek jajowej i pyłkowej w postaci ułamka, i przytem dla komórki pyłkowej *nad*, dla jajowej zaś *pod* kreską. W danym przypadku otrzymujemy:

$$\frac{A}{A} + \frac{A}{a} + \frac{a}{A} + \frac{a}{a}$$

W ułamkach pierwszym i czwartym komórki jajowa i pyłkowa są jednakowe, przeto połączenia ich muszą być stałe, mianowicie  $A$  i  $a$ ; natomiast w drugim i trzecim ponawia się połączenie obu różniących się cech pierwotnych, zatem formy, utworzone przy takich zapłodnieniach, są identyczne z mieszańcem, od którego pochodzą. Mamy więc fakt powtórnego powstania mieszańców (hybrydyzacji powtórnnej). Tem tłumaczy się uderzające zjawisko, że mieszańce są w stanie tworzyć zarówno obie pierwotne formy, jak i podobne do siebie potomstwo;  $\frac{A}{a}$  i  $\frac{a}{A}$  dają to samo połączenie  $Aa$ , gdyż, jak już dawniej zaznaczono, dla wyników zapłodnienia obojętną jest rzeczą, która z dwóch cech należy do komórki pyłkowej, a która do jajowej<sup>20</sup>). Zatem:

$$\frac{A}{A} + \frac{A}{a} + \frac{a}{A} + \frac{a}{a} = A + 2Aa + a.$$

Takim jest u mieszańców przebieg przeciętny samozapłodnienia, jeżeli powstały one z połączenia dwóch różniących się cech. Jednakże stosunek, według którego powstają formy powyższego szeregu, może uleść dość znacznym zmianom dla poszczególnych kwiatów lub roślin. Pomijając już, że ilość i jednych i drugich komórek jajowych, jakie się znajdują w załączku, tylko w przecięciu może być uznana za równą, jest to czysty przypadek, który z tych rodzajów pyłku zapłodni poszczególną komórkę jajową. Dlatego właśnie wartości poszczególne muszą z konieczności ulegać wahaniom i możliwe są nawet przypadki najbardziej krańcowe, np. przytoczone poprzednio w doświadczeniach nad kształtem nasion i zabarwieniem bielma. Tylko średnie, wyprowadzone z sumy możliwie wielu poszczególnych wartości, dają prawdziwe liczby stosunkowe, a im większa jest ilość danych wartości, tem dokładniej można usunąć prostą przypadkowość.

Wzór rozwoju mieszańców, powstałych z połączenia *dwóch par różniących się cech*, zawiera między 16 osobnikami 9 różnych form, mianowicie:

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb.$$

Pomiędzy różnemi cechami pierwotnych roślin rodzicielskich  $A$ ,  $a$  i  $B$ ,  $b$  możliwe są 4 stałe kombinacje, to też mieszaniec tworzy odpowiednio 4 rodzaje komórek jajowych i pyłkowych:  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$  i skoro szereg zawiera 16 osobników, każdy rodzaj będzie brał udział w zapłodnieniu przeciętnie czterokrotnie. Zatem w zapłodnieniu uczestniczą:

Komórki pyłkowe:

$$AB + AB + AB + AB + Ab + Ab + Ab + Ab + aB + aB + aB + aB + ab + ab + ab + ab.$$

Komórki jajowe:

$$AB + AB + AB + AB + Ab + Ab + Ab + Ab \\ + aB + aB + aB + aB + ab + ab + ab + ab.$$

Przy zapłodnieniu każdy rodzaj pyłku połączy się przeciętnie jednakową ilość razy z każdym rodzajem komórki jajowej, przeto każdy z 4-ch rodzajów komórek pyłkowych  $AB$  połączy się raz jeden z każdą z komórek jajowych  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$ . Zupełnie tak samo nastąpi połączenie pozostałych komórek pyłkowych rodzajów  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$  ze wszystkimi innymi komórkami jajowymi i w myśl tego otrzymujemy:

$$\frac{AB}{AB} + \frac{AB}{Ab} + \frac{AB}{aB} + \frac{AB}{ab} + \frac{Ab}{AB} + \frac{Ab}{Ab} + \frac{Ab}{aB} + \frac{Ab}{ab} \\ + \frac{aB}{AB} + \frac{aB}{Ab} + \frac{aB}{aB} + \frac{aB}{ab} + \frac{ab}{AB} + \frac{ab}{Ab} + \frac{ab}{aB} + \frac{ab}{ab},$$

albo:

$$AB + ABb + AaB + AaBb + ABb + Ab + AaBb \\ + Aab + AaB + AaBb + aB + aBb + AaBb + Aab \\ + aBb + ab = AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb \\ + 2AaB + 2Aab + 4AaBb.$$

W podobny zupełnie sposób można wyjaśnić wzór rozwoju mieszańców, w których połączone są *trzy pary różniących się cech*. Mieszaniec tworzy wtedy osiem różnych rodzajów komórek jajowych i pyłkowych:  $ABC + ABc + AbC + Abc + aBC + aBc + abC + abc$  i każdy rodzaj pyłku łączy się przeciętnie raz jeden z każdym rodzajem komórki jajowej.

Prawo kombinacji cech różniących się, według którego zachodzi rozwój mieszańców, znajduje zatem podstawę i wyjaśnienie w dowiedzionym twierdzeniu, że mieszańce tworzą komórki jajowe i pyłkowe w ilości, odpowiadającej dokładnie wszystkim stałym kombinacjom, jakie powstają z cech połączonych przez zapłodnienie.

### Doświadczenia nad mieszańcami innych gatunków roślin.

Zadaniem dalszych doświadczeń będzie stwierdzenie, że prawo rozwoju, które znaleziono dla grochu, można zastosować i do mieszańców innych roślin. W tym celu rozpoczęto w ostatnich czasach kilka doświadczeń. Ukończone zostały zaledwie dwa mniejsze doświadczenia z gatunkami fasoli, o czym będzie mowa poniżej.

Doświadczenia z *Phaseolus vulgaris* i *Phaseolus nanus* L. dały wynik zupełnie zgodny. *Ph. nanus* ma pęd karłowaty, strąki zielone i wypukłe, tymczasem *Ph. vulgaris* ma pęd wysokości 10—12 stóp i strąki żółto zabarwione, które się przewężają w okresie dojrzewania. Stosunki liczbowe, w jakich różne formy występowały w pokoleniach poszczególnych, były te same, co u grochu. Podobnie rozwój połączeń stałych zachodził według prawa prostego kombinowania cech, zupełnie tak samo, jak u grochu.

Otrzymano wynik następujący:

Połączenie stałe:	Pęd:	Barwa strąka niedojrzałego:	Forma strąka dojrzałego:
1-e	długi	zielona	wypukła
2-e	"	"	przewężona
3-e	"	żółta	wypukła
4-e	"	"	przewężona
5-e	krótki	zielona	wypukła
6-e	"	"	przewężona
7-e	"	żółta	wypukła
8-e	"	"	przewężona.

Barwa zielona strąka, jego wypukłość i pęd wysoki były, podobnie jak u grochu, cechami dominującymi.

Inne doświadczenie, z dwoma bardzo różnymi gatunkami fasoli, udało się tylko częściowo. Jako *rośliny matecznej* użyto Ph. nanus L., gatunek stały o białych kwiatach, zebranych w krótkie grona, i o małych, białych nasionach w strąkach prostych, wypukłych i gładkich; jako *rośliny zaś ojcowskiej* — Ph. multiflorus W. z wysoką wijącą się łodygą, kwiatami purpurowymi, zebranymi w grona bardzo długie, ze strąkami szorstkimi, sierpowato skrzywionymi i wielkimi nasionami, których brzoskwińowo-krwawe tło jest pokryte plamami czarnymi.

Mieszaniec wykazał największe podobieństwo do rośliny ojcowskiej, tylko kwiaty miały zabarwienie mniej intensywne<sup>21)</sup>. Płodność ich była bardzo ograniczona: z 17 roślin, na których razem rozwinęło się wiele setek kwiatów, zebrano ogółem tylko 49 nasion. Były one średniej wielkości i miały znaki podobne, jak Ph. multiflorus; barwa podstawowa też się nie różniła zasadniczo. W roku następnym otrzymano stąd 44 roślin, z których tylko 31 zakwitło. Cechy Ph. nanus, które były niewidoczne u mieszańca, ukazały się znowu w różnych kombinacjach, jednakże, wobec niewielkiej ilości roślin badanych, stosunek ich do cech dominujących musiał pozostać bardzo chwiejnym; natomiast poszczególne cechy, mianowicie, dotyczące pędu oraz formy strąka, podobnie jak u grochu, dały prawie dokładnie stosunek 1 : 3.

Jakkolwiek wyniki tego doświadczenia przedstawiają za małą podstawę dla ustalenia stosunków liczbowych, w jakich występowały różne formy, jednakże zapoznają nas one z przypadkiem *osobliwej zmiany zabarwienia* kwiatów i nasion mieszańca. Wiemy, że u grochu cechy zabarwienia kwiatu i nasienia występują w pokoleniach pierwszym i następnym bez zmiany i że potomstwo mieszańców odznacza się

wyłącznie jedną lub drugą pierwotną cechą rodzicielską. Inaczej rzecz się ma w doświadczeniu obecnym. Zabarwienie białe kwiatu i nasienia Ph. nanus zjawiało się wprawdzie zaraz w pokoleniu pierwszym u okazu dosyć płodnego, jednakże kwiaty pozostałych 30 roślin były różnobarwne i przedstawiały różne stopnie od barwy purpurowej do blado-fioletowej<sup>22)</sup>. Zabarwienie skórki nasiennej było nie mniej rozmaite. Płodności żadnej z roślin nie można było uważać za doskonałą; niektóre rośliny zupełnie nie wydały owoców, u innych rozwinęły się one dopiero z ostatnich kwiatów i już nie dojrzały, tylko z 15 roślin zebrano nasiona dobrze wykształcone. Największą skłonność do bezpłodności wykazały formy z przewagą kwiatu czerwonego; na 16 bowiem roślin tylko 4 dały nasiona dojrzałe. Trzy z nich miały nasiona podobnie znaczone, jak Ph. multiflorus, jednakże na tle mniej lub więcej bladym, czwarta roślina wydała tylko jedno nasienie brunatne. Rośliny z przeważającą barwą fioletową kwiatu miały nasiona ciemno-brunatne, czarno-brunatne i zupełnie czarne.

Doświadczenie przeprowadzono jeszcze dalej przez dwa pokolenia w warunkach równie niesprzyjających, gdyż nawet wśród potomstwa roślin dosyć płodnych, część została znowu mało płodna, albo zupełnie jałowa. Inne, niż wymienione, barwy kwiatów i nasion więcej nie wystąpiły. Formy, które w pokoleniu pierwszym otrzymały jedną lub kilka cech recesywnych, pozostały w tym względzie bez wyjątku stałymi. Również z pośród roślin o kwiatach fioletowych, a nasionach brunatnych lub czarnych, niektóre nie zmieniły już w następnych pokoleniach tych cech; jednak większość, obok potomstwa zupełnie jednakowego, wytworzyła także osobniki o białych kwiatach i białej skórce nasiennej. Rośliny, kwitnące



czewono, odznaczały się tak małą płodnością, że nic pewnego o ich dalszym rozwoju nie da się powiedzieć.

Pomijając wiele przeszkód, z jakimi obserwacja musiała walczyć, tyle jednak z tego doświadczenia wypływa, że rozwój mieszańców pod względem cech, odnoszących się do kształtu rośliny, ulega temu samemu prawu, co u grochu. Co zaś dotyczy cech zabarwienia, zdaje się, że znalezienie dostatecznej jednozgodności przyszłoby nam jednak z trudnością. Pomijając już fakt, że z połączenia barwy białej i purpurowej otrzymujemy cały szereg barw, poczynając od purpurowej, aż do blado-fioletowej i białej, uderza nas jeszcze ta okoliczność, że z pośród 31 roślin kwitnących, tylko jedna otrzymuje charakter recesywny, t. j. zabarwienie białe, podczas gdy u grochu zdarza się to przeciętnie już co czwarta roślina.

Prawdopodobnie i te zagadkowe zjawiska dałyby się wyjaśnić na zasadzie prawa, które służyło dla grochu, gdyby można było przypuścić z góry, że zabarwienie kwiatu i nasienia *Ph. multiflorus* złożone jest z dwóch lub kilku barw zupełnie samodzielnych, które, poszczególnie biorąc, zachowują się zupełnie w ten sam sposób, jak każda inna stała cecha rośliny. Gdyby zabarwienie kwiatu *A* składało się z cech samodzielnych  $A_1 + A_2 + \dots$ , wywołujących ogólne wrażenie zabarwienia purpurowego, to, wskutek zapłodnienia różniącą się cechą barwy białej *a*, musiałyby nastąpić połączenia mieszane  $A_1 a + A_2 a + \dots$ . Podobnie działałoby się z odpowiednim zabarwieniem skórki nasiennej. Według powyższego założenia każde z tych mieszanych połączeń barw byłoby samodzielnem i rozwijałoby się przeto zupełnie niezależnie od pozostałych. Łatwo dostrzedz, że z kombinacji poszczególnych wzorów rozwoju otrzymalibyśmy całkowite uszeregowanie barw. Gdyby np.  $A = A_1 + A_2$ , to mieszań-

com  $A_1 a$  i  $A_2 a$  odpowiadają wzory rozwoju:

$$\begin{array}{l} A_1 + 2 A_1 a + a \\ A_2 + 2 A_2 a + a. \end{array}$$

Człony tych wzorów mogą utworzyć 9 różnych połączeń, z których każde oznacza inną barwę:

$$\begin{array}{lll} 1 A_1 A_2 & 2 A_1 a A_2 & 1 A_2 a \\ 2 A_1 A_2 a & 4 A_1 a A_2 a & 2 A_2 a a \\ 1 A_1 a & 2 A_1 a a & 1 a a \end{array}$$

Liczby, stojące przed poszczególnymi połączeniami, podają nam równocześnie, ile roślin o odpowiednim zabarwieniu do szeregu należy. Ponieważ suma ich wynosi 16, a więc przeciętnie wszystkie barwy są rozdzielone na każde 16 roślin, jednakże, jak wskazuje wzór, w stosunkach nie jednakowych.

Gdyby wywołanie barwy, rzeczywiście, zachodziło tą drogą, to mógłby również znaleźć wyjaśnienie i przypadek wyżej przytoczony, że barwa biała kwiatu i strąka wystąpiła tylko raz jeden w pokoleniu pierwszym wśród 31 roślin. Zabawienie to występuje we wzorze tylko jednokrotnie, może przeto również zjawić się przeciętnie tylko raz na 64 roślin<sup>22</sup>).

Nie trzeba jednak zapominać, że próba tego wyjaśnienia polega wyłącznie na domyśle, za którym nic więcej nie przemawia, jak tylko wynik bardzo niezupełny doświadczenia przed chwilą omówionego. Robotą bezwątpienia bardzo wdzięczną byłoby dalsze śledzenie rozwoju barw mieszańców przy pomocy podobnych doświadczeń, gdyż bardzo być może, że tym sposobem zrozumielibyśmy nadzwyczajną różnorodność *w zabarwieniu naszych roślin ozdobnych*.

Do dziś dnia wiemy z zupełną pewnością tylko to, że barwa kwiatu jest u przeważnej liczby roślin ozdobnych cechą wysoce zmienną. Wypowiadano częstokroć mniema-

nie, że stałość gatunków ulega pod wpływem kultury w wysokim stopniu zachwianiu lub nawet zupełnemu przełomowi, i skłaniano się rozwój trzymany w kulturze form przedstawic jako nieprawidłowy i przypadkowy; przytem wskazuje się zwykle, w formie przykładu, na zabarwienie roślin ozdobnych, jako na wzór niestałości. Jest wszakże rzeczą niezrozumiałą, czemu proste przesadzenie w ziemię ogrodową miałyby w następstwie pociągnąć tak głęboki i trwały przewrót w organizmie roślinnym. Nikt nie będzie chciał poważnie twierdzić, że rozwój roślin ulega w polu innym prawom, niż na grzędzie ogrodowej. Zarówno tu, jak tam, z chwilą zmiany warunków życiowych, muszą w danym gatunku wystąpić zmiany typowe, jeżeli tylko przytem gatunek posiada zdolność przystosowania się do nowych warunków. Chętnie przyznajemy, że kultura sprzyja powstawaniu nowych odmian i że ręka ludzka może spowodować niejedną zmianę, któraby na swobodzie wystąpić nie mogła. Nic nas jednak nie upoważnia do przypuszczenia, aby przez to skłonność do tworzenia odmian miała tak wyjątkowo wzrosnąć, że gatunki tracą wkrótce wszelką samoistność, a potomstwo ich rozszczepia się na nieskończony szereg form wysoce zmiennych. Gdyby zmiana warunków życiowych była jedyną przyczyną zmienności, to należałoby oczekiwać, że rośliny, uprawiane przez setki lat w warunkach prawie jednakowych, zyskałyby znowu więcej samoistności. Jak wiadomo, rzeczy mają się naodwrot, gdyż właśnie wśród tych roślin znajdujemy nie tylko najróżnorodniejsze, ale i najbardziej zmienne formy. Wyjątek godny zaznaczenia przedstawiają tylko strączkowe, jak groch, fasola, soczewica, których narządy płciowe ochrania łódeczka. Powstały tu również, w ciągu przeszło tysiącletniej kultury w warunkach najróżnorodniejszych, liczne od-

miany, które jednak w warunkach stałych zachowują samoistność, właściwą gatunkom dzikim.

Jest rzeczą bardziej niż prawdopodobną, że na zmienność roślin uprawnych wpływa jakiś czynnik, na który dotąd za mało zwracano uwagi. Doświadczenie zdobyte zmusza nas do poglądu, że nasze rośliny uprawne są to, z małymi wyjątkami, człony różnych szeregów mieszańców, których dalszy prawidłowy rozwój uległ zmianie i zahamowaniu, dzięki częstym przekrzyżowaniom. Nie należy lekceważyć tej okoliczności, że większe ilości roślin bywają uprawiane przeważnie obok siebie, co sprzyja obustronnemu zapłodnieniu istniejących odmian ze sobą i nawet z gatunkami. Prawdopodobieństwo tego poglądu poparte jest przez fakt, że wśród ogromnych zastępów form zmiennych znajduje się zawsze kilka, które pod względem tej lub owej właściwości pozostają stałymi, jeżeli tylko odosobnimy je starannie od wszelkiego obcego wpływu. Formy te rozwijają się zupełnie tak samo, jak niektóre człony złożonych szeregów mieszańców. Uważne badania pouczają nas również, że dla najwrażliwszej ze wszystkich własności, dla cechy barwy, skłonność do zmienności występuje u poszczególnych form w stopniu bardzo różnym. Wśród roślin, pochodzących z *jednego* samorzutnego zapłodnienia, zdarzają się często takie, których potomstwo dalece się między sobą różni własnościami i układem barw, podczas gdy inne rośliny dają formy mało się różniące; pośród zaś większej liczby roślin spotykamy i takie, których potomstwo dziedziczy barwę kwiatu bez zmiany. Uprawne gatunki goździka dają pod tym względem dowód pouczający. Okaz goździka, *Caryophyllus*, kwitnący biało i pochodzący od biało kwitnącej odmiany, został na czas kwitnienia odosobniony do cieplarni, gdzie wydał liczne nasiona,

z których wyrosły rośliny o zupełnie jednakowej białej barwie kwiatu. Podobny wynik otrzymano u odmian: czerwonej o lekko fioletowym połysku i białej z czerwonymi prążkami. Wiele innych roślin natomiast, które były w ten sam sposób zabezpieczone, dało potomstwo mniej lub więcej różnorodnie zabarwione i znaczne.

Rozpatrując zabarwienia u roślin ozdobnych, powstałe z tego samego zapłodnienia, niepodobna oprzeć się głębokiemu przeświadczeniu, że i tu zachodzi rozwój według określonego prawa, które, być może, znajduje swój wyraz w *kombinacji kilku samodzielnych cech barwy*.

#### Uwagi końcowe.

Bardzo ciekawe i pouczające porównanie możnaby otrzymać, zestawiając obserwacje dokonane na grochu z wynikami, do jakich doszli Kölreuter i Gärtner, badacze najpoważniejsi w tym zawodzie. Według nich wygląd zewnętrzny mieszańców przedstawia albo formę pośrednią między pierwotnymi gatunkami rodzicielskimi, albo zbliżony jest bardziej do jednego lub drugiego typu, czasem nawet tak dalece, że zaledwie może być odróżniony. Nasiona, które powstają z samozapłodnienia tych mieszańców, dają zwykle różne formy, odchylające się od normalnego typu. Większość osobników, pochodzących z jednego zapłodnienia, zachowuje przeważnie postać mieszańca, natomiast niewiele jest innych osobników, podobnych do rośliny matecznej, a tylko ten lub ów przypomina roślinę ojcowską. Bywają jednak wyjątki. Mianowicie, potomstwo niektórych roślin zbliża się częściowo do jednej, częściowo do drugiej rośliny pierwotnej; albo ogółem skłania się więcej ku jednej lub ku drugiej stronie; może się też zdarzyć, że mieszańce dają potomstwo nietylko zupeł-

nie do siebie podobne, ale rozmnażające się dalej bez zmiany. Mieszańce odmian zachowują się jak mieszańce gatunków, lecz odznaczają się jeszcze większą zmiennością postaci i silniejszą skłonnością do powracania do form pierwotnych<sup>24</sup>).

Musimy przyznać, że postać mieszańców i ich rozwój prawidłowy zgadzają się ze spostrzeżeniami dokonanymi nad grochem. Inaczej rzecz się ma ze wspomnianymi wyjątkami. Gärtner przyznaje sam, że dokładne określenie, czy dana forma zbliża się bardziej do jednego lub drugiego z obu pierwotnych gatunków rodzicielskich, przedstawia często wielkie trudności, albowiem bardzo dużo pozostawia się zapatrywaniu osobistemu obserwatora. Jednak i inna okoliczność mogła również przyczynić się do tego, że mimo badań najtroskliwszych otrzymano wyniki chwiejne i niepewne. Do doświadczeń służyły przeważnie rośliny, które uważano za gatunki pewne i które różniły się większą ilością cech. Gdzie chodzi o większe lub mniejsze podobieństwo ogólne, tam musimy brać pod uwagę obok właściwości, wyraźnie występujących, i te cechy, które często nawet słowami trudno wyrazić, a które mimo to, jak każdemu znawcy roślin wiadomo, są w stanie nadać formom wygląd odrębny. Jeżeli przyjmiemy, że rozwój mieszańców zachodził według prawa, które ma zastosowanie przy grochu, to szereg w każdym poszczególnym doświadczeniu musiałby zawierać bardzo wiele form. Jak wiemy bowiem, liczba członów wzrasta z ilością cech różniących się, jak odpowiednia potęga trzech. Przy stosunkowo zatem małej liczbie roślin, branych do doświadczeń, wynik mógłby być zgodny tylko w przybliżeniu i w przypadkach poszczególnych mógłby dość znacznie się odchylać. Gdyby np. oba pierwotne gatunki rodzicielskie różniły się

7 cechami i gdyby dla osądzenia stopnia pokrewności potomstwa wyhodowano z nasion mieszańców 100 do 200 roślin, to zrozumiemy z łatwością, jak niepewnym byłby wynik, skoro dla 7 cech różniących się wzór rozwoju zawiera 16384 osobników 2187-u różnych form. Zależnie od przypadku, któryby dostarczył obserwatorowi tę lub inną formę w większej ilości, mogłyby raz te, raz tamte formy pokrewne zyskać przewagę.

Dalej, jeżeli wśród cech różniących się występują jednocześnie cechy dominujące, które przechodzą albo prawie, albo zupełnie niezmienione na mieszańca, wtedy na członach wzoru rozwoju uwydatni się bardziej ten z dwu pierwotnych gatunków rodzicielskich, który posiada większą ilość cech dominujących. W doświadczeniu nad grochem, poprzednio przytoczonym, z trzech par różniących się cech wszystkie własności dominujące należały do rośliny matecznej. Aczkolwiek człony szeregu skłaniają się swemi wewnętrznymi właściwościami w równej mierze do obu pierwotnych gatunków rodzicielskich, jednakże typ rośliny matecznej otrzymał w tem doświadczeniu tak znaczną przewagę, że pomiędzy 64 roślinami pokolenia pierwszego 54 było albo zupełnie jednokowych, albo różniło się tylko jedną cechą. Widzimy więc, jak niebezpiecznym bywa w pewnych okolicznościach wyciągnięcie wniosków z zewnętrznej zgodności mieszańców o ich pokrewności wewnętrznej.

Gärtner nadmienia, że w tych razach, gdzie rozwój jest prawidłowy, wśród potomstwa mieszańców nie otrzymujemy obu pierwotnych gatunków rodzicielskich, lecz tylko poszczególne bardziej im pokrewne osobniki. Istotnie, w szeregach rozwoju niezbyt rozległych inaczej być nie mogło. Np. dla 7 par cech różniących się obie pierwotne formy ro-

dzicielskie występują raz tylko pośród przeszło 16000 potomstwa mieszańców. Nie tak łatwo przeto można je otrzymać już wśród niewielkiej ilości roślin badanych. Z pewnem prawdopodobieństwem można jednak liczyć na pojawienie się form poszczególnych, których stanowisko w szeregu zbliżone jest do nich.

*Różnicę zasadniczą* spotykamy u tych mieszańców, których potomstwo pozostaje stałem i rozmnaża się zupełnie tak samo, jak gatunki czyste. Według Gärtnera należą tu *wybitnie płodne mieszańce*: orlika (*Aquilegia atropurpurea—canadensis*), ślázówki (*Lavatera pseudolbia—thuringiaca*), kuklika (*Geum urbano-rivale*) i kilka mieszańców goździka (*Dianthus*); według Wichury zaś mieszańce gatunków wierzb. Dla historii rozwoju roślin okoliczność ta ma szczególne znaczenie, ponieważ mieszańce stałe nabywają znaczenia nowych gatunków<sup>25</sup>). Prawdziwość tych zjawisk zapewniona jest przez znakomitych badaczy i nie może ulegać wątpliwości. Gärtner miał sposobność śledzić aż do dziesiątego pokolenia rozwój goździka (*Dianthus Armeria—deltoides*), który rozmnażał się w ogrodzie samorzutnie i prawidłowo.

W doświadczeniach nad grochem stwierdzono, że mieszańce tworzą *różnorodne* komórki jajowe i pyłkowe, i że to jest podstawą zmienności ich potomstwa. Możemy przypuszczać, że ta sama przyczyna działa również i u innych mieszańców, których potomstwo podobnie się zachowuje; co zaś do form, które pozostają stałymi, można, zdaje się, przyjąć, że ich komórki płciowe są jednakowe i tożsame z komórkami pierwotnych form rodzicielskich. Zdaniem znanych fizyologów, przy rozmnażaniu okrytonasiennych, komórki

jajowe i pyłkowe łączą się w jedną komórkę\*), która odżywiając się i wytwarzając nowe komórki może rozwinąć się w ustrój samodzielny. Rozwój ten zachodzi według stałego prawa, opartego na materialnych własnościach i uszeregowaniu pierwiastków twórczych, które wytworzyły w komórce połączenia zdolne do życia. Jeżeli komórki rozrodcze są jednakowe, a przytem takie same, jak zasadnicza komórka rośliny macierzystej, to rozwojem nowego osobnika kieruje to samo prawo, które stosowało się do rośliny macierzystej. Jeżeli komórkę jajową uda się połączyć z komórką pyłkową *niejednakową*, to musimy przyjąć, że pomiędzy tymi pierwiastkami obu komórek, które warunkują obustronne różnice, zachodzi jakieś wyrównanie. Komórka pośrednia, jaka się przy tem tworzy, staje się podstawą ustroju mieszańca, którego rozwój musi bezwarunkowo zachodzić według innego prawa, niż rozwój każdego z pierwotnych gatunków rodzicielskich. Jeżeli przyjmiemy, że wyrównanie jest zupełne, t. zn. że zarodek mieszańca powstaje z jednorodnych komórek, w których różnice *zlały się zupełnie i trwale* w formę pośrednią, to wynikałoby dalej, że taki mieszaniec, jak każdy

\*) Nie ulega wątpliwości, że u grochu, dla utworzenia zarodka, musi nieodzownie zajść całkowite złączenie się obydwu komórek płciowych. Jakże bowiem możnaby wytłumaczyć fakt, że obie pierwotne formy rodzicielskie występują powtórnie wśród potomstwa mieszańców, w jednakowej ilości i ze wszystkimi swymi własnościami. Gdyby wpływ woreczka zalążkowego na komórkę pyłkową był tylko zewnętrzny, gdyby przypadała mu tylko rola karmicielki, to każde zapłodnienie sztuczne spowodowałoby pojawienie się mieszańców wyłącznie tożsamych lub podobnych do rośliny ojcowskiej. Tego w żadnym razie doświadczenia dotychczasowe nie stwierdziły. Doświadczenie, stwierdzone wszechstronnie, że dla kształtu mieszańca jest sprawą obojętną, która z postaci pierwotnych była rośliną ojcowską, a która mateczną, dostarcza poważnego dowodu za całkowitem złączeniem się zawartości obu komórek.

samoistny gatunek roślinny, będzie miał potomstwo stałe. Komórki rozrodcze, które zostaną wytworzone w ich zalążkach i pylnikach, są jednorodne i równają się w zupełności komórce pośredniczącej, od której pochodzą.

Dla mieszańców, których potomstwo nie jest ustalone, dałoby się może przyjąć, że pomiędzy różniącymi się pierwiastkami komórek jajowej i pyłkowej zachodzi związek pośredni; wprawdzie może się jeszcze utworzyć komórka podstawowa mieszańca, jednakże wyrównanie sprzecznych pierwiastków bywa tylko przejściowe i nie sięga po za życie mieszańca. W wyglądzie mieszańca, podczas całego okresu wegetacyi, żadnych zmian dostrzedz nie można, przeto musimy dalej przypuszczać, że dopiero przy rozwoju komórek rozrodczych udaje się pierwiastkom różniącym się wystąpić z przymusowego połączenia. W utworzeniu komórek rozrodczych biorą udział wszystkie istniejące pierwiastki w uszeregowaniu zupełnie dowolnem, lecz równomiernem, przyczem tylko pierwiastki różniące się wzajemnie się wyłączają. Tą drogą byłoby umożliwione powstanie tylu różnorodnych komórek jajowych i pyłkowych, ile kombinacyi dopuszczają pierwiastki zdolne do tworzenia połączeń.

Oczywiście, że próba sprowadzenia różnic istotnych w rozwoju mieszańców do *trwałego lub przemijającego połączenia* różniących się pierwiastków komórki, może mieć tylko znaczenie hipotezy i, z powodu braku ścisłych danych, pole dla dalszych badań w tym kierunku stoi jeszcze otworem. Pewne usprawiedliwienie poglądu wymienionego znajdujemy w doświadczeniach z grochem, które dowiodły, że zachowanie się każdej pary różniących się cech przy połączeniu w mieszańcu jest niezależne od innych różnic pomiędzy obiema pierwotnymi roślinami rodzicielskimi i że miesza-

niec tworzy tyle różnorodnych komórek jajowych i pyłkowych, ile może powstać kombinacji stałych. Cechy, odróżniające dwie rośliny, mogą przecież tylko polegać na różnicach własności i rozmieszczeniu pierwiastków, które znajdują się w żywym wzajemnym oddziaływaniu w komórkach podstawowych.

Wszelako wnioski, wyprowadzone dla grochu, same jeszcze wymagają potwierdzenia i dlatego pożądanym byłoby powtórzenie przynajmniej ważniejszych doświadczeń, tych np., które dotyczą własności komórek płciowych mieszańców. Pojedynczy obserwator łatwo może opuścić jakiś szczegół, który, chociaż z początku wydaje się bez znaczenia, jednak może tak wzrosnąć, że ze względu na ostateczny wynik pominąć go nie można. Również dopiero doświadczenia rozstrzygną, czy mieszańce zmienne innych gatunków roślin zachowują się zupełnie w ten sam sposób; tymczasem można przypuszczać, że w głównych punktach niema zasadniczej różnicy, albowiem nie ulega wątpliwości, że plan rozwoju życia organicznego jest *jeden*.

W zakończeniu zasługuje jeszcze na szczególniejszą wzmiankę doświadczenie przeprowadzone przez Kölreuter'a, Gärtner'a i in. *nad przeobrażeniem się jednego gatunku w drugi drogą zapłodnienia sztucznego*. Do tych doświadczeń przywiązywano szczególną wagę. Gärtner zalicza je do „najtrudniejszych w tworzeniu mieszańców“.

Gdy pewien gatunek *A* miał zostać przeobrażony w inny gatunek *B*, krzyżowano je, a otrzymane mieszańce zapładniano powtórnie pyłkiem *B*; z różnorodnego tak otrzymanego potomstwa wybierano postać najbardziej zbliżoną do *B*, zapładniano ją jeszcze raz pyłkiem *B* i t. d., póki nie otrzymano wreszcie postaci, która była zupełnie podobna do *B* i miała potomstwo stałe. W ten sposób gatunek *A* był

przeobrażony w gatunek *B*. Sam Gärtner przeprowadził 30 tego rodzaju doświadczeń z roślinami z gatunku orlika (*Aquilegia*), goździka (*Dianthus*), kuklika (*Geum*), ślázówki (*Lavatera*), firletki (*Lychnis*), ślazu (*Malva*), tytoniu (*Nicotiana*) i wiesiołka (*Oenothera*). Czas trwania przeobrażenia nie był dla wszystkich gatunków jednakowy. U jednych wystarczyło 3-krotne zapłodnienie, natomiast dla innych trzeba je było powtarzać 5—6 razy; w różnych doświadczeniach zauważono wahania nawet dla tych samych gatunków. Rozmaitość tę przypisuje Gärtner tej okoliczności, że „charakterystyczna siła, z jaką gatunek dąży do zmiany i przeobrażenia typu macierzystego, jest u różnych roślin bardzo różna i że wskutek tego zarówno okres czasu, potrzebny do przeobrażenia jednego gatunku w drugi, jak i ilość pokoleń, stanowiących podłoże tych zmian, muszą być różne. Przeobrażenie dokonywa się zatem, zależnie od gatunku, w ciągu mniejszej lub większej ilości pokoleń“. Tenże badacz robi dalej uwagę, że „przebieg przeobrażenia uzależniony jest również od typu oraz osobnika, jaki wybieramy do dalszego przeobrażenia“.

Gdyby można było przypuścić, że rozwój form zachodzi w tych doświadczeniach w podobny sposób, jak u grochu, to cały proces przemiany znalazłby dosyć jasne rozwiązanie. Mieszaniec tworzy tyle różnorodnych komórek jajowych, ile cechy w nim połączone mogą dać kombinacji stałych, a jedno z tych połączeń jest zawsze takie same, jak zapładniająca komórki pyłkowe. We wszystkich zatem doświadczeniach tego rodzaju może się zdarzyć, że już z drugiego zapłodnienia uzyskamy formę stałą, która będzie tożsama z rośliną ojcowską. Czy jednak rzeczywiście ją otrzymamy, to zależy w każdym poszczególnym przypadku zarówno od liczby badanych

roślin, jak od ilości cech różniących się, które zostały połączone przy zapłodnieniu. Przypuśćmy np., że rośliny, przeznaczone do doświadczenia, różnią się trzema cechami i że gatunek  $ABC$  ma przejść w inny  $abc$ , za pomocą kilkakrotnego zapłodnienia pyłkiem tegoż. Mieszaniec, pochodzący z pierwszego zapłodnienia, tworzy 8 różnych rodzajów komórek jajowych, mianowicie:

$ABC, ABc, AbC, aBC, Abc, aBc, abC, abc.$

W drugim roku doświadczeń łączymy je znowu z pyłkiem  $abc$  i otrzymujemy szereg:

$AaBbCc + AaBbc + AabCc + aBbCc + Aabc + aBbc + abCc + abc.$

Ponieważ forma  $abc$  występuje po razie w szeregu osmioczłonowym, więc mało jest prawdopodobnym, żeby nie była obecna między badanymi roślinami, nawet gdyby je hodowano w małej ilości, zatem przeobrażenie nastąpiłoby już po dwukrotnym zapłodnieniu. Gdybyśmy mieli przypadkiem nie otrzymać formy  $abc$ , to zapłodnienie trzeba w dalszym ciągu przeprowadzić na jednym z najbardziej pokrewnych połączeń  $Aabc, aBbc, abCc$ . Widzimy przeto, że tego rodzaju doświadczenie musi się tem dłużej ciągnąć, *im mniejszą jest ilość roślin badanych i im większą jest liczba cech różniących się* u obu pierwotnych form rodzicielskich, a następnie, że u tych samych gatunków, jak to zauważył Gärtner, może z łatwością nastąpić przesunięcie o jedno, nawet o dwa pokolenia. W każdym razie przeobrażenie bardzo odległych gatunków może być ukończone dopiero w piątym albo szóstym roku doświadczeń, albowiem ilość różnych komórek zarodkowych, wytwarzanych w mieszańcu, wzrasta zależnie od ilości cech różniących się, jak odpowiednia potęga 2.

Gärtner znalazł w powtórnych doświadczeniach, że

czas trwania przeobrażenia *odwrotnego* jest dla niektórych gatunków różny, tak że często gatunek  $A$  można o jedno pokolenie wcześniej przemienić w inny gatunek  $B$ , aniżeli  $B$  w  $A$ . Gärtner uważa to jednocześnie za dowód, że zapatrywanie Kölreutera, według którego „*obie pici zachowują się w mieszańcu zupełnie równoważnie*“ nie wytrzymuje krytyki. Zdaje się jednak, że Kölreuter na zarzut ten nie zasługuje i że raczej Gärtner przeoczył tutaj pewien ważny ustęp, na który sam w innym miejscu zwraca uwagę, a który brzmi: „*bieg spraw zależy też od tego, jaki osobnik wybrany został do dalszego przeobrażenia*“. Doświadczenia, jakie w tym względzie przeprowadzono z dwoma gatunkami grochu, wskazują, że wybór osobników najodpowiedniejszych do zapłodnienia dalszego uzależniony jest w wysokim stopniu od tego, który z dwóch gatunków ma uleść przeobrażeniu. Obie badane rośliny różniły się 5 cechami, zarazem gatunek  $A$  posiadał wszystkie dominujące, zaś gatunek  $B$  wszystkie cechy recesywne. Dla wzajemnego przeobrażenia zapłodniono  $A$  pyłkiem  $B$  i naodwrot,  $B$  pyłkiem  $A$ ; powtórzono to samo w roku następnym z obydwoma mieszańcami. W doświadczeniu pierwszym  $\frac{B}{A}$  było w trzecim roku doświadczeń 87 roślin dla wyboru osobników do dalszego zapłodnienia, przytem w 32 *możliwych postaciach*; w doświadczeniu drugim  $\frac{A}{B}$  otrzymano 73 roślin, których wygląd zewnętrzny *zgadzał się zupełnie z rośliną ojcowską*, jednak wewnętrzne właściwości musiały być tak samo różne, jak formy tamtego doświadczenia. Zatem wybór można było przeprowadzić na podstawie rachunku tylko w doświadczeniu pierwszym, w drugim zaś musiano wybrać kilka roślin

wprost na los szczęścia. Z ostatnich zapłodniono tylko część kwiatów pyłkiem *A*, resztę zaś pozostawiono do samozapłodnienia. W roku następnym uprawa wykazała, że z pośród każdych 5 roślin, które użyto w obu doświadczeniach do zapłodnienia, zgadzały się z rośliną ojcowską:

			w dośw. pierwszem:	w dośw. drugim:
we wszystkich cechach:			2 rośliny	—
w	4	„	3 „	—
„	3	„	—	2 rośliny
„	2	„	—	2 „
„	1	„	—	1 „

W doświadczeniu zatem pierwszym przeobrażenie zostało skończone, w drugim zaś, którego nie prowadzono dalej, musiałyby prawdopodobnie dla zupełnego przeobrażenia nastąpić jeszcze dwukrotne zapłodnienie.

Gdyby się nawet miało nie często zdarzać, że cechy dominujące należą wyłącznie do jednej lub drugiej pierwotnej rośliny rodzicielskiej, sprawi to jednak zawsze różnicę, która z dwóch roślin posiada większą ilość cech dominujących. Jeżeli większość ich przypada na roślinę ojcowską, wtedy wybór form do dalszego zapłodnienia przeprowadza się z mniejszym prawdopodobieństwem, niż w przypadku odwrotnym. Pociąga to za sobą zwłokę w długości okresu przeobrażenia, jeżeli przyjmiemy, że doświadczenie wtedy dopiero uważa się za skończone, gdy otrzymamy formy, które są tożsame z rośliną ojcowską, oraz dają potomstwo stałe.

Na skutek pomyślnych wyników doświadczeń nad przeobrażeniem gatunków, zmuszony był Gärtner nakłonić się do przekonań tych przyrodników, którzy zaprzeczają stałości gatunków roślinnych, przyjmując, że nowe gatunki tworzą się

dalej nieustannie. W zupełnym przeobrażaniu się jednych gatunków w drugie widzi on niewątpliwy dowód tego, że gatunek ma granice ściśle określone, po za którymi nie może już ulegać zmianom. Jakkolwiek pogładowi temu nie można przyznać wartości bezwzględnej, to znajdujemy jednak, z drugiej strony, w doświadczeniach Gärtnera godne uwagi potwierdzenie przypuszczenia, wypowiedzianego dawniej, o zmienności roślin uprawnych.

Pośród gatunków badanych były również rośliny uprawne, jak orlik (*Aquilegia arthropurpurea* i *canadensis*), goździk (*Dianthus Caryophyllus*, *chinensis* i *japonicus*), tytoń (*Nicotiana rustica* i *paniculata*), które również po 4—5-krotnym połączeniu mieszanem nic ze swojej samoistości nie utraciły.



## UWAGI.

(Przypiski Eryka v. Tschermak'a).

Powtórny nakład wydania niemieckiego udostępnił szerszemu ogółowi czytelników oba referaty X. Mendla, swojego czasu wygłoszone ustnie (1865 i 1869), a następnie — wydrukowane (1866 i 1870)\*). Wtedy jednak nie przypisywano bynajmniej referatom tej wartości i znaczenia, które im się należą, jako przyczynom podstawowym do nauki o powstawaniu mieszańców, co więcej — do nauki o budowie form organicznych oraz historii ich rozwoju w ogólności. Wprawdzie już przed Mendlem przeprowadzali Kölreuter, Gärtner, Herbert, Lecocq, Wichura i inni różnorodne doświadczenia nad powstawaniem mieszańców u roślin, jednakże żaden z tych badaczy nie próbował nawet wprowadzać prawa kształtowania się mieszańców. Pierwszy Mendel zapoczątkował w tym celu ogromnie uciążliwe i szczegółowe doświadczenia głównie nad grochami (przeszło z 10 000 okazów), fasolami i jastrzębcami; przytem przeprowadził je „w dostatecznych rozmiarach i w taki sposób, że można było oznaczyć ilość różnych form, w jakich potomstwo mieszańców występuje, oraz uporządkować je z zupełną pewnością w poszczególnych pokoleniach i ustanowić wzajemne liczbowe stosunki”. (Mendel). W przeciwieństwie do dotychczasowego pojęcia o tworzeniu się mieszańców, jako zjawisku pozbawionem prawdziwości, a tem samem nie podlegającym przepowiadaniu, badania przy ustaleniu doświadczalnym praw dziedziczności oparły się nie na śledzeniu większego lub mniejszego podobieństwa ogólnego mieszańców z rodzicami, lecz na analizie wyglądu zewnętrznego obu rodziców, jako sumy właściwości po-

\*) W tłumaczeniu niniejszem zamieszczamy tylko pracę nad grochem. Wyniki zaś doświadczeń nad jastrzębcem, stanowiące temat drugiego referatu, pominęliśmy, ze względu na ich znaczenie podrzędne dla podstaw nauki Mendla. Wynikom tych doświadczeń poświęca kilka słów wyjaśnienia Punnet: Mendelizm, tłum. dr. E. Malinowskiego, str. 28, 29.

szczególnych, oraz na zestawianiu parami cech różniących się; należało przytem śledzić dziedziczenie przez mieszańców oddzielnych cech. Metodę, wprowadzoną przez Mendla, można nazwać „analizą systematyczną cech albo elementarną analizą biologiczną postaci zewnętrznej”. Zdobyczą najważniejszą tej metody jest stwierdzenie faktu, nie ulegającego wątpliwości, że naogół cechy poszczególne zachowują się przy dziedziczeniu zupełnie samodzielnie, to znaczy, że mogą się rozłączać, wzgl. swobodnie kombinować, jak przypadek zdarzy, czyli, krótko mówiąc, że każda forma roślinna składa się z samodzielnych jednostek biologicznych. Obok ujęcia i przedłożenia zjawisk czysto doświadczalnego, opisowego, poważną rolę odgrywa jednak już u Mendla przypuszczenie, że własności poszczególne, stanowiące elementy czy składniki samodzielne postaci zewnętrznej, łączą się przyczynowo z oddzielnymi elementami samodzielnymi komórki (porów. str. [42]). Taki sposób patrzenia przyczynowego pogłębia analizę cech, oraz naukę dziedziczenia zewnętrznego czyli pozornego, sprowadzając je do analizy przyczyn poszczególnych, do nauki o dziedziczeniu wewnętrznem czyli istotnem. Te myśli zasadnicze Mendla rozwinięte zostały dalej, naprzód przez teoryę kryptomeryi (Naukę o zawartości niewidocznych, utajonych związków, które są jednak zdolne do reagowania i uzewnętrzniania się — E. v. Tschermak), a następnie szczególnie przez teoryę genów (Faktorentheorie). Ostatnią można scharakteryzować jako naukę o samodzielnach przyczynach cząstkowych albo genach, które są sprawcami cech. Geny te mogą wywoływać charakterystyczne postaci zewnętrzne, wstępując w najróżnorodniejsze stosunki wzajemne, bądź przez zetknięcie (przez syntezę, czy to w postaci kombinacji, zahamowania, stłumienia lub zasłonięcia), bądź też przez rozdział połączenia dotychczasowego (przez analizę, czy to jako rozwiązanie, uwolnienie się, czy też ujawnienie z dotychczasowego stłumienia lub zasłonięcia). Przy analizowaniu obu form rodzicielskich przeciwstawia się wyłącznie posiadanie lub brak tego samego genu — niezależnie od obustronnego posiadania lub braku innych genów (Correns, Cuénot, Bateson, Punnett, Shull i in).

Mendel rozumiał doskonale, jakie znaczenie posiada odkrycie prawdziwości tych zjawisk dla wytwarzania nowych postaci, oraz dla praktycznej hodowli.

Zagadnienia, poruszane w obu krótkich rozprawach, zajmowały Mendla przez wiele lat. Skromny uczony wygłosił je w małym kółku, a następnie drukował w bardzo trudno dostępnej formie (zamówił i zesłał tylko 30 odbitek). Referaty te wywołały wprawdzie bardzo ciekawą korespondencję z C. v. Nägeli'm, wkrótce jednak poszły prawie w zupełne zapomnienie. Jedynie zapałowi zbieracza W. O. Focke'go zawdzięczamy odpowiednią wskazówkę, zamieszczoną w jego znanej książce „Die Pflanzenmischlinge“ (Mieszance roślin) Berlin 1881. Od-

powiedni ustęp na str. 110 brzmi: „Liczne doświadczenia Mendla nad krzyżowaniem dostarczyły wyników zupełnie identycznych z otrzymanymi przez Knight'a, lecz Mendlowi zdawało się, że znalazł stałe stosunki liczbowe między typami mieszańców“. Tak się złożyło, że trzej badacze: C. Correns (Monaster), E. v. Tschermak (Wiedeń) i Hugo de Vries (Amsterdam) odkryli po raz drugi jednocześnie i niezależnie od siebie istotę zjawisk już przez Mendla ustalonych i dopiero po dodatkowym przeszukaniu literatury natrafili na podstawowe prace wstępne Mendla. Z chwilą tego powtórnego odkrycia (1900) dla prac biologii doświadczalnej powstał kierunek nader obiecujący, który dziś już powszechnie nosi nazwę „Mendelizmu“. W Anglii zaopiekowali się nim z doskonałym skutkiem główni jego przedstawiciele W. Bateson i jego szkoła (szczególnie R. C. Punnett, Miss E. R. Saunders i R. H. Lock), oraz C. Hurst i Biffen; w Ameryce Castle, Davenport, Shull, Emerson i Spillman; w Niemczech C. Correns, V. Häcker i E. Baur; w Austrii E. v. Tschermak; w Szwajcarii A. Lang; w Szwecji Nilsson-Ehle; w Japonii K. Toyama. „Mendelizm“ oddziałął twórczo również i na hodowlę w gospodarstwach wiejskich, nadając jej nowy kierunek.

Z niezbyt licznych biograficznych danych można ułożyć następującą życiorys uczonego morawianina.

Jan Mendel urodził się 20 lipca 1822 roku, jako syn prostych włościan, w małej wiosce Jasienica vel Hyńczyce, położonej między Odrawą i Lipnikiem na granicy Śląska i Moraw. Ojciec przeznaczył go do zawodu rolniczego, przewidując, iż syn obejmie w przyszłości małą posiadłość. Rozwinięty chłopiec miał więc już w młodych latach sposobność zapoznania się bliżej z gospodarstwem wiejskim i niektórymi czynnościami ogrodowymi, jak np. szczepieniem. Ojciec początkowo przeciwny był nauce syna, lecz namowy nauczyciela oraz matki sprawiły, że wreszcie uległ prośbom chłopca. Naprzód posłano go do szkoły miejskiej w Lipniku. Gimnazjum ukończył w przeciągu sześciu lat w Tropawie z wielkimi trudnościami materialnymi, a następnie przeszedł kurs dwuletni, t. zw. filozoficzny, w Ołomuńcu, który odpowiada 7 i 8 klasie naszych gimnazjów dzisiejszych. Prawdopodobnie dyrektor gimnazjum, augustyanin, musiał naprowadzić Mendla na myśl poświęcenia się stanowi duchownemu. Nauczyciel fizyki, który nazywał chłopca swoim najlepszym uczniem, polecił go prałatowi zakonu augustyanów w Altbrunn, gdzie roku 1843 został przyjęty do nowicyatu pod imieniem Grzegorza. Po upływie dwóch lat studyował 1845—1848 teologię w Bernie, następnie zajmował się przez czas krótki duszpasterstwem, od czego go jednak wkrótce znowu odwołano. Dwa lata spędził następnie, jako pomocnik nauczyciela w gimnazjum znanym, wykładając fizykę i matematykę. Powrócił (1851) do Berna i objął posadę nauczyciela na kursie przygoto-

wawczym technicznego zakładu naukowego, który rozwinął się potem w wyższą szkołę techniczną. W październiku roku 1851 wysłany został przez klasztor do Wiednia na uniwersytet, gdzie przebył pięć semestrów jako słuchacz nadzwyczajny. Z grona nauczycieli jego wymienić należy botaników Fenzl'a i Unger'a, fizyków Doppler'a i Ettinghausena oraz chemika Redtenbacher'a. W roku 1854 został Mendel nauczycielem historii naturalnej i fizyki w c. k. Wyższej szkole realnej w Bernie. Działalność jego nauczycielska trwała lat 14; zyskał on wówczas, jako wybitna siła naukowa, miłość i szacunek kolegów i uczniów. 13 maja 1869 roku wybrany został na opata swego zakonu. Na tym stanowisku poświęcił swe siły, zagrożone przez chorobę, prawie całkowicie prowadzeniu klasztoru (1869—1884), przyczem wyczerpał się zupełnie, z trudem walcząc o zapewnienie bytu materialnego klasztorowi, wbrew ustawom podatkowym rządu ówczesnego. W roku 1869 został Mendel jednym z wice-prezesów Związku Przyrodników w Bernie. Zmarł 6 stycznia 1884 roku.

Prace Mendla z dziedziny nauk przyrodniczych przypadają na lata 1856—1871. Doświadczenia botaniczne przeprowadzał on w ogrodzie klasztornym na wielką skalę i w wielkiej ilości. W pismach Związku Przyrodników w Bernie r. 1865, wzgl. 1866 i 1869, wzgl. 1870, przedstawił jednakże tylko wyniki swoich doświadczeń nad tworzeniem mieszańców u odmian grochu (*Pisum*) i fasoli (*Phaseolus*), oraz u gatunków jastrzębca (*Hieracium*) i to jeszcze w zbyt wielkiem skróceniu. Powyższe publikacje, które same domagały się dalszego ciągu i szerszego opracowania przez Mendla, obejmują zaledwie skromną część tego, co Mendel zauważył i nad czem pracował. Sprawozdania z posiedzeń Związku Przyrodników w Bernie (1866, str. 52) wzmiankują, że Mendel pokazywał dwa świeżo otrzymane mieszańce z *Verbascum phoeniceum* × biało kwitającym *Verbascum Blattaria* i *Campanula media* × *pyramidalis*. W pierwszym referacie wspomina Mendel również o kilku doświadczeniach z *Lathyrus* (str. 9) i *Dianthus Caryophyllus*. Jest zasługą C. Correns'a, że wydał listy Mendla, pisane do C. v. Nägeli'ego, dzięki nim bowiem wzrosły nasze wiadomości o Mendlu, jako o badaczu, oraz o zakresie jego prac. W listach tych wspomina Mendel o swoich próbach krzyżowania, np. różnobarwnych rodzin lewkonii, które zajmował się co najmniej przez 6 lat, — *Geum* (kuklik), *Cirsium* (ostrożeń), *Aquilegia* (orlik), *Linaria* (lnianka), *Mirabilis* (dziwaczek), *Melandrium* (goździeniec), *Zea* (kukurydza), *Verbascum* (dziewanna), *Antirrhinum* (lwi pyszczyk), *Ipomaea*, *Tropaeolum* (nasturcya), *Calceolaria* (Babi kęs). Po wyborze na prałata miał Mendel niestety tylko w pierwszych 4 latach tyle czasu, aby móc w dalszym ciągu systematycznie prowadzić swoje spostrzeżenia. Nie opracował również nagromadzonego materiału i więcej już prac nie ogłosił. Dziennik obserwacji, który prowa-

dził niewątpliwie z wielką dokładnością, zdaje się, niestety zaginął. Według wszelkiego prawdopodobieństwa do doświadczeń nad mieszańcami roślin skłoniła Mendla w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych polemika niezwykle ożywiona na temat powstawania gatunków, a szczególnie jeszcze pojęcia do jakich doszedł C. v. Nägeli, rozważając różnorodność form jastrzębca (*Hieracium*). v. Nägeli dawał wprost Mendlowi wskazówki listowne, tyżące uprawy i kastrowania *Hieracium*, przysyłał mu niektóre postaci, jednakże nie pojął istotnego znaczenia badań Mendla. Mendel natomiast przekazał v. Nägeli'emu próby swoich mieszańców grochu, jastrzębca, ostroźnia, kuklika i lniarki.

Mendel miał szczególne zamiłowanie do ogrodnictwa. W ogrodzie klasztornym szerepił drzewa owocowe, a jedna z wyhodowanych przez niego fuksyi była ogromnie ceniona przez ówczesnych ogrodników; nazwano ją następnie fuksją Mendla. Nie wiadomo jednak, w jaki sposób owa fuksya pełna została otrzymana. Na jednym obrazie znajduje się wizerunek Mendla z gałązką owej fuksyi w ręce. Jako zapalony pszczelarz urządzał Mendel również doświadczenia z krzyżowaniem pszczół. Otrzymane mieszańce pokazywał w Związku Hodowców Pszczół, oraz różnym swoim gościom, niestety jednak nic na ten temat nie ogłosił. Najdokładniejsze sprawozdanie z tych doświadczeń przedstawił w mowie pogrzebowej dr. M. Schindler.

Obok botaniki zajmował się Mendel głównie meteorologią. Jego kilkoletnie obserwacje uważane są przez fachowców za wzorowe. Wyniki ich ogłaszał Mendel, począwszy od 1862 r., w wyżej wymienionych rozprawach, przyczyniając się tem do rozszerzenia sieci meteorologicznej obserwacyjnej na Morawach i Śląsku. Mendel zajmował się również w ciągu wielu lat pomiarami wód gruntowych oraz obserwacją plam słonecznych; niestety jednak wskutek niedomagań, w jakie pod koniec życia zapadł, wyników tych nie ogłaszał i nikt się też nie znalazł, ktoby był owe pozostałe w klasztorze zapiski spożytkował do dalszych badań w tym kierunku. W roku 1870 panował cyklon, który silnie uszkodził klasztor. Z okazji tego zjawiska przedstawił Mendel w Związku Przyrodników szereg obserwacji, które częściowo sam porobił, a częściowo zebrał, wywiadując się i badając okolicę Berna. Wyciąg z tego referatu ogłosił następnie w pismach Związku.

Wyjątkowe uznanie, z jakim spotkał się mendelizm w ostatnim dziesięcioleciu we wszystkich naukach biologicznych, oraz jego epokowe znaczenie dla całej dziedziny zagadnień o dziedziczeniu wyraziły się najbardziej przy odsłonięciu pomnika Grzegorza Mendla w Bernie 2 października 1910 r. Na uroczystość tę zjechali w niezwykle licznej gronie uczeni zarówno swoi, jak obcy.

Grzegorz Mendel ogłosił dorywczo w rozprawach Związku Przyrodników w Bernie następujące prace:

Bemerkungen zu der graphisch-tabellarischen Uebersicht der meteorologischen Verhältnisse von Brünn. (Uwagi do przeglądu graficzno-tabelkowego stosunków meteorologicznych w Bernie). Bd. I. 1864. S. 246.

Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und Schlesien für die Jahre 1864—1867. (Obserwacje meteorologiczne na Morawach i Śląsku w latach 1864—1867). Bd. II—V; w następnych zaś latach komunikaty.

Versuchen über Pflanzenhybriden. (Doświadczenia nad mieszańcami roślin). Bd. IV. 1866. S. 3—...

Ueber einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieraciumbastarde. (O kilku mieszańcach jastrzębca, otrzymanych przez zapłodnienie sztuczne). Bd. VIII. 1870. S. 26—31.

(Obie prace Grzegorza Mendla polecał E. v. Tschermak do wydawnictwa klasyków nauk ścisłych Ostwalda już w r. 1900, jednakże ociągano się czas dłuższy z przyjęciem ich, tak, że wreszcie przedruk pierwszych referatów Mendla wydany staraniem C. Goebel'a we „Florze“ (*Flora*. Erg.-Bd. 89. Jg. 1901), ukazał się parę tygodni wcześniej. Tłumaczenie angielskie ogłosił W. Bateson w *Journ. of the R. Hort. Society* Bd. 1901, w *Mendel's principles of heredity*. A. Defense. Cambridge 1902 i *Mendel's principles of heredity*. Cambridge 1909).

Die Windhose am 13 October 1870 (Trąba powietrzna 13 października 1870 r.) Bd. IX. S. 329. 1871.

Gregor Mendels Briefe an Carl v. Nägeli. (Listy Grz. Mendla do C. v. Nägeli'ego). Wydane przez C. Correns'a. *Abh. der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys.* Kl. 29. Jg. III. Lipsk 1905. S. 189. Niektóre odpowiedzi C. v. Nägeli'ego odnalezione zostały niedawno w Bernie; wydane zostaną wkrótce przez dr. H. Iltis'a.

Biograficzne dane o Grzegorz Mendlu znajdują się w następujących miejscach:

A Schindler (Lekarz miejski w Zuckmantel na Śląsku). Gedenkrede auf Prälaten Gr. J. Mendel anlässlich der Gedenktafel-Enthüllung in Heinzendorf, Schlesien, am 20. Juli 1902. (Mowa poświęcona pamięci prałata G. J. Mendla z powodu odsłonięcia tablicy pamiątkowej w Heinzendorf na Śląsku, 20 lipca 1902 r.). Nakładem własnym.

H. Iltis. *Johann Gregor Mendel's Leben*. (Życie Jana Grzegorza Mendla). *Tagesbote aus Mähren und Schlesien*, 21 Juli 1906. Nr. 337.

— Gregor Mendel. Naturw. Wochenschrift Nr. 47. 1910

Z niezwykle bogatej literatury o mendelizmie przytaczamy na-  
przód publikacje nowoodkrytych prac Mendla:

C. Correns. Gregor Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. (Reguły Grz. Mendla, dotyczące zachowania się potomstwa mieszańców ras). Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. 1900. Heft 4.

Erich Tschermak. Ueber künstliche Kreuzung bei Pisum sativum. (O sztucznym krzyżowaniu grochu siewnego). Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich. 5. Heft. 1900 i Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. 1900. Heft 6.

Hugo de Vries. Ueber das Spaltungsgesetz der Bastarde. (O prawie, kierującym rozszczepianiem się mieszańców). Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. 1900. Heft 3. Por. również: Sur la loi de disjonction des hybrides. Comptes rendus de l'Acad. des sciences. Paris 26. Mars 1900.

Z innych pism wymienimy tu tylko kilka prac ogólnych, które nadają się specjalnie, jako wstęp do nauki o mendelizmie:

W. Bateson. Mendel's Principles of heredity. (Zasady dziedziczności podług Mendla). Cambridge at the University Press 1909.

C. Correns. Ueber Vererbungsgesetze. (O prawach dziedziczenia). Vortrag. Sept. 1905. Berlin. Boroträger.

R. C. Punnett. Mendelism. Cambridge. Macmillan and Bowes. Fourth Edition 1912. Tłumaczenie niemieckie W. R. v. Proskowetz'a. Wydane przez H. Iltis'a. Berno. Carl Winiker. 1910. Tłumaczenie polskie d-ra E. Malinowskiego, Warszawa Wende 1913 (z 3-go wyd. angielskiego).

Erich v. Tschermak. Przegląd ogólny obecnego stanu mendelizmu, zamieszczony w „Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen (C. Fruwirth'a). 4. Bd. S. 63 — 106. 2. Aufl. Berlin, Paul Parey. 1910.

1) *Do str. 2.* Wprawdzie dopiero Mendel odkrył i wyjaśnił prawidłowość rzeczoną, jednak już w roku 1822 John Goss (On the variation in the colour of peas, occasioned by cross impregnation. Transact. of the Horticultural Society of London Vol. V. 1824, p. 234 do 236) zauważył niektóre jej objawy, można go więc uważać za poprzednika Mendla. Przy krzyżowaniu odmiany zielonawej grochu,

Prolific czyli Prussian blue z żółtą Dwarf Spanish Pea stwierdził Goss, że nasiona stąd otrzymane posiadały bez wyjątku cechę odmiany ojcowskiej t. j. barwę żółtą, że w pokoleniu następnym nasiona były częściowo żółte, częściowo zielone, że wreszcie tylko część nasion żółtych przekazywała dziedzicznie swoją barwę, reszta rozszczepiała się, barwa zaś zielona była stałą.

2) *Do str. 4.* Bardzo wskazany byłby zdaje się sposób następujący: przecinamy wzdłuż szwu łódeczkę lancetem i, rozszerzając dno pąka, oddalamy zapomocą szczypczyków pylniki od szyjki, poczem odrywamy je przy niteczce i przenosimy stalówką pyłek na znamię. Pęknięcie pylników, a więc tem samem samozapylenie przed otwarciem korony zdarza się u odmian grochu niższego częściej, niż u wyższego (v. Tschermak).

3) *Do str. 5.* Do dziś dnia nie umiemy ściśle określić różnic między mieszańcami gatunków i mieszańcami odmian, wzgl. ras lub rodów. de Vries starał się odróżniać cechy zmienne o sposobie dziedziczenia dwupłciowym, t. zn. mendlującym, od cech mutatywnych swoistych o sposobie dziedziczenia jednopłciowym, t. zn. nie mendlującym, z brakiem pozornym rozszczepienia, przyczem występuje wielopostaciowość pokolenia pierwszego i stałość typów poszczególnych, albo typ pośredni mieszańców i ich potomstwa jednolity lecz trwałe. (Przykłady: krzyżówki mendlowskie Hieracium (jastrzębca), liczne mieszańce, wytworzone przez Gärtnera, krzyżówki Salix (wierzby) Wichury, niektóre z krzyżówek Oenothera (wiesiołków) de Vriesa). Próba podobnego rozróżniania spotkała się jednak z oporem z wielu stron. Liczni badacze skłonni są dziś raczej do powątpiewania wogóle o różnorodności dziedziczenia.

4) *Do str. 5.* O wyjątkowych przypadkach wzmocnienia, lub ukazania się nowej cechy patrz niżej.

5) *Do str. 6.* Obecnie powiedzielibyśmy prawdopodobnie zamiast „bielmo”—liścienie lub tkanka zapasowa, gdyż u grochu właściwego bielma brak. Bielmo powstaje zdaniem Nawaschin'a i Guignard'a z zapłodnionego osobno woreczka zalążkowego, podobnie jak komórka jajowa, tymczasem tkanka liścieni jest utworem zastępczym, wytworzonym przez komórkę jajową, wzgl. sam zarodek.

6) *Do str. 6.* Skórka nasienna wielu odmian grochu nie jest na tyle cienka, aby barwa liścieni mogła wyraźnie przeświecać; skórki nasienne ciemno-brunatne i fioletowo-kropkowane Pisum arvense są wprost nieprzezroczyste. Ponieważ trzeba oddzielnie określać zabarwienie skórki nasiennej i barwę ośrodka, zmuszeni jesteśmy częstokroć usuwać skórki nasienne przy pomocy noża.

7) *Do str. 8.* Skoro chrząszcze występują na grochu w tak wielkiej liczbie, że w poszczególnych kwiatach znajdujemy często po 2 oka-

zy, to one stają, zdaje się, istotnie przyczyną obcozapylenia. W strąkach odmian zielono-nasiennych grochu, których nasiona zupełnie dojrzałe zawierają prawie wszystkie po jednym chrząszczu, znajdujemy niekiedy tylko nasiona żółte; wykazują one swoje pochodzenie mieszane już w pokoleniu następnym, wydając rośliny o różnorodnych nasionach. Łusko-skrzydło, zdaje się, bardzo rzadko odwiedzają kwiaty naszego grochu, to też hodowcy nasion mogą bezpiecznie uprawiać obok siebie różne odmiany. W przeciągu trzech lat v. Tschermak zauważył tylko raz jeden, że samiczka *Megachile apicalis* Spin. była w stanie poruszyć złożony mechanizm kwiatu grochu.

8) *Do str. 9.* Mendel nazywa pierwsze pokolenie mieszańców, otrzymywanych ze sztucznego krzyżowania, wprost mieszańcami. Z praktyczno-hodowlanego punktu widzenia można nazywać pierwsze pokolenie „krzyżówkami“, drugie — „pokoleniem rozszczepionem“, trzecie — „pokoleniem próbnem“. Cechy barwy zielonej czy żółtej, oraz postaci okrągłej czy pomarszczonej, dotyczące ośrodka nasienia mieszańców, widoczne są już w bezpośrednich skutkach krzyżowania, mianowicie na nasionach.

9) *Do str. 9.* Są to wypadki pośredniej postaci, czyli zmieszania cech (typ *Zea* zewnętrznego dziedziczenia wedł. Correns'a), które przeciwstawiamy wyraźnie krańcowemu uzewnętrznianiu się następnie rozpatrywanych siedmiu par cech u grochu (typ *Pisum* zewnętrznego dziedziczenia wedł. Mendla).

10) *Do str. 10.* Nowsze badania (v. Tschermak, Correns) wykazały, że u pewnych odmian ma jednak pewne znaczenie płęć t. zw. przenosiiciela cechy, czyli sposób łączenia się dwóch form, a mianowicie forma macierzyńska wykazuje w tym razie większy wpływ.

11) *Do str. 11.* Przewagę podobną obcozapylenia w tej samej odmianie (ksenogamia izomorficzna) nad samozapyleniem stwierdził Darwin u 57 z pomiędzy 83 badanych gatunków. v. Tschermak przekonał się, że podobny przyrost wysokości zachodzi przy łączeniu tylko pewnych odmian.

12) *Do str. 11.* E. v. Tschermak następnie stwierdził, że kropkowanie fioletowe skórki nasiennej występuje po skrzyżowaniu *Pisum arvense* o niekropkowanej brąznej barwie skórki nasiennej z *P. sativum*, jako „nowość dominująca“, t. zn. u wszystkich członów 1 pokolenia, a w 2 pokoleniu w stosunku 9:3 (niekropkowane brązne): 4 (niekropkowane bezbarwne). Ciekawym i nieodzownym warunkiem ujawnienia est brak zabarwienia fioletowego osadki nasienia u danej postaci *Pisum sativum*. Teoria genów tłumaczy występowanie prawidłowe nowych cech, oraz regularne „wzmacnianie“ cech rodzicielskich nowym ugrupowaniem genów przy krzyżowaniu. Mianowicie sprowadzamy występowanie w położeniu dominującym (9:3:3:1 wzgl. 9:3:4) do nowej

kombinacji, wzgl. współdziałania dwóch genów istniejących, lecz dotychczas rozdzielonych ( $AB$  z rodziców  $Ab$  i  $aB$ ); występowanie t. zw. „współrecesywne“ (9:3:3:1 wzgl. 12:3:1) tłumaczymy jednoczesną nieobecnością dwóch genów ( $ab$  z rodziców  $Ab$  i  $aB$ ). Tymczasem występowanie jako „współdominujące“ (9:3:3:1 wzgl. 9:3:4) lub jako „nowość recesywna“ (9:3:3:1 wzgl. 12:3:1) każe domyślać się wyodrębnienia jednego z dwóch dotychczas połączonych genów ( $Ab$  lub  $aB$  z rodziców  $AB$  i  $ab$ ).

13) *Do str. 11.* Mendel nazywa potomstwo mieszańców samozapłodnionych pokoleniem pierwszym mieszańców; nazwa dokładna byłaby „pokolenie filialne“ (Tochtergeneration) lub „drugie pokolenie mieszańców“ (por. przyp. 8 do str. 9).

14) *Do str. 12.* v. Tschermak otrzymał w doświadczeniach analogicznych przeciętnie 25% tylko żółtych strąków i potwierdził dane Mendla, głoszące, że stosunek 3:1 określa się nie z poszczególnych strąków, lub nawet roślin, lecz dopiero jako przeciętną z większej ilości osobników.

15) *Do str. 13.* Jednakże zdarza się w pewnych razach niewątpliwie zmieszanie cech, czyli występowanie form przejściowych między barwą żółtą i zieloną, postacią okrągłą i zmarszczoną, które zachowują się w pokoleniach dalszych, jak mieszańce o cechach dominujących.

16) *Do str. 19.* Ponieważ jest rzeczą nieprawdopodobną, aby w rzeczywistości mogły się zdarzyć dwie postaci, różniące się tylko jedną jedyną cechą, należy określenie Mendla „różniące się tylko jedną istotną cechą“ rozumieć jako „różniące się tylko jedną, za istotną uważaną, cechą, t. zn. braną przedewszystkiem i wyłącznie pod uwagę niezależnie od innych różniących się cech“.

17) *Do str. 25.* Porów. przyp. 9 i 15.

18) *Do str. 26.* Zamiast „komórka zarodkowa“ czy „woreczek zarodkowy“ należałoby według obecnej terminologii mówić „komórka jajowa“, a przy uogólnianiu mieć na uwadze rośliny o prawdziwym bielmie, powstającym z oddzielnie zapłodnionego woreczka zalążkowego. Porów. przyp. 5. — Mendel przypuszcza przytem zupełną czystość komórek płciowych, czyli gamet, t. zn. rozdział dokładny zawiązków współzawodniczących ( $A - a$ ,  $B - b$ ,  $C - c$ ) pomiędzy komórki płciowe, wytworzone w ilości jednakowej. Natomiast wielu badaczy wyjaśniło możliwość ogólnego lub częściowego „zanieczyszczenia“ gamet przez domieszkę ledwie widoczną, lub zupełnie niewidoczną, współzawodniczących zawiązków. Trzeba, rzeczywiście, przyznać, że liczne dowody na korzyść tego rodzaju pojmowania zostały przez teorie genów obalone lub przynajmniej podane w wątpliwość; mimo to jednak nie można uważać sprawy za rozstrzygniętą i nie należałoby, zdaje się, uważać tezy czystości gamet za podstawę mendelizmu.

19) *Do str. 20.* (Do drugiej grupy formuł). Komórki zarodkowe wzgl. jajowe i komórki pyłkowe oznaczamy wedł. nowoczesnej terminologii jako „gamety“, produkt ich złączenia się — jako „zygoty“, przytem połączenie się gamet o jednakowych zawiązkach nazywamy „homozygotą“, zaś o różnych zawiązkach — „heterozygotą“ (W. Bateson). Rozwijające się stąd osobniki oznaczamy jako wewnętrznie jednolite, homozygotyczne, czyli wytwarzające tylko jednakowe komórki płciowe, wzgl. jako wewnętrznie niejednolite albo heterozygotyczne, czyli wytwarzające komórki płciowe różnego rodzaju. Zależnie od ilości zawiązków niejednakowych, jednego, dwóch lub więcej — rozróżniamy heterozygoty pojedyncze, podwójne, potrójne i t. d. Wogóle stan heterozygotyczny poznajemy po widocznym na zewnątrz rozszczepianiu potomstwa, które bywa wtedy różnopostaciowe. — Oznaczenia matematycznego, jakie Mendel obrał, używa teoria genów w znaczeniu zmienionem, przeciwstawiając wyłącznie posiadanie i brak genu, nie zaś dwa różne istniejące zawiązki (Hypoteza Presence—Absence), — a więc dużymi literami (*A, B, C*) oznaczamy posiadanie, małymi (*a, b, c*) nieobecność. Tak więc dla przykładu Mendla (okrągły — kanciasty, żółty — zielony) nowoczesne sformułowanie brzmiałoby następująco:

Forma I (roślina nasienna):	Forma II (roślina pyłkowa):
<i>A</i> (obecność genu, warunkującego krągłość nasienia, wzgl. wytwarzanie krochmalu, „epistatycznie“).	<i>a</i> (brak danego genu).
<i>B</i> (obecność genu, warunkującego kanciastość nasienia, wzgl. wytwarzanie cukru, jednakże w stanie stłumionym, „hipostatycznym“).	<i>B</i> (obecność danego genu).
<i>C</i> (obecność genu żółtej barwy „epistatycznie“).	<i>c</i> (brak danego genu).
<i>D</i> (obecność genu zielonej barwy w stanie stłumionym „hipostatycznym“).	<i>D</i> (obecność danego genu).

Heterozygoty:

$ABCDaBcD$  są pierwszym pokoleniem mieszańców.

Te dają znowu gamety (w liczbie 32):

$ABCD, ABcD, aBCD, aBcD$  — po 4 ♀ i 4 ♂ w każdej kombinacji.

Stąd utworzone zygoty (16), dają drugie pokolenie mieszańców:

$ABCDABCD$ homozygotycz.	$aBCDaBCD$ homozygotycz.	$ABcDABcD$ homozygotycz.	$aBcDaBcD$ homozygotycz.
$2ABCDABcD$ pojed. heterozyg.	$2aBCDaBcD$ pojed. heterozyg.	$2ABcDaBcD$ poj. heterozyg.	
$2ABCDaBCD$ pojed. heterozyg.			
$4ABCDaBcD$ podw. heterozyg.			
Wygląd:			
żółty okrągły 9	żółty kanciasty 3	zielony okrągły. 3	zielony kanciasty 1

20) *Do str. 25.* Porów. przyp. 10.

21) *Do str. 27.* Porów. przyp. 9.

22) *Do str. 28.* Porów. przyp. 9.

23) *Do str. 30.* Zdaje się, że Mendel wypowiedział się temi słowami zasadniczo za sprowadzaniem t. zw. dalszych stosunków rozszczepienia 15:1, 63:1, 255:1 do różnorodności 2, 3, 4 pierwiastków czy genów, czyli do łączenia dwu-, trój-, wzgl. wielohybryd, w przeciwstawieniu do łączenia monohybryd o jednej tylko parze różniących się genów z stosunkiem charakterystycznym rozszczepienia 3:1 albo 1:2:1 (wedł. Nilsson-Ehle'go). Obok możliwości, że z wymienionych w tekście połączeń „każde przedstawia inną barwę“, występuje ewentualność, że działanie genów poszczególnych jest w istocie swej jednokowe, np. wywołuje zabarwienie jednakowe o natężeniu stopniowanem. Osobniki, obdarzone odpowiednimi genami, przedstawiają wtedy szereg stopniowań. Wypadek podobny może się wszakże zdarzyć i przy jednej parze różniących się genów, a więc przy łączeniu monohybryd o stosunku charakterystycznym rozszczepienia 3:1 (Nilsson-Ehle tłumaczy to pobocznem działaniem innych genów).

24) *Do str. 32.* Porówn. przyp. 3.

25) *Do str. 34.* Przypomnijmy sobie przy sposobności, że A. v. Kerner był pierwszym, który postawił teorię wielokrotnego rozszczepiania się gatunków przez tworzenie mieszańców, posiadających nasiona i odznaczających się płodnością niezmniejszoną. Porów. Życie roślin. Znaczenie krzyżowania różnych gatunków, jako jednego z czynników nowopowstawiania stałych form, wynika z prac Focke'go nad *Rubus* (1877), Rosen'a nad *Erophila* (1889), Malinvaud nad *Mentha* (1898), v. Wettstein'a w stosunku do wypadków poszczególnych u *Euphrasia*, *Gentiana* i *Sempervivum* (1896, 1897, 1901) i Solms-Laubach'a nad tulipanami (1899).



259080

## DO NABYCIA WE WSZYSTKICH KSIĘGARNIACH

NASTĘPUJĄCE DZIEŁA,  
WYDANE Z ZAPOMOZI

KASY POMOCY DLA OSÓB PRACUJĄCYCH NA POLU NAUKOWEM  
**imienia D-RA MED. JOZEFA MIANOWSKIEGO,**  
LUB OFIAROWANE NA RZECZ KASY.

### NAUKI PRZYRODNICZE.

	Rb. k.
<b>Berdau Feliks dr.</b> Flora Tatr, Pienin i Beskidu Zachodniego, 1890, IV + 827 + 5b . . . . .	3 —
<b>Braun Juljan.</b> Badania w dziedzinie azotowych związków organicznych i ich pochodnych (1900—1908), 1908, VII — 238 . . . . .	1 —
<b>Chmielewski Z.</b> Podręcznik analizy chemiczno-rolniczej 1905, 169 . . . . .	1 —
<b>Dyakowski B.</b> Zarys metodyki elementarnej kursu historii naturalnej. Wyd. W. Jezierski. 1909, 38 . . . . .	— 30
<b>Dzieje myśli. Tom I zes. I.</b> O rozwoju metod badań naukowych. Wiedza ludów pierwotnych. Dzieje astronomii. Rys rozwoju fizyki. W oprac. Wł. Heinricha, Ludwika Krzywickiego, Stanisława Kramsztyka i Ludwika Brunera, 1907. XXXI+296, z 82 ilustr. w tekście . . . . .	1 50
— <b>Tom I zes. 2.</b> Rozwój historyczny pojęć chemicznych. Szkic ewolucji pojęć w mineralogii. Zarys rozwoju matematyki: a) rozwój matematyki do końca XVI w., b) zarys rozwoju geometrii w starożytności, wiekach średnich i w epoce odrodzenia, c) rozwój matematyki od początku w XVII. W oprac. Leona Marchlewskiego, Józefa Siomy, M. Feldbluma, Wł. Smosarskiego i Stef. Kwietniewskiego, 1911, 279, z 33 ilustracjami . . . . .	1 50
— <b>Tom II zes. 1.</b> Historia ogólnej nauki o ziemi (geografii—geologii). Dzieje nauk biologicznych. Dzieje antropologii. Dopelnienie do historii fizyki. W oprac. Wacława Nałkowskiego, Józefa Nusbauma, Ludwika Krzywickiego i L. Brunera. 1907, 471, 40 ilustracji w tekście, 2 tablice . . . . .	2 —
— <b>Tom II zes. 2.</b> Dzieje psychologii. Dzieje językoznawstwa. W oprac. S. Lorii i J. Baudouina de Courtenay. Warszawa, 1909, str. 302 . . . . .	1 50
<b>Faraday.</b> Dzieje świecy, przeł. M. i St. Kalinowscy. Warszawa, 1914 . . . . .	— 50
<b>Filipowicz Kazimierz dr.</b> Wiadomości początkowe z botaniki (podług dzieła d-ra Le Maout: „Leçons élémentaires de botanique“) z 194 drzew. w tekście, 1884, III+225+II. (karton.) . . . . .	— 25
<b>Grzybowski J. prof.</b> Przeglądowa mapa geologiczna ziem polskich z tekstem objaśniającym z trzema przekrojami, pod redakcją prof. J. Morozewicza, wydał Z. Weyberg, 1912, 139, 1 mapa kolorowa . . . . .	1 —

Rb. k.

<b>Guenther Konrad.</b> Zagadnienia życia w świetle darwinizmu. Z upoważnienia autora spolszczyli Ad. Kudelski i Kazimierz Kulwiec. 1906, XIX + 425 . . . . .	2 —
<b>Holleman A. F. prof.</b> Podręcznik chemii nieorganicznej, z 3 niem. wyd. przeł., według 7 wyd. niem. poprawił K. Jabłczyński wyd. 2 1910, X + 410 + 1 . . . . .	1 50
<b>Jędrzejewicz J.</b> Kosmografia. Wyd. 2 oprac. przez d-ra M. Ernsta, z 246 fig. w tekście i 11 tabl. 1907, XVI + 442 . . . . .	3 —
<b>Kontkiewicz S.</b> Krótki podręcznik mineralogii. 1907, V + 226 + 3 tabl. (Karton) . . . . .	1 —
<b>Kozłowski Wł. M.</b> Zasady przyrodoznawstwa w świetle teorii poznania, 1905, 311 . . . . .	1 —
<b>Kulwiec Kazimierz.</b> Chrzęszcz polskie. Klucz do określania owadów tęgopokrywych, dla użytku młodzieży, amatorów i ogrodników, 1907, 227 . . . . .	— 60
<b>Loth E.</b> Wskazówki do badań antropologicznych na człowieku żywym. 1914. . . . .	— 75
<b>Malinowski Edmund dr.</b> Świat roślin. O kształtach roślin, powstawaniu gatunków, krążeniu soków w roślinach. 1912, VI + 2 nlb 145 + 2 nlb + 108 rys. + 2 tabl. barwne . . . . .	— 30
<b>Merczyng H.</b> Teoria prądu elektrycznego. Zarys zasadniczych praw ustalonego i nieustalonego prądu elektrycznego i towarzyszących mu zakłóceń magnetycznych. Podstawy elektromagnetycznej teorii światła. 1905, IX + 92 . . . . .	— 75
<b>Miłobędzki Tadeusz.</b> Szkoła analizy jakościowej. 1910, VIII—271. (Karton) . . . . .	1 20
<b>Mohn H.</b> Zasady meteorologii, przełożył St. Kramsztyk. 1888, XVI + 218 + VI, z 46 drzeworytami i 25 tablicami litografowanymi . . . . .	1 —
<b>Neumayr M. prof.</b> Dzieje ziemi, w opr. prof. d-ra Wiktora Uhliga: I. Geologia ogólna. Wyd. 2 pod red. J. Morozewicza, opracował K. Koziowski, z dopeln. M. Limanowskiego. 1912, XX+837, mapa barwna, 16 tablic, 300 rys. w tekście. . . . .	4 —
II. Geologia opisowa, przeł. z 2 niem. wyd. J. Lewiński i K. Koziowski; dopelnienia poczynili: K. Bohdanowicz i J. Grzybowski. Wydał J. Morozewicz. 1908. XVI+674+343 rys. w tekście, 2 mapy barwne, 9 tabl. (1 kolor.) . . . . .	4 —
<b>Nusbaum Józef dr. prof.</b> Zasady anatomii porównawczej. I. Wiadomości wstępne i anatomia porównawcza zwierząt bezkręgowych; 212 rys. w tekście, oraz 5 tablic litografowanych. 1899, III + 744 + XXI . . . . .	4 —
II. Anatomia porównawcza zwierząt kręgowych ze 134 drzewor. 1903, X + 552 . . . . .	4 —

\*

- Nusbaum J. dr.** Zootomia praktyczna. Wyd. staraniem d-ra Jana Tura, ze 100 drzeworytami 1908, VIII + 263 . . . . . 2 —
- Pamiętnik Fyzograficzny**, wydany staraniem E. Dziewulskiego i B. Znatowicza:
- Tom III. Dział I. Meteorologia i hydrografia. II. Geologia z chemią. III. Botanika i zoologia. IV. Antropologia. V. Miscelanea. 1883. 536 + 2 + 213 tab., rys. lit., 21 drzeworytów w tekście;
- V. Dział I, II, III, IV, V. 1885, 4 nlb. 113 + 76 + 223 + 74 + 111 + 104.
- VIII. Dział I, II, III, IV, V. 1888, nlb. + XIX + 191 + 55 + 389 + 17 + 32 + 4 nlb.; 27 tabl. rys. lit. i drzew. w tekście;
- Wydawcy: A. Ślósarski i Br. Znatowicz.
- IX. Dział I, II, III, IV. 1889 2 nlb. + XIX + 235 + 45 + 11 + 295 + 77 + IV, 24 tabl. rys. litogr. i drzewor.
- X. Dział I, II, III, IV. 1890. 2 nlb. + XXI + 202 + 75 + 437 + 2 nlb. + 20 + II + II, 29 tabl. rys. lit. i drzew. w tekście.
- XI. Dział I, II, III. 1891, 8 + 18 + 186 + 162 + 133 + II + II 14 tabl. rys. litogr. i drzewor. w tekście.
- XII. Dział II, III, IV. 1895. 17 + 214 + 235 + 23 + II + II + 12 tabl. rys. litogr. i drzewor. w tekście.
- XIII. Dział I, II, III. 1895, 19 + 152 + 231 + I + 1 + 1 + 7 tabl. rys. lit.
- XIV. Dział I, II, III. 1896, 23 + 151 + 30 + 229 + I + I + 7 tabl. rys. lit.
- Wydawcy: W. Wróblewski i Br. Znatowicz.
- XV. Dział I, II, III. 1898, 19 + 183 + 285 + 39 + 1 + I + 4 mapy + 3 tabl. lit.
- XVI. Dział I, II, III. 1900, 13 + 139 + 31 + 44 + 208.
- XVII. Dział I, II, III, IV. 1902, 16 + 134 + 144 + 104 + 22 + I + 1 + 1 mapa i tabl. litogr.
- XVIII. Dział I, II, III, IV, V. 1904, 61 + 193 + 147 + 104 + 244 + 2 + I + I.
- XIX. Dział I, II, III, IV. 1907, 79 + 183 + 59 + 82 + 7 + I + I.
- XX. Meteorologia i Miscelanea 1910, XLI + 203 + 46, tom . . . . . 7 50
- Wydawcy: K. Kulwiec i K. Stołyhwo.
- XXI. Dział I, II, III, IV, V. 1913, IX + XV + 155 + 30 + 25 + 117 + 48 + 41 + 4 mapy + 19 rys. + 24 tabl. fot.

- Pol G.** Słownik łacińsko-polski nazw gatunkowych roślin (12 + 17), 1904, 59 . . . . . — 50
- Prace z psychologii doświadczalnej.** Wychodzi pod red. E. Abramowskiego, t. I i II . . . . . : po 1 80
- Sempołowski.** Uprawa roli, wyd. III . . . . . — 15
- Siemiradzki I.** Gąbczaki jurajskie ziem polskich (Paleontologia ziem polskich pod red. J. Lewińskiego № 1), 1913, 49 + tabl. VIII. . . . . 1 50
- Silberstein Ludwik.** Elektryczność i magnetyzm. I. 1908, VIII + 366 3 50  
II. 1910, 304 . . . . . 3 —  
III. cz I, 1913, 173 . . . . . 1 80
- Słownik Geograficzny** Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich. Wyd. pod red. Filipa Sulimierskiego, red. „Wędrowca“, mag. n. fil.-hist. b. Szk. Gł. W.; Władysława Walewskiego obyw. ziemsk., kand. n. dypl. Uniw. Dorp. nakł. F. Sulimierskiego i W. Walewskiego. I (A—Der) 1880, 960; II (Der—Fz) 1881, 927—XVI; III H—Kę) 1882, 967; nakład W. Walewskiego; IV (Kę—Ku) 1883, 963; V (Ku—Ma) 1884, 960:  
pod red. B. Chlebowskiego, W. Walewskiego, według planu F. Sulimierskiego i z pomocą zgromadzonych przez niego materiałów:  
VI (Mal — Net) 1885, 960.  
VII (Net — Per) 1886, 960,  
VIII (Per — Poż) 1887, 960,  
IX (Poż — Ruk) 1888, 960;  
X (Ruk — Soc) 1889, 960;  
XI (Soch — Szi) 1890, 960;  
pod red. B. Chlebowskiego, według planu F. Sulimierskiego nakł. Władysława Walewskiego do końca X, od XI z zasiłku kasy im. Mianowskiego;  
XII (Szi — War) 1892, 960;  
XIII (War — Wor) 1893, 960;  
przy współudziale od połowy VI Józefa Krzywickiego:  
XV Dopełnienia (A — Jan), 1900, 640;  
XV cz. 2 (Jan — Żyz), Dodatek (Al Wola J.) 1902, 741 + 1 nlb.  
Zeszyt — 52. Tom 4.50. Komplet. . . . . 60 —
- Strasburger E. dr., Jost L. dr., Schenk K. dr., Karsten G. dr.** Podręcznik botaniki dla szkół wyższych. Z XI wyd. niem. przełożyli Jadwiga i Karol Szeinbokowie. Zeszyt I. 1913, 160. Zeszyt II. 1914, 161 — 320 . . . . . 3 —



- Świat i człowiek.** Zeszyt I, wyd. 2. Pojęcie rozwoju. Wszechświat i jego rozwój. Rozwój ziemi, oprac. I. Wasserberg, S. Kramsztyk, W. Nałkowski, 1908, XVI+215+82 ilustr. + 3 tablice . . . . . 1 35
- Zeszyt II, wyd. 2. Rozwój życia organicznego. Genealogia roślin. Genealogia zwierząt. Pochodzenie człowieka. Rozwój człowieka, opr. J. Nusbaum, Z. Wóycicki, J. Eismont, K. Stołyhwo, L. Krzywicki, 1912, 321 + 73 ilustr. + 1 tabl. 1 60
- Zeszyt III, wyd. 2. Rozwój kultury. Rozwój mowy. Rozwój stosunków gospodarczych. W opr. L. Krzywickiego i K. Appela. Warsz. 1912, str. 356 + 65 ilustr. . . . . 1 80
- Zeszyt IV, wyd. 2. Rozwój społeczny. Rozwój psychiczny. Rozwój w dziejach sztuki. Znaczenie rozwoju. W opr. L. Krzywickiego, M. Borowskiego, Wł. Tatarkiewicza i F. Znanickiego. Warszawa, 1913, str. 355 + 5 ilustr. . . . . 2 —
- Szokalski W. T.** Początek i rozwój umysłowości w przyrodzie. 1885, VIII + 468 . . . . . — 60
- Warming E.** Zbiorowiska roślinne. Zarys ekologicznej geografii roślin. Z wydania niem. E. Knoblaucha przekł. z upow. autora E. Strumpf i Trzebiński, 1900, XV + 450 . . . . . 1 50
- Witkowski Aug.** prof. uniw. Jagiellońskiego. Zasady fizyki. Tom I, wyd. 3. (Fizyka ogólna. Dynamiczne własności materii. Akustyka). 1908, XV + 356 + 205 fig. . . . . . 2 —
- Tom II, wyd. 2. (Ciepło. Fizyka cząsteczkowa. Promieniowanie.). 1908, X + 651 + 285 fig. + 2 tabl. kol. . . . . 2 40
- Tom III. (Elektryczność i magnetyzm) 1914, IX + 1 nbl. + 655 + 326 fig. . . . . . 2 40
- W. K.** Rzeki i jeziora, tekst objaśniający do mapy hydrograf. dawnej słowiańszczyzny, część północno-zachodnia. 1883, II + 125 + 1 nbl. . . . . — 5
- Wóycicki Zygmunt.** Obrazy roślinności Królestwa Polskiego. Zeszyt I. Roślinność niziny Ciechocińskiej. 1911, 12 nlb + tabl. 10 + 20 str. nlb. objaśnień . . . . . 1 —
- Zesz. II. Roślinność wyżyny Kielecko-Sandom. 1912, 36 + 10 tabl. 1 —
- „ III. Roślinność wyżyny Kielecko-Sandom. 1912, 22 + 10 tabl. 1 —
- „ IV. Roślinność Ojcowa. 1913, 32 + 10 tabl. . . . . 1 —
- „ V. Roślinność Ojcowa. 1913, 39 + 10 tabl. . . . . 1 —
- „ VI. Roślinność Ojcowa. 1913, 26 + 10 tabl. . . . . 1 —

---

Skład główny w księgarni Gebethnera i Wolffa.