



2025

ODBITKA  
Z ARCHIWUM TOWARZYSTWA NAUKOWEGO  
WE LWOWIE

*Handwritten signature*



S. Gog.

*Opł. 0.60  
Lp. 11934.  
23. 8 49  
M. P.*





*Spis treści  
Opis treści  
Zawartość*

*2007*

*15. / 11. 1924.*



*S.609.*

# Analiza genetyczna gatunku chrząszcza Rynnica olchowa (Melasoma aenea L.).

CZEŚĆ DRUGA.

Napisał

**Roman Kuntze.**

Z Instytutu Zoologicznego Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie.

## ROZDZIAŁ I.

### Fenotyp a środowisko.

#### 1. Rozważania wstępne.

W pierwszej części mej pracy wykazałem, że, jeżeli osobniki Rynnicy olchowej hodujemy w jednakowym środowisku od początku rozwoju ontogenetycznego, zmienność ubarwienia chrząszczyków tych, obserwowana w przyrodzie, zostanie znacznie zredukowana, a kontinuum barw rozpada się na 2 wyraźnie odróżniające się klasy. Ponieważ różnice między temi dwiema klasami nie mogły być uważane za wynik działania różnych środowisk, wysnułem wniosek, że są one wynikiem istnienia 2 genotypów w gatunku, t. j. 2 kompleksów osobników posiadających odmienny sposób reagowania rozwojem barwy na użyte środowisko: o temperaturze od 15°—21° C., i atmosferze nasyconej parą wodną.

Praktyczną niemożliwość otrzymania jednostajnego środowiska ominąłem w każdym razie w znacznej mierze w ten sposób, że serye osobników równowiekowych hodowałem w tem samym środowisku, dzięki czemu wszystkie osobniki były na tem samym mniej więcej stadyum rozwoju poddane tym samym czynnikom środowiskowym. Taka metoda „seryi równolegle się rozwijających osobników“ byłaby

absolutnie ścisła wtedy, jeśliby wszystkie osobniki ściśle współcześnie odbywały rozwój, co w naszym wypadku nie nastąpiło.

Z przyczyn, wpływających z biologii badanego gatunku niemożliwym było w pierwszym roku podać absolutnie pewnie ojca i interpretować wyniki w świetle praw Mendla. Uwzględniałem więc tylko fenotypy gatunku, obserwowane w przyrodzie i fenotypy, otrzymane w hodowli, dalej matkę a czasem i domniemanego ojca i na tej podstawie wysnuwałem wnioski, do jakiego genotypu poszczególne fenotypy należą. Tak prowadzone badania stoją na pograniczu ścisłej analizy genetycznej (t. j. gdy znamy oboje rodziców fenotypowo), i kultur masowych (stosowanych w dawnych badaniach eksperymentalnych). Ponieważ używałem matek, a ewentualnie i prawdopodobnych ojców, przynależnych do różnych fenotypów, powinienem był, przy większej ilości dokonanych obserwacji, otrzymać różne wyniki, będące efektem różnych wypadków wymendlowania.

Metoda „unifikacji środowiska“, użyta na podstawie powyższych założeń, kryje jednak w sobie pewną trudność teoretyczną: możliwym jest mianowicie, że w pewnym środowisku następuje unifikacja kilku genotypów w jeden fenotyp, podobnie, jak jeden indykator może nie wykazać różnic, zachodzących w kwasocie lub zasadowości dwóch płynów, natomiast inny indykator wykaże te różnice. Z genetycznie zanalizowanych wypadków podstawę do takiego zastrzeżenia tworzy obok innych znane zachowanie się *Primula sinensis*, której rasa *rubra* w temp. 30 - 35° C. daje tylko fenotyp biały, w temp. zaś 15 - 20° C. tylko fenotyp czerwony, podczas gdy jej rasa *alba* daje w obu wspomnianych środowiskach tylko fenotyp biały.

Tę względność użytej metody możemy w znacznej mierze usunąć, jeśli będziemy prowadzić doświadczenia w różnych środowiskach i baczyc na to, czy ilość fenotypów będzie we wszystkich ta sama. Postanowiłem więc poddać takiej rewizji wyniki moich badań zeszłorocznych, spodziewając się, że w innych środowiskach otrzymam przy tej sposobności inne fenotypy, prawdopodobnie identyczne z obserwowanymi w przyrodzie, a w pierwszym roku badań nie otrzymane.

Wiadomo, że niemożliwym jest zdefiniować ściśle środowisko, gdyż składa się ono z nieskończonej ilości czynników. Zwróciłem przedewszystkiem uwagę na temperaturę i wilgotność atmosfery, jako na te czynniki, które według dotychczasowych badań wywie-

rają wpływ na ubarwienie owadów. Zważałem również na warunki oświetlenia i odżywiania. Sądzę jednak, że należy zapatrywać się na działanie obranych czynników, nie ze stanowiska specyficznego oddziaływania czynników, lecz ze stanowiska aequifinalnego reagowania organizmu na wypadkową różnych czynników.

Najprostszym jest poddanie osobników działaniu jakiegoś środowiska natychmiast od rozpoczęcia się ontogenezy t. j. od otrzymania jaj. Korzystałem jednak i z wyników badań Towera, które wskazują na to, że wrażliwość somatyczna rozwoju barwy u chrząszczy ogranicza się do ostatnich dni życia larwowego i okresu poczwarki i otrzymałem tą drogą dobre wyniki.

## 2. Przebieg doświadczeń hodowlanych.

### a) Techniczne urządzenie środowisk.

W roku zeszłym umieściłem słoiki z larwami w pokoju chłodnym, pozbawionym bezpośredniej insolacji, a wilgoć była regulowana przez wkładanie co pewien czas płatką namoczonej waty, która parując utrzymywała atmosferę niewielkiego słoika w stanie bliskim bardzo nasycenia parą wodną. Obecnie postanowiłem urządzenie środowiska o wyższej, jakoteż niższej temperaturze, a każde z nich nadto kombinować z suszą i wilgocią.

Niższą temperaturę otrzymałem w ten sposób, że słoiki ustawiłem zanurzone do mniej więcej  $\frac{4}{5}$  ich wysokości w zbiorniku, przez który stale przepływał prąd wody wodociągowej, utrzymując temperaturę we wnętrzu słoika w granicach wahań  $9^{\circ}$ — $11^{\circ}$  C. Wyższą temperaturę utrzymywałem w termostacie, który ponieważ z jednej strony był dla wentylacji otwarty, wahał między  $25^{\circ}$  a  $31^{\circ}$  C. Nasycanie parą wodną było utrzymywane analogicznie, jak w doświadczeniach poprzednich; w środowisku ciepłym wata i pokarm były stale zmieniane co 9 15 godzin. Osuszanie środowiska zimnego powodował prąd powietrza pobranego pompą ssącą z atmosfery i przepuszczonego przez rurę z chlorkiem wapnia. Jakkolwiek ścisłe pomiary wilgotności atmosfery w słoikach nie mogły być ze względów technicznych przeprowadzone, przekonałem się, że świeże liście w tej atmosferze wysychały w przeciągu 48—72 godzin, podczas gdy w takiejże atmosferze nasyconej wilgocią nawet po upływie tygodnia nie okazywały początków wędnięcia lub gnicia. Środowisko ciepłe utrzymywałem w stanie suchości przez to, że nie wkładałem do słoików umieszczonych w termostacie wilgotnej waty.

Wszystkie zatem środowiska ze względu na brane pod uwagę czynniki nie były zupełnie jednostajne, zmiany ich jednak spotykały wszystkie osobniki danej seryi na mniej więcej identycznych stadiach rozwoju. Najmniej regularnym było środowisko ciepłe-suche i w niem okazało się znaczne rozszerzenie zmienności jednego z dwu genotypów.

Ponieważ materiału, wyhodowanego w pierwszym roku badań użyłem do rozstrzygnięcia sprawy dominacji, przeto do tych doświadczeń posługiwałem się znówuż potomstwem samiec złowionych w przyrodzie bądź to samych bądź in copula, ewentualnie poddanych po pewnej izolacji kopulacji.

Zamierzałem w każdym z 4 środowisk prowadzić jedno doświadczenie na osobnikach poddanych działaniu środowiska od jaja, inne zaś z osobnikami, poddanymi środowisku od 15—17 dnia życia larwowego. Larwy te, jakoteż rodzice w obu wypadkach, żyły do tego czasu w środowisku pośrednim (t. j. temp. 15°—21° C. i nasycenie parą wodną). W toku doświadczeń okazało się jednak, że larwy, które wylęgły się w temp. zimnej, nie pobierają pożywienia i giną w pierwszych 2 dniach (w 4 zbadanych seryach). W środowisku zaś ciepłym i suchym jaja wysychają. Tylko w jednym zatem środowisku (ciepłym i wilgotnym) mogłem oba warianty doświadczeń przeprowadzić.

#### b) Opis doświadczeń.

Środowisko zimne i wilgotne. Dośw. nr. 15. ♀ niebieska i ♂ ciemno-zielony złowione in copula 6. V., jaja 17. V., larwy (12 sztuk) 25. V. — dnia 10. VI. wstawione do chłodnicy. Zapoczwarczenie od 23—25. VI., wyklucie się chrząszczy 7—10. VII., 9 niebieskich.

Dośw. nr. 30. ♀ nieb. złowiona in copula z ♂ ciemno-zielonym 17. V., jaja 18. V., larwy 26. V. — wstawione (13) do chłodnicy 11. VI. Zapoczwarczenie 25—26. VI., chrząszcze 12. VII., 3 niebieskie.

Dośw. nr. 38. ♀ miedziano-zielona złowiona 18. V., jaja 19. V., larwy 27. V. — wstawione (15) do chłodnicy 11. VI., poczwarki 29. V., chrząszcze 5 niebieskich, 3 zielone.

Dośw. nr. 48. ♀ jasno-zielona złowiona 24. V., jaja 26. V., larwy 2. VI. — do chłodnicy (8) 17. VI., poczwarki 1. VII., chrząszcze 16—18. VII., 3 jasno-zielone.

Środowisko zimne suche. Dośw. 24 b. ♀ jasno-zielona

złowiona 17. V., jaja 19. V., larwy 27. V. — do chłodnicy (10) 12. VI, poczwarki 20. VI., chrząszcze 4. VII., 5 jasno-zielonych.

Dośw. 26. ♀ ciemno-zielona złowiona 10. V. i izolowana do 22. V. ♂ niebieski wpuszczony 22. V., jaja 28. V., larwy 4. VI.— do chłodnicy 20. VI., poczwarki 4. VII., chrząszcze 18—19. VII., 5 niebieskich z ciemno-zieloną głową i przedpleczem, 2 jasno-zielone.

Dośw. 47. ♀ miedziano-zielona złowiona 24. V., jaja 25. V., larwy (5) 1. VI. — do chłodnicy 15. VI., poczwarki 9. VII., chrząszcze 25—27. VII., 1 niebieski z ciemno-zieloną głową i przedpleczem, 2 jasno-zielone.

Środowisko ciepłe wilgotne. Dośw. 29 a. ♀ jasno-zielona złowiona 13. V., jaja 15. V. oddane zaraz do termostatu, larwy 19. V., poczwarki 30. V., chrząszcze 3. VI., 12 miedziano-zielonych.

Dośw. 30 b. ♀ nieb. złowiona in copula z ♂ ciemno-zielonym użyta poprzednio do dośw. w środowisku zimnym wilgotnym pod liczbą 30. złożyła 23. V. drugie złożę jaj (10), zaraz umieszczone w termostacie, larwy 27. V., poczwarki 6. VI., chrząszcze 10—11. VI., 4 niebieskie, 3 miedziano-zielone.

Dośw. 31. ♀ niebieska złowiona 17. V., jaja 21. V. zaraz umieszczone w termostacie, larwy 25. V., poczwarki 6. VI., chrząszcze 9. VI., 3 niebieskie, 4 miedziano-zielone.

Dośw. 39. ♀ miedziano-zielona złowiona 19. V., jaja 20. V., zaraz umieszczone w termostacie, larwy 23. V., poczwarki 2. VI., chrząszcze 6. VI., 5 miedziano-zielonych.

Dośw. 46. ♀ jasno-zielona złowiona 20. V., jaja (10), 22. V. umieszczone w termostacie, larwy 27. V., poczwarki 1. VI., chrząszcze 3—4. VI., 6 miedziano-zielonych, 7 niebieskich.

Dośw. 39 c. ♀ miedziano-zielona złowiona in copula z ♂ jasno-zielonym 29. V., jaja 31. V., larwy 6. VI., umieszczone w termostacie 21. VI., zapoczwarczenie 26. VI., chrząszcze 30. VI. do 1. VII., 7 miedziano-zielonych.

Dośw. 47 b. ♀ jasno-zielona złowiona 30. V. i izolowana. ♂ niebieski wpuszczony 6. VI., jaja 10. VI., larwy 18. VI., umieszczone w termostacie 2. VII., poczwarki 8—9. VII., chrząszcze 12—14. VII., 6 niebieskich, 7 miedziano-zielonych.

Środowisko ciepłe i suche. Dośw. 8. ♀ niebieska złowiona 6. V. i izolowana. ♂ niebieski wpuszczony 20. V., jaja 25.

V., larwy (12) 2. VI., w termostacie umieszczone 20. VI., poczwarki (5) 23. VI., chrząszcze 27. VI., 2 fiołkowo-purpurowe, 1 niebieski z żywym odcieniem fiołkowym.

Dośw. 17. ♀ niebieska złowiona in copula z ♂ jasno-zielonym 6. V., jaja 9. V., larwy 16. V., umieszczone w termostacie 1. VI., poczwarki 5. VI. do 6. VI. chrząszcze 10. VI. do 12. VI., 1 fiołkowo-purpurowy, 2 niebieskie z fiołkowym odcieniem, 5 miedziano-zielonych.

Dośw. 44 b. ♀ niebieska złowiona in copula z ♂ miedziano-zielonym 6. V., jaja 10. V., larwy 17. V., umieszczone (15) w termostacie 2. VI., zapoczwarczenie (5) 6.—7. VI., chrząszcze 12. VI., 2 fiołkowo-purpurowe, 2 miedziano-zielone.

Dla zestawienia podaję tabelkę, przedstawiającą wyniki powyższych doświadczeń, jako funkcję genotypu i środowiska. Oprócz 4 opisanych powyżej środowisk, podaję w niej także wyniki doświadczeń z r. 1922.

TABELA I.

Fenotyp, jako funkcja genotypu i środowiska.

Środowisko		Genotyp $\alpha$	Genotyp $\beta$
temperatura	wilgotność atmosfery	daje fenotyp	
9°—11° C.	nasycona	jasno-zielony	niebieski
9°—11° C.	nienasycona	jasno-zielony	niebieski z ciemnozieloną głową i przedpleczem
15°—21° C.	nasycona	jasno-zielony	niebieski
25°—31° C.	nasycona	miedziano-zielony	niebieski
25°—31° C.	nienasycona	miedziano-zielony	fiołkowy

### 3. Interpretacja wyników.

Z 6 fenotypów gatunku, obserwowanych w przyrodzie pojawiły się zatem w wyniku działania użytych środowisk 4 — nadto



zjawily się osobniki dwubarwne, które w okolicy Lwowa przynajmniej spotyka się bardzo rzadko. Postulat teoretyczny jednolitości fenotypu w razie jednolitości genotypu i jednakowego środowiska został z wyjątkiem środowiska ciepłego suchego, który wypadek poniżej omówimy, zrealizowany w zupełności, w przeciwieństwie do przeważnej części dotychczasowych badań eksperymentalnej entomologii, w których przy działaniu na masową kulturę otrzymywano przesunięcie średniej i maksymalnej klasy, ewentualnie przesunięcie granic zmienności. Sądzę, że takie wyniki można interpretować albo jako rezultat zmienności środowiska, działającego na różnowiekowe osobniki, albo jako wyraz istnienia wśród gatunku różnych genotypów, albo jako wyraz niezmiernie dużej chwiejności fenotypowej danego genu.

Rozszerzenie się granic zmienności genotypu  $\beta$  w środowisku gorącym suchym możnaby interpretować w ten sposób, że niektóre osobniki mają genotypową zdolność przejścia w tej temperaturze w barwę purpurowo-fioletową, inne zaś nie. Zważywszy jednak, że środowisko to było najmniej jednostajne, że we wszystkich 3 seryach, mimo małej ilości szczęśliwie przeobrażonych chrząszczyków takie osobniki pojawiły się, że także inne wszystkie wykazywały odchylenie w tym kierunku, sądzę, że najprawdopodobniejszym jest nie uważać ich za dowód istnienia trzeciego genotypu, lecz za modyfikację genotypu  $\beta$ . Przypominam, że odmiana ta w przyrodzie jest tak rzadka, że w r. 1922 nie mogłem jej użyć do badań. W r. 1923 mimo poszukiwań całkiem jej nie spotkałem, co jest łatwym do wylómactwa zważywszy, że powstaje ona w środowiskach ciepłych suchych, a lato i jesień r. 1922 były bardzo dżdżyste.

Dla stwierdzenia intensywności redukcji zmienności w naszych doświadczeniach posłużyłem się próbą następującą: 31. V. 1923 zebrałem wszystkie osobniki gatunku *Melasma aenea* L. z niewielkiego obszaru, mianowicie w młodniku olchowym przed lasem miejskim w Zubrzy. Ponieważ było to już po okresie masowego pojawu i kopulacji przetrzymywanych osobników ilość osobników nie była wielka: w przeciągu 1½ godziny zebrałem 122 osobniki wykazujące jednak charakterystycznie zmienność gatunku (jak to wynika z tabeli II).

TABELA II.

Fenotyp	Ilość osobników	% w genotypie
jasno zielony	32	45.7
miedziano-zielony	37	52.9
miedziano-czerwony	1	1.4
niebieski	36	69.2
ciemno-zielony	16	30.8
fiolkowe	0	0

Nie otrzymałem w doświadczeniach fenotypu miedziano-czerwonego i ciemno-zielonego. O pierwszym z nich wyraziłem w pierwszej części mej pracy przypuszczenie, że jest on przynależny do tego genotypu, do którego należy fenotyp jasno-zielony i miedziano-zielony, nie mogłem jednak poprzeć je wynikiem doświadczenia. W roku obecnym złowiłem ♀ miedziano-czerwoną 17. V. i trzymałem ją w izolacji do 28. V., w którym to dniu wpuściłem samca tejże barwy. Potomstwo tej pary wyhodowałem w środowisku o temp. 15°—21° C. i atmosferze wilgotnej; wszystkie (12) osobniki należały do fenotypu jasno-zielonego, co w zupełności potwierdza ówczesne moje przypuszczenie. Ponieważ w temp. cieplej otrzymałem fenotyp zielony z miedziano-żółtym połyskiem, sądziłem, że w jeszcze wyższej zbliżę się do miedziano-czerwonego. W temp. 31°—33° C. hodowałem kilka seryj larw, które jednak tylko w nieznacznej ilości dochodziły do zapoczwarczenia się, żaden się jednak chrząszcz nie wyklół z tych poczwarek. Zważywszy, że w podobnych warunkach w doświadczeniach Towera zaledwie 1% osobników dochodził szczęśliwie do stanu chrząszcza doskonałego i że ja mogłem do tych doświadczeń użyć z powodu technicznych ograniczeń najwyżej łącznie 40 larw, łatwo można zrozumieć moje niepowodzenie w tym kierunku.

Trudniej wytłumaczyć niepojawienie się fenotypu ciemno-zielonego, który w przyrodzie występuje bardzo licznie i wywołuje u obserwatora złudzenie istnienia kontinuum zmienności barw. Zbliżyłem się do niego znacznie w środowisku zimnem-suchem, otrzy-

mując osobniki dwubarwne niebieskie, z ciemno-zieloną głową i przedpleczem.

Sądzę więc, że jedyną interpretacją przeprowadzonych badań jest podana w tabeli I., zgadzająca się z niezupełnie eksperymentalnie ufundowanymi wnioskami pierwszej części mej pracy.

Pozwolę sobie poniżej na kilka krytycznych uwag w sprawie założeń teoretycznych, wyliczonych w ustępie wstępnym. Dotyczą one dwu zasadniczych pojęć: dziedziczności i stosunku organizmu do środowiska — genotypu i fenotypu.

Należy zdać sobie sprawę z tego, że pojęcia genotypu i fenotypu wyrugowują coraz bardziej z biologii dawne pojęcia cech, ewentualnie form dziedzicznych i niedziedzicznych. W terminologii starałem się tylko tych dwu terminów używać, gdyż sądzę, że one tylko dadzą się łatwo zdefiniować i w ich świetle można jasno i prosto wyniki doświadczeń interpretować. Zdaje mi się, że stosunek pojęć dziedziczności i niedziedziczności — genotypu i fenotypu można określić w ten sposób, że co do zakresu pojęcie dziedziczności wyklucza zawsze pojęcie niedziedziczności, podczas gdy zakres pojęcia fenotypu jest albo podrzędnym zakresowi pojęcia genotypu, albo — w pewnych środowiskach — może ogarniać zakresy kilku genotypów — sumy zakresów obu pojęć obejmują ostatecznie wszystkie osobniki gatunku; w treści pojęcia dziedziczności tkwi — mniej lub więcej nieuświadomione — założenie stałości organizmu wobec środowiska, jego niezależność, pojęcie fenotypu jest wyrazem funkcjonalnej zależności od dwu czynników: genotypu i środowiska, pojęcie dziedziczności powstaje przy porównywaniu osobników 2 generacji, t. j. syntetycznie, pojęcie genotypu zdobędziemy na jednej generacji, hodowanej w identycznym środowisku, gdy stwierdzimy różnicę między osobnikami i nie będziemy mogli przyczynowo powiązać jej z wpływem środowiska, czyli na drodze przyczynowo-analitycznej; tak oparte o eksperymentalne badanie pojęcia genotypu sprawia na biologu wrażenie, że realnością swoją zbliża się ono do pojęć fizykochemicznych. „Dass die Genotypen etwas Reelles, etwas Fassbares sind, steht für Tower fest“ (Alverdes). Tower wyraża się w jednym miejscu, że one są „the real things“.

Często definiuje się genotyp, jako kompleks osobników, posiadających jednakowy skład związków dziedzicznych t. j. genów. Wiadomo jednak, że ilość cech osobnika, a więc prawdopodobnie i genów jest bardzo wielka, że wszystkich ich nie możemy poznać

i obserwować, zwyczajnie więc przy bastardacych mamy na względzie kilka cech i kilka genów — w naszym wypadku brałem pod uwagę tylko jedną cechę, której najprawdopodobniej odpowiada tylko jeden gen t. j. barwa. Takie ograniczenie tematu pociąga za sobą te wszystkie możliwe konsekwencje, które posiada genialna koncepcja genu, jako jednostki dziedzicznej. Nasza cecha okazała zdolność do znacznej redukcji zmienności w urządzonych środowiskach, zwraca jednak uwagę, że czas rozwoju ontogenetycznego i wielkość osobników takiej tendencji nie okazały, co wymaga przyszłych badań. Krytycznie na jedność cechy także patrzeć wynik doświadczeń w środowisku zimnem suchem, gdzie genotyp  $\beta$  dawał osobniki dwubarwne. Mogłoby to dawać podstawę do przypuszczenia, że barwa jest zawisła od dwu genów, z których jeden kieruje ubarwieniem na głowie i przedpleczu, drugi na reszcie ciała i że w innych środowiskach okazują one zgodną reakcję na czynniki zewnętrzne i korelację absolutną w mendlowaniu. Sądzę jednak, że byłoby to przypuszczenie bardzo mało prawdopodobne, i że także możnaby to interpretować przez teorię Towera, że jednemu genowi odpowiadają różne determinatory w plazmie.

Pojęcie dziedziczności, jak to wykazuje analiza Hirschlera, posiada w sobie zawarte dwie składowe bardzo ważne: stałości wobec środowiska zewnętrznego (das Vererbte als Konstantes) i stałości wobec krzyżowania (das Vererbte als Mendelndes). Zastanówmy się, o ile te składowe pojęcia dziedziczności dadzą się interpretować na naszych wynikach i pojęciach genotypu i fenotypu.

Względność stałości jakiejś cechy wobec środowiska ilustruje tabela I. Możemy powiedzieć, że genotyp  $\alpha$  okazał się stałym wobec zmian temperatury od  $9^{\circ}$ — $21^{\circ}$  C. i zupełnie stałym wobec zmiany w nasyceniu atmosfery parą wodną; że genotyp  $\beta$  okazał się bardzo stałym wobec zmian temperatury, czułym natomiast na wpływ suszy. Tu jednak trzeba zauważyć, że te sądy są oparte na naszych wrażeniach wzrokowych, a zatem dość subiektywne i antropopatyczne. Teoretycznie można przypuścić, że stałość cechy barwnej wobec środowiska, jest wynikiem regulującej zmienności innej cechy i odwrotnie („das Regulierende und das Regulierte“ w terminologii Hirschlera).

Sprawa mendlowania genotypów opisana jest w rozdziale II. tejże pracy.

Zawsze uważałem otrzymane odmiany za modyfikacje środo-

wiskowe (a nie mutacje) (reine Phaenovariationen w terminologii Alverdesa). Opieram się w tej sprawie z jednej strony na wynikach badań Towera, że okres wrażliwości genotypowej przypada na okres dojrzewania gamet, okres wrażliwości somatycznej barwy chrząszczy na ostatnie dni życia larwowego i okres poczwarki, z drugiej zaś na tem, że mogłem z rodziców fenotypu miedziano-zielonego otrzymywać potomstwo jasno-zielone w pewnym środowisku, z jasno-zielonych zaś miedziano-zielone w innym, prawie to samo dotyczy fenotypu  $\beta$  (tu z niebieskich rodziców mogłem otrzymać tylko osobniki dwubarwne, a nie całe ciemno-zielone).

Sądzę, że te założenia są konieczne dla odróżniania odmian genotypowych od fenotypowych, modyfikacji od mutacji.

Co do stosowanych środowisk, to bezwątpienia selekcya pewnych czynników i uwzględnianie ich wyłącznie posiada charakter postępowania bardzo sztucznego. Zarówno w przyrodzie jak i w hodowli organizm reaguje na wypadkową czynników środowiskowych, nadto w przyrodzie zmienność kombinacji różnych czynników w poszczególnych okresach czasu (choćby w godzinach jednej doby) jest daleko większa, różne osobniki odbywają więc swój rozwój ontogenetyczny w bardzo różnych warunkach i dlatego otrzymujemy w przyrodzie tak wielką skalę zmienności niektórych gatunków nawet wśród osobników koegzystujących. Nie należy z wyników doświadczenia wysnuć wniosku, że powstawanie poszczególnych fenotypów w przyrodzie jest zależne od tych samych czynników, co w eksperymencie. W wielu doświadczeniach mówi się nie o specyficzności czynników środowiskowych, lecz o aequifinalnej reakcyi organizmu. Nasuwa się jednak uwaga, że użycie innych czynników (n. p. światła, pożywienia, ciśnienia lub składu atmosfery) dałoby fenotypy nieotrzymane w moich doświadczeniach, t. zn. pewna intensywność tych czynników nie zniszczyłaby zdolności życiowej organizmu, tak jak w naszym wypadku czyniła to niska lub wysoka temperatura.

Widzieliśmy bowiem, że w temp. 33° C. gatunek ów nie odbywał przeobrażenia, w temp. 9°—11° C. młode larwy nie pobierały pokarmu. Doświadczenie dotarło zatem do granic życia gatunku; niektóre kwestye i wątpliwości, jak możność rozszczepienia się fenotypów, uważanych za jeden genotyp lub ewentualnie korelacja genów ubarwienia dla pokryw i przedplecza praktycznie mogą być rozważane tylko w zakresie użytych środowisk (n. b. gdy uwzględ-

dniamy tylko czynnik temperatury). Poza wszystkimi więc teoretycznymi założeniami trzeba tutaj mieć na względzie przy ocenie wyników tych doświadczeń to praktyczne ograniczenie.

#### 4. Badania nad barwikami.

Genetyka tematu została omówiona w rozdziale poprzednim. Skorzystałem jednak ze sposobności, aby dokładniej zbadać różnice między barwami obu genotypów. W klasyfikacji barw Towera dzielią się barwy chrząszczy na chemiczne, chemiczno-fizyczne i fizyczne. Barwy metaliczne chrząszczy, do której to kategorii nasz gatunek należy, powstają przez współdziałanie pewnych struktur i pigmentów umieszczonych w chitynie. Wiadomo, że barwiki chitynowe odznaczają się wielką odpornością na działanie związków chemicznych, że reagują tylko na działanie stężonych kwasów i zasad. Tower stwierdził, że barwiki chitynowe rodzaju *Leptinotarsa* pod wpływem tych odczynników przechodzą przez skalę barw od czarnej i brunatnej do żółtej. Postanowiłem zbadać, o ile działalność tych chemikaliów wpłynie na barwiki naszego gatunku, o ile będzie ona analogiczna ze zmiennością fenotypów w przyrodzie.

Otóż okazało się, że stężony kwas azotowy wywołuje na wysuszonej pokrywie ten wynik, że odbywa ona zmianę barwy od niebieskiej przez ciemno-zieloną, jasno-zieloną, miedziano-zieloną do czerwono-miedzianej, ewentualnie w fenotypach genotypu  $\alpha$  od jasno-zielonej lub miedzistej do czerwono-miedzianej. Cała przemiana odbywa się bardzo szybko: w przeciągu 6 godzin pokrywa niebieska staje się czerwono-miedzianą. Identycznie działa stężony ług potasowy.

Widzimy zatem, że na jednym okazie możemy działaniem pewnego odczynnika wywołać całe kontinuum barw zmienności genotypowej i fenotypowej gatunku. Sądzę, że możnaby powiedzieć, iż próbówka ze stężonym kwasem lub zasadą jest środowiskiem, w którym następuje unifikacja obu genotypów w jeden fenotyp, jako końcowy efekt. O ile mi wiadomo, tylko Ganglbauer (według Przibrama) stwierdził wpływ kwasów i zasad na barwy metaliczne chrząszczy, lecz nie podał szczegółów.

Zwraca uwagę, że ta reakcja chemiczna, która według badań Towera zmieniała barwę z czarnej lub brunatnej na żółtą, w naszym wypadku zmieniała z niebieskiej na jasno-zieloną. Nasuwało się więc przypuszczenie, że tutaj odbywa się analogiczna zmiana

barwików, oparte na dotychczasowych wiadomościach o histologicznej istocie barw chemiczno-fizycznych. Powszechnie bowiem przypisują powstanie barwy niebieskiej u zwierząt współdziałaniu barwika ciemnego i leżącej nad nim warstwy przezroczystej-mętnej (das Blau trüber Medien). Badania Biedermanna nad barwami chrząszczy wykazały, że barwa metalicznie zielona pochodzi z działania barwika żółtego i blaszki interferującej. Z tych dwu ekstremów można już wytłumaczyć sobie zmienność tych barw zależnie od różnych stopni intensywności barwika, od grubości i przezroczystości blaszki załamującej. Miałem więc sposobność zbadać strukturalne podłoże różnic obu genotypów.

Ponieważ przypuszczałem, że krajanie twardych pokryw na mikrotomie da się tylko z trudnością uskutecznić, konserwowałem głównie pokrywy, które świeżo po wykluciu się chrząszczy były już zabarwione, ale jeszcze miękkie. Konserwowałem w alkoholu 96%, formalinie i glicerynie, nacinając je u brzegu, aby płyn mógł przesiąknąć całą pokrywę. Zewnętrznie barwa nie uległa zmianom z wyjątkiem formaliny, gdzie pokrywy niebieskie, przybierały odcień ciemno-zielony. Mogłem użyć tylko pokryw niebieskich i jasno-zielonych. Krajanie pokryw, przeprowadzonych do parafiny czyto przez ksyloł czy przez chloroform, nie sprawiało większych trudności. Dla sprawdzenia, czy odczyniki i zatapianie nie wpłynęły na barwę, wyłuskiwałem pokrywę z parafiny i stwierdziłem, że nie została zmieniona. Skrawki oglądałem już to niezabarwione sztucznie, już to zabarwiona hemalaunem i czerwienią thiacynową. Co do budowy chityny i rozkładu barwików stwierdziłem stan następujący na skrawkach poprzecznych o grubości 5 lub 6  $\mu$ :

W hypodermie żadnych barwików nie spostrzegłem. Chityna natomiast górnej strony pokrywy składa się z 3 warstw. Dolna, dość cienka, nie posiada żadnych barwików — pod wpływem czerwieni thiacynowej przybrała odcień różowo-żółtawy. Nad nią leży grubsza warstwa jednostajnie zabarwiona — u pokryw jasno-zielonych barwy ciemno-ugrowo-żółtej, u niebieskich ciemno-brunatnej. Nad nią zewnątrz warstwa znów cienka, której muszę przypisać działanie optyczne, bezbarwna mętno-biała. Nie spotykałem jej czasem na przekrojach poprzecznych, sądzę, że odpadała lub że przekrój nie był ściśle poprzeczny. Bardzo wyraźnie warstwę zewnętrzną chityny mogłem obserwować na przekrojach stycznych. W pokrywach

ciemno-zielonych (z konserwacji w formalinie) był barwik brunatny nieco jaśniejszy.

Wynik badań tych zatem potwierdza dotychczasowe poglądy na naturę barw niebieskich i zgadza się z wynikami badań Towera nad budową chityny w pokrywach chrząszczy. Tylko że w wypadkach badanych przez Towera warstwa wewnętrzna była znacznie grubsza (grubsza od pigmentowanej), a cienka zewnętrzna również zabarwiona, przez co chityna posiada w rzeczywistości dwie warstwy, a barwa staje się chemiczną t. j. żółtą, brunatną, czarną itp.

Różnica obu genotypów przeżemnie wyróżnionych polega zatem na tem, że jeden z nich posiada intensywniejszy stopień pigmentacji niż drugi.

### 5. Spostrzeżenia biologiczne.

Przy hodowli miałem sposobność poczynić niektóre spostrzeżenia biologiczne, które poniżej podaję.

1) Czas rozwoju. Wiadomem jest powszechnie, że czas procesów ontogenetycznych zależy od temperatury. Używałem ze względu na nią 3 środowisk: I. od 9°—11° C., przeciętnie zatem 10° C., II. 15°—21° C., przeciętnie 18° C., III. 25°—31° C., przeciętnie 28° C. A zatem środowiska różniły się o 8° lub 10°. Zmienność długości okresu barwy i poczwarki była dość wielka zawsze, okres rozwoju jaj dla osobników jednego złoża był zawsze równy. Podaję tabelaryczne zestawienie (tabela III) okresów trwania tych trzech stadyów w tych wypadkach, w których one wszystkie razem były trzymane w danem środowisku i w atmosferze wilgotnej. Suchość atmosfery nie wpływała znacznie na czas rozwoju poszczególnych stadyów.

TABELA III.

Temperatura	Czas trwania rozwoju w dniach			
	jaje	larwa	poczwarka	cała ontogeneza
9°—11° C	20—22	—	14—17	—
15°—21° C.	6—7	18—23	6—8	30—38
25°—31° C.	3—4	10—11	3—4	16—19



Tabela powyższa ilustruje zatem przyspieszający wpływ wzrastającej temperatury; stosunek okresów przy różnicy około  $10^{\circ}$  wynosi 2—3 i większy jest przy różnicy temperatur in minus, zatem jest w zgodzie z prawem Vant' Hoffa, podobnie, jak w wielu innych zbadanych wypadkach. Być może, że zmienność czasu rozwoju jest uwarunkowana istnieniem specjalnych genów (czynnik Ac. Towera).

2) Granice życia gatunku. Doświadczenie nasze dotarło do minimum i maximum życia gatunku. W temp.  $9^{\circ}$ — $11^{\circ}$  C. nie mogłem otrzymać zdolnych do życia larw. W temp.  $33^{\circ}$  żadna z 40 larw nie odbyła przepoczwarczenia. Nadto suchość atmosfery w  $25^{\circ}$  do  $31^{\circ}$  C. zabijała jaja. Wyniki te wskazują, jak w różnych stadiach od różnych czynników zależy życie organizmu, jak rozmaite czynniki mogą wpływać na przebieg linii geograficznego zasięgu jakiegoś gatunku w różnych jej odcinkach.

3) Wiadomo, że wyższa temperatura, skracając czas rozwoju, zmniejsza wymiary osobników gatunku. W naszym wypadku było to zmniejszenie nieznaczne. W temp.  $9^{\circ}$ — $11^{\circ}$  C. długość osobników wynosiła 6·3—7·5 mm, w temp.  $21^{\circ}$ — $31^{\circ}$  C. 6—7·3.

4) Zwraca uwagę, że w naszej hodowli z roku 1922 i 1923 otrzymałem tylko jedną generację w roku, podczas gdy z moich obserwacji tegorocznych bardzo prawdopodobnym jest, że w sierpniu i wrześniu w okolicy Lwowa gatunek wydał drugą generację. Dwie generacje u naszego gatunku stwierdził Keller w pracy znanej mi tylko z referatu. Być może, że występowanie w moich kulturach jednej generacji było wywołane warunkami hodowli. Mokrzecki (1923) otrzymał podczas hodowli pokrewnego gatunku *Melasma tremulae* L. również tylko jedną generację w roku. Prof. Hirschler mówił mi, że prowadząc w roku 1917 dużą kulturę *Melasma populi* L. w temperaturze pokojowej i atmosferze wilgotnej, otrzymał rocznie tylko jedną generację i twierdzi, że te same stosunki panują w okolicach Lwowa także w naturze.

5) Wybarwienie się. Należy podkreślić, że wybarwienie się chrząszczy w obu genotypach odbywa się odrębnie t. j. żaden z nich nie przechodzi w ontogenezie stadiów innego genotypu. Osobniki fenotypu miedziano-zielonego z początku posiadają barwę jasno-zieloną matową następnie w ciągu 1—2 dni dostaje ona coraz intensywniejszy połysk miedziano-złocisty.

6) Analogie. Jak we wstępie do pierwszej części mej pracy podałem, zmienność barw metalicznych u wielu gatunków z różnych

grup daje analogiczne szeregi. Być może że analogicznym wpływem środowiskowym należy przypisać stwierdzone przezemnie bardzo liczne występowanie osobników miedzianych u Majki lekarskiej (*Lytta vesicatoria*) na południowym Podolu, jakoteż występowanie tam miedziano-złocistej odmiany stonki *Chrysomela menthastri* Suffr. Podczas gorącego i suchego lata 1921 obserwowano, że osobniki gatunku *Gaurotes virginea* L. zwyczajnie ubarwione niebiesko, okazywały przejścia w kierunku barwy ciemno-zielonej.

## ROZDZIAŁ II.

### Sprawa dominacji.

#### 1. Przebieg doświadczeń.

Wyhodowane w r. 1922 samiczki, trzymane były do końca jesieni z samczykami z identycznych genotypów. Ponieważ drugiej generacji nie wyprowadziły, izolowałem je i umieściłem w naczyniach napełnionych zeschłymi liśćmi, mchem i korą w nieopalonej ubikacji. Zasnęły kryjąc się w szpary kory. W czasie zimy co 4 tygodnie zawartość naczynia była skrapiana wodą, celem utrzymania odpowiedniej wilgoci. Z początkiem maja zaczęły się budzić do życia. Z samicy zbudziło się przeszło 50%. Z oddzielnie zimujących samców znacznie mniej. Metoda rozwiązania sprawy dominacji polegała na następującym prostym założeniu: nie potrzeba do tego celu hodować trzech generacji ( $P$ ,  $F_1$  i  $F_2$ ) lecz koniecznym jest znać rodziców i potomstwo. Jeżeli wśród potomstwa identycznych fenotypowo osobników pojawiają się w znacznej mniejszości osobniki jakiegoś innego fenotypu, są one przedstawicielami recesywnego genotypu, który powinien hodować się „czysto“ t. zn. z pary tak wyglądających rodziców powinno się otrzymywać identyczne potomstwo. Taka metoda pozwalałaby rozstrzygnąć bardzo szybko sprawę dominacji i recesywności odmian naturalnych, gdyby tylko można mieć pewność, że samice złowione nie są już zapłodnione, naturalnie trzeba wykonać większą ilość doświadczeń, aby natrafić na spotkanie 2 osobników heterozygotycznych z genotypu dominującego. Używałem więc do zapładniania samic także samców złowionych z przyrody, czasem fenotypowo różnych, lecz według wy-

ników badań przynależnych do tego samego genotypu. Potomstwo hodowałem w środowisku takim, jak w r. 1922.

Część samic wyhodowanych okazała nieplodność. Podaję opis doświadczeń udanych:

Dośw. nr. 2. ♀ niebieska zbudziła się 27. IV. ♂ ciemno-zielony wpuszczony 9. V., kopulacja obserwowana 12. V., jaja 16. V., larwy 23. V., poczwarki 14.—15. VI., chrząszcze 21.—23. VI. 8 niebieskich + 3 jasno-zielone.

Dośw. 2 b. Z tej samej parki otrzymałem drugie złożę jaj 20. V., larwy 27. V., poczwarki 17.—19. V., chrząszcze 26.—27. VII., 11 niebieskich, 2 jasno-zielone.

Dośw. 10. ♀ niebieska zbudzona 6. V. 2 ♂ niebieskie wpuszczone 10. V., jaja otrzymałem 17. V., larwy 24. V., poczwarki 15.—16. VI., chrząszcze 23. VI.: 14 niebieskich.

Dośw. 18. ♀ niebieska zbudzona 9. V. 2 ♂ niebieskie wpuszczone 14. V., jaja 17. V., larwy 24. V., poczwarki 14. VI., chrząszcze 20.—21. VI., 9 niebieskich, 5 jasno-zielonych.

Dośw. 18 b. Ta sama samica złożyła drugą mniejszą porcję jaj 28. V., larwy 4. VI., poczwarki 25.—26. VI., chrząszcze 4. VII., 8 niebieskich.

Dośw. 6 b. ♀ jasno-zielona zbudzona 6. V. 3 ♂ miedziano-zielone wpuszczone 16. V., jaja 22. V., larwy 30. V., poczwarki 19.—20. VI., chrząszcze 25. V., 10 jasno-zielonych.

Dośw. 6 c. Z tej samej samicy otrzymałem drugie złożę jaj 25. V., larwy 1. VI., poczwarki 21. VI., chrząszcze 28.—29. VI., 8 jasno-zielonych.

Dośw. 19. ♀ jasno-zielona zbudziła się 9. V. 3 ♂ jasno-zielone wpuszczone 10. V., jaja 25. V., larwy 31. V., poczwarki 22. VI., chrząszcze 28. VI., 11 jasno-zielonych.

Dośw. 19 b. Z tej samej samicy otrzymałem drugie złożę jaj 29. V., larwy 4. VI., poczwarki 27. VI., chrząszcze 3. VII., 7 jasno-zielonych.

Dośw. 20. ♀ jasno-zielona zbudziła się 5. V. 2 także samce wpuszczone 7. V., jaja 24. V., larwy 1. VI., poczwarki 24.—25. VI., chrząszcze 2.—3. VII., 12 jasno-zielonych.

## 2. Wynik.

Wynik doświadczeń jest niewątpliwy: Genotyp oznaczony w tabeli I, jako  $\beta$  dominuje zupełnie nad genotypem  $\alpha$  — natu-

ralnie w użytym środowisku, gdyż należy się liczyć na podstawie badań Towera i Morgana z tem, że i dominacja jest funkcją nie tylko genotypów jednoczących się w zygocie, ale także i środowiska. Liczby stosunkowe obu fenotypów są dość zbliżone do mendlowskiej proporcji dla  $F_2$ , 3:1. W doświadczeniu 2 wynoszą 2:91:1:09, w dośw. 2 b. 3:31:0:69, w dośw. 18. 2:57:1:43.

Wynik zatem nie zgadza się z przypuszczeniem, wyrażonem w części pierwszej, jakoby genotyp  $\alpha$  dominował. Wyniki doświadczeń z parok złowionych in copula w przyrodzie należy zawsze rozpatrywać z tem zastrzeżeniem, że sperma może pochodzić od samca, który kopulował poprzednio, ewentualnie, że potomstwo jednego złoży jaj może pochodzić od jednej matki, a od kilku ojców. Ścisłe stwierdzonego takiego wypadku u owadów, o ile mi wiadomo nie znamy, u ssaków znany on jest dość dawno, ostatnio ściśle stwierdził takie zjawiska Dr. Kopeć. (O potomstwie dwu ojców w jednym miocie).

Należy więc bardzo ostrożnie interpretować zjawienie się 2 genotypów u potomstwa par złowionych w przyrodzie. Może być to wynik wymendlowania lub pochodzenia spermy od kilku ojców, jak było w doświadczeniach moich zeszłorocznych, oznaczonych liczbami 20. i 30. Natomiast wynik 14. doświadczenia zeszłorocznego wyjaśnia się w ten sposób, że wśród osobników, zmarłych w stanie larwalnym znalazły się wszystkie osobniki genotypu  $\beta$ . Ewentualnie, nie można odrzucić tej możliwości, że samica ta posiadała spermę z dawniejszego zapłodnienia. Nie sądzę, aby pierwsza interpretacja upoważniała do przypuszczenia, że mamy tu do czynienia z wypadkiem eliminacji selekcyjnej, raczej mamy tu eliminację przypadkową — katastrofalną.

Zwracam uwagę, że do stosunku mendlowskiego 3:1 zbliżone są bardzo z doświadczeń zeszłorocznych podane pod liczbami 11, 12, 32, z tegorocznych zaś 26, 30 b. Inne zbliżają się dość często do stosunku 1:1, objawiającego się wtedy, gdy jedno z rodziców jest heterozygotą, drugie zaś homozygotą genotypu recesywnego. Związku między mendlowaniem a płcią nie stwierdziłem żadnego.

Nawiązując do badań histologicznych można stwierdzić, że dominuje tu ta odmiana, która posiada ciemniejszy barwik, co jest wśród zbadanych wypadków mendlowania najpospolitszem, choć są i wprost przeciwne. Stosunek jest zupełnie taki sam, jak u jedynie, zdaje się, zbadanego genetycznie, metalicznie ubarwionego chrzą-

szeza *Gastroidea dissimilis*, gdzie według Mac Cracken odmiana niebieska dominuje nad jasno-zieloną.

Jeżelibyśmy chcieli ze strony filogenii spojrzeć na wyniki badań, to trzeba zaznaczyć, że najogólniej przyjmuje się, że ciemno-ubarwione odmiany są filogenetycznie młodsze. W naszym wypadku ontogeneza nie umacnia coprawda tej interpretacji. Dalej ważnym jest, że zmienność gatunku *Melasoma aenea* L. w szerokim jego zasięgu geograficznym posiada wszędzie badane przez nas fenotypy, nadto istnieją odmiany ab. *discolor* Gerh. i *bicolor* Sch., których w okolicy Lwowa nie spotkałem, choć zmiennością naturalną tego gatunku interesowałem się od r. 1918. W Polsce odmiany te według katalogu M. Łomnickiego występują na Śląsku. Dość prawdopodobnym jest, że genotyp  $\beta$  jest filogenetycznie młodszy, że powstał (a może i powstaje) politopicznie, że dominacja jego, jak zresztą i wiele innych znanych wypadków przeczy dawnej teorii, że filogenetycznie starsze odmiany dominują. Te kwestye jednak wymagają z jednej strony analizy materiałów z różnych okolic, z drugiej zaś rozszerzenia badań i na inny dział genetyki: powstawanie mutacji, co nie należało bezpośrednio do postawionego problemu: analizy genetycznej za pomocą unifikacji środowiska.

Również i doświadczenia tegoroczne wykonałem w Instytucie zoologicznym Uniwersytetu lwowskiego, korzystając wielokrotnie ze wskazówek i pomocy kierownika tegoż, prof. dr. Jana Hirschlera, często także z pomocy pp. Asystentów Instytutu, jakoteż pracujących w nim kolegów i koleżanek. Spełniam miły obowiązek podziękowania tym wszystkim osobom, zdając sobie sprawę, że osiągnięcie tych wyników — choć tak skromnych i w wielu miejscach wymagających uzupełnień — w znacznej części zawdzięczam ich życzliwości.

### Literatura.

1. Alverdes, Die neuen Towerschen Versuche zur Lösung des Artbildungsproblems. Zeitsch. für ind. Vererb. u. Abst. Bd. 24. 1921.
2. Biedermann, Die Schillerfarben bei den Insekten und Vögeln. Denkschriften der Naturw. mediz. Gessellschaft zu Jona XI. Festschrift für E. Haeckel. 1904.
3. Haecker, Die blaue Farbe der Vogelfedern. Zoolog. Jahrb. XV. 1901.
4. Hirschler, Über den Begriff „Vererbung“ und seine Voraussetzungen. Archiv für mikroskopische Anatomie. 1922.

5. Keller, Zur Biologie von *Chrysomela aenea* L. und *Coleophora fuscedinella* Zell. Viertelsjahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft. Zürich. 1917. (Referat: Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. VIII. S. 207. 1921).

6. Kuntze, Nowe dla Polski i rzadsze chrząszcze z Podola. Polskie Pismo Entomologiczne. T. II. 1. 1923.

7. Kuntze, Analiza genetyczna gatunku chrząszcza *Melasoma aenea* L. Część I. Arch. Tow. Nauk. we Lwowie. T. II.

8. Leydig, Über das Blau in der Farbe der Tiere. Zool. Anzeiger. 1885.

9. Łomnicki, Wykaz chrząszczów ziem polskich. Kosmos 1913.

10. Mokrzecki, Sprawozdanie z działalności Inst. Ochrony lasu Szkoły Głównej Gosp. Wiejskiego. 1923.

11. Przibram, Ursachen der tierischen Farbkleidung. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd. 45. 1919.

12. Tower, The Origin and Development of the Wings of Coleoptera. Zool. Jahrb. An. Abt. XIII. 1903.

13. Tower, The mechanism of evolution in *Leptinotarsa*. Washington 1918.

W wykazie powyższym przytaczam jedynie prace, dotyczące niektórych kwestyj szczegółowych, nie umieszczam więc podręczników genetycznych.





