

P. 1462

Badem

Tom 21. B.

1921.

ROZPRAWY
WYDZIAŁU
MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZEGO
POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI

SERJA III. TOM 21. DZIAŁ B.
(OGÓLNEGO ZBIORU TOM 61. DZIAŁ B).
NAUKI BIOLOGICZNE.

W KRAKOWIE
NAKŁADEM POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA - KRAKÓW - LUBLIN - ŁÓDŹ - POZNAŃ,
1922.

Tom 21. B.

1921.

ROZPRAWY
WYDZIAŁU
MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZEGO
POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI

SERJA III. TOM 21. DZIAŁ B.
(OGÓLNEGO ZBIORU TOM 61. DZIAŁ B).
NAUKI BIOLOGICZNE.

W KRAKOWIE
NAKŁADEM POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA - KRAKÓW - LUBLIN - ŁÓDŹ - POZNAŃ.
1922.

Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego

TREŚĆ.

	Str.
Talko-Hryncewicz J.: Trepanacja czaszki u żywego człowieka z góry zamkowej w Wilnie	1— 9
Rogoziński F.: O zachowaniu się azotanów w ustroju zwierzęcia przeżuwającego	11— 26
Tenenbaum S.: <i>Isomira polonica</i> n. sp.	27— 28
Korczeński M.: Studja nad t. zw. oksydazą jodkową wydzielaną przez grzybnię kropidlaka (<i>Aspergillus niger</i>)	29—107
Łoziński P.: Badania histologiczne nad jelitem larwy mrówkolwa (z tabl. 1)	109—140
Stecki K.: Zmienność kwiatów szafranu tatrzańskiego	141— 179
Talko-Hryncewicz J. i Hoyer H.: Cmentarzysko szkieletowe w Łankiskach pod Naczą na Litwie z XIV—XVI w. pod względem antropologicznym (z tabl. 2—3)	181—237
Ruszkowski J.: Pozazarodkowy rozwój przywry <i>Hemistomum alatum</i> Dies.	249—254

Trepanacja czaszki u żywego człowieka z góry zamkowej w Wilnie.

Napisał

J. Talko-Hryncewicz.

Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydziału matematyczno-przyrodniczego dnia 3 stycznia 1921 r.

Do ostatnich czasów w Polsce nie znano prawie ani przypadków trepanacji czaszki, dokonanych za życia lub po śmierci, ani też innych uszkodzeń czaszki, prócz dwóch zaledwie odosobnionych przypadków, opisanych przez Dudrewicza z Warszawy. Jednym z nich był przypadek pośmiertnej trepanacji czaszki, znalezionej przez F. Tarczyńskiego w 1881 r. na etnograficznie polskiej ziemi, we wsi Turowie w płockim powiecie. Czaszka ta pochodziła z rzędowej słowiańskiej mogiły, prawdopodobnie z X—XIII wieku, bogatej w żelazo, w której między innymi znaleziono również obręcze od kubelków, naczynia z falistą ornamentyką i zausznice kabłączkowe. Otwór kształtu eliptycznego, długości 24 mm, znajdował się w tej czaszce na lewej kości ciemieniowej, opodal szwu wieńcowego. Według opisu autora¹⁾ otwór ten miał brzegi ostre, bez śladów zapalenia kości i zrobiony był ostrem narzędziem. Druga trepanowana czaszka, wykopana przez Z. Glogera, pochodziła z XII—XIII wieku, z cmentarzyska w Marjenhauzie w Inflantach polskich. Na lewej połowie potylicy znajdował się otwór prawie okrągły, z brzegami nieco wystającymi. Kość była zagojona, otwór zrobiony był więc za życia. Według opisu Dudrewicza²⁾

¹⁾ Dudrewicz L. Czaszka z kurhanu w Turowie. Pamiętnik fizjogr. T. III, Warszawa 1883, str. 473.

²⁾ Tenże: O czaszkach ludzkich z cmentarzyska w Maryjenhauzie. Tamże. T. I, 1881, str. 403—406.

operacja była wykonana nie przez skrobanie, lecz według prawideł sztuki cylindryczną piłą metalową.

Przed trzema laty ogłosiłem pracę o pośmiertnej trepanacji czterech czaszek młodych kobiet, pochodzących z dawnego cmentarzyska łankiskiego z XIV—XVI w., znalezionych w czasie wspólnych badań z ś. p. Wandalinem Szukiewiczem w latach 1912—1914¹⁾. W r. 1918, badając szczątki ks. Piotra Skargi, przechowane w metalowej trumience, zamkniętej na kłódkę w podziemiach kościoła Św. Piotra w Krakowie, zauważyłem, że wielu kości brakowało, a na czaszce odpilowany był lewy wyrostek zębodołowy szczęki górnej. Sądząc z ostrych brzegów kości należy przypuszczać, że dokonane to zostało po śmierci, już w podziemiach, przez wielbicieli zmarłego, w celu uzyskania relikwii albo też dla leków lub czarów²⁾.

Gromadząc podczas pobytu mego w Wilnie w lecie 1920 r. materiał dla powstającego zakładu antropologicznego, udało mi się uzyskać kilkaset czaszek, które pochodziły prawdopodobnie z XV—XVII wieku, z obszernych podziemi tamtejszego dawnego kościoła uniwersyteckiego Św. Jana. Pierwszy kościół, drewniany, ufundowany w 1387 roku przez Władysława Jagiełłę, był następnie parokrotnie po pożarach odbudowywany, a obecny wzniesiono w roku 1760. Nie mogłem dowiedzieć się, czy pięć podziemi kościelnych z oddzielnymi wejściami z wewnątrz kościoła zbudowano równocześnie z obecną świątynią, czy też są one weześniejsze, a stwierdzenie tego umożliwiłoby bliżej określić wiek tam pogrzebanych. W podziemiach, bardzo suchych, trumien już nie było; pozostało po nich próchno drzewne, pomieszczone z ciałami zmarłych, leżącemi jedne na drugich wraz z strzępami odzieży jedwabnej o różnych barwach, tak męskiej, jak i kobiecej, wśród których były i fiolety.

Pomiędzy czaszkami znalazłem 3 wypadki trepanacji i uszkodzeń pośmiertnych, dokonanych już w podziemiach, czy to w celu otrzymania talizmanów dla noszenia na piersiach, czy też w celach czarodziejskich lub leczniczych. Na jednej z czaszek znalazłem

¹⁾ Talko-Hryncewicz J. O trepanowanych czaszkach z XIV—XVI w. z cmentarzyska w Łankiskach pod Naczą na Litwie. Rozpr. Wydź. matem.-przyr. Akad. Um. w Krakowie, T. LVIII. Ser. B. 1918.

²⁾ Tenże. Piotr Skarga Pawęski jako typ fizyczny. Rozprawy Wydź. mat.-przyr. Polskiej Ak. Um. w Krakowie, T. 59. Ser. B. 1919.

otwór okrągły na potylicy, a równocześnie widać było wyskrobanie i wycięcie brzegów wielkiego otworu potylicznego, podobnie, jak to opisał Kopernicki na czaszkach Ajnów¹⁾, przywiezionych przez prof. Dybowskięgo ze Wschodniej Syberji, a przechowanych w zbiorach zakładu antropologicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego. Dwie inne czaszki miały również otwory okrągłe na czole, a na jednej z nich obok otworu był narys naciętego koła, jakby niedokończona trepanacja, z której widzimy technikę tego ręczny, wykonywanego widocznie przez wybijanie kręgu ostrem narzędziem, zwanem przez krakowskich majstrów „okrągłym majzlem“²⁾.

W tym samym roku 1920, pomiędzy zbiorami, które przeszły ze zbiorów dawnego miejskiego wileńskiego muzeum do zakładu antropologicznego Uniw. Stefana Batorego w Wilnie, było 8 czaszek z oznaczeniem, że zostały znalezione na górze zamkowej w Wilnie, w r. 1908, bez ściślejszego wskazania miejsca i głębokości. Zapewne dzięki gruntowi piaszczystemu i łatwo przepuszczalnemu, czaszki zachowały się dobrze; są one koloru jasno-żółtego, a sądząc z budowy, należą do jednej epoki. Tkanka kostna mało uszkodzona, oprócz pęknięć i świeżych złamań przy wykopywaniu, wierzchnia blaszka kostna u większości czaszek dobrze zachowana. Sądząc jednak z kruchości i gąbkowatości istoty kostnej, pozbawionej części klejowej, lekkości czaszek i wreszcie miejsca znalezienia, można wnosić, że czaszki są stare.

Góra zamkowa obecnie położona w śródmieściu, ma grunt piaszczysty, pod którym występuje miejscami w głębszych warstwach glina, z wierzchu pokryta gruzowiskiem sześciowiekowej przeszłości historycznej Wilna. Góra leży na wschód od placu katedralnego, dając początek pasmu wzgórz, ciągnących się w stronę przedmieścia Antokola. Na zachodnim jej szczycie ocalała jeszcze część baszty murowanej — jedyna pozostałość zamku Gedyminowego, ze szpetną drewnianą budką, później nadbudowaną, służącą za punkt obserwacyjny dla straży ogniowej. Na wschodnim

1) Kopernicki J. O kościach i czaszkach Ajnów. Pamiętn. Akad. Um. w Krakowie. Wydz. matem.-przyr. T. VII. Kroków 1882, str. 26—64.

2) Służący zakł. antropologicznego Jan Florczyk, z zawodu stolarz, zapewniał mnie, że widział niedawno na targu w Krakowie wśród starych rupieci żelaznych podobny do współczesnego instrument do wybijania kółek w drzewie lub w metalu, pierwotnie wykonany, na którym nieudolnie były wykonane inicjały majstra i r. 1472.

krańcu góry pozostały ruiny fundamentów kościoła św. Marcina, wzniesionego w stylu gotyckim przez króla Władysława Jagiełłę w r. 1387 na miejscu gontyny pogańskiej. Po przeniesieniu przez Świntoroga w dolinę nad Wilją głównej świątyni litewskiej „Komowe“, górę tę przezwano „Górą Świntoroga“, a we wschodniej jej stronie w urnach grzebano popioły książąt. Do góry tej przywiązanych jest wiele legend: o śmierci Gedymina i o „żelaznym wilku“, który mu się przyśnił po zabiciu tura, odkąd też góra zaczęła się zwać „Turzą“. Władca Litwy zbudował tu twierdzę, której później zdobyć nie mogli Krzyżacy. Ruiny zamku długo opierały się zniszczeniu, nim ostatecznego ciosu nie zadali im wielkorządcy rosyjscy. Na zamku górnym stał tylko garnizon, książęta mieszkali w dolnym zamku u podnóża góry, niedaleko katedry. Oba zamki łączyły się z sobą krytymi schodami. Na zamku górnym za Aleksandra Jagiellończyka była zbrojownia i ludwisarnia, które przetrwały do Zygmunta III. Pod wieżą znajdowało się podziemne więzienie, mieściła się tu też słynna biblioteka Zygmunta Augusta. Wśród ludu przechowuje się podanie, że parę razy do roku o północy Król Zygmunt August pojawia się na górze i wsparty o mur przypatruje się swej ukochanej stolicy. W r. 1661, podczas wojen z Moskwą, okrutny książę Myszeckij ukrywał się na górze zamkowej, zanim został ścięty na rynku. Na placyku u wejścia na górę, służącym później dla gry w krokieta, zakopywano tu straconych uczestników powstania w r. 1863, w innym znowu miejscu grzebano skazanych na śmierć w r. 1831. Według danych historycznych i tradycji, na górze zamkowej nigdy ementarza nie było.

Czaszki, pochodzące z góry zamkowej, oznaczone są w inwentarzu zakładu antropologii i prehistorji Uniwersytetu Wileńskiego liczbami 1—8. Z nich cztery czaszki są całe z nieznacznymi bardzo defektami (L. 2, 3, 4 i 5); a z czterech są tylko sklepienia (L. 1, 6, 7 i 8). Dla wyjaśnienia chociażby względnej przynależności tych czaszek przedstawiam opis ich głównych cech i pomiarów, zestawiając je z dotąd znanymi czaszkami, pochodzącymi z tychże miejscowości.

Ogólne cechy tych czaszek, z pominięciem szczegółów budowy, są następujące: czaszki oglądane z góry, mają kształt elipsoidalny lub owalny, a niektóre tylko mają kontury bardziej kuliste. Z boku linja czołowa wznosi się najczęściej łukiem prawidłowym na wy-

niosłe czoło, przechodzi na niedługie ciemię, dosięga najwyższego punktu w tylnej części ciemienia, poczem opuszcza się na spłaszczoną, a nieraz wgiętą dolną część ciemienia, a następnie na wypukłą potylicę. Czaszki są mocno zbudowane; wzgórkowatość potyliczna silnie występuje ze znacznymi pręgami, przechodzącymi niekiedy w wał potyliczny; linja skroniowa górna mocno zaznaczona, guzy potyliczne wydatne; twarze najczęściej wydłużone, z wydatnymi łukami nadoczodołowymi i nadnośmiami, z głębokiem wcięciem u podstawy nosa; nos wielki, kość nosowa przednia silnie wydatna, oczodoly skośnie stojące, wyrostki sutkowe nie długie, lecz grube i mocnej budowy; żuchwa o bródce naprzód występującej, trzon jej szeroki o wysokich wyrostkach stawowych. Z tyłu mają czaszki kształt pięciokąta z wyraźnie zaznaczonymi guzami ciemieniowymi. Szwy budowy dosyć zawilej, szczególnie węglowy, w którym bardzo często występują kosteczki dodatkowe. Anomalji w *pterionie* nie spostrzeżono; szew strzałkowy w dolnej części podniesiony.

Główne pomiary czaszek i ich wskaźniki przytaczam w tabelce na str. 6.

Sądząc z cech, przemawiających za znacznym wiekiem czaszek, jak również z warunków, wśród jakich zostały znalezione, o czem bliżej na początku niniejszej pracy wspomniałem, można przypuszczać, że nie są one nam współczesne, lecz wkraczają w czasy historyczne, w wiek XV—XVI, a może są jeszcze wcześniejsze.

Pod względem swej budowy, czaszki rozwinięte są w obwodzie poziomym, jedne bardziej na długość, inne na szerokość, przy znacznej wysokości, o czołach i potylicach wąskich; niekiedy ostatnie są mierne. Pod względem wskaźników, spotykamy wśród tych czaszek typy od skrajnie długogłowych do krótkogłowych, przyczem męskie czaszki są bardziej krótkogłowe, kobiece długogłowe; czaszkom krótkogłowym towarzyszą szersze nieco czoła i potylicy, długogłowym odwrotnie; wszystkie mają twarze mierne szerokie i dosyć wydłużone. Porównując te czaszki z innymi, które badałem z tej samej miejscowości, czy to z kościoła św. Anny z XVI i początków XVII w.¹⁾, czy z grobów krzywiczańskich

¹⁾ Talko-Hryncowicz J. Mieszkańcy Wilna z drugiej połowy XVI i początków XVII w. Materiały antrop.-archeol. i etnogr. T. IX. Kraków 1907.

Liczba zakładu antropol.		Wymiary czaszki												Wymiary twarzy				Obwód i łuki				Obwód i łuki																																													
		długość		szerokość		cała		do ucha		dolna		górną		szerokość potylicy		dł. podstawy		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys.		dł. (na — pr.)																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂																				
																																																śred.	st.	mi.	śred.	st.	mi.	śred.	st.	mi.	śred.	st.	mi.	śred.	st.	mi.	śred.	st.	mi.	śred.	st.
W s k a ź n i k i i s t o s u n k i																																																																			
C z a s z k i																																				t w a r z y				Obwódów i łuków				z u c h w y, p o m i a r y i s t o s u n k i																							
		szerokość																		twary		oczoł.		nosowy		podnieb.		przed części do całego obw. poziom				liczba zakt. antrop.				wiek				trzonu między kątem				wys. wskaźn. wyrostka																							
		całej																		wysokość		sz. czoła		sz. potyl.		otwór potyl.						cały				czoł.		ciem.		potyl.		cała				górna		śred.		dolna																	
		wysokość																		do ucha		sz. czoła		dług. potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna	
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							
		cała																		sz. czoła		otwór potyl.		szer.		dł. (na — pr.)		szer. najw.		wys. d. kół		szer.		długość		szerokość		długość		szerokość		obwód poziomy				cały		czoł.		ciem.		potyl.		linja tworząca				część jej		dolna							

z XI—XIII w.¹⁾, czy z cmentarzyska w Łankiszkach²⁾, czy też z późniejszymi czaszkami z grobów na Żmudzi³⁾, lub wreszcie z kolekcją czaszek fińskich z muzeum zakładu anatomicznego Uniwersytetu hel-singforskiego, widzimy pewną analogję w budowie tych czaszek. Występują tu dwa widoczne oddzielne typy czyste, wybitnie długogłowy i niezasymilowany jeszcze w pośredniogłowym, wyraźnie krótkogłowy, co zauważyłem także u współczesnej ludności miejscowej, czy to u Litwinów, Białorusinów lub nawet u miejscowych Polaków owego wielowiekowego wytworu polsko-białorusko-litewskiego mieszaństwa. Czaszki starsze są przy tem niższe od współczesnych. Pod względem wskaźnika twarzowego czaszki z góry zamkowej mało się różnią od wileńskich z kościoła św. Anny i krzywiczańskich.

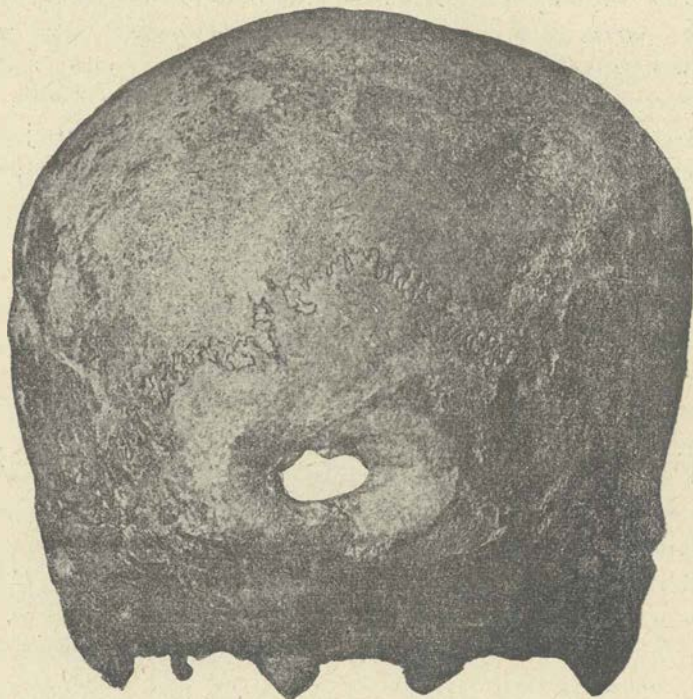
Sklepienie czaszki z góry zamkowej z defektem lewej części kości czołowej (oznaczonej l. 1 inwent. zakł. antropol. i prehist.), patrząc z góry, ma wygląd elipsoidu z miernie wydatnym garbkiem potylicznym i znacznie występującymi guzami ciemieniowymi. Z boku linja czołowa podnosi się dosyć prawidłowym łukiem na wyniosłe czoło, skąd przechodzi na niedługie ciemię, osiąga najwyższego punktu w części tylnej, opuszcza się następnie w dół na spłaszczoną tylną część ciemienia; od *lambda* linja najbardziej uwypukla się, następnie spada stromo ku otworowi potylicznemu. Chropowatości na czaszce nieznaczne, nadnosie i łuki nadoczodołowe wydatne; *lineae nuchae* słabo zarysowane, *lineae temporales superiores* miernie rozwinięte; wyrostki sutkowe oddzielone głębokimi wcięciami, grube i mocne, podobnie jak i wyrostki szydłowate. Sądząc z zachowanych części, łuki jarzmowe są delikatne. Szwy dość zawile, dolna część szwu strzałkowego zarośnięta. Czaszka męska jest wieku średniego. Żadnych odmian w budowie oddzielnych części, zasługujących na zaznaczenie, nie spostrzegłem. Ścianki czaszki miernej grubości, mocne i gładkie, niema żadnych śladów blizn i porażeń, wskazujących na procesy patologiczne, jak kiła, próchnienie, również wykluczone mechaniczne uszkodzenie, lub rana postrzałowa.

¹⁾ Talko-Hryncewicz J. Przyczynek do paleoetnologji Rusi litewskiej. O domniemanych czaszkach Krzywiczjan. Mater. antr.-arch. i e. T. VII. Kraków 1908.

²⁾ Wand. Szukiewicz i J. Talko-Hryncewicz. Cmentarzysko w Łankiszkach pod Naczą (pow. lidzki, ziemia Wileńska) pod względem archeologicznym i antropologicznym (w rękopisie).

³⁾ Talko-Hryncewicz J. Wiadomości antropologiczne o domniemanych szczątkach fińskich na Żmudzi. Mater. antr.-arch. i etn. T. XIV, Dż. II. Kraków 1914.

Na potylicy, nieco na lewo od *protuber. occip. externa*, znajduje się otwór na zewnątrz owalny, położony nieco w ukośnym kierunku, idący z góry od strony prawej, w dół i w lewo. Brzegi dookoła zaokrąglone, pokryte jakby zlewającą się młodą tkanką, zagłębiającą się wewnątrz skośnie, szczególnie ze strony prawej. Długość średnicy poprzecznej otworu 30 mm, szerokość największa 15 mm, z lewej strony w miejscu największego zarośnięcia brzegów 10 mm;



Ryc. 1.

w dole zablizniony brzeg otworu zajmuje 5 mm. U góry, bliżej ku stronie prawej z wewnątrz występuje jakby odszczepiona przy operacji cienka blaszka kostna 3 mm długa i 5 mm szeroka, a może jest to zarastająca tkanka kostna. Patrząc z wewnątrz, otwór przylega ze strony lewej do *crista occipitalis interna* i leży na 10 mm powyżej *protuberantia occip. int.* Ma on wygląd czworokąta z kątami ostre i odpowiada górnej części lewej półkuli mózdzku. Przy otworze i w okolicy żadnych uszkodzeń niema (ryc. 1).

W tym opisanym tu wypadku trepanacji, dokonanej u żywego człowieka, przyjąć trzeba, że operacja dokonana została w celach leczniczych przez lekarza średniowiecznego, sposobem bardzo pierwotnym; sądząc po znacznem zabliznieniu brzegów rany, chory po operacji żył jeszcze czas dłuższy. Czaszka nie przedstawia żadnych zmian patologicznych, ani dowodów rany postrzałowej lub traumatycznej. Pomimo trudności, jakie nastęcza wykonanie za życia trepanacji na czaszce w miejscu, gdzie grubość kości potylicznej jest tak znaczną, sądzę, że trudniej jeszcze byłoby przypisać powstanie opisanego powyżej otworu wadzie rozwojowej. Celem sprawdzenia słuszności moich podanych tu spostrzeżeń, odnoszących się do charakteru uszkodzenia tej czaszki i celem zasiągnięcia w tym kierunku opinii chirurgów, przedstawiłem czaszkę na posiedzeniu Towarzystwa Lekarskiego w Krakowie w dniu 13 październ. 1920 r., na którym obecni chirurdowie w zupełności moją opinię potwierdzili.

O zachowaniu się azotanów w ustroju zwierzęcia przeżuwiającego.

Napisał
F. Rogoziński.

Rzecz przedstawiona przez członka St. Bądzińskiego na posiedzeniu Wydziału matem.-przyrodniczego dnia 7 marca 1921 r.

W ostatniej mej pracy, ogłoszonej w Biuletynie Akad. Umiejętności (1), podałem wyniki badań mych nad zachowaniem się azotanów w ustroju ludzkim oraz w ustroju królika. Wynik tych badań ująłem w następujący sposób:

1. Azotany wprowadzone do ustroju ludzkiego odnajduje się w krótkim czasie w całości lub prawie w całości w moczu.

2. Z saletry wprowadzonej do przewodu pokarmowego królika odnajduje się w moczu 70—80%.

W teje pracy podałem wynik szeregu obserwacji i doświadczeń, przeprowadzonych na zwierzętach przeżuwiających, mianowicie na krowach. Okazało się, że u tych zwierząt azotany zachowują się zupełnie odmiennie: azotany wprowadzone do ustroju znikają w nim, a w moczu odnajdujemy co najwyżej ich ślady. Wyraziłem też pewne przypuszczenia co do przyczyn tego zjawiska, zaznaczając wszakże, że wyjaśnienie dać będą mogły dopiero ściśle doświadczenia na zwierzęciu przeżuwiąjącem, uwzględniające całkowity bilans azotowy. Praca niniejsza zawiera właśnie zestawienie wyników tego rodzaju doświadczeń.

Do badań mych użyłem dwuletniego skopa rasy krajowej.

Odechody stałe i ciekłe zbierałem w czasie doświadczenia w całości w następujący sposób: dno klatki systemu Völtza, w której baran był umieszczony, zastąpiłem kratą metalową. Krata była na tyle gęsta, że zwierzę mogło stać na niej wygodnie,

nie zapadając się raciami. Pod kratą, umieszczone było drugie dno, w formie blaszanego lejka o pochyłych ścianach, z odpływem pośrodku; pod odpływem stawiano szklane naczynie na moczu, które opróżniano dwa razy dziennie. Mocz, wydalony przez zwierzę, spływał przez kratę na lejek blaszany, a następnie dalej do naczynia. Drobną ilość moczu mogła przytem pozostać na lejku; aby jej nie stracić, spłókiwano codziennie lejek starannie wodą i popłóczyzny poddawano analizie. Zgodność poniżej podanych rezultatów świadczy najlepiej, że istotnie udało się w ten sposób mocz zbierać w całości.

Aby umożliwić zbieranie w całości kału i nie dopuścić, by kał rozsypywał się w klatce, postąpiono w następujący sposób: uszyto z płótna skrojone podług kształtów barana okrycie, zapinane na szereg guzików na grzbiecie, okrywające cały tułów, a mające otwory na cztery nogi, szyję, członek męski oraz odbył. Pod odbytem przypinano woreczek płócienny, opróżniany dwa razy dziennie, w którym gromadził się oddawany kał. Ten sposób postępowania dawał doskonale wyniki: tylko w bardzo rzadkich przypadkach jeden lub drugi bobek (scybalon) z ominięciem woreczka spadał wprost do klatki.

Przed rozpoczęciem doświadczeń, w dniu 9 września baran został ostrzyżony. Waga żywa po ostrzyżeniu wynosiła 36 kg. Od 12 tegoż miesiąca zaczęto żywić go racją stałą, złożoną z siana łąkowego i otrąb żytnich. W czasie od 12 do 19 września racja wynosiła 300 g otrąb i 500 g siana, od 19/IX podniesiono ją na 300 g otrąb i 600 g siana. Od 15/IX przyzwyczajano barana do przebywania w klatce; od 21/IX rozpoczęto ilościowe zbieranie odchodów.

Oznaczenie azotu w paszy dało następujący wynik:

Otręby żytnie	Siano łąkowe
2.49	1.90
2.58	1.96
przeciętnie 2.54% N	przeciętnie 1.93% N

Racja dzienna złożona z 300 g otrąb i 600 g siana zawierała zatem $3 \times 2.54 + 6 \times 1.93 = 19.20$ g N, czyli około 120 g białka surowego.

Pod względem ogólnej wartości energetycznej racja użyta prawie dokładnie odpowiadała normom Kellnera, a pod względem zawartości białka strawnego znacznie te normy przekraczała.

Odpowiadało to zupełnie celowi doświadczeń, którym było zbadanie zachowania się azotanów w ustroju zwierzęcia żywionego normalnie i nie odczuwającego braku azotowych składników pokarmowych.

Porcje paszy na cały czas doświadczenia odważono równocześnie z góry; w ten sposób wahania w zawartości substancji suchej, zachodzące z powodu zmian w wilgotności powietrza, nie wpływały na równomierność spożycia.

Doświadczenie podzielone było na pięć okresów, z których każdy trwał tydzień. W okresie 1, 3 i 5 dawano podaną wyżej karmę podstawową, w 2 i 4 dodawano do otrąb po 10 g azotanu sodowego. Paszę i wodę podawano zwierzęciu dwa razy dziennie; dwa razy dziennie też zbierano wydaliny. Przebieg każdego dnia był następujący:

O 10 rano podawano zwierzęciu połowę dziennej racji otrąb; w czasie gdy je spożywało, odpinano woreczek z kałem i przesypany kałem do tarowanej szalki porcelanowej; wylewano mocz z naczynia umieszczonego pod klatką i myto dokładnie naczynie, wreszcie zmywano wodą w ilości jednego litra blaszane dno klatki i zbierano popłóczy.

W okresach kontrolnych baran zjadał otręby szybko, z wielkim apetytem i w całości; otręby zmieszane z saletrą w 2 i 4 okresie jadł znacznie wolniej i z widoczną niechęcią. Często pozostawała niedojedzona reszta; podawano ją w tych wypadkach po południu, wymieszawszy z drugą połową racji dziennej. W każdym razie racja dzienna była zawsze w każdym dniu w całości spożyta. Po otrębach podawano połowę racji dziennej siana; po zjedzeniu siana, litr wody; ilość wody niewypitej odmierzano. W dalszym ciągu pozostawiano zwierzę w spokoju aż do godziny szóstej po południu.

Z zebranymi odchodami postępowano w sposób następujący: kał ważono w stanie świeżym, poczem brano z niego próbkę do analizy w ilości $\frac{1}{10}$ na wagę. Próbkę tę zwilżano alkoholowym roztworem kwasu szczawowego, aby uniknąć straty azotu podczas suszenia, łączono z próbką, zebraną poprzedniego dnia po południu i suszono przez ośm godzin na łaźni wodnej. Wysuszone próbki pozostawiano przez 48 godzin na powietrzu, poczem zesypywano je do słoików z korkami szklanymi. Łączono w jednym słoju próbki z siedmiu dni każdego okresu; próbka wymieszana odpowiadała składem przeciętnemu składowi kału za cały okres.

Po ukończeniu doświadczenia całą próbkę ważono, mielono w całości, starannie mieszano, i oznaczano azot w dwóch porcjach kału.

Mocz zebrany rano dolewano do moczu wieczornego z poprzedniego dnia, mierzono objętość, sączono przez bibułę, badano odczyn na lakmus oraz przeprowadzano próbę na azotany odczynnikiem dwufenilaminowym i brano próbki do oznaczeń. Oznaczano przedewszystkiem: azot ogólny w dwu próbkach po 5 cm^3 moczu dziennego; w moczu nie zawierającym azotanów robiono oznaczenia zwykłą metodą Kjeldahla; w moczu, który reagował z dwufenilaminem w okresie 2, postępowano według Ulscha, redukując azotany w kwaśnym roztworze. Cyfry, odnoszące się do analiz w ten sposób wykonanych, oznaczone są w tablicy literą „U”. Okazało się jednak, że ilość azotanów w 5 cm^3 moczu była tak znikoma, że nie mogła wpłynąć na wynik oznaczenia; oznaczenia przeprowadzone równoległe metodą Kjeldahla i Ulscha dawały zupełnie zgodne wyniki; dlatego w okresie 4 oznaczano azot według Kjeldahla nawet wtedy, gdy mocz zawiera azotany.

We wszystkich przypadkach, gdy mocz reagował z dwufenilaminem, co się zdarzało tylko w okresie 2 i 4, oznaczono w nim azotany metodą Pfeiffer-Thurmanna, w próbkach po 50 cm^3 . W ślepych oznaczeniach, które wielokrotnie wykonano według tej metody z moczem wolnym od azotanów, znajdowano przeciętnie ilość azotu, odpowiadającą $1\text{ cm}^3\ \frac{1}{10}$ normalnego kwasu na 50 cm^3 moczu. Obliczając ilość azotanów w tych przypadkach, gdy one istotnie w moczu występowały, wprowadzano zawsze tę poprawkę. Wreszcie przez cały czas trwania doświadczenia oznaczano stale kreatyninę według Folina w 20 cm^3 moczu dziennego.

O godz. 6 po południu podawano zwierzęciu w tym samym porządku otręby, siano, wreszcie wodę, zbierano odchody, kał ważono, brano $\frac{1}{10}$ jako próbkę, zwilżano roztworem kwasu szczawowego, i pozostawiano do następnego rana; zbierano też mocz i pozostawiano go również do rana.

W tablicy na str. 15 podana jest ilość wypitej wody, wydalonego kału oraz moczu za cały czas doświadczenia, wreszcie ilość azotu w 5 cm^3 moczu (przeciętna z dwu zgodnych oznaczeń) i cała zawartość azotu w moczu dziennym.

Data	Woda w cm^3	Kał świeży g	Objętość moczu w cm^3	N ogólny w 5 cm^3 mo- czu w mg	N ogólny w moczu dziennym w g
22. IX.	1830	610	1810	72.45	13.114
23. "	1845	580	1165	46.94	10.936
24. "	1610	530	1030	52.12	10.737
25. "	1410	720	1020	62.09	12.666
26. "	1800	560	1460	40.04	11.692
27. "	1540	580	1030	57.12	11.767
28. "	870	590	900	66.85	12.033
29. "	1940	560	1085	59.32 U	13.003
30. "	1810	590	1355	49.42 U	13.393
1. X.	1600	530	1125	56.91 U	12.805
2. "	1700	540	1365	49.56 U	13.530
3. "	1680	600	1275	53.62 U	13.673
4. "	1850	590	1225	55.30 UK	13.548
5. "	1720	650	1300	51.94 K	13.504
6. "	1380	580	1175	51.94	12.206
7. "	1690	570	1150	51.38	11.818
8. "	1570	650	915	64.12	11.734
9. "	1700	540	1260	46.20	11.642
10. "	1610	610	1115	56.21	12.664
11. "	1590	550	1295	46.69	12.092
12. "	1140	530	505	107.24	10.831
13. "	1940	580	1080	59.57	12.867
14. "	1580	560	955	67.97	12.982
15. "	1710	620	1295	52.01	13.481
16. "	1620	600	1315	50.26	13.218
17. "	1630	590	1200	54.74	13.136
18. "	1470	580	1250	52.92	13.230
19. "	1840	580	920	73.08	13.447
20. "	1780	560	1390	44.03	12.240
21. "	1520	610	1000	59.92	11.984
22. "	1390	600	915	65.80	12.041
23. "	1480	580	930	63.77	11.861
24. "	1300	610	720	83.02	11.955
25. "	1400	670	785	75.74	11.891
26. "	1220	650	730	82.18	11.988

Jeżeli na podstawie tej tablicy zestawimy zawartość azotu ogólnego w moczu, wydalonym w każdym z pięciu okresów doświadczenia, otrzymamy następujący wynik: wydalone zostało ogółem w moczu:

w 1. okresie	82·945 g azotu
" 2. "	93·456 " "
" 3. "	82·987 " "
" 4. "	92·361 " "
" 5. "	83·970 " "

Do tych danych należy wprowadzić poprawkę, uwzględniając ilość azotu, zawartą w popłóczynach.

Zawartość azotu w popłóczynach wynosiła:

w 1. okresie	0·838 g azotu
" 2. "	1·394 " "
" 3. "	1·590 " "
" 4. "	1·308 " "
" 5. "	1·380 " "

Jak widać z powyższego zestawienia, ilość azotu w popłóczynach wynosiła 1—2% całej ilości azotu, wydalonego w moczu w danym okresie.

Uwzględniając tę poprawkę znajdziemy, że baran wydzielił w moczu w okresach kontrolnych, bez saletry:

w 1. okresie	83·783 g azotu
" 3. "	84·577 " "
" 5. "	85·350 " "
przeciętnie	<hr/> 84·570 g azotu

w okresach zaś z saletrą:

w 2. okresie	94·850 g azotu
" 4. "	93·669 " "
przeciętnie	<hr/> 94·259 g azotu

Na podkreślenie zasługują tu dwa fakty: z jednej strony wielka równomierność w wydalaniu azotu w okresach kontrolnych doświadczenia; świadczy ona o tem, że wymiana azotowa w ustroju była istotnie przez cały czas trwania doświadczenia bardzo równomierna; z drugiej strony fakt, że skarmianie saletry powodowało znaczny przy-

bytek azotu w moczu. Do omówienia tego faktu przejdę po przedstawieniu, jak się zachowuje skarmiona saletra.

W drugim i czwartym okresie, jak wspomniałem, baran dostawał dziennie po 10 g azotanu sodowego, dokładnie wymieszanego z otrębami.

Sól użyta zawierała na podstawie analizy 161 mg azotu w gramie. W 70 g azotanu skarmionego podczas każdego okresu baran otrzymywał zatem 11·27 g azotu w formie azotanu.

Gdy przerwano skarmianie azotanu, mocz w pierwszym dniu następnego okresu nie dawał już wcale reakcji z dwufenilaminem. Dlatego oznaczano azotany w moczu według Pfeiffer-Thurmana tylko w drugim i w czwartym okresie doświadczenia; wyniki tych oznaczeń podaje następujące zestawienie:

Data	N azotanów w 50 cm ³ moczu mg	N azotanów w moczu dziennym mg
29. IX.	3·22	69·87
30. "	3·99	108·14
1. X.	1·61	36·23
2. "	0·98	26·75
3. "	1·68	42·84
4. "	1·12	27·44
5. "	1·47	38·22
13. X.	3·36	64·18
14. "	5·46	141·41
15. "	1·12	29·46
16. "	1·54	36·96
17. "	2·45	61·28
18. "	1·68	30·91
19. "	4·34	121·65

Ogółem wydalone zostało azotu w postaci azotanów w okresie 2 — 0·3495 g, w okresie 4 — 0·4859 g.

Odpowiada to w pierwszym przypadku 3·1% azotu, wprowadzonego do ustroju w formie azotanów, w drugim przypadku 4·3%.

Różnica, występująca pod tym względem pomiędzy zwierzęciem przeżuwającym a innymi zwierzętami, uwidoczni się najlepiej, gdy zestawimy dane, otrzymane dla różnych ustrojów.

Ze 100 części azotu, skarmionego w postaci azotanów, odnajdywano w moczu:

człowiek ¹⁾	99—100%
pies ²⁾	} 100 "
	} 86 "
świnia ³⁾	89—100 "
królik ⁴⁾	72—81 "
baran	3—4 "

Wynik doświadczeń na baranie potwierdza zatem w zupełności poprzednie me obserwacje na krowach; tłumaczy on zarazem, dlaczego w moczu przeżuwacza normalnie odżywianego nie znajdujemy azotanów, nawet wtedy, gdy pasza w obfitości je zawiera.

Nasuwa się dalej pytanie, czem należy tłumaczyć tak odmienne zachowanie się wobec azotanów-zwierząt mięsożernych i wszystkożernych z jednej strony, a przeżuwających z drugiej. Zwierzę przeżuwające różni się od innych przedewszystkiem tem, że w jego trawieniu drobnoustroje odgrywają bardzo wybitną rolę. Wobec tego nasuwa się samo przez się przypuszczenie, że znikanie azotanów w ustroju przeżuwacza musi stać w związku z działalnością drobnoustrojów w pierwszych oddziałach jego żołądka. W poprzedniej mej pracy podałem szereg obserwacji, które świadczą, że w zawartości żwacza zwierzęcia przeżuwającego występują stale bakterje denitryfikujące. W kilkunastu badanych przypadkach napotkałem je stale. Następnie przekonałem się, że saletra, dodana do zawartości żwacza, znika z niej w krótkim czasie całkowicie wśród objawów gwałtownej fermentacji. Przytem, jak wykazały oznaczenia, przeszło 95% dodanego w postaci saletry azotu uchodzi w formie wolnej, gazowej, a tylko około 5% zostaje przyswojone przez bakterje.

Na podstawie tych wyników wyraziłem przypuszczenie, że saletra, wprowadzona do ustroju zwierzęcia przeżuwającego, zostaje rozłożona w żwaczu przez bakterje denitryfikujące, z wywiązaniem wolnego azotu. Już wtedy jednak zaznaczyłem, że pewność co do tego będą mogły dać dopiero doświadczenia ścisłe, uwzględniające całkowity bilans azotowy zwierzęcia.

¹⁾ por. Rogoziński (1).

²⁾ „ Abderhalden (2), Grafe u. Wintz (3).

³⁾ „ Grafe u. Wintz (3).

⁴⁾ „ Rogoziński (1).

Wyniki mych doświadczeń na baranie stwierdziły ponad wszelką wątpliwość fakt, że saletra znika w ustroju przeżuwacza, nie można natomiast na podstawie tych doświadczeń na pewne określić, jak się to znikanie odbywa.

Bilans azotanów w obu okresach, w których je skarmiano, przedstawia się w następujący sposób:

	Okres 2.	Okres 4.
pobrano azotu w formie azotanu	11·27 g	11·27 g
wydalono azotu w formie azo- tanu w moczu	0·35 <i>n</i>	0·49 <i>n</i>
reszta	10·92 g	10·78 g

Kał nie zawierał ani śladu azotanów.

Przeciętnie zatem w każdym okresie 10·85 g azotu, pochodzącego z saletry, bądź zostało wyzwolone w formie gazowej, bądź też zamienione na inne połączenia azotowe.

W okresach, w których dawano saletrę, mocz, jak już wspominałem, był znacznie bogatszy w azot, niż w okresach kontrolnych. Nadwyżka azotu wynosiła przeciętnie $94\,259 - 84\,570 = 9\,689$.

Jak widać, nadwyżka azotu w moczu w okresach, w których skarmiano saletrę, odpowiada prawie ściśle ilości saletry, która zniknęła w ustroju.

Najprostsze i najbardziej prawdopodobne jest zatem przypuszczenie, że saletra ulega w żwaczu przemianie na inne połączenia azotowe, które odnajdują się w moczu.

Takie wyjaśnienie stoi w sprzeczności z wynikami mych poprzednich doświadczeń, w których zawartość żwacza rozkładała dodaną *in vitro* saletrę w drodze denitryfikacji.

Mamy tu jeden więcej dowód, jak ostrożnym być należy w przenoszeniu uzyskanych *in vitro* wyników na żywy ustrój zwierzęcy.

Po końcu 5. okresu, a więc już po zakończeniu właściwego doświadczenia, próbowałem dawać baranowi przez trzy dni saletrę nie w paszy, lecz w postaci pojlą. Podawałem 10 g saletry rozpuszczone w litrze wody; aby zachęcić zwierzę do picia, dodawałem 10 g chlorku sodowego. Pierwszego dnia baran wypił pojło w całości już rano; wieczorem wypił nadto 940 cm^3 wody; drugiego i trzeciego dnia pił już z widocznym wstrętem, zmuszony pragnieniem, bo wody nie dostawał wcale.

Wypite zostało w ciągu drugiego dnia 850 cm^3 pojął, w ciągu trzeciego 800 cm^3 . Czwartego dnia baran dostał już wodę czystą; saletry w moczu nie było wcale. W ciągu pierwszych trzech dni zbierałem mocz ilościowo; wydalone zostało 1195 cm^3 ; 930 cm^3 ; 690 cm^3 . Azotany oznaczano codziennie w dwu próbkach po 50 cm^3 . Mocz reagował bardzo silnie z dwufenilaminem, był bardzo alkaliczny i bardzo silnie burzył z kwasem.

Bilans azotu, podanego w ciągu tych trzech dni w formie azotanu, przedstawia się jak następuje:

Data	Pobrano	Wydalono w moczu	w %
27. X.	1610 mg	244·3 mg	15·17
28. "	1369 "	104·2 "	7·61
29. "	1288 "	108·2 "	8·40

Na ogólną ilość 4·267 g pobranego w tym czasie w formie azotanów azotu wydalone zostało w moczu 0·4567 g czyli 10·70%.

Jak widać, odnaleziono w moczu stosunkowo znacznie więcej azotanów, niż w tym przypadku, gdy je podawano wymieszane z paszą.

Próbę powyższą podjąłem wychodząc z założenia, że saletra w ustroju przeżuwacza jest przerabiana w żwaczu i czepcu przez drobnoustroje.

Gdyby ciecz, pobierana przez przeżuwacza jako napój, dostawała się z ominięciem tych pierwszych oddziałów żołądka wprost do dalszych części przewodu pokarmowego, należałoby się spodziewać, że saletra podana w pojle nie ulegnie działaniu drobnoustrojów i odnajdzie się w moczu.

W pewnej mierze działo się to istotnie; ale i w tym przypadku, gdy azotan podawano w pojle, główna jego część została przerobiona w ustroju; należy stąd wnosić, że napój, pobierany przez przeżuwacza, tylko w małej ilości dostaje się wprost do trawienia i jelita, główna zaś jego część kierowana jest do żwacza, podobnie, jak to się dzieje z paszą.

Obserwacje powyższe stanowią w ten sposób drobny przyczynek do wyjaśnienia funkcji mechanicznych przewodu pokarmowego zwierząt przeżuwających.

Dotychezas mówiłem ciągle o zawartości azotu w moczu. Obecnie należy zestawić całkowity bilans azotowy zwierzęcia w różnych okresach doświadczenia, aby móc się przekonać, czy skarmiane azotany wywierały wpływ na ten bilans. Należy w tym celu

względnie i tę znaczną ilość azotu, która opuszcza ustrój w postaci kału. O przygotowywaniu kału do analizy mówiłem już wyżej; tutaj ograniczam się do podania wagi próbki kału z każdego okresu w stanie wysuszonym na powietrzu, procentowej zawartości azotu w suszonym kale, wreszcie ogólnej zawartości azotu w próbce z każdego okresu; ostatnia liczba, pomnożona przez dziesięć, daje całą ilość azotu, wydalonego w kale w danym okresie.

Okres	Waga próbki g	Zawartość azotu w %	Zawartość azotu w całości w g	Zawartość N w całym okre- sie w g	
1.	205	1·88	1·89	3·8745	38·745
		1·89			
2.	197	1·97	1·98	3·9006	39·006
		1·99			
3.	193	1·97	1·97	3·8021	38·021
		1·97			
4.	192	1·99	1·97	3·7824	37·824
		1·94			
5.	193	1·94	1·96	3·7828	37·828
		1·98			

Z tego zestawienia widać, jak bardzo równomierne było w ciągu całego doświadczenia wydalanie kału wogóle, a zawartego w nim azotu w szczególności.

Ilość azotu traconego dziennie w kale wynosiła:

w 1. okresie — 5·535 g; w 2. — 5·572 g; w 3. — 5·432 g;
w 4. — 5·403 g; w 5. — 5·407 g.

Ta równomierność świadczy z jednej strony, że wymiana azotowa przez cały czas trwania doświadczenia nie ulegała żadnym zaburzeniom; z drugiej strony dowodzi ona, że skarmiona saletra nie wywarła żadnego wpływu na strawność substancyj azotowych.

Na podstawie zawartości azotu w karmie i w wydalinach możemy wreszcie przystąpić do ułożenia całkowitego bilansu azotowego w różnych okresach doświadczenia.

Okres 1.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie	7 × 19·20 g N	w moczu	82·945 g N
ogółem	134·40 g N	w popłóczynach	0·838 „ „
		w kale	38·745 „ „
		ogółem	122·528 g N

Bilans azotowy = + 11·87 g N w ciągu okresu, czyli + 1·70 g N dziennie.

Okres 2.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie	7×1920 g N	w moczu	93·456 g N
w saetrze	$7 \times 1·61$ „ „	w popłóczynach	1·394 „ „
ogółem	145·67 g N	w kale	39·006 „ „
		ogółem	133·856 g N

Bilans azotowy = + 11·81 g N w ciągu okresu, czyli + 1·69 g N dziennie.

Okres 3.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie	7×1920 g N	w moczu	82·987 g N
ogółem	134·40 g N	w popłóczynach	1·590 „ „
		w kale	38·021 „ „
		ogółem	122·598 g N

Bilans azotowy = + 11·80 g N w ciągu okresu, czyli + 1·69 g N dziennie.

Okres 4.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie	7×1920 g N	w moczu	92·361 g N
w saetrze	$7 \times 1·61$ „ „	w popłóczynach	11·308 „ „
ogółem	145·67 g N	w kale	37·824 „ „
		ogółem	131·493 g N

Bilans azotowy = + 14·18 g N w ciągu okresu, czyli + 2·04 g N dziennie.

Okres 5.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie	7×1920 g N	w moczu	83·970 g N
ogółem	134·40 g N	w popłóczynach	1·380 „ „
		w kale	37·828 „ „
		ogółem	123·178 g N

Bilans azotowy = + 11·22 g N w ciągu okresu, czyli + 1·60 g N dziennie.

W ciągu całego trwania doświadczenia bilans azotu, jak widać z powyższego zestawienia, był dodatni, i wynosił przeciętnie 1·74 g N dziennie.

Równomierny przyrost azotu w różnych okresach doświadczenia przemawia bardzo silnie za tem, że azot, zawarty w azotanach, przechodził istotnie do moczu, w postaci prostych stosunkowo połączeń azotowych, które szybko opuszczały ustrój, nie wywierając pochwytanego wpływu na bilans azotu.

Obok oznaczeń azotu ogólnego i zawartego w postaci azotanów prowadziłem przez cały czas trwania doświadczenia oznaczenia w moczu kreatyniny metodą kolorymetryczną Folina (4).

Oznaczenia kreatyniny miały przede wszystkim na celu ustalenie, w jakiej ilości jest ona wydalana przez zwierzę przeżuwające. Dotychczasowe wiadomości pod tym względem są bardzo niedostateczne.

Porcher (5) podaje ogólnikowo, że azot, zawarty w kreatynie, wynosi około $\frac{1}{20}$ części azotu ogólnego w moczu; mocz zwierząt roślinożernych zawiera podług niego 1—2 g kreatyniny w litrze. Dokładniejsze dane znajdujemy u Prayona, który kwestji kreatyniny poświęcił specjalną pracę. Niestety praca ta nie była mi dostępną w oryginale. Przytaczam według referatu (6) dane dla przeżuwaczy, uzyskane przy „normalnem” żywieniu. Ilość kreatyniny w moczu dziennym wynosiła: u byka 55 g, wołu 53 g, krowy 24—35 g, jałówki 15 g, owcy 0.13 g, kozy 0.07 g.

Przyjmując wagę krowy na 500 kg, a owcy na 40 kg, znajdziemy, że według Prayona ilość kreatyniny w moczu dziennym wynosi u krowy przeciętnie około 6 mg na 1 kg wagi, u owcy 3.25 mg.

Wyniki moich oznaczeń zestawione są w następującej tabelicy:

Data	Objętość moczu w cm^3	Kreatynina w 20 cm^3 mg	Kreatynina w moczu dziennym g
22. IX.	1810	9.76	0.8821
23. "	1165	12.46	0.7258
24. "	1030	14.73	0.7586
25. "	1020	17.23	0.8785
26. "	1460	12.09	0.8826
27. "	1030	15.43	0.7946
28. "	900	16.11	0.7250
29. "	1085	13.06	0.7065
30. "	1355	13.28	0.8997

Data	Objętość moczu w cm^3	Kreatynina w 20 cm^3 mg	Kreatynina w moczu dziennym g
1. X.	1125	13.50	0.7594
2. "	1365	12.46	0.8504
3. "	1275	12.69	0.8090
4. "	1225	12.36	0.7571
5. "	1300	12.31	0.8002
6. "	1175	12.79	0.7514
7. "	1150	13.52	0.7774
8. "	915	16.40	0.7503
9. "	1260	11.42	0.7195
10. "	1115	13.45	0.7503
11. "	1295	11.54	0.7472
12. "	505	11.93	0.6024
13. "	1080	13.75	0.7425
14. "	955	13.68	0.6532
15. "	1295	12.22	0.7940
16. "	1315	12.09	0.7949
17. "	1200	11.72	0.7032
18. "	1250	10.66	0.6663
19. "	920	11.17	0.5143
20. "	1390	8.71	0.6005
21. "	1000	11.76	0.5880
22. "	915	13.70	0.6268
23. "	930	12.72	0.5915
24. "	720	16.03	0.5774
25. "	785	15.22	0.5939
26. "	730	16.94	0.6183

Przeciętne dla różnych okresów wynoszą:

w 1. okresie	0.8067 g
" 2. "	0.7975 "
" 3. "	0.7284 "
" 4. "	0.6955 "
" 5. "	0.5995 "

Przeciętna ogólna za cały czas trwania doświadczenia wynosi 0.7255 g, czyli około 19 mg na 1 kg wagi.

W różnych okresach ten stosunek waha się w granicach od 16—21 mg na 1 kg.

Jeżeli zestawimy teraz danę, uzyskane co do ilości kreatyniny, wydalanej w moczu, na 1 kg wagi u człowieka i u różnych zwierząt, to otrzymamy następujący obraz:

człowiek ¹⁾	}	20—25 mg
		26—30 "
pies ²⁾		24—26 "
baran		16—21 "
owca ³⁾		około 3-25 "

Jak widać z tego zestawienia, występuje wyraźna sprzeczność między oznaczeniami Prayona, a mojemu. Prayon znalazł w moczu owczym stosunkowo nierównie mniej kreatyniny, niż jej się zawsze znajduje w moczu ludzkim i psim; przeciwnie, moje długotrwałe oznaczenia przemawiają za tem, że produkcja kreatyniny na jednostkę wagi jest u różnych zwierząt wyższych bardzo zbliżona.

Oznaczając kreatyninę w moczu przez cały czas trwania doświadczenia chciałem się przekonać, czy przy stałej diecie ilość jej u danego osobnika jest stała, podobnie jak u człowieka. Z powyższego wynika, że w pewnych dosyć ciasnych granicach stałość w wydalaniu kreatyniny istnieje. Jej zawartość w moczu zmniejszała się jednak stopniowo w ciągu całego doświadczenia. Przyczyna tego zmniejszania nie jest dotąd dla mnie jasna. Mam nadzieję, że zamierzone dalsze badania nad wpływem rozmaitych czynników na wydalanie kreatyniny przez zwierzę przeżywające przyniosą pod tym względem wyjaśnienie.

Zestawienie wyników.

Główne wyniki mojej pracy dają się ująć w następujący sposób:

1. Azotany, wprowadzone w paszy do ustroju zwierzęcia przeżywającego, znikają w nim prawie całkowicie; zaledwie 3—4% azotanów odnajduje się w moczu.

2. Azot, podany w postaci azotanów, odnajduje się ilościowo lub prawie ilościowo w moczu w formie innych połączeń.

¹⁾ por. Folin (7), Koch (8).

²⁾ „ Koch (8).

³⁾ „ Prayon (6).

3. Azotany skarmione nie wywierają u przeżuwacza pochwytnego wpływu na wymianę azotową.

4. Ilość kreatyniny, wydalanej w moczu przez barana, jest mniej więcej stała; wynosi ona 16—21 mg kreatyniny na 1 kg wagi ciała.

Literatura.

1. F. Rogoziński. Bulletin de l'Acad. Polon. d. Sc. et d. Lettres Cl. d. Sc. Math. et Nat., Serie B. 1919, str. 47.
2. E. Abderhalden. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 96, 1915, str. 1.
3. E. Grafe und Wintz. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 86, 1913, str. 283.
4. O. Folin. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 41, 1904, str. 223.
5. Porchon, Ellenberger u. Scheunert. Lehrbuch der vergleichenden Physiologie d. Haussäugetiere 1910, str. 206.
6. J. Prayon. Inaug.-Dissert. Bern. 1910. Ref. w Maly's Jahresber. 1910, str. 304.
7. O. Folin. Amer. Journ. of Physiol. T. 13, 1905, str. 66.
8. W. Koch. Amer. Journ. of Physiol. T. 15, 1905, str. 15.

Isomira polonica n. sp.

Opisał

Szymon Tenenbaum.

Rzecz przedstawiona przez członka H. Hoyera na posiedzeniu Wydziału
matem.-przyrodniczego dnia 7 marca 1921 r.

Dnia 1 czerwca r. 1911 schwytałem przy pomocy czerpaka w Lanckoronie (pow. wadowicki), na zboczu góry, na której stoją ruiny zamku, okaz nowego gatunku chrząszcza, którego opis poniżej podaję (p. rycina str. 28).

Wydłużony, eliptyczny, słabo wypukły. Głowa trójkątna, ku przodowi zwężona i tępo ścięta; w przedniej części przed nasadą rożków głęboko zakłębnięta, na całej powierzchni nieregularnie i dość głęboko ponakłuwana. Oczy nerkowate, u nasady rożków wcięte.

Przedtułów słabo wypukły. Kątów przednich niema zupełnie, boki i przód tworzą linię półkola; tylne kąty ledwo zaokrąglone. Kant wyraźny, ale bardzo wąski, najszerszy w jednej trzeciej od nasady okryw, a tu równa się ich szerokości. Punktowanie płytsze niż na głowie, równie gęste.

Rzeźbę okryw stanowią poprzeczne drobne faliste zmarszczki, składające się z drobnutkich punkcików. Prążki podłużne widoczne są tylko na końcu okryw, bliżej ich wewnętrzznego brzegu; na przodzie zacierają się zupełnie. Kant wąski, wyraźny. Włoski na okrywach krótkie, jasno złote.

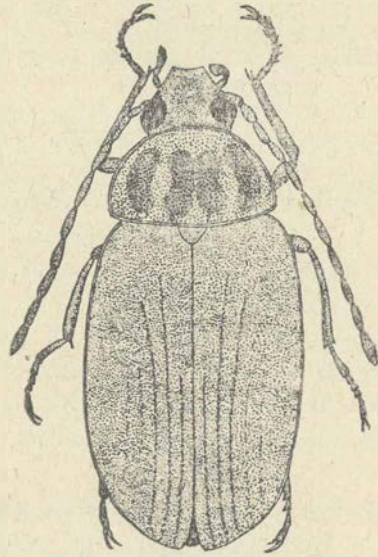
Tarczka mała, zaokrąglona.

Nogi dość długie. Stopa bardzo długa, takiej prawie długości, jak goleń. Pierwszy jej człon jest długi, trzy następne bardzo krótkie, piąty tej długości, co pierwszy. Pazurki długie, opatrzone licznymi, bardzo drobnymi i ostrymi ząbkami.

Ubarwienie: Głowa czarna. Narządy pyszczkowe i gardło brunatno czerwone, brzeg wargi dolnej czarny. Głaszczki wargowe ciemno-brunatno-czerwone, głaszczki szczęękowe żółto-czerwone, prócz ostatniego członu, który jest prawie czarny. Rożki u nasady jaśniejsze, brunatno czerwone, stopniowo ku końcowi ciemnieją; ostatnie cztery człony prawie czarne.

Nogi brunatno-czerwone, tylko goleń trzeciej pary ku końcowi zlekka zaciemniony, podobnie jak ostatnie człony stopek.

Przedtułów brunatno czerwony. Na stronie grzbietowej ciemny



rysunek w postaci czterech plam, ułożonych szerokim pasem, zajmującym większą część powierzchni przedtułowia. Skrajne plamy leżą równoległe do jego brzegów, środkowe są w pośrodku przewęzone.

Środotułów i zatułów (od spodu) ciemne, prawie czarne, zlekka przeblyszują czerwono; u nasady nóg czerwono-brunatne. Odwłok czarny, połyskujący. Włoski, dość gęsto porastające spód ciała, jasno-żółte. Okrywy smolisto-czarne, tarczka brunatno-czerwona.

Długość 7 mm. Szerokość okryw 3 mm.

Kształtem i barwą gatunek ten najbardziej podobny jest do gatunku *Isomira sanguinicollis* Reitt. z Syrii (Monte-Amanus, Akbès):

Studja nad t. zw. oksydazą jodkową wyzdzielaną przez grzybnię kropidlaka (*Aspergillus niger*).

Napisał

Michał Korczewski.

Rzecz przedstawiona przez członka E. Godlewskiego sen. na posiedzeniu
Wydziału matem.-przyrodniczego dnia 6 czerwca 1921 r.

I.

Współczesne poglądy na ustrój i sposób działania oksydaz.

Oksydazy typu lakkazy, najwięcej w świecie roślinnym rozpowszechnione, posiadają zdolność utleniania pewnych, ściśle określonych związków, a mianowicie: a) polifenoli, w których grupy wodorotlenowe znajdują się w pozycji *orto* lub *para*, jak hydrochinon, pyrokatechina, pyrogallol i t. p., b) pewnych pochodnych tych fenoli, jak paraaminofenol, gwajakol, gwajak; c) jodowodoru *HJ*¹⁾. Do reakcji, charakteryzujących oksydazy, należy więc zarówno utlenienie pyrogallolu na czerwoną purpurogallinę lub emulsji gwajakowej na barwik niebieski, jak i utlenienie jodowodoru na jod, przyczem dodana skrobia barwi się od wydzielonego jodu na niebiesko.

Stanowisko reakcji jodowej pośród wszystkich innych reakcji oksydazowych jest zupełnie odrębne i przez to zagadkowe. Jodowódór nie ma żadnego chemicznego pokrewieństwa z grupą aromatycznych polifenoli, dla których lakkaza, zwana także przez nie-

¹⁾ G. Bertrand, Sur les rapports, qui existent entre la constitution chimique des composés organiques et leur oxydabilité sous l'influence de la laccase. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. 122 Str. 1132. — Batelli u. Stern, Die Oxydationsfermente. Asher-Spiro Erg. d. Physiol. XII. 1912. Str. 137.

których badaczy fenolazą, jest enzymem utleniającym specyficznym. Najprostsze więc przypuszczenie, jakie się tu nasuwa, jest to, że reakcja jodowa pochodzi od jakiegoś obcego ciała, towarzyszącego oksydazie. Istotnie Aso¹⁾ przypisywał tę reakcję śladom kwasu azotawego. Przypuszczenie to jednak okazało się mylnem, a Chodat i Bach²⁾ wykazali, że nawet najstaranniej wyosobniony i odczyszczony preparat oksydazy z *Lactarius vellereus* dawał oprócz wszystkich innych reakcji oksydazowych także bardzo silną reakcję z jodkiem potasu zakwaszonym. mimo, że preparat ten nie dawał ani śladu reakcji na kwas azotawy, nawet z najczulszym z odczynników — odczynnikiem Griessa. Przez zagotowanie zaś tracił on bezpowrotnie zdolność wywoływania którejkolwiek z tych reakcji, nie wyłączając reakcji jodowej. Zresztą kwas azotawy występuje rzadko w roślinach, zaś reakcja jodowa jest bardzo pospolitą i szczególnie łatwo ją zauważyć, jeżeli się bada świeże przekroje rośliny, dotykając je papierkiem, napojonym skrobnią i jodkiem potasu³⁾. Te same przekroje, a nawet te same tkanki w przekroju dają równocześnie analogiczne odbicie niebieskie na papierku napojonym gwajakiem. Reakcja jodowa w tkankach występuje stale równolegle z reakcją oksydazową.

Bach i Chodat, opierając się na tych i licznych innych danych, tłumaczą pochodzenie reakcji jodowej oksydaz w zupełnie odmienny sposób, niż Aso. Przypisują oni wydzielanie jodu z jodku potasu nadlenkom, które jednak uważają nie za ciała, towarzyszące tylko oksydazom, ale za ich składnik istotny, bez którego oksydaza nie byłaby oksydazą. Według znanej teorii tych autorów⁴⁾ każda oksydaza typu lakkazy jest systemem, składającym się z dwóch enzymów, oksygenazy i peroksydazy; oksygenaza wiąże tlen atmosferyczny, tworząc nadtlenki i regeneruje je stale, w miarę jak znikają przy procesie utleniania. peroksydaza zaś katalitycznie przyspiesza działanie utworzonych w ten sposób nadtlenków na

¹⁾ K. Aso, Which compound in certain plant-juices can liberate iodine from potassium iodid? Beih. z. bot. Zbl. XV 1903. Str. 208 i XVIII 1995. Str. 319.

²⁾ R. Chodat u. A. Bach, Einiges über die chem. Natur d. Oxydasen. Ber. chem. Ges. Bd. 37. 1904. Str. 36.

³⁾ A. Bach u. R. Chodat, Über Peroxydbildung in der lebenden Zelle. Ber. chem. Ges. Bd. 35. 1902. Str. 2466.

⁴⁾ R. Chodat et A. Bach, Recherchees sur les ferments oxydants. Archives des Sciences phys. et nat. IV-e pér. T. XVII. 1904.

polifenole i decyduje o specyficznym charakterze oksydaz, jako polifenolowych. Reakcja jodowa zaś pochodzi bezpośrednio od samych nadtlenków, które, jak wiadomo, także i bez współdziałania peroksydazy reagują bardzo energicznie z jodowodorem, wydzielając jod.

W ten sposób można wyjaśnić zarówno stanowisko reakcji jodowej pośród innych reakcji oksydazowych, jak i fakt, że przez zagotowanie niszczy się także zdolność do wydzielania jodu. Nadtlenki zostają bowiem wtedy rozłożone, a oksygenaza, jako enzym, zostaje zabita i nie może już więcej nadtlenków wytwarzać. Poza tym można wyjaśnić i ten bardzo ważny fakt, że spotykane tak często w roślinach peroksydazy, które same są zupełnie nieczynne, można aktywować i zamienić niejako w oksydazę przez dodanie wody utlenionej lub innego nadtlenku; wreszcie, że oksydaza z soku roślinnego, nawet bardzo czynna, traci wkrótce swoje własności oksydazowe i przechodzi w nieczynną peroksydazę, której możemy jednak zwrócić własności utleniające względem polifenoli, dodając wody utlenionej. Widocznie oksygenaza jest mniej trwałą niż peroksydaza, a wytworzony przez nią zapas nadtlenku jest bardzo nieznaczny i nie wchodzi zupełnie w rachubę, gdy oksygenaza działać przestanie.

Z dwóch składników, z których według powyższej dualistycznej teorii składać się mają oksydazy, peroksydaza jest względnie dobrze znaną i łatwo dostępną badaniom; można ją wyosobnić, odczyścić i poddać nawet analizie chemicznej¹⁾. Inaczej z oksygenazą. Ta jest ciałem hipotetycznym i własności jej dane są niejako przez definicję. Ciało o takich własnościach jest postulatem teoretycznym, opartym na badaniach nad procesami powolnego utleniania (A. Bach, Engler i Weissberg), ale nie ciałem, otrzymanem doświadczalnie w stanie czystym. Wprawdzie Chodatowi i Bachowi udało się przez frakcjonowane strącanie alkoholem rozdzielić oksydazę z *Lactarius vellereus* na dwa ciała, jedno trudniej rozpuszczalne w alkoholu, o słabych własnościach oksydazy, które uważali za oksygenazę i drugie, łatwiej rozpuszczalne w alkoholu, które było zwykłą peroksydazą²⁾, ale doświadczenie to nie przy-

¹⁾ R. Willstätter u. A. Stoll, Über Peroxydase. Liebig's Annalen der Chemie, Bd. 416, 1918, str. 21—64.

²⁾ R. Chodat u. A. Bach, Zerlegung der sogenannten Oxydasen in Oxygenasen und Peroxydasen. Ber. chem. Gesellsch. Bd. 36, 1903, str. 606.

czyniło się do wyjaśnienia natury oksygenazy. Stwierdzili oni tylko, że zmieszane z sobą te ciała utleniają pyrogallol o wiele energiczniej, aniżeli każde z osobna. Domniemana „oksygenaza“, która według definicji ma pochłaniać tlen i tworzyć nadtlutki, nie pochłaniała tlenu o wiele silniej, niż peroksydaza, zaś nadtlutków wymienieni autorowie żadną z reakcji charakterystycznych nie wykazali. Tymczasem, jak wkrótce zobaczymy, jest to kwestja zasadnicza i to nietylko odnośnie do danego doświadczenia, ale i do całej teorii.

Jedną niemal słabą stroną teorii Bacha i Chodata jest fakt, że ani w sokach roślinnych, ani w oksydazach nie zdołano nigdy wykazać obecności nadtlutków¹⁾, mimo, że istnieją tak czułe odczynniki na nadtlutki, jak siarczan tytanu, kwas wanadowy i inne, które Bach sam z powodzeniem stosował w swoich badaniach nad powolnem utlenianiem. Tłumaczyć to można tem, że nadtlutki, wytworzone przez oksygenazę, znajdują się, w stanie równowagi z nią, w tak niezmiernie niskiej koncentracji, że leży ona już poniżej granicy czułości odczynników wyżej wymienionych, albo też, że istnieją w płynach tych jakieś ciała, które tym reakcjom przeszkadzają. Pozostaje więc tylko reakcja pozytywna z jodkiem potasu i skrobią, która wprawdzie jest bardzo czułą reakcją na nadtlutki, ale nie specyficzną, gdyż daje ją także wolny kwas azotawy i inne ciała, tak, że świadczy ona o obecności nadtlutków tylko wtedy, gdy obecność tych innych ciał jest wykluczona, co właśnie w naszym przypadku jest do udowodnienia. Dodajmy jeszcze, że szereg autorów, a wśród nich Pfeffer²⁾, uważa wogóle istnienie wody utlenionej czy nadtlutków w żywych komórkach za nieprawdopodobne.

To też niewyjaśniona sprawa istnienia nadtlutków i hipotetycznej oksygenazy jest punktem wyjścia dla krytyki całej teorii. O ile jednak jest dosyć łatwo uwydatnić słabe strony teorii, o tyle jest bardzo trudno znaleźć nową teorię, któraby równie dobrze zdawała sprawę z niezliczonego mnóstwa faktów, jakie są nam znane o oksydazach. Nie kusi się też o to pani Wheldale Onslow³⁾,

¹⁾ Batelli u. Stern, l. c. Erg. d. Physiol. XII, str. 256.

²⁾ W. Pfeffer: Über Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen; Ber. bot. Gesellsch. Bd. VII, 1889, str. 82.

³⁾ Muriel Wheldale Onslow: Practical Plant Biochemistry, Cambridge 1920, str. 107—115 — i te same autorki: On the direct Guaiacum Reaction given by Plant Extracts. Proceedings Roy. Soc. London, Ser. B. Vol. 84, 1912.

aczkolwiek opisuje, że w pewnych wypadkach peroksydaza sama, bez dodania wody utlenionej i bez „oksygenazy“ może działać jakoby utleniająco. Tak np. peroksydaza z bulwy ziemniaka, albo z owocu gruszki (ale już nie peroksydaza z chrzanu!) wywołuje bezpośrednio utlenienie pyrokatechiny (ortodwuoksybenzol) na powietrzu. Przy tem ma się tworzyć jakiś nadtlenek, jak, w myśl współczesnych poglądów, dzieje się to zawsze przy procesach powolnego utleniania. Dzięki temu, nadtlenek ten z peroksydazą barwi już gwajak na niebiesko, jak zwykła oksydaza. Według p. Wheldale Onslow system peroksydaza + pyrokatechyna działa więc podobnie, jak system peroksydaza + oksygenaza według hipotezy Bacha-Chodata. Nie przeczy ona zatem obecności i potrzebie nadtlenków przy reakcjach oksydazowych, lecz stara się wykazać, że w pewnych wypadkach tworzenie się nadtlenków może nastąpić przez współdziałanie samej peroksydazy i jakiegoś prostego związku, zawierającego grupę pyrokatechiny. W owocach więc niektórych i w ziemniaku, gdzie znajdujemy peroksydazę, niema, według tej autorki, oksygenazy, lecz jest tylko peroksydaza i ciało z grupy pyrokatechiny i dzięki temu tylko zespołowi otrzymujemy, po uprzednim utlenieniu się pyrokatechiny na powietrzu, reakcje oksydazowe, jak np. zniebieszczenie gwajaka.

Uzupełnieniem niejako i rozszerzeniem prac p. Wheldale Onslow są badania uzonego francuskiego J. Wolffa¹⁾. Zwrócił on mianowicie uwagę nie na reakcję gwajakową, ale na reakcję jodową z jodkiem potasu, występującą, jak wiadomo, również w ziemniakach, w gruszkach, w jabłkach i wogóle w tkankach, po rozkrojeniu na powietrzu ciemniejących. J. Wolff sądzi, że także reakcja ta jest reakcją wtórną, zaś procesem pierwotnym jest powstanie brunatnego barwika przez utlenianie chromogenu. Wheldale Onslow przyjmuje przy tego rodzaju powolnem utlenieniu powstawanie nadtlenków; Wolff odrzuca zupełnie wszelką myśl o nadtlenkach, a reakcję jodową tłumaczy jako skutek redukcji powstałego ciemnego barwika przez wodór jodowodoru, przyczem oczywiście wydziela się wolny jod. Pogląd ten uzasadnia autor, odtwarzając przedewszystkiem reakcję tę „*in vitro*“, przyczem jako

¹⁾ J. Wolff, Phénomènes d'oxydation et de réduction dans les tissus végétaux. Bull. de la Soc. d. Chimie Biol. I, 1914.

chromogenu używa hydrochinonu, gwajakolu lub pyrokatechiny. Oto dokładny opis tego doświadczenia według Wolffa¹⁾:

„Do 2 cm³ roztworu 0,1% pyrokatechiny dodaje się 2–3 krople wyciągu glicerynowego z *Russula*, bogatego w lakkazę. 5 kropli 3% roztworu jodku potasowego ze skrobią i 3 krople kwasu octowego normalnego. Natychmiast pojawia się niebieskie zabarwienie skrobi. Brak chociaż jednego z wymienionych składników uniemożliwia tę reakcję. Mechanizm reakcji jest następujący. Pierwsza faza: utlenienie dwufenolu (pyrokatechiny) pod wpływem tlenu i oksydazy z *Russula*. Utlenienie to polega na utracie wodorów fenolowych. Druga faza: utworzenie się kwasu jodowodorowego pod działaniem kwasu octowego na jodek potasu. Trzecia faza: proces redukcji, polegający na odzyskaniu przez fenol wodoru, utraconego w pierwszej fazie. Wodór zostaje odebrany jodowodorowi, wskutek czego wydziela się jod i następuje niebieskie zabarwienie skrobi“.

W dalszym ciągu prac²⁾ wykazuje autor powszechne występowanie w roślinach ciał, odgrywających według niego taką rolę, jak pyrokatechina w doświadczeniu *in vitro*. Należy tylko macerować tkanki w obecności rozcieńczonego H_2SO_4 , aby zapobiec utlenieniu tych ciał (chromogenów) przez tlen powietrza i oksydazę. Po zobojętnieniu kwasu siarkowego odsączony płyn posiada względem oksydazy i jodowodoru te same własności, co pyrokatechina, t. j. wywołuje wydzielanie się jodu. Na ogromną ilość zbadanych roślin znalazło się tylko kilka, których soki reakcji tej nie dawały, jak np. dąb, akacja, irysy i grzybnia *Aspergillus niger*³⁾. Rezultaty te są bardzo interesujące, jednakże nasuwają one pewne uwagi: przedewszystkiem nie rozumiemy, dlaczego oksydaza z *Russula*, której autor stale dodaje, nie wywołuje już sama wydzielania się jodu, jak to jest jej właściwością⁴⁾, lecz dopiero po dodaniu pyro-

¹⁾ J. Wolff, Phénomènes d'oxydation et de réduction dans les tissus végétaux. I. Mécanisme de la réaction. Ann. de l'Inst. Pasteur XXXI, 1917, str. 94.

²⁾ J. Wolff et N. Rouchelmann, Sur la présence dans un grand nombre de végétaux d'un diphenol présentant de grands analogies avec la pyrocatechine. Ann. de l'Inst. Pasteur XXXI, 1917.

³⁾ J. Wolff et N. Rouchelmann, Comp. rend. de l'Acad. Sc. Paris T. 160, 1915, str. 717.

⁴⁾ R. Chodat u. A. Bach, Oxydationsfermente als peroxyderzeugende Körper. Ber. d. chem. Gesellsch. Bd. 35, 1902, str. 3943.

katechiny lub chromogenu z ekstraktu roślinnego. Ponieważ jednak czytamy wyraźnie, że brak któregośkolwiek z podanych składników — a więc i pyrokatechiny, względnie chromogenu — uniemożliwia reakcję, więc musimy się z tem pogodzić, przyjmując, że albo autor używał słabego ekstraktu z *Russula*, albo też, rozcieńczenie w jakim go stosował (2—3 krople na 2—3 cm³ plynu) było za wielkie, aby wywłaść reakcję jodową; może wreszcie preparat, którego używał, istotnie nie miał zdolności wydzielania jodu? Ten punkt, pominięty milezeniem, jest jednak zasadniczą przesłanką w rozumowaniu Wolffa, a mianowicie, że reakcja jodowa nie należy do reakcji oksydazowych, lecz jest reakcją wtórną. Czy także i reakcja gwaiakowa nie pochodzi od oksydazy, jakby znowu wynikało z prac p. Wheldale Onslow, tego Wolff nie podaje, jak również nie podaje wogóle, które z reakcji, uważanych dotychczas za charakterystyczne dla oksydaz, są w istocie reakcjami wtórnymi, a które są pierwotnymi i zachodzą bezpośrednio. Punkt ciężkości przesuwa on na inną część zagadnienia, na działanie produktów utlenienia oksydazowego na jodowodór, z którego te właśnie produkty, a nie nadtlenki oksigenazy, mają wydzielić jod, ulegając przytem same redukcji. Wolff pragnie więc dać tylko inne objaśnienie reakcji jodowej oksydaz, z pominięciem teorii o nadtlenkach Bacha i Chodata, ale nie wchodzi w to, jaki jest mechanizm wszystkich innych reakcji oksydazowych z polifenolami. Przeciwno teorii nadtlenków zaś występuje bardzo stanowczo: „Je me suis rendu compte en effet que les phénomènes sur lesquels se sont basés les divers expérimentateurs (Kastle et Loewenhardt, Chodat et Bach) pour proclamer l'existence normale des peroxydes dans les végétaux, avaient été mal interprétés. Autrement dit: Si la constatation des faits était exacte, leur interprétation ne l'était pas“¹⁾. Nie trzeba dodawać, że z chwilą, gdy przyjmiemy taki mechanizm reakcji jodowej jaki podaje Wolff, przestajemy rozumieć, jaki jest stosunek oksydazy do peroksydazy, dlaczego oksydaza z czasem przechodzi w peroksydazę i dlaczego możemy jej wrócić wszystkie reakcje oksydazowe, dodając wody utlenionej.

Przedstawiony powyżej pokrótce obraz współczesnych poglądów na ustrój i mechanizm działania oksydaz wykazuje jasno, że ośnią, około której obraca się całe zagadnienie, jest sprawa reakcji

¹⁾ J. Wolff, l. c. Ann. P'inst. Pasteur XXXI, str. 92.

jodowej i związana z nią kwestja istnienia lub nieistnienia nad-tlenku, względnie oksygenazy, jako części składowej systemu oksydazowego.

Co się tyczy pochodzenia samej reakcji jodowej, to dotychczasowe prace nie doprowadziły, jak widzieliśmy, do zgodnych wyników. Główną przyczyną tego są nadzwyczaj skomplikowane warunki, w jakich ta reakcja dotychczas była obserwowana, gdy równocześnie z nią odbywa się czynność oksydazy i wchodzą w grę pigmenty, czy też inne produkty utlenienia oksydazowego, które, rzecz prosta, mogą w wielu wypadkach ulegać redukcji pod wpływem jodowodoru, co wyzyskał Wolff dla swojej teorii. A przecież, dzięki badaniom M. Raciborskiego¹⁾ posiadamy obiekt, w którym reakcja ta zachodzi w warunkach wprost idealnych. Jest to płyn pożywczy z kultur kropidlaka (*Aspergillus niger*), do którego grzyb ten wydziela ciało, nazwane przez Raciborskiego „oksydazą jodkową“, wywołujące energiczną reakcję jodową, a nie posiadające w towarzystwie swem ani oksydazy, ani peroksydazy (tej ostatniej może minimalne ślady, nie wchodzące zupełnie w rachubę)²⁾, ani żadnych chromogenów. Odkrycie naszego znakomitego uczonogo, samo w sobie niezmiernie interesujące, a w Europie, dziwnym trafem, prawie nieznanie lub niedoceniane³⁾, wydawało mi się dla omawianej sprawy szczególnie doniosłe. To też z początkiem 1920 r. przystąpiłem do badań nad tym przedmiotem, pragnąc wyświecić, o ile możności, istotę i przebieg reakcji jodowej w płynie pożywczym kropidlaka i rzucić przez to pewne światło na zagadnienie mechanizmu działania oksydaz wogóle.

Badania swoje rozpocząłem od powtórzenia doświadczeń Raciborskiego, w celu zapoznania się z warunkami otrzymywania „oksydazy jodkowej“, a następnie zająłem się prawami przebiegu reakcji wydzielania przez tę oksydazę jodu z jodku potasu. a wreszcie dalszemi zagadnieniami, które już w toku pracy się wyłoniły.

¹⁾ M. Raciborski, Über die Jodidreaktion des Aspergillus. Bull. de l'Ac. Sc., Cracovie. Classe des sc. math. et nat. 1905, str. 693.

²⁾ M. Raciborski, l. c., str. 702. Por. także doświadczenie 5 niniejszej pracy.

³⁾ Oppenheimer, w swoim dwutomowym dziele o fermentach („Die Fermente und ihre Wirkungen, Leipzig 1913. IV Auflage), nie cytuje wcale pracy Raciborskiego, zaś Batelli i Stern, l. c. Ergeb. d. Physiol. XII cytują tę pracę tylko raz mimochodem, nie zwracając na nią uwagi.

II.

O reakcji jodowej w kulturach kropidlaka (*Aspergillus*).

1. Warunki wydzielania t. zw. „oksydazy jodkowej“ przez grzybnię kropidlaka.

Pierwsze doświadczenia rozpocząłem, szczepiąc zarodniki kropidlaka (*Aspergillus niger*) na pożywce, złożonej jak zwykle z następujących składników: 4% glukozy albo cukru trzcinowego, 0.4% NH_4NO_3 , 0.2% KH_2PO_4 i 0.1% MgSO_4 . Do kilku kolbek dodałem, idąc za wzorem Raciborskiego, po 0.4% jodku potasu i nieco skrobi rozpuszczalnej; z chwilą wydzielania się oksydazy jodkowej z grzybni do płynu pożywczego, skrobia powinna się zaniebieszczyć od jodu, wydzielonego z *KJ*. Rozwój odbywał się w termostacie, w temperaturze 26°. Istotnie już na drugi i na trzeci dzień po zaszczepleniu, gdy zaczęła się tworzyć grzybnia, można było zauważyć w niektórych kolbkach zniebieszczenie skrobi, ale dosyć słabe; po pewnym czasie, zniebieszczenie to, zamiast się wzmocnić, zniknęło zupełnie, płyn stawał się znowu przejrzysty i grzyb rozwijał się dalej. Próby kilkakrotnie powtórzone nie dały lepszych rezultatów. Spostrzegłem wtedy, że pożywka, którą stosował Raciborski, zawierała fosforan dwupotasowy alkaliczny K_2HPO_4 , a nie kwaśny KH_2PO_4 , jaki się zwykle do kultur grzybów stosuje. Raciborski nie zwraca wcale na ten fakt uwagi czytelnika, jako na rzecz ważną. Nastawiłem więc nowe doświadczenie, hodując kropidlaka na różnych pożywkach i porównyując, jakie jest wydzielanie jodu w zależności od składu pożywki, na której rośnie i rozwija się grzybnia.

Doświadczenie 1. Doświadczenie to obejmowało 6 serji kultur, a mianowicie przyrządzono trzy różne pożywki mineralne, do których dodawano, jako źródła węgla, raz glukozy (*A*), drugi raz cukru trzcinowego (*B*). Każda z tych serji obejmowała 2 kolbki, z których jedna zawierała zawsze 0.2% *KJ* i nieco skrobi rozpuszczalnej, druga zaś służyła do porównania. W każdej kolbce było 50 cm³ pożywki. Woda była destylowana w szkle. Temperatura w termostacie wynosiła 27°. Szczegóły, odnoszące się do składu pożywek, jak i wyniki doświadczenia przedstawione są w tab. I (str. 38). Po ukończeniu doświadczenia oznaczono ilościowo jod w kolbkach, w których się wydzielił. Oznaczenia dokonywano przez

TABLICA I.

Data i godzina	Pożywka mineralna I (Raciborski) 1% (NH ₄) ₂ SO ₄ 0.05% K ₂ HPO ₄ 0.0 „ KCl 0.05 „ MgSO ₄	Pożywka miner II (uproszczona, alkaliczna) 1% (NH ₄) ₂ SO ₄ 0.10% K ₂ HPO ₄ — 0.05 „ MgSO ₄	Pożywka miner. III (uproszczona, kwaśna) 1% (NH ₄) ₂ SO ₄ 0.10% KH ₂ PO ₄ — 0.05 „ MgSO ₄
A. Jako pokarm organiczny: Glukoza 4%			
Zaszczepiono we wszystkich kolbach Zarodniki już wykiełkowały			
11. IV. 15 ^h 50'	Biała pilśń grzybni R: — *)	Biała pilśń R: —	Biała pilśń R: + *)
12. IV. 11 ^h 00'	Owocuje Jod wcale się nie wydzielił ani dotychczas, ani później	R: + grzyb owocuje	R: ++ grzybnia biała, gładka, bez zarodni
13. IV. 11 ^h 00'	—	R: + od góry płyn zaczyna się odbarwiać	R: + płyn się odbarwia
14. IV. 15 ^h 00'	—	R: — odbarwienie dosięga dna	R: — odbarwiony
15. IV. 15 ^h 00'	—	R: — odbarwiony zupełnie	R: —
B. Jako pokarm organiczny: Cukier trzcinowy 4%			
Zaszczepiono we wszystkich kolbach Zarodniki już wykiełkowały			
11. IV. 15 ^h 50'	Biała pilśń grzybni R: + + +	Biała pilśń R: + + +	Biała pilśń R: + +
12. IV. 11 ^h 00'	R: + + + + grzybni zabita przez jod	R: + + + + grzybni zabita	R: + + + grzybni biała, żywa
13. IV. 11 ^h 00'	R: + + + +	R: + + + +	R: + + + +
14. IV. 15 ^h 00'	R: + + + +	R: + + + +	R: + + + + grzybni zabita przez jod
15. IV. 15 ^h 00'	R: + + + +	R: + + + +	R: + + + +
16. IV. 12 ^h 00'	R: + + + +	R: + + + +	R: + + + +
17. IV. 19 ^h 30'	R: + + + +	R: + + + +	R: + + + +
Miarczkowanie wydzielonego jodu tiosiarczanem $\frac{1}{100}$ n.	11.40 cm ³	12.65 cm ³	8.10 cm ³

- *) R: — oznacza: Reakcja jodowa ujemna.
 R: + Pierwszy ślad reakcji. Zabaw skrobi bledo-fiolet.
 R: + + „ Zabawienie skrobi jasno-niebieskie.
 R: + + + „ „ ciemno-błękitne.
 R: + + + + „ Bardzo silna reakcja. Zabawienie prawie czarne.

miareczkowanie roztworem $\frac{1}{100} n$ tiosiarczanu sodu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. W tabelce podane są odnośne cyfry w serji B, u dołu. Liczby te są miarą wydzielonego jodu, a tem samem i czynności oksydazy jodkowej, wytworzonej przez grzybnię na danej pożywce. W serji A, na glukozie, oznaczeń tych, rzecz prosta, nie wykonano, gdyż pod koniec doświadczenia nie było tam już wolnego jodu.

Doświadczenie okazało, że wydzielanie jodu w kulturach hodowanych na glukozie odbywa się gorzej, niż na cukrze trzcinowym. Wobec tego we wszystkich dalszych doświadczeniach używano już stale cukru trzcinowego. Co się bowiem tyczy innych związków organicznych, jako źródeł węgla, to już Raciborski (l. c.) wykazał, że w kulturach na nich hodowanych reakcja jodowa występuje niezmiernie słabo, lub wcale nie występuje i że najlepszymi źródłami węgla są cukier trzcinowy i glukoza. Natomiast jako źródła azotu można użyć zarówno siarczanu amonu jak i azotanu amonu, azotanu potasowego, acetamidu lub peptonu. W tej pracy używano już do końca, idąc za Raciborskim, siarczanu amonu w koncentracji 1%.

Z tablicy I widać, że wydzielanie jodu na pożywce Raciborskiego (I) jak i na pożywce uproszczonej (II) odbywało się niemal identycznie. Usunięcie więc KCl z pożywki, a podniesienie natomiast ilości K_2HPO_4 z 0.05% na 0.10%, nietylko nie szkodzi, ale ma raczej wpływ dodatni; ilość jodu wydzielonego w kulturze B. II odpowiada bowiem $12.65 \text{ cm}^3 \frac{1}{100}$ normalnego tiosiarczanu, wobec 11.40 cm^3 w kulturze B. I. Na pożywce III, kwaśnej, wydzielanie jodu było słabsze, co się ujawniło zarówno w tem, że grzybnia została zabita przez wydzielony jod dopiero w dwa dni później, niż na obydwu poprzednich pożywkach, jak i w tem, że ilość wydzielonego jodu odpowiadała tylko $8.10 \text{ cm}^3 \frac{1}{100} n$ tiosiarczanu. W poprzednich doświadczeniach otrzymałem na tej pożywce — może przypadkowo — jeszcze gorsze rezultaty.

Obserwując przebieg wydzielania się jodu na glukozie w pożywkach I i II widzimy, że nietylko pojawia się go niewiele, ale że wkrótce zostaje on zredukowany i plyn się odbarwia. Fakt ten opisał już Raciborski (l. c. str. 695), a występuje on w późniejszych stadjach rozwoju grzyba, o ile jodu nie wydzielilo się tak wiele, żeby grzybnia została zabita. *Aspergillus* wytwarza więc oksydazę tylko w pierwszych stadjach swego rozwoju, zaś jakąś reduktazę w stadjach późniejszych. W doświadczeniu następnem

próbowałem określić, po ilu godzinach od chwili zaszczerpienia zaczyna się już owo wydzielanie oksydazy.

Doświadczenie 2. Pożywka zawierała 4% cukru trzcinowego, 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0.10% K_2HPO_4 i 0.05% MgSO_4 . Przygotowano dwie serje identyczne po 10 kolbek. Jedną serję zaszczerpiono o 7 godzin wcześniej niż drugą, aby na drugi i trzeci dzień mieć równocześnie starsze i młodsze kultury. W każdej serji kilka kolbek otrzymało skrobię rozpuszczalną i dodatek jodku potasu w ilości 0.4%, 0.2% i 0.1%, kilka zaś samą tylko skrobię, aby uniknąć wpływu jodku potasu i ewentualnie wydzielonego jodu na rozwój grzyba, a mieć możność w wybranym momencie wrzucić kryształek *KJ* i obserwować, czy będzie się wydzieliał jod. Rozwój odbywał się w termostacie, w temperaturze 26°. Kiełkowanie zarodników odbyło się we wszystkich kolbkach równocześnie i po 17 godzinach od chwili zaszczerpienia widoczne już były wszędzie nitki grzybni. Jod zaś, w kolbkach z dodanym jodkiem potasu nie wydzieliał się równocześnie, lecz pojawiał się tem wcześniej, im wyższa była koncentracja dodanego *KJ*. Wynik doświadczeń był następujący:

w kolbkach, do których dodano:	0.4%,	0.2%,	0.1% <i>KI</i> ,
pojawił się pierwszy ślad jodu (pierwsze ślady zabarwienia niebieskiego) po:	22,	24–26,	26–28 godzinach

Produkcja oksydazy przez grzybnię zaczyna się więc prawdopodobnie już po 22 godzinach, ale jod pojawia się tem później, im mniejsza jest koncentracja jodku potasu. Ta szybkość, z jaką oksydaza zjawia się w płynie, jest zdumiewająca: 22 godzin po wysianiu, a więc około 5 godzin po pojawieniu się wyraźnem nitek, które wykiełkowały z zarodników, to jest okres, gdy grzybnia znajduje się dopiero w początkach swego rozwoju i przedstawia się zaledwie jako białawy, bardzo cieniutki nalot na powierzchni płynu. W okresie tym sucha masa grzybni, w kolbie dużej, zawierającej 100 cm^3 pożywki, wynosi co najwyżej około 10 miligramów, zwykle jednak mniej.

W kolbkach, zawierających tylko nieco skrobi, ale bez jodku potasu, wydzielanie oksydazy jodkowej przez rozwijającą się grzybnię, odbywało się zupełnie podobnie; ponieważ jednak nie zawierały one *KJ* i grzybnia nie cierpiała od wydzielonego jodu, lecz rozwijała się normalnie, można je było badać także i w późniejszych okresach rozwoju. Okazało się, że nawet po dłuższym czasie, np. po 40 lub 48 godzinach po zaszczerpieniu, wrzucenie kryształka *KJ*

(0.2 g na 100 cm³ pożywki) wywoływało silną reakcję jodową, ale po pewnym czasie jod ulegał redukcji i płyn się całkiem odbarwiał. W kulturach jesze starszych wrzucenie kryształka *KJ* nie wywoływało już reakcji jodowej.

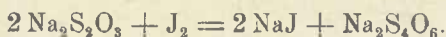
Dalsze badania prowadziłem na płynie odsączonym od grzybni. O ile uchwycony został właściwy moment rozwoju, to właściwości utleniające odsączonego płynu mogą być tak silne, że pierwszy ślad zniebieszczenia pojawia się niemal w tej samej chwili, w której dodamy jodku potasu ze skrobią — i zaniebieszczenie to wznaga się szybko z minuty na minutę. Po kilku minutach można wydzielony jod zmiareczkować tiosiarczanem i płyn odbarwić; po krótkiej jednak chwili widzimy, że jod znowu się wydziela i że jest to proces ciągły, któremu miareczkowanie nie przeszkadza, a który może trwać całymi dniami a nawet tygodniami. Intensywność jego zmniejsza się tylko z biegiem czasu coraz to bardziej, aż wreszcie zanika zupełnie. Przez cały ten czas płyn pozostaje zupełnie jałowy i klarowny, a infekcja następuje dopiero wtedy, gdy po ostatnim miareczkowaniu jod nie wydziela się więcej.

Sposób, w jaki jod się tutaj wydziela, jest zupełnie różny od wydzielenia się jodu z jodku potasu pod wpływem kwasu azotawego, wody bromowej lub wody utlenionej. Wtedy bowiem jod wydziela się momentalnie, masowo, a gdy po chwili zmiareczkujemy go tiosiarczanem, to płyn pozostaje bezbarwny, gdyż reakcja już jest skończona. W płynie kropidlakowym zaś mamy do czynienia z procesem, odbywającym się znacznie powolniej i łagodniej, ale stale i trwającym długo bez przerwy. Przerwać go możemy jednak w każdej chwili przez ogrzanie płynu do 90—100° lub dodanie trucizn, jak KCN lub hydroksylamina¹⁾. Robi to istotnie wrażenie procesu enzymatycznego.

Urządzenie doświadczenia było zawsze następujące: płyn oksydazowy kropidlaka, odsączony zwykle po 20—30 godzinach rozwoju, odmierzano pipetą do kolbek i dodawano roztworu skrobi, jak i roztworu jodku potasu, określonego stężenia. O ile nie jest wyraźnie powiedziane inaczej, to zawsze stosunek był taki, że na 8 części płynu kropidlakowego dodawano 2 części wody z rozpuszczoną w niej skrobią i jodkiem potasu. Od chwili dodania roztworu *KJ* zaczynało liczyć czas reakcji. Po kilku minutach, n. p.

¹⁾ Raciborski l. c. str. 704.

po 5', oznaczano wydzielony jod starannie nastawionym $\frac{1}{100}$ norm. tiosiarczanem sodu. Przebiega tu następująca reakcja:



1 *cm*³ tiosiarczanu odpowiada 1.27 *mg* wydzielonego jodu. Przy reakcji tej odtwarza się z powrotem jon jodkowy, tak, że mimo utlenienia jodku potasu, ilość jego, dzięki częstym miareczkowaniom, nie zmniejsza się i praktycznie pozostaje ta sama w ciągu doświadczenia; zmniejsza się tylko koncentracja *KJ* wskutek powiększania się objętości gazu przez miareczkowanie. Po pierwszym miareczkowaniu następowało drugie, niekiedy po tej samej ilości minut, co pierwsze, zwykle jednak po większej, gdyż jod wydzielą się już wolniej. Trzecie miareczkowanie odbywało się po jeszcze dłuższym odstępie czasu, i tak dalej, aż wreszcie oznaczano wydzielony jod co 12 lub 24 godzin, niekiedy nawet — pod koniec doświadczenia — co kilka dni.

Kolbki stały w ciemności albo w półmroku, w głębi pokoju, za zasłoną z czarnego papieru. Nie spostrzegłem przytem żadnych różnic z tego powodu. Na silnem świetle doświadczenia nie były robione. Reakcja nie odbywała się w termostacie, płyn więc przybierał temperaturę otoczenia. Zmiany jej jednak, w ciągu pierwszych szczególnie minut, były bardzo nieznaczne, w dłuższych zaś okresach czasu wynosiły nieraz kilka stopni, jednakże, rzecz dziwna, zdawały się nie mieć na przebieg reakcji widocznego wpływu, albo też wpływ ten ustępował wobec innych czynników. Zresztą zmiany temperatury, szczególnie w ciemni, odciętej od światła zewnętrznego, były bardzo powolne i o wiele mniejsze, niż w innych częściach laboratorium.

Metodą powyższą przeprowadzone już zostało następne doświadczenie:

Doświadczenie 3. Chodziło tutaj o bliższe zbadanie wpływu fosforanów: kwaśnego i alkalicznego, który ujawnił się w rezultatach doświadczenia 1. W tym celu przyrządzono 5 różnych pożywek dla kultur kropidlaka, zawierających, jak zwykle 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i 0.05% MgSO_4 , a obok tego zmienne ilości fosforanów, mianowicie:

A: 0.2% K_2HPO_4	}	+ 4% cukru trzcinowego
B: 0.15 " " + 0.05% KH_2PO_4		
C: 0.10 " " + 0.10 " "		
D: 0.10 " "		
E: 0.10 " "			+ 8 " " "

Kolbki wysterylizowano, zaszczipiono i wstawiono do termostatu o temperaturze 26°. Po 26 godzinach odsączono płyn pożywczy z jednej kolbki każdej serji od A do E, (1), zaś drugą kolbkę każdej serji odstawiono do miejsca chłodniejszego i zadano kroplą chloroformu, aby powstrzymać rozwój grzybni i odsączono dopiero w 40 godzin później (2). Spodziewałem się otrzymać w ten sposób silniejszy roztwór oksydazy, gdyż do obecnej już oksydazy w płynie pożywym dołącza się jeszcze ta jej ilość, jaka już była gotowa w grzybni, ale do chwili, gdy przerwano doświadczenie, jeszcze nie zdążyła wydyfundować. Miało to nastąpić w ciągu tych dalszych 40 godzin, w obecności chloroformu. Wyniki otrzymane jednak (tablica II, część 2), wykazały, że w płynach tych, wydzielanie jodu nie tylko nie jest silniejsze, ale jest słabsze, prawdopodobnie wskutek tego, że dłuższe stanie oksydazy z chloroformem osłabia jej działalność.

Odnosnie do rezultatów doświadczenia, przedstawionych na tablicy II, należy zwrócić uwagę na wielką siłę utleniającą płynu A, pochodzącego z kultury, która otrzymała największy procent fosforanu dwupotasowego. Ilość jodu, wydzielona w ciągu całego doświadczenia przez 40 cm^3 tego płynu, odpowiadała 31.71 cm^3 $\frac{1}{100}$ n tiosiarczynu, czyli wynosiła $31.71 \times 1.27 = 40.27$ mg jodu. Z tego łatwo obliczyć, że utlenieniu uległo 52.6 mg *KJ*, podczas gdy w płynie znajdowało się go wogóle 160 mg (= 0.4%, w 40 cm^3). Jeżeli zważymy, że w 40 cm^3 płynu reagującego było tylko 32 cm^3 ($\frac{8}{10}$) płynu kropidlakowego, zawierającego oksydazę, to zdolność utleniająca płynu oryginalnego wypadnie jeszcze większa i przeliczona na 100 cm^3 pożywki w jednej kulturze wyniesie $\frac{100}{32} \cdot 52.6$ mg = 164 mg *KJ*. Oksydaza, znajdująca się więc w 26-godzinnej kulturze kropidlaka posiadała zdolność utlenienia co najmniej 0.16 g *KJ*. Jest to więc ciało ogromnie czynne, gdyż ilość tej oksydazy musi być z pewnością bardzo nieznaczna, jeżeli zważymy, że została ona wydzielona do pożywki przez młodą, rozwijającą się grzybnię, której sucha masa w chwili odsączenia nie przenosiła 15 mg.

TABLICA II.

Wydzielanie jodu w płynach odsączonych od grzybni. — 0·4% <i>KJ.</i> — Objętość płynu reagującego: 40 cm ³ .					
Oznaczenie wydzielnego jodu	<i>A</i> 0·2% K_2HPO_4	<i>B</i> 0·15% K_2HPO_4 0·05% KH_2PO_4	<i>C</i> 0·10% K_2HPO_4 0·10% KH_2PO_4	<i>D</i> 0·10% K_2HPO_4	<i>E</i> 0·10% K_2HPO_4 (+ 8% cukru)
Miareczkowanie IO_3^- z tiosiarczanem sodu:	1. Płyny odsączone z kultur 26-godzinnych i badane natychmiast				
po pierwszych 5'	0·10 cm ³	0·10 cm ³	0·10 cm ³	0·06 cm ³	0·06 cm ³
po dalszych 10'	0·22	0·11	0·18	0·12	0·13
" " 20'	0·35	0·19	0·25	0·20	0·21
" " 40'	0·68	0·44	0·42	0·39	0·34
" " 2 godz.	1·60	1·10	0·92	0·91	0·87
" " 20 "	5·96	4·29	3·60	3·77	3·87
" " 24 "	5·98	3·91	2·37	2·91	3·03
" 10 dalszych oznaczeń w ciągu 30 dni	16·82	8·87	4·73	4·56	4·35
Razem	31·71	19·01	12·57	12·92	12·86
Oznaczenie jodu:	2. Płyny z kultur 26-godzinnych, ale zadanych chloroformem, odsączone od grzybni dopiero w 40 godzin później				
po pierwszych 5'	0·17 cm ³	—	—	—	—
po dalszych 10'	0·23	0·10 cm ³	0·04 cm ³	0·04 cm ³	0·12 cm ³
" " 20'	0·45	0·11	0·10	0·05	0·19
" " 40'	0·65	0·16	0·18	0·13	0·32
" " 2 godz.	1·03	0·30	0·33	0·19	0·62
" " 20 "	4·12	1·92	1·79	1·00	3·22
" " 40 "	3·72	1·51	1·51	0·60	2·08
" 10 dalszych oznaczeń w ciągu 30 dni	15·47	6·65	6·52	1·73	3·87
Razem	25·84	10·75	10·47	3·74	10·42

W pozostałych kulturach widzimy wyraźny i decydujący wpływ fosforanu alkalicznego K_2HPO_4 . Porównyując *A* i *D* znajdujemy, że znacznie więcej wydzielilo się jodu na pożywce, zawierającej 0·2% K_2HPO_4 , niż w pożywce, zawierającej tylko 0·1% tej soli. Cukier nie ma tu wpływu, gdyż podniesienie jego koncentracji do 8% w *E* nie daje ani trochę lepszych wyników niż w *D*, gdzie

koncentracja cukru wynosiła 4%. Natomiast dodatek fosforanu kwaśnego do pożywki wpływa zawsze osłabiająco na jej zdolność utleniającą; przy łącznej koncentracji 0.2% obydwu fosforanów w płynach A, B i C, ilość wydzielonego jodu była tem mniejsza, im więcej stosunkowo dodane było fosforanu kwaśnego KH_2PO_4 . W ten sposób potwierdzają się nasze początkowe obserwacje, opisane już w doświadczeniu 1. Czy jeszcze większa koncentracja K_2HPO_4 , dodanego do pożywki, nie dałaby jeszcze lepszych wyników, nie badałem, zadawalając się osiągniętym rezultatem, który miał dla mnie tylko znaczenie praktyczne i odtąd do wszystkich kultur używałem stale pożywki, zawierającej 0.2% K_2HPO_4 , a pozatem, jak zwykle: 4% cukru, 1% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i 0.05% MgSO_4 .

Wobec rezultatu ujemnego drugiej części doświadczenia, odnoszącej się do sekrecji oksydazy z grzybni zachloroformowanej, należało zająć się tą sprawą osobno.

2. Sekrecja oksydazy przez grzybnię do wody destylowanej.

Doświadczenie 4. Grzybnię, odsączoną świeżo od kultury 25-godzinnej, umieszczono na powierzchni 40 cm^3 wody destylowanej, dodano kroplę chloroformu i naczynko przykryto, aby się chloroform nie ulotnił. Po 3 dniach wodę odsączono od grzybni i badano jej zdolność utleniającą, jaką nabyła wskutek kontaktu z grzybnią. Wydzielanie jodu, którego przebieg przedstawia tablica III, odbywało się w 40 cm^3 płynu (w tem, jak zawsze, 32 cm^3 wody odsączonej od grzybni, a 8 cm^3 roztworu skrobi i jodku potasowego) i w obecności 0.2% *KJ*. Miareczkowano, jak zawsze, $\frac{1}{100}$ normalnym tiosiarczanem sodu.

Oksydaza, wydzielona przez grzybnię do wody destylowanej, działała bardzo energicznie, utleniając po każdym zmiareczkowaniu coraz to nowe ilości jodku potasowego. Energja jej działania jest z początku największa, później słabnie coraz to bardziej, a wreszcie — po 270 godzinach — zanika zupełnie. Widać to z kolumny trzeciej tablicy III, gdzie obliczono ilość jodu, wydzieloną przeciętnie na jedną godzinę, w każdym okresie. Tę samą prawidłowość okazują — gdyby przeprowadzić analogiczne obliczenia — wszystkie reakcje oksydazowe w doświadczeniu poprzednim (tabl. II), jak i w doświadczeniach następnych. To samo skonstatował także i Raci-

borski i podał odpowiedni przykład w swojej rozprawce (l. c. str. 705).

Pozatem widzimy, że woda destylowana jest doskonałym ośrodkiem dla oksydazy jodkowej. Wynik to ważny, gdyż świadczy on o tem, że działalność tej oksydazy nie jest wcale związana z wielką ilością cukru ani elektrolitów, jakie znajdują się w pożywce z kultury kropidlaka, w której ją zwykle badamy. Rzecz prosta, że i w tem doświadczeniu woda, którą odsączyliśmy wraz z oksydazą od grzybni, nie była już zupełnie czysta, gdyż zawierała także nieco substancji, które wydyfundowały z grzybni wraz z oksydazą. Wobec papierka lakmusowego dawała ona odczyn wyraźnie kwaśny.

TABLICA III.

Przebieg utleniania jodku potasu (0.2% w 40 cm³) przez oksydazę jodkową, wydzieloną przez grzybnię do wody destylowanej.

Oznaczenie jodu $\frac{1}{100}$ % tiosiarczanem sodu	Jod wydzielony w cm ² $\frac{1}{100}$ %	Jod wydzielony na godz. $\frac{\text{cm}^3}{\text{godz.}}$	Temperatura
Po pierwszych 10'	0.09	0.54	20.5°
" dalszych 20'	0.21	0.63	—
" " 40'	0.28	0.42	20.5°
" " 60'	0.35	0.35	20.5°
" " 2 godz.	0.49	0.24	20.5°
" " 17 "	1.96	0.12	19.2°
" " 4 "	0.47	0.12	19.5°
" " 5 "	0.53	0.11	19.8°
" " 14.5 "	1.22	0.08	19.4°
" " 7 "	0.57	0.08	20.1°
" " 18 "	1.04	0.06	18.7°
" " 6 "	0.37	0.06	—
" " 17 "	0.70	0.04	19.0°
" " 9 "	0.33	0.04	19.0°
" " 15 $\frac{1}{2}$ "	0.45	0.03	19.1°
" " 28 $\frac{1}{2}$ "	0.51	0.02	20.5°
" " 23 "	0.27	0.01	20.7°
" " 48 "	0.34	—	—
" " 48 "	0.10	—	21.9°
" " 48 "	0.00	—	—
Razem w ciągu 270 godz.	10.28 cm ³		

3. Chemiczne własności płynu oksydazowego kropidlaka.

Ciało, wydzielone przez grzybnię kropidlaka do płynu pożywego w czasie rozwoju, lub do wody destylowanej w obecności chloroformu. nazywamy stale, idąc za Raciborskim, „oksydazą jodkową“. Istota chemiczna tego ciała nie jest nam znana. Raciborski wykazał, że ciało to nie jest lakkazą ani tyrozynazą, jak również, że płyn, dający reakcję jodową, nie zawiera chinonu ani H_2O_2 , a więc ciało, którym zwykliśmy przypisywać wydzielanie jodu z jodku potasu. Nie może tu również wchodzić w rachubę kwas azotowy, jak chce Aso, gdyż wprawdzie ślady jego znajdują się w płynie, ale reakcja jodowa kropidlaka odbywa się także w ośrodku obojętnym i alkalicznym, podczas gdy kwas azotowy może wydzielać jod tylko w ośrodku kwaśnym. Ponieważ badania Raciborskiego nie dały żadnych bliższych wskazówek w tym względzie, więc mechanizm koniecznego działania oksydazy jodkowej na jodek potasu pozostał zupełnie niewyjaśniony i w najwyższym stopniu zagadkowy.

W celu wyjaśnienia tego punktu, który jest zasadniczym, należało badania Raciborskiego powtórzyć i rozszerzyć. Przede wszystkim chodziło o stwierdzenie, czy nie ma tu zastosowania teorii J. Wolffa, omówiona już we wstępie, według której reakcja jodowa jest następstwem redukcji przez jodowodór pewnego produktu utlenienia pyrokatechiny lub analogicznego dwufenolu grupy pyrokatechiny. Redukcja odbywa się niemal momentalnie, więc długotrwałość reakcji jodowej musiałaby być uwarunkowana ciągle działaniem lakkazy, utleniającej pyrokatechinę i dostarczającej w ten sposób produktu, który miałby ulegać redukcji. Tymczasem wiemy, że w płynie badanym niema ani lakkazy, ani żadnej podobnej oksydazy. Niema także pyrokatechiny. Przekonać się o tem łatwo, badając chlorkiem żelazowym, który nie daje ani śladu reakcji. Zresztą, jak już pisaliśmy, sam Wolff zalicza kropidlaka do tych nielicznych form, które owego dwufenolu, tak bardzo rozpowszechnionego w świecie roślinnym, od którego zawsze reakcja jodowa ma pochodzić, nie zawierają. Wreszcie redukcja według schematu Wolffa odbywać się może tylko w ośrodku kwaśnym, nawet dosyć silnie kwaśnym, zaś tutaj, jak już wspominaliśmy, wydzielanie jodu ma miejsce także w ośrodku obojętnym. Mamy

tu więc wybitny przykład reakcji jodowej, nie dającej się objąć schematem Wolffa.

Badania na azotyny, odczynnikami Griessa, dawały wyniki pozytywne, wykazując minimalne ślady tego związku. Pochodziły one z powietrza w termostacie, zawierającego produkty spalania gazu, które przenikały przez zatyczkę z waty do kolby. Reakcja była bardzo słaba, gdyż kolby nie stały tam nigdy dłużej, jak 24 do 30 godzin. Ilości kwasu azotawego były przy tem tak drobne, że nawet w ośrodku kwaśnym nie mogły wywołać wyraźnego zabarwienia skrobi po dodaniu jodku potasu. Gdy mianowicie wstawiono do termostatu kolbę z pożywką wysterylizowaną, ale nie zaszczepioną i potrzymano ją tam kilka dni, płyn dawał reakcję z odczynnikami Griessa silniejszą niż kiedykolwiek; gdy do tego płynu dodano jodku potasu ze skrobią i zakwaszono w tym stopniu, w jakim zakwaszone były płyny, odsączone z kultur grzyba, a nawet silniej, zabarwienie skrobi się nie pojawiło.

Wykluczone więc jest wydzielanie jodu w pożywce kropidlaka, zarówno wskutek redukcji jakichś produktów utlenienia, jak i wskutek działania kwasu azotawego, z powodów wyżej wymienionych, z których najważniejszym i ogólnym jest zwłaszcza ten, że reakcja ta zachodzi także w ośrodku obojętnym, co we wszystkich tych wypadkach jest niedopuszczalne. Pozostaje jeszcze jedna ważna grupa chemiczna, od której reakcja ta może pochodzić i to także w ośrodku obojętnym, a nawet słabo alkalicznym: są to nadtlenki. Raciborski nie znalazł wprawdzie wody utlenionej — reakcja z kwasem chromowym i eterem wypadła ujemnie — ale reakcja ta jest właściwą tylko wodzie utlenionej i nielicznym nadtlenkom, zaś reakcją niezmiernie czułą i charakterystyczną dla ogółu nadtlenków jest np. reakcja z siarczanem tytanu w kwasie siarkowym. Otóż zupełnie niespodzianie reakcja ta dała z płynem badanym rezultat pozytywny. Siarczan tytanu wywołuje w płynach kropidlakowych, dających reakcję jodową, charakterystyczne dla nadtlenków żółte zabarwienie, zwykle słabe, ale zupełnie wyraźne, w niektórych zaś wypadkach nawet całkiem silne. Reakcja ta dowodzi istnienia w płynie oksydazowym kropidlaka bardzo drobnych ilości nadtlenków. Skutkiem tego odkrycia wysunęła się na pierwszy plan ważna dla nas kwestja, czy istotnie reakcja jodowa w płynie kropidlakowym jest wywołana przez te nadtlenki. Należałoby wtedy przyjąć, że oksydaza jodkowa jest ciałem, posiadającym grupę

nadtlenkową, jak np. $R \begin{array}{l} \diagup O \\ | \\ \diagdown O \end{array}$ i że dzięki jej obecności wywiera ona swoje działanie utleniające. Przedewszystkiem próbowałem więc stwierdzić, czy występowanie reakcji jodowej idzie w parze z występowaniem reakcji z siarczanem tytanu.

Doświadczenie 5. W doświadczeniu tem chodziło mi o otrzymanie płynów o różnych własnościach, aby była większa różnorodność warunków. W tym celu nastawiłem kultury zarówno w kolbach Erlenmayera, jak i w szerokich krystalizatorach, gdzie płyn, na którym rozwijała się grzybnia, miał dużą powierzchnię, wreszcie odsączałem płyn po różnych okresach rozwoju. Rozwój odbywał się w temperaturze 27° w termostacie. W ten sposób otrzymałem do badań porównawczych cztery różne płyny: *A*, *B*, *C* i *D*.

Płyn *A* został odsączony od grzybni już po 20 godzinach i 40 min. rozwoju z dwóch kultur w kolbach Erlenmayera.

Płyn *B* został odsączony od grzybni po 24 godz., z kultury rozwijającej się w szerokim krystalizatorze na 200 cm^3 pożywki.

Płyn *C* odsączony od grzybni po 24 godzinach i 40 minutach z 4 kultur w kolbach erlenmayerowskich.

Płyn *D* odsączony od grzybni po 29 godzin. rozwoju, z drugiego krystalizatora z 300 cm^3 pożywki.

Kwasowość tych płynów była różna. Płyn *A* był wobec papierka lakmusowego słabo alkaliczny, płyn *C* był już nieco kwaśny wobec lakmusu, płyn *B* był jeszcze kwaśniejszy, a najkwaśniejszy był płyn *D*, który odpowiada najpóźniejszemu stadjum rozwoju z pomiędzy wszystkich czterech. Stopień zakwaszenia płynów wzrastał więc w ten sposób: $A < C < B < D$. Odnośnie do innych reakcji zachowanie się tych płynów było następujące:

Płyn *A*.

Reakcja jodowa (w probówce 10 cm^3 płynu + 0.4% *KJ*) po 5 minutach: pozytywna.

Reakcja na H_2O_2 , z kwasem chromowym i eterem: ujemna.

Reakcja na nadtlenuki, z TiSO_4 : pozytywna, zabarwienie żółte wyraźne.

Reakcja Griessa, na HNO_2 : Prawie ujemna.

Płyn *B*.

Reakcja jodowa (w probówce): po 5 minutach jeszcze niema zabarwienia skrobi: ujemna.

Reakcja na H_2O_2 , z kwasem chromowym i eterem: ujemna.

Reakcja na nadtlarki, z $TiSO_4$: ujemna.

Reakcja Griessa, na HNO_2 : słaba, dodatnia.

Płyn C.

Reakcja jodowa, (w probówce): po 5 min. silne zabarwienie niebieskie. Wybitnie dodatnia.

Reakcja na H_2O_2 z kwasem chromowym i eterem: ujemna.

Reakcja na nadtlarki, z $TiSO_4$: wyraźne żółte zabarwienie, równie silne, jak w płynie A, lub może silniejsze. Przyrządziłem szereg roztworów, bardzo słabych, wody utlenionej, przez rozcieńczenie 30%-ego perhydrolu Mercka. Odcień żółty, analogiczny do otrzymanego z płynem C dawały mniej więcej roztwory 0·0005—0·001% H_2O_2 . Ocena ta jest naturalnie tylko jakościowa i przybliżona.

Reakcja Griessa na HNO_2 : bardzo słaba, dodatnia.

Reakcja na oksydazy (lakkazy), z tynkturą gwajakową: zupełnie ujemna.

Reakcja na peroksydazę, z tynkturą gwajakową + H_2O_2 : ujemna, nawet po $\frac{1}{2}$ godzinie.

Reakcja na peroksydazę, z tynkturą gwajakową + olej terpentynowy, ozonizowany: wynik również ujemny. Wobec tych ujemnych wyników należało się tylko przekonać, czy w płynie nie znajdują się jakieś ciała, które hamują lub zasłaniają reakcję na oksydazy. Dodałem więc kroplę ekstraktu glicerynowego z bulwy ziemniaka, zawierającego peroksydazę, do kilku cm^3 płynu C, jak również, dla kontroli, do takiejże samej objętości wody destylowanej, a następnie do obydwóch po kropli olejku terpentynowego ozonizowanego. Jedna i druga próbka dała z emulsją gwajakową piękne niebieskie zabarwienie. Płyn C nie zawiera więc ciał hamujących reakcję na oksydazy, nie zawiera zatem także ani śladu lakkazy, ani peroksydazy, mimo, że daje tak silną reakcję jodową.

Płyn D.

Reakcja jodowa (w probówce): po 5 min. silne zabarwienie niebieskie.

Reakcja na nadtlarki, z $TiSO_4$: słabe żółte zabarwienie, reakcja dodatnia.

Reakcja Griessa, na HNO_2 : słaba, dodatnia.

Wyniki te zestawione są w tablicy IV a.

Doświadczenie wykazało, że we wszystkich wypadkach, gdzie płyn dawał reakcję na nadtlarki, wydzielal także jod z jodku

potasu. Jest to prawidło ogólne. Jeżeli płyn zagotować, to jak wiadomo, traci on zdolność wydzielania jodu, a wtedy i reakcja na nadtlenuki znika bezpowrotnie. Naodwrot, jeżeli zaszcześcić zarodniki kropidlaka i następnie co pewien czas brać próbki z kolby i badać je na nadtlenuki, to jak stwierdziłem później wielokrotnie, pojawienie się nadtlenuki jest oznaką, że płyn posiada już także zdolność do utleniania jodku potasu. Podobnie, jeżeli grzybnię odsączoną od pożywki umieścić na wodzie destylowanej, jak w doświadczeniu 4, to równocześnie z wydzielaniem się oksydazy jodkowej do wody, nabywa woda także własność reagowania z odczynkiem tytanowym.

TABLICA IV a.

Reakcja płynów odsączonych od grzybni kropidlaka.

Płyn	A	B	C	D
odsączony od grzybni po	20·7 godz.	24 godz.	24·7 godz.	29 godz.
Kwasowość wobec lakmusu	alkal.	kwaśny	słabo kwaśny	silnie kwaśny
Reakcja jodowa z 0 4% KJ w ciągu 5 minut	+	—	++	++
Reakcja na H_2O_2	—	—	—	—
Reakcja na nadtlenuki, z $TiSO_4$	++	—	++	+
Reakcja Griessa na NHO_2	—	+	+	+
Reakcja na oksydazę (lakkazę)			—	
Reakcja na peroksydazę			—	

Kropidlak wydziela zatem w ciągu pierwszych stadjów swego rozwoju jakiś nadtienek do pożywki, na ktorej się rozwija. Warunkiem koniecznym do tego jest, jak już wiemy, żeby pożywka ta nie była z początku zbyt kwaśna, lecz raczej lekko alkaliczna. Wykrycie nadtlenuków w płynie fizjologicznym, zapomocą bezpośrednich reakcji, mgdy dotychczas się nie udawało¹⁾; tutaj są widocznie warunki szczególnie korzystne, prawdopodobnie brak jest ciał. przeszkadzających tej reakcji. Koncentracja tego nadtlenuki

¹⁾ F. Batelli und L. Stern, Die Oxydationsfermente. Asher Spire's Ergebnisse d. Physiol. XII, 1902, str. 171—172.

jest niesłychanie mała: odpowiada ona co najwyżej 0·001^o/_o H₂O₂ (a ściślej: tej ilości tlenu nadtlenkowego, jaka się znajduje w 0·001^o/_o H₂O₂, gdyż nadtlenek nasz nie jest w żadnym razie wodą utlenioną). Niema więc obawy, aby mogło to szkodzić organizmowi, bo z doświadczeń Chodata i Bacha¹⁾ wiadomo, że kropidlak rośnie nawet po dodaniu 1^o/_o H₂O₂ do pożywki; w jednym z doświadczeń autorzy ci hodowali kropidlaka na pożywee, w której utrzymywali stale koncentrację 0·68^o/_o H₂O₂, dodając codziennie taką ilość wody utlenionej, jaką w ciągu ostatnich 24 godzin grzyb rozłożył. Rozkład dokonywał się na powierzchni grzybni, która stale pokryta była banieczkami tlenu.

Odpowiedź, jaką nam dało doświadczenie na postawione pytanie, czy reakcja jodowa idzie zawsze w parze z reakcją na nadtlenki, wypadła zatem twierdząco i mamy wszelkie dane do przypisania wydzielania jodu działaniu nadtlenków, zawartych w płynie kropidlakowym, na jodek potasu. Reakcja ta zachodzić może nie tylko w ośrodku kwaśnym, ale także w obojętnym lub słabo alkalicznym.

Natomiast, przeglądając dokładniej zestawione w tabl. IVa wyniki, widzimy, że między intensywnością reakcji jodowej, a intensywnością reakcji z siarczanem tytanu, nie zachodzi ścisła równoległość, mimo, że reakcja jodowa związana jest ściśle z obecnością nadtlenków. Płyny *A* i *C* dawały równie silną reakcję na nadtlenki, a jednak płyn *A* wydelał jod znacznie słabiej, niż płyn *C*. Naodwrot, płyny *C* i *D* wydelały jod niemal równie silnie, chociaż płyn *D* zawierał najwyraźniej mniejszą koncentrację nadtlenku. Nieproporcjonalność ta występuje również w tabl. IVb, gdzie podany jest dokładny przebieg wydzielania się jodu w tych 4 płynach, oznaczony przez miareczkowanie $\frac{1}{100}$ n tiosiarczanem.

Fakta powyższe prowadzą do pewnych dalszych wniosków, które pozwolą nam wnikać nieco głębiej w mechanizm działania oksydazy jodkowej. Chcąc mianowicie wyjaśnić nieproporcjonalność między ilością wydzielonego jodu a koncentracją nadtlenku, zmuszeni jesteśmy najpierw przyjąć, że wchodzi tu w grę jeszcze inne czynniki, od których zależy szybkość i wydajność wydzielania jodu, czyli szybkość reakcji nadtlenków z jodkiem potasu, a na-

¹⁾ R. Chodat und A. Bach, Über das Verhalten der lebendigen Zelle gegen Hydroperoxyd. Ber. d. chem. Ges. Bd. 35, 1902, str. 1275.

stępnie, że ilość wydzielonego jodu nie musi odpowiadać stechiometrycznie tej ilości nadtlenu, jaka znajduje się w płynie w stanie gotowym na początku doświadczenia i którą wykazuje nam reakcja z siarczanem tytanu, lecz może być znacznie większa.

Co do pierwszego punktu, to znane z doświadczeń chemicznych własności nadtlenu kierują naszą uwagę na wpływ reakcji kwaśnej lub alkalicznej ośrodka. Wiadomo bowiem, że silne nadtenki są wprawdzie w stanie wydzielać jod z jodku potasu w ośrodku zupełnie obojętnym lub nawet słabo alkalicznym, lecz proces ten

TABLICA IV b.

Wydzielanie jodu w płynach *A—D*. — 40 cm³ każdego płynu. — 0.4% *KJ*.
Temperatura 18—20°.

Płyn badany:	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Reakcja z TiSO_4 :	(+ +)	(-)	(+ +)	(+)
Oznaczenie wydzielonego jodu: Po 10'	0.05 cm ³	0.00	0.08	0.08
Po dalszych 60'	0.25	0.07	0.31	0.41
" " 3 godz.	0.25	0.08	0.59	—
" " 14 "	0.50	0.30	1.60	2.20
" " 25 "	0.80	0.48	1.84	1.91
" " 53 "	0.93	0.62	1.81	0.98
Razem w ciągu 96 godz.	2.78	1.55	6.23	5.58
Reakcja wobec lakmusa:	alkaliczna	kwaśna	słabo kwaśna	silnie kwaśna

przebiega znacznie prędzej i łatwiej w ośrodku kwaśnym. Zgadza się to doskonale z naszymi rezultatami, gdzie wydajność reakcji jodowej idzie w parze ze stopniem zakwaszenia płynu. I tak: płyn *A* wydzielał znacznie mniej jodu niż płyn *C*, aczkolwiek obydwa zawierały jednakową ilość nadtlenu, lecz płyn *A* był alkaliczny wobec lakmusa, zaś płyn *C* był kwaśny. To samo odnosi się do płynów *C* i *D*, z których *D* zawierał nawet mniej nadtlenu niż *C*, a jednak, w pierwszych szczególnie godzinach, wydzielał jod nieco energiczniej niż płyn *C*, ale też był znacznie od płynu *C* kwaśniejszy.

Co się zaś tyczy punktu drugiego, że ilość jodu wydzielonego nie odpowiada stechiometrycznie ilości gotowego nadtlenu na początku doświadczenia, to pogląd ten jest tylko logiczną konsekwencją znanych nam dotychczas faktów. Proces utleniania jodku potasu ma wszelkie znamiona procesu enzymatycznego i o ile plyn ustrzeżemy od wpływu czynników, które są znane jako notorycznie zabójcze dla enzymów (jak np. temperatura 90—100°, trucizny i — według Raciborskiego — nadmiar kwasów), to może trwać całymi tygodniami, wydzielając przytem ogromne ilości jodu. Wiążąc ten fakt ze stwierdzoną obecnością nadtlenu w płynach oksydacyjnych kropidlaka, dochodzimy do wniosku, że grupą czynną oksydazy jodkowej, zapomocą której wywołuje ona tak energiczne

utlenianie, jest grupa nadtlenkowa $R \begin{array}{c} \diagup O \\ | \\ \diagdown O \end{array}$ i że oksydaza ma zdolność stałego i nieograniczonego niemal odtwarzania tej grupy, w miarę jak się ona w czasie reakcji zużywa. Na tym właśnie procesie polega właściwa czynność oksydazy, jako enzymu. Ilość zaś nadtlenu, obecnego w danej chwili w płynie badanym, może być bardzo drobną i zależeć zarówno od ilości oksydazy, jak od jej aktywności, jak wreszcie od obecności ciał, które mogą ulegać utlenieniu. Dla ilustracji podajemy kilka cyfr, obliczonych na podstawie doświadczenia 5:

Płyn C posiadał koncentrację nadtlenu, odpowiadającą mniej więcej 0·0005—0·001% H_2O_2 , jak to wynika z intensywności zabarwienia żółtego z siarczanem tytanu. Tymczasem 32 cm^3 tego płynu (gdyż tyle znajdowało się go w 40 cm^3 mieszaniny reagującej z 0·4% KJ) wydzieliło w ciągu 96 godzin ilość jodu, odpowiadającą 6·23 cm^3 $\frac{1}{100}$ n $Na_2S_2O_3$, to jest 7·9 mg jodu. Ponieważ 17 mg wody utlenionej wydziela stechiometrycznie 127 mg jodu z jodku potasu, to gdyby przyjąć dla prostoty, że nadtlentem, który wydzielał jod w naszym doświadczeniu, była woda utleniona, wynikłoby, że ilość jej, potrzebna do wydzielenia 7·9 mg jodu, wynosi 1·05 mg w 32 cm^3 płynu, zaś w 100 cm^3 3·3 mg, czyli 0·0033%, a zatem 3—6 razy więcej, aniżeli wskazuje odczynnik tytanowy. Gdyby doświadczenie nie zostało przerwane po 96 godzinach, wydzieliłoby się jodu znacznie więcej. Z poznanych dotychczas płynów, płyn A 1 (tabl. II) posiadał największą zdolność utleniającą; wprawdzie z płynem tym nie robiono próby na nadtlentki, ale robiono ją ze wszyst-

kiemi prawie płynami, jakie do końca niniejszej pracy były do dyspozycji i mimo, że trafiały się jeszcze znacznie aktywniejsze, to reakcja tytanowa nie wypadła nigdy silniej niż w płynie C, a najczęściej nawet była słabszą. Możemy więc przypuścić to samo o płynie A 1 z tabl. II. Otóż płyn ten utleniał w 100 cm^3 164 mg KJ , co odpowiadałoby $16\cdot8\text{ mg H}_2\text{O}_2$, czyli $0\cdot0168\%$ H_2O_2 , a zatem co najmniej 17—30 razy więcej, aniżeli istotnie znajdowało się w nim nadtlenku, w stanie gotowym, na początku doświadczenia. Ten zapas pierwotny nadtlenku wystarcza tylko dla najpierwszych stadjów reakcji jodowej, dalsze zaś odbywają się tylko w miarę, jak oksydaza dostarcza dalszych ilości nadtlenków. Przebieg procesu wydzielania jodu, w całości swej, będzie wtedy wyrazem czynności oksydazy jodkowej i będzie zależał od czynników, wpływających dodatnio czy ujemnie na oksydazę. Może się nawet zdarzyć, że jakiś czynnik, wpływający korzystnie na samą reakcję między nadtlenkiem a jodkiem potasu, będzie miał wpływ szkodliwy na oksydazę i w rezultacie ilość wydzielonego jodu będzie mniejsza. Jak zaraz zobaczymy, czynnikiem takim są np. kwasy.

4. Wpływ stopnia zakwaszenia ośrodka na przebieg reakcji jodowej.

Doświadczenie 6. Płyn odsączony od grzybni i użyty do doświadczenia pochodził z kultury, liczącej 25 godzin i dawał zarówno reakcję jodową, jak i reakcję z siarczanem tytanu. Był on już słabo kwaśny. Dodanie $5\text{ cm}^3 \frac{1}{10} n$ NaOH na 100 cm^3 tego płynu doprowadzało do zobojętnienia prawie dokładnego (a mianowicie do $P_H = 6\cdot98$, oznaczonego metodą kolorymetryczną Sørensen'a, z czerwieni neutralną jako indykatorem). Naturalna zatem jego kwasowość, oznaczona titrymetrycznie, wynosiła $0\cdot005 n$ kwasu.

Doświadczenie przeprowadzono w 10 próbkach; do każdej próbki odmierzone 8 cm^3 badanego płynu + $1\text{ cm}^3 4\%$ KJ ze skrobią + 1 cm^3 zasady lub kwasu, określonego stężenia, tak, że reakcja jodowa odbywała się stale w 10 cm^3 mieszaniny, przy $0\cdot4\%$ KJ i przy różnym stopniu zakwaszenia, zmieniającym się od próbki do próbki. Dodatek kwasu lub zasady wyrażony jest w tabelicy V jako podwyższenie titrymetrycznego miana płynu, przy czym nie jest uwzględnione jego miano naturalne — $0\cdot005 n$

TABLICA V.

Wpływ stopnia zakwaszenia płynu na reakcję jodową.

Płyn reagujący w każdej próbie: 10 cm³. — 0,4% KJ. — Naturalna kwasowość płynu wynosi 0,005 n kwasu.

Liczba porządkowa płynu	Oznaczenie jodu									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dodatek zasady lub kwasu	+0,02 n NaOH	+0,01 n NaOH	+0,005 n NaOH	—	+0,002 n H ₂ SO ₄	+0,01 n H ₂ SO ₄	+0,1 n H ₂ SO ₄	+1,0 n H ₂ SO ₄	+2,0 n CH ₃ COOH 1 n H ₂ SO ₄	Woda + 1 n H ₂ SO ₄
Po 1 godz. 50'	0-00	0,00	0-13	0,24	0-18	0-05	0,00	0-00	0-23	—
" dalsz. 15 "	0-00	0-10	0,20	0,50	0,62	0,07	(0,02)	(0,04)	0,68	—
" " 27 "	—	0,17	0,35	0,60	0,85	0,00	(0,05)	(0,09)	0,45	—
" " 23 " 50'	—	0,16	0,30	0,46	0,85	0,00	(0,04)	(0,13)	0,21	(0,14)
" " 26 "	—	0,17	0,33	0,45	0,76	0-00	(0,04)	(0,05)	0-09	(0,06)
" " 24 "	—	0,19	0,25	0,46	0,70	—	(0,03)	(0,12)	0-00	(0,12)
" " 23 "	—	0,19	0,25	0,44	0,65	—	(0,08)	(0,12)	(0,08)	(0,14)
" " 27 "	—	0,19	0,15	0,40	0,59	—	(0,06)	(0,15)	(0,07)	(0,23)
" " 46 "	—	0,07	0,10	0,29	0,33	—	(0,13)	(0,27)	(0,05)	(0,42)
" " 64 "	—	0,07	0,09	0,19	0,15	—	(0,18)	(0,34)	(0,00)	(0,48)
Razem w ciągu 279 g.	—	1,31	2,15	4,03	5,68	0,12	—	—	1,66	—

w cm³ 1/100 n tiosulfanu sodu.

kwasu, które zawsze należy dodać. Tak np. najbliższą obojętności jest próbka 3, która otrzymała $+0.005 n$ NaOH. Próbka 2 jest prawdopodobnie słabo alkaliczna, zaś próbka 1 silnie alkaliczna. Barwiła ona już papierek fenoltaleinowy na czerwono. Płyn 4 jest naturalny, bez dodatku żadnego (wyjawszy oczywiście *KJ*), a więc o kwasowości $0.005 n$, dalsze są coraz to kwaśniejsze. Reakcja odbywała się w zupełnej ciemności.

Z tablicy V widzimy, że jod pojawia się począwszy od płynu 2 i ilość jego się zwiększa, aż do płynu 5, gdzie jest *optimum*. Kwasowość tego płynu wynosi $0.002 n + 0.005 n = 0.007 n$. Potem, przy L. 6 wydzielanie jodu gwałtownie spada i po kilku godzinach zupełnie ustaje. Oksydaza zostaje więc przy tej koncentracji kwasu zniszczona, ale nie odrazu. W płynie 7 znowu widzimy wydzielanie jodu, ale dziwnie nieregularne. Nie pochodzi ono już od oksydazy jodkowej, wyjawszy może pierwszą cyfrę $0.04 cm^3$, ale od spontanicznego utleniania się jodowodoru na powietrzu. Istotnie, przy koncentracji $0.1 n H_2SO_4$ ilość kwasu zupełnie wystarcza, aby cały jodek potasu ($0.4\% = ca. 0.025 n$) znajdujący się w płynie, zamienić na jodowódor. Jeszcze wybitniej wystąpiło to zjawisko w próbce 8, gdzie był $1 n$ kwas siarkowy. W obydwu tych próbkach (7 i 8) jod wydzielał się tylko na samej powierzchni zetknięcia się płynu z powietrzem, gdzie powstawała niebieska obrączka. W głębi płyn był bezbarwny. Przy działaniu oksydazy jodkowej płyn zabarwia się jednostajnie w całej swej objętości, przyczem najwięcej jodu wydzielala się w początkowych okresach, a później coraz to mniej, mimo, że okresy stają się ku końcowi coraz to dłuższe. W próbkach 7 i 8, przeciwnie, najwięcej jodu wydzielilo się pod koniec, proporcjonalnie do długości okresu między jednym a drugim miareczkowaniem. Zupełnie podobnie odbywało się spontaniczne utlenienie jodowodoru w próbce L. 10, którą dostawiłem później w celu porównania, a która zawierała roztwór $1-n H_2SO_4$ w czystej wodzie, z dodaniem 0.4% *KJ* i nieco skrobi rozpuszczalnej. W próbkach 2—6 niema mowy o spontanicznem utlenianiu się jodowodoru na powietrzu, gdyż nawet płyn najkwaśniejszy, L. 6, zawierał bardzo małe jego ilości i w dodatku właśnie ten płyn jodu nie wydzielal. Kwasowość jego była dość wysoka, aby zniszczyć zupełnie oksydazę jodkową, ale za małą, aby doprowadzić do wytworzenia się takich ilości jodowodoru, żeby efekt jego spontanicznego utleniania się na powietrzu

stał się widocznym. Po kilku dniach plyn ten uległ zakażeniu i rozwinął się na nim grzyb. Ciekawy jest rezultat dodania kwasu octowego w dosyć znacznej koncentracji 0.2 *n* w probówce L. 9. Jako słabo zdysocjowany, kwas ten nie działał tak szkodliwie, jak siarkowy i z początku widzimy nadzwyczaj wielkie przyspieszenie reakcji jodowej. Ale działanie szkodliwe przecież istniało i czynność oksydazy z dnia na dzień gwałtownie się osłabiała, aż doszła wreszcie do zera. Potem zaczyna się znowu słabe wydzielanie jodu, pochodzące już może z utleniania się jodowodoru, chociaż gdyby tak było, to nie powinno być owego stadium pośredniego, gdzie w ciągu 24 godzin nic jodu się nie wydzielilo. Może być, że przed zupełnem zniszczeniem oksydazy działalność jej staje się nieregularną.

Naogól pamiętać należy, że poszczególnym liczbom w tem doświadczeniu nie można przypisywać zbyt wielkiej wartości, gdyż są one bardzo małe, odpowiednio do niezmiernie drobnych ilości jodu, wydzielonego przez 10 *cm*³ płynu. Liczba 0.04 *cm*³ odpowiada zaledwie jednej kropli tiosiarczynu, potrzebnej do odbarwienia płynu. Błędy oznaczenia są więc tutaj bardzo wielkie. Mimo to jednak doświadczenia niniejsze dają szereg wyników zupełnie jasnych i niedwuznacznych, które dają się streścić w następujący sposób:

Wydzielanie jodu przez oksydazę kropidlaka (tabl. V) odbywa się w pewnym zakresie kwasowości, o niewielkiem odchyleniu od punktu neutralnego. Rozpoczyna się przy odczynie słabo alkalicznym (L. 2, plyn alkaliczny wobec lakmusu, ale jeszcze kwaśny wobec fenolftaleiny), odbywa się przy odczynie obojętnym (L. 3) i zwiększa się w miarę zwiększania się zakwaszenia, aż do L. 5, gdzie jest *optimum*. Kwasowość tego płynu, oznaczona titrymetrycznie, wynosi około 0.007 *n* H₂SO₄ (0.002 + 0.005 *n*). Potem przy zakwaszeniu 0.015 *n* gwałtownie spada i ustaje zupełnie. A więc, zgodnie z Raciborskim, obserwujemy tutaj zniszczenie oksydazy przy pewnym, małym zresztą, nadmiarze kwasu. Kwas octowy (L. 9) jest mniej szkodliwy, prawdopodobnie dzięki swej mniejszej dysocjacji. Słusznem więc było nasze przypuszczenie, że ilość jodu, wydzielonego przy jednej i tej samej koncentracji nadtlenu w płynie, zwiększać się będzie w miarę zwiększania się kwasowości płynu. W płynach kwaśniejszych, niż L. 6 i więcej alkalicznych, niż L. 2, oksydaza jodu nie wydziela. W kwaśnych płynach oksydaza zostaje zniszczona całkowicie, w alkalicznych natomiast nie

zostaje zniszczona, ale wydzielanie jodu zostaje uniemożliwione przez sam fakt silnego odczynu alkalicznego, który powstrzymuje reakcję nadtlenu oksydazy z jodkiem potasu. Jak wiadomo, nadtlenuki w silnych roztworach alkalicznych nie reagują z jodkiem potasu. Ze przytem oksydaza sama nie zostaje uszkodzona, to wynika z następującego doświadczenia: plyn L. 1, który weale jodu przez 17 godzin nie wydzielił, został przez zneutralizowanie kwasem siarkowym, w ilości równoważnej dodanemu uprzednio ługowi sodowemu, doprowadzony z powrotem do stanu mniej więcej normalnego. Rozpoczęło się natychmiast energiczne wydzielanie jodu, które trwało szereg dni. Wydzieliło się mianowicie: (jod wyrażony w cm^3 $\frac{1}{100}$ n tiosiarczanu):

	Po 37 godz. 50'	0 60 cm^3
Po dalszych 23 "	" 50'	0 58 "
" "	26 "	0 38 "
" "	24 "	0 25 "
" "	23 "	0 11 "
" "	27 "	0 10 "
" "	46 "	0 10 "
" "	64 "	0 10 "
Ogółem w ciągu 262 godz.		2 22 cm^3

jod wydziela się dalej.

Widzimy, że utlenianie jodku potasu odbywało się energiczniej, niż w płynie L. 3, a słabiej niż w płynie naturalnym L. 4.

Doświadczenie 7. Zależność reakcji jodowej od koncentracji jonów wodoru.

W doświadczeniu poprzednim nie było wiadomem, jaka była rzeczywista koncentracja jonów wodorowych w badanych płynach. Określenie, że zwiększono miano płynu o 0.01 czy 0.1 n H_2SO_4 lub o 0.2 n CH_3COOH , nie jest weale równoznaczne z tem, że i koncentracja jonów wodoru zwiększyła się w tym samym stopniu, gdyż zależy to zarówno od współczynnika dysocjacji dodanego kwasu, jak od ilości i jakości elektrolitów, zawartych w płynie. Liczby, określające ściśle zależność reakcji jodowej kropidlaka od stopnia kwasowości, otrzymamy tylko wtedy, gdy ten stopień kwasowości wyrazimy przez podanie koncentracji jonów wodoru, znajdujących się istotnie, w stanie zdysocjowanym, w płynie reagu-

jącym. Tak np. słabo zdysocjowany kwas octowy zawiera w roztworze normalnym (1 gramodrobina na litr wody) zaledwie $4.3 \cdot 10^{-8}$ grama wodoru w postaci jonów zdysocjowanych, podczas gdy kwas solny tego samego stężenia (1-normalny) zawiera 0.8 g jonów wodorowych w litrze roztworu i dopiero roztwór prawie 200 razy słabszy zawierać będzie tę samą koncentrację jonów wodorowych, co 1-normalny kwas octowy. Zatem dwa płyny, posiadające bardzo różną kwasowość, oznaczoną titrymetrycznie, bo 1-n CH_3COOH i $\frac{1}{200}$ n HCl, mają koncentrację jonów wodorowych zdysocjowanych zupełnie jednakową. Otóż liczne nowsze badania¹⁾ wykazały, że wpływ kwasów na cały szereg procesów, jak na hydrolizę cukrów, na działanie enzymów i t. d. jest zależny wyłącznie od koncentracji jonów wodoru, a nie od absolutnej ilości kwasu.

Koncentracja jonów wodoru zmieniać się może w niesłychanie rozległych granicach i może się zwiększać lub zmniejszać miljardy razy, zależnie od tego, czy do płynu dodamy silnego kwasu czy silnej zasady; nawet bowiem roztwór 1-normalny ługu sodowego zawiera pewną, choć niesłychanie drobną ilość jonów wodoru, pochodzącą z dysocjacji wody, a mianowicie $0.90 \cdot 10^{-14}$ H⁺ na 1 l. Woda czysta i płyny zupełnie obojętne posiadają $8.5 \cdot 10^{-8}$ g H⁺ na 1 l i dokładnie równoważną ilość drobin OH⁻; dlatego właśnie są obojętne. Kwasy posiadają coraz to większą koncentrację jonów wodoru, w miarę wzrastania i dysocjacji, aż do 0.8 g H⁺ na litr w 1-n HCl. Wobec tych olbrzymich różnic cyfrowych przyjęła się praktyczna propozycja Sørensen²⁾, aby koncentrację jonów wodorowych wyrażać nie bezpośrednio, lecz zapomocą logarytmu, przyczem pomija się stale znak ujemny, który logarytm ten, jako odpowiadający ułamkowi, musi zawsze posiadać i co się zawsze samo przez się rozumie. Logarytm ten Sørensen nazywa wykładnikiem wodorowym i przedstawia go symbolem P_H . Tak np. 1-n. HCl posiada koncentrację jonów wodorowych 0.8 g na litr. Logarytm 0.8 jest $= 0.9031 - 1 = -0.0969$, czyli $P_H = 0.0969$. Oto tabliczka, podająca według Michaelisa³⁾ koncentrację jonów wodoru [H⁺] i odpowiedni wykładnik wodorowy P_H dla szeregu roztworów (Przy 18°C):

¹⁾ Por. L. Michaelis, Die Wasserstoffionenkoncentration. Berlin 1914.

²⁾ S. P. L. Sørensen, Asher-Spiro's Ergebnisse d. Physiologie XII, 1212.

³⁾ l. c. str. 23.

	[H ⁺]	P _H
1 <i>n</i> HCl	0·80	0·097
0·1 <i>n</i> HCl	0·084	1·071
0·01 <i>n</i> HCl	0·0095	2·022
1 <i>n</i> CH ₃ COOH	4·3·10 ⁻³	2·366
0·001 <i>n</i> HCl	9·7·10 ⁻⁴	3·013
H ₂ O (Woda destyl.)	8·5·10 ⁻⁸	7·07
0·001 <i>n</i> NaOH	0·74·10 ⁻¹¹	11·13
1 <i>n</i> NaOH	0·90·10 ⁻¹⁴	14·85.

Jedyną wadą tego sposobu znakowania jest to, że gdy kwasowość się zmniejsza i gdy wraz z nią zmniejsza się koncentracja jonów wodoru, to wykładnik wodorowy P_H — jak widzimy z powyższej tabelki — wzrasta i o tem trzeba zawsze pamiętać. W szczególności należy mieć stale na uwadze, że wykładnik wodorowy P_H = 7·07 odpowiada płynom zupełnie obojętnym, mniejszy kwaśnym, a większy od 7·07 — alkalicznym.

Oznaczenia koncentracji jonów wodorowych dokonywa się albo drogą bezpośrednich pomiarów elektrycznych, albo też zapomocą tak zwanej kolorymetrycznej metody Sørensen'a. W pracy niniejszej zastosowano tę ostatnią. Szczegóły tej metody podane są w odnośnych pracach Sørensen'a, albo w cytowanym już podręczniku Michaelisa, podawać ich więc tutaj nie będziemy. Ograniczymy się tylko do zaznaczenia, że punktem najważniejszym tej metody i decydującym o wartości dokonywanych oznaczeń jest przyrządzenie jak najdokładniejsze szeregu płynów, t. zw. „roztworów wzorcowych“ („standartowych“) Sørensen'a, których skład jest ściśle określony i z których każdy ma wtedy stałą i dokładnie znaną koncentrację jonów wodoru. Posiadając taki szereg płynów porównujemy, z którym z nich płyn przez nas badany posiada identyczną koncentrację jonów wodoru. Porównania dokonujemy zapomocą odpowiednio dobranych barwików, które okazują różne odcienie barwy, zależne jedynie od koncentracji jonów wodorowych. Jeżeli porównanie kolorymetryczne wykaże, że badany płyn, zadany pewnym barwikiem (np. czerwienią obojętną, paranitrofenolem lub t. p.) daje identyczny odcień zabarwienia, jak któryś z „płynów wzorcowych“ z tym samym barwikiem, to jego P_H równa się wykładnikowi wodorowemu płynu wzorcowego, który jest znany i podany w tablicach Sørensen'a.

W naszym wypadku, gdzie chodziło głównie o zbadanie wpływu koncentracji jonów wodorowych na reakcję jodową oksydazy kropidlaka w najbliższym sąsiedztwie punktu obojętnego, wystarczyło przyrządzenie t. zw. „płynów wzorcowych fosforanowych“, a mianowicie roztworu $\frac{1}{15}$ mola kwaśnego fosforanu potasu (9.078 g KH_2PO_4 na litr wody) i roztworu zawierającego $\frac{1}{15}$ mola alkalicznego fosforanu sodu (11.876 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ w litrze wody, absolutnie wolnej od CO_2). Mieszanina tych płynów, zawierająca 3.4 cm^3 pierwszego roztworu i 6.6 cm^3 drugiego („fosforan 6.6“) posiada $P_H = 7.07$, jest więc doskonale obojętną. Zależnie zaś od użycia większej stosunkowo ilości pierwszego lub drugiego z tych płynów, otrzymuje się mieszaniny bardziej kwaśne lub bardziej alkaliczne, w granicach teoretycznie od $P_H = 4.49$ (dla samego fosforanu kwaśnego), aż do $P_H = 9.18$ (dla samego fosforanu alkalicznego). W ten sposób uzyskaliśmy szeroką skalę koncentracji jonów wodorowych, z którą porównywaliśmy badane płyny oksydazowe.

W doświadczeniu niniejszem oznaczono najpierw koncentrację jonów wodoru w płynie pożywym, świeżo wysterylizowanym przed zaszczepleniem na nim grzyba, a następnie w tymże płynie, ale odsączonym, po 24 $\frac{1}{2}$ godzinnym rozwoju na nim grzybni, gdy płyn posiadał już zdolność wydzielania jodu z jodku potasu.

Płyn pożywczy, świeżo przyrządzony, zawierający 0.2% K_2HPO_4 , 4% cukru i t. d. i wysterylizowany poddano badaniu przedwstępnemu z szeregiem barwików¹⁾. Płyn ten okazał się:

- wobec fenolftaliny: kwaśny
- „ czerwieni obojętnej: słabo kwaśny
- „ lakmusu: obojętny, lub słabo alkaliczny
- „ *p*-nitrofenolu: alkaliczny.

Wobec tego, że jest on kwaśny wobec fenolftaleiny, a alkaliczny wobec *p*-nitrofenolu, to jego koncentracja jonów wodoru musi leżeć w granicach między $P_H = 8.3$ a $P_H = 6.4$. W tym zakresie kwasowości nadaje się skala fosforanowa do porównania, a czerwień obojętna, jako wskaźnik, do badania odcienia barwy. Istotnie okazało się, że 10 cm^3 tego płynu, zadane 10 kroplami

¹⁾ Por. Michaelis, l. c. str. 174—175.

czerwieni obojętnej, dało ten sam odcień barwy, blado-różowy, jak 10 cm^3 mieszaniny fosforanów, składającej się z 3 cm^3 fosforanu kwaśnego i 7 cm^3 fosforanu dwusodowego („fosforan 7^u”). Z tablicy Sørensen'a odczytujemy, że „fosforan 7^u” posiada wykładnik wodorowy $P_H = 7.17$, tyleż więc dokładnie wynosi kwasowość pożywki pierwotnej przed zaszczepieniem. Jest to więc płyn bardzo słabo alkaliczny, niemal obojętny i jak wykazaliśmy w doświadczeniu 3, taki płyn jest najkorzystniejszy dla wydzielania się oksydazy jodkowej w czasie rozwoju na nim grzyba.

Po zaszczepieniu i po $24\frac{1}{2}$ godzinach rozwoju kropidlaka, płyn ten zmienił się znacznie. Dawał on już wyraźną reakcję z TiSO_4 na nadtlenki, tak samo jak i reakcję jodową z jodkiem potasu, zaś wobec lakmusu i *p*-nitrofenolu reagował kwaśno, a dopiero wobec metyloranżu alkalicznie. Oznaczenie wykładnika wodorowego dało $P_H = 5.0$. Jest on więc już wyraźnie kwaśny i ilość jonów wodorowych zwiększyła się w nim, w stosunku do pożywki pierwotnej, stokrotnie. Nie jest to kwasowość zbyt wielka, gdyż odpowiada ona ilości jonów wodoru w kwasie solnym 0.00001 -*n*. A jednak do zobojętnienia 100 cm^3 tego płynu trzeba było zużyć $8 \text{ cm}^3 \frac{1}{10}$ *n*. NaOH , co znaczy, że kwasowość, oznaczona titrymetrycznie, wynosiła 0.008 *n* kwasu, czyli, że w płynie znajdowało się kilkaset razy więcej wodoru kwasowego, niż go było w stanie zdysocjowanym. Kwas, wydzielony przez grzyba w ciągu rozwoju, był więc kwasem bardzo słabym, mało zdysocjowanym. Jak wiadomo, kwasem tym, wydzielanym przez kropidlaka do pożywki, jest głównie kwas szczawiowy.

W celu zbadania wpływu koncentracji jonów wodoru na reakcję jodową przy tej samej ilości oksydazy, względnie nadtlenków, przyrządzono następujące mieszaniny: Płyn powyższy, zobojętniony ługiem sodowym, został zadany silnemi roztworami kwaśnego lub alkalicznego fosforanu potasu, a mianowicie:

	I.	II.	III.
Płynu kropidlakowego zobojętnionego:	32 cm^3	32 cm^3	32 cm^3
$\text{K}_2\text{HPO}_4 \frac{1}{10}$ <i>n</i>	4 „	2 „	0 „
$\text{KH}_2\text{PO}_4 \frac{1}{10}$ <i>n</i>	0 „	2 „	4 „
Jodku potasu 4%-go ze skrobią	4 „	4 „	4 „
	40 cm^3	40 cm^3	40 cm^3

Oprócz tego, jako L. IV. użyto tego samego płynu naturalnego, co do przyrządzenia trzech poprzednich mieszanin, ale niezobojętnie i bez dodatku fosforanów (zamiast tego 4 cm^3 wody), aby służył do porównania. Wyniki kolorymetrycznego oznaczenia koncentracji jonów wodoru podane są w tablicy VI. Widzimy, że płyn I był alkaliczny, II bardzo słabo kwaśny, zaś III otrzymał przypadkowo tą samą kwasowość ($P_H = 5.2$) jak i płyn naturalny, niezobojętniany (L. IV, $P_H = 5.0$). Ilość wydzielonego jodu była też w obydwu ostatnich wypadkach prawie identyczna, co wskazuje, że zależy ona wyłącznie od koncentracji jonów wodoru, skoro tak znaczna różnica w ilości fosforanów w płynie III i IV nie ma prawie żadnego wpływu. Wydzielony jod miareczkowano, jak zwykle, $\frac{1}{100} n Na_2S_2O_3$.

TABLICA VI.

Zależność wydzielania jodu od koncentracji jonów wodoru.
40 cm^3 każdego płynu, 0.4% KJ .

	I	II	III	IV
	$P_H = 7.25$	$P_H = 6.35$	$P_H = 5.2$	Płyn naturalny $P_H = 5.0$
Oznaczenie jodu:				
po 10'	0.12 cm^3	0.16 cm^3	0.32 cm^3	0.39 cm^3
po dalszych 20'	0.18 "	0.40 "	0.48 "	0.57 "
" " 40'	0.30 "	0.70 "	0.90 "	0.90 "
" " 2 godz.	0.75 "	1.23 "	1.81 "	1.76 "
" " 20 "	0.91 "	2.52 "	6.14 "	6.60 "
" " 26 "	0.94 "	2.00 "	4.00 "	4.07 "
" " 25 "	0.80 "	1.40 "	1.81 "	1.52 "
" " 25 "	0.62 "	0.68 "	0.90 "	0.98 "
" " 22 "	0.06 "	0.44 "	0.37 "	0.51 "
" " 28 "	0.00 "	0.14 "	0.31 "	0.38 "
" " 23 "	—	0.10 "	0.30 "	0.32 "
" " 25 "	—	0.08 "	0.16 "	0.20 "
" " 39 "	—	0.15 "	0.21 "	0.30 "
" " 52 "	—	0.12 "	0.23 "	0.30 "
" " 49 "	—	0.08 "	0.20 "	0.21 "
Razem:	4.68 cm^3	10.20 cm^3	18.14 cm^3	19.01 cm^3
w ciągu 337 godzin:			jod wydziel. się dalej	jod wydziel. się dalej

Dopiero na podstawie liczb z tablicy VI można ocenić, jak wielką jest zależność czynności oksydazy jodkowej od stopnia

kwasowości. W płynie I, zupełnie obojętnym, wydzielilo się tylko 4.68 cm^3 jodu $\frac{1}{100} \text{ n}$. Wydzielanie już po 6 dniach ustalo zupełnie, prawdopodobnie wskutek tego, że utlenianie jodku potasu alkalizuje plyn jeszcze bardziej, ($2 \text{ KJ} + \text{H}_2\text{O} + \text{O} = 2 \text{ KOH} + \text{J}_2$), gdyż tworzy się KOH. Natomiast w płynie II, zaledwie nieco kwaśnym, wydzielilo się jodu przeszło dwa razy więcej. A jednak różnica w koncentracji jonów wodoru jest w tych dwóch płynach tak niesłychanie drobna, że taką samą niemal różnicę znaleźlibyśmy między wodą czystą ($\text{P}_\text{H} = 7.07$), a wodą, do której dodanoby 0.000001 n . HCl, a więc na 40 cm^3 , jak w naszym wypadku, około 0.014 mg HCl. Tylko niesłychanej czulości metody Sorensena zawdzięczamy, że z taką ścislością możemy mierzyć nieuchwytnie prawie różnice w koncentracji jonów wodoru, a zarazem widzimy z tego, jak wielkie jest znaczenie takich pomiarów, skoro procesy fizjologiczne, enzymatyczne lub oksydazowe, w tak wysokim stopniu od tych drobnych różnic zależą.

Przy kwasowości $\text{P}_\text{H} = 5.2$ lub $\text{P}_\text{H} = 5.0$ (III i IV) wydzielanie jodu jest jeszcze energiczniejsze i trwa dluzej, niż 2 tygodnie. Nawet po ostatniem zmiareczkowaniu jod w obydwu kolbkach dalej się wydzielal, ale go już nie oznaczano, gdyż wydzielanie bylo bardzo słabe.

Doświadczenie niniejsze potwierdzilo więc w całej pełni wynik doświadczenia poprzedniego, że wydzielanie jodu z jodku potasowego przez oksydazę kropidlaka zależy wybitnie od kwasowości płynu, a o ile kwasowość tę zmieniamy w nieznacznych granicach, zwiększa się wydatnie ze wzrostem kwasowości, aczkolwiek odbywa się także w płynie obojętnym, a nawet bardzo lekko alkalicznym. Świadczyłoby to na korzyść naszej hipotezy, że ciałem, działającym na jodek potasu, jest rzeczywiście nadtlenek, wytwarzany stale przez oksydazę, a zdradzający swoją obecność przez reakcję żółtą z siarczanem tytanu i reakcję jodową.

Ażeby się o tem upewnić, należało zrobić model tej reakcji, dodając do płynu, odsączonego od kropidlaka, jakiegoś nadtlenuku, np. wody utlenionej i badając, czy wydzielanie jodu przez ten nadtlenek w tym samym ośrodku i w tych samych warunkach, w jakich zwykle rozwija swoją działalność nadtlenek oksydazy, będzie w podobny sposób zależalo od koncentracji jonów wodorowych.

5. Zależność reakcji wody utlenionej z jodkiem potasu w płynie kropidlakowym od koncentracji jonów wodoru.

Doświadczenie 8. Wodę utlenioną dodawano w bardzo niskiej koncentracji ($\frac{n}{100}$) do płynu o bardzo słabych własnościach oksydazowych, aby działalność dodanego nadtlenu wystąpiła bardziej wyraźnie. Płyn kropidlakowy odsączony został wcześniej od kultury, tak, że kwasowość jego była zaledwie zaznaczona ($P_H = 6.6$). Reakcja z $TiSO_4$ była słaba, z jodkiem potasu również słaba, jak to widać zresztą z tablicy VII. Płyn rozdzielony został na 3 części, z których jedna (A) została słabo zalkalizowana, druga (B) pozostawiona bez zmiany, trzecia (C) zakwaszona kwasem octowym:

	A	B	C
Płyn kropidlakowy	80 cm^3	80 cm^3	80 cm^3
+	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ cm}^3 \text{ Na}_2\text{HPO}_4 \frac{1}{10} n \\ 4 \text{ „ } \text{ NaOH} \frac{1}{10} n \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ cm}^3 \text{ wody} \\ - \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ cm } \text{KH}_2\text{PO}_4 \frac{1}{10} n \\ 1 \text{ „ } \text{CH}_3\text{COOH} \frac{1}{2} n \end{array} \right.$
Koncentr. jon. wod.	$P_H = 7.60$	$P_H = 6.6$	$P_H = 5.20$

Do doświadczenia użyto po 32 cm^3 każdego z tych płynów + 4 cm^3 4%-ego jodku potasu ze skrobią + 4 cm^3 wody lub 4 cm^3 roztworu wody utlenionej, zawierającego 6.77 mg H_2O_2 , co w 40 cm^3 mieszaniny reagującej dawało koncentrację równą prawie $\frac{n}{100} \cdot \frac{H_2O_2}{2}$.

Koncentracja ta jest 2—3 razy większa, niż maksymalna koncentracja nadtlenu, wykazana zapomocą siarczanu tytanu. Nie należy zapominać, że nadtlenek, znajdujący się w pożywce kropidlakowej i produkowany przez oksydazę jodkową, nie jest w żadnym razie nadtlaniem wodoru, ale jakimś innym, prawdopodobnie organicznym nadtlaniem. To też ocena jego koncentracji na podstawie intensywności zabarwienia z odczynnikiem tytanowym była tylko przybliżoną i służyła jedynie do orientacji.

Oznaczenie wykładnika wodorowego P_H nie odpowiada dokładnie koncentracji jonów wodorowych w czasie reakcji, gdyż oznaczenia dokonywano w płynach A, B i C przed dodaniem jodku potasu, co było konieczne, gdyż po dodaniu *KJ* natychmiast wydzielał się jod i porównanie kolorymetryczne było niemożliwe; po drugie, w czasie doświadczenia dodajemy tiosiarczanu $\frac{1}{100} n$, który wywołuje rozcieńczenie płynu; wreszcie sama reakcja jodowa pro-

wadzi do drobnej zmiany kwasowości w kierunku zmniejszenia koncentracji jonów wodoru. Dopiero więc na końcu doświadczenia, gdy w płynach *A* i *B* jod przestał się wydzielać, a wydzielony

TABLICA VII.

Wydzielanie jodu z jodku potasu przez wodę utlenioną ($\frac{n}{100}$) w płynie kropidłakowym 40 cm³ każdego płynu. — 0 4% *KJ*. — Temp. 22°.

		Z dodaniem $\frac{n}{100}$ H ₂ O ₂			Bez dodania H ₂ O ₂				
Jod wydzielony		<i>A</i> P _H = 7·6	<i>B</i> P _H = 6·6	<i>C</i> P _H = 5·2	Jod wydzielony		<i>A</i> P _H = 7·6	<i>B</i> P _H = 6·6	<i>C</i> P _H = 5·2
		cm ³	cm ³	cm ³			cm ³	cm ³	cm ³
po	3'	0·62	1·20	1·45	—	—	—	—	—
po dalszych	5'	0·65	1·70	1·80	po pierwszych 20'	0·07	0·12	0·13	
"	"	10'	0·62	1·87	3·48	" dalszych 50'	0·12	0·26	0·25
"	"	10'	0·51	1·46	2·68	" " 14 godz.	0·27	0·72	1·09
"	"	20'	0·53	1·33	4·30	" " 26 "	0·30	0·52	0·70
"	"	14 godz.	0·46	0·77	5·22	" " 24 "	0·22	0·48	0·42
"	"	24 "	0·00	0·00	0·00	" " 50 "	0·28	0·31	0·58
"	—	—	—	—	" " 50 "	0·08	0·09	0·41	
Razem w ciągu 15 godzin:		3·39	8·33	18·93	Razem w ciągu 165 godzin		1·34	2·50	3·58

W płynie *C* bez H₂O₂ jod wydzielał się jeszcze dalej. Oksydaza była więc tutaj po 165 godzinach nadal czynną.

w ostatnim okresie został zmiareczkowany tiosiarczanem, oznaczono powtórnie koncentrację jonów H⁺ w tych płynach:

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i> (H ₂ O ₂)	<i>B</i> (H ₂ O ₂)
1. Na początku doświadczenia, przed dodaniem <i>KJ</i> (iH ₂ O ₂) P _H =	7·6	6·6	7·6	6·6
2. Na końcu doświadczenia P _H =	7·1	6·5	7·2	6·8

Różnice są więc minimalne, tak, że możemy przyjąć, iż liczby podane dosyć dobrze określają nam reakcję ośrodka, w którym odbywało się utlenienie jodku potasu.

Z doświadczenia wynika, że wydzielanie jodu przez wodę utlenioną zależy zupełnie w ten sam sposób od stopnia kwasowości, jak wydzielanie jodu przez oksydazę jodkową. Tylko odbywa się

ono o wiele prędzej i szybko dobiega do końca. Ilość wydzielonego jodu nie odpowiada stechiometrycznie ilości dodanej wody utlenionej, ani przy $P_H = 7.6 - 7.1$, ani przy $P_H = 6.6$, ani nawet przy $P_H = 5.2$, gdzie ilość ta jest największa i wynosi $18.93 \text{ cm}^3 \frac{1}{100} n$, zamiast teoretycznie wymaganych 40 cm^3 . Gdzież się podzielała reszta wody utlenionej albo jodu? Otóż już Schönbein wykazał, a potwierdzili to nowsi badacze¹⁾, że przy powstawaniu wolnego jodu w ośrodku alkalicznym, tworzą się podjodyny, które wiążą wielką część wolnego jodu. Więć nawet wtedy, gdyby nadtlenek jakiś wydzielił całą równoważną mu ilość jodu w ośrodku alkalicznym, to w stanie wolnym pojawiłyby się tylko nieznaczna część tego pierwiastka, gdyż reszta przeszłaby w jon OJ , z którego wydobyćby go można przez dodanie kwasu. Po drugie, nadtenki wydzielają tylko część jodu z równoważnej im ilości jodku potasu w ośrodku alkalicznym lub obojętnym i tak samo zachowuje się woda utleniona, która, dodana do roztworu KJ , zupełnie obojętnego, wydziela minimalną ilość jodu, pozostającą z płynem w równowadze, a zresztą sama ulega rozkładowi na $H_2O + O$, przyczem właśnie jon jodkowy J' działa jako katalizator, przyspieszający bardzo silnie rozkład H_2O_2 ²⁾. Wreszcie reakcja $2HJ + H_2O_2 = 2H_2O + J_2$, przy bardzo wielkiem rozcieńczeniu wody utlenionej przebiega tak powoli³⁾, że w celu przyspieszenia tej reakcji Schönbein zaleca dodanie soli żelazowych, M. Traube zaś mieszaniny soli żelazowych i miedziowych. Biorąc to wszystko pod uwagę musimy przypuścić, że w płynie kropidlakowym zachodzą następujące zjawiska:

1) W płynie kropidlakowym alkalicznym i obojętnym wydziela się tylko część tej ilości jodu, jakaby obecny nadtlenek powinien stechiometrycznie wydzielić, a z tej części znowu pewien procent przechodzi w podjodyny. Istotnie, przez dodanie kwasu do płynu oksydazowego obojętnego, który przestał już jod wydzielać, otrzy-

¹⁾ F. Förster u. K. Gyr, Über die Einwirkung von Jod auf Alkalien. Zeitschr. f. Elektrochemie IX. 1903, str. 1—10.

²⁾ James H. Walton, Die Jodionkatalyse des Wasserstoffsperoxyds, Zeitschr. f. physik. Chemie. Bd. 47, 1904, str. 185.

J. Brode, Die Oxydation des Jodions zu Hypojodit als Zwischenstufe einiger Reaktionen, Zeitschr. für physikal. Chemie. Bd. 49. 1901 str. 257.

³⁾ J. Brode, Katalyse bei der Reaktion zwischen Wasserstoffperoxyd und Jodwasserstoff. Zeitschr. für physikal. Chemie Bd. 37, 1901, str. 257.

muje się jeszcze dosyć znaczną ilość jodu. Reszta dodanej wody utlenionej, która nie zużyła się na utlenianie *KJ*, została rozłożona na wodę i tlen pod katalitycznym wpływem jonu jodkowego *J*.

2) W ośrodku słabo kwaśnym (jak $P_H = 6.6$ i $P_H = 5.2$) reakcja $H_2O_2 + 2HJ = 2H_2O + J_2$ przebiega jeszcze względnie powoli, gdyż użyta przez nas koncentracja H_2O_2 jest bardzo niska, a katalizatora (Fe, Cu) niema. Wobec tego i tutaj przypuściłoby można częściowy rozkład wody utlenionej pod wpływem jonu jodkowego. Najważniejsza przyczyna ubytku wody utlenionej jest tutaj jednak inna:

3) Zarówno dodana woda utleniona, jak i nadtlenek naturalny, znajdujący się w płynie, utleniają nie tylko jodek potasu, ale także związki organiczne, znajdujące się niewątpliwie w pożywece odsączonej od grzybni, obok dodanego na początku cukru i wydzielonego później kwasu szczawowego. Że takie ciała organiczne w płynie odsączonym się znajdują, dowodzi chociażby fakt, że wszystkie płyny oksydazowe, wydzielające jod w ośrodku obojętnym, posiadają mniej lub więcej wyraźny zapach jodoformu, który świadczy o obecności alkoholu. Nie można wątpić, że oksydaza rozwija swoją czynność utleniającą także w płynie naturalnym, pozostawionym bez dodatku *KJ*, tylko że wtedy produkt utlenienia nie jest widoczny.

W ten sposób wyjaśniają się nam wyniki przedstawione w tablicy VIII, gdzie jedna i ta sama ilość wody utlenionej wydzielala różne ilości jodu z jodku potasu, zależnie od koncentracji jonów wodorowych, ale nigdy nie wydzielila ilości równoważnej. W podobny sposób przebiega reakcja nadtlenców oksydazy z jodkiem potasu (tablica VII i VI), z tą tylko różnicą, że gdy w wypadku dodania wody utlenionej cała ilość nadtlencu znajdowała się od początku w płynie reagującym w stanie gotowym, to w wypadku oksydazy tylko część nadtlenców, które miały reagować, znajdowała się w niezmiernie wielkiem rozcieńczeniu, w płynie zaś dalsze ilości wytwarzane były przez oksydazę, w miarę, jak istniejące już zużywały się w ciągu reakcji. Gdy zużycie to, dzięki odczynowi alkalicznemu ośrodka było powolne, odtwarzanie również było powolne, gdy zaś nadtlenciki w ośrodku kwaśnym znikaly prędzej, to prędzej również były odtwarzane, aż do granicy, gdzie koncentracja jonów wodoru, korzystna wprawdzie dla reakcji nad-

tlenków z jodowodorem, stawała się już szkodliwą dla samejże oksydazy, produkującej nadtlenki (tablica V).

Z wyników doświadczenia 8 nie możemy wnioskować, czy jod, wydzielony w kolbkach z wodą utlenioną (tabl. VII), pochodził zarówno od działania wody utlenionej, jak i nadtlenku oksydazy, czy też oksydaza nie brała już udziału w reakcji; spostrzegamy tylko, że już po kilku godzinach, gdy woda utleniona przestała działać, wydzielanie jodu zupełnie ustało, podczas gdy w serji równoległej, bez dodania H_2O_2 , trwało jeszcze szereg dni. Zachodzi więc podejrzenie, że woda utleniona zniszczyła oksydazę. W celu wyjaśnienia tej ważnej teoretycznie kwestji wykonano doświadczenie następane.

Doświadczenie 9. Do badania użyto płynu świeżo odsączonego od grzybni kropidlaka; w jednej części tego płynu obserwowano wydzielanie jodu pod wpływem samej oksydazy, do drugiej zaś dodano także wody utlenionej, w koncentracji jeszcze nawet niższej niż poprzednio, bo $\frac{1}{200} n \frac{H_2O_2}{2}$. Dla porównania dodano tą samą ilość H_2O_2 do płynu pożywczego pierwotnego, który nie był zaszczipiony, a więc nie zawierał ani oksydazy, ani produktów jej rozkładu, a który przez dodanie kwasu doprowadzono do tego samego odczynu kwaśnego ($P_H = 5.9$), jaki posiadał płyn pożywczy, odsączony od grzybni.

Jak z tablicy VIII widać, zarówno przebieg wydzielania jodu, jak i całkowita ilość tego pierwiastka, były w płynach zawierających wodę utlenioną prawie identyczne, niezależnie od tego, czy to był płyn odsączony od grzybni i zawierający oksydazę (B), czy też pożywka pierwotna zakwaszona, a nie zawierająca wcale oksydazy (C). Natomiast płyn oksydazowy, nie zawierający wcale wody utlenionej (A) wydzielił około $12 \text{ cm}^3 \frac{1}{100} n$ jodu. Gdyby w płynie B działała zarówno oksydaza, jak i woda utleniona, to powinienby on dostarczyć około 45 cm^3 jodu ($A + C = 34 + 11 = 45$), a nie 35.9 cm^3 , jak było w rzeczywistości. Oksydaza zostaje więc przez wodę utlenioną, nawet w koncentracji $\frac{1}{200} \frac{H_2O_2}{2} n$, zupełnie zniszczona.

Z liczb, przedstawionych w tablicy VIII, wynika nietylko to, że oksydaza zostaje zniszczona przez wodę utlenioną, ale także znajduje potwierdzenie wyciągnięty już przez nas poprzednio wniosek, że ilość gotowych nadtlenków musi być w płynie oksydazowym na początku doświadczenia bardzo drobna. Gdyby było inaczej, to

różnica między ilością jodu, wydzielonego przez płyn *B*, (woda utleniona + nadtlenki oksydazy), a ilością wydzieloną przez płyn *C* (sama woda utleniona) musiałaby być większą, niż $2 \text{ cm}^3 \frac{1}{100} n$, gdyż w płynie *B* znajdowały się także nadtlenki oksydazy, istnie-

TABLICA VIII.

100 cm^3 każdego płynu (w tem 80 cm^3 płynu odsączonego od grzybni, względnie pożywki zakwaszonej). — 0.4% *KJ*. — Temp. 18—18.5°. Miareczkowano $\frac{1}{100} n$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

	<i>A</i> Płyn oksydazowy $P_H = 5.8$	<i>B</i> Płyn oksydazowy $+ \frac{1}{200} n \frac{\text{H}_2\text{O}_2}{2}$ $P_H = 5.8$	<i>C</i> Pożywka pierwotna $+ \frac{1}{200} n \frac{\text{H}_2\text{O}_2}{2}$ $P_H = 5.9$
Oznaczenie jodu	cm^3	cm^3	cm^3
po pierwszych 3'	—	1.62	1.52
po dalszych 3'	—	1.15	1.23
" " 4'	0.21	1.67	1.70
" " 10'	—	3.98	3.82
" " 10'	0.32	3.26	3.07
" " 10'	—	2.82	2.75
" " 20'	0.46	4.59	4.36
" " 20'	—	3.49	3.30
" " 20'	0.36	2.98	2.65
" " 20'	—	2.28	2.21
" " 30'	0.31	2.58	2.42
" " 60'	—	2.83	2.75
" " 4 godz.	0.60	2.30	2.03
" " 12 "	0.90	0.40	0.16
" " 8 "	0.48	0.00	0.00
" " 18 "	0.96	0.00	0.00
" " 24 "	0.95	—	—
" " 24 "	0.73	—	—
" " 28 "	0.80		
" " 24 "	0.51		
" " 24 "	0.52		
" " 24 "	0.45		
" " 24 "	0.34		
" 30 dniach (6 kolejnych oznaczeń)	2.46		
Razem	11.36 Jod wydziela się dalej	35.95	33.97

jące w nim na początku doświadczenia, przed zniszczeniem oksydazy, których działalność utleniająca względem jodku potasu dołącza się do czynności wody utlenionej. Gdyby szybkość reakcji utleniania jodku potasu była proporcjonalna do koncentracji nadtlenu, niezależnie od tego, czy będzie on w formie wody utlenionej, czy nadtlenu wytworzonego przez oksydazę, to koncentracja nadtlenu w płynie *A* byłaby tyle razy mniejsza od koncentracji nadtlenu w płynie *B* lub *C*, ile razy szybkość wydzielania jodu w tym pierwszym płynie jest mniejsza, niż ta sama szybkość w płynach *B* i *C* z wodą utlenioną. Otóż w ciągu pierwszych 10 minut (3' + 3' + 4') płyn *A* wydzielił $0.21 \text{ cm}^3 \frac{1}{100} n$ jodu, zaś płyn *B* 4.44 cm^3 . Przypuściwszy nawet, że szybkość reakcji w płynie *B* została w stosunku do płynu *A* przyspieszona przez to, że w ciągu tych samych 10 minut trzykrotnie miareczkowano jod, a więc usuwano produkt reakcji, to jeszcze musimy przyjąć, że jeżeli koncentracja wody utlenionej nie była 20 razy większą (4.44:0.21), to musiała być przynajmniej 7—10 razy większą, niż koncentracja nadtlenu w płynie oksydazowym; ta ostatnia musiałaby bowiem być równoważną około $\frac{1}{2000} - \frac{1}{1500} n \frac{\text{H}_2\text{O}_2}{2}$. Zgadza się to dobrze z niską aktywnością płynu oksydazowego *A*, którego 100 cm^3 wydzieliło zaledwie $11.36 \text{ cm}^3 \frac{1}{100} n$ jodu w ciągu 22 dni.

Tak więc rezultat obecnego doświadczenia, jak i szeregu poprzednich, sprowadza się znowu do tego, że oksydaza kropidlakowa wytwarza pewną ilość nadtlenu, bardzo zresztą drobną, i że czynność jej w ciągu dłuższego okresu czasu polega na ciągłym odtwarzaniu nowych ilości nadtlenu, w miarę, jak ten ostatni zużywa się w ciągu reakcji. Odtwarzanie grupy nadtlenkowej może jednak odbywać się tylko kosztem molekularnego tlenu, czy to rozpuszczonego w wodzie, czy to dopływającego z powietrza; inaczej jest niemożliwe. Jeżeli wnioski nasze, do których dotychczas doszliśmy, są słuszne, to jednym z warunków trwania reakcji wydzielania jodu przez czas dłuższy, powinien być dostęp powietrza. Stwierdzenie tego faktu da nam dopiero ostateczny dowód słuszności naszych poglądów.

6. Zależność działania oksydazy jodkowej od dopływu tlenu.

Doświadczenie 10. Do doświadczenia użyto aparatów Omeliańskiego do kultur beztlennych. Probówkę z 10 cm^3

świeżego płynu oksydazowego, z dodatkiem 0.4% *KJ* i skrobi rozpuszczalnej. wstawiono do aparatu, na którego dnie znajdował się silny roztwór pyrogallolu w ługu sodowym, mogący z łatwością pochłonąć cały tlen z małej przestrzeni aparatu. Aparat zamknięto doszlifowaną czapeczką szklaną i uszczelniono starannie rtęcią. Drugą taką samą probówkę z płynem umieszczono w takim samym aparacie, ale bez pyrogallolu i tylko luźnie przykrytym, tak, że dostęp powietrza był swobodny. Co jakiś czas obydwie próbówki wyjmowano i oznaczono w nich wydzielony jod, poczem probówkę pierwszą znowu zamykano bez dostępu tlenu. Z początku przebieg reakcji w obydwu probówkach wydawał się zupełnie identyczny; zaniebieszczenie skrobi pojawiło się i wzmagало się w jednej i w drugiej w równym tempie. Po niedługim jednak czasie wystąpiły różnice i w probówce zamkniętej bez dostępu tlenu wydzielanie jodu ustawało, a barwa niebieska, osiągnąwszy pewien odcień, przestała się zmieniać, w drugiej zaś barwa ciemniała stale i coraz to bardziej. Rezultaty oznaczeń jodu podane są w tablicy IX.

TABLICA IX.

Wydzielanie jodu bez dostępu tlenu i z dostępem tlenu.
W probówce 10 cm³ płynu; — 0.4% *KJ*. — Temp. 19°.

Oznaczenie jodu:	I Bez tlenu	II Z dostępem tlenu
	cm ³	cm ³
po pierwszych 24 godz.	0.28	0.47
„ dalszych 2 dniach	0.09	0.38
„ „ 3 „	0.05	0.44
Razem w ciągu 6 dni	0.42	1.20
Przepuszczano przez obydwie próbówki strumień powietrza przez 4 minuty i obydwie zostawiono na powietrzu.		
po 5 dniach	0.42	0.09
„ dalszych 5 „	0.16	0.14
„ „ 5 „	0.14	0.09

Jak z danych tych wynika, odcięcie dopływu tlenu zmniejszało bardzo silnie wydzielanie jodu, jednakże po każdym oznaczeniu

jeszcze się nieco jodu ukazywało, aczkolwiek coraz to mniej. Objaśnić to można w ten sposób, że do oznaczenia otwierano zawsze aparat, a płyn w chwili miareczkowania musiał być wystawiony 2—3 min. na powietrze i wstrząsany, wskutek czego pewna ilość tlenu w nim się absorbowała i służyła, po zamknięciu aparatu, dla podtrzymania, chociaż na krótko, procesu tworzenia nadtenków. Po przepuszczeniu powietrza przez obydwie próbówki i pozostawieniu odtąd bez zamknięcia (zatkane jedynie watą), ujawniła się między nimi różnica, polegająca na tem, że działalność oksydazy II była już, jak zwykle po 6 dniach energicznej czynności, znacznie osłabiona, zaś w próbce I oksydaza, przechowana bez dostępu powietrza, zachowała swoją aktywność i w pierwszej chwili, po dopuszczeniu tlenu, utleniała jodek potasu bardzo energicznie.

Doświadczenie 11. Podobne zupełnie do poprzedniego, tylko dla większej dokładności wykonane z dużą ilością płynu (100 cm^3) w kolbkach Erlenmayera. Wskutek tego doświadczenie beztlenowe nie mogło się odbywać w aparacie Omeliańskiego, lecz na płycie szklanej, nakrytej dobrze doszlifowanym kloszem szklannym. Kolbka ustawiona była nad obszerną szalką szklaną, zajmującą prawie całe dno klosza i wypełnioną alkalicznym roztworem pyrogallolu. Druga kolbka z tą samą ilością płynu oksydazowego, zamknięta tylko korkiem z waty ustawiona była obok, już nie pod kloszem tak, że dostęp powietrza do niej był zupełnie swobodny. Obydwie kolbki stały w zupełnej ciemności. Wyniki podane są na tablicy X.

Doświadczenie niniejsze daje wyniki zupełnie podobne do poprzedniego. I tutaj tlen w kolbce I nie był zupełnie usunięty, gdyż zawsze podczas miareczkowania otwierano aparat i wstrząsano płynem na powietrzu. Dzięki temu, po zamknięciu pod kloszem i usunięciu tlenu przez pyrogallol, następowało słabe i krótkotrwałe wydzielanie jodu z jodku potasu przez nadtlenki, które wytworzyły się kosztem tlenu, zaabsorbowanego w czasie zetknięcia się płynu z powietrzem. Różnica jednak pomiędzy ilością jodu, wydzieloną bez dostępu tlenu i przy swobodnym dostępie tlenu, była ogromna. W ciągu 38 godzin np. wydzieliło się w obecności tlenu przeszło 13 razy więcej jodu, niż w atmosferze beztlenowej. Później ilość jodu, wydzielana przez nadtlenki, powstałe w chwili otwarcia kolbki I i miareczkowania, ustaliła się mniej więcej i wynosiła $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}\text{ cm}^3$, podczas gdy w kolbce II ilości jodu, zawsze

bardzo znaczne, zmniejszały się stopniowo, jak zwykle, odpowiednio do osłabienia się czynności oksydazy z biegiem czasu.

Z obu ostatnich doświadczeń wynika zatem, że do podtrzymania normalnej i trwałej działalności oksydazy jodkowej potrzebny jest stały dopływ tlenu. Tlen ten zostaje zużyty do wytworzenia nadtlenu, który znowu reaguje z jodkiem potasu, wydzielając wolny jod. Wydzielanie jodu jest zatem zwykłą reakcją chemiczną, zaś tworzenie nadtlenu i odtwarzanie ich stałe w miarę zużycia jest właściwą reakcją oksydazową. Jakie są prawa przebiegu tej reakcji? Oto nowe zagadnienie, którem zajmiemy się obecnie.

TABLICA X.

Wydzielanie jodu przez oksydazę w atmosferze tlenowej i bez dostępu tlenu. Płynu 100 cm^3 — 0.4% KJ . — Temp. 20°.

Oznaczenie jodu:	I Bez tlenu	II Z dostępem tlenu
	cm^3	cm^3
po pierwszych 80'	2.28	2.20
„ dalszych 38 godz.	0.55	7.27
„ „ 33 „	0.35	3.33
„ „ 3 dniach	0.34	1.86
Razem w ciągu 6 dni	3.52	14.66
Obecnie przepuszczono przez obie kolbki strumień powietrza w ciągu 10 minut i obie pozostawiono z wolnym dostępem tlenu. Jod zaczął się znowu wydzielać.		
po 2½ godz.	1.02	0.31
„ dalszych 17 „	2.93	1.23
„ „ 2 dniach	1.14	1.25
„ „ 2 „	0.70	0.94

III. °

Przebieg utleniania jodku potasu przez oksydazę i zależność tego procesu od składników biorących udział w reakcji.

1. Ogólny przebieg reakcji oksydazy z jodkiem potasu

Ogólny przebieg reakcji jodowej, dający nam obraz działalności enzymu utleniającego, wynika już z szeregu dotychczasowych

doświadczeń i tablic. Wybierzmy, jako przykład, przebieg utleniania jodku potasu przez oksydazę, wydzieloną z grzybni do wody destylowanej, a więc w ośrodku możliwie czystym i wolnym od ubocznych składników. Cyfry odnośne przedstawione już były w tablicy III (str. 46). Jak to widać z kolumny 3 powyższej tablicy, energia utleniająca oksydazy szybko się zmniejsza, mimo że ilość jodku potasu nie zmienia się wcale, a i koncentracja zmniejsza się tylko nieznacznie. W celu dokładniejszej analizy tego procesu podajemy jeszcze raz te same rezultaty, w tablicy XI, ale inaczej przerachowane. Mianowicie czas liczony jest tutaj od początku doświadczenia, podobnie jak i ilość wydzielonego jodu. Widzimy, że w pierwszych chwilach ilości wydzielonego jodu są znaczne i szybko wzrastają, później zaś, w miarę postępu reakcji, wzrost ten staje się coraz to powolniejszy i coraz to dłuższego czasu potrzeba, aby wydzielona się ta sama ilość jodu. Przypomina to zachowanie się innych enzymów, jak inwertazy, lipazy i t. p., gdzie ilość rozłożonego produktu wzrasta proporcjonalnie nie do czasu reakcji, ale do pierwiastka tego czasu, przynajmniej do pewnej granicy. Jest to t. zw. reguła Schütza, charakterystyczna dla reakcji enzymatycznych. E. Godlewski stwierdził stosowanie się tej reguły do rozkładu białka w nasionach łubinu (zanurzonych w wodzie, bez dostępu powietrza) wskutek działania enzymów proteolitycznych¹⁾. Było więc rzeczą ciekawą zbadać, czy reguła ta stosuje się także do reakcji jodowej oksydazy kropidlaka. Jeżeliby tak było, to wykreślając w układzie współrzędnych pierwiastki z czasu reakcji jako odcięte, a ilości jodu wydzielonego w odnośnym czasie jako rzędne, powinniśmy otrzymać linię prostą, gdyż zgodnie z regułą Schütza stosunek $\frac{x}{\sqrt{t}}$ jest w pewnych granicach wielkością stałą. Istotnie, wszystkie punkty, aż do $t = 117$ godzin, leżały mniej więcej na prostej, której $tg \alpha$, odpowiadający stosunkowi $\frac{x}{\sqrt{t}}$, który wynosił 0.87 (x oznacza ilość jodu wydzielonego, wyrażoną w $cm^3 \frac{1}{100}$ n tiosiarczanu). Reakcja dała się przedstawić zapomocą wzoru $x = 0.873 \sqrt{t} - 0.35$. Jak widać z 3 kolumny tablicy XI, wzór ten oddaje ze znacznem przybliżeniem przebieg reakcji jodo-

¹⁾ Godlewski: Über anaerobe Eiweißzersetzung. Bulletin de l'Acad. de Sc. Cracovie. Classe des Sc. math.-nat. Série B. 1911.

wej, przynajmniej w ciągu 117 godzin. W następnych dniach czynność oksydazy osłabia się już tak bardzo, że wartości x zaledwie się zwiększają i zbliżają się do granicznej wartości 10 28, podczas gdy teoretyczne rosną coraz to bardziej. W tej części więc reguła Schütza już niema zastosowania. Wypadek ten zachodzi jednak zawsze z każdym enzymem, gdyż żaden enzym nie wytwarza nieograniczonych ilości produktu reakcji, jakby to wynikało z reguły Schütza.

TABLICA XI.

Przebieg utleniania jodku potasu przez oksydazę. — Reguła Schütza.

Czas t (godziny)	Całkowita ilość jodu wydzielona od początku doświadczenia: x	
	Oznaczona przez miareczkowanie	Obliczona według wzoru: $x = 0.873\sqrt{t} - 0.35$
	cm^3	cm^3
(10' =) 0·17	0·09	(0·01)
(30' =) 0·50	0·30	0·27
1·17	0·58	0·59
2·17	0·93	0·93
4·17	1·42	1·43
21·28	3·38	3·67
25·28	3·85	4·04
30·30	4·38	4·45
45·00	5·60	5·51
52·00	6·17	5·94
69·45	7·21	6·92
76·00	7·58	7·26
93·00	8·28	8·07
102·00	8·61	8·47
117·30	9·06	9·09
145·70	9·57	(10·19)
168·70	9·84	(11·33)
268·70	10·28	—

Zachodzi jednak pewna różnica między naszym wzorem, a zwykłą formułą tej reguły, ta mianowicie, że my wyrażamy ją wzorem $x = A\sqrt{t} + b$ (gdzie $b = -0.35$), a nie wzorem $x = A\sqrt{t}$, bez stałej b , jak to zwykle się spotyka. Jest to jednak szczegół uboczny i nieistotny, który nie zmienia zupełnie faktu proporcjonalności wydzielonego jodu do pierwiastka z czasu, lecz tylko widocznie wskazuje na to, że pewna drobna część jodu ($0.35 cm^3$) wydzie-

lonego na początku reakcji, zniknęła w płynie przed miareczkowaniem, co jest zupełnie możliwe. Możliwość tego faktu omawialiśmy nawet, mówiąc o reakcji nadtlenu i wody utlenionej w płynie kropidlakowym (str. 68).

Przeliczając odpowiednio którykolwiek z rezultatów, otrzymanych w naszych doświadczeniach, znajdujemy zawsze mniej lub więcej dokładną zgodność z regułą Schütza. Jest to rezultat dosyć nieoczekiwany, nie ze względu na to, że zgadza się z charakterem enzymatycznym oksydazy jodkowej, ale ze względu na metodykę doświadczeń. Wzór $x = A\sqrt{t} + b$ daje nam obraz czynności oksydazy jodkowej jako procesu jednolitego, odbywającego się w myśl pewnego prawa przez setki godzin. Tymczasem my badaliśmy ten proces zapomocą kolejnych miareczkowań w odstępach czasu bardzo nierównych i nieregularnych. Wskutek tego reakcja w poszczególnych okresach czasu, między jednym miareczkowaniem a drugim, odbywała się w niejednakowych warunkach. W długim okresie nagromadzało się więcej jodu, w krótkim mało; nie można przypuścić, aby nie miało to wpływu na przebieg reakcji. Poza to każde nowe miareczkowanie prowadziło do coraz to dalszego zwiększania objętości płynu, przez dodanie roztworu tiosiarczanu, a tem samem do zmniejszenia koncentracji jodku potasu i oksydazy. Jeżeli mimo to wszystko wzór $x = A\sqrt{t} + b$ jednak ma tu zastosowanie, wskazuje to, że widocznie nieregularności, powstające z wyżej wymienionych powodów, mają tylko wpływ podrzędny i nie są w stanie zamącić ogólnego, prawidłowego biegu reakcji.

Dalsze badania podjęte zostały w celu wyjaśnienia wpływu tych czynników na reakcję.

2. Wpływ koncentracji jodku potasu.

Doświadczenie 12. Płyn, użyty do doświadczenia, został świeżo odsączony od grzybni i dawał reakcję jodową i reakcję z odczynnikami tytanowym na nadtlarki. Przygotowano pięć mieszanin, po 100 cm^3 , o różnej koncentracji jodku potasu, od 0.1% do 1.6% *KJ*. Każda mieszanina zawierała 80 cm^3 płynu kropidlakowego i 20 cm^3 wody ze skrobią i z odpowiednią ilością jodku potasu. Reakcja odbywała się w ciemności. Temperatura przez cały czas była dosyć stała, gdyż w ciągu 21 dni wahania wynosiły

zaledwie około 3° (19—22°), a w pierwszych godzinach zaledwie ułamki stopnia. Miareczkowano, jak zawsze, $\frac{1}{100}$ n tiosiarczanem sodu. W tablicy XII podane są zarówno okresy czasu pomiędzy jednym miareczkowaniem a drugim (kolumna 1), jak i czas każdego poszczególnego miareczkowania (t , kolumna 2), który otrzymuje się przez dodawanie pojedynczych okresów. Jod wydzielony przedstawiony jest wyłącznie w ten drugi sposób, to jest w postaci sumy, liczonej od początku doświadczenia, podobnie jak w tablicy XI.

TABLICA XII.

Wpływ koncentracji KJ na reakcję jodkową (I) w 100 cm^3 płynu.

Okresy czasu od jednego miareczkow. do następnego	Czas t liczony od początku doświadczenia	0.1% KJ	0.2% KJ	0.4% KJ	0.8% KJ	1.6% KJ	Temperatura	
		Jod wydzielony w czasie t od początku doświadczenia						
	godz.	cm^3	cm^3	cm^3	cm^3	cm^3		
	10'	0.17	+	+	0.20	0.39	0.80	20.2°
	20'	0.50	0.10	0.23	0.58	0.98	1.59	20.2°
	40'	1.17	0.30	0.65	1.24	1.81	2.44	—
1 g.		2.17	0.62	1.24	1.98	2.67	3.34	20.2°
1 "		3.17	0.96	1.68	2.62	3.42	4.09	20.2°
2 "		5.17	1.48	2.48	3.63	4.75	5.49	20.3°
10 "	10'	15.33	2.97	4.89	6.54	7.84	8.79	20.0°
13 "		28.33	4.10	6.67	8.97	10.31	11.26	19.0°
19 "		47.33	5.20	8.13	10.77	11.92	13.31	20.3°
20 "	40'	68.00	6.12	9.21	11.77	13.03	15.10	20.9°
24 "		92	6.88	10.01	12.27	13.95	16.50	19.1°
24 "		116	7.39	10.48	12.77	14.93	17.63	19.4°
24 "		140	7.88	10.92	13.32	15.59	18.49	19.1°
24 "		164	8.22	11.25	13.73	16.15	19.27	19.1°
28 "		192	8.48	11.45	14.11	16.68	19.98	20.1°
23 "		215	8.70	11.63	14.45	17.12	20.50	20.5°
48 "		263	8.90	11.87	14.77	17.58	21.12	20.7°
52 "		315	9.05	12.03	15.04	17.92	21.62	21.9°
70 "		383	9.13	12.21	15.24	18.30	22.03	23.4°
118 "		503	9.26	12.40	15.50	18.70	22.43	22.0°

W pierwszej chwili (po 10'), widzimy doskonałą proporcjonalność ilości wydzielonego jodu do koncentracji jodku potasu. Koncentracjom 0.4, 0.8, 1.6% KJ odpowiadają ilości 0.20, 0.39, 0.80 cm^3 $\frac{1}{100}$ n. jodu. Z biegiem reakcji jednak ustala się inna

zależność, a mianowicie każdemu podwojeniu koncentracji KJ odpowiada zwiększenia się produkcji jodu o jakieś 20%. I tak: stosunkowi koncentracji $\frac{0.2\% KJ}{0.1\% KJ}$ odpowiada stosunek ilości wydzielonego jodu

$$\frac{12.40 \text{ cm}^3}{9.26 \text{ cm}^3} = 1.34; \text{ dalej zaś } \frac{0.4\% KJ}{0.2\% KJ} \sim \frac{15.50 \text{ cm}^3}{12.40 \text{ cm}^3} = 1.20; \frac{0.8\% KJ}{0.4\% KJ} \sim \frac{18.70 \text{ cm}^3}{15.50 \text{ cm}^3} = 1.21; \frac{1.6\% KJ}{0.8\% KJ} \sim \frac{22.43 \text{ cm}^3}{18.70 \text{ cm}^3} = 1.20.$$

Rezultat ten stoi w sprzeczności z doświadczeniem Raciborskiego, który podaje, że przy wyższych koncentracjach jodku potasu wydzielanie jodu tylko w pierwszej chwili odbywa się w tempie szybszym, zaś później zmniejsza się tak znacznie, że ogólna ilość jest nawet mniejsza, niż przy niższych koncentracjach KJ . Ponieważ Raciborski używał jodku potasu w koncentracjach 1—8%, sądziłem, że opisywane przez niego zjawisko uszkodzenia oksydazy przez jodek potasu nastąpi przy użyciu tych wyższych koncentracji, szczególnie 8%.

Doświadczenie 13. Wydzielanie jodu odbywało się w 50 cm^3 każdego płynu, w tem 40 cm^3 płynu kropidlakowego + 10 cm^3 wody ze skrobią rozpuszczalną. Jodek potasu, odważony, wsypywano w kryształkach. Doświadczenia zresztą podobne do poprzedniego. Wyniki zestawione są w tablicy XIII.

Zależność ilości wydzielonego jodu od koncentracji KJ okazuje się tutaj zupełnie taką samą, jak w doświadczeniu poprzednim. Podobnie jak tam, 16-krotne zwiększenie koncentracji, od 0.1% do 1.6%, podniosło całkowitą ilość wydzielonego jodu przeszło dwukrotnie (z 9.26 cm^3 na 22.43 cm^3), tak i tutaj podwyższenie koncentracji KJ 16-krotne, od 0.5% do 8% powiększyło przeszło dwukrotnie ilość wydzielonego jodu (z 14.88 cm^3 na 33.42 cm^3). Podobnie również każde podwojenie koncentracji KJ zwiększa wydzielanie jodu o 20%.

Znajdujemy bowiem: $\frac{1\% KJ}{0.5\% KJ} \sim \frac{18.99 \text{ cm}^3}{14.88 \text{ cm}^3} = 1.27;$

$$\frac{2\% KJ}{1\% KJ} \sim \frac{22.48}{18.99} = 1.18; \frac{4\% KJ}{2\% KJ} \sim \frac{27.09}{22.48} = 1.20; \frac{8\% KJ}{4\% KJ} \sim \frac{33.42}{27.09} =$$

$= 1.23$. Wpływ jodku potasu jest więc stale dodatni i podlega temu samemu prawu, zarówno w zakresie koncentracji od 0.1% do 1.6%, jak i od 0.5% do 8% KJ . Występuje to szczególnie wyraźnie na wykresie na rys. 1, gdzie widzimy, że punkty wyjęte z tablicy XII i XII leżą na jednej i tej samej prawidłowej krzywej.

Wartości przedstawione na wykresie odpowiadają w obu wypadkach jednakiemu mniej więcej czasowi reakcji. Z tablicy XIII wyjęto cyfry końcowe (po 245 godzinach), z tablicy XII zaś, gdzie doświadczenie prowadzono znacznie dłużej, wzięto cyfry, odpowiadające czasowi najbardziej zbliżonemu do poprzedniego — a więc 263 godzinom. W tym tylko wypadku można się było spodziewać, że prawidłowość będzie ta sama. Przypadkowo zdarzyło się, że nie

TABLICA XIII.

Wpływ koncentracji *KJ* na reakcję jodową (II) 50 cm^3 płynu.

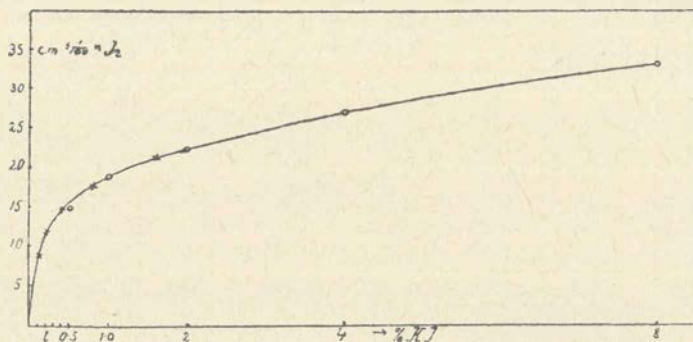
Okresy czasu od jednego miareczkow. od następnego	Czas <i>t</i> liczony od początku doświadczenia	0·5% <i>KJ</i>	1% <i>KJ</i>	2% <i>KJ</i>	4% <i>KJ</i>	8% <i>KJ</i>	Temperatura
		Jod wydzielony od początku doświadczenia w czasie <i>t</i>					
	godz.	cm^3	cm^3	cm^3	cm^3	cm^3	
10'	0·17	0·04	0·07	0·14	0·31	0·40	21·2°
20'	0·50	0·22	0·45	0·64	0·90	1·09	—
45'	1·25	0·90	1·31	1·75	2·12	2·21	21·4°
45'	2 00	1·54	2·11	2·59	2·87	3·01	21·8°
2 „ 30'	4·50	3·13	4·02	4·59	5·05	5·16	22·0°
2 „ 30'	7 00	4·29	5·22	6·26	6·84	7·14	23·0°
3 „	10 00	5·39	6·63	7·91	8·98	9·50	23 0°
14 „	24 00	8·19	9·33	10 61	12·88	15·38	22·0°
6 „	30 0	9·27	10·71	12·42	15 11	18 08	24·0°
19 „ 30'	49 5	10 62	12 36	14 92	18 25	21 97	23·5°
6 „ 30'	56 0	11 29	13 43	16 31	19 69	23 68	25°
17 „	73	11 92	14 61	17 78	21 44	25 88	24·5°
24 „	97	12 60	15 83	19 18	23 14	28 03	20 7°
31 „	128	13 20	16 73	20 17	24 34	29 52	23°
23 „	151	13 60	17 27	20 76	25 05	30 43	24°
46 „	197	13 99	17 86	21 38	25 75	31 41	23 5°
25 „	222	14 46	18 41	21 93	26 39	32 29	22 5°
23 „	245	14 88	18 99	22 48	27 09	33 42	20 5°

tylko wartości stosunkowe, ale także wartości bezwzględne cyfr wyrażających ilość wydzielonego jodu były ze sobą zgodne, mimo, że płyny kropidlakowe, użyte w doświadczeniu jednym i drugim były różne i mimo, że w pierwszym wypadku reakcja odbywała się w 100 cm^3 płynu, w drugim tylko w 50 cm^3 . Traf chciał, że drugi płyn zawierał właśnie dwa razy czynniejszą oksydazę, przez co została dokładnie skompensowana dwa razy mniejsza jego obję-

tość, użyta do reakcji. Wskutek tego wartości z tablic XII i XIII nie dały dwóch krzywych równoległych, jakby się można było spodziewać, ale zwały się poprostu w jedną i tę samą linię. Odmienna obserwacja Raciborskiego polegać więc musi na jakimś błędzie w doświadczeniu (które zresztą prowadzone było stanowczo za krótko, bo tylko 3 godziny i 15').

3. Wpływ względnej koncentracji oksydazy jodkowej.

Doświadczenie 14. Do doświadczenia użyto pięciu próbek o różnej stosunkowej zawartości aktywnego płynu oksydazowego,



Rys. 1.

Wpływ koncentracji KJ na całkowitą ilość jodu wydzieloną przez oksydazę.

Krzyżyki \times oznaczają wartość z tablicy XII dla $t = 263$ godzin.

Kółka \odot " " " " XIII " $t = 245$ " "

a mianowicie 80%, 40%, 20%, 10% i 0%. Świeży płyn odsączono od 25-godzinnej kultury kropidlaka i podzielono na dwie części. Jednej z nich używano jako płynu czynnego, zawierającego oksydazę, drugą zaś ogrzano do 100°, niszcząc przez to enzym utleniający i tego płynu używano do rozcieńczania. Obawiając się, że w płynie przegotowanym koncentracja jonów wodoru mogła ulegć pewnej zmianie, dodano wszędzie po 4 cm³ $\frac{1}{16}$ n płynów fosforanowych Sørensen'a, o składzie odpowiadającym $P_H = 6.98$. Fosforany te służyć miały do wyrównania i złagodzenia ewentualnych różnic w kwasowości i do utrzymania jej na pewnym niezbyt zmiennym poziomie („Puffer“).

Ostatecznie skład owych 5 próbek, użytych do badań, był następujący:

	I	II	III	IV	V
Płynu świeżego zawierającego czynną oksydazę	cm ³ 0	cm ³ 4	cm ³ 8	cm ³ 16	cm ³ 32
Płynu ogrzanego do 100°	32	28	24	16	0
Fosforanów $\frac{1}{16}$ n	4	4	4	4	4
Jodku potasu (4 ⁰ / ₁₀₀ -ego) ze skrobią	4	4	4	4	4
Razem	40	40	40	40	40
W tem względna koncentracja oksydazy	0	1	2	4	8

Wyniki doświadczenia zestawione są w tablicy XIV.

TABLICA XIV.

Wpływ koncentracji oksydazy na ilość wydzielonego jodu.
Doświadczenie w ciemności — 0·4% KJ — 40 cm³ płynu. Temp. 23°.

	I	II	III	IV	V
Względna koncentracja oksydazy	0	1	2	4	8
Oznaczenia jodu:	Jod wydzielony — w cm ³ $\frac{1}{16}$ n Na ₂ S ₂ O ₈ .				
po pierwszych 56'	0·00	0·16	0·29	0·33	0·49
„ dalszych 18 godz.	—	0·52	1·03	1·37	1·72
„ „ 25 „	—	0·00	0·25	0·72	1·25
„ „ 26 „	—	—	0·00	0·05	0·52
„ „ 22 „	—	—	—	0·60	0·04
razem	0·00	0·68	1·57	2·47	4·02

Zwiększeniu koncentracji oksydazy odpowiada zatem intensywniejsze wydzielanie jodu; ale biorąc pod uwagę ilość jodu wydzielonego na jednostkę koncentracji enzymu utleniającego znajdujemy, że ilość ta jest tem mniejsza, im oksydaza jest bardziej stężona. Biorąc bowiem ilości jodu wydzielone przy względnych koncentracjach oksydazy 8, 4, 2, 1 i dzieląc je przez te liczby, otrzymamy: $\frac{4\cdot02}{8} = 0\cdot50$, $\frac{2\cdot47}{4} = 0\cdot62$, $\frac{1\cdot57}{2} = 0\cdot78$, $\frac{0\cdot68}{1} = 0\cdot68$. Nasunęło to podejrzenie, że może ilość wydzielonego jodu będzie proporcjonalną do pierwiastka kwadratowego z koncentracji enzymu. Istotnie, wykreśliwszy pierwiastki z koncentracji (\sqrt{E}) na osi odciętych, a odpowiadające im ilości jodu (x) jako rzędne, otrzymujemy linię prostą. Równanie jej jest: $x = 1\cdot86\sqrt{E} - 1\cdot18$.

TABLICA XV.

Koncentracja względem oksydazy E	\sqrt{E}	Całkowita ilość wydzielonego jodu: x	
		x oznaczone przez miareczkowanie	x obliczone na podstawie wzoru: $x = 1.86 \sqrt{E} - 1.18$
1	1.000	0.68 cm^3	0.68
2	1.415	1.57 „	1.45
4	2.000	2.47 „	2.54
8	2.829	4.02 „	4.08

Na podstawie powyższego równania obliczono teoretycznie (tablica XV) ilości jodu wydzielane przy każdej koncentracji oksydazy. Zgodność tych liczb z wynikami bezpośrednich pomiarów jest zupełna; różnice leżą w granicach błędów doświadczalnych. Wzór niniejszy jest także wyrazem reguły Schütza, którą w ogólnej postaci przedstawia się wzorem ¹⁾: $x = K\sqrt{E} \cdot t$. Przedtem już (tablica XI) znaleźliśmy proporcjonalność x do \sqrt{t} , obecnie zaś do \sqrt{E} , w obydwu wypadkach z dodaniem stałej: $-b$. Możemy więc napisać ogólnie, jako rezultat naszych pomiarów i obliczeń, że działalność oksydazy jodkowej, w zależności od czasu reakcji i koncentracji enzymu, podlega — w pierwszym przybliżeniu — prawu:

$$x = k\sqrt{E} \cdot t - b.$$

4. Wpływ koncentracji wydzielonego jodu i wpływ dodanej skrobi rozpuszczalnej na reakcję jodową.

Wpływ obydwu powyższych czynników musimy badać równocześnie, gdyż wpływ dodanej skrobi sprowadza się w znacznej mierze, a może wyłącznie, do jej funkcji absorbcyjnej względem jodu. Istotnie, im więcej jest skrobi, tem większa część wydzielonego jodu wchodzi w ów znany związek niebieski ze skrobią i zostaje niejako usunięta z roztworu.

Jak już mówiliśmy, przebieg reakcji jodowej we wszystkich dotychczasowych doświadczeniach odbywał się nierówno, dzięki kolejnym miareczkowaniom, wskutek czego utlenianie jodku potasu

¹⁾ R. Höber, *Physikalische Chemie der Zelle*, 1911, str. 609.

przez oksydazę odbywało się wobec różnych i nieregularnie zmieniających się koncentracji jodu. Podnosiliśmy więc pytania, czy i o ile krzywe przedstawiające ilości wydzielonego jodu w ciągu reakcji (jak np. na rys. 3) dają nam istotny obraz prawidłowości działania oksydazy; dalej — jaki wpływ mogą mieć okresowo nagromadzające się większe ilości jodu na reakcję; wreszcie jako konsekwencja tego powstaje pytanie, jaki wpływ na przebieg reakcji wywiera częstość następujących po sobie miareczkowań?

Wobec tego, że przebieg reakcji oznaczyć można tylko przez miareczkowanie i usunięcie wydzielonego jodu, staje się niemożliwym określić w tej samej próbie wpływ jodu, wydzielonego aż do chwili miareczkowania, na dalszy przebieg reakcji. Trzeba więc doświadczenie przeprowadzić w inny sposób, a mianowicie z reagującego płynu, w którym jod się gromadzi, odbierać co jakiś czas próbkę, np. po 10 cm^3 i oznaczać w niej ilość jodu. W ten też sposób urządzono doświadczenie 15., z tą różnicą, że próbki po 10 cm^3 rozdzielono od razu do szeregu probówek, aby mieć pewność, że reakcja przebiega do końca w warunkach identycznych. Gdyby bowiem próbki te odbierano kolejno z płynu reagującego, to ilość płynu pozostałego w naczyniu zmniejszałaby się coraz to bardziej i zwiększałby się stale stosunek powierzchni do objętości, co mogłoby wpływać na czynność oksydazy, zależną, jak wiadomo, od dostępu tlenu powietrza, dyfundującego przez powierzchnię.

Doświadczenie 15. Przyrządzono 3 płyny kropidlakowe z dodatkiem 0.6% *KJ*, z których jeden (*A*) nie zawierał wcale skrobi, drugi (*B*) zawierał 0.05% skrobi rozpuszczalnej (Mercka), trzeci (*C*) 0.20% skrobi. Każdy płyn rozdzielono od początku do 8 probówek (I—VIII) po 10 cm^3 . W pewnych następujących po sobie odstępach czasu oznaczano kolejno jod, nagromadzający się tam od początku reakcji. Ostatniego oznaczenia — w VIII probówce każdej serji dokonano po 134 godzinach. Reakcja przebiegała więc cały czas w obecności wydzielonego jodu, który nie był usuwany. Wyniki podaje tablica XVI i krzywe *A*, *B*, *C* na rys. 2. Równocześnie jednak badano, jak przebiega reakcja, gdy jod w jednej i tej samej probówce zostaje systematycznie usuwany przez miareczkowanie w tych samych odstępach czasu, w których dokonywano kolejno oznaczeń w probówkach od I—VIII. Użyto do tego celu płynu w probówce I (w serji *B* i *C*), w której po dokonaniu pierwszego miareczkowania po 1 godzinie oznaczano jod także

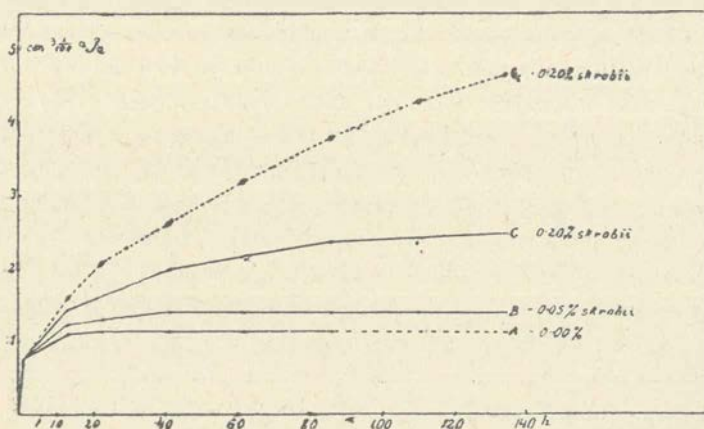
TABLICA XVI.

Wydzielanie jodu w zależności od ilości skrobi i od już wydzielonej ilości jodu.

Czas trwania reakcji <i>t</i>	Serja A. — Bez skrobi. — 0·6% KJ.							
	Numer próbowki							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
godziny	cm ³	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³
1	0·76	—	—	—	—	—	—	—
13·5	—	1·11	—	—	—	—	—	—
23	—	—	1·15	—	—	—	—	—
41·5	—	—	—	1·14	—	—	—	—
62	—	—	—	—	1·14	—	—	—
86	—	—	—	—	—	1·14	—	—
110	—	—	—	—	—	—	1·02	—
134	—	—	—	—	—	—	—	1·02
Oznaczenie jodu po 130 godz. od chwili ostatniego miareczkowania	1·79	0·37	0·25	0·10	0·10	0·09	0·07	0·04
Serja B. — +0·05% skrobi rozpuszcz. — 0·6% KJ.								
<i>t</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
godziny	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³
1	0·72	—	—	—	—	—	—	—
13·5	1·44	1·25	—	—	—	—	—	—
23	1·73	—	1·30	—	—	—	—	—
41·5	2·19	—	—	1·44	—	—	—	—
62	2·61	—	—	—	1·41	—	—	—
86	2·92	—	—	—	—	1·42	—	—
110	3·17	—	—	—	—	—	1·38	—
134	3·40	—	—	—	—	—	—	1·40
Oznaczenie po 130 godz. od chwili ostatniego miareczkowania	—	0·88	0·38	0·23	0·17	0·13	0·14?	0·10
Serja C. — +0·20% skrobi rozpuszcz. — 0·6% KJ.								
<i>t</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
godziny	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³
1	0·76	—	—	—	—	—	—	—
13·5	1·60	1·45	—	—	—	—	—	—
23	2·10	—	1·49	—	—	—	—	—
41·5	2·61	—	—	2·01	—	—	—	—
62	3·20	—	—	—	2·11	—	—	—
86	3·81	—	—	—	—	2·39	—	—
110	4·31	—	—	—	—	—	2·33	—
134	4·68	—	—	—	—	—	—	2·48
Oznaczenie po 130 godz. od ostatniego miareczkowania w danej próbówce	—	1·97	1·70	1·26	0·68	0·29	0·28	0·15

w następnych godzinach. We wszystkich zaś dalszych probówkach po dokonaniu pierwszego oznaczenia nie miareczkowano dalej, aż dopiero po upływie 130 godzin.

Pierwsze oznaczenie jodu w próbówce II każdej serii odbyło się po 13·5 godzinach, w próbówce III po 23 godzinach itd. Przez cały ten czas jod gromadził się i wywierał swój wpływ na przebieg reakcji utleniania, wpływ, jak widzimy z tablicy, hamujący. Spostrzegamy bowiem, zarówno w serii *A* jak i w serii *B*, że ilość wydzielonego jodu dochodzi do pewnego maximum, którego nie przekracza. Ustala się więc stan równowagi, w której koncentracja



Rys. 2.

Wpływ koncentracji jodu wydzielonego na przebieg utleniania *KI* i wpływ dodatku skrobi na ustalenie się równowagi.

A, B, C — jod nie zostaje usuwany przez miareczkowanie.

C_I — jod jest stale usuwany przez częste miareczkowanie (p. tabl. XXI)

jodu gra rolę decydującą. Najniższa jest ona w serii *A*, bez skrobi; w serii *B* z 0·05% skrobi jest już wyższa. Przypuszczać należy, że wpływ skrobi na ustalenie się równowagi jest tu raczej pośredni, polegający na usunięciu części jodu z roztworu. Jod, łącząc się ze skrobią, zmniejsza swą koncentrację w roztworze i wskutek tego oksydaza może prowadzić dalej utlenianie jodku potasu, aż wreszcie i w tym wypadku osiągnięta zostaje równowaga. Wydaje się prawdopodobnym, że w obydwu wypadkach (*A* i *B*) ilość jodu, znajdująca się w stanie roztworu w płynie, jest ta sama, ale w serii *B* dołącza się do tego jod zaabsorbowany przez skrobię: stąd ogólna ilość

wydzielonego jodu oznaczona przez miareczkowanie jest większa i należy się spodziewać, że będzie tem większa, im większa będzie „pojemność“ skrobi dla jodu, a więc im większa będzie koncentracja skrobi. To też w serji *C*, przy 0·20% skrobi, stan równowagi nawet po 6 dniach nie został jeszcze — jak się zdaje — osiągnięty, chociaż reakcja najwyraźniej już do niego dochodzi.

W ten sposób w serji *A* reakcja osiągnęła swój kres po 23 godzinach, przy 1·15 cm^3 wydzielonego jodu. Przez kilka dni następnych (IV, V, VI) ilość jodu utrzymuje się stale na tym samym poziomie (1·14 cm^3), później wreszcie nieco opada (do 1·02 cm^3), gdyż jod z czystego roztworu, bez skrobi, łatwo się ulatnia, a oksydaza, jak zobaczymy zaraz, ulega w ciągu tego czasu bardzo znacznemu osłabieniu i nie jest w stanie ulotnionego jodu dosyć szybko zastąpić przez utlenianie dalszych ilości jodku potasu. W serji *B*, przy dodatku 0·05% skrobi, równowaga osiągnięta została dopiero po 41·5 godzinach; w ciągu tego czasu wydzielone zostało 1·42—1·44 $cm^3 \frac{1}{100} n$ jodu. Natomiast w serji *C*, przy dodatku 0·20% skrobi, mimo pewnych wahań, pochodzących z błędów doświadczenia, reakcja, aczkolwiek bardzo powoli, postępuje ciągle naprzód i nie wiadomo, czy ilość 2·48 cm^3 jodu wydzielonego w ciągu 134 godzin stanowi już kres tej reakcji i oznacza stan równowagi.

Porównanie przebiegu tych reakcji w obecności nagromadzającego się i nieusuwanego jodu z reakcją w probówkach I serji *B* i *C*, gdzie jod wydzielony co jakiś czas usuwano, wykazuje, że w tym wypadku reakcja nie zmierza do stanu równowagi, ale postępuje stale, energicznie naprzód. (Krzywa *C*, na rys. 2). Wprawdzie i tutaj reakcja dochodzi do pewnej ostatecznej granicy, przedstawionej przez całkowitą ilość wydzielonego jodu w ciągu całego czasu trwania reakcji aż do chwili, gdy jod przestaje się wydziełać, ale granica ta nie jest wyrazem stanu równowagi, lecz raczej inaktywacji czy zniszczenia samego enzymu.

W chwili, gdy reakcja w obecności jodu dojdzie do stanu równowagi, w płynie nie zachodzą żadne dalsze zmiany, które możnaby zmierzyć, wyjąwszy zmianę w samej oksydazie. Ta mianowicie ulega powolnemu zniszczeniu wskutek kontaktu z jodem przez czas dłuższy. Wynika to z ostatniej kolumny poziomej liczb w każdej z trzech serji *A*, *B*, *C*. Zauważono mianowicie, że w każdej probówce po oznaczeniu w niej jodu utlenienie jodku potasu odbywa się dalej, jak zresztą zawsze, ale tem słabiej, im później dana

próbówka poddana była miareczkowaniu, tj. im dłużej oksydaza pozostawała tam w kontakcie z jodem. Ilość tego powtórnie wydzielonego jodu oznaczano więc po 130 godzinach od chwili ostatniego (i pierwszego zarazem) miareczkowania w każdej oddzielnej próbce. Jak z tablicy XVI widać, ilość ta — będąca miarą czynności utleniającej enzymu — jest tem mniejsza, im dłużej dana próbka stała z wydzielonym jodem, jak również im mniej dodane było skrobi. Najmniejsze są te liczby w serji A (bez skrobi), gdzie więc oksydaza najsilniej została uszkodzona. Skrobia działa zatem ochronnie na oksydazę, oczywiście w sposób pośredni, przez zmniejszenie koncentracji rozpuszczonego jodu. Jod zaś działa szkodliwie, ale bez porównania słabiej, niż np. woda utleniona.

Doświadczenie 16. W doświadczeniu tem chodziło o jeszcze nieco dokładniejsze zbadanie wpływu koncentracji skrobi, jak i częstości okresów miareczkowania na całkowity przebieg krzywej wydzielania jodu. Doświadczenie przeprowadzono w sposób taki, jak wszystkie dotychczasowe, tj. miareczkując wydzielający się jod co jakiś odstęp czasu. Zastosowano 5 serji o różnej koncentracji skrobi od 0.04% do 0.60%. Pozatem w każdej serji poddawano jedną kolbkę (a) częstym miareczkowaniom, w drugiej zaś (b) miareczkowano jod w długich odstępach czasu, mniej więcej co 120 godzin. W tablicy XVII podana jest w każdym momencie (t) całkowita ilość jodu, jaka została wydzielona od początku doświadczenia aż do danej chwili. Pojedyncze przyrosty, odpowiadające każdemu poszczególnemu miareczkowaniu, nie są uwidocznione w tablicy, ale otrzymać je można łatwo, odejmując od danej liczby cm^3 jodu liczbę odpowiadającą poprzedniemu oznaczeniu, w czasie bezpośrednio wcześniejszym (tablica XVII str. 90).

Cyfry powyższe, zawarte w tablicy XVII, jak również wykresy krzywych na rys. 3 prowadzą do następujących wniosków: odnośnie do wpływu częstości miareczkowania, widzimy z porównania kolumn a i b , że przez częste miareczkowanie podnosi się znacznie ilość wydzielonego jodu. Różnica jest wybitniejsza przy niższej koncentracji skrobi, niż przy wyższej. Wyjaśnia się to bardzo prosto: przy rzadkich bardzo miareczkowaniach, jak np. co 120 godzin (=5 dni) nagromadza się dużo jodu, który — nie zostając usunięty — wywiera swój wpływ hamujący na reakcję; przy częstym zaś miareczkowaniu jod wydzielony odgrywa już bardzo małą rolę, gdyż w krótkim czasie nie nagromadza się go zbyt wiele. Otóż

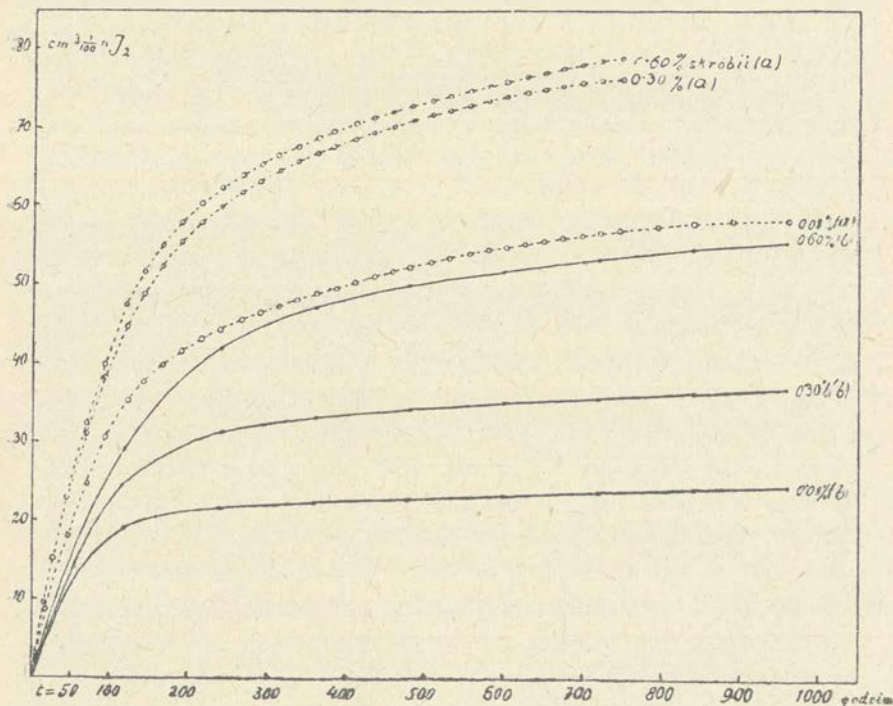
TABLICA XVII.

Wpływ koncentracji skrobi i częstości miareczkowania na reakcję jodową.
40 cm³ płynu. — 0.6% *KJ*. — W kolumnie *a* miareczkowania są częste,
w kolumnie *b* tylko co 120 godzin.

Czas trwania reakcji <i>t</i> (godzin)	0.04% skrobi		0.08% skrobi		0.16% skrobi		0.30% skrobi		0.60% skrobi	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0.66	0.53		0.59		0.60		0.58		0.60	
3.00	2.37		2.34		2.41		2.58		2.69	
17	7.82		8.70		9.04		9.61		9.17	
27	11.63		12.74		14.18		15.54		14.94	
46	17.03		17.99		20.36		23.01		23.03	
70	23.43		24.80		27.56		31.00		32.35	
94	28.29		30.55		34.09		38.17		39.89	
118	—	18.56	—	19.13	—	20.78	—	24.83	—	29.35
122.3	31.90		35.13		39.70		44.67		47.49	
143	33.91		37.81		43.21		48.88		51.68	
166	35.40		39.77		46.30		52.33		55.08	
191.5	36.88		41.59		48.85		55.48		58.08	
215	38.08		43.14		51.03		57.95		60.45	
239.5	39.08		44.42		52.85		59.98		62.32	
240	—	20.60	—	21.89	—	24.76	—	31.34	—	42.12
266	40.04		45.61		54.54		61.79		64.02	
290.5	40.89		46.58		55.94		63.35		65.46	
314	41.66		47.48		57.12		64.65		66.68	
337.6	42.35		48.22		58.19		65.80		67.78	
362	42.99	21.20	48.98	22.66	59.09	25.82	66.82	33.33	68.76	47.42
386	43.69		49.77		60.03		67.81		69.84	
410	44.32		50.46		60.91		68.63		70.72	
434	45.01		51.17		61.71		69.48		71.47	
458	45.54		51.83		62.44		70.27		72.21	
482	46.11	21.54	52.44	23.26	63.18	26.47	71.06	34.38	73.00	50.07
506.5	46.64		53.06		63.84		71.80		73.71	
530.4	47.06		53.55		64.44		72.40		74.31	
554	47.51		54.06		65.02		73.00		74.90	
578	47.92		54.54		65.62		73.61		75.49	
601	48.28	21.79	54.95	23.61	66.16	26.93	74.17	35.12	76.10	51.91
626	48.65		55.38		66.67		74.72		76.65	
650.5	48.95		55.75		67.17		75.22		77.17	
673.7	49.18		56.09		67.53		75.51		77.61	
697.7	49.47		56.40		67.93		75.91		78.11	
721.5	49.72		56.71		68.32		76.23		78.56	
721.6	—	22.04	—	23.94	—	27.33	—	35.80	—	53.40
746.3	49.93		57.00		68.64		76.32		79.02	
794.7	50.35		57.50		69.32		76.38		79.78	
841	50.70	22.26	57.93	24.22	69.92	27.70	1)	36.30	80.58	54.60
890	50.99		58.19		70.12		—		81.28	
961.3	51.35	22.42	58.30	24.44	71.15	27.96	—	36.73	82.18	55.43

1) Po 841 godzinach reakcji płyn zawierający 0.30% skrobi uległ zakazeniu i zmętniał, a równocześnie jod przestał się wydzielać. — We wszystkich innych jod wydzielał się dalej — nawet po upływie 961 godzin, zaznaczonych w tablicy.

skrobia, absorbując część jodu i zmniejszając przez to jego działanie hamujące, wywiera swój wpływ w sposób widoczny tam, gdzie działanie wolnego jodu byłoby bardziej wybitne, tj. przy długich okresach miareczkowania (*b*). Przy częstem natomiast miareczkowaniu wpływ jodu wydzielonego schodzi na drugi plan, a tem samem i dodatek skrobi nie może już wydatniej reakcji poprawić. Gdyby bowiem miareczkowania odbywały się bardzo często, tak,



Rys. 3.

Wpływ koncentracji skrobi (0.08—0.6%) i wpływ częstości miareczkowania na przebieg wydzielania jodu (tablica XVII).

że każda ilość jodu, zaraz jak tylko się wydzieli, zostawałaby usunięta, to skrobia nie miałaby zgoła żadnego wpływu na reakcję, chyba, że wywiera ona jeszcze specyficzny wpływ ochronny na sam enzym. To też z tablicy XVII widzimy, że wpływ 15-krotnego podwyższenia koncentracji skrobi (z 0.04% na 0.60%) przy długich okresach miareczkowania (*b*) wyraża się podwyższeniem ilości wydzielonego jodu z 22.42 cm^3 na 55.43 cm^3 , tj. o 147%, zaś przy

częstych miareczkowaniach (*a*) już przy 0.04% osiągnięto przez sam fakt częstego usuwania jodu to samo, co w grupie *b* przez dodanie 0.60% skrobi, tj. wydzielenie się 51.35 cm^3 jodu; przez 15-krotne podniesienie koncentracji skrobi uzyskano zaś wydzielenie się 82.18 cm^3 jodu, tj. tylko o 60% więcej. Widzimy to jeszcze wyraźniej przy porównaniu krzywych *a* dla 0.30% i 0.60% skrobi (rys. 3) z odpowiednimi krzywymi *b*. Krzywe *a* prawie się już nie różnią między sobą, podczas gdy krzywe *b*, gdzie wydzielony jod gra jeszcze dużą rolę, różnią się z sobą bardzo znacznie, zależnie od procentu skrobi.

Możemy więc z pewnem prawdopodobieństwem powiedzieć, że w zależności od częstości miareczkowania jodu mamy dwa graniczne przypadki: jeden, gdy jodu wcale się nie usuwa, aż dopiero na końcu, w chwili oznaczania — wtedy reakcja dochodzi do pewnego stanu równowagi i zatrzymuje się na tem stadium. Wypadek ten opisany został w doświadczeniu poprzednim (tablica XVI). O postępie reakcji decyduje wtedy koncentracja nagromadzonego jodu, a w związku z tem — koncentracja dodanej skrobi. Drugi zaś krańcowy wypadek zachodzi przy bardzo częstych miareczkowaniach, tak, że wpływ wydzielonego jodu zostaje niemal usunięty, a w wypadku granicznym byłby usunięty zupełnie. Wtedy o przebiegu reakcji decyduje wyłącznie tylko czynność utleniająca oksydazy — i krzywa reakcji jest równocześnie wyrazem prawa działalności tego enzymu. Powiększając częstość kolejnych miareczkowań i zmniejszając coraz to bardziej wpływ jodu, zbliżamy się do tego drugiego granicznego przypadku, któremu odpowiadać będzie pewna definitywna krzywa. Nie ulega wątpliwości, że w wypadku krzywych *a* dla 0.30% i 0.60% skrobi (rys. 3) najbardziej przybliżyliśmy się do tej granicy.

Wynikają z tego ważne wnioski, dotyczące naszych poprzednich doświadczeń oraz krzywych, których prawidłowość wydawała się nam dziwną. Otóż w doświadczeniach tych kolejne miareczkowania jodu, szczególnie z początku, gdy wydzielanie jodu jest najsilniejsze, dokonywane były bardzo często, znacznie częściej, niż tutaj w kolbках *a*, tak, że zbliżyliśmy się tam zawsze do opisanego wyżej drugiego granicznego przypadku, gdy wpływ jodu maleje, a na pierwszy plan wybija się czynność utleniająca oksydazy. Dlatego możliwem było stwierdzenie, że działalność tego enzymu odbywa się zgodnie z regułą Schütza.

Robiąc poprzednie doświadczenia nie wiedziałem jeszcze, że dodatek skrobi wywiera także wpływ na reakcję i dlatego nie oznaczałem koncentracji dodanej skrobi. Wynosiła ona jednak zwykle około 0·10%. Natomiast zawsze we wszystkich równoległych kolbkach koncentracja ta była jednaka, gdyż dodawałem zawsze skrobię w postaci roztworu w równej ilości cm^3 do każdej kolbki.

Wreszcie warto podnieść z wyników ostatniego doświadczenia jeszcze jeden szczegół. Oto cyfry uzyskane, przedstawione w tabl. XVII są rekordowe: 40 cm^3 płynu reagującego (zawierającego 32 cm^3 płynu kropidlakowego) wydzielilo przy 0·6% skrobi 82·18 cm^3 $\frac{1}{100}$ n jodu. Odpowiada to na 100 cm^3 płynu kropidlakowego 326·4 mg jodu, podczas gdy w postaci jodka potasu (0·6%) 100 cm^3 płynu zawierało 458·5 mg jodu. Gdyby nie to, że przez miareczkowanie jod wydzielony zamieniany bywał z powrotem na jodek, to utlenianiu uległoby przeszło $\frac{3}{4}$ obecnej ilości jodku potasu. Aby wydzielic 326·4 mg jodu, musiałby płyn pierwotny zawierać 43·7 mg H_2O_2 w 100 cm^3 (= 0·044% H_2O_2), co przewyższa kilkadziesiątkrotnie ilość nadtlenców, znajdujących się rzeczywiście w płynie na początku doświadczenia. Cała tak znaczna ilość nadtlenu została więc wyprodukowana przez oksydazę w ciągu doświadczenia. Jeżeli zważymy, że ilość oksydazy, wydzielonej przez kilka, a najwyżej kilkanaście miligramów grzybni (suchej masy) w ciągu paru godzin musi być niesłychanie drobna, to dojdziemy do przekonania, że oksydaza z płynu pożywczego kropidlaka jest jednym z najczynniejszych enzymów, o niezwykle silnych własnościach katalitycznych.

IV.

Oksydaza jodkowa jako czysta oksigenaza. Synteza lakkazy z oksydazy kropidlaka i z peroksydazy.

Ciało wywołujące reakcję jodową w płynie odsączonym od bardzo młodej grzybni kropidlaka nazywaliśmy dotychczas, idąc za Raciborskim, „oksydazą jodkową“. Z badań Raciborskiego, jak również i z naszych wyżej opisanych wynika, że ciało to nie da się zidentyfikować z żadnym ze znanych enzymów utleniających, jest więc ciałem zupełnie nowem, o nowych własnościach.

Jak doświadczenia wykazały, ciało to utlenia jodek potasu za pomocą grupy nadtlencowej, jak np. $R \begin{matrix} \diagup O \\ | \\ \diagdown O \end{matrix}$, której obecność stwier-

dzić można bezpośrednio odczynnikami tytanowym. Okazało się przytem, że koncentracja tego nadtlenu — jak zresztą niewątpliwie i samej oksydazy — jest niezmiernie drobna, wystarczająca zaledwie do wydzielenia bardzo małej ilości jodu. Mimo to jednak po wydzieleniu tej ilości jodu reakcja nie zatrzymuje się, ale trwa nadal przez czas bardzo długi, tak, że ostatecznie ilości jodu wydzielonego w ciągu całego okresu trwania reakcji mogą być olbrzymie. Do podtrzymania tej reakcji potrzeba jednak ustawicznego dopływu tlenu z powietrza. Widać więc z tego, że grupa nadtlencowa, zużyta w ciągu reakcji, zostaje z powrotem odtworzona kosztem pobranego tlenu i utlenia znowu dalsze ilości jodku potasu. Ostatecznie więc jodek potasu utleniany zostaje kosztem tlenu atmosferycznego, a oksydaza działa tu jako przenośnik tlenu i katalizator. Nadtlenuki są tylko produktem przejściowym przy tej katalizie, ale przez to samo, że reagują bezpośrednio z jodkiem potasu, nadają one całej reakcji specyficzny charakter i właściwości. Odbija się to w szczególności na wpływie koncentracji jonów wodorowych na przebieg tej reakcji.

Proces utleniania jodku potasu przez płyn oksydazowy kropidlaka jest ciągły i bardzo długotrwały. Przerwać go jednak można każdej chwili — i to bezpowrotnie — przez ogrzanie płynu do temperatury 90—100°, przez dodanie trucizn, lub działanie silniejszych kwasów. Wykazał to już Raciborski. Ta ogromna wrażliwość na pewne wpływy zewnętrzne tak charakterystyczna dla oksydaz i enzymów wogóle wskazuje nam, że i w tym wypadku mamy do czynienia z ciałem natury enzymatycznej. Nasze doświadczenia nie tylko potwierdziły w zupełności powyższe obserwacje Raciborskiego, ale dodały do nich jeszcze fakt niesłychanej wrażliwości tego ciała na dodatek wody utlenionej, która nawet w bardzo niskiej koncentracji niszczy go bezpowrotnie. Wreszcie badania nad kinetyką reakcji jodowej wykazały stosowanie się jej do reguły Schütza, przynajmniej w pierwszym przybliżeniu.

Zestawiwszy w ten sposób cechy charakterystyczne „oksydazy jodkowej“ spostrzegamy, że ciało tego rodzaju odpowiada naj-

zupełniej definicji hypotetycznej „oksygenazy“ Bacha i Chodat'a. Istotnie oksygenaza według tych autorów¹⁾ jest ciałem natury enzymatycznej, które przyłącza tlen molekularny tworząc z nim nadtlenek i w miarę, jak nadtlenek ten zużywa się w ciągu reakcji utlenienia, oksygenaza regeneruje go na nowo, kosztem nowych ilości wolnego tlenu. Oksygenaza więc, podobnie jak „oksydaza jodkowa“, spełnia w procesie utleniania rolę przenośnika tlenu i katalizatora. Najważniejszą reakcją, jaką może ona sama wywołać, jest reakcja jodowa z jodkiem potasu, podobnie jak i w naszym wypadku.

W obecności peroksydazy oksygenaza utlenia jednakże gwajak i polifenole, wymienione i scharakteryzowane we wstępie niniejszej pracy. Jeżeli nasze określenie „oksygenazy jodkowej“ kropidlaka jako czystej oksygenazy jest słuszne, to i ona powinna się dać aktywować przez jakąkolwiek peroksydazę i utleniać wtedy gwajak, pyrogallol i t. d. Gdyby się to udało, to system: oksygenaza + peroksydaza — dałby nam sztuczną oksydazę typu lakkazy, stworzoną syntetycznie z dwóch odrębnych składników, a tem samem otrzymalibyśmy, zupełnie niespodziewanie, silny argument na poparcie teorii Bacha i Chodata, tak bardzo obecnie zwalczanej.

Jako peroksydazy użyto do pierwszych doświadczeń próbnych wyciągu glicerynowego z ziemniaka. Kropla tego wyciągu dawała z emulsją gwajakową i wodą utlenioną piękną niebieską reakcję na peroksydazę, z samą zaś emulsją gwajakową bez dodania wody utlenionej nie było zabarwienia żadnego. Wyciąg zawierał więc wyłącznie peroksydazę.

Doświadczenie 17. Peroksydazę powyższą dodawano do płynu oksydazowego kropidlaka i badano, czy będzie on wtedy utleniał gwajak, pyrogallol i hydrochinon tak, jakby to czyniła lakkaza. Dla porównania badano utlenianie tych ciał przez sam płyn kropidlakowy bez dodatku peroksydazy, jak i przez wyciąg peroksydazy sam i z dodatkiem nadtlenu. Jako nadtlenu używano w tym wypadku nie wody utlenionej, lecz kilku kropel olejku terpentynowego ozonizowanego. Mieszanina reagująca posiadała zawsze objętość 40 cm^3 , w tem 32 cm^3 płynu kropidlakowego, 6 cm^3 emulsji gwajakowej, pyrogallolu (6%-ego) lub hydrochinonu i 2 cm^3

¹⁾ R. Chodat u. A. Bach, Berichte d. d. chem. Gesellschaft Bd. 36, 1903, str. 606.

wyciągu glicerynowego peroksydazy. Gdy płynu kropidlakowego nie dodawano, wprowadzano 32 cm^3 wody, aby peroksydazę i inne składniki doprowadzić zawsze do tego samego rozcieńczenia. Z tego samego powodu do wszystkich kolbek, które miały nie zawierać peroksydazy, dodawano po 2 cm^3 czystej gliceryny.

TABLICA XVIII.
Reakcja oksydazowa w 40 cm^3 płynu.

	+ Gwajak	+ Pyrogallol	+ Hydrochinon
I Peroksydaza z ziemniaka (sama, bez nad- tlenków) (+ 32 cm^3 wody)	t_0^1) — żadnej reakcji	— żadnej reakcji	— Roztwór bardzo blado żółtawy
	t_{12} — " "	" "	— dtto
	t_{36} — " "	" "	— dtto
II Peroksydaza + natlenki z ter- pentyny (+ 32 cm^3 wody)	t_0 +++ niebieskie zabarwienie wy- stąpiło natych- miast	— +++ Płyn pociem- niał	— + Płyn znacznie ciemniejszy niż z samą perok- sydazą
	t_{12} —	+++ dtto	+ dtto
	t_{36} —	+++ dtto	+ dtto
III Płyn kropidlako- wy (sam, 32 cm^3) (+ 2 cm^3 glic- eryny)	t_0 — żadnej reakcji	— Bez zmiany	— nic
	t_{12} — (+ ?)	+++ Płyn ciem- niejszy niż z per- oksydazą + nad- tlenki	+ Płyn blado za- barwiony czer- wonawo-żółty
	t_{36} — żadnej reakcji	+++ dtto	+ dtto
IV Płyn kropidlako- wy (32 cm^3) + + peroksydaza z ziemniaka (2 cm^3)	t_0 +++ silne nie- bieskie zabarwie- nie — natych- miastowe	+ Płyn jasno-żółty ++++ Płyn ciek- my, czerwono- pomarańczowy	+ Płyn ciemnie- szybko +++ Płyn coraz ciemniejszy, ale osadu do końca niema
	t_{12} +++	— osad purpurogal- liny	
	t_{36} +++		

Wobec wielkiego rozcieńczenia płynu i wielkiej jego objętości, dodatek nadtlenków w formie olejku terpentynowego okazał się za mały, tak, że reakcje oznaczone w szeregu II (Peroksydaza + nadtlenek) wypadły za słabo, szczególnie z pyrogallem i hydro-

¹⁾ t_0 , t_{12} , t_{36} oznaczają czas obserwacji, a mianowicie: t_0 — natychmiast po dodaniu fenolu czy gwajaku; t_{12} po 12 godzinach; t_{36} — po 36 godzinach.

chiionem. Nawet sam płyn kropidlakowy utleniał te ciała nieco silniej, widocznie dzięki swoim nadtlencom, wyjąwszy tylko gwajak, z którym nigdy nie dawał zabarwienia niebieskiego. Tem silniej jednak i efektowniej wystąpiło działanie kombinacji płynu kropidlakowego (oksygenazy) z peroksydazą z ziemniaka, mimo jej ogromnego rozcieńczenia. Z gwajakiem mieszanina ta dała natychmiast intensywne niebieskie zabarwienie, silniejsze, niż dawała ta sama peroksydaza w obecności nadtlenu terpentyny ozonizowanej. Zabarwienie to było trwałe i utrzymywało się do drugiego dnia. Jeszcze większa była różnica przy utlenieniu pyrogallolu, który chociaż powoli i miarowo, to jednak utleniał się kilkakrotnie szybciej, niż w obecności nadtlenu i peroksydazy, aż wreszcie na drugi dzień dał osad purpurogalliny. Jak wiadomo z badań Willstättera i Stolla¹⁾, peroksydaza może utlenić nieograniczone (teoretycznie) ilości pyrogallolu, o ile wodę utlenioną dodawać będziemy stopniowo, kroplami, przez bardzo długi czas, ale w niezmiernie niskiej koncentracji. Wyższa koncentracja wody utlenionej niszczy bowiem zaraz peroksydazę, podobnie jak w naszym wypadku oksygenazę kropidlaka. Otóż mieszanina płynu oksydazowego kropidlaka i peroksydazy zdaje się w sposób naturalny spełniać warunki, podane przez Willstättera. W płynie kropidlakowym koncentracja nadtlenców jest bowiem minimalna, ale zato zapewniony jest stały ich dopływ dzięki działalności oksygenazy. Gdyby można stwierdzić, w jakich warunkach i przy jakiej koncentracji pyrogallol i jego produkty utlenienia są najmniej szkodliwe dla działalności oksygenazy kropidlaka, to moglibyśmy wtedy, usuwając co jakiś czas, przez odsączenie powstały osad purpurogalliny, utlenić teoretycznie nieograniczone ilości pyrogallolu zapomocą systemu: oksygenaza kropidlaka + peroksydaza. Nie ulega wątpliwości, że i tutaj koncentracja jonów wodoru grałaby ważną rolę i że dałoby się wynaleźć optymalną koncentrację jonów H^+ sprzyjającą tej reakcji. W naszym wypadku zestawiono koncentracje oksygenazy, peroksydazy i pyrogallolu zupełnie przypadkowo i kombinacja ta okazała się dosyć korzystną, gdyż reakcja utlenienia odbywała się miarowo przez cały szereg godzin i doprowadziła do purpurogalliny. Z pewnością jednak kombinacja ta jeszcze nie była najlepszą z możliwych

¹⁾ K. Willstätter u. A. Stoll, Über Peroxydase. Liebig's Ann. der Chemie, Bd. 416, 1918, str. 21—64.

kombinacji. Te same uwagi odnoszą się do utlenienia hydrochinonu, które odbywało się energiczniej, niż z peroksydazą + H_2O_2 lub w płynie kropidlakowym bez peroksydazy, ale nie doprowadziło do wytworzenia się kryształków chinhydronu.

Wynik niniejszego doświadczenia nie pozostawia więc już żadnej wątpliwości, że w płynie kropidlakowym znajduje się oksygenaza. W doświadczeniu następnem rozszerzono te badania na większą ilość ciał, mających ulegać utlenianiu, zmieniono stosunki ilościowe reagujących składników, szczególnie na niekorzyść płynu kropidlakowego, który w poprzednim doświadczeniu okazał się aż nadto silnym i wreszcie zamiast ekstraktu z ziemniaka zastosowano względnie czystą peroksydazę, wyciągniętą z ziemniaka według przepisu p. Wheldale Onslow¹⁾. Metoda ta polega na tem, że kawałki ziemniaka, obranego z łupiny i pokrajanego wrzuca się do 96% alkoholu, znajdującego się w moździerzu porcelanowym i rozciera się pod alkoholem na miazgę. Powstałą w ten sposób białą masę, wyługowaną już alkoholem, odsącza się i wyciąga z kolei wodą. Do wody przechodzi silny roztwór peroksydazy, pozbawionej zupełnie oksydzazy. Peroksydaza ta dawała w obecności wody utlenionej bardzo silne charakterystyczne reakcje z gwajakiem i t. p.

Doświadczenie 18. Doświadczenie przeprowadzono w probówkach, z małą ilością płynu (5—6 cm^3) — i badano czynność utleniającą płynu kropidlakowego samego (oksygenazy, „Oxg“) lub z dodatkiem peroksydazy („Oxg“ + „Perox“). W doświadczeniach z peroksydazą używano po 2 cm^3 opisanego wyżej roztworu peroksydazy z ziemniaka + 3 cm^3 płynu kropidlakowego, w doświadczeniach bez peroksydazy 4 cm^3 płynu kropidlakowego + 1 cm^3 wody. Pyrogallolu i pyrokatechiny dodawano po 0.5 cm^3 10% roztworów, jodku potasu ze skrobią po 1 cm^3 2% *KJ*, gwajaku i gwajakolu po kropli roztworu alkoholowego. Objętości nie były więc zawsze ściśle równe. W roztworze było o wiele więcej peroksydazy, niż w doświadczeniu poprzednim, a mniej stosunkowo oksygenazy. Wyniki zestawione są w tablicy XIX.

Wyniki niniejszego doświadczenia wypadły zgodnie z poprzednim. Oksygenaza kropidlaka + peroksydaza zachowuje się w zupełności jak lakkaza: utlenia momentalnie gwajak i gwajakol, wywiera silne

¹⁾ M. Wheldale Onslow, *Practical Plant Biochemistry*, Cambridge University Press 1920, str. 107—115.

TABLICA XIX.

Reakcja czystszej oksigenazy (ⁿOxg.⁴) kropidlaka i tejże oksigenazy \pm peroksydaza (^pPerox.⁴) z ziemniaka.

	Gwajak		Gwajakol		Pyrogallol		Pyrokatechina		K.J. — 0.4% i skrobia	
	Oxg.	Oxg. \pm Perox.	Oxg.	Oxg. \pm Perox.	Oxg.	Oxg. \pm Perox.	Oxg.	Oxg. \pm Perox.	Oxg.	Oxg. \pm Perox.
1. Reakcja w ciągu pierwszych kilku minut	nic	+++ natychmiast niebieszczejse	nic	natychmiast ciemnieje	nic	natychmiast barwia się na żółto	nic	natychmiast barwia się na żółto	po 5 min. +	po 5 min. — po 20 " — (reakcja ujemna)
2. Po 2 godzinach	nic	++++ intensywnie niebieskie zabarwienie	nic	++ żółto-czerwony	plyn b. blad-żółty	żółty	nie	czerwono-nawo-żółty	++ zabarwienie skrobi ciemno-niebieskie	+ zabarwienie bladofioletowe
3. Po 15 godzinach	nic	"	plyn blad-żółty	++++ wiskniowoczerwony, na dnie osad mętny ciemnowiskniowy	plyn brązowo-żółtawy, b. blade	ciemno-żółty	plyn brązowo-żółtawy, b. blade	czerwono-brązowy	++++ zabarwienie prawie czarne, b. dużo jodu!	+ plyn mętny, niebieskawy, ślady jodu!

działanie utleniające na pyrokatechinę, pyrogallol natomiast utlenia bardzo słabo. Widocznie więc ta nowa kombinacja stosunkowej koncentracji peroksydazy i oksigenazy jest już znacznie mniej korzystna dla utleniania pyrogallolu, niż poprzednia. Wydaje się, jak gdyby w tych warunkach oksigenaza nie działała już dość sprawnie. Najciekawszy jednak rezultat dało doświadczenie z jodkiem potasu. Zgodnie z doświadczeniami Bacha¹⁾, należało się spodziewać znacznego powiększenia się ilości wydzielonego jodu przez dodanie peroksydazy do płynu kropidlakowego; peroksydaza bowiem, jak autor ten stwierdził, przyspiesza również bardzo silnie reakcję nadtlenków z jodkiem potasu, tak samo jak z polifenolami. Tutaj zaś widzimy, że peroksydaza przyspiesza istotnie utlenianie różnych polifenoli przez nadtlutki oksigenazy, ale, zdawałoby się, że utlenianie jodku potasu hamuje zupełnie. Wypadek analogiczny opisuje też sam Bach w cytowanej powyżej pracy (str. 3787). Posiadał on trzy preparaty peroksydazy: z chrzanu, z kłączy irysa i z młodych szparagów. Wszystkie trzy działały bardzo energicznie i zupełnie jednakowo na pyrogallol, utleniając go w obecności H_2O_2 na purpurogallinę. Gdy je jednak dodawał do mieszaniny jodowodoru ($KJ + CH_3COOH$) z wodą utlenioną, okazało się, że peroksydaza z chrzanu przyspieszała bardzo znacznie reakcję wydzielania się jodu, zaś obydwie inne preparaty peroksydazowe okazały się zupełnie nieczynne. Zachowanie się naszej peroksydazy z ziemniaka było podobne, z tą jeszcze ważną różnicą, że wydzielanie jodu nie tylko nie zostało przyspieszone, ale wyraźnie zahamowane. Może być, że tak, jak to Bach obserwował na niektórych preparatach oksydaz, wydzielony jod ulega tu częściowo redukcji. Jakkolwiek się rzecz ma, to jedno jest pewne, że kombinacja oksigenazy kropidlaka z peroksydazą ziemniaka posiada bardzo słabą zdolność wydzielania jodu z jodku potasu. O naszej sztucznej „lakkazie“, gdybyśmy jej składników nie znali, musielibyśmy powiedzieć, że utlenia ona silnie gwajak i polifenole, ale bardzo słabo jodek potasu, że więc zawiera bardzo słabą oksigenazę. Jest zaś zupełnie przeciwnie.

Otóż tak właśnie mówi się o większości naturalnych oksydaz, wyciśniętych z tkanek, n. p. o oksydazie (nie peroksydazie) z ziem-

¹⁾ A. Bach u. R. Chodat, *Geschwindigkeit der Peroxydase-Reaktion*. Ber. d. chem. Ges. Bd. 37, str. 2434.

A. Bach, *Über die Wirkungsweise der Peroxydase bei der Reaktion zwischen Hydroperoxyd und Jodwasserstoffsäure*. Ber. d. d. ch. Ges. Bd. 37, 1904, str. 3786.

niaka. Że ziemniak zawiera oksydazę, to wiadomo powszechnie, gdyż świeży przekrój bulwy barwi się z gwajakiem intensywnie niebiesko. Co więcej, kropla roztworu *KJ*, puszczone na skrawek z tkanki ziemniaka pod mikroskopem, wywołuje po chwili piękne niebieskie zabarwienie skrobi, znajdującej się w komórkach. Wewnątrz komórek znajduje się więc oksydaza, a nawet oksigenaza, która utlenia przenikający do środka jodek potasu i wydziela jod. *Bach* i *Chodat* uważali to wręcz za dowód istnienia nadtlenu — a więc i oksigenazy — w komórkach żywych ¹⁾. Tymczasem sok, wyciśnięty z ziemniaka, posiada zaledwie że widoczną zdolność wydzielania jodu z jodku potasu, natomiast całkiem wyraźnie reaguje z gwajakiem lub polifenolami. Nie inaczej zachowuje się sok z *Lathraea squamaria*, który traci nadzwyczaj szybko zdolność do wydzielania jodu z *KJ*, podczas gdy w tkankach nienaruszonych proces ten bardzo intensywnie się odbywa. Ta nieuchwytność oksigenazy była, jak już wspominaliśmy, powodem do podnoszenia licznych wątpliwości i zarzutów. W naszym wypadku wiemy doskonale, że płyn kropidlakowy zawiera oksigenazę i posiada zdolność do bardzo energicznego i długotrwałego wydzielania jodu, a jednak po dodaniu peroksydazy z ziemniaka nie spostrzegamy z tych właściwości prawie ani śladu. Z peroksydazą ziemniaka wprowadzone więc zostały jakieś substancje hamujące reakcje jodową oksigenazy kropidlaka, jakieś „inhibitory“, jak je obecnie nazywają ²⁾.

To samo dzieje się przy wyciskaniu oksydaz wraz z sokiem z roztartych tkanek; oksydaza, która w protoplazmie czy w soku komórkowym znajdowała się wśród warunków, najodpowiedniejszych dla jej działania i regulowanych ściśle przez czynność żywej komórki, po wyciśnięciu dostaje się nagle do roztworu, powstałego ze zmieszania się najrozmaitszych składników roztartych komórek i tkanek, i to składników, z których niejedne mogą być nawet całkiem szkodliwe dla jej działania. Stąd niesłychana trudność badania oksydaz w wyciśniętych sokach lub w wyciągach wodnych. Enzym dostaje się wtedy w środowisko nieodpowiednie, odbiegające zawsze mniej lub więcej od warunków naturalnych. Dodajmy do

¹⁾ R. Chodat et A. Bach, Recherches sur les ferments oxydants, Archives d. Sc. phys. et nat. IV période, T. XVII. 1904.

²⁾ W. P. G. Atkins, Some recent researches in Plant Physiology, London 1916, str. 227—232.

tego, że oksigenaza, jak to wyżej widzieliśmy, jest niesłychanie wrażliwa na bardzo drobne wpływy zewnętrzne, a zrozumiemy, że badanie jej, a zwłaszcza wyosobnienie z naturalnego roztworu oksydazy, natrafić musi na największe trudności.

Nieudanie się reakcji jodowej w obecności peroksydazy z ziemniaka nie było więc bez korzyści, gdyż dostarczyło nowego przyczynku do znajomości warunków działania oksydaz, o ile je pojmujemy jako system złożony z oksigenazy i peroksydazy. Jednakże wspomniane wyżej badania Bacha pozwalały mieć nadzieję, że jeżeli nie udało się przyspieszyć katalitycznie reakcji jodowej zapomocą peroksydazy z ziemniaka — podobnie jak jemu nie udało się to z peroksydazą z irysa i ze szparagów — to może się to udać z peroksydazą z chrzanu, która w jego doświadczeniu dała wyniki dodatnie.

Doświadczenie 19. Peroksydazę z chrzanu wyciągnięto metodą Bacha-Chodata, a więc po wylugowaniu roztartej miazgi chrzanu alkoholem 96% — dodano alkoholu 40%, który już rozpuszcza peroksydazę. Jednakże otrzymany w ten sposób preparat, strącony zuwątym mocnym alkoholem i odczyszczony — był bardzo słaby. Zrobiono jednak jeszcze jeden wyciąg alkoholem 20%, który zawierał bardzo silny roztwór peroksydazy; 100 cm³ tego wyciągu zagęszczono przez destylację w próżni w temperaturze 40° do $\frac{1}{3}$ objętości, przy czem alkohol zupełnie odparował. Tego roztworu używano wprost do doświadczenia — bez strącenia peroksydazy alkoholem. Doświadczenie zrobiono porównawczo: do dwóch kolbek odmierzono po 40 cm³ świeżego płynu kropidlakowego i do jednej dodano 5 cm³ roztworu peroksydazy, do drugiej 5 cm³ wody, a wreszcie do obydwóch po 5 cm³ 4% *KJ* ze skrobią. Reakcja odbywała się więc w obydwu wypadkach w 50 cm³ płynu, zawierających 0.4% *KJ*. Po dodaniu jodku potasu ze skrobią płyn (*B*), zawierający peroksydazę, zaniebieszczył się momentalnie. Przebieg wydzielania jodu przedstawia tab. XX.

Rezultaty powyższe, wykreślone na podstawie kolumny 4 i 6 (i 2) przedstawione są w postaci krzywych na rys. 4.

Zarówno z tych krzywych jak i z danych tablicy XX widzimy, że peroksydaza z chrzanu nie zawiodła i w naszym wypadku. Przyspieszenie katalityczne reakcji jodowej było bardzo znaczne i wynosiło około 100%. Peroksydaza działała najsilniej z początku: w pierwszych 10 minutach oksigenaza sama (*A*) wydzieliła 0.28 cm³ $\frac{1}{100}$ *n* jodu, zaś oksigenaza + peroksydaza (*B*)

1·58 cm^3 , to jest $5\frac{1}{2}$ razy więcej; później stosunek ten zaczął się zmniejszać, ale jeszcze po 50--100 godzinach ilości jodu wydzielone w pewnym okresie w obecności peroksydazy (kolumna 5) są 2--3 razy większe, niż bez peroksydazy (kolumna 3). Ostatecznie

TABLICA XX.

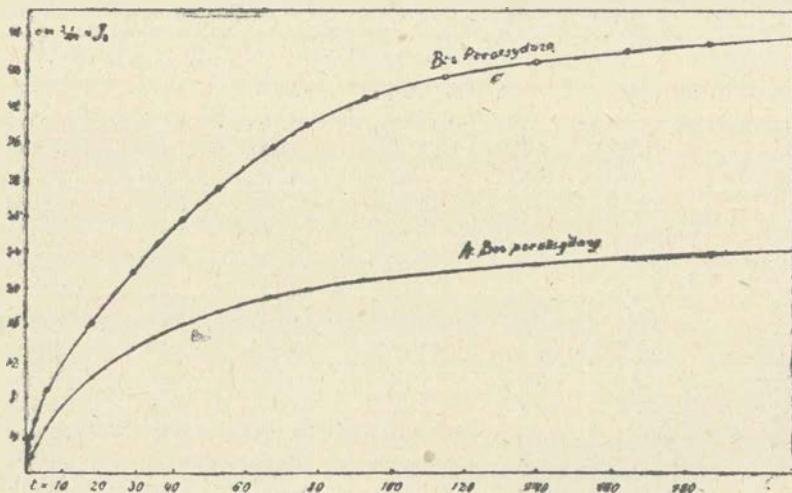
Wpływ peroksydazy z chrzanu na reakcję jodową. — 50 cm^3 płynu, 0·4% KJ.

Reakcja:		A. Bez peroksydazy		B. Z peroksydazą	
1. Okres czasu od jednego miareczkowania do następnego	2. Czas t liczony od początku doświadczenia	3. Jod wydzielony w ciągu pojedynczych okresów	4. Jod wydzielony od początku doświadczenia (suma)	5. Jod wydzielony w ciągu pojedynczych okresów	6. Jod wydzielony od początku doświadczenia (suma)
		$cm^3 \frac{t}{100} n$	$cm^3 \frac{t}{100} n$	$cm^3 \frac{t}{100} n$	$cm^3 \frac{t}{100} n$
Po pierwszych 10'	10'	0·28	0·28	1·58	1·58
" dalszych 20'	30'	0·56	0·84	0·96	2·54
" " 30'	1·0 g.	0·70	1·54	1·16	3·70
" " 90'	25 "	1·62	3·16	2·03	5·73
" " 25 g.	50 "	1·90	5·06	3·38	9·11
" " 13·2 "	18·2 "	5·04	10·10	7·26	16·37
" " 10·9 "	29·1 "	3·39	13·49	5·49	21·86
" " 13·4 "	42·5 "	2·65	16·14	5·85	27·71
" " 9·5 "	52·0 "	1·52	17·66	3·68	31·39
" " 15·0 "	67·0 "	1·55	19·21	4·30	35·69
" " 9·0 "	76·0 "	0·91	20·12	2·66	38·35
" " 16·1 "	92·1 "	1·06	21·18	2·89	41·24
" " 21·9 "	114·0 "	0·96	22·14	2·17	43·41
" " 25·0 "	139·0 "	0·74	22·88	1·55	44·96
" " 25·0 "	164·0 "	0·70	23·58	1·17	46·13
" " 22·5 "	186·0 "	0·42	24·00	0·86	46·99
" " 28·5 "	215·0 "	0·48	24·48	0·66	47·65
" " 27·0 "	242·0 "	0·52	25·00	0·70	48·35
" " 47·0 "	289·0 "	0·48	25·48	0·43	48·78
" " 42·0 "	331·0 "	0·34	25·82	0·29	49·07
" " 4 dniach	18 dni	0·42	26·24	0·24	49·31
" " 7 "	25 "	0·41	26·65	0·25	49·56

po 25 dniach reakcji wydzielilo się bez peroksydazy 26·65 $cm^3 \frac{t}{100} n$ jodu, zaś w obecności peroksydazy 49·56 cm^3 , czyli prawie dwa razy tyle. Wynik to z wielu względów interesujący. Wskazuje on, że peroksydaza zachowuje swoją zdolność katalityczną przez długi czas — rozciągający się nawet na szereg dni. Po drugie, jak

wiadomo peroksydaza jest katalizatorem przyspieszającym działanie nadtlenków (peroksydów) i stąd pochodzi jej nazwa. Jeżeli w naszym wypadku peroksydaza przyspieszała utlenianie jodku potasu przez płyn kropidlakowy w ciągu całego niemal czasu trwania reakcji, to jest to jednym dowodem więcej, że utlenianie to pochodzi od nadtlenków i że musiały się tworzyć coraz to nowych ilości.

Peroksydaza przyspiesza bezpośrednio tylko reakcję nadtlenków z jodkiem potasu, pośrednio zaś przyspiesza czynność oksygenazy, gdyż ta ostatnia regeneruje nadtenki w miarę, jak one



Rys. 4.

Wpływ peroksydazy na reakcję jodową. — Według tabl. XX.

znikają. Powiększenie tak znaczne szybkości procesu, do którego potrzeba dopływu tlenu powietrza, dowodzi, że tlen przy normalnym przebiegu reakcji nie znajduje się w minimum i nie jest czynnikiem ograniczającym. Gdyby tak bowiem było, to peroksydaza nie mogłaby przyspieszać wydzielania się jodu, gdyż regeneracja nadtlenków nie mogłaby odbywać się dosyć prędko. W tym wypadku zniebieszczenie skrobi pojawiłoby się tylko na powierzchni, ale nie w głębi płynu, gdzie tlen dostaje się tylko przez dyfuzję.

Doświadczenie 20. Korzystając z posiadania peroksydazy z chrzanu nastawiłem jeszcze dodatkowo doświadczenie z utlenieniem

pyrogallolu przez oksygenazę kropidlaka + peroksydaza z ebrzanu. Do 35 cm^3 płynu kropidlakowego dodano 5 cm^3 roztworu peroksydazy i wsypano 0.40 g pyrogallolu ($= 1\%$), który się natychmiast rozpuścił i zaczął żółknąć, a potem przeszedł w barwę pomarańczową, coraz to ciemniejszą. Po 2 dniach zaczął się tworzyć osad purpurogalliny. Po 7 dniach osad zebrano na wysuszonym i zważonym sączku i po wysuszeniu w 100° — zważono. Osadu utworzyło się 0.022 g tj. 5.5% dodanej ilości pyrogallolu. W innym doświadczeniu z użyciem peroksydazy z ziemniaka w wyciągu glicerynowym otrzymano również purpurogallinę, którą ekstrahowano przez wytrząsanie z eterem. Po ulotnieniu się eteru otrzymano typowe, pomarańczowo-czerwone kryształki purpurogalliny.

Zestawienie najważniejszych wyników.

„Oksydaza jodkowa“, odkryta przez M. Raciborskiego, wydzielana zostaje młodą przez grzybnię kropidlaka do płynu pożywczego, na którym grzybnia ta się rozwija, albo do wody destylowanej, o ile grzybnię, odsączoną we właściwym czasie od pożywki (30—50 godzin po zaszczepleniu), na niej umieścimy.

Płyn zawierający „oksydazę jodkową“ posiada zdolność utleniania jodku potasu z wydzieleniem wolnego jodu. Przebieg reakcji obserwujemy na podstawie wzmagającego się zabarwienia niebieskiego dodanej skrobi rozpuszczalnej, a w dalszym ciągu zapomocą miareczkowania wydzielonego jodu $\frac{1}{100}$ n tiosiarczanem sodu. Dodanie tiosiarczanu nie przerywa wcale reakcji, która odbywa się dalej i płyn odbarwiony znowu niebieszczeje. Ilości jodu wydzielonego w ten sposób mogą być bardzo znaczne. Tak np. w jednym z doświadczeń płyn, zawierający w 100 cm^3 0.6 g *KJ*, dzięki utlenieniu jodku potasu, wydzielił w ciągu kilkunastu dni 0.33 g jodu.

Przebieg reakcji charakteryzują krzywe na rys. 2 i 3. O ile nagromadzającego się jodu nie usuwamy, reakcja dochodzi do pewnego stanu równowagi i utlenianie *KJ* nie posuwa się dalej (rys. 2). Gdy natomiast jod wydzielony co pewien czas usuwamy przez miareczkowanie, reakcja, odbywająca się łagodnie i miarowo ale stale, trwać może całymi dniami a nawet tygodniami, doprowadzając do utlenienia ogromnych ilości jodku potasu.

Tę zdolność utleniającą płynu odsączonego od młodej grzybni zniszczyć można bezpowrotnie przez ogrzanie go do temperatury 90°—100°, przez dodanie trucizn jak: KCN, hydroksylamina, lub woda utleniona w najdrobniejszych ilościach, wreszcie przez nieco silniejsze zakwaszenie ośrodka (np. 0.01 *n* H₂SO₄). Ta nadzwyczajna wrażliwość na wpływy zewnętrzne jak i ogólny przebieg reakcji świadczy, że ciało wywołujące tutaj reakcję jodową posiada charakter enzymu.

Enzym ten nie jest jednak ani zwykłą oksydazą typu lakkazy, ani tyrozynazą, ani katalazą, co wykazał już Raciborski. Płyn kropidlakowy nie zawiera ani śladu peroksydazy; nie zawiera też chinonu, pyrokatechiny, wody utlenionej ani też kwasu azotawego w ilościach, które mogłyby wchodzić w rachubę.

Przy bliższem zbadaniu okazało się, że enzym ten jest czystą oksygenazą odpowiadającą definicji podanej przez Bacha i Chodata dla tego ciała, jako jednego z dwu enzymów, składających się na system oksydaz typu lakkazy. Stwierdzono mianowicie, że:

1. Oprócz zdolności do utleniania jodku potasu, która jest charakterystyczną cechą nadtlenków, o ile niema innych ciał, które mogłyby dać tę samą reakcję (a tutaj istotnie ich niema), płyn oksydazowy daje typową reakcję na nadtlenki z siarczanem tytanu. Reakcja ta jest zawsze pozytywna, gdy płyn posiada zdolność do utleniania jodku potasu, a znika, gdy płyn zdolność tę utraci.

2. Reakcja utleniania jodku potasu odbywa się tutaj nietylko w ośrodku lekko kwaśnym, ale także w obojętnym lub nawet słabo alkalicznym (przy $P_H = 7.2-7.6$). W tych warunkach wydzielanie jodu może pochodzić tylko od nadtlenków, natomiast nie może pochodzić od redukcji związków fenolowych przez jonowódór (J. Wolff) ani od działania kwasu azotawego (Aso), gdyż w obydwu tych wypadkach reakcja musiałaby być wyraźnie, a nawet dosyć silnie kwaśna. Oczywiście wydzielanie jodu odbywa się energiczniej w ośrodku obojętnym niż alkalicznym, energiczniej w kwaśnym, niż w obojętnym.

3. Ilość nadtlenu w płynie odsączonym, oceniona na podstawie reakcji z siarczanem tytanu i na podstawie innych danych, jest zawsze bardzo drobna, a w każdym razie wielokrotnie mniejsza, niż odpowiadałoby to stechiometrycznie ilości jodu, jaką dany płyn w ciągu dalszej reakcji jest w stanie wydzielić. Nadtlenek więc

tworzy się w płynie ustawicznie, w miarę jak drobne ilości, znajdujące się w nim, znikają w reakcji z jodkiem potasu. Ten właśnie proces tworzenia nadtlenu posiada charakter enzymatyczny. Do wytworzenia nadtlenu potrzeba ustawicznego dopływu tlenu z powietrza. Stwierdzono to wykazując, że każdorazowe odcięcie dopływu tlenu powstrzymuje dalszy postęp reakcji.

Jodek potasu utleniony zostaje więc kosztem tlenu atmosferycznego pod katalitycznym wpływem oksygenazy, która absorbuje tlen i zapomocą pośredniego stadjum nadtlenkowego przenosi go na jodek potasu. W tenże sam sposób określona została funkcja oksygenazy przez Bacha i Chodată.

4. Oksygenaza kropidlaka + peroksydaza z ziemniaka lub chrzanu dają razem system, posiadający własności utleniające oksydaz typu lakkazy. Utleniają gwajak na charakterystyczny barwik niebieski, pyrogallol na purpurogallinę i t. d.

Peroksydaza z chrzanu, dodana do płynu kropidlakowego, dającego reakcję jodową, przyspiesza bardzo znacznie tę reakcję i zwiększa ilość wydzielonego jodu (rys. 4). Odpowiada to katalitycznemu wpływowi peroksydazy na reakcję nadtlenków z jodowodorem, opisanemu przez Bacha i Chodată.

Badania histologiczne nad jelitem larwy mrówkolwa.

Napisał

Paweł Łoziński.

(Z tablicą 1).

Rzecz przedstawiona przez członka H. Hoyera na posiedzeniu Wydziału matematyczno-przyrodniczego dnia 7 listopada 1921 r.

Przewód pokarmowy larwy mrówkolwa nie był dotąd przedmiotem szczegółowych badań histologicznych. Dawniejsi autorowie, jak Reaumur, Rösel van Rosenhoff, Ramdohr, Dutrochet, Burmeister, L. Dufour, Brauer i Meinert (23) zajmowali się głównie budową anatomiczną i funkcją tego narządu, a jedynie kilka pobieżnych spostrzeżeń histologicznych, odnoszących się do jelita środkowego larwy, podał Rengel (29), opisując odnowę nabłonka jelitowego w okresie przepoczwarzania się larwy w owad dojrzały. Doflein w swej monografji o mrówkolwie, wydanej przed kilku laty (5), narządem trawienia larwy zajmuje się bardzo pobieżnie, a odnośnie do budowy histologicznej jelita przytacza spostrzeżenia poprzednich autorów, zwłaszcza Meinerta i Rengla.

Dotychczasowy brak dokładniejszych wiadomości o budowie histologicznej przewodu pokarmowego larwy mrówkolwa skłonił mię do podjęcia własnych badań w tym kierunku, a badania te ułatwiło mi w znacznej mierze posiadanie nader obfitego materiału histologicznego, nagromadzonego do poprzednich moich badań nad cewkami Malpighiego wymienionych larw, ogłoszonych w b. roku (20)¹⁾. W obecnych moich badaniach zwróciłem głównie uwagę na

¹⁾ Częściowo służyły mi do obecnych badań również preparaty, sporządzone jeszcze w r. 1907 w zakładzie Anatomji porównawczej U. J. z larw mrówkolwów, które otrzymałem od Prof. Siedleckiego.

budowę nabłonka jelita środkowego, które ze względów anatomicznych stanowi jedyną część przewodu pokarmowego larwy, spełniającą czynność trawienia i resorpcji pokarmu; przytem uwzględniłem rozwój ognisk twórczych komórek nabłonkowych oraz zmiany czynnościowe, dostrzegane w komórkach podczas procesu resorpcji i trawienia pokarmu.

Badania moje wykazały znaczne podobieństwo budowy histologicznej jelita larw mrówkolwów do stosunków, jakie opisał Mc. Dunning (6) u larw złotooka (*Chrysopa perla* L.), gatunku sieciarek pokrewnego mrówkolwom, którego larwy tak pod względem morfologicznym i anatomicznym, jak też i pod względem sposobu pobierania pożywienia, są do larw mrówkolwa bardzo zbliżone. Mimo to podobieństwo — rezultaty moich badań odbiegają w wielu szczegółach od spostrzeżeń, podanych przez Mc. Dunninga, a w niektórych wypadkach nasuwają wręcz odmienne tłumaczenie obserwowanych przez niego obrazów.

Materiał i metody badania.

Jako materiał do badań służyły mi podobnie, jak w poprzednich moich badaniach, larwy mrówkolwa *Myrmeleo formicarius* L., które zbierałem w okolicy Krakowa (Borek Fałęcki, Tenczynek), a materiał, który otrzymałem od Prof. Siedleckiego, pochodził z okolicy Brzeska. Badane larwy zebrane były z wiosną lub w ciągu lata; wszystkie rozwijały się już drugi rok i miały się zapoczwarczyć dopiero w następnym roku. Larwy te odżywiały się obficie; doświadczeń z larwami głodzonemi, jakie dla wykazania w komórkach jelitowych okresów sekrecji i resorpcji wykonywałem na gąsienicach motyli (*Deilephila euphorbiae*) Deegener (4), nie przeprowadzałem, ponieważ u larw mrówkolwa po wessaniu pokarmu gromadzi się go w wolu większa ilość, która dopiero stopniowo przechodzi do jelita środkowego; ta okoliczność uniemożliwia tego rodzaju doświadczenia, ponieważ wessany przez larwę pokarm wyczerpuje się dopiero po kilku tygodniach, a wtedy larwy, trzymane w sztucznych warunkach, okazują już zewnętrznie pewien stan wyczerpania, wobec którego trudno byłoby zmiany zaobserwowane w ich komórkach uważać za zjawiska zupełnie normalne.

Celem ustalania usypiałem larwy eterem lub chloroformem i natychmiast po rozcięciu odwłoka wypreparowywałem przewód

pokarmowy, który szybko wkładałem do płynu ustalającego. Zauważyłem przytem, że na szybkości manipulacji bardzo tu zależy, ponieważ dłuższe przetrzymywanie larw w parach eteru lub chloroformu (ponad 3—5 minut) wywołuje w tkankach różne zmiany. Tak np. w ogniskach twórczych w nabłonku jelitowym zbyt długo usypianych larw brak zupełnie obrazów podziału komórek, które to obrazy, choć zrzadka, w należycie szybko ustalonych okazach prawie zawsze można wysledzić. Do ustalania używałem przeważnie płynów: Bouina, Manna, Carnoy i Henninga. Skrawki, otrzymane z przewodu pokarmowego larw barwiłem hematoksyliną aluonową Böhmera i Delafielda lub hematoksyliną żelazową, podbarwiając plazmę eozyną; używałem także barwienia safraniną, po przepojeniu skrawków przez pewien czas roztworem 1% soli chromowej ($K_2Cr_2O_7$), poczem podbarwiałem je trawiasto-zieloną mieszaniną kwasu pikrynowego i indygokarminu. Ostatni sposób szczególnie nadawał się do barwienia młodych ognisk komórek nabłonkowych, w których roztwory hematoksylinowe zbyt silnie barwiły plazmę, safranina natomiast barwiła tylko substancje chromatynowe i jąderkowe, plazma zaś przybierała zabarwienie jasne, trawiasto-zielone. Niekiedy używałem również do barwienia komórek nabłonkowych błękitu metylenowego i tolluidynowego, mieszaniny błękitu wodnego z eozyną, mieszaniny Biondiego lub karminu borakowego.

Stosunki anatomiczne i pobieranie pokarmu.

Budowę anatomiczną przewodu pokarmowego larwy mrówkolwa najlepiej opisał Meinert, podając również odpowiednie rysunki. Przewód pokarmowy larwy składa się po kolei: 1) z jamy ustnej, 2) z przełyku, 3) z wola, służącego za zbiornik pokarmu, 4) z jelita środkowego, 5) z jelita cienkiego, 6) z jelita ślepego i 7) z jelita końcowego. Do jelita środkowego, które jest od tyłu zupełnie zamknięte, zaliczany bywa również (Rengel, Doflein) $\frac{3}{4}$ mm długi, lity sznur komórek bez światła wewnątrz. Sznur ten łączy tylny, ślepy koniec jelita środkowego z jelitem cienkim, które zaraz z samego początku przyjmuje ujścia 8 cewek Malpighiego, a w dalszym ciągu przechodzi w jelito „ślepe“ (t. zw. *coecum*). W miejscu przejścia jelita cienkiego w jelito „ślepe“ leży na ostatniem t. zw. „narząd gruszkowaty“ (birnförmiges Organ).

Narząd ten stanowią fałdy jelita ślepego, okrywające początki 6 cewek Malpighiego, które przebiegają wzdłuż jelita cienkiego. Stosunki, jakie tu spotykamy, opisałem już poprzednio (19), podając odpowiednie rysunki. Jelito „ślepe“ jest w początkowej swej części woreczkowato rozszerzone, skąd pochodzi też jego nazwa. Rozszerzenie to służy za zbiornik dla wydzielin cewek Malpighiego, a w czasie przeobrażenia się larwy gromadzi się tu substancja przędna. Jelito „ślepe“ zwęża się ku końcowi i przechodzi w jelito końcowe (*rectum*), zakończone wysuwalną cewką chitynową, złożoną z 2 części, która służy zrazu do wydalania wydzielin cewek Malpighiego, a następnie, w okresie oprzędzania się larwy, służy do wysnuwania przędzy. Budowę jelita cienkiego i dalszych części przewodu pokarmowego opisałem w przytoczonej powyżej pracy (19).

Pobieranie pokarmu przez larwę odbywa się w ten sposób, że larwa, ukryta w lejku, który sobie w piasku wygrzebała, chwytając obęgowatemi szczękami ofiarę, zazwyczaj mrówkę, która się nieopatrznie do lejka dostała, wbija końce szczęk w jej ciało i wysysa jej krew. Szczęki larwy mrówkolwa składają się z każdej strony z rynienkowato wydrażonej żuchwy (*mandibula*) oraz leżącej w tej rynience żuwaczki (*maxilla*) i stanowią jakby rurki, któremi krew zostaje wessana¹⁾. Kanały, utworzone przez obie pary szczęk, uchodzą obustronnie do jamy ustnej, od przodu szczelnie zamkniętej, a wessanie pokarmu skutecznia jama ustna i przełyk, które są zaopatrzone w liczne mięśnie, przyczepione drugim swym końcem do ścian głowy oraz do beleczek chitynowych szkieletu wewnętrznego głowy (Meinert). Z przełyku przechodzi pokarm do wola i gromadzi się tu, skąd, jak powyżej zaznaczyłem, stopniowo przechodzi do jelita środkowego.

Budowa histologiczna początkowych odcinków przewodu pokarmowego.

Budowa histologiczna początkowych odcinków przewodu pokarmowego u larwy mrówkolwa przypomina zupełnie stosunki, jakie opisał u larwy złotooka (*Chrysopa perla* L.) Mc. Dunningh.

¹⁾ Opis narządów pyszczkowych larw mrówkolwa podałem w pracy: Beitrag zur Anatomie und Histologie des Mundwerkzeuge der Myrmeleonidenlarven (18).

Jama ustna i przelyk wyścielone są od wewnątrz nabłonkiem jednowarstwowym o komórkach kształtu kostkowego, który przypomina bardzo nabłonek podskórny (*hypodermis*), okrywający ciało larwy. Nabłonek ten na swej wewnętrznej, do światła przewodu pokarmowego zwróconej powierzchni okryty jest grubszą w jamie ustnej, a nieco cieńszą w przelyku warstwą chitynową. Do niej dochodzą w obu wymienionych odcinkach włókienka, które przyczepiają się do nabłonka mięśnie ssące. Nadto oba te odcinki posiadają dobrze rozwinięte własne mięśnie, które w przelyku dzielą się na dwie warstwy, mianowicie wewnętrzną, złożoną z włókien, przebiegających podłużnie, i zewnętrzną, złożoną z włókien okrężnych. W stanie spoczynku nabłonek przelyku układa się w podłużne fałdy, które również opisał Mc. Dunno u larw złotooka; przeciwnie jednak do spostrzeżeń tegoż autora zauważyłem, że u larw mrówkolwa granice komórek nabłonkowych w przelyku są zawsze widoczne, a na dobrze ustalonych preparatach luk między komórkami nie widać.

Trzeci odcinek przewodu pokarmowego, t. zw. wól, wyścielony jest nabłonkiem płaskim, okrytym na wewnątrz, od strony światła, bardzo delikatną błoną chitynową, a u podstawy nabłonka znajduje się bardzo delikatna błona mięsna (*muscularis*), w której przebiegają tak w kierunku poprzecznym jak i podłużnym luźne włókna mięsne, leżące wśród łącznotkankowej otoczki. Skoro wól jest pusty, co się często zdarza wskutek uszkodzenia go przy wypreparowaniu, to mięśnie wola, kurcząc się, powodują silne sfaldowanie się jego ściany. Plazma komórek nabłonkowych we wolu barwi się bardzo słabo. Żadnych wydzielin ani też zmian czynnościowych w tych komórkach zauważyć nie można, wobec czego odcinek ten, podobnie, jak dwa poprzednie odcinki przewodu pokarmowego, dla sprawy trawienia i resorpcji pokarmu żadnego znaczenia nie ma.

Jelito środkowe.

Wól łączy się z jelitem środkowym krótkim i znacznie zwężonym przewodem o tej samej budowie histologicznej, co rozszerzona część wola.

Długość jelita środkowego u dorosłej larwy wynosi, zgodnie ze spostrzeżeniami Rengla, 8—10 mm, szerokość zaś 2,5—3 mm;

jest ono nieco zgięte i w środkowej swej części nieznacznie zwężone¹⁾. Ściana jelita środkowego składa się od zewnątrz 1) z bardzo delikatnej, zaledwie widocznej, łącznotkankowej błonki otrzewnej, utworzonej przez zupełnie płaskie komórki, w których miejscami widać spłaszczone jądra, 2) z słabo rozwiniętej warstwy mięsnej, złożonej z podłużnie i poprzecznie przebiegających, delikatnych, poprzecznie prążkowych włókien mięsnych, wreszcie 3) z jednowarstwowego nabłonka.

Dwie pierwsze warstwy ściany jelita środkowego zaznaczone zostały jedynie na ryć. 2 (tabl. 1), która przedstawia część przekroju poprzecznego przez ścianę jelita w znacznym powiększeniu (420 razy). Na przekroju tym widzimy: błonkę otrzewnej *o*, w której przy *k* leży spłaszczone jądro komórkowe, następnie dwa przekroje włókien mięsnych podłużnych *m* oraz wzdłuż nacięte włókno mięsne okrężne *n*; widać z tego rysunku, że włókna mięsne leżą w dość znacznych odstępach od siebie, a błonka otrzewnej okrywa całą warstewkę włókien mięsnych od zewnątrz, t. j. od jamy ciała, a nie przedziela warstw włókien mięsnych podłużnych i poprzecznych, jak to opisał u larw złotooka Mc. Dunningh.

Warstwa mięsna w jelicie środkowym jest w porównaniu z znacznymi rozmiarami komórek nabłonkowych nadzwyczaj słabo rozwinięta, co stoi w związku z tem, że jelito środkowe, od tyłu zamknięte, przyjmując pokarm płynny, nie potrzebuje wykonywać silniejszych ruchów, które u innych form owadów skutecznie przesuwanie pokarmu do dalszych odcinków jelita. Ten powód tłumaczy dostatecznie słabe wykształcenie warstwy mięsnej w jelicie środkowym, która w poprzednich odcinkach, zwłaszcza w jamie ustnej i przełyku, wykonujących czynność ssania, jest zupełnie normalnie wykształcona. Mimo tak znacznej redukcji, warstwa mięsna jelita środkowego posiada jednak zdolność wywoływania skurczu ściany jelita, co możemy zauważyć w wypadkach, gdy podczas wypreparowywania jelita jego ściana zostanie uszkodzoną. Wtedy zwolna kureczy się całe jelito a przez wytworzony uszkodzeniem otwór wydobywa się jego treść na zewnątrz, przyczem ściana jelita zostaje jakby na zewnątrz wyróconą, układając się równocześnie w liczne fałdy. Fałdy występują często na preparatach ustalonych również w nieuszkodzonym jelicie środkowym w górnej jego

¹⁾ p. Meinert l. c. Tab. IV. fig. 1.

części, zwłaszcza w wypadkach, gdy wskutek uszkodzenia wola przy preparowaniu części treści jelita wypłynęła przez otwór we wolu na zewnątrz.

Struktura włókien mięsnych jelita środkowego przypomina bardzo strukturę włókien mięsnych, spotykanych w warstewce mięsnej cewek Malpighiego larwy¹⁾.

W przeciwieństwie do dwóch pierwszych warstw, t. j. warstwy łącznotkankowej i mięsnej, nabłonek w jelicie środkowym jest bardzo silnie rozwinięty. Komórki nabłonkowe mają kształt słupkowy o przekroju poprzecznym prawie regularnie sześciokątnym. Na preparatach ustalonych wysokość komórek — zależnie od ich stanu czynnościowego — wynosi 90—180 μ , szerokość zaś 28—80 μ .

Ogólny obraz nabłonka w jelicie środkowym widzimy na ryć. 1, która przedstawia przekrój poprzeczny przez dolną część jelita w powiększeniu 28 razy. W tem powiększeniu błona otrzewnej i warstwa mięsna są zupełnie niewidoczne, natomiast występują wyraźnie komórki nabłonkowe, które w różnych miejscach przekroju — zależnie od stanu czynnościowego — posiadają różną wielkość i rozmaicie ukształtowaną wolną powierzchnię, ograniczającą światło jelita. U podstawy nabłonka w dwóch miejscach oznaczonych *o* — widzimy ciemniej zabarwione ogniska twórcze komórek, w których wytwarzają się nowe komórki nabłonkowe; w trzech innych miejscach oznaczonych *m* — widzimy młode komórki nieco mniejsze, które niedawno z ognisk twórczych powstały. W świetle jelita widzimy jego treść, która składa się z dwóch części, a mianowicie: z części płynnej, barwy brunatnej, ściętej wskutek ustalenia w kłaczkowatą masę, widoczną na przekroju w postaci pięciu ziarnistych wysepek, leżących tuż przy powierzchni nabłonka, oraz z okrągłego ciała stałego, znanego już autorom od dawna, które stanowi kał larwy, wydalany dopiero po jej przeobrażeniu się w owad dojrzały; budowę tego ciała omówimy później.

Przystępując do opisu budowy komórek nabłonkowych muszę zaznaczyć, że ich struktura zależy w znacznej mierze od ich stanu czynnościowego. Komórki nabłonka jelitowego spoczywają na delikatnej błonie podstawowej (*membrana propria*). Plazma tych komórek ma strukturę przeważnie drobnoziarnistą, jak to widzimy na ryć. 2, 3 i i.; struktura ta w pewnych okresach czynnościowych

¹⁾ por. Łoziński (20) Tabl. 1 ryć. 12.

komórki wskutek gromadzenia się w niej płynu przechodzi częściowo w strukturę banieczkową, względnie piankową, co występuje wyraźnie w komórkach ryć. 15—22.

Jądra komórek nabłonkowych umieszczone są bliżej podstawy komórek lub w połowie ich wysokości i mają kształt okrągłych pęcherzyków (ryc. 15—20), przyczem w pewnych chwilach ich powierzchnia zwrócona do podstawy komórek może spłaszczyć się lub przybrać postać nieregularną, płatową (ryc. 2, 21, 22). Błona jądrowa jest zawsze dobrze widoczna, a wewnątrz jądra widzimy na delikatnym, ledwie dostrzegalnym zrębie achromatycznym liczne ziarna chromatynowe, których część leży zawsze tuż pod błoną jądrową. Nadto widzimy w jądrze zawsze jedno lub kilka kulistych jąderek, które przy barwieniu mieszaniną błękitu wodnego z eozyną lub ostrożnem barwieniu hematoksyliną alunową i eozyną przyjmują barwę czerwoną.

Na powierzchni komórek zwróconej do światła jelita występuje w pewnych okresach rąbek szczoteczkowy (ryc. 3, 4, 13—19), złożony z delikatnych włosków, u których nasady możemy na preparatach barwionych hematoksyliną żelazową zauważyć ciałka podstawowe (ryc. 13). W pewnych okresach czynnościowych pojawiają się w plazmie komórek nabłonkowych ziarenka, barwiące się barwikami jądrowymi, których rolę i zachowanie się omówimy bliżej przy omawianiu zjawisk czynnościowych.

Na ogół nabłonek jelita środkowego larw mrówkolwa przypomina w znacznej mierze nabłonek w jelicie larwy złotooka, opisany przez Mc. Duunougha, w szczegółach jednak spostrzeżenia moje odbiegają znacznie od spostrzeżeń, podanych przez tegoż autora. Tak np. w strukturze plazmy nie zauważyłem nigdy podłużnego prążkowania, ani też wielkich bardzo wodniczek, które, widoczne na odnośnych rysunkach jako puste miejsca, miałyby zawierać pewne wydzieliny lub zresorbowany pokarm. Obrazy te sprawiają wrażenie niezupełnie dobrego ustalenia, spowodowanego prawdopodobnie tem, że wobec małych rozmiarów larw złotooka nie można było jelita ustalać osobno, po wyjęciu z odwłoka, lecz larwy musiały być ustalane w całości, co utrudniało przenikanie płynów ustalających.

Niektórzy autorowie, jak Van Gechuchten (32), Balbiani (1) i i. wyróżniają w nabłonku jelitowym u różnych owadów i wijów dwa rodzaje komórek, a mianowicie komórki o charakterze gru-

czołowym, (cellules secrétantes, cellules muqueuses ou caliciformes) oraz komórki 'resorbujące (cellules absorbantes, cellules épithéliales ordinaires). Deegener (3) na podstawie badań nad jelitem gąsienicy *Malacosoma castrensis* uważał zrazu te przez innych autorów wyróżniane dwa rodzaje komórek za dwa różne stadja czynnościowe tych samych komórek nabłonkowych, zmienił jednak swe zapatrywanie w następnej swej pracy nad jelitem gąsienicy *Deilephila euphorbiae* (4), wyróżniając u tego gatunku w nabłonku jelitowym również dwa rodzaje komórek, które nazwał „Sphärocyten“ i „Kalyocyten“. Nie przesądzając na razie kwestji istnienia takiego różnicowania u pewnych form owadów, mogę stwierdzić, że u larw mrówkolwa, podobnie jak u larw złotooka (Mc. D un n o u g h), różnicowania takiego niema zupełnie, a różnice, nawet dość wybitne, jakie w wyglądzie komórek nabłonkowych można zauważyć, wywołane są jedynie różnymi stanami czynnościowymi komórek lub też po części różnym ich wiekiem.

Ogniska twórcze komórek nabłonkowych.

Jak już dotąd liczne badania wykazały, w jelicie owadów znajdują się drobne komórki nabłonkowe, które zachowują niejako charakter embrjonalny, posiadając przez cały przeciąg życia owada zdolność rozmnażania się. Komórki te nazwał Frenzel (8) w r. 1882 komórkami macierzystymi nabłonka („Epithelmutterzellen“).

Ponieważ u wielu gatunków owadów nabłonek jelitowy tak u larw, jak też i u form dojrzałych ulega okresowej degeneracji, co stwierdzili Van Gehuchten (32), Russ (30), Rengel (27, 28) i i., więc komórki macierzyste dostarczają u tych gatunków materiału do odbudowy nabłonka. U innych form, u których degeneracji okresowej komórek nabłonkowych niema, komórki powstałe przez podział komórek macierzystych służą jedynie jako materiał do wzrostu jelita.

Rozmnażanie się komórek macierzystych odbywać się może albo w ogniskach twórczych, leżących u podstawy nabłonka jelitowego, jak to widzimy w jelicie larwy mrówkolwa (ryc. 10), albo też na dnie cewkowatych wypukleń nabłonka, zwanych przez Frenzla (9) „kryptami gruczołowymi“ (Drüsenkrypten).

Liczni autorowie, którzy zajmowali się histologią jelita u owadów, zwracali uwagę na ogniska twórcze wzgl. „krypty gruczołowe“, dostrzegane w nabłonku jelitowym i nadawali tym twórcom różne

nazwy, uważając je bądźto za gruczoly, bądź też za ogniska regeneracyjne komórek nabłonkowych, wreszcie niekiedy przypisywali im obie role równocześnie.

Mimo dość obszernej literatury, która już w tym przedmiocie istnieje i którą zestawili Henneguy (16) i Berlese (2), dotąd brak jest dokładniejszych spostrzeżeń tak co do powstawania ognisk twórczych, jak również co do przemian, jakim ulegają młode komórki nabłonkowe w ciągu swego rozwoju. Wobec tego starałem się zjawiska te w nabłonku jelitowym larw mrówkolwów bliżej zbadać i przy tej sposobności stwierdziłem to, na co już niektórzy dawniejsi autorowie, jak Schiemenz (31), Faussek (7), Frenzel (9) i Rengel (28) mimochodem zwrócili uwagę, że młode komórki nabłonkowe w pewnym stadium swego rozwoju spełniają funkcję gruczolową, a nadto udało mi się również wysledzić sposób powstawania wydzieliny, czego dotąd u żadnego z badanych gatunków owadów nie stwierdzono.

U larw mrówkolwa okresowej degeneracji komórek nabłonkowych w jelicie nie zauważyłem zupełnie, wobec czego komórki powstałe w ogniskach twórczych służą jedynie do powiększenia ilości komórek, t. zn. do wzrostu jelita, a dopiero w czasie metamorfozy, jak to wykazał Rengel (29), dostarczają one materiału na nowy nabłonek imaginalny. Wielka ilość ognisk twórczych, jaką stale w jelicie zwłaszcza u starszych larw widzimy, pochodzi stąd, że jelito w ciągu życia larwy wzrasta bardzo znacznie, co zapewne stoi w związku z gromadzeniem się w jelicie coraz to większej ilości kału w postaci kulistego ciała, o którym już poprzednio wspominałem, wydalanego na zewnątrz dopiero po przeobrażeniu się larwy. Komórki macierzyste, z których powstają ogniska twórcze, widzimy w jelicie larwy mrówkolwa stale u podstawy nabłonka w liczbie 1—4, tuż obok powstałych już poprzednio ognisk twórczych (ryc. 2, 3). Komórki te są bardzo małe i posiadają małe, kuliste jądra, w których można zauważyć po kilka drobnych, zazwyczaj słabo się barwiących ziarn chromatynowych oraz po 1—2 jąderka, które przy barwieniu mieszaniną błękitu wodnego i eozyny przyjmują zabarwienie czerwone. Niekiedy spotykamy wprawdzie na skrawku tylko jedną komórkę macierzystą, weśniętą między dorastające już komórki nabłonkowe (ryc. 4), w tych wypadkach jednak zaraz w sąsiednich skrawkach znajduje się ognisko twórcze, a wyjątkowo

tylko można czasem napotkać taką komórkę między dorosłymi komórkami nabłonkowymi, leżącą nieco zdala od ognisk twórczych.

Ognisko twórcze powstaje w ten sposób, że komórka macierzysta dzieli się drogą podziałów mitotycznych zwykle na 8—16 komórek, które zrazu tworzą kuliste skupienie u podstawy nabłonka (ryc. 2, 3). Podziały komórek muszą następować po sobie nader szybko, gdyż tworzące się ogniska i w nich podziały komórek spotyka się na skrawkach dość rzadko, najczęściej zaś widzimy młode ogniska już gotowe, w których podziałów mitotycznych już nie widać (ryc. 2, 3). Obok nowo powstałego ogniska widzimy zawsze nowe komórki macierzyste, które zapewne podobnie, jak to opisał Rengel (27) u larw mącznika (*Tenebrio molitor*), powstają w ten sposób, że z dwóch pierwszych komórek pochodzących z podziału komórki macierzystej, jedna pozostaje nadal w spoczynku, jako komórka macierzysta, druga zaś przez dalsze podziały daje komórki ogniska. Nie mogłem jednak stwierdzić, czy ognisko każde powstaje z jednej tylko komórki macierzystej, czy też w tworzeniu ogniska bierze udział większa ilość komórek macierzystych równocześnie.

Grupy komórek z tworzących się dopiero co ognisk wraz z obrazami podziału komórek widzimy na ryc. 6—8. Ryc. 6 przedstawia grupę komórek ogniska — przeciętą równolegle do podstawy nabłonka jelitowego — z gwiazdą macierzystą w przekroju równikowym, w której naliczyć możemy 18 chromosomów. Na ryc. 7 widzimy jedną komórkę z gwiazdą macierzystą, drugą zaś w trakcie podziału, zawierającą już kłębki potomne, z chromatyną, zbitą w jednolite masy: w jądrach pozostałych trzech komórek widać wyraźnie chromosomy, co świadczy o tem, że te komórki znajdują się również w okresie podziałów. Ryc. 8 przedstawia komórkę w stadium metakinezy, przyczem wyrysowane zostały tylko te chromosomy, które leżały w jednym nastawieniu śruby mikrometrycznej. Na wszystkich obrazach podziału komórek uderza brak promieniowań biegunowych, natomiast wrzecziona achromatyczne są zupełnie wyraźnie rozwinięte.

W czasie podziałów komórki nieco wzrastają, gdyż w gotowym ognisku poszczególne komórki są nie wiele co mniejsze od komórki macierzystej, przyczem mniejsze ich rozmiary spowodowane są mniejszą ilością plazmy, natomiast ich jądra są nawet nieco większe, niż w komórkach macierzystych. Komórki w młodem, ku-

istem ognisku przylegają ściśle do siebie, wobec czego poszczególne komórki mają kształt bryłek wielogranych z dobrze widocznymi granicami. Plazma ich barwi się w przeciwieństwie do komórek macierzystych znacznie intensywniej i przyjmuje przytem niektóre barwiki jądrowe, np. hematoksylinę, dość chętnie, wobec czego korzystniej jest używać wspomnianej poprzednio metody barwienia zapomocą safraniny oraz indygokarminu z kwasem pikrynowym.

Jądra komórek młodego ogniska w okresie podziałów lub zaraz po ich dokonaniu się zawierają małą ilość chromatyny w postaci ziarn, barwiących się zazwyczaj słabo, podobnie jak w jądrach komórek macierzystych (ryc. 2, 6, 8). Nadto widzimy stale w jądrach młodych komórek jąderka, zrazu drobne, w ilości 1—3. Niekiedy, zwłaszcza zaraz po dokonanych podziale komórek, spotykamy w jądrach, zamiast kilku drobnych jąderek, po jednym, dużym jąderku (ryc. 2). Te duże jąderka mają kształt nieregularny, często wydłużony, co sprawia wrażenie, jak gdyby się miały na kilka części rozpaść. Jąderka w jądrach komórek ognisk nabłonkowych barwią się hematoksyliną alunową, hematoksyliną żelazową lub safraniną silniej, niż chromatyna, gdy jednak zastosujemy barwienie bardziej elektywne, jak mieszanię Ehrlich-Biondiego lub mieszanię błękitu wodnego i eozyiny, to możemy stwierdzić, że jąderka w obu wypadkach przyjmują barwę czerwoną, co wskazuje na ich charakter t. zw. jąderek plastynowych (Carnoy, „nucléoles plasmatiques“).

Wkrótce po dokonaniu się podziałów komórkowych, których rezultatem było kuliste ognisko komórek nabłonkowych, zauważyć możemy w jego komórkach szereg zmian, które rozpoczynają się najpierw szybszym wzrostem komórek. Zrazu wzrastają jądro i plazma komórki mniejwięcej równomiernie (ryc. 9), przyczem w jądrze widzimy już większą ilość ziarn chromatynowych, barwiących się wyraźniej, niż poprzednio. Wkrótce potem wzrost plazmy staje się szybszym, niż wzrost jąder, wskutek czego ciało komórki zwiększa się znacznie; równocześnie pojawiają się w komórkach regularnie wodniczki, zrazu po 1, później często po 2 (ryc. 10—12, 5). W tym okresie można zauważyć pewne wydłużenie się komórki w jednym kierunku tak, że przybiera ona kształt słupkowaty (ryc. 10, 11), lub później jeszcze wrzecionowaty (ryc. 5). Również w tym czasie komórki ognisk zaczynają się zwolna rozsuwać tak,

że ognisko, mające początkowo kształt kulisty, rozluźnia się, przemieniając się w mniej regularną grupę komórek, a często w tej chwili tworzy się już u podstawy tegoż ogniska nowe, młode ognisko, co widzimy na ryć. 5.

W okresie wzrostu i rozsuwania się komórek ogniska występują w tych komórkach zjawiska sekrecji. Sekrecja ta polega na przemianie substancji jąderkowej wprost w wydzielinę. Już poprzednio w młodych jeszcze komórkach widać było jąderka, zrazu po kilka drobnych (ryć. 6), lub po jednym większym (ryć. 2); później, w czasie wzrostu komórek, jąderka również wrastały i przybierały kształt kulisty (ryć. 9). Jąderka te równocześnie z dalszym wzrostem komórek i jąder wzrastają bardzo znacznie, przyczem, oglądając je na preparatach ustalanych, odbieramy wrażenie, jakoby leżały w pęcherzykach, oddzielone delikatną błoną od reszty jądra (ryć. 10). Nie mogłem sprawdzić, czy wolna przestrzeń, którą w pęcherzyku takim dokoła jąderka widzimy, rzeczywiście za życia komórki istnieje, czy też za życia komórki cały pęcherzyk wypełniony jest substancją jąderkową, wskutek wchłonięcia pewnej ilości płynnych substancji napęczniała, która dopiero po ustaleniu tkanki, wskutek skurczenia się, od ścian pęcherzyka odstaje. Za drugą alternatywą przemawiałoby to, że na preparatach ustalonych dokoła kul substancji jąderkowej wewnątrz pęcherzyków zgoła żadnej treści nie mogłem zauważyć.

Obrazy takie, jak ryć. 10 i 11 dowodzą w każdym razie, że substancja jąderka doznała pewnych zmian fizycznej natury, o których świadczy powiększenie jej objętości i widoczne odgraniczenie od reszty jądra, a nadto jest rzeczą możliwą, że i konstytucja chemiczna jąderka uległa również pewnej zmianie, której jednak drogą barwienia wykazać nie można.

Pęcherzyki, w których widzimy kule substancji jąderkowej, zlewają się niekiedy razem (ryć. 11), a następnie przez przerwanie błony jądrowej zawarta w nich substancja jąderkowa wydobywa się z jądra do plazmy (ryć. 10, 11). Taką kulę substancji jąderkowej, leżącą już w plazmie komórki, zdala od jądra, widzimy na ryć. 12. Po wydzieleniu substancji jąderkowej z jądra, jąderka muszą się wytwarzać w jądrze na nowo, prawdopodobnie z substancji chromatynowych. Widzimy bowiem, że wkrótce po wydzieleniu z jądra substancji jąderkowej pojawiają się w niem nowe jąderka. (ryć. 12), pomimo, że zawsze podczas wydzielania substancji jąder-

kowej wszystkie jąderka prawie równocześnie ulegają opisanym powyżej zmianom i w ten sposób równocześnie zostają z jądra wydalone do plazmy.

Substancja jąderkowa wydzielona z jąder młodych komórek nabłonkowych do plazmy zostaje w dalszym ciągu wydalone przez komórki do przestrzeni międzykomórkowej, gdzie zbiera się w duże kule, które często na skrawkach spotykamy. Wydalanie substancji jąderkowej z komórek odbywa się w ten sposób, że kilka komórek nabłonkowych — które są wtedy zawsze już większe, niż poprzednio opisane komórki na ryć. 10—12, mają kształt więcej wydłużony oraz zawierają zazwyczaj po 2 wodniczki — wydziela równocześnie w jedno miejsce zawarte w plazmie kulki substancji jąderkowej. Kulki te w miarę ich wydzielania łączą się razem w jedną dużą kulę, leżącą między komórkami. Obraz tego rodzaju widzimy na ryć. 5. Na tym rysunku znajdujemy 6 komórek, z których trzy mniejsze skupione razem w jedną kulę stanowią bardzo młode ognisko, trzy większe zaś pochodzą ze starszego ogniska, powstałego w tem miejscu znacznie wcześniej. Te trzy większe komórki znajdują się już w stadium końcowem wydzielania substancji jąderkowej, którą w postaci kuli widzimy tuż przy ich powierzchni. Kulę tę otaczało na skrawku jeszcze więcej komórek, które w rysunku nie zostały umieszczone. Widzimy, że wspomniane komórki przylegają ściśle swą powierzchnią do kuli, przez siebie wydzielonej, a środkowa komórka wydała jeszcze jedną małą kulkę, która miała się z wielką kulą razem złączyć. Substancja jąderkowa wydalone z komórek zachowuje zupełnie własności barwienia się takie, jakie poprzednio w komórkach, a przedtem jeszcze i w jądrach komórkowych posiadała, przyjmuje bowiem przy barwieniu mieszaniną Ehrlich-Biondiego fuchsynę, zaś mieszaniną błękitu wodnego z eozyną barwi się na czerwono. Barwi się ona również i barwikami jądrowemi, jak safraniną lub hematoksyliną alunową, zaś przy barwieniu hematoksyliną żelazową nawet przy słabej ekstrakcji nie uwydatnia się wcale, co świadczyłoby o mniejszej gęstości, niż ją pierwotnie posiadały jąderka. Substancję tę widzimy jeszcze przez dłuższy czas w postaci kul między młodymi komórkami nabłonkowymi, które ją poprzednio wydzieliły (ryć. 4), po czem zostaje ona wydaloną do światła jelita, gdzie miesza się z jego treścią i wnet staje się wskutek tego niedostrzegalną. W miejscach, w których kule wydzielonej substancji jąderkowej mają być do

światła jelita wydalone, powierzchnia jelita, wskutek wsunięcia się już młodych komórek między stare, tworzy lejkowate wgłębienie, widoczne na ryć. 4.

Dalsze kolejne przemiany młodych komórek nabłonkowych po okresie wydzielania substancji jąderkowej widzimy na ryć. 2, 4, 3. Ryciny te przedstawiają części przekrojów przez nabłonek jelitowy w nieco mniejszym powiększeniu, niż ryć. 5 i 10—12. Na ryć. 2 widzimy, jak młode komórki w liczbie dziesięciu rozsunięły się już zupełnie i zatraciły układ, jaki poprzednio miały w ognisku. Komórki te są obecnie w trakcie wsuwania się między starsze komórki, z których widzimy na rycinie po jednej z każdej strony (*a*). Między dorosłymi komórkami (*a*) powstała na powierzchni nabłonka luka, w którą wsunęły się już dwie największe młode komórki, inne zaś, mniejsze, leżą jeszcze w głębi nabłonka, co sprawia wrażenie wielowarstwowego układu komórek, który jest tu jednak zjawiskiem przemijającym. Pod grupą młodych komórek widzimy już nowe, młodsze ognisko, a obok niego dwie komórki macierzyste. Jest rzeczą znamienną, że podczas gdy w poprzednich okresach rozwoju wzrost młodych komórek był mniej więcej równomierny, to dorastające komórki, które widzimy na ryć. 2, są bardzo różnej wielkości, a największe z nich są właśnie te, które już dosięgły powierzchni nabłonka. Zjawisko to możemy sobie wytłumaczyć w ten sposób, że młode komórki — jak się przekonamy później przy omawianiu zjawisk resorpcji — mogą już brać udział w resorpcji pokarmu, wobec czego rosną one szybciej od komórek, które wskutek swego położenia w głębi nabłonka same pokarmu resorbować jeszcze nie mogą. Jądra dorastających komórek są również różnej wielkości, struktura ich jednak już odpowiada prawie zupełnie strukturze jąder komórek dorosłych.

Ryciny 4 i 3 przedstawiają młode komórki, które już przyjęły definitywne swe położenie między starszemi komórkami, tworząc regularny nabłonek jednowarstwowy. Wskutek tego, że młode komórki są jeszcze mniejsze od komórek dorosłych, powstają na powierzchni nabłonka w tych miejscach lejkowate wgłębienia, które początkowo są wąskie i głębokie (ryć. 4), później zaś — w miarę wzrostu komórek — stają się bardziej płaskie (ryć. 3) i z wolna wyrównują się zupełnie. Takie wąskie i głębokie wgłębienia w powierzchni nabłonka, w obrębie których komórki zawsze prawie wykazują wybitnie rozwinięty rąbek szczoteczkowy, służą zrazu

za drogę do wydalania kul substancji jąderkowej, wydzielonej przez młode komórki nabłonkowe (ryc. 4), na co już poprzednio zwróciłem uwagę.

Na ryc. 3 widzimy wreszcie młode komórki, już prawie dorosłe, mało co mniejsze od innych, starszych komórek; struktura ich już zupełnie odpowiada strukturze komórek dorosłych, jedynie zauważyć możemy jeszcze stosunkowo niskie położenie jąder. U podstawy tych komórek widzimy, podobnie jak na ryc. 2, młode ognisko, a obok niego komórki macierzyste.

Z opisanego tu przebiegu rozwoju komórek nabłonkowych, powstałych w ognisku twórczym w jelicie larwy mrówkolwa widzimy, że każda komórka w ciągu rozwoju przechodzi szereg przemian morfologicznych, przyczem w pewnym stadium odbywają się zjawiska sekrecji, co zgadza się ze spostrzeżeniami, które dokonali w jelicie innych owadów Schimenz, Faussek, Freuzel, Rengel i i. Niestety żaden z wymienionych autorów zjawiska tego nie badał i nie podał szczegółowych spostrzeżeń co do sposobu powstawania wydzieliny, niewiadomo więc, czy u innych form wydzielinę również stanowi substancja jąderkowa, tak, jak to widzimy u larwy mrówkolwa.

Udział substancji jąderkowej, która przeszła z jądra do plazmy, w procesach wydzielniczych komórki stwierdzono w ostatnich czasach już wielokrotnie. Zjawisko to między innymi dostrzegli: Montgomery (24) w komórkach gruczołów skórnych u *Piscicola*, a L. Launoy (17) w komórkach gruczołów jadowych u wijów oraz podczas wytwarzania wydzieliny w komórkach wątrobowych u raka z rodzaju *Eupagurus*. Vigier (33), podając wyniki swych badań nad gruczołami jadowymi w skórze u traszki oraz nad komórkami wątrobowymi (*hepatopancreas*) u raków, opisał w ostatnich komórkach t. zw. pyrenosomy, które powstają z jąderek, wydalonych do plazmy i biorą udział w wytwarzaniu się wydzieliny. Przemianę substancji jąderkowej wprost w wydzielinę stwierdził Maziarski (22) w gruczołach przednich gąsienic motyli, a to samo zjawisko dostrzegłem w cewkach Malpighiego larw mrówkolwów podczas produkcji substancji przedniej w okresie metamorfozy (21).

Nadto liczne są spostrzeżenia, dotyczące udziału jąderek, które przewędrowały do plazmy, w tworzeniu substancji dentoplazmatycznych w oocytach różnych zwierząt. Obszerną literaturę, odno-

szącą się do tej kwestji zebrała Gajewska (10, 12) opisując zjawiska te w oocytach traszki i drewniaka ¹⁾.

Przytoczone tu przykłady dowodzą, że przechodzenie jąderek względnie substancji jąderkowej do plazmy jest zjawiskiem u różnych zwierząt (Kręgowce, Członkonogi, Mięczaki i Robaki) nader rozpowszechnionem i że występuje ono w różnych rodzajach komórek, jak np. oocyty, gruczoły skórne oraz jadowe, gruczoły przedne. Jąderka biorą przy tem udział w tworzeniu substancji, pod względem chemicznym nader rozmaitych, jak substancje deutoplazmatyczne, enzymatyczne, jadowe, przedne itp. Możemy już z tego wysnuć wniosek, że jąderka w różnych komórkach mimo jednakiej reakcji barwikowej muszą pod względem chemicznym być tworamii różnorodnemi. Ponadto istnieją liczne spostrzeżenia, które wskazują na to, że raz z jąderek mogą się w jądrze odtwarzać substancje chromatynowe, co również w dorosłych komórkach nabłonka jelitowego u larw mrówkolwa można zauważyć ²⁾, innym razem zaś jąderka same powstają z elementów chromatynowych jądra.

Na podstawie tych wszystkich danych musimy dojść do wniosku, że t. zw. jąderka właściwe (nucléoles plasmatiques Carnoy) stanowią tę część aparatu jądrowego, która w przemianie materji w jądrze okazuje najżywszą działalność i że głównie w jąderkach lokalizują się różne procesy chemiczne, związane tak z tworzeniem różnych produktów przemiany materji w komórce, jak też i z restytucją chemiczną samego aparatu jądrowego. Twierdzeniu temu nie może stać na przeszkodzie jednostajny na ogół sposób barwienia się jąderek, które z reguły przyjmują barwiki kwaśne (np. eozynę, fuchsynę S. i t. p.), jednak przy mniej subtelnym barwieniu barwią się również barwikami jądrowemi (hematoksyliną, safraniną, błękitem metylenowym i t. p.). Obie grupy barwików barwią bowiem wszystkie prawie substancje białkowe, które jak wiadomo są równocześnie natury zasadowej i kwaśnej (Heidenhein [15]). Skutkiem tego też przy zastosowaniu naszych dzisiejszych metod barwienia komórek sposób barwienia się różnych części plazmy i jądra zależy prawie wyłącznie tylko od kwaśnej lub zasadowej

¹⁾ Według moich spostrzeżeń, dotąd nieogłoszonych, także w oocytach *Dentalium* jąderka przechodzą do plazmy i biorą tam udział w tworzeniu substancji deutoplazmatycznych.

²⁾ Podobne zjawisko odtwarzania chromatyny z jąderek występuje również w komórkach cewek Malpighiego larw mrówkolwów (20).

reakcji danych utworów komórkowych, wobec czego używane dotąd metody barwienia nie mogą nam również posłużyć do odróżnienia różnych szczególnych stanów chemicznych jąderek w różnych rodzajach komórek. Do kwestji roli i znaczenia jąderek w różnych komórkach zwierzęcych mam zamiar jeszcze kiedyś powrócić, wobec czego na razie poprzestaję na powyżej przytoczonych uwagach.

Objawy czynnościowe w komórkach nabłonkowych jelita i resorbcja pokarmu.

Objawy czynnościowe w komórkach nabłonka jelitowego u owadów są dotąd mało znane, przyczem autorowie zwracali głównie uwagę na zjawiska sekrecji, polegające na wydzielaniu pęcherzy wydzielniczych lub wydzielaniu pewnych ziarenek (Deegener [4], Berlese [2] i inni). Kwestję resorbcji pokarmu u owadów rozpatrywano dotąd tylko o tyle, o ile chodziło o wyznaczenie odcinka jelitowego, który tę czynność dokonuje. O ile mi wiadomo, to jedynie Petrunkiewicz (26) zaobserwował w komórkach nabłonkowych wola i jelita środkowego u karaczana obecność zresorbowanego tłuszczu, którą wykazał działaniem kwasu osmowego.

W toku mych badań nad jelitem środkowym larw mrówkolwów starałem się rozpatrzyć bliżej objawy czynnościowe w komórkach nabłonkowych, do czego przedmiot mych badań szczególnie się nadawał, a to z tego powodu, że ze względów anatomicznych jedynie ta część jelita larwy może pokarm resorbować. Nadto można się było spodziewać, że wobec obfitego płynnego pokarmu, który prawie w całości zostaje zresorbowany, obecność jego podczas resorbcji w komórkach jelitowych łatwo może być dostrzeżoną.

Przechodząc do omówienia wyników mych własnych spostrzeżeń odnoszących się do objawów czynnościowych w komórkach nabłonka jelitowego, muszę najpierw zauważyć, że w dorosłych komórkach nabłonkowych objawów sekrecji, jakie w jelicie innych owadów opisywano, a które polegałyby na wydzielaniu pęcherzy wydzielniczych lub ziarn wydzieliny, zupełnie nie zauważyłem. Jedynym objawem sekrecji, który mogłem morfologicznie stwierdzić, było opisane poprzednio wydzielanie przez młode komórki nabłonkowe substancji pochodzenia jąderkowego. Jest rzeczą oczywiście możliwą, że i dorosłe komórki nabłonkowe mogą w pewnych chwilach wydzielać na swej powierzchni pewne wydzieliny; wobec

płynnego stanu samego pokarmu jednak wydzielin tych może być bardzo niewiele, wskutek czego morfologicznie nie dadzą się one stwierdzić.

Inaczej natomiast ma się sprawa resorpcji pokarmu. Rozpatrując komórki nabłonkowe pod większym powiększeniem, możemy dostrzec wiele obrazów, które zestawione w szereg dają nam obraz zmian czynnościowych, towarzyszących resorpcji. Zmiany te widzimy na komórkach ryć. 15—22, które odrysowane zostały wszystkie w tym samym powiększeniu 530 razy. Za punkt wyjścia może nam posłużyć komórka ryć. 15, która znajduje się w stadium początkowym resorpcji. Komórka ta jest stosunkowo mała a plazma jej posiada strukturę przeważnie ziarnistą. Jedyne w części plazmy, leżącej u podstawy komórki, widać budowę piankową, wywołaną obecnością pewnych więcej płynnych substancji. W komórce ryć. 15 jedynie po lewej stronie wakuole dosięgają wysokości jądra, tak, że ono jest nieco ku prawej stronie komórki przesunięte. Na wolnej, górnej powierzchni komórki widać wyraźny rąbek szczoteczkowy. Wewnątrz jądra, które posiada wyraźną błonę, widać drobne ziarna chromatynowe, które częścią leżą tuż przy błonie, częścią zaś zajmują zrąb jądra. Nadto widzimy w jądrze tem dwa kuliste jąderka, różnej wielkości, które w takich komórkach przy należytem barwieniu zapomocą mieszaniny błękitu wodnego i eozyny przyjmują zabarwienie czerwone; podobne zabarwienie przyjmują te jąderka również przy barwieniu hematoksyliną alunową i eozyną, o ile skrawek nie został zbyt silnie hematoksyliną zabarwiony. W plazmie tej komórki na ryć. 15 widzimy drobne ziarenka, które się silnie zabarwiły hematoksyliną; część tych ziarn leży dokoła jądra, a niektóre z nich dotykają nawet błony jądrowej, inne zaś leżą nieco dalej w plazmie — przeważnie między jądrem a górną powierzchnią komórki lub też poniżej jądra bliżej podstawy komórki. Ziarenka takie pojawiają się stale w komórkach nabłonkowych w chwili rozpoczęcia procesu resorpcji i barwią się wszystkimi barwikami, które barwią również chromatynę jąder, więc: hematoksyliną alunową Böhmera i h. Delafielda, tioniną, toluidyną, błękitem metylenowym, safraniną, karminem boraxowym, a przy użyciu mieszaniny Ehrlich-Biondiego przyjmują zielen metylenową. Stąd możemy te ziarenka uważać za substancję chromatynową, która najprawdopodobniej w formie chromidjalnej wydobywa się w tym czasie z jądra. O jądrowem pochodzeniu wy-

mienionych ziarenek świadczyłoby to, że pojawiają się one początkowo zawsze wokół samego jądra, w którym również w tym czasie podobne ziarenka widzimy, później zaś dopiero rozchodzą się one po plazmie komórki (ryc. 16 i nast.), przy czym w późniejszych studjach w najbliższym sąsiedztwie jądra już ich wcale nie dostrzegamy. Nadto można zauważyć, że w okresie następującym zaraz po ukazaniu się wspomnianych ziarenek dokoła jądra, ziarna chromatynowe w samym jądrze barwią się nieco słabiej niż w innych komórkach, co by wskazywało na ubytek substancji chromatynowych w samym jądrze, a prócz tego często objętość jąder zmniejsza się nieco. Ubytek ten substancji chromatynowej w jądrze zostaje następnie uzupełniony w sposób, który później omówimy.

W jaki sposób chromatyna wydobywałaby się z jądra, stwierdzić na pewne nie mogłem; nie uważam jednak za wykluczone, że przechodzenie to odbywa się w stanie płynnym, w podobny sposób, jak to poprzednio opisałem w komórkach cewek Malpighiego tychże samych larw (20). Zauważyłem wtedy, że w komórkach wydzielniczych pojawia się na powierzchni jądra drobna wakuola, a w niej odrazu dostrzegałem ziarenko chromatynowe, jakby z płynu wykryształizowane. Obserwację tą umożliwił w komórkach cewek Malpighiego większy rozmiar ziarenek; w komórkach nabłonka jelitowego ziarenka te są znacznie drobniejsze, wskutek czego analogicznego sposobu pojawiania się ziarenek dostrzec nie mogłem.

Ziarenka chromatynowe, które pojawiły się w plazmie komórki nabłonkowej, gromadzą się wkrótce w górnej części komórki, pomiędzy jądrem a wolną jej powierzchnią i ulegają następnie dość znacznym zmianom, które kolejno widzimy na ryc. 16—21, a które mogą świadczyć o tem, że ziarenka te biorą czynny udział w procesach resorbcyjnych komórki. Ziarna chromatynowe wkrótce po pojawieniu się w plazmie pęczniają silnie, nie tracąc zrazu swej barwliwości, co możemy już zauważyć w komórce ryc. 16. Komórka ta podobną jest zupełnie do komórki poprzednio opisanej; możemy jedynie zauważyć, że jądro jej jest nieco mniejsze, niż w poprzednim stadium, co świadczyłoby również o pewnej utracie materji jądrowej. Wielkość obu komórek ryc. 15 i 16 jest jeszcze prawie ta sama, jedynie w komórce ryc. 16 widzimy w dolnej jej części więcej wodniczek. W dalszym ciągu ziarna chromatynowe w plazmie komórki pęczniają jeszcze więcej, przy czym większe

ziarna barwią się wewnątrz słabiej, wskutek czego przybierają wygląd jakby pęcherzyków. Pęcherzyki takie obok mniejszych, jeszcze jednolicie ciemno zabarwionych ziarenek widzimy w komórce ryć. 17. Widzimy przytem, że komórka ta jest już znacznie większa, niż poprzednio opisane komórki ryć. 15 i 16. Przybytek na objętości komórki ryć. 17 zauważyć możemy przedewszystkiem w górnej jej części, ponad jądrem, zajętej przez ziarna względnie kulki chromatynowe i przylegającej do światła jelita; dolna natomiast część komórki poniżej jądra, zajęta przez plazmę zwakuolizowaną, wykazuje na razie przyrost bardzo nieznaczny. Zjawisko wzrostu komórki w tym okresie możemy wytłumaczyć w ten sposób, że komórka pobiera z światła jelita materje płynne, stanowiące pokarm, które gromadzą się zrazu w plazmie ponad jądrem, w przestrzeni zajętej przez ziarna chromatynowe. Rola ziarn chromatynowych polegałaby na tem, że brałyby one udział w chemicznym procesie asymilacji i przetwarzaniu pobranego pokarmu, a każde ziarenko pobierałoby pewną ilość tego pokarmu i przetwarzało na substancje asymilowane. W komórkach ryć. 18 i nast. widzimy dalsze okresy resorbcji pokarmu, którym towarzyszy znaczny przyrost objętości komórek. Podczas tego ziarna wzgl. pęcherzyki chromatynowe ulegają dalszym zmianom i tak w komórce ryć. 18 już wszystkie prawie ziarna przemieniły się w pęcherzyki, które w części komórki leżącej bliżej jądra zbiły się w jedną masę i słabiej się zabarwiły, niż popozednio. W komórce tej partja plazmy zwakuolizowanej w podstawowej części komórki wykazuje znaczny przyrost, co świadczyłoby o tem, że w tej części komórki gromadzi się materiał przez komórkę zresorbowany i przy pomocy ziarn względnie pęcherzyków chromatynowych przerobiony. W późniejszym stadjum ryć. 19 widzimy, że kuleczki chromatynowe leżące w górnej części komórki zbiły się razem, zatracając przytem swój regularny kształt i utworzyły gruboziarnistą, ciemną masę, w której jeszcze część pokurczonych kuleczek można dostrzec. W komórce tej widzimy jeszcze dalsze zmiany w strukturze samej plazmy. Partja plazmy zwakuolizowanej, która poprzednio sięgała od podstawy komórki aż do wysokości jądra (ryć. 18), rozpostarła się wyżej, ponad jądro i dosięga tu zbitej masy kuleczek chromatynowych. Nadto widać tu ponad masą kulek chromatynowych przy górnej powierzchni komórki plazmę, wolną od substancji chromatynowej, w której — aczkolwiek słabo — zaznacza się budowa bańczasta, co możemy uwa-

zać za początek gromadzenia się również w tej części komórki substancji więcej płynnych. W dalszych stadjach ryć. 20 i 21 kuleczki chromatynowe zamieniają się w ziarnisto-kłaczkową masę, która zwolna zanika zupełnie a równocześnie gromadzenie się substancji płynnych w plazmie komórek postępuje dalej. W komórce ryć. 20 widzimy masę chromatynową znacznie zredukowaną, która rozdzieliła się na dwie partje, leżące po bokach komórki, a w górnej części komórki tuż pod jej wolną powierzchnią nagromadziła się już znaczna ilość płynu, który powierzchnię komórki wydał kulisto, przyczem znikł na powierzchni komórki rąbek szczoteczkowy, dotąd na komórkach ryć. 15—19 stale widoczny.

Dalsze jeszcze stadjum resorbcji widzimy w komórce na ryć. 21. Komórka ta jest bardzo duża, przepelniona zresorbowanym płynem, który nagromadził się tak pod górną powierzchnią komórki, jak też w jej dolnej połowie, a te dwie partje silnie zwakuolizowane przedziela partja plazmy ziarnistej, w której dostrzegamy resztki masy chromatynowej. Komórka taka przedstawia *maximum* resorbcji i od tego stadjum począwszy, następuje zmniejszanie się objętości komórek, spowodowane oddawaniem pobranych materiałów w kierunku jamy ciała larwy. Najpierw ustępuje powoli płyn z dolnej części komórki, co widzimy już na komórce ryć. 22, gdzie zamiast banieczkowatej struktury w podstawowej partji plazmy widocznej w poprzednich stadjach znajdujemy już plazmę ziarnistą, zawierającą liczne lecz luźno leżące bańki substancji płynnych, które otacza plazma o budowie ziarnistej. Stosunkowo dłużej utrzymuje się nagromadzenie płynu w górnej części komórki, tuż pod jej powierzchnią (ryć. 22), jednak i tu po pewnym czasie możemy zauważyć ubytek części płynnych, choć nie zawsze występuje on w tym samym czasie, tak, że nieraz w komórkach, które ponownie rozpoczynają okres resorbcji, pod powierzchnią komórki widać jeszcze plazmę o budowie bańczastej, zawierającą nieco nagromadzonego płynu. Dwie takie komórki widzimy na ryć. 4, z których komórka leżąca po stronie lewej dopiero co wydzieliła z jądra do plazmy ziarenka chromatynowe (stadjum odpowiadające komórce ryć. 16), komórka zaś leżąca po stronie prawej skrawka odpowiadałaby nieco późniejszemu stadjum, reprezentowanemu przez komórkę ryć. 19. Obie te komórki posiadają pod górną swą powierzchnią nagromadzoną pewną ilość płynu, który prawdopodobnie pochodzi z poprzedniego okresu resorbcji. Na brak rąbka szczoteczkowego

w obu wymienionych komórkach zwróćmy jeszcze uwagę później, przy omawianiu powstawania błony peritroficznej.

Przeglądając serje skrawków przez jelito środkowe, przekonujemy się, że opisane tu obrazy, które uznaliśmy za morfologiczny wyraz resorpcji pokarmu, powtarzają się stale, przyczem w komórkach leżących obok siebie widzimy obrazy podobne i jedynie pewną przerwę w ciągłości tej powodują niekiedy całkiem młode komórki powstałe z ognisk twórczych, choć i te, o ile dosięgają swą powierzchnią światła jelita, wykazują często już zmiany spowodowane udziałem w czynności resorbcyjnej. Taki obraz widzimy na ryć. 2 w dwóch małych komórkach, które leżą między komórkami dorosłymi oznaczonymi literą *a*. Stadjum resorpcji, w którym widoczne tu komórki się znajdują, wypadaloby nieco później niż stadjum komórki ryć. 22; widzimy bowiem, że cała plazma tych komórek posiada budowę ziarnistą i nie zawiera już nagromadzonego płynu, z wyjątkiem górnych części komórek tuż pod ich powierzchnią. W obu wielkich komórkach (*a*) nagromadzonego pod powierzchnią płynu widzimy bardzo wiele, w dwóch mniejszych, młodych komórkach jest go znacznie mniej, jednak tak wypukłona na zewnątrz wolna powierzchnia tych komórek, jak również widoczny pod nią płyn świadczą o tem, że komórki te udział w czynności resorpcji już biorą.

Wskutek tego, że komórki nabłonkowe jelita znajdują się partjami w różnych stadjach czynności resorbcyjnej, obraz nabłonka na przekrojach poprzecznych lub podłużnych przedstawia się bardzo niejednolicie, co widzimy na przekroju ryć. 1. Widzimy tu w górnej części przekroju przy *C* komórki bardzo duże, znajdujące się w *maximum* czynności resorbcyjnej; w innych zaś częściach przekroju leżą natomiast komórki, znajdujące się w różnych stadjach resorpcji, co możemy poznać tak po różnej wysokości komórek, jako też po różnem ukształtowaniu ich wolnej powierzchni.

Omawiając co dopiero opisane zjawiska resorpcji, pominąłem chwilowo zmiany, jakie w tym czasie zauważyć można w jądrach komórek, zajętych resorbcją pokarmu. Jedynym objawem, na który zwróciłem dotąd uwagę, było pewne wyczerpanie jądra, widoczne po wydzieleniu ziarn chromatynowych do plazmy. Wyczerpanie to zaznaczało się przez słabszą barwliwość elementów chromatynowych w jądrze (ryć. 15) oraz przez mniejsze nieco rozmiary jądra zaraz po wydzieleniu ziarn chromatynowych (ryć. 16).

W toku zjawisk resorpcji, jakie obserwowaliśmy na komórkach ryć. 17—22, zauważyć możemy również w samych jądrach znaczne zmiany, które polegają tak na powiększeniu się rozmiarów jądra, jakoteż i na zwiększeniu się ilości elementów chromatynowych w jądrze. Wzrost jądra zaznacza się już w stadium, jakie reprezentuje komórka ryć. 17 i trwa aż do czasu *maximum* resorpcji, widocznem na ryć. 21. Wzrost ten jądra idzie w parze z wzrostem objętości samej komórki i odbywa się oczywiście kosztem części pobranych przez komórkę materiałów odżywczych. W chwili, gdy komórka osiągnęła już największy swój wymiar (ryć. 21), zauważyć możemy pewną zmianę w wyglądzie jądra, gdyż zatracą ono kształt mniej więcej kulisty, który dotąd posiadało, a część jego powierzchni — zwrócona ku podstawie komórki — przypłaszcza się i nieco fałduje. W późniejszym stadium (ryć. 22, 2) jądro przybiera kształt dzwonkowaty a część jego powierzchni, zwrócona ku podstawie komórki tworzy jakby rodzaj wypustek. Obrazy te możemy sobie wytłumaczyć w ten sposób, że jądro, które w czasie wchłaniania przez komórkę materji odżywczych część tych materji sobie przyswoiło, teraz, w chwili, gdy komórka oddaje przyswojone materiały, wydziela również pewne płynne substancje, przez co chwilowo zmniejsza się wewnętrzne ciśnienie w jądrze, a to zmniejszenie ciśnienia powoduje sfaldowanie w rodzaj wypustek tej części powierzchni jądra, która jest zwrócona w kierunku, w jakim te materiały są oddawane. Ze tu mamy do czynienia z wydzielaniem z jądra substancyj płynnych, dowodzi zresztą porównanie kształtu i wielkości jąder w komórkach ryć. 21 i 22, w których jądra mają kształty dla tych okresów typowe.

Zwiększenie ilości względnie regeneracja chromatyny w jądrach komórek w okresie resorpcji odbywa się w podobny sposób, jak to opisałem poprzednio w komórkach nabłonkowych cewek Malpighiego tych samych larw. Chromatyna odtwarza się mianowicie z substancji jąderek, a to w ten sposób, że na powierzchni jąderek powstają drobne wyrostki, jak gdyby pączki, które barwią się barwnikami chromatynowymi a następnie odrywają się jako ziarna chromatynowe. Pączkowanie ziarn chromatynowych na jąderkach widoczne jest w jądrach komórek na ryć. 17, 18, 20, 21, przyczem muszę nadmienić, że przy elektywnem zabarwieniu hematoksyliną i eozyną lub błękitem wodnym i eozyną jąderka barwiły się czerwoną, zaś wypączkowane ziarna chromatynowe fioł

kowo lub niebiesko. Obrazy odtwarzania ziarn chromatynowych z substancji jąderek, jakie tu w jądrach komórek nabłonkowych jelita widziałem, odpowiadają zupełnie obrazom, które spotykałem w komórkach cewek Malpighiego¹⁾. Wskutek opisanej tu regeneracji chromatyny ilość jej w jądrach zwiększa się tak, że ku końcowi okresu resorpcji, w chwili, gdy jądro przez utratę płynu zmniejsza swą objętość, ilość ziarn chromatynowych w jądrze jest bardzo znaczna (ryc. 21 i 22).

Z opisanego tu przebiegu zjawisk resorpcji w komórkach jelitowych widzimy, że resorpcja w jelicie larwy mrówkolwa polega na okresie wchłanianiu przez komórki znacznych ilości substancji płynnych, które następnie zostają oddane do jamy ciała. W procesie tym biorą udział ziarenka substancji, barwiącej się chromatynowo, najprawdopodobniej pochodzenia jądrowego, które w początkowych stadiach resorpcji gromadzą się w górnej części komórki, wzrastają zrazu znacznie przemieniając się w pęcherzyki, a następnie z wolna zanikają. Ziarenka te zaliczyć możemy do grupy tworów, znanych już w różnych komórkach i nazwanych przez R. Hertwiga chromidjami, który dostrzegł je po raz pierwszy u Pierwotniaków (*Actinosphaerium*). Goldschmidt (14) opisał podobne twory chromatynowe w komórkach somatycznych u *Ascaris* w okresach wzmożonej funkcji komórek i zidentyfikował je z szeregiem innych ziarnistych lub nitkowatych zróżnicowań komórkowych, jak mitochondrja (Benda), trofospongja (Holmgren), *apparato reticolare* (Golgi), pseudochromosomy (Heidenhain), ergastoplazma (Garnier) itp., które opisywano w różnych komórkach tak somatycznych jak i rozrodczych. Na podstawie tej identyfikacji oparł Goldschmidt swą teorię o dwoistości jądra. Czy ta identyfikacja różnych zróżnicowań komórkowych ma rację bytu lub nie, trudno orzec z tego powodu, że do dziś nie znamy chemicznej natury tych tworów i opieramy się bądź to na obrazach morfologicznych, bądź też po części na ich barwliwości, przyczem możemy zauważyć, że zachowanie się tych tworów względem barwików jądrowych nie zawsze jest jednakie. Także i pochodzenie wymienionych zróżnicowań od jądra nie zawsze da się wykazać, a stąd uważalbyśmy, zgodnie ze zdaniem Heidenhaina (15), że uogólnienie, wprowadzone przez Goldschmidta jest może przed-

¹⁾ por. Łoziński (20), tab. I ryc. 11.

wczesne. Mojem zdaniem identyfikacja jest możliwą jedynie w odniesieniu do tych tworów chromidjalnych, które się barwią barwami jądrowymi i których pochodzenie jądrowe da się wykazać.

Przypuszczenie moje co do pojawienia się tworów chromidjalnych w komórkach jelitowych w czasie trawienia pokarmu nie jest odosobnionem, ponieważ podobne zjawisko opisał Goldschmidt w komórkach jelitowych u *Ascaris*; Nusbaum-Hilarowicz (25) stwierdził w jelicie stonoga (*Oniscus*) również pojawienie się ziarn, które nazwał „chondriosomami“ i które podobnie — jak opisane przezemnie ziarna chromatynowe — rozpuszczały się po pewnym czasie w plazmie komórki, przyczem przypuszczał, że przemieniają się one w rodzaj fermentu.

Ciekawym jest również fakt, że zupełnie podobne pojawienie się ziarn chromidjalnych w plazmie komórki stwierdzić mogłem w komórkach cewek Malpighiego tych samych larw podczas tworzenia wydzieliny. Ziarna te pochodziły z jądra, a skoro dostały się do plazmy, to również zauważyłem, że one pęczniały i zamieniały się w pęcherzyki, poczem zanikały, a obserwowane obrazy jedynie w szczegółach różniły się od obrazów, obserwowanych obecnie w komórkach jelitowych. Mimo tego podobieństwa morfologicznego musimy przyjąć, że rola ziarenek chromatynowych w obu wypadkach jest odmienną, ponieważ nie można przypuszczać, ażeby chemizm resorpcji pokarmu w komórkach jelitowych podobnym był do chemizmu tworzenia wydzielin w cewkach wydzielniczych. Z przytoczonych tu zjawisk możemy wysnuć wniosek, że przy wzmożonej czynności komórki również jądro bierze w niej udział przez wydalenie do plazmy pewnych substancji chromidjalnych; do takiego wniosku doszedł również Goldschmidt na podstawie swych badań nad komórkami somatycznymi u *Ascaris*. Wobec rozmaitego chemizmu różnych komórek somatycznych, jak np. komórek jelitowych i wydzielniczych — należałoby jednak dodać, że chemiczna budowa utworów chromidjalnych w różnych wypadkach musi być różnaita, czego nasze metody cytologiczne niestety wykazać nie mogą. Nadto wszystkie te spostrzeżenia dowodzą, że różne czynności biologiczne w komórkach mogą dawać obrazy izomorficzne, na co już Gajewska (11, 12) w swych pracach zwróciła uwagę.

Wydzielanie błony peritroficznej.

U owadów wytwarza się w jelicie co pewien czas cienka chitynowa błona kutikularna, która, wyścielając całe wnętrze jelita, okrywa znajdujące się w niem pokarmy, wskutek czego trawienie i resorpcja pokarmu odbywać się mogą jedynie drogą dyfuzji przez tę błonę. Błonę tę, wydalaną zazwyczaj w czasie wylinki wraz z odchodami, nazwał Balbiani(1) błoną peritroficzną — „membrane péritrophique“ i pod tą nazwą opisano ją już u wielu form owadów i wijów¹⁾. Co do sposobu powstawania tej błony, to jedni autorowie, jak Plateau, Balbiani, Verson i i. przyjmują, że tworzą ją wszystkie razem komórki nabłonka jelitowego, wydzielając ją jako wytwór kutikularny na swej powierzchni, inni zaś, jak Van Gehuchten, Cuénot, Vignon, Bordas i Berlese uważają tę błonę za wytwór specjalnych komórek, leżących u wejścia do *mesenteron*. Odmienny zupełnie sposób powstawania błony peritroficznej opisuje Mc. Dunnough u larwy złotooka, gdzie błona ta ma powstawać przez okresowe odcinanie górnej części plazmy komórek nabłonkowych. Rysunek podany przez tegoż autora wskazuje jednak na błędną obserwację, gdyż widocznie autor miał przed sobą skrawki jelita, w których przy krajaniu nastąpiło sztuczne koncentryczne odszczepienie się górnej części komórek nabłonkowych, co niekiedy również i w jelicie larwy mrówkolwa mogłem zauważyć.

Tworzenie się błony peritroficznej w jelicie larw mrówkolwa mogłem na skrawkach niejednokrotnie obserwować; błona ta jest bardzo delikatna, powstaje nie na całej powierzchni jelita odrazu, lecz złuszcza się niejako partjami z powierzchni komórek nabłonkowych. Nadto błona ta nie spełnia tu tego zadania, co u innych owadów, to znaczy nie stanowi jednolitej torebki, któraby okrywała całą treść jelita, lecz kolejno wytwarzane części błony wchodzą odrazu w skład jajowatego ciała, stanowiącego kał larwy, które przez cały przeciąg życia larwalnego w jelicie pozostaje. Jeżeli rozpatrujemy pod niewielkiem powiększeniem przekrój takiego ciała w wnętrzu jelita (ryc. 1), to zauważymy, że składa się ono głównie z szeregu częściowo koncentrycznie ułożonych warstw błoniastych, które po części na siebie zachodzą i okrywają ziarnistą treść, prze-

¹⁾ Odnosią literaturę zestawil Berlese(2).

ważnie ciemno zabarwioną. Koncentryczne warstwy na wspomnianem ciałku stanowią właśnie błony peritroficzne, kolejno wydzielane, ziarniste zaś masy między partjami błon są częściowo pozostałością pokarmu larwy, częściowo zaś wchodzą w ich skład pewne wydzieliny komórek nabłonkowych, czasami przez komórki wydalone, w których składzie znajduje się prawdopodobnie kwas moczowy, wykryty w ciałku jajowatym przez Gerstäckera (13) i Jürgensena¹⁾. To wydzielanie pewnych wydalin przez komórki nabłonkowe odbywa się w okresie tworzenia błony peritroficznej, wkrótce po jej odszczepieniu się od powierzchni komórek, co zresztą zaraz bliżej omówimy. Przed wytworzeniem się błony peritroficznej możemy zauważyć, że na powierzchni komórek nabłonkowych, które w tym okresie nie wykazują wcale zmian czynnościowych związanych z resorbacją, a nadto nie mają wcale rąbka szczoteczki, pojawia się cienka błonka żółtawego koloru. Przeglądając na skrawkach partje komórek, zaopatrzonych na powierzchni w taką żółtawą błonkę, zauważyć możemy niekiedy, że błonka ta odszczepia się kolejno od leżących obok siebie komórek (ryc. 14). Po odszczepieniu się tej błonki, która stanowi błonę peritroficzną, pojawia się wkrótce na powierzchni komórek rąbek szczoteczki²⁾. Na pewien czas przed wytworzeniem się błony peritroficznej zauważyć możemy w komórkach nabłonkowych ziarniste złogi żółtawego koloru, które gromadzą się pod powierzchnią komórek. W czasie odszczepiania się błony peritroficznej złogi ziarenek przysuwają się bliżej powierzchni komórek, poczem wkrótce po odszczepieniu się wspomnianej błony znikają w komórce, natomiast pojawiają się równocześnie w świetle jelita brunatnawe strąty (ryc. 14). Strąty te leżą tak pod, jak i nad świeżo odszczepioną błoną peritroficzną i stanowią najprawdopodobniej wydzielinę komórek, powstałą z widocznych poprzednio w komórkach złogów. Substancje tu wydzielane wydostają się z komórek zapewne w stanie płynnym, gdyż wydobywania się ziarn na powierzchnię komórek nigdy nie zauważyłem.

Z opisanych tu zjawisk widzimy, że w okresie wydzielania błony peritroficznej komórki chwilowo zaprzestają spełniać funkcję

¹⁾ Wynik chemicznej analizy wspomnianego ciałka dokonanej przez Jürgensena podał Meinert (23).

²⁾ Na ryc. 14 rąbek szczoteczki, na odnośnym preparacie w 4 komórkach leżących od strony lewej wyraźnie widoczny — przy reprodukcji wypadł b. słabo.

resorbcji pokarmu, a okres ten, chwilowego jakby spoczynku, wykorzystany bywa w celu wydalenia z komórki pewnych zbytecznych substancyj, które widocznie skutkiem procesów resorbcji i asymilacji w komórkach się nagromadziły. Między produktami wydzielanymi z komórki znajduje się prawdopodobnie również kwas moczowy, który został przez Garstäckera i Jørgensena w jajowatym ciałku w jelicie wykazany. Nadto widzimy, że podczas odszczepienia się błony peritroficznej pojawiają się na powierzchni komórek rąbek szczoteczkowy, który, jak wiemy z opisu zjawisk resorbcyjnych, zanika ku końcowi okresu resorbcyjnego.

Nasuwa się nam jeszcze pytanie, czy wydzielanie błony peritroficznej i zjawiska wydzielnicze w komórkach nabłonkowych występują zawsze po ukończeniu każdego okresu resorbcji, czy też dopiero po przejściu kilku okresów. Wobec tego, że procesy resorbcyjne odbywają się w nabłonku jelitowym partjami i na tym samym skrawku widzimy zawsze równocześnie partje komórek, znajdujące się w różnych stadjach resorbcji, stwierdzenie tej kwestji następuje pewne trudności. Mimo tego jednak możemy z pewnych danych wnioskować, że tworzenie się błony peritroficznej nie następuje zawsze po każdym okresie resorbcyjnym. Świadczy o tem najpierw nader rzadkie występowanie obrazów tworzenia się błony — mimo wielkiej ilości obrazów resorbcyjnych — a następnie stosunkowo często spotykany brak rąbka szczotczkowego w komórkach, które dopiero rozpoczynają okres resorbcji. Jak wiemy, odnowa rąbka szczotczkowego następuje dopiero po odszczepieniu się błony peritroficznej, gdyby więc każdy okres resorbcyjny kończyło wydzielanie wspomnianej błony, to w początkowych stadjach następnego okresu resorbcji widzielibyśmy zawsze świeży rąbek szczotczkowy. Brak tego rąbka w komórkach w pierwszych stadjach resorbcji, a nadto często widoczne w takich właśnie komórkach pod samą ich powierzchnią resztki płynu (ryc. 4) mogą służyć za dowód, że w tych wypadkach okresy resorbcyjne następują bezpośrednio jeden za drugim.

Z Pracowni Histologicznej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie — Dyrektor Prof. Dr. St. Maziarski.

Objaśnienie rysunków.

Wszystkie rysunki zdjęto przy pomocy aparatu Abbego na wysokości stołika mikroskopowego.

Ryc. 1. Przekrój poprzeczny przez jelito larwy mrówkolwa w tylnej części jelita wraz z ciałkiem kulistym, stanowiącem kał larwy. Płyn Carnoy, hematoksyлина Böhmera i eozyrna. (Objaśnienie liter w tekście). Obj. Zeissa α_2 okul. 4.

Ryc. 2. Przekrój przez część nabłonka jelita środkowego wraz z błoną otrzewnową i mięśniami; widać u podstawy nabłonka młode kuliste ognisko, a w jego otoczeniu 10 komórek, pochodzących ze starszego ogniska, które poprzednio w tem miejscu się wytworzyło. Płyn Carnoy, hematoksyлина żelazowa i eozyrna. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 1. (Objaśnienie liter w tekście).

Ryc. 3. Przekrój przez nabłonek jelita środkowego; u podstawy małe ognisko kuliste, ponad niem młode komórki nabłonkowe. Płyn Carnoy, hematoksyлина Delafielda i eozyrna. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 1.

Ryc. 4. Przekrój jak na ryc. 3, między młodymi komórkami widać kule wydzielonej substancji jąderkowej, wydzielonej poprzednio przez komórki ogniska, Płyn Carnoy, hematoksyлина Böhmera i eozyrna. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 1.

Ryc. 5. Trzy komórki ogniska, wydzielające kulę substancji jąderkowej, która u góry przylega do ich górnej powierzchni; środkowa komórka zawiera jeszcze małą kulę substancji jąderkowej, którą właśnie z plazmy wydala. U podstawy komórek bardzo młode ognisko, złożone z 3 komórek. Płyn Bouina, safranina i indygo pikrokarm. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{13}$ " okul. 4.

Ryc. 6–8. Grupy komórek z młodymi ogniskami, zawierające figury karjokinetyczne. Płyn Bouina, safranina i indygo pikrokarm. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 4.

Ryc. 9. Dwie nieco starsze komórki z ogniska, w którym komórki zaczęły się rozsuwać. Płyn Carnoy, hematoksyлина Böhmera i eozyrna. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 4.

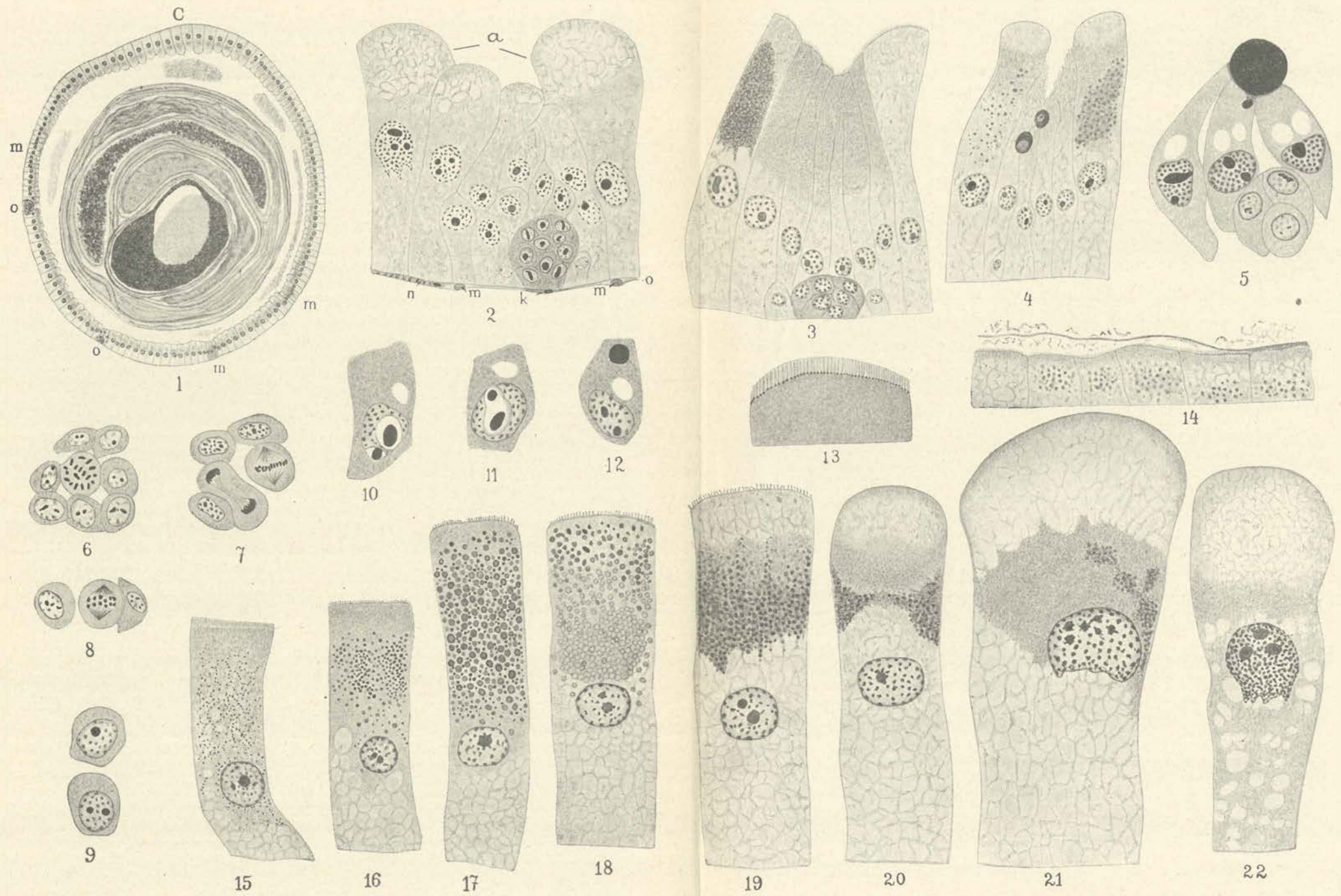
Ryc. 10–12. Komórki z ogniskami starszymi podczas wydzielania z jąder substancji jąderkowej. Ryc. 10 i 11 płyn Bouina, ryc. 12 płyn Henninga, safranina i indygo pikrokarm. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{13}$ " okul. 4.

Ryc. 13. Górna część komórki nabłonkowej z widocznym brzeżkiem szczotczkowym. Płyn Manna, hematoksyлина żelazowa i eozyrna. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 4.

Ryc. 14. Górna część sześciu komórek nabłonkowych w trakcie oddzielania błony peritroficznej; w komórkach widać ziarniste złoże żółtawej barwy, stanowiące prawdopodobnie substancje, które mają być wydalone z komórek. Płyn Bouina, hematoksyлина Böhmera i eozyrna. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 1.

Ryc. 15–21. Komórki nabłonkowe w kolejno następujących po sobie stadiach zmian czynnościowych, towarzyszących resorpcji. Płyn Carnoy, hematoksyлина Delafielda i eozyrna. Obj. immersja Zeissa $\frac{1}{12}$ " okul. 2.

Ryc. 22. Komórka nabłonkowa po „maximum“ zmian czynnościowych. Płyn Carnoy, hematoksyлина żelazowa i eozyrna, powiększenie jak ryc. 15–21.



Literatura.

1. Balbiani, E. G. Études anatomiques et histologiques sur le tube digestif de *Cryptops*. Arch. de Zool. expér. 2 Sér. T. 8. 1890.
2. Berlese, A. Gli insetti. Milano 1909.
3. Deegener, P. Die Entwicklung des Darmkanals der Insekten. T. II. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. XXVI, 1908.
4. — Beiträge zur Kenntnis der Darmsekretion. Arch. f. Natgesch. Bd. 75, 1909.
5. Doflein, F. Der Ameisenlöwe. Jena 1916.
6. Mc. Dounough, J. Über den Bau des Darmes und seiner Anhänge von *Chrysopa perla* L. Arch. f. Natgesch. Bd. 75. 1909.
7. Faussek, V. Beiträge zur Histologie des Darmkanals der Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 45, 1887.
8. Frenzel, G. Über den Bau und Tätigkeit des Verdauungskanals der Larve des *Tenebrio molitor* mit Berücksichtigung anderer Arthropoden. Berl. entomol. Zeitschr. 1882.
9. — Einiges über den Mitteldarm der Insekten, sowie über Epithelregeneration. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26, 1886.
10. Gajewska, H. Über die morphologische Veränderungen der Kern- und Plasmasubstanzen im Verlaufe des Wachstums der Oocyten. Arch. f. Zellforschung Bd. 14, 1917.
11. — Über Isomorphismus der färbbaren Einschlüsse des Plasmas, ihre gegenseitigen Beziehungen und ihre Bedeutung im Leben der Zelle. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Sc. nat. 1919.
12. — Nukleolizacja jądra i plazmy rosnącego ocytu drowniaka (*Lithobius*) Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Akad. Um. Ser. III Dż. B. T. 19, 1919.
13. Gerstäcker, Über zwei eigentümliche von *Gastropacha neustria* und *Myrmeleon formicarius* beobachtete Modifikationen der Harnsäure-Absonderungen. Ber. Ges. nat. Fr. Berlin 1873.
14. Goldschmidt, R. Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 21, 1904.
15. Haidenhain, M. Plasma und Zelle. I. 1. Jena 1907.
16. Henneguy, L. F. Les Insectes. Paris 1904.
17. Launoy, L. Contribution à l'étude des phénomènes nucléaires de la sécrétion. Ann. Sc. nat. (8) T. 18, 1903.
18. Łoziński, P. Beitrag zur Anatomie und Histologie der Mundwerkzeuge der Myrmeleonidenlarven. Zool. Anz. Bd. 33, 1908.
19. — Über die Malpighischen Gefäße der Myrmeleonidenlarven als Spinndrüsen. Zool. Anz. Bd. 38, 1911.
20. — Untersuchungen über die Histologie und Cytologie der Malpighischen Gefäße der Myrmeleonidenlarven. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Sc. Nat. 1921.
21. — Cytologische Untersuchungen über die Umwandlung der Malpighischen Gefäße der Myrmeleonidenlarven in Spinndrüsen und über die Spinnstoffsekretion. Bull. de l'Acad. de Sc. de Cracovie, Sc. nat. 1921.

22. Maziarski, St. Recherches cytologiques sur les phénomènes sécrétoires dans les glandes filières des larves des Lépidoptères. Arch. f. Zellforschung Bd. VI, 1911.
 23. Meinert, Fr. Contribution à l'anatomie des Fourmilions. Ov. Dauske V. S. Forh. Kjöbenhavn 1889.
 24. Montgomery, T. H. Comparative cytological studies with especial regard to the morphology of the nucleolus. Journ. of. morphol. V. 15. 1898.
 25. Nusbaum-Hilarowicz, J. Zur Histologie und Physiologie der Verdauungsorgane der Landasseln, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Resorptionsvorgänge im Tierreich. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie, Sc. nat. 1920.
 26. Petruniewicz, A. Die Verdauungsorgane von *Periplaneta orientalis* und *Blatta germanica*. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 13, 1900.
 27. Rengel, C. Über die Veränderungen des Darmepithels bei *Tenebrio molitor* während der Metamorphose. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 62, 1897.
 28. — Über die periodische Abstoßung und Neubildung des gesamten Mitteldarmepithels bei *Hydrophilus*, *Hydrous* und *Hydrobius*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 63, 1898.
 29. — Über *Myrmeleon formicarius* L. Sitzber. Ges. nat. Fr. Berlin 1908.
 30. Russ. Die postembryonale Entwicklung des Darmkanals bei den Trichopteren. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 25, 1908.
 31. Schiemenz, P. Über das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene... Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 38, 1883.
 32. Van Gechuchten, A. Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la larve de *Ptychoptera*. La Cellule T. 6. 1890.
 33. Vigier, P. Les pyrénosomes (parasomes) dans les cellules de la glande digestive de l'Écrevisse. C. R. Ass. Anat. 3 Sess. 1901.
-

Zmienność kwiatów szafranu tatrzańskiego.

Napisał

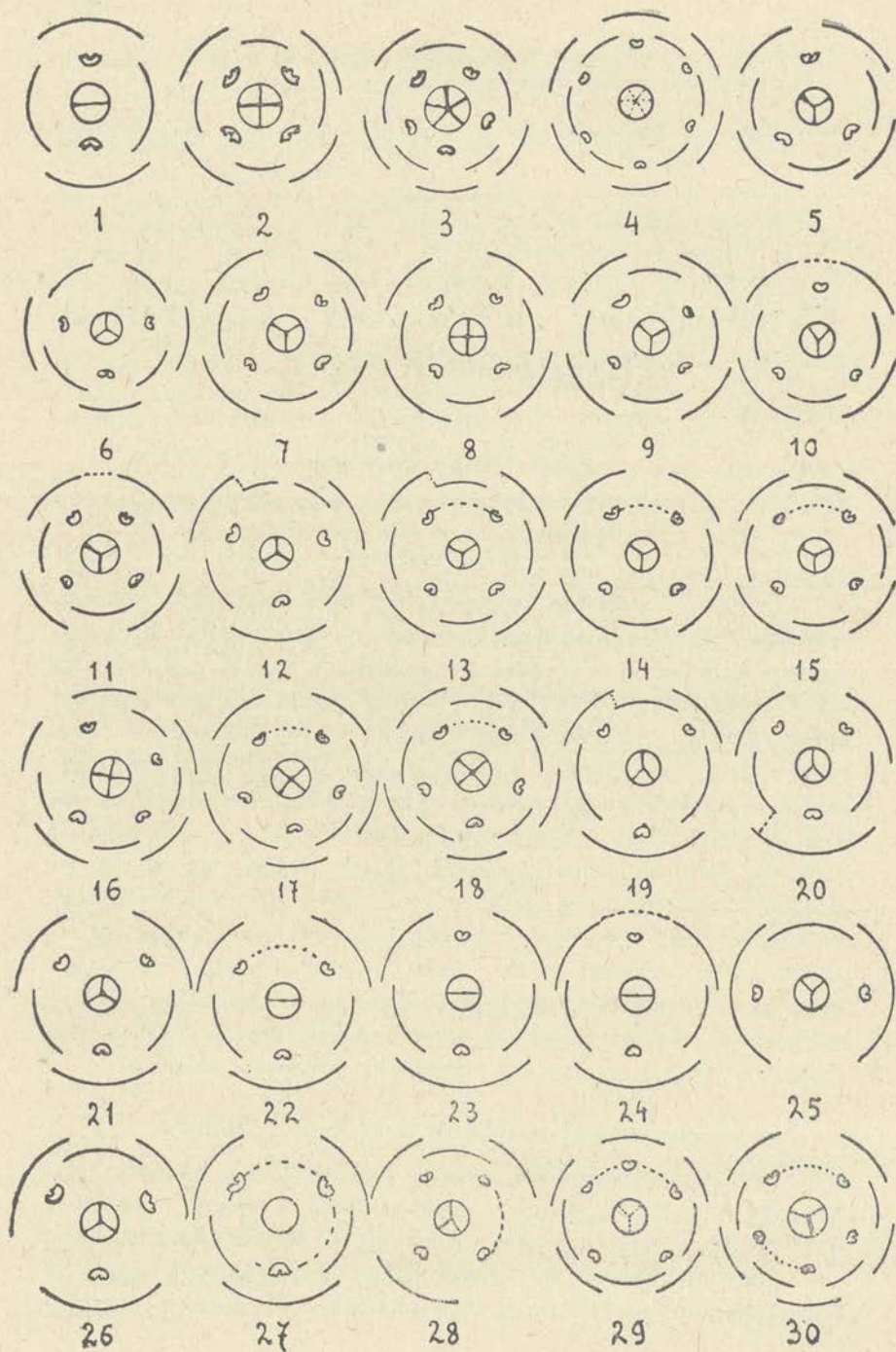
Konstanty Stecki.

Rzecz przedstawiona przez członka Wł. Szafera na posiedzeniu Wydziału matem.-przyrodniczego dnia 11 kwietnia 1921 r.

Zbierając na polanie zwanej Toporową Cyrhlą okazy szafranu tatrzańskiego (*Crocus scepusiensis* Rehm. et Wołoszczak = *C. babiogorensis* Zapalowicz) do wydanego przezemnie w 1912 r. dla użytku szkół średnich „Zielnika roślin tatrzańskich“ (3), spostrzegłem szereg okazów o nienormalnych ilościach części kwiatu: okwiatolistków, pręcików, znamion i komór zalążni. Po wielokrotnem i starannem przeszukaniu pól krokusowych na Cyrhli udało mi się zebrać w latach 1915—1917 większą ilość kwiatów o nienormalnej budowie. Po zestawieniu zebranych okazów okazało się, że nienormalności poszczególnych okółków kwiatowych pozostają w pewnym ze sobą związku i występują według pewnych powtarzających się zasad. Przed sformułowaniem reguł, w które da się te zjawiska ująć, opiszę nienormalne okazy znalezione przezemnie i przy pomocy znajomych, a przede wszystkim państwa Alfredostwa Lityńskich, którym za pomoc w zbieraniu materiału serdecznie dziękuję.

I. Zmiany pod względem ilokrotności budowy.

Wśród wielkiej ilości kwiatów normalnych o budowie trój-krotnej: P_{3+3} , A_3 , G_3 (narysy znaczyć będą wprost w sposób: 3. 3. 3. 3, gdzie pierwsza cyfra odnosi się do okółka okwiatolistków zewnętrznych, następne do okwiatolistków wewnętrznych, pręcików i owocolistków) spotykamy pewną ilość kwiatów inaczej pod wzglę-



dem wielokrotności zbudowanych, a mianowicie: dwukrotnych, czterokrotnych, pięciokrotnych, a nawet i sześciokrotnych.

Wśród kwiatów nienormalnie zbudowanych znalazło się 21 okazów o budowie dwukrotnej (rys. 1) t. j. o czterech okwiatolistkach (2 z zewnętrznego, 2 z wewnętrznego okółka), dwu pręcikach i o zalążni dwukomorowej. Znamiona dwa, przeważnie normalnej wielkości, u jednego okazu bardzo drobne (2 mm długie), u 5 dość małe (do 5 mm długie). Jeden okaz był biały. Wymiary okwiatu od zalążni, nie licząc tej ostatniej, 6.0—10.8 cm, przeciętnie 7.0 cm. Podobne dwa okazy dwukrotne opisał A. Wodziczko w swej pracy o krokusach (4).

Zdarzały się także okazy o budowie czterokrotnej (rys. 2): 4 okwiatolistki zewnętrzne, 4 wewnętrzne, 4 pręciki, 4 komory i 4 znamiona słupka. U trzech okazów (na 16) jeden pręcik krótszy, podobnie jak u poprzedniego typu, a w tem raz nawet znacznie zmarniały, bo pylniki są o 6 mm krótsze, niż u pozostałych trzech pręcików. Przeciętna długość okwiatu 9.0 cm. Zebrano 16 okazów.

Kwiaty o pięciokrotnej budowie (rys. 3): 5 zewnętrznych, 5 wewnętrznych okwiatolistków, 5 pręcików i 5 komór zalążni miałem w 2 okazach. U dwu pręcików jednego kwiatu jeden pylnik od dołu nie przyrósł do łącznika do wysokości $\frac{1}{3}$ i $\frac{1}{4}$ swej długości. Długość okwiatu 10.3—8.1 cm, przeciętna 9.2 cm.

A. Lityński znalazł 29. IV. 1913 r. u wylotu dol. Furkotnej na południowej stronie Tatr okaz szafranu o 12 okwiatolistkach, po

Objaśnienie rysunków 1—30.

Rys. 1 narys kwiatu:	2. 2. 2. 2	Rys. 16 narys kwiatu:	5. 4. 4. 4
" 2 " "	4. 4. 4. 4	" 17 " "	5. 4. $4\frac{1}{2}$. 4
" 3 " "	5. 5. 5. 5	" 18 " "	5. 5. $4\frac{1}{2}$. 4
" 4 " "	6. 6. 6. 6	" 19 " "	$\overline{3. 3. 3. 3}$
" 5 " "	4. 3. 3. 3	" 20 " "	$\overline{3. 2. 3. 3}$
" 6 " "	3. 4. 3. 3	" 21 " "	3. 2. 3. 3
" 7 " "	4. 3. 4. 3	" 22 " "	3. 2. $2\frac{1}{2}$. 2
" 8 " "	4. 3. 4. 4	" 23 " "	3. 2. 2. 2
" 9 " "	4. 4. 4. 3	" 24 " "	$2\frac{1}{2}$. 2. 2. 2
" 10 " "	$3\frac{1}{2}$. 3. 3. 3	" 25 " "	2. 1. 2. 3
" 11 " "	$3\frac{1}{2}$. 3. 4. 3	" 26 " "	3. 1. 3. 3
" 12 " "	3. 4. 3. 3	" 27 " "	3. 2. $\frac{3}{2}$. 1
" 13 " "	$\overline{4. 4. 3\frac{1}{2}. 3}$	" 28 " "	$\overline{3. 1. 3\frac{1}{2}. 3}$
" 14 " "	4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3	" 29 " "	5. 3. $(2+\frac{3}{2}). 3$
" 15 " "	4. 4. $3\frac{1}{2}$. 3	" 30 " "	5. 4. $3\frac{3}{2}$. 3

6 w każdym okółku: pręcików było 6 (w jednym pręciku jeden pylnik od $\frac{1}{2}$ długości w dolnej części nie przyrosły do łącznika), dwie długie szyjki, każda opatrzona trójplatem znamieniem. Zależnia zapewne 6-komorowa, nie zebrana, to też w narysie (rys. 4) zaznaczam ją kropkami. Długość okwiatu 8.2 lub więcej *cm*.

II. Formy przejściowe o niejednakowym zachowaniu się okółków kwiatowych.

Prócz kwiatów o jednakowej ilości części we wszystkich okółkach spotyka się cały szereg postaci przejściowych pomiędzy opisanymi powyżej formami. Przejścia mogą polegać na tem, że ilość części jednego okółka odpowiada narysowi o pewnej ilokrotności, a ilość części innego lub innych okółków jest mniejszą lub większą i odpowiada narysowi kwiatu o innej ilokrotności; formy przejściowe powstają także w ten sposób, że poszczególne części kwiatu zrastają się ze sobą, względnie rozszczepiają się. Ilościowe wahania w poszczególnych okółkach ograniczają się najczęściej do dwu sąsiednich wielokrotności, t. j. przejściowe formy pomiędzy 3- i 4-rokrotnymi kwiatami będą posiadały nie mniej i nie więcej części w poszczególnych okółkach — jak 3 lub 4, formy przejściowe pomiędzy 4-ro i 5-ciokrotnymi — 4 i 5, a pomiędzy 3- i dwukrotnymi — 3 i 2. Jedyne u niewielu kwiatów mamy w jednym okółku np. 3 części, w innym jedną, a nawet $3\frac{1}{2}$ (=2 normalne i 2 zlane ze sobą), 3 i 1.

Zrosty mogą się dokonywać w obrębie jednego okółka, a mianowicie znalazłem kwiaty o zroście (względnie rozszczepieniu się) pomiędzy dwoma okwiatolistkami zewnętrznymi lub też pomiędzy dwoma a nawet trzema pręcikami; mogą się także zrastać elementy dwu sąsiednich okółków, znalazłem mianowicie pewną ilość kwiatów o okwiatolistku zewnętrznego okółka zrosniętym z okwiatolistkiem wewnętrznego okółka.

a) Przejścia pomiędzy kwiatami 3- i 4-rokrotnymi.

Przejście pomiędzy kwiatami 3- i 4-krotnymi stanowi szereg form o różnych ilościach elementów w poszczególnych okółkach, mianowicie o ilościach 3 i 4; dalej należą tu formy o rozszczepionych okwiatolistkach zewnętrznego okółka lub o zrosniętych ze sobą: okwiatolistku zewnętrznego i okwiatolistku wewnętrznego okółka, a wreszcie formy o rozszczepionych pręcikach.

Zpśród przejść pierwszej kategorii znalazłem następujące okazy:

1) Pięć kwiatów o budowie 4. 3. 3. 3, t. j. o czterech okwiatolistkach okółka zewnętrznego, trzech wewnętrznego, trzech pręcikach i trzech komorach zalążni (rys. 5). W trzech wypadkach nitka pręcika stojącego między dwoma okwiatolistkami zewnętrznymi przyrosła jest do nasady obu okwiatolistków; u dwu innych kwiatów pręcik jest przyrośnięty do nasady jednego okwiatolistka, jednakże nieco z boku, po stronie sąsiedniego okwiatolistka z zewnętrznego okółka, któremu nie odpowiada żaden pręcik. W jednym z trzech poprzednich wypadków jeden pręcik jest o $\frac{1}{4}$ długości pylników krótszy od dwu innych oraz jest — zarówno jak i jeden z pozostałych — przyrosły do rurki okwiatu znacznie głębiej (około 1 *cm* niżej), aniżeli normalnie. Znamiona normalne. Długość okwiatu średnio 8·8 *cm*.

2) Kwiaty o budowie 3. 4. 3. 3, t. j. o trzech okwiatolistkach okółka zewnętrznego, czterech wewnętrznego, trzech pręcikach i trzech komorach zalążni (rys. 6). Rozmiary znaczne, długość okwiatu przeciętnie 8·5 *cm*. Zebrano 8 okazów.

3) Jeden okaz o budowie 4. 3. 4. 3, tj. o czterech okwiatolistkach zewnętrznych, trzech wewnętrznych, czterech pręcikach i trzech komorach zalążni; znamion 3. Długość okwiatu 9·3 *cm* (rys. 7).

4) Jeden okaz o budowie 4. 3. 4. 4, t. j. jak powyższy, ale zalążnia czterekomorowa (rys. 8), znamion 4. Długość okwiatu 7·3 *cm*.

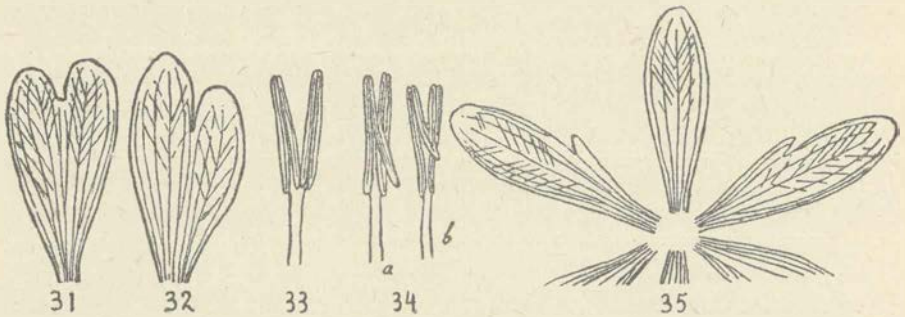
5) Sześć okazów o budowie 4. 4. 4. 3, (rys. 9). Z czterech pręcików u wszystkich okazów jeden krótszy (o $1\frac{1}{2}$ —3 *mm*), a w jednym kwiecie drugi pręcik też krótszy, o jednym pylniku w dół wolno zwisającym, począwszy od 4 *mm* od góry. Zalążnia trójkomorowa, znamion 3. Przeciętna długość okwiatu 8·9 *cm*.

Rozszczepianie się okwiatolistków zewnętrznego okółka przedstawia się w ten sposób, że w miejscu, gdziebyśmy mogli spodziewać się obecności 1-go okwiatolistka zewnętrznego, przy trójkrotnej pozatem budowie kwiatu, lub tam, gdzie brak między dwoma zewnętrznymi okwiatolistkami jednego wewnętrznego (w kwiecie o 3 okwiatol. wewn., 4 pręcikach i 3-komorowej zalążni) występuje utwór sercowaty (rys. 31, str. 146) o symetrycznie rozwiniętych połówkach, znacznie ($1\frac{1}{2}$ raza, czasem prawie dwukrotnie) szerszy od normalnego okwiatolistka danego kwiatu. Taki rozszczepiony okwiatolistek wygląda, jak 2 zrosłe ze sobą okwiatolistki. Nerwacja po stronach wewnętrznych obu połówek uboższa, niż po stronach zewnętrznych. Rozszczepienie się bywa dalej lub mniej posunięte, a połówki są do $\frac{4}{5}$ swej długości lub też mniej ze sobą zlane. Zaznaczać będę

takie sercowate twory we wzorach budowy kwiatu w ten sposób, że będą je liczył jako $1\frac{1}{2}$ elementu okółka. Formy te można uważać — przyjmując za punkt wyjścia kwiat o normalnej budowie trójkrotnej: 3. 3. 3. 3 — za objaw rozszczepienia się elementów w kwiatkach o diagramach $3\frac{1}{2}$. 3. 3. 3 oraz $3\frac{1}{2}$. 3. 4. 3.

Znalazłem 2 okazy o budowie $3\frac{1}{2}$. 3. 3. 3. (rys. 10) i jeden okaz barwy białej o budowie $3\frac{1}{2}$. 3. 4. 3. (rys. 11); ten ostatni zebrała p. Adela Landau w kwietniu 1916 r. Forma $3\frac{1}{2}$. 3. 3. 3, jak widzimy z porównania wzorów, stanowi przejście od kwiatów trójkrotnych: 3. 3. 3. 3 do kwiatów o budowie 4. 3. 3. 3, a forma $3\frac{1}{2}$. 3. 4. 3 łączy kwiaty normalne z kwiatami posiadającymi budowę 4. 3. 4. 3.

Zrost okwiatolistków należących do różnych okółków zaznacza się tem, że połówki sercowatego tworu (rys. 32) nie są równo-



miernej wielkości i kształtu, różnią się również zazwyczaj pod względem ubarwienia i unerwienia. Stosunki pod tym względem pozostały jak w kwiecie normalnym. Zrost również może być bardziej lub mniej zupełnym. Wśród kwiatów przejściowych od 3- do 4-rokrotnych zauważyłem u jednego okazu o wzorze $3\frac{1}{2}$. 4. 3. 3, zrost okwiatolistka zewnętrznego z wewnętrznym bez równoczesnego zlewania się pręcików, co uwidaczniam klamrą, łączącą cyfry odpowiednich okółków, a na narysie (rys. 12) linią kropkowaną, łączącą odpowiednie elementa. Okaz ten stanowi pośrednie ogniwo pomiędzy kwiatem normalnym 3. 3. 3. 3 i opisanymi powyżej kwiatami $3\frac{1}{2}$. 4. 3. 3. Podobny zrost wystąpił również u jednego okazu o budowie $4\frac{1}{2}$. $3\frac{1}{2}$. 3, gdzie równocześnie pręcik nadległy okwiatolistkowi zewnętrznemu, biorącemu udział w zroście, złął się nitką swą z pręcikiem sąsiednim, stojącym po stronie zrostu (rys. 13). Pylniki normalne, wolne; dwa inne pręciki normalne. Zalążnia trójkomorowa.

Jest to ogniwo łączące kwiaty o wzorach: 4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3 i 4. 4. $3\frac{1}{2}$. 3. Podobne zrosty spotykamy jeszcze i u innych okazów, stanowiących przejścia pomiędzy innymi pod względem ilokrotności kwiatami. Samo rozszczępienie się pręcików wśród przejść od 3 do 4-rokrotnych spotykamy u kwiatów dwu typów: o wzorze 4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3 i 4. 4. $3\frac{1}{2}$. 3.

Kwiatów pierwszego typu o wzorze 4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3. (rys. 14) t. j. o czterech okwiatolistkach zewnętrznego, trzech wewnętrznych okółka, o 2 pręcikach zwykłej budowy i o parze pręcików rozszczępiionych zebrałem 12. Zalążnia trójkomorowa. Rozszczępienie pręcików może być tego rodzaju, że pręciki złane są ze sobą tylko zapomocą nitki aż do nasady pylników (rys. 33), które są wolne i normalne (u 10-ciu okazów), albo złanie obejmuje częściowo i pylniki, które są zrosnięte bardziej silnie rozwiniętymi łącznikami (u 2 okazów: mianowicie do $\frac{1}{3}$ i $\frac{2}{7}$ długości pylników), w górze zaś pozostają dwa wolne ramiona, każde wykształcone jak u normalnego pręcika. W miejscu nieco poniżej zrostu wolnych ramion zwisa wolno w dół wyrostek (5 mm i $3\frac{1}{2}$ mm długi), utworzony z pylników (rys. 34). W jednym wypadku takiego zrostu łączące się ze sobą 2 pylniki utworzyły 2 wyrostki: bardziej zbliżona do siebie para woreczków pylnikowych (w pręcikach: zewnętrzne) utworzyła górny, krótszy wyrostek, 2 mm długi, a para bardziej oddalonych (w pręcikach: wewnętrzne) utworzyła poniżej drugi dłuższy wyrostek, $3\frac{1}{2}$ mm długi, obejmujący pierwszy swojemi rozchodzącemi się woreczkami pylnikowemi. (rys. 34b). W ten sposób oba wyrostki leżą podobnie jak łuski na sobie. W paru wypadkach zrostu tylko samemi nitkami pylniki jednego pręcika są nieco krótsze (o 4—1 mm) od pylników drugiego. W jednym kwiecie jeden pylnik w wolno stojącym pręciku oddziela się od łącznika i zwisa w dół, począwszy od 3 mm od góry. Nitka pręcików rozszczępionych jest szerszą niż u pręcików normalnych i nieco spłaszczoną. Kwiaty te o wzorze: 4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3 stanowią ogniwo, łączące kwiaty typów 4. 3. 3. 3 i 4. 3. 4. 3.

Kwiatów o wzorze 4. 4. $3\frac{1}{2}$. 3. zebrałem trzy okazy. Posiadają one po 4 okwiatolistki w obu okółkach. Pręciki 2 normalne, trzeci i czwarty złane nitkami na całej ich długości. Części pylnikowe wolne. Zalążnia trójkomorowa, znamię mniej lub więcej wyraźne, złożone z 3 płatów. Przeciętna długość okwiatu wynosi 8·3 cm. Kwiaty te stanowią przejście między formami 4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3. i 4. 4. 4. 3.

b) Przejścia między kwiatami 4- i 5-ciokrotnymi.

Przejścia pomiędzy kwiatami 4- i 5-ciokrotnymi wyrażają się — podobnie jak i przejścia między 3- i 4-krotnymi — w występowaniu nowych elementów w poszczególnych okółkach i w rozszczepianiu się pręcików. Nie znalazłem jednak wśród nich okazów z rozszczepionymi i zrastającymi się okwiatolistkami, a przy rozszczepianiu się pręcików niema wypadków zlewania się części pylnikowych i pręciki są złane tylko nitkami, które są — podobnie jak i w innych analogicznych wypadkach — nieco szersze niż normalne (około $1\frac{1}{2}$ raza).

Znalazłem 1 okaz o wzorze 5.4.4.4. (rys. 16). Z pręcików jeden przyrosły do podstawy swego okwiatoliska nieco z jego boku, od tej strony, przy której obok znajduje się drugi zewnętrzny okwiatolisek, nie posiadający pręcika. Zalążnia czterokomorowa, znamię czterodzielne. Długość okwiatu 8.4 cm.

Jeden okaz znalazłem o pięciu okwiatolistkach zewnętrznego i czterech wewnętrznego okółka. Pręcików 3 wolnych, a w miejscu, gdzie brak okwiatoliska wewnętrznego, jedna para pręcików, złanych nitkami ze sobą. Znamię czterodzielne. Zalążnia nie zebrana; sądząc z budowy znamienia i przez analogję do innych form, również czterokomorowa. Wzór kwiatu 5.4.4 $\frac{1}{2}$.4. (rys. 17)).

Wreszcie dwa jeszcze okazy (rys. 18) o wzorze 5.5.4 $\frac{1}{2}$.4, posiadały po 5 okwiatolistków w każdym okółku, 3 pręciki wolne i jedną parę pręcików, złanych nitkami. Zalążnia czterokomorowa. Długość okwiatu 8.5 cm.

c) Przejścia między kwiatami 3- i 2-krotnymi.

Przejścia te polegają — podobnie jak i formy przejściowe kwiatów o nadliczbowych elementach — na:

- 1) braku części w poszczególnych okółkach;
- 2) zrastaniu się okwiatoliska zewnętrznego z wewnętrznym;
- 3) zlewaniu się dwóch okwiatolistków zewnętrznego okółka, przyczem będziemy tu uważali taki podwójny, sercowaty twór za rezultat zrośnięcia się 2 okwiatolistków, a nie za skutek ich rozszczepiania się, gdyż musimy uważać za punkt wyjścia kwiat 3-krotny, którego elementy, zlewając się stopniowo ze sobą, dają wreszcie kwiat dwukrotny; wreszcie na:

4) zrastaniu się pręcików, przyczem tutaj o wiele częściej, niż w kwiatach o częściach nadliczbowych, występuje zlewanie się pręcików nie tylko nitkami, ale również częścią pylnikową.

Stadium najbardziej zbliżone do kwiatu normalnego przedstawiają 2 okazy o zroście okwiatolistka zewnętrznego z wewnętrznym, pozatem zbudowane normalnie (rys. 19), o wzorze 3.3.3.3.

Podobne zrosty znalazłem jeszcze u dwu kwiatów (rys. 20) o wzorze 3.2.3.3.

Brak okwiatolistka wewnętrznego przy trójkrotnej pozatem budowie kwiatu znalazłem u 9 kwiatów o wzorze 3.2.3.3. (rys. 21). U jednego z tych kwiatów jeden z pręcików, o połowę niższy od dwu innych, sięga zaledwie do pylników normalnych. U innego kwiatu jeden pręcik jest o $\frac{1}{3}$ długości pylników krótszy od dwóch innych. U trzeciego kwiatu w jednym pręciku jeden pylnik na przestrzeni $\frac{3}{4}$ swej długości w części dolnej tworzy wolno wiszący wyrostek, w górze tylko zrosnięty z łącznikiem. Zalążnia trójkomorowa. Rozmiary kwiatów tych są nieznaczące: okwiat przeciętnie 7.5 cm długi.

Podobny stosunek okwiatolistków przy równoczesnym zroście pręcików i redukcji komór zalążni do dwu (rys. 22) znalazłem u 7 kwiatów o wzorze 3.2.2 $\frac{1}{2}$.2. Z pręcików jeden normalny, nadległy temu okwiatolistkowi, obok którego stoją 2 okwiatolistki wewnętrzne. Gdzie zaś wewnętrzny okwiatolistek zanikł, tam pręciki nadległe 2 sąsiadującym ze sobą okwiatolistkom zewnętrznego okółka zrosły się ze sobą. Pylniki albo od samej podstawy wolne i wtedy normalnie wykształcone (u 3 okazów; u jednego z nich pylniki jednego ze zrosłych nitkami pręcików krótsze niż u drugiego o 2 mm), albo zrosłe łącznikami mniej lub więcej wysoko, mianowicie u poszczególnych okazów do $\frac{2}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{4}{5}$ swej wysokości, a nawet tak, że tylko na przestrzeni 3 mm pozostają wolne. W pierwszych trzech wypadkach w części zrosniętej pręcik posiada po 2 pylniki i bardzo silnie rozwinięty łącznik; w części rozdzielonej każde ramię jest również opatrzone dwoma pylnikami. W miejscu zrostu ramion albo nieco niżej łączą się obok siebie stojące pylniki z obu ramion razem, oddzielają się od wspólnego łącznika i przebiegają dalej niezależnie od niego, tworząc wolno wiszący wyrostek, mniej lub więcej długi (2 $\frac{1}{2}$, 1 i 5 mm). W czwartym wypadku, gdzie ramiona posiadają tylko 3 mm długości, wyrostka wolno wiszącego niema, a każde z ramion posiada tylko po jednym

pylniku. Zalążnia dwukomorowa. Przeciętna długość okwiatu wynosi 7·5 *cm*.

Dalszą redukcję wykazują kwiaty o wzorze 3.2.2.2. Mają one (rys. 23) trzy okwiatolistki zewnętrzne, dwa wewnętrzne, dwa pręciki i dwie komory w zalążni. Jeden z pręcików znajduje się na granicy między dwoma zewnętrznymi okwiatolistkami, pomiędzy którymi brak okwiatolistka wewnętrznego, przyrośnięty do nasady ich obu. Pręcik ten bywa czasem nieco silniej rozwinięty (w 2 okazach na 8 zebranych); u góry w jednym takim pręciku pylniki są rozdzielone na przestrzeni około $\frac{1}{2}$ *mm*. Przeciętna długość okwiatu 7·5 *cm*.

Wreszcie najbardziej zbliżonych do kwiatów dwukrotnych jest 7 okazów o budowie $2\frac{1}{2}$.2.2.2, tj. posiadających 2 okwiatolistki zewnętrzne zrosnięte ze sobą — w czterech wypadkach aż do $\frac{4}{5}$ swej długości, w dwu wypadkach tylko do $\frac{1}{2}$, a w jednym mniej niż do $\frac{1}{3}$ — dając twór sercowatego kształtu, przeszło półtora raza szerszy od trzeciego okwiatolistka. Okwiatolistków zewnętrznych, pręcików i owocolistków po 2. Z pręcików jeden umieszczony przed parą zrosłych okwiatolistków najczęściej w samym ich środku, czasem nieco przesunięty ku stronie jednego z nich; drugi pręcik przyrosły do normalnego okwiatolistka zewnętrznego okółka (rys. 24).

d) Kwiaty o narysach posiadających większe granice wahań w poszczególnych okółkach.

Kwiaty, u których ilości części w poszczególnych okółkach różnią się od siebie więcej niż o 1, są bardzo rzadkie. Takich okazów znalazłem na 130 kwiatów o nienormalnej budowie zaledwie 10, czyli 7·69%.

Należy tutaj jedyny okaz o wzorze 2.1.2.3, o dwu okwiatolistkach w okółku zewnętrznym, o jednym w wewnętrznym, dwu pręcikach, zalążni trójkomorowej, o zmarniałych: szyjce i znamieniu (rys. 25). Wymiary tego kwiatu są drobne: długość okwiatu mierzona od zalążni wynosi 5·2 *cm*. Częściej znajduwane kwiaty szafranu pozornie również o 3 okwiatolistkach należą do typu 2.2.2.2. i powstają przez uszkodzenie wskutek odłamania jednego okwiatolistka.

Pięć kwiatów miało wzór 3.1.3.3 (rys. 26); wymiary ich były drobne: przeciętna długość okwiatu od zalążni wynosiła

7.3 cm (wymiary krańcowe 6.0 i 8.3 cm). U jednego okazu szyjka była bardzo głęboko — aż w dół rurki okwiatu — podzielona na trzy nitkowate ramiona.

Bardzo ciekawym jest kwiat o budowie 3. 2. $\frac{3}{2}$. 1, posiadający 3 pręciki, zrosnięte ze sobą nitkami, które tworzą niezamkniętą wzdłuż jednego boku rurkę (rys. 27). Dwa z nich w miejscu, gdzie brak okwiatolistka wewnętrznego, zrosnięte są częściowo także pylnikami, na długości przeszło 2 mm. Tworzą one przytem wiszący w dół od miejsca zrostu wyrostek, utworzony z dwu pylników. Zwrócony jest on, jak i w innych podobnych wypadkach, na zewnątrz, gdyż pylniki u krokusów są zewnątrz-zwrotne (*extrors*) tj. zwrócone i otwierające się na zewnątrz. Trzeci pręcik zrosły tylko nitką. Zalążnia tego kwiatu ma jedną komorę złożoną z jednego owocolistka, gdyż zalążki stoją wzdłuż jednego szwu z jednego boku komory. Szyjka ze zmarniałem znamieniem nierozgałęzionem i zupełnie niezgrubiałem, a zdradzającym swą obecność tylko zabarwieniem końca szyjki na przestrzeni 1 mm, ukryta jest wewnątrz rurki nitek, którą przerasta zaledwie o 2 mm. Długość okwiatu 7.0 cm.

Z kwiatów o nadmiernej ilości części znalazłem jeden okaz, który posiada budowę bardzo oryginalną: 3. 1. 3 $\frac{1}{2}$. 3. tj. dwa okwiatolistki zewnętrznego okółka niezależne, trzeci zaś zrosły z jedynym okwiatolistkiem wewnętrznym. Pręciki zachowują się następująco: jeden nadległy wolnemu okwiatolistkowi, jeden nadległy okwiatolistkowi zrosłemu z wewnętrznym; przed drugim zaś wolnym okwiatolistkiem stoi trzeci pręcik, zrosły nitką z czwartym pręcikiem, stojącym międzyległe wśród dwu wolnych okwiatolistków zewnętrznych. Zalążnia o trzech komorach (rys. 28).

Jeden okaz ma budowę 5. 3. (2 + $\frac{3}{2}$). 3. (rys. 29), t. j. 5 okwiatolistków zewnętrznych a 3 wewnętrzne, pręciki 2 wolne, a 3 zrosłe nitkami i przyrosłe do podstawy tych 3 okwiatolistków okółka zewnętrznego, między którymi brak okwiatolistków wewnętrznych. Dwa pręciki zrosłe są dokładniej i jeden z nich ma pylniki o 2 mm krótsze, u trzeciego nitka nieco się wyodrębnia. Wszystkie 3 nitki tworzą twór płaski, 2 $\frac{1}{2}$ mm, a u podstawy 3 mm szeroki, grubości normalnej nitki. Ilości komór w zalążni nie stwierdziłem, gdyż zerwano ten okaz powyżej zalążni. Przypuszczam przez analogję do podobnych stosunków u innych kwiatów, że komór było 3. Budowa znamienia, podzielonego na wyraźne 3 płaty, z których

jeden dzieli się znów na 3 drobniejsze (tworzącego więc razem 5 płatów), nie daje dość wyraźnych wskazówek, choć do pewnego stopnia można to znamię istotnie uważać za potrójne.

Wreszcie miałem jeden okaz kwiatu o wzorze 5.4.3²/₂.3, t. j. o 5 okwiatolistkach okółka zewnętrznego i 4 wewnętrzznego. Z pręcików jeden wolny, a dwie pary rozszczępione, różniące się od siebie tylko tem, że gdy jedna para przyrosła jest podstawą do 2 okwiatolistków obok siebie stojących, to druga przyrasta do okwiatolistków, między którymi znajduje się okwiatolistek wewnętrzny okółka (rys. 30). Zrost pręcików ograniczony tylko do nitek. Zalążnia trójkomorowa; długość okwiatu 10 cm.

III. Zmienność okółków pod względem ilości elementów składowych.

W poprzednich rozdziałach opisałem szereg nienormalnie zbudowanych kwiatów szafranu. Obecnie zajmę się pytaniem, jaką jest zmienność tych kwiatów pod względem ilości części w różnych okółkach. Do zestawień liczbowych posłużył mi materiał zebrany w latach 1915—1917 na wybranych półkach Toporowej Cyrhli, gdzie wszystkie okazy normalne i nienormalne były notowane. Stąd uwzględniam w obliczeniach tylko 97 okazów nienormalnych, znalezionych wśród 4985 normalnych, a nie biorę w rachubę okazów nienormalnych, znalezionych pojedynczo, wśród których między innymi odpadły kwiaty o zrosniętych okwiatolistkach i takie ciekawe formy, jak 3.2.3¹/₂.1. lub 6.6.6.6., zebrane oddzielnie. Na ogólny jednak wynik zestawień odrzucenie tych bardzo rzadko znajdujących się form nie wpływa zupełnie. Cały materiał przedstawiony jest w zestawieniu I (str. 153).

W zestawieniu II ująłem zmienność poszczególnych okółków kwiatowych co do ilości ich części — w cyfry krzywej Queteleta i obliczyłem średnią wartość M , wskaźnik zmienności σ i współczynnik zmienności v dla każdego z okółków. Wartości klas warjantów dla okółków okwiatolistków i owocolistków są: 1, 2, 3 i t. d., zaś dla pręcików, ze względu na ich zrosty i rozszczępienia, musiałem przyjąć 2, 2¹/₂, 3, 3³/₂ i t. d.; jednak dla przejrzystości zestawienia wypisałem wszystkie 4 szeregi cyfr razem, opuszczając odpowiednio miejsca w klasach 2¹/₂, 3¹/₂, 4¹/₂ dla okółków, które zrostów w materiale zestawionym nie wykazują. W nawias są ujęte

Zestawienie I.

Budowa kwiatu	Nie uwzględniono w obliczeniu	Uwzględniono w obliczeniu	Wszystkich nienormalu. zebrano	Średnie wymiary w <i>cm</i>
2. 1. 2. 3.	—	1	1	5.2
2. 2. 2. 2.	5	16	21	7.9
2 ¹ / ₂ . 2. 2. 2.	7	—	7	—
3. 1. 3 ¹ / ₂ . 3.	1	—	1	—
3. 2. 2. 2.	—	8	8	7.5
3. 2. 3 ¹ / ₂ . 1.	1	—	1	7.0
3. 2. 2 ¹ / ₃ . 2.	1	6	7	7.5
3. 1. 3. 3.	—	5	5	7.3
3. 2. 3. 3.	2	—	2	—
3. 2. 3. 3.	1	8	9	7.5
3. 3. 3. 3.	2	—	2	—
3. 3. 3. 3.	—	4985	—	—
3. 4. 3. 3.	1	—	1	—
3. 4. 3. 3.	2	6	8	8.5
3 ¹ / ₂ . 3. 3. 3.	2	—	2	—
3 ¹ / ₂ . 3. 4. 3.	1	—	1	—
4. 3. 3. 3.	—	5	5	8.8
4. 3. 3 ¹ / ₂ . 3.	—	12	12	9.5
4. 3. 4. 3.	—	1	1	9.3
4. 3. 4. 4.	—	1	1	7.3
4. 4. 3 ¹ / ₂ . 3.	1	—	1	—
4. 4. 3 ¹ / ₂ . 3.	—	3	3	8.3
4. 4. 4. 3.	1	5	6	8.9
4. 4. 4. 4.	4	12	16	9.0
5. 3. (2 + ¹ / ₃). 3.	—	1	1	—
5. 4. 4. 4.	—	1	1	8.4
5. 4. 3 ¹ / ₂ . 3.	—	1	1	10.0
5. 4. 4 ¹ / ₂ . 4.	—	1	1	—
5. 5. 4 ¹ / ₂ . 4.	—	2	2	8.5
5. 5. 5. 5.	—	2	2	9.2
6. 6. 6. 6.	1	—	1	—
Razem 31 form	33	$\frac{4985 + 97}{5082}$	130	

Zestawienie II.
Zmiennosć okółków pod względem ilości elementów składowych.

Wartość klas	1 1 ¹ / ₂ 2 2 ¹ / ₂ 3 3 ¹ / ₂ 4 4 ¹ / ₂ 5 5 ¹ / ₂ (6)	Suma <i>n</i>	Średnia <i>M</i>	Wskaźnik zmiennosći $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum p D^2}{n}}$	Średni błąd $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	Współczynnik zmiennosći $v = 100 \sigma : M$	Granice zmiennosći u wszystkich nienormalnych
Okwiatoliści zewnętrzne	17 · 5018 · 39 · 8 · (1)	5082	3 0067	± 0 1314	± 0 0018	4 367	(2—6)
Okwiatoliści wewnętrzne	6 · 38 · 5005 · 29 · 4 · (1)	5082	2 9974	± 0 1451	± 0 0020	4 840	(1—6)
Pręciki	25 · 6 5009 16 21 3 2 · (1)	5082	3 0019	± 0 1142	± 0 0016	3 803	(2—6)
Owocolistki	(1) · 30 · 5033 · 17 · 2 · (1)	5082	2 9982	± 0 1040	± 0 0015	3 459	(1—6)

cyfry, które odnoszą się do kwiatów z poza materiału zestawionego i które w obliczenia nie weszły. Umieszczam je tutaj ze względu na wpływ, jaki mają na granice wzgl. szerokość zmienności, którą też z tego samego względu podaję również w nawiasie. Jako miara, charakteryzująca zmienność, nie odgrywa ona w moim materiale, jak wiadomo, zbyt wielkiej roli, jednak ciekawie ilustruje związek między okwiatolistkami okółka zewnętrznego i pręcikami, oraz między okwiatolistkami wewnętrznymi i owocolistkami, o czym obszerniej mówić będę w rozdziale IV.

Rozpatrując zestawienie II widzimy, że mamy do czynienia z szeregiem cyfr, odpowiadających krzywym bardzo ostrym, jednowierzchołkowym, charakteryzującym bardzo niewielką zmienność, co przemawia za tem, że gatunek szafranu *Crocus seepusiensis* Rehm. et Wołoszczak jest pod względem ilości elementów kwiatowych ustalonym i niema w nim żadnych pod tym względem odmian czy form.

Co się tyczy cyfr dla pręcików, to mniej równomierny przebieg krzywej, odpowiadającej podanym tu cyfrom. można tłumaczyć przedewszystkiem nieścisłością w oznaczeniu klas $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, które to wartości nie są rezultatem ścisłego odliczenia pręcików w zrostach, ale raczej są pewnym tylko symbolem dla zrostów pręcikowych. Obecność zrostów lub rozszczepień nastrocza w statystyce tę trudność, że nie dadzą się one ściśle ocenić liczbowo. Nie wiadomo bowiem, czy w zrostach i przy rozszczepieniach każdy parzysty lub troisty twór liczyć za 2 lub 3 pręciki, czy też przeciwnie, zawsze za jeden; czy wreszcie trzymać się wartości pośredniej np. jak we wzorach $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ i t. p., które to wielkości nie są jednak cyframi ścisłymi, odpowiadającymi pomiarowi. W celu rozstrzygnięcia tych wątpliwości obliczyłem wartości dla M , σ i v przy każdym z tych trzech sposobów traktowania zrostów pręcikowych, a dla porównania także i w ten sposób, że odrzuciłem wszystkie okazy, w których występują zrosty i obniżyłem proporcjonalnie ilość kwiatów normalnych trójkrotnych. Różnice wypadły dość znaczne. W wypadku liczenia utworów zrostowych za jednostkę otrzymałem ilości warjantów w klasach: 31, 5026, 23, 2; $M = 2\cdot9992$, $\sigma = \pm 0\cdot110$, $m = 0\cdot0015$, $v = 3\cdot683$; w wypadku liczenia zrostów za 2 względnie 3 pełne pręciki otrzymałem ilości warjantów: 25, 5015, 37, 7; $M = 3\cdot0047$, $\sigma = \pm 0\cdot1315$, $m = 0\cdot0018$, $v = 4\cdot377$. Po usunięciu wszystkich okazów ze zrostami i obniżeniu

proporcjonalnem ilości normalnych otrzymałem: 25, 3673, 20, 2; $M = 2.9997$, $\sigma = \pm 0.119$, $m = 0.0019$, $v = 3.979$. Po porównaniu tych szeregów wybrałem, jako najlepiej ilustrujący stosunki, konwencjonalny sposób ocenienia zrostów.

Średnia wartość M różnie zachowuje się w różnych okółkach. W okółku okwiatolistków zewnętrznych i pręcików jest wyższą od 3, czyli od liczby tych części u normalnego kwiatu; widzimy więc, że w okółkach tych przeważa tendencja do nadliczbowości nad tendencją do zanikania, zwłaszcza w okółku okwiatolistków zewnętrznych. Odwrotnie jest w obrębie okwiatolistków wewnętrznych i owocolistków, gdzie M jest niższą od normy 3, gdzie więc przeważa tendencja do zanikania, w pierwszym rzędzie u okwiatolistków wewnętrznego okółka. W razie zastosowania innych sposobów liczenia pręcików, M zawsze jest wielkością pośrednią pomiędzy odpowiednimi średnimi dla okwiatolistków wewnętrznych i zewnętrznych, w wypadku jednak odrzucenia zrostów i liczenia ich za jeden pręcik, M jest wielkością niższą od ilości normalnej 3. Sposób ten liczenia uważam jednak za najmniej odpowiedni.

Wskaźnik, a przede wszystkim współczynnik zmienności pozwala nam na porównanie zmienności u poszczególnych okółków. Widzimy, że najbardziej zmiennym co do ilości części jest okółek okwiatolistków wewnętrznych, następnie okółek okwiatolistków zewnętrznych, potem okółek pręcików. Przy innem traktowaniu pręcików odpowiadająca im wartość v jest wyższa od wartości v okwiatolistków zewnętrznych tylko w wypadku liczenia zrostów za 2 lub 3 pełne pręciki, która to ocena jest jednak przesadną i daje zbyt duży wskaźnik i współczynnik zmienności.

Najtrudniej ulegają zmianom ilościowym owocolistki, czyli naogół w kwiecie szafranu okwiatolistki są elementem najbardziej zmiennym, zaś owocolistki najtrudniej ulegają zmianom, czyli: niższe okółki kwiatowe łatwiej ulegają liczbowym zmianom, niż wyższe.

Zbyt nęcącem, aby je pominąć, jest pytanie, czy różna łatwość ulegania liczbowym zmianom, dająca się stwierdzić u poszczególnych okółków, albo mówiąc inaczej, czy różnice w plastyczności czyli w zdolności do zmieniania się różnych okółków nie dadzą się do pewnego stopnia tłumaczyć dawnością ich filogenetycznego wytworzenia się, czyli „wiekiem“ ewolucyjnym tych różnych części kwiatu. Czy nie da się wprost z tego powodu uważać okółków okwiatolistków za genetycznie najmniej dawno wykształ-

coną część kwiatu, a okółka owocolistków za najstarszą? Możliwy tu dopatrywać się pewnej analogji do znanego prawa z historii rozwoju rodów zwierzęcych, stwierdzającego, że im ród zwierzęcy dalej odbiegł od pratyphu, im bardziej, ściślej się przystosował do warunków otoczenia, specjalizując się w swym rozwoju, tem stawały się jego formy mniej plastyczne, co nawet doprowadzało te rody zwierzęce do zaginięcia, zapewne wskutek zmienionych warunków zewnętrznych, podczas gdy formy te utraciły już plastyczność ewolucyjną. Analogicznie byłby więc w kwiatach szafranu okółek owocolistków tą najdawniej wytworzoną i najdalej posuniętą, najbardziej wyspecjalizowaną, a równocześnie najmniej zdolną do zmienności formą, a przeciwnie okółki okwiatolistków, mniej odbiegłe od pratyphu okółek listkowych i mniej posunięte w specjalizacji, odznaczałyby się większą zmiennością pod względem ilości listków okwiatu. Wprawdzie nie mamy tu do czynienia z poszczególnymi indywiduami, jak w wypadku rodów zwierzęcych, a tylko z częściami poszczególnych osobników roślinnych, jednak nie sądzę, by fakt ten nie pozwalał na upatrywanie tutaj analogji, już ze względu na różnice, istniejące w charakterze indywiduum roślinnego, a zwierzęcego (większa samodzielność, niezależność poszczególnych części u roślin, pospolita zdolność do samodzielnego życia części rośliny po odcieciu jej od „pnia“ macierzystego, jak u wierzb, topoli, begonij i. i., częstsze znacznie rozmnażanie się wegetatywne i t. p.). O ile jednak analogja ta nie może oczywiście dać wystarczającej odpowiedzi, o tyle sądzę, że fakty, o które nam chodzi, pozostają do pewnego stopnia w przyczynowym związku pomiędzy sobą.

IV. Zależność między poszczególnymi okółkami.

Rozpatrzmy obecnie kolejno te ściśle zależności, jakie w ilościowych stosunkach pomiędzy poszczególnymi okółkami dadzą się wykazać.

Przyjrzyjmy się raz jeszcze cyfrom zestawienia I. Widzimy tutaj, że formy nienormalne przedstawiają 2 szeregi okazów, wychodzące od postaci normalnych. Jeden tworzą kwiaty o braku elementów w różnych okółkach (górną część zestawienia), drugi — kwiaty posiadające więcej elementów od normalnych (dolną część zestawienia). Mamy więc do czynienia albo z zanikiem, albo z nadliczbowością wszystkich lub pewnych części kwiatowych, nigdzie

zaś nie spotykamy pewnych części nadliczbowych przy równoczesnym braku innych. Jedyny wyjątek stanowi kwiat 3. 1. 3 $\frac{1}{2}$. 3 o zrosniętych okwiatolistkach (ryc. 28), gdzie przy jednym okwiatolistku wewnętrznym mamy niespełna 4 pręciki. Stwierdzić możemy w ten sposób najogólniejszą zależność różnych okółków, która decyduje o tem, że kwiaty nienormalne są albo okazami o nadliczbowych częściach, albo o brakujących i że te dwie przeciwne względem siebie cechy: brak i nadliczbowość, nie występują równocześnie w różnych okółkach jednego kwiatu.

Rozpatrzmy obecnie zależność pomiędzy okwiatolistkami zewnętrznymi a innymi okółkami.

Zestawienie III.

Zależność między okwiatolistkami zewnętrznego i wewnętrznego okółka.

Ilość okwiatolistków zewnętrznych	Ilość osobników posiadających okwiatolistków wewnętrznych:						Suma	Średnia wartość okw. wewn.
	1	2	3	4	5	(6)		
2	1	16	.	.	.	.	17	1·941
3	5	22	4985	6	.	.	5018	2·995
4	.	.	19	20	.	.	39	3·513
5	.	.	1	3	4	.	8	4·375
(6)	.	.	.	.	.	(1)	(1)	(6·000)
Suma	6	38	5005	29	4	(1)	5082	
Śred. wartość okw. zewn.	2·833	2·579	3·004	3·897	5·000	(6·000)		

W zestawieniach III—V widzimy wszędzie korelację pozytywną: im więcej okwiatolistków zewnętrznych, tem więcej i innych części kwiatu, jak nam to ilustrują średnie wartości okwiatolistków wewnętrznych, pręcików i komór, stale wzrastające w kolumnach pionowych. Widzimy również, że okwiatolistki zewnętrzne pod względem ilościowym przeważają nad innymi częściami kwiatu, jak to wynika ze średnich wartości tych części, porównanych z ilością okwiatolistków zewnętrznych. Wyjątek stanowi średnia wartość komór 2·058, wyższa od ilości dwu okwiatolistków. Wywołaną jest

Zestawienie IV.

Zależność między okwiatolistkami zewnętrznego okółka i pręcikami
(zrosty w ułamkach).

Ilość okwiatolistków zewnętrznych	Ilość okazów posiadających pręcików:								Suma	Średnia wartość pręcików
	2	2½	3	3½	4	4½	5	(6)		
2	17	.	.	.	.	.	.	.	17	2·000
3	8	6	5004	.	.	.	.	.	5018	2·998
4	.	.	5	15	19	.	.	.	39	3·677
5	.	.	.	1	2	3	2	.	8	4·375
(6)	.	.	.	.	.	.	.	(1)	(1)	(6·000)
Suma	25	6	5009	16	21	3	2	(1)	5082	
Średn. wart. okw. zewn.	2·320 3·000 3·001 4·063 4·095 5·000 5·000 (6·0)									

Zestawienie IV a.

Zależność jak w zestawieniu IV, ale pręciki w zrostach liczone osobno.

Ilość okwiatolistków zewnętrznych	Ilość okazów posiadających pręcików:					Suma	Średn. wart. pręcików
	2	3	4	5	(6)		
2	17	.	.	.	.	17	2·000
3	8	5010	.	.	.	5018	2·998
4	.	5	34	.	.	39	3·872
5	.	.	1	7	.	8	4·875
6	.	.	.	.	(1)	(1)	(6·000)
Suma	25	5015	35	7	(1)	5082	
Średn. wart. okw. zewn.	2·320 3·001 4·029 5·000 (6·000)						

ona jedynym kwiatem 2.1.2.3, gdzie ilość komór przeważa. Analogiczne nieliczne wypadki (11 kwiatów na 130 wszystkich nienormalnych) znajdujemy w zestawieniu I. mianowicie 3.4.3.3, 3.4.3.3 i 3½.3.4.3 o niższej ilości okwiatolistków zewnętrznych od innych części kwiatu (stąd średnia 3·897 < 4 w zestawieniu III).

Naogół jednak jest inaczej i okwiatolistki zewnętrzne występują w równej lub większej ilości od części innych okółków. Wobec zanikania elementów innych okółków kwiatowych zachowują się one opornie. Pozostają one w normalnej ilości 3, jak to widać z zestawienia I, przy zanikaniu okwiatolista lub nawet dwu okwiatolistków wewnętrznych (u form: 3.2.3.3, 3.2.2¹/₂.2, 3.2.2.2, 3.2.³/₂.1, 3.1.3.3), również wtedy, gdy wraz z wewnętrznymi okwiatolistkami brak komór załączni i pręcików, lub gdy te ostatnie zrastają się (np. 3.2.2¹/₂.2, 3.2.2.2, 3.2.³/₂.1). Zanik okwiatolistków zew-

Zestawienie V.

Zależność między okwiatolistkami zewnętrznego okółka i komorami załączni.

Ilość okwiatol. zewnętrznych	Ilość osobników posiadających komór:					Suma	Średnia war- tość komór
	2	3	4	5	(6)		
2	16	1	.	.	.	17	2 058
3	14	5004	.	.	.	5018	2 997
4	.	26	13	.	.	39	3 333
5	.	2	4	2	.	8	4 000
(6)	.	.	.	.	(1)	(1)	(6 000)
Suma	30	5033	17	2	(1)	5082	
Średnia wart. okwiat. zewn.	2 467	3 006	4 235	5 000	(6 000)		

nętrznym idzie w parze z równoczesnym brakiem i innych części kwiatu: 2¹/₂.2.2.2, 2.2.2.2, 2.1.2.3 (w ostatnim kwiecie wyjątkowo 3 komory!). Również w kwiatach o częściach nadliczbowych zachowują się okwiatolistki zewnętrzne analogicznie. Zwiększają swą liczbę przed wszystkimi innymi elementami kwiatu (wyjątek stanowią: 8 kwiatów postaci 3.4.3.3 i jeden 3¹/₂.3.4.3), jak np. w narysach: 3¹/₂.3.3.3, 4.3.3.3, 4.3.4.4, 5.4.4.4, nawet 5.3.(2 + ³/₂).3 i t. d., lub występują w równej ilości: 4.4.4.4, 5.5.5.5 i i. Zwiększając swą liczbę rzadziej mogą one nie pociągać innych zmian w kwiecie (4.3.3.3, 5.4.4.4); czasem jednak zwiększa się równocześnie ilość okwiatolistków wewnętrznych, pręcików i komór.

Ciekawą bardzo jest w zestawieniu III liczba 4985 kwiatów o 3 okwiatolistkach zewnętrznych i 3 wewnętrznych; jest to liczba normalnych kwiatów w ogólnej ilości zestawionych (zestawienie I). Znaczy to, że nie znaleziono kwiatów nienormalnie zbudowanych ze zmianami w obrębie pręcików i owocolistków, ale o normalnych ilościach okwiatolistków zewnętrznych i wewnętrznych, czyli, że wszelkie zmiany zarówno w kierunku nadliczbowości, jak i braku części kwiatowych nie zdarzają się bez analogicznych zmian w obrębie okwiatolistków, rozpoczynają się więc niejako od nich.

Z zestawienia IV widzimy, że ilość pręcików odpowiada ilości okwiatolistków zewnętrznych i jest przytem równą lub niższą od tych ostatnich. Wyjątek stanowi jeden kwiat 3.1.3^{1/2}.3 i jeden 3^{1/2}.3.4.3 z zestawienia I. Jeślibyśmy w wypadku zrostów liczyli w nich pręciki nie za połówki, lecz za całość (zestawienie IV a), tj. zrost 2^{1/2} — za 3, 3^{1/2} — za 4, a 2 + ³/₂, 3²/₂ i 4²/₂ — za 5 pręcików, to związek ten wystąpiłby tem jaskrawiej i niższą ilość pręcików od ilości okwiatolistków zewnętrznych w zestawieniu IV a posiadałoby tylko 14 kwiatów, mianowicie: 8 o 3 okwiatolistkach, 5 o 4 i 1 o 5. Zestawienia zależności okwiatolistków zewnętrznych i pręcików obliczone przy traktowaniu zrostów za jeden pręcik lub po wyeliminowaniu wszystkich zrostów i obniżeniu ilości normalnych kwiatów dadzą obraz ogólny podobny.

Ilość komór zalążni jest równą lub mniejszą od okwiatolistków zewnętrznych. Wyjątek stanowi dziwnie zachowująca się forma 2.1.2.3, która wywołała średnią wartość 2.058, większą od odpowiadającej jej ilości okwiatolistków 2 (w zestawieniu V).

Zestawmy obecnie podobnie zależność między okwiatolistkami drugiego okółka, a pręcikami i komorami zalążni.

W zestawieniach VI i VII widzimy także korelację naogół pozytywną, lecz nie tak ścisłą, jak w stosunkach okwiatolistków zewnętrznych. Średnie wartości nie wzrastają tu tak statecznie, jak w zestawieniach III—V i przy jednym okwiatolistku wewnętrznym są wyższe niż przy 2 (podobnie jak w zest. III). Ilość okwiatolistków wewnętrznych w kwiatach o częściach brakujących jest niższą od średnich wartości pręcików i komór, a także i okwiatolistków zewnętrznych (zestawienie III). W tem zaznacza się

Zestawienie VI.

Zależność między okwiatolistkami wewnętrznego okółka i pręcikami.

Ilość okwiatol. wewn. okółka	Ilość okazów, posiadających pręcików:								Razem	Średnia wartość pręcików
	2	2 ¹ / ₂	3	3 ¹ / ₂	4	4 ¹ / ₂	5	(6)		
1	1	.	5	.	.	.	.	.	6	2·833
2	24	6	8	.	.	.	.	.	38	2·289
3	.	.	4990	13	2	.	.	.	5005	3·002
4	.	.	6	3	19	1	.	.	29	3·759
5	.	.	.	.	.	2	1	.	4	4·750
(6)	.	.	.	.	.	.	.	(1)	(1)	(6·000)
Razem	25	6	5009	16	21	3	2	(1)	5082	
Śred. wart. okwiatol. wewn.	1·960	2·000	2·998	3·188	3·905	4·667	5·000	(6·000)		

Zestawienie VII.

Zależność między okwiatolistkami wewnętrznego okółka i owocolistkami.

Ilość okwiatolistków wewn. okółka	Ilość okazów posiadających owocol.:					Razem	Średnia wartość owocolistków
	2	3	4	5	(6)		
1	.	6	.	.	.	6	3·000
2	30	8	.	.	.	38	2·211
3	.	5004	1	.	.	5005	3·000
4	.	15	14	.	.	29	3·488
5	.	.	2	2	.	4	4·500
(6)	.	.	.	.	(1)	(1)	(6·000)
Razem	30	5033	17	2	(1)	5082	
Średn. wart. okw. wewn.	2·000	2·999	4·059	5·000	(6·000)		

u okwiatolistków wewnętrznych tendencja do występowania w ilościach niższych od 3 przed wszystkimi innymi okółkami, czyli najsilniej istniejąca skłonność do zanikania. Przy ich zanikaniu, jak widzimy

z zestawienia I, może nie występować pozatem żadna zmiana w budowie kwiatu (3.2.3.3 nawet 3.1.3.3), lub pociągać ono może zrastanie się lub zanik pręcików i zanik komór: 3.2.2^{1/2}.2, 3.2.2.2. W kwiatach o częściach nadliczbowych pręciki czasem są liczniejsze, częściej mniej liczne od okwiatolistków wewnętrznych (zestawienie VI, średnie wartości: 3.002 > 3 i 3.759 < 4, oraz 4.750 < 5), np.: 4.3.4.3 i 3.4.3.3; komory częściej są mniej liczne: 4.4.3^{1/2}.3, 4.4.4.3, 5.4.3^{3/2}.3, 5.5.4^{1/2}.4 i i., ale też 4.3.4.4.

Brak lub nadliczbowość okwiatolistków wewnętrznych może pozostać bez wpływu na stosunki innych okółków kwiatowych: 3.2.3.3, 3.1.3.3, 3.4.3.3, 4.3.4.4, lub też brak ich może pociągać brak innych części lub zrost pręcików: 3.2.3/2.1, 3.2.2^{1/2}.2, 3.2.2.2, 4.3.4.3. Jak widzieliśmy wyżej, pręciki bardzo rzadko są liczniejsze od okwiatolistków zewnętrznych. W zestawieniach o innym sposobie obliczania pręcików stosunki są podobne.

Średnia dla komór zalążni w kwiatach nadliczbowych jest mniejsza, niż ilość okwiatolistków wewnętrznych (zestawienie VII), co w zestawieniu z większą średnią dla kwiatów z brakującymi elementami potwierdza rezultaty obliczeń, że wahania ilościowe w obrębie okółka owocolistków są mniejsze, niż w obrębie okółka okwiatolistków wewnętrznych.

Z zestawień tych wynika, że korelacje między okwiatolistkami wewnętrznymi a innymi okółkami są mniej ścisłe, niż między okwiatolistkami zewnętrznymi a okółkami pręcików i owocolistków.

O pręcikach możemy zauważyć, że nigdy nie są one liczniejsze od okwiatolistków zewnętrznych (z wyjątkiem dwóch kwiatów 3.1.3^{1/2}.3 i 3^{1/2}.3.4.3). Przy redukcji lub niewykształceniu się nadliczbowych okwiatolistków wewnętrznych pręciki mogą pozostać bez zmiany albo zrastać się lub wreszcie zanikać, jak to widzimy u tych lub innych postaci przejściowych (zestawienie I). Ciekawe są kwiaty 4.4.3^{2/2}.3, 5.4.3^{3/2}.3, 5.5.4^{1/2}.4, gdzie zrastają się pręciki bez zmian w okwiatolistkach, pociągając jednak zmiany w zalążni. Również do pewnego stopnia i u kwiatów 3.2.3/2.1 dwa pręciki możemy uważać za zrosłe wskutek zaniku okwiatolistka wewnętrznego, trzeci jednak zrósł się z nimi bez zaniku drugiego okwiatolistka wewnętrznego, dzielącego jego okwiatolistek od następnego zewnętrznego.

Również ciekawem i charakterystycznym jest to, że w wypadkach zrostu względnie rozszczępień się pręcików, im mniejsza jest ilość wszystkich okwiatolistków, tem częściej występują zrosty częściami pylnikowemi, a im więcej okwiatolistków, tem rozszczępienie dalej postępuje i zlanie się pręcików ogranicza się tylko do nitek; tak więc u formy 3. 2. $\frac{3}{2}$. 1 — zrost pylnikami u 2 pręcików, a trzeci przyrasta nitką; u form 3. 2. $2\frac{1}{2}$. 2 na 4 kwiaty o pręcikach zrosłych pylnikami mamy 3 kwiaty zrosłe nitkami, przeważają więc zrosty pylnikami; raz nawet zrost dokonał się w takim stopniu, że wolne ramiona powyżej zrostu nie mają drugiej pary woreczków pylnikowych; u form 4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3 na 2 wypadki zlewania się pylników mamy już 10 rozszczępień aż do nitek, znacznie więc przeważają rozszczępienia dalej posunięte, a u kwiatów: 4. 4. $3\frac{1}{2}$. 3, 5. 3. $(2 + \frac{3}{2})$. 3, 5. 4. $3\frac{3}{2}$. 3, 5. 4. $4\frac{1}{2}$. 4 i 5. 5. $4\frac{1}{2}$. 4, posiadających większą ilość okwiatolistków, już wszystkie dwoiste utwory pręcikowe zlane są tylko do nitek. Stoi to w związku ze stosunkami miejsca dokoła stożka wegetacyjnego, o czem później będzie mowa.

W zestawieniach VIII i VIIIa ujęte są stosunki, zachodzące między pręcikami i owocolistkami. Widzimy tu znowu ścisłą pozytywną zależność. Średnie wartości są wszędzie niższe od ilości pręcików, prócz pozycji pierwszej, wywołanej wymienionym już, dziwnie zachowującym się kwiatem 2. 1. 2. 3. Czyli widzimy — po za tym jedynym wyjątkiem — że komory zawsze występują w ilości równej lub mniejszej niż pręciki. Jeślibyśmy tu, odwrotnie jak przy porównaniu okwiatolistków zewnętrznych z pręcikami, policzyli nie połówki pręcików za całość, ale zrosty (względnie rozszczępienia) za całość, jak w zestawieniu VIIIa, to okaże się, że z wyjątkiem 7 okazów (o 3 komorach a 2 i 4 pręcikach) ilość komór ściśle odpowiada ilości tak policzonych pręcików, czyli ilość komór równa się ilości wolnych pręcików i ich zrostów, względnie rozszczępień, tj. każdemu wolnemu pręcikowi odpowiada jedna komora i każdemu utworowi pręcikowemu podwójnemu czy też potrójnemu odpowiada również jedna komora (stąd analogicznie sędzę, że u kwiatu 5. 3. $(2 + \frac{3}{2})$.? mamy 3 komory).

Jeśli porównamy z tem zachowanie się pręcików wobec okwiatolistków zewnętrznych, gdzie ilość ich najbardziej odpowiadała tym ostatnim, to o ile części zrostów liczyliśmy za odrębne pręciki,

Zestawienie VIII.

Zależność pomiędzy pręcikami i owocolistkami (zrosty liczone w ułamkach).

Ilość pręcików	Ilość osobników o owocolistkach:					Razem	Średnia wartość owocolistków
	2	3	4	5	(6)		
2	24	1	.	.	.	25	2·040
2 ¹ / ₂	6	.	.	.	.	6	2·000
3	.	5009	.	.	.	5009	3·000
3 ¹ / ₂	.	16	.	.	.	16	3·000
4	.	7	14	.	.	21	3·667
4 ¹ / ₂	.	.	3	.	.	3	4·000
5	.	.	.	2	.	2	5·000
6	.	.	.	.	(1)	(1)	(6·000)
Razem	30	5033	17	2	(1)	5082	
Średn. wart. pręcików	2·100	3·001	4·088	5·000	(6·000)		

Zestawienie VIII a.

Zależność jak w zestawieniu VIII, ale zrosty i rozszczepienia pręcików liczone za 1 pręcik.

Ilość pręcików	Ilość osobników o owocolistkach:					Razem	Średnia wartość owocolistków
	2	3	4	5	(6)		
2	30	1	.	.	.	31	2·032
3	.	5026	.	.	.	5026	3·000
4	.	6	17	.	.	23	3·739
5	.	.	.	2	.	2	5·000
(6)	.	.	.	.	(1)	(1)	(6·000)
Razem	30	5033	17	2	(1)	5082	
Średn. wart. pręcików	2·000	3·001	4·000	5·000	(6·000)		

spozrzedzemy pośrodkie co do liczby stanowisko pręcików pomiędzy okwiatolistkami zewnętrznymi a owocolistkami. Poza nielicznymi wyjątkami ilość pręcików równa się ilości okwiatolistków zewnętrznych, jeżeli w zrostach i rozszczepieniach będziemy liczyli części ich za osobne pręciki, a ilości owocolistków, jeżeli rozszczepienia i zrosty liczyć będziemy za jeden tylko pręcik. To pośrodkie stanowisko pręcików doskonale ilustrują nam narysy (rys. 13, 14, 15, 17, 18 i 22); widzimy je nawet tam, gdzie ilość okwiatolistków zewnętrznych jest o 2 większą od ilości owocolistków, mianowicie w kwiatach 3.2. $\frac{3}{2}$. 1 i 5.4. $3\frac{1}{2}$. 3 (rys. 27 i 30), gdzie wobec większych różnic między ilościami okwiatolistków zewnętrznych i komór zrost objął 3 pręciki lub dwie ich pary. W ten sposób pręciki „godzą” niejako ilości części w okółkach okwiatolistków zewnętrznych i owocolistków przy różnych ilościach elementów tych okółków (3.2. $2\frac{1}{2}$. 2, 4.3. $3\frac{1}{2}$. 3, 4.4. $3\frac{1}{2}$. 3, 5.4. $4\frac{1}{2}$. 4, 5.5. $4\frac{1}{2}$. 4, 3.2. $\frac{3}{2}$. 1, 5.4. $3\frac{1}{2}$. 3). Przy jednakowych ilościach występują one w tej samej liczbie (2.2.2.2, 3.1.3.3, 3.2.3.3, 3.4.3.3, 4.3.4.4, 4.4.4.4 i t. p.). Odmienne zachowują się dość rzadko (31 okazów na 130 anomalij, tj. 23·8%) np. 2.1.2.3, $2\frac{1}{2}$.2.2.2, $3\frac{1}{2}$.3.3.3, $3\frac{1}{2}$.3.4.3, 4.3.3.3 i t. p., występując wtedy w liczbie równej ilości owocolistków lub okwiatolistków zewnętrznych.

Zaobserwowane zależności możemy ująć w następujące reguły:

1. Mamy 2 szeregi kwiatów: 1) o częściach brakujących i 2) o częściach nadliczbowych w różnych okółkach. Brak lub nadliczbowość w jednym okółku zazwyczaj wyklucza obecność przeciwniej cechy w innym.

2. Pomiedzy wszystkimi okółkami kwiatu istnieją korelacje pozytywne.

3. Wszelkie zmiany w budowie kwiatu rozpoczynają się od okwiatolistków i nie znaleziono anormalnych kwiatów o normalnej ilości okwiatolistków.

4. Okwiatolistki zewnętrznego okółka w porównaniu z innymi okółkami najtrudniej zanikają, a najłatwiej zwiększają swą ilość, wykazują więc większą od innych okółków tendencję do nadliczbowości.

5. Okwiatolistki wewnętrznego okółka częściej niż inne części kwiatu występują w mniejszej liczbie, zdradzając w ten sposób tendencję do zaniku. Przytem ich brak lub nadliczbowość wy-

stępują czasem bez równoczesnych zmian w innych częściach kwiatu.

6. Pręciki nigdy nie są liczniejsze od okwiatolistków zewnętrznych (wyjątek stanowią jedynie 2 kwiaty o zrosłych okwiatolistkach: 3.1.3^{1/2}.3 i 3^{1/2}.3.4.3) i najczęściej ilość ich odpowiada ilości okwiatolistków okółka zewnętrznego, jeśli części zrostów i rozszczepień liczymy osobno, a ilości komór, jeśli takie utwory pręcikowe liczymy za 1 pręcik. Jeśli między 2 okwiatolistkami zewnętrznymi brak wewnętrznego, to pręciki albo wcale nie reagują na ten brak i pozostają w ilości okwiatolistków zewnętrznych, albo mogą się zrastać, albo wreszcie — najrzadziej — występują w liczbie zredukowanej.

7. Owocolistki łatwo ulegają redukcji, ustępując pod tym względem tylko okwiatolistkom wewnętrznym, najtrudniej zaś we wszystkich okółkach występują nadliczbowo. Ilość ich z reguły równa się ilości pręcików i ich podwójnych lub potrójnych utworów.

Wszystkie tu sformułowane reguły wskazują nam na wyraźną zależność ilościową, istniejącą między okwiatolistkami zewnętrznymi i pręcikami, oraz między pręcikami i komorami zalążni. (Te trzy okółki widzimy albo złożone z jednakowych ilości części, albo, o ile okwiatolistków zewnętrznych jest więcej niż komór zalążni, to pręciki zajmują pośrednie stanowisko). Co się zaś tyczy okwiatolistków okółka wewnętrznego, to z wymienionych reguł wynika bardziej niezależne niejako ich zachowanie się. Jest to zupełnie zrozumiałem, gdyż — jak wiemy — okwiatolistkom zewnętrznym nadległe są pręciki; drugiego zaś, wewnętrznego okółka pręcików, nadległego okwiatolistkom wewnętrznym (obecnego np. w rodzinie *Liljowatych* oraz *Amarylkowatych*) — tu, w rodzinie *Kosaćcowatych* brak. Następny okółek owocolistków znów jest nadległy pręcikom zewnętrznego, niższego okółka, obecnego u *Kosaćcowatych*. W ten sposób tłumaczy się tak związek, istniejący u naszych anormalnych kwiatów szafranu pomiędzy stosunkami ilościowymi u okwiatolistków zewnętrznych, pręcików i owocolistków, w których to okółkach części są sobie nadległe, jak również bardziej niezależne zachowanie się okwiatolistków wewnętrznych.

Stosunki te stoją bezwątpienia w związku z przebiegiem wiązek naczyniowych w kwiecie i w głąbiku szafranu, podobnie jak to widzimy w zupełnie analogicznych anomaljach kwiatów *Paris*

quadrifolia, opracowanych przez Starka (2). Anatomicznych stosunków w nienormalnych kwiatach szafranu tatrzańskiego ołecnie pod tym względem nie badałem.

V. Następstwo w pojawianiu się części nadliczbowych i w zanikaniu elementów różnych okółków.

Na pytanie, czy istnieje w kwiatach szafranu tatrzańskiego pewne następstwo w pojawianiu się części nadliczbowych lub zanikaniu elementów w różnych okółkach, możemy odpowiedzieć twierdząco. Już w poprzednim rozdziale zwróciliśmy uwagę na fakt, że nie znajduje się form anormalnych o stosunku okwiatolistków zewnętrznego okółka do okwiatolistków wewnętrznego, jak 3 i 3, gdy przeciwnie kwiaty o zmianie w obrębie okwiatolistków przy normalnem zachowaniu się pręcików i owocolistków nie są rzadkie: $\overline{3.3.3.3}$, $\overline{3.2.3.3}$, $\overline{3.2.3.3}$, $\overline{3.4.3.3}$, $3\frac{1}{2}.3.3.3$, $4.3.3.3$. Stąd wnosimy, że wszelkie zmiany w obrębie kwiatu rozpoczynają się od okwiatolistków. Rozpatrując szczegółowiej te stosunki, przyjrzymy się przedewszystkiem szeregowi kwiatów o brakujących częściach w zestawieniu I i rozpatrzmy przejścia od kwiatu normalnego $3.3.3.3$ do dwukrotnego $2.2.2.2$. Widzimy tam następujące postacie najczęściej znajduwane:

3. 2. 3. 3	—	9	razy
3. 1. 3. 3	—	5	"
3. 2. 2 $\frac{1}{2}$. 2	—	7	"
3. 2. 2. 2	—	8	"
2 $\frac{1}{2}$. 2. 2. 2	—	7	"
2. 2. 2. 2	—	21	"

Dają one nam obraz następstwa przy przejściach od kwiatów normalnych trójrotnych do dwukrotnych. Przedewszystkiem zanikają okwiatolistki wewnętrzne. We wszystkich kwiatach o brakujących częściach (zestawienie I) brak jest elementów w tym okółku; one więc najpierwsze reagują na przyczyny, wywołujące marnienie kwiatów i pociągają za sobą inne okółki. Fakt, że ten właśnie okółek wykazuje tu największą tendencję do zanikania, łatwo tłumaczy się związkiem, jaki istnieje między okwiatolistkami wewnętrznymi i nadległymi im pręcikami drugiego okółka, które tutaj w rodzinie *Kosaćcowatych* zanikły, a tendencja zanikowa ze wszyst-

kich okółków najłatwiej występuje w związanych anatomicznie z niemi okwiatolistkach wewnętrznych.

Okwiatolistki wewnętrzne przy dalej postępującym zaniku pociągają za sobą owocolistki, dalej pręciki, a najodporniej zachowują się pod tym względem okwiatolistki zewnętrzne, czyli przy zanikaniu części kwiatowych możemy wypisać następujący łańcuch:

$$3. 3. 3. 3 \rightarrow 3. 2. 3. 3 \rightarrow 3. 2. 2\frac{1}{2}. 2 \rightarrow 3. 2. 2. 2 \rightarrow 2. 2. 2. 2$$

przyczem możemy uważać formę $3. 2. 2\frac{1}{2}. 2$ za posiadającą 3 pręciki, które ze względu na brak miejsca zrosły się ze sobą, więc do pewnego stopnia za ukrytą formę $3. 2. 3. 2$. Wtedy nasz szereg przedstawi się następująco:

$$3. 3. 3. 3 \rightarrow 3. 2. 3. 3 \rightarrow 3. 2. 3. 2 \rightarrow 3. 2. 2. 2 \rightarrow 2. 2. 2. 2.$$

Zanik więc, rozpoczynając się od okwiatolistków wewnętrznych, jako od mających większą w tym kierunku od innych okółków tendencję, postępuje dalej ku komorom zalążni, potem przechodzi do okółka leżącego pomiędzy dwoma wymienionemi okółkami, mianowicie ku pręcikom, a na ostatku zanikają związane z pręcikami okwiatolistki zewnętrzne, czyli zanik rozpoczyna się od okwiatolistków wewnętrznych i następnie postępuje odwierzchołkowo.

Przejrzyjmy obecnie szereg form o częściach nadliczbowych, stanowiących przejście od kwiatów 3- do 4-rokrotnych. Znajdziemy tu następujące postacie najczęściej spotykane:

3. 4. 3. 3	—	8	razy
4. 3. 3. 3	—	5	"
4. 3. $3\frac{1}{2}$. 3	—	12	"
4. 4. 4. 3	—	6	"
4. 4. 4. 4	—	16	"

Widzimy tu odrębnie zachowującą się formę $3. 4. 3. 3$ i szereg innych, łączących w następujący łańcuch kwiaty 3- i 4-krotne.

$$3. 3. 3. 3 \rightarrow 4. 3. 3. 3 \rightarrow 4. 3. 3\frac{1}{2}. 3 \rightarrow 4. 4. 4. 3 \rightarrow 4. 4. 4. 4.$$

Jak widzimy, nadliczbowość rozpoczynają okwiatolistki zewnętrzne, pociągając za sobą pręciki (znów utwór $3\frac{1}{2}$ możemy traktować jak 4), następnie idą okwiatolistki wewnętrzne, a wreszcie owocolistki, które pod tym względem najbardziej opornie się zachowują. Nadliczbowość okwiatolistków wewnętrznych nie powoduje

zmian w innych okółkach, bo trudno jest zestawieć szereg: 3. 4. 3. 3 → 4. 4. 4. 3 → 4. 4. 4. 4 i uważać go za drugi sposób powstawania form czterokrotnych.

Zupełną analogję przedstawiają przejścia od cztero- do pięciokrotnej budowy:

$$4. 4. 4. 4 \rightarrow 5. 4. 4. 4 \rightarrow 5. 4. 4\frac{1}{2}. 4 \rightarrow 5. 5. 4\frac{1}{2}. 4 \rightarrow 5. 5. 5. 5.$$

Widzimy więc, że nadliczbowość rozpoczyna się w okółku zewnętrznych okwiatolistków i pociąga za sobą takąż zmianę w nadległym mu okółku pręcików, następnie obejmuje leżące pomiędzy temi okółkami okwiatolistki wewnętrzne i wreszcie owocolistki, czyli naogół postępuje dowierzchołkowo.

Zgadza się to zupełnie z odwierzchołkowym kierunkiem zanikania elementów, bo gdy szereg form przejściowych od kwiatów trój- do dwukrotnych napiszemy w odwrotnym kierunku, traktując je jako przejścia od dwu do trójrotnych, to otrzymamy ścisłą analogję, z wyjątkiem, że okwiatolistki wewnętrzne idą po owocolistkach, a nie przed niemi:

$$2. 2. 2. 2 \rightarrow 3. 2. 2. 2 \rightarrow 3. 2. 3. 2 \rightarrow 3. 2. 3. 3 \rightarrow 3. 3. 3. 3.$$

Ciekawą jest rzeczą, że nasze szeregi form przejściowych do kwiatów o liczniejszych okółkach zupełnie odpowiadają analogicznemu szeregowi kwiatów u *Paris quadrifolia*, podawanemu przez Voglera (5, str. 92), który zestawia następujące wzory (pierwsze liczby odnoszą się do okółka liści):

5. 4. 4. 4. 4. 4

5. 5. 4. 4. 4. 4

4. 5. 4. 5. 4. 4

5. 5. 5. 5. 5. 4

5. 5. 5. 5. 5. 5.

Powiada on: „...daß die Tendenz zur Vermehrung von den Laubblättern nach den Karpellen zu ständig abnimmt“ (2, str. 271); Z rezultatami Starka i Henslowa (2), tyjącami się również anomalij *Paris quadrifolia*, szereg nasz nie zgadza się w szczegółach.


VI. Przyczyny wywołujące zmienność kwiatów szafranu.

Cały szereg faktów przemawia za tem, że przyczyny wywołujące brak lub nadliczbowość części w kwiatach szafranu są

natury wegetatywnej, że mamy tu do czynienia z marnieniem lub bujnym rozwojem kwiatów w pewnych miejscach i latach lub u pewnych osobników, tj. ze zjawiskami, stojącymi w związku z warunkami odżywiania się roślin.

Potwierdzają nam to obserwacje poczynione w 1915 i 1916 r. na polu krokusowym na Toporowej Cyrhli.

W r. 1915 kwitły szafrany późno, ale nadzwyczaj obficie, a nienormalności było bardzo wiele. Obliczano dnia 30. IV. na poletku I o powierzchni około $1\frac{1}{2} m^2$, wybranem w miejscu zwykle obfitego występowania szafranów, znajdującem się tuż przy szosie do Morskiego Oka, po jej prawej (południowej) stronie, w miejscu gdzie szosa po wyjściu pod górę na Toporową Cyrhlę, zaczyna przebiegać mniej więcej poziomo. Poletko II wybrano tuż przy szosie około 100—150 m od półka I, na zboczu nachylnem ku północnemu zachodowi, w miejscu nieco wilgotnem. Wreszcie półko III wybrano bardziej w głębi, obok połudn.-wschodn. krańca największej polany krokusowej (w 1918 r. w małej północnej części zaoranej), gdzie kwiaty szafranów były znacznie rzadsze, w miejscu wilgotnem i nieco ocienionem przez stojący od południowego zachodu w odległości kilku metrów szalaz i parę świerków; zwróciło tu uwagę występowanie licznych postaci o liczbie okwiatolistków mniejszej niż 6. Zebrano kwiaty i policzono z powierzchni około $5-7 m^2$.

W roku 1916 szafrany kwitły bardzo wcześnie, pierwsze zakwitły na Cyrhli już 15. III, a 2. IV. dokonano obliczeń przy masowem już ich wystąpieniu; kwiaty naogół w tym roku czyniły wrażenie drobniejszych niżeli zwykle, występowały mniej obficie, formy nienormalne spotykano o wiele rzadziej. Obliczano na poletku I jak w roku poprzednim, gdzie kwiaty wystąpiły obecnie bardzo licznie, jak często na polanach krokusowych się zdarza, prawie jeden tuż przy drugim, oraz na półku II. Na poletku III stwierdzono zupełny brak roślin, ani kwiatów, ani liści nie było. Następnie obliczono na nowem półku IV w tej części pola krokusów, gdzie przy przeglądzie zauważono stosunkowo więcej nienormalnych postaci aniżeli w innych częściach pola. Półko IV y na środku obfitującej w kwiaty szafranów dużej polany, otoczonej wałem kamiennym, położonej w głębi Toporowej Cyrhli w jej części południowo-zachodniej, najbliższej młodego lasu, a najdalej od szosy. Wreszcie wybrano jeszcze jedno półko V, około $2 m^2$, na

polanie przy szosie niedaleko półka I, w miejscu nie zwracającym uwagi specjalnie częstem zjawianiem się kwiatów anormalnych, ale obfitem w kwitnące okazy. Wszystkie półka leżą po tej samej stronie szosy. W ten sposób półka I, II i V były niejako półkami przeciętnymi, wybranymi w miejscach obfitego występowania kwiatów, a III i IV zwracały uwagę liczniejszemi okazami anormalnemi i z tego powodu zostały przeliczone. Rezultat obliczeń zestawiam w tabelce na str. 173 (zestawienie IX).

Jeżeli uwzględnimy poletka zachowujące się przeciętnie, to zobaczymy, że szafrany w różnych latach rozmaicie zachowują się pod względem ilościowego występowania anomalij. W 1915 r. przy spóźnionej wiosnie, obfitem ale późnem zakwitaniu pojawiło się dużo kwiatów o nadliczbowych częściach (1·21%), a w r. 1916 przy słabem wczesnem kwitnięciu, przy drobniejszych kwiatach odsetek okazów o częściach nadliczbowych był znacznie mniejszy (0·37%). Kwiatów o częściach brakujących w r. 1915 było 0·12%, a w r. 1916 tylko 0·05. Widzimy więc, że w różnych latach, różniących się od siebie warunkami wegetacji — co musimy przyjąć, jako przyczynę tłumaczącą fakt znacznych różnic co do pory zakwitania, obfitości kwiatów i różnic w wielkości — anomalje wśród kwiatów występują niejednakowo często. Również w jednym i tym samym roku na pewnych częściach polany występują anomalje w zwiększonej ilości, i to albo o częściach nadliczbowych, albo o brakujących. Takim poletkiem o lepszych widocznie warunkach wegetacji (zapewne część pola urodzajniejsza, lub silniej nawożona; szafrany rosną obficie tylko na polanach nawożonych obornikiem) było półko IV w r. 1916, dające aż 1·85% kwiatów o częściach nadliczbowych przy zupełnym braku kwiatów marniejących; przeciwnie zaś półko III z r. 1915 było półkiem marniejących szafranów i dało aż 9·07% okazów o częściach brakujących; jest objawem charakterystycznym, że w r. 1916 szafrany tu wcale nie kwitły. Również widzimy, że na poszczególnych półkach wybitnie przeważają albo formy o częściach nadliczbowych (półka I, II, V, IV), albo formy, wykazujące brak elementów kwiatowych (półko III), co także wskazuje na związek pomiędzy postaciami kwiatowemi, a warunkami wegetacji: gdzie warunki są pomyślne, tam występują anomalje o częściach nadliczbowych i odwrotnie, jak np. na półku III, które w najbliższym roku wcale nie zakwitło.

Zestawienie IX.

		Rok 1915, dn. 30. IV. Kwitną późno, bardzo obficie, dużo anomalij.										Rok 1916, dn. 2. IV. Kwitną bardzo wczesnie, są drobne i mniej liczne, mało anomalij.									
Okwiatolistków		3	4	5	6	7	8	9	% kwiatów o częściach prakujących			% kwiatów o częściach nadliczbowych			% kwiatów anorm.						
Półko:	I	1	.	296	2	1	.	.	0.33	1.00	1.33	0.33	1.33	1.33	—	0.33	0.33	—	0.33	0.33	
	II	.	.	519	3	4	.	.	—	1.33	1.33	—	1.33	1.33	—	—	0.25	—	0.25	0.25	
	V	.	.	.	.	.	.	.	—	—	—	—	—	—	0.18	0.55	0.73	0.18	0.55	0.73
	Suma	1	.	815	5	5	.	.	0.12	1.21	1.33	0.12	1.21	1.33	0.05	0.37	0.43	0.05	0.37	0.43	
Półko:	III	1	18	23	415	4	1	1	9.07	1.30	10.37	9.07	1.30	10.37	—	—	—	—	—	—	
	IV	.	.	.	.	.	.	.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Suma	1	19	23	1230	9	6	1	3.34	1.24	4.58	3.34	1.24	4.58	0.04	0.71	0.75	0.04	0.71	0.75	

To samo mówi nam zachowanie się pojedynczych okazów. Mamy kwiaty albo o częściach brakujących w różnych okółkach, albo o częściach nadliczbowych, a zjawisko to stoi również w związku ze stosunkami przestrzennymi dokoła stożka vegetacyjnego. Kwiaty, któreby miały części nadliczbowe w jednym okółku a brakujące w innych, są niezmiernie rzadkie (jeden przykład 3.1.3^{1/2}.3). Kwiaty o nadliczbowych częściach możemy więc uważać za okazy vegetujące w pomyślnych warunkach, zaś kwiaty o częściach brakujących — w złych. Jeszcze bardziej przekonujące są wymiary kwiatów anormalnych, podane w zestawieniu I. Wszystkie pomierzone okazy o częściach brakujących mają okwiat, licząc od załązni, krótszy niż 8 cm, przeciętnie 7.59 cm, okazy zaś o częściach nadliczbowych, z wyjątkiem jednego, są większe niż 8 cm, a przeciętnie długość ich okwiatu wynosi 9.01 cm. Dochodzimy więc do wniosku, że powstawanie warjantów o częściach kwiatu nadliczbowych lub brakujących jest wywołane stosunkami vegetacji roślin, że mamy tu do czynienia z egzemplarzami marniejacemi lub z okazami nadmiernego rozwoju.

Pod tym względem zgadzam się z autorami, którzy badali analogiczne anomalje w kwiatach innych roślin, jak Klebs (1), Vogler (5), Stark (2) i i. Vogler sądzi nawet, że narysy kwiatu *Paris quadrifolia* takie, jak 5.3.3.5.3.5 lub 6.4.4.6.4.4 (pierwsza liczba odnosi się do okółka liści) wskazują na rytmiczny dopływ pokarmu (l. c., str. 274).

Występowanie kwiatów o częściach nadliczbowych lub brakujących jest wywołane pomyślnymi lub złymi warunkami vegetacji roślin; dowierzchołkowe następstwo w pojawianiu się nadliczbowych elementów, a odwierzchołkowe przy braku części w coraz to nowych okółkach stoi niewątpliwie w związku z tendencjami rozwojowymi, z budową anatomiczną i ze stosunkami przestrzennymi dokoła stożka vegetacyjnego. Widzieliśmy, że nadliczbowość lub brak w pewnym okółku pociąga za sobą analogiczną zmianę w okółku nadległym: okwiatolistki zewnętrzne — pręciki, lub w najbardziej skłonnym do zmiany w danym kierunku (okwiatolistki wewnętrzne — owocolistki), potem zmiana ta przenosi się na okółek, leżący pomiędzy temi dwoma, a wreszcie i ostatni, czwarty okółek ulega tej samej zmianie. Następstwa te możemy w następujący sposób wytłumaczyć. Jeśli przyjmujemy, że wielkość zaczątków poszczególnych narządów jest ograniczoną i nie jest bezwarunkowo proporcjonalną do wielkości stożka vegetacyjnego,

to jasnym będzie dla nas, że pomyslnie lub źle warunki egzystencji, wywołując powstanie roślin wielkich lub małych, warunkują pojawienie się nowych elementów lub ich zanik i to przedewszystkiem w tym okółku kwiatowym, który ma w danym kierunku większą od innych okółków tendencję. U szafranów w razie marnienia widzimy to przedewszystkiem w okółku okwiatolistków wewnętrznych, co tłumaczymy całkowitym zanikiem u rodziny *Kosaćcowatych* nadległego okwiatolistkom wewnętrznym okółka pręcików, a w razie bujnego rozwoju — w okółku okwiatolistków zewnętrznych. Brak miejsca dookoła stożka wegetacyjnego lub jego nadmiar pociąga dalsze okółki, dając formy o różnych ilokrotnościach, które się też częściej od innych postaci spotyka, jak łatwo przekonamy się, przyglądając się stosunkom ilościowym w zestawieniu I. Jak widzimy tam, przewagę mają kwiaty o jednakowej ilości części we wszystkich okółkach, tj. kwiaty dwu-, cztero-, pięcio- i sześciokrotne — ponad formami pośrednimi. Tak więc między dwukrotnymi, których znaleziono 21 sztuk, i trójkrotnymi wszystkie przejścia są mniej liczne: 9, 8, 7, 7, 5 i t. d. sztuk; również między trój- i czterokrotnymi, których zebrano 16 okazów, różnych przejściowych postaci znaleziono 12, 8, 6 i mniej sztuk; podobnie pomiędzy cztero- i pięciokrotnymi, których znaleziono 2 okazy, przejść mamy po jednym okazy, a jedynie najbardziej zbliżonych do pięciokrotnych: 5. 5. 4^{1/2}, 4, mamy też 2 okazy. Przejść między pięcio- i sześciokrotnymi nie znaleziono wcale.

Często jednak dzięki dziedzicznej tendencji do trójkrotności inne okółki mogą się zachowywać opornie, przez co powstają formy przejściowe. Najłatwiej pociągniętym zostaje ten okólek, który jest nadległy pierwszemu, więc ściśle z nim związany anatomiczną budową (w razie nadliczbowości po okwiatolistkach zewnętrznych — pręciki), lub ten, który z pozostałych okółków najłatwiej ulega zachodzącej zmianie (po zaniku okwiatolistków wewnętrznych — owocolistki). Następnie, wskutek stosunków miejsca dookoła stożka wegetacyjnego, okólek pośredni, leżący pomiędzy zmienionymi dwoma, ulega także zmianie, pociągając w ostatnim stadium czwarty pozostały okólek.

Na znaczenie stosunków przestrzennych wskazuje tu także zachowanie się pręcików przy ich zrostach i rozszczepieniach w wypadkach, gdy zajmują one liczbowo pośrednie stanowisko pomiędzy ilością okwiatolistków zewnętrznych i owocolistków, na

co już zwracaliśmy uwagę w rozdziale o korelacjach. W kwiatach o mniejszej ilości części, więc przy braku miejsca dookoła stożka vegetacyjnego, częstsze są zrosty pręcików, nie tylko nitkami ale i częściami pylnikowemi, a im więcej okwiatolistków, czyli im więcej miejsca dookoła stożka vegetacyjnego, tem coraz częściej ogranicza się zlanie dwoistych utworów pręcikowych tylko do nitek. Wiele kwestyj, poruszonych powyżej, dałoby się zapewne wszechstronnie oświetlić przy pomocy hodowania anormalnych form i rozmnażania ich z nasion. Niestety próby hodowli, które dokonałem w r. 1916, udały się tylko częściowo, a mianowicie z zasadzonych bulwek nienormalnych okazów dotychczas doczekałem się kwiatów tylko z jednej doniczki, gdzie były zasadzone okazy o kwiatach: 4. 3. 3¹/₂. 3 i 4. 4. 4. 4 i które zakwitły (5 roślin) ponownie dopiero w 1919 roku, dając kwiaty o budowie normalnej: 3. 3. 3. 3, ale wszystkie zupełnie białe, co z jednej strony charakterystycznie oświetla kwestję przyczyn, wywołujących anomalje budowy, z drugiej ciekawe rzuca światło na kwestję albinizmu, co nie odnosi się już do zakresu niniejszej pracy. Wszystkie te okazy zostały odstąpione do dalszej hodowli i badania do Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Również opracowanie mikroskopowe anomalij krokusowych pozwoliłoby zapewne zapoznać się z wielu ciekawymi szczegółami ich budowy.

VII. Uszkodzenia okwiatolistków przypominające rozszczepienia.

Opiszę tu jeszcze pewne zaobserwowane nienormalności, a właściwie uszkodzenia, które w pierwszej chwili można uważać za zrosty lub rozszczepienia okwiatolistków. W 1915 roku zebrano znaczną ilość kwiatów posiadających z boku okwiatolistków — mniej więcej w połowie ich wysokości lub nieco niżej — po małym ząbku 3—6 mm długim, zwróconym skośnie ku górze, który na pierwszy rzut oka robi wrażenie jakby rozdawania się lub zaczątku lacinjacji okwiatolistka. Ząbki takie występują najczęściej po 2, rzadziej po parę lub kilka u jednego kwiatu, przytem często na okwiatolistkach tegoż okółka, najczęściej zewnętrznego, z opuszczeniem okwiatolistka, stojącego pomiędzy nimi i to na tych brzegach okwiatolistków, które zwrócone są ku sobie (rys. 35, str. 146), lub też i w inny sposób. Po obejrzeniu pod mikroskopem przekonałem się, że są to uszkodzenia mechaniczne, gdyż w dolnej części wewnętrznego

brzegu ząbków i obok na brzegu okwiatolistka zawsze widać tkankę nierównomiernie poszarpaną, sterczą kikuty urwanych naczyń, mających swe przedłużenie po drugiej stronie przedziału, dzielącego ząbek od okwiatolistka; w wielu miejscach widać ziarnistą żółtkłą masę zeschniętej plazmy, a także można znaleźć ziarna skrobi; zabarwienie liljowe przy brzegu skaleczonym znika. Uszkodzenie to nastąpiło podczas wzrostu kwiatu, gdyż ząbki te w górnej swej części od strony wewnętrznej mają brzeg regularny, nie wykazują obrażeń i wierzchołek ząbka jest równomiernie zaokrąglony. Widocznie po skaleczeniu, które go utworzyło, ząbek taki jeszcze czas jakiś rósł. Skaleczenie to musiało się więc dokonać, gdy kwiat był zwiniętym w rurkę, w tym czasie bowiem kwiat rośnie, a wskazuje nam na to przedewszystkiem owo regularne, symetryczne występowanie ząbków u co drugiego okwiatolistka na brzegach zwróconych ku sobie i to na jednej wysokości. Najwidoczniej jedna przyczyna spowodowała równoczesne skaleczenie obu okwiatolistków, leżących w zwiniętym kwiecie jeden na drugim. Co jednak było przyczyną skaleczeń kwiatu, czy jaka mechaniczna przeszkoda przy wydobywaniu się ich nad ziemię, czy też, co prawdopodobniejsze, rabujące owady ponacinały kwiaty, nie mogą na to odpowiedzieć.

VIII. Streszczenie.

Kwiaty szafranu tatrzańskiego (*Crocus scepusiensis* Rehm. et Wołoszczak) wykazują pewną ilość warjantów o mniejszej lub większej ilości części w poszczególnych okółkach. Częściej spotyka się kwiaty o jednakowej ilości elementów we wszystkich okółkach: dwukrotne, czterokrotne, pięciokrotne, nawet okazy sześciokrotne, rzadziej przejścia między nimi, które poza nierówną ilością części okółków wyrażają się także zlewaniem się lub rozszczepieniem pręcików, okwiatolistków zewnętrznych i zrostem okwiatolistków zewnętrznego z wewnętrznym. Szeregi cyfr, odpowiadające jednowierzchołkowym, bardzo ostrym krzywym zmienności wykazują, że szafran nasz jest pod względem ilości części w okółkach gatunkiem dość stałym i nie ma w tym kierunku żadnych odmian i form. Zmienność co do omawianej cechy jest największą w okółku okwiatolistków wewnętrznych i zewnętrznych, mniejszą u pręcików, najmniejszą u owocolistków.

Pozytywne korelacje co do ilości elementów istnieją pomiędzy wszystkimi okółkami. Wyraźną zależność pod tym względem wykazują nadległe sobie okwiatolistki zewnętrzne, pręciki i owocolistki, które mogą znajdować się w jednakowej liczbie, albo też w razie przeciwnym pręciki występują w ilości pośredniej, tworząc zrosty lub rozszczepienia. Okwiatolistki wewnętrznego okółka, nie posiadające nadległych im pręcików, wykazują bardziej niezależne zachowanie się pod względem ilości.

Nadliczbowość i braki rozpoczynają się zawsze od okwiatolistków. Przy przejściach zauważyć można pewne następstwo, a mianowicie przy zanikaniu rozpoczyna się ono zwykle od okwiatolistków wewnętrznych, które w tym kierunku zdradzają najwybitniejszą skłonność, następnie zanik postępuje od komór ku pręcikom i okwiatolistkom zewnętrznym, czyli odwierzchołkowo; odwrotnie w szeregach o częściach nadliczbowych rozpoczynają zmianę okwiatolistki zewnętrzne, najskłonniejsze do występowania w nadmiernej ilości, a następnie nadliczbowość obejmuje pręciki, okwiatolistki wewnętrzne i owocolistki, czyli postępuje dowierzchołkowo.

Przyczyną pojawiania się warjantów o częściach nadliczbowych i brakujących są lepsze lub gorsze warunki wegetacji; przemawia za tem fakt, że na poszczególnych poletkach lub w różnych latach spotyka się przeważającą ilość tych albo innych warjantów, że wymiary kwiatów o częściach nadliczbowych są znacznie większe od wymiarów kwiatów z brakującymi elementami i że wreszcie poszczególne okazy odznaczają się albo nadliczbowością w różnych okółkach albo brakami i cechy te nawzajem się wykluczają. Mamy tedy do czynienia z okazami marniejącymi lub monstrami nadmiernego rozwoju.

Kolejność w występowaniu zmian w różnych okółkach zależy od tendencji rozwojowych, stosunków anatomicznych i stosunków przestrzennych dookoła stożka wegetacyjnego: pierwszy zmienia się okółek, który posiada najwybitniejszą w danym kierunku tendencję, potem okółek nadległy lub z pozostałych najłatwiej ulegający zachodzącej zmianie, następnie dwa już zmienione okółki pociągają okółek leżący między nimi; odgrywają tu rolę stosunki przestrzenne, a wreszcie i czwarty okółek również ulega zmianie.

Znajdywane nierzadko na brzegu okwiatolistków niewielkie ząbki, wyglądające jakby początek rozszczepienia lub zrostu okwia-

tolistków, są spowodowane mechanicznymi uszkodzeniami lub nacięciami owadów, dokonanymi w czasie wzrostu kwiatów.

Literatura.

1. Klebs: Über Variationen der Blüten. Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. 42, 1906.
 2. Stark P.: Die Blütenvariationen der Einbeere. Zeitschrift f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. Bd. XIX, H. 4, Leipzig 1918.
 3. Stecki Konstanty: Zielnik roślin tatrzańskich (Plantae Tatrorum exsiccatae). Kosmos. T. XXXVII. Lwów 1912.
 4. Wodziezko Adam: Z biologji szafranu tatrzańskiego (*Crocus babiogorensis* Zapałowicz). Kosmos XXXVIII. Lwów 1914.
 5. Vogler: Die Variabilität von *Paris quadrifolia* in der Umgebung von St. Gallen. Flora 1903.
-

Cmentarzysko szkieletowe w Łankiszkach pod Naczą na Litwie z XIV—XVI w. pod względem antropologicznym

opisali

J. Talko-Hryncewicz i H. Hoyer.

Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydziału matem.-przyrodniczego
dnia 11 kwietnia 1921 r.

(Z tablicą 2—3).

Miejscowość przezwana przez lud z litewska Łankiszki (polanka) leży o 1 km na południe od miasteczka Naczy, liczącego przeszło 60 chat, obecnie zamieszkałych przez ludność białoruską, która w mowie używa często języka polskiego. Przy miasteczku leży dwór, który obecnie należy do spadkobierców po ś. p. Wandalinie Szukiewiczu; w ogrodzie dworskim znajdują się gruzowiska fundamentów dawnego zamku z XVI w., który był własnością możnej niegdyś rodziny Kościów (Kościewiczów). Opodal od dworu stoi kościół, który należy do parafji istniejącej od XVII w. Nacza leży w południowej części pow. lidzkiego, na pograniczu etnograficznem dwóch narodowości: litewskiej i białoruskiej, z których ostatnia tu przeważa.

Łankiszki przedstawiają płaszczyznę piaszczystą, ciągnącą się przeszło pół kilometra, otoczoną dookoła młodemi zaroślami sosnowemi i jodłowemi. Ś. p. Szukiewicz, badając pod względem archeologicznym swoje grunta i znajdując na powierzchni w piachach drobne szczątki opalonych kości ludzkich i narzędzi późnego neolitu, od dawna zainteresował się Łankiszkami, jako stacją prehistoryczną.

Korzystając z propozycji ś. p. Wandalina Szukiewicza rozpoczął razem z nim J. Talko-Hryncewicz badania w Łankiszkach, które trwały po parę tygodni w porze letniej w latach 1913 i 1914. Badania te wykazały, że było tu emen-

tarzysko szkieletowe, ciągnące się na przestrzeni 300 m długoj i 200 m szerokiej, o którym ludność miejscowa żadnej tradycji nie przechowała. Groby leżały często w dwóch rzędach; w górnym rzędzie, w głębokości 40—60 cm leżały młodsze groby, w których nieraz znajdowano zbutwiałe deski od trumien, a przy szkieletach żelazne noże, sprzączki, kółka, groty, pierścionki, koleziki z bronzu, niekiedy z wisiorkami, nausznicę słowiańską z kręconego drutu i szpilki. Oprócz tego znajdowano paciorki, krzesiwo, rzadko skorupy garneków, ślady pasów skórzanych, szczątki tkaniny wełnianej itd. Przy paru szkieletach znaleziono 5 srebrnych monet: 3 denarki Aleksandra Jagiellończyka (z lit. A) i po jednej monecie Witołda i Zygmunta Augusta. Głębiej leżące szkielety były bez trumien i ubogie w przedmioty. Nieboszczycy byli zwykle głową zwróceny na zachód, z rękami złożonymi na brzuchu i nogami wyciągniętymi.

Pod względem archeologicznym opracował cmentarzysko łankiskie ś. p. W. Szukiewicz, a praca jego pośmiertna ma być wydrukowaną w „Przeglądzie archeologicznym“ w Poznaniu.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie i opracowanie materiałów antropologicznych. Osteologiczną część tej pracy wykonał J. Talko-Hryncewicz, włosy zaś znalezione w grobach opracował H. Hoyer. W ten sposób badania te dopełniają się wzajemnie dając całokształt tego, co można było zbadać odnośnie do budowy człowieka z cmentarzyska łankiskiego.

Szczątki ludzkie, pochodzące z 146 osobników, zaledwie u 104 osobników nadawały się — jeżeli nie do całkowitego — to do częściowego opisu i pomiarów. Materiał kostny naogół był bardzo źle zachowany. Kości pozbawione często wierzchniej blaszki, otarte, z defektami, skutkiem braku łączących je części organicznych lekkie, wierzchnia blaszka przystawała często do ust, niektóre nawet kości przy wyjmowaniu z ziemi rozpadały się w palcach. Złe zachowanie kości, pomimo tego, że przeleżały one w gruncie — sądząc z monet — tylko 4—5 wieków, tłumaczyć można gruntem wilgotnym, glinkowatym, łatwo przepuszczalnym i nisko położonym.

Po opisaniu grobu, tam gdzie było to możliwe, szkielet został zmierzony. Wyjmowane z grobu w stanie wilgotnym kości musiano starannie oczyścić i wysuszyć, poczem zapisywano je i pakowano. Wszystkich tych czynności podjęła się p. St. Juchniewicz i za tę pomoc wyświadczoną nauce należy się Jej gorące podziękowanie.

Po nadejściu całego materiału antropologicznego z Łankiszek do Krakowa kości zostały celem częściowego ich wzmocnienia zanurzone w gorącym płynnym kleju francuskim, a czaszki zostały zrekonstruowane przez dobrane i sklejenie połamanych części. W ten sposób otrzymaliśmy całkowitych czaszek wraz z częścią twarzową 59 (56·7%) i częściowych, tylko ze sklepieniem 45 (43·3%). O wiele trudniejsze było zużytkowanie kości tułowia i kości długich, w znacznej części połamanych lub bez końców. Przy niektórych czaszkach znaleziono na skroniach odcinki włosów, przyschnięte do kości razem z ziemią, a do niektórych kobiecych czaszek przylegały kręcone koleczyki brązowe. Włosy po oczyszczeniu otrzymał dla zbadania H. Hoyer.

Według pięci zaledwie $\frac{1}{3}$ część czaszek przypadła na czaszki męskie, tj. 33 czaszek (31·7%), prawie $\frac{1}{2}$ tj. 51 czaszek (49%) na kobiece, a $\frac{1}{5}$ tj. 20 czaszek (19·2%) na czaszki dziecinne. Co do wieku, to sądząc z budowy kości, ze stanu szwów, zachowania zębów i uzębienia przypadło na wiek: dziecinny 19·2%, młody 37·5%, średni 23·1% i stary 20·2%. Wobec znacznej przewagi szkieletów kobiecych, wielkiej ilości dziecinnych, kości często zrzuconych w nieładzie, nadto kilkakrotnie znajdujących szkieletów dzieci w objęciu matek można wnioskować, że musiała tu zajść jakaś katastrofa, jak morowe powietrze lub rzeź skutkiem najazdu nieprzyjaciół, np. Tatarów, co było nierzadkie w ludzkim, jak o tem świadczą dawne kroniki. Sądząc z obrządków grzebania, Łankiszki były niewątpliwie przez długie wieki cmentarzyskiem ludzi od czasów neolitu i ciałopalnych aż do późnego średniowiecza.

Wśród uszkodzonych przypadkowo czaszek, czy to zdeformowanych pod naciskiem ziemi czy też połamanych, w 4 czaszkach skonstruowano celowe sztuczne otwory pośmiertne, zrobione ostrem narzędziem, czy to w celach leczniczych, czy też dla praktyk czarodziejskich, lub dla noszenia na szyi wyciętych blaszek jako amuletów. Wszystkie te czaszki pochodziły z wierzchnich warstw cmentarzyska i należały do kobiet młodych. Otwory w trzech wypadkach zrobiono na prawej kości ciemieniowej, a raz na łusce potylicznej poniżej *lambda*. Kształty otworu dwa razy były owalne, a dwa razy okrągłe. Opisanie tych czaszek poświęciłem osobną pracę¹⁾.

¹⁾ Talko-Hryncowicz: O trepanowanych czaszkach XIV—XVI w. z cmentarzyska w Łankiszkach pod Naczą (na Litwie). Rozpr. Wydź. mat.-przyr. Akad. Um. w Krakowie. T. LVIII. S. B. 1918.

Przystępując do opisu wyników właściwych badań musimy zaznaczyć, że wobec trudności wydawniczych i wysokich kosztów musieliśmy tę część naszej pracy znacznie skrócić, wyłączając z niej: 1) Dziennik badań, który zawierał dokładny opis przeprowadzonych badań w każdym z grobów z osobna, 2) część tablic z diagramami krzywych, z których tylko ważniejsze w niniejszej pracy pomieszczone; wreszcie opuszczono również 3) osobne tablice szczegółowych pomiarów i stosunków¹⁾.

A) Część opisowa.

Przegląd naszych materiałów rozpoczynamy od podania charakterystycznych cech znalezionych czaszek.

W poniżej podanych zestawieniach liczbowych wymieniamy przy każdej z przytoczonych cech ilość czaszek, które daną cechę wykazywały, wyrażoną w liczbie bezwzględnej i w stosunku procentowym do całości badanego materiału, przyczem uwzględniony został podział czaszek na trzy grupy według rodzaju osobników, tj. na czaszki męskie (♂), kobiece (♀) i dzieciinne (♀).

Co do rozmiarów badanych czaszek przypadło na czaszki:

	♂	♀	♀
wielkie	10 (30·3%)	7 (13·7%)	2 (10·0%)
średnie	20 (60·6%)	24 (47·0%)	12 (60·0%)
małe	3 (9·1%)	20 (39·2%)	6 (30·0%)

Z tego zestawienia widać, że największa ilość czaszek przypada na czaszki średnich rozmiarów, co u dzieci zależy w pierwszym rzędzie od wieku (najczęściej 10—16 lat).

Według budowy było czaszek:

	♂	♀	♀
o budowie mocnej	17 (51·5%)	9 (17·6%)	—
" " "średniej	10 (30·3%)	27 (52·9%)	8 (40·0%)
" " "słabej	6 (18·2%)	15 (29·4%)	12 (60·0%)

¹⁾ Dziennik badań i osobne tablice szczegółowych pomiarów i stosunków mają wyjść w: Arch. Nauk Antropol. w Warszawie, pozostałe zaś tablice z krzywymi i diagramami, które nie weszły do pracy niniejszej, złożone zostały w depozycie Zakładu antropologicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Liczby niepomieszczonej w niniejszej pracy tablic z krzywymi oznaczone zostały liczbą rzymską w nawiasie [].

Z tego zestawienia widzimy, że w męskich czaszkach występuje w połowie wypadków budowa mocna, w kobiecych zaś średnia.

Kształty konturów czaszek przedstawiały się następująco:

	♂	♀	♀
kształt owalny	13 (39·4%)	22 (43·1%)	9 (45·0%)
„ elipsoidalny	15 (45·4%)	20 (39·2%)	7 (35·0%)
„ wydłużony	4 (12·1%)	8 (15·7%)	4 (20·0%)
„ jajowaty	1 (3·0%)	1 (1·9%)	—

W czaszkach męskich kształt elipsoidalny przewyższał ilościowo nieco kształt owalny, a w kobiecych i dzieciennych czaszkach rzecz się miała odwrotnie.

Pod względem budowy czoła wyróżniliśmy czaszek o czole:

	♂	♀	♀
wyniosłem	18 (54·5%)	12 (23·5%)	4 (20%)
niskiem { płaskiem	8 (24·2%)	21 (41·2%)	11 (55%)
wypukłem	7 (21·2%)	18 (35·2)	5 (25%)

W męskich czaszkach występują najczęściej czoła wyniosłe, w kobiecych i dzieciennych czaszkach spotyka się czoła niskie — częściej płaskie, niż wypukłe.

Pod względem rozwoju potylicy wyróżniliśmy czaszek o:

	♂	♀	♀	
rozwoju karczka potylicznego	silnym	7 (21·2%)	3 (5·9%)	2 (10%)
	miernym	18 (54·5%)	12 (23·5%)	7 (35%)
	słabym	6 (18·2%)	9 (17·6%)	8 (40%)
czaszek o potylicy zaokrąglonej	2 (6%)	27 (52·9%)	3 (15%)	

W czaszkach męskich przeważa mierny rozwój karczka potylicznego, w czaszkach kobiecych są potyllice częściej zaokrąglone, a w czaszkach dzieciennych potyllice słabo lub miernie rozwinięte. W niektórych męskich czaszkach występowało spłaszczenie potylicy, silniejsze u 4 czaszek i słabsze u 5, razem w 9 wypadkach (27·3%). Jeszcze częściej w czaszkach męskich spostrzega się wklęsnięcie potyliczne górne (*depressio occipitalis praelambdaidea*), silniejsze w 4, mierne w 8 i słabsze w 6, razem w 18 wypadkach, a więc u większości czaszek męskich (54·5%), a jeden raz wystąpiło ono w czaszce dziecienną (5%).

Ciemię znajdowałyśmy w męskich czaszkach prawie jednako często płaskie (17 t. j. 51·5%) lub sklepione (16 t. j. 48·5%); w kobiecych

czaszkach ciemienia płaskie (21 czaszek t. j. 41·2%) występują rzadziej, niż sklezione (30 czaszek, t. j. 58·8%). W dzieciennych czaszkach najczęściej zdarzają się ciemienia sklezione (w 17 cz. t. j. 41·85%).

Guzy czołowe występowały w męskich czaszkach tylko w dwóch wypadkach, i to średnio rozwinięte (6·1%), w kobiecych czaszkach guzy te były w 6 średnio i w 7 słabo rozwinięte (razem 13 czaszek, t. j. 25·5%), natomiast w dzieciennych czaszkach wystąpiły wielkie guzy w 5, a mierne w 7 czaszkach, razem w 12 (60%).

O wiele częściej zdarzały się guzy ciemieniowe, a mianowicie było czaszek o guzach ciemieniowych:

	♂	♀	♀
wielkich	4 (12·1%)	1 (2·0%)	5 (25·0%)
średnich	6 (18·2%)	7 (13·7%)	5 (25·0%)
małych	2 (6·1%)	4 (7·8%)	4 (20·0%)
bez guzów	21 (63·6%)	39 (76·5%)	6 (30·0%)

W męskich czaszkach znaleźliśmy guzy ciemieniowe w 36·4%, w kobiecych tylko w 24·5%, natomiast w dzieciennych w 70·0% wypadków.

Pod względem rozwoju wyrostków sutkowych badane czaszki przedstawiały się następująco:

było czaszek o wyrostkach:	♂	♀	♀
długich i grubych	12 (36·4%)	9 (17·6%)	—
średnich	17 (51·5%)	24 (47·0%)	4 (20·0%)
małych	4 (12·1%)	12 (23·5%)	15 (75·0%)
bez wyrostków	— (—)	6 (11·8%)	1 (5·0%)

Wyrostki rylcowate znaleźliśmy we wszystkich czaszkach męskich, a mianowicie było czaszek o: wyrostkach długich 13 (39·4%), średnich 12 (36·4%) i drobnych 8 (24·2%); w czaszkach kobiecych były rozwinięte wyrostki rylcowate w 15 wypadkach (29·4%), mianowicie: długie i małe po 4 razy (7·8%) i średnie 7 razy (13·7%); u dzieci wyrostków rylcowatych było brak.

Linje skroniowe półkuliste były w czaszkach zaznaczone:

	♂	♀	♀
silnie	4 (12·1%)	4 (7·8%)	—
miernie	19 (57·6%)	10 (19·6%)	4 (20·0%)
słabo	9 (27·3%)	4 (7·8%)	13 (65·0%)
brak l. skr.	1 (3·0%)	33 (64·7%)	3 (15%)

W czaszkach męskich chropowatości linii skroniowych były rozwinięte mniej lub więcej w 97%, w kobiecych za ledwie w 35·3% wypadków; w czaszkach dzieciennych, wpośród których były osobniki i starszego wieku, a przy tem czaszki chłopców z bardziej wyrobionym układem mięśniowym, chropowatości linii skroniowych występowały w 85% wypadków.

Chropowatość przęgów mięśniowych na potylicy występowała w czaszkach:

	♂	♀	♀
silnie	6 (18·2%)	3 (5·9%)	—
miernie	15 (45·4%)	8 (15·7%)	2 (10·0%)
słabo	1 (3·0%)	8 (15·7%)	2 (10·0%)
brak	11 (33·3%)	32 (62·7%)	16 (80·0%)

W czaszkach męskich chropowatość potyliczna była w 66·7%, w kobiecych w 37·3%, a w dzieciennych tylko w 20% wypadków rozwinięta, a przy tem w jednej męskiej i jednej kobiecej czaszce silna chropowatość potyliczna przechodziła w gruby wał poprzeczny (*torus occipitalis*). W męskich czaszkach w 9 wypadkach silny rozwój *inion* tworzył wyrostek wystający (27·3%).

Połączenie otworu słuchowego zewnętrznego przedstawiało się następująco:

	♂	♀	♀
otwór słuch. w środku	11 (33·3%)	23 (50·0%)	11 (55·0%)
„ przesunięty naprzód	7 (21·2%)	1 (2·2%)	7 (35·0%)
„ cofnięty w tył	15 (45·4%)	22 (47·8%)	2 (10·0%)

Z tego okazuje się, że w czaszkach męskich otwór uszny najczęściej był w tył cofnięty, a rzadziej leżał w pośrodku lub występował naprzód, w czaszkach kobiecych również często leżał w pośrodku lub był cofnięty w tył, a w dzieciennych zwykle znajdował się w pośrodku, rzadziej zaś występował naprzód.

Według kształtów twarzy było czaszek o:

	♂	♀	♀
twarzy czworokątnej	7 (28·0%)	3 (7·3%)	—
„ szerokiej i niskiej	6 (24·0%)	10 (24·4%)	4 (57·1%)
„ wydłużonej	12 (48·0%)	28 (68·3%)	3 (42·8%)

Przeważają, jak widzimy, twarze wydłużone, występujące

najczęściej w czaszkach kobiecych; twarze szerokie i czworokątne występowały w czaszkach męskich, przyczem obie te cechy często występowały równocześnie.

Odnosnie do budowy kości policzkowych występowały w badanych czaszkach dwa typy:

	♂	♀	♀
kości policzkowe w dół zgniecione	9 (36·0%)	13 (31·7%)	2 (29·6%)
" " cofnięte w tył	16 (64·0%)	28 (68·2%)	5 (71·4%)

Kości policzkowe u większości czaszek były w tył cofnięte. Co do stopnia rozwoju łuków jarzmowych można było wyróżnić czaszek o łukach jarzmowych:

	♂	♀	♀
mocnych	9 (36·0%)	3 (7·3%)	—
średnich	10 (40·0%)	27 (65·8%)	3 (42·8%)
słabych	6 (24·0%)	11 (26·8%)	4 (57·1%)

Budowa łuków jarzmowych w czaszkach męskich najczęściej była średnia i mocna, w kobiecych średnia.

Wcięcie u nasady nosa było w badanych czaszkach:

	♂	♀	♀
znaczem	4 (16·0%)	—	—
miernem	3 (12·0%)	2 (6·4%)	—
słabem	4 (16·0%)	1 (3·2%)	1 (14·3%)
brak wcięcia	14 (56·0%)	28 (90·3%)	6 (85·7%) cz.

Okazuje się, że w czaszkach męskich więcej niż połowa, a w kobiecych i dzieciennych znaczna większość pozbawiona była wcięcia nosowego.

Ośc nosowa przednia (*Spina nasalis anterior*) w czaszkach obydwóch płci była mało rozwinięta, a w dzieciennych prawie nie występowała wcale; wyróżniliśmy mianowicie czaszek o ości nosowej:

	♂	♀	♀
silnej i wydatnej	4 (16·0%)	4 (12·9%)	—
miernej	5 (20·0%)	7 (22·6%)	—
małej	16 (64·0%)	20 (64·5%)	—

Łuki nadoczodołowe:

	♂	♀	♀
występowały silnie	5 (15·1%)	—	—
" miernie	5 (15·1%)	2 (3·9%)	—
" słabo	3 (9·1%)	5 (9·8%)	—
brak łuków	20 (60·6%)	44 (86·3%)	20 (100·0%)

W męskich więc czaszkach często łuków nadoczodołowych brakowało, a w kobiecych brak ten występował jeszcze częściej.

Położenie oczodołów było:

	♂	♀	♀
poziome	18 (72·0%)	30 (73·2%)	5 (71·4%)
skośne	7 (28·0%)	11 (26·8%)	2 (28·6%)

Oczodoły więc były najczęściej umieszczone poziomo.

Kierunek osadzenia zębów był:

	♂	♀	♀
naprzód pochylony	5 (20·0%)	9 (21·9%)	2 (28·6%)
prostopadły	20 (80·0%)	32 (78·0%)	5 (71·4%)

Kształt podniebienia:

	♂	♀	♀
podniebienia płaskie	9 (39·1%)	13 (35·1%)	—
" głębokie	14 (60·9%)	24 (64·9%)	5 (100·0%)

Przeważają więc podniebienia głębokie. Według konturów, spotykano zgodnie z zaznaczonymi narysami:

	hyperboliczne		owalne		czworokątne			okrągłe	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀	♂	♀
podniebienia:	4	2	7	22	7	7	5	5	6

przyczem przypada na podniebienia hyperboliczne razem 6 (9·2%), owalne 29 (44·6%), czworokątne 19 (29·2%) i okrągłe 11 (16·9%) cz. Gdy uwzględnimy obie ostatnie grupy cech podniebienia, to okaże się, że na hyperboliczne i głębokie podniebienia przypada 7, na owalne i płaskie 11, owalne i głębokie 18; czworokątne i płaskie 7, czworokątne i głębokie 12; okrągłe i płaskie 4, okrągłe i głębokie 6 czaszek. Najczęściej więc spotyka się podniebienia o następujących połączeniach

cech: podniebienie owalne i głębokie w 18 czaszkach (27·7%), rzadziej zaś podniebienie owalne i płaskie u 11 czaszek (16%) lub podniebienie czworokątne i głębokie u 12 czaszek (18·5%).

Na 65 czaszek w 5 męskich (7·7%) znaleźliśmy wał podniebieniowy (*torus palatinus*), idący przez środek. Wał ten zauważyliśmy w trzech wypadkach przy podniebieniach o kształtach owalnych, a w dwóch — przy płaskich.

Kąty żuchwy były:

	♂	♀	♀
szeroko rozstawione:	18 (69·2%)	21 (65·6%)	9 (81·8%)
zbliżone	8 (30·7%)	11 (34·4%)	2 (18·1%)

Najczęściej występowały więc żuchwy szeroko rozstawione.

Przechodzimy teraz do zboczeń, szczególnie w zakresie szwów. Budowę ich można było określić tylko na czaszkach, na których szwy nie były jeszcze całkiem zarośnięte. Występowały:

	♂	♀	♀
szwy proste	10 (33·3%)	8 (21·0%)	11 (55·0%)
„ zawiłe	20 (66·7%)	30 (78·9%)	9 (44·0%)

Z tego widzimy, że większość czaszek okazuje budowę szwów zawiłych, tylko w czaszkach dzieciennych szwy proste występują częściej, niż zawiłe.

Szew śródczołowy (*sutura metopica*) zachowany spotykaliśmy w czaszkach męskich 6 razy (18·2%), w kobiecych 2 razy (3·9%) i w dzieciennych 2 razy (10·0%).

Zboczenie w pterjonie, przy którym szwy nie tworzyły litery H, jak zwykle, lecz krzyżowały się w jednym punkcie w kształcie litery X, w miejscu, gdzie się stykają cztery kości: czołowa, ciemieniowa, skroniowa i wielkie skrzydło kości klinowej, zdarzało się 2 razy w czaszkach męskich (6·1%); oprócz tego w czaszkach męskich zauważyliśmy w pterjonie 4 razy kostki wstawkowe (*ossa epiptERICA*) (12·2%).

Szew potyliczny poprzeczny (*sutura occipitalis transversa*) z kośćmi wstawkowymi międzyciemieniowymi (*Ossa interparietalia s. o. Incae*) zdarzył się w czaszkach męskich 5 (15·1%), a w kobiecych tylko 2 razy (3·9%), natomiast o wiele częściej występowały *Ossa Wormii*, i to w męskich czaszkach 9 (27·3%), w kobiecych 12 (23·5%), a w dzieciennych 8 razy (40·0%).

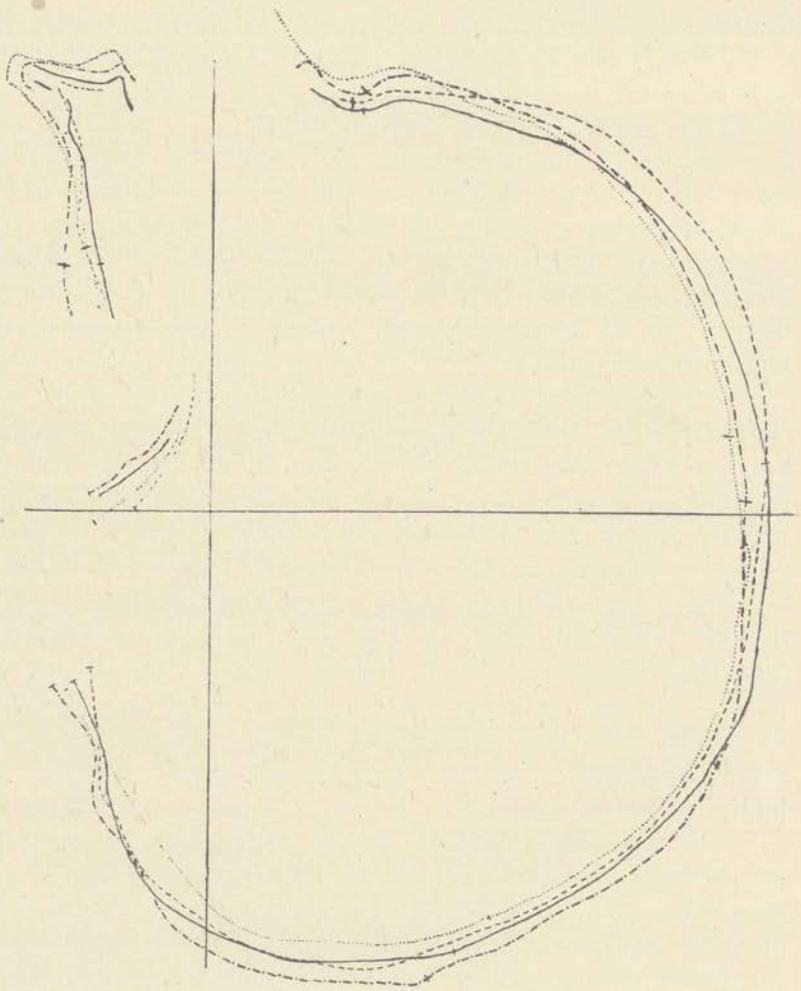
Podniesienie szwu strzałkowego występowało w czaszkach męskich 15 razy (45·4%), w kobiecych 14 (27·4%), w dzieciennych 13 (65·0%). Częste występowanie tej cechy przypisujemy w części zjawisku pośmiertnemu i działaniu wilgoci, któremu ulegały czaszki w ziemi. Podniesienie szwu wieńcowego wystąpiło raz jeden w czaszce męskiej (3·0%).

Oprócz zmian pośmiertnych, polegających na deformacji czaszek, o której wspomnieliśmy na początku, zauważyliśmy jeszcze pewną asymetrię wrodzoną lub nabytą w pierwszych latach życia, występującą w skrzywieniu jednej połowy potylicy w 9 wypadkach (8·6%), a mianowicie w 6 czaszkach męskich i w 3 czaszkach dzieciennych. W jednym wypadku istniało za życia w czaszce męskiej lekkie skrzywienie prawej kości ciemieniowej (1%).

Na trzech rysunkach umieszczonych na str. 192 i 193 przedstawiamy układ krzywych dwóch czaszek z Naczy z cmentarzyska Łankiskiego (oznaczonych liczb. Zakł. antrop. Uniw. Jagiell. 362 i 412); dla porównania i wykazania pewnych cech wspólnych umieszczono na tych rysunkach również narisy krzywych dwóch czaszek wileńskich, jednej znalezionej przy cerkwi na Zarzeczcu, oznaczonej liczbą 450, a drugiej z podziemia kościoła św. Anny (l. 19). Krzywa strzałkowa płaszczyzny medjalnej (rys. 1) na czaszce z Naczy l. 362 wykazuje najznaczniejszą wypukłość czołową, natomiast obniża się na ciemieniu i potylicy; na czaszce z Naczy l. 412 krzywa czołowa spłaszcza się na ciemieniu, natomiast na potylicy obie krzywe czaszek l. 362 i l. 412 biegną prawie równolegle.

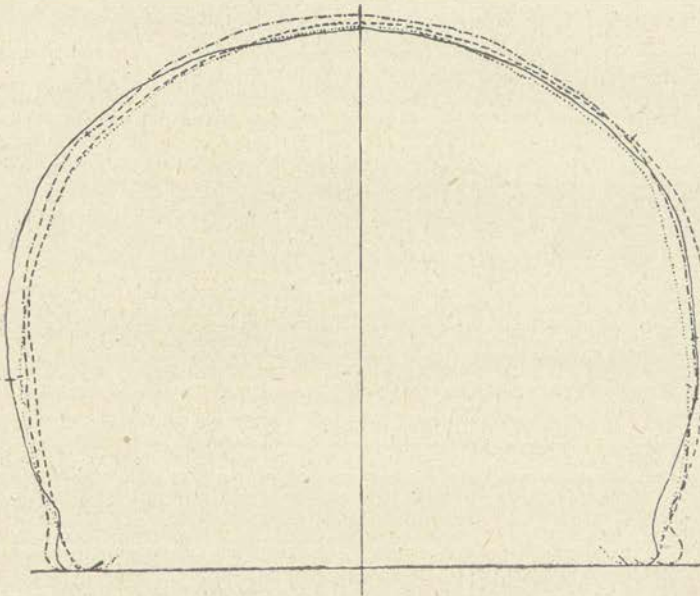
Na czaszkach wileńskich krzywe czołowe idą o wiele niżej, przechodząc na płaskie i wydłużone ciemię; następnie krzywa czołowa na czaszce l. 19 uwypukla się znacznie, a na czaszce l. 450 opuszcza się stromo na potylicę. Krzywa czołowa uszna (rys. 2), jednakowo we wszystkich czaszkach z punktu najwyższego stopniowo opuszcza się na boki, tworząc linje zaokrąglone. Krzywa podstawowa (rys. 3), najbardziej jest wydłużoną na potylicy czaszki wileńskiej l. 19, następnie u naczańskiej l. 412, zwęża się na bokach i jest mniej wypukłą na potylicy w czaszce naczańskiej l. 362, rozszerza się natomiast z boków — jakby ze ściętą potylicą — w czaszce wileńskiej l. 450.

Rys. 1. Krzywa strzałkowa płaszczyzny medialnej.

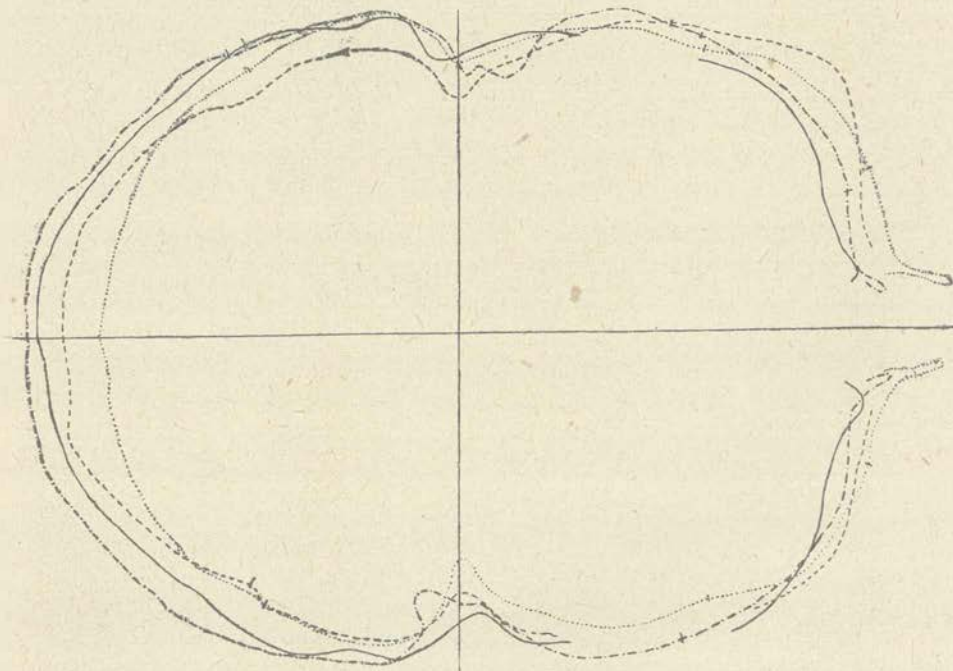


Objaśnienia znaków na rys. 1—3.

- DII a 362 Nacza.
- DII a 412 Nacza.
- DII a 450 Wilno, znaleziona przy cerkwi na *Запечку*.
- · — · — DI 19 Podziemia Kościoła Św. Anny.



Rys. 2. Krzywa czołowa uszna.



Rys. 3. Krzywa podstawowa (pozioma frankfurtska).

B) Część antropometryczna.

Przechodzimy teraz do omówienia wyników antropometrycznych badań czaszek, które mogliśmy przeprowadzić na wielu czaszkach, pomimo pewnego zniszczenia materiału, natomiast musieliśmy odstąpić od zamiaru wymierzania pojemności i wagi czaszek.

W pracy niniejszej w wielu miejscach dla porównania przytaczamy liczby pomiarów otrzymanych przez różnych autorów; tytuły ich prac pomieszczone są w spisie literatury na końcu rozprawy.

Podając średnie pomiary czaszek męskich, kobiecych i dzieciennych nie mogliśmy nigdzie przytoczyć średnie dla czaszek dorosłych obu płci razem, a to z tego powodu, że liczba czaszek kobiecych w niektórych pomiarach dwa razy prawie przewyższała ilość czaszek męskich, co znacznie obniżyłoby średnie rozmiary czaszek łankiskich przy porównaniu ich z innymi czaszkami.

Charakterystyka głowy i twarzy.

a) Budowa czaszki.

1) **Obwód poziomy** w czaszkach męskich wynosi od 485 do 530 *mm*, przy średniej 508.6 *mm*; największa ilość pomiarów przypada na 510—520 *mm*. W czaszkach żeńskich obwód poziomy wynosi 470—530 *mm*, średnio 494.7 *mm*, najczęściej 480—500 *mm*, a w czaszkach dzieciennych wymiar ten wynosi 430—510 *mm*, przy średniej 464.4 *mm*.

Męskie czaszki są przeciętnie o 14 *mm* większe od kobiecych. Jeżeli wszystkie badane czaszki podzielimy według wymiarów obwodu poziomego na małe, średnie i wielkie, to ilościowo materiał ten przedstawiał się następująco:

	♂	♀	Razem
czaszki małe (do 500 <i>mm</i>)	8	32	40
„ średnie (501—520 <i>mm</i>)	18	17	35
„ wielkie (ponad 520 <i>mm</i>)	3	1	4
Razem	29	50	79

Dla porównania średniego wymiaru obwodu poziomego męskich czaszek łankiskich z takimiż wymiarami innych czaszek opisanych dotąd na ziemiach polskich i na niżu sarmackim, poda-

jemy te wymiary w następującem zestawieniu, zaznaczając przytem ilość zbadanych czaszek i nazwisko autora.

	Śred. obwód poziomy w mm	Ilość zbadanych czaszek	Autor
Czaszki łankiskie	509	29	
" drewlańskie	504	58	Gamezenko, Talko-
" z moskiew. ementarzy z XVI—XVIII w.	507	57	Hryniewicz Bogdanow
" siewierzańskie	{509 512	}46	Tichomirow Bogdanow
" starożytn. Czuwaszów	513		Zograf
" lubelskie z XVI—XIX w.	514—515	35	Olechowicz
" Polan	514	28	Talko-Hryniewicz
" starożytn. Nowogrodzian	515	59	Ikow, Tichomirow
" krak. z XVII—XVIII w.	515	23	Kopernicki
" krzywiczańskie	518	10	Talko-Hryniewicz
" Wogułów	518	24	Siliniacz
" z epoki kamienia i brązu na Rusi	522	16	Talko-Hryniewicz
" ludności moskiewskiej z VIII—X w.	523	72	Bogdanow
" wileńskie z XVI—XVII w.	525	21	}Talko-Hryniewicz
" domn. starsze fińskie ze Żmudzi (Łankswidy)	525	4	
" domn. późniejsze fińskie ze Żmudzi (Wizdergi)	530	1	
" (z Tytwidyszki)	539	3	
" seytyjko-sarmackie	540	3	

Część przeduszna obwodu w czaszkach męskich wynosi 220—280 mm, przy średniej 246.1 mm, a najczęściej występują wymiary 240—250 mm; w kobiecych czaszkach wynosił ten wymiar 215—270 mm, średnio 239.7 mm, najczęściej 230—240 mm; w dzieciennych czaszkach 190—230 mm, średnio 207.7 mm.

Stosunek części przedusznej do całego obwodu poziomego w czaszkach męskich wynosi średnio 48.38, przy *minimum* 40.90 i *maximum* 53.67, w kobiecych czaszkach średnio 48.40, *minimum* 44.33, *maximum* 53.89, a w czaszkach dzieciennych średnio 44.72, *minimum* 42.55, *maximum* 47.92.

W liczbach bezwzględnych cały obwód poziomy jest w czaszkach męskich średnio o 14 mm większy, niż w czaszkach kobiecych, część przeduszna jest w męskich czaszkach o 6 mm większa, stosunek zaś wymiaru przedusznej części do całego obwodu czaszki

jest u obydwóch płci jednakowy, a tylko ustępują im o 4 mm czaszki dziecinne.

2) Łuk podłużny cały w czaszkach męskich wynosi średnio 365·1 mm, *minimum* 348 mm i *maximum* 388 mm, najczęściej od 360—370 mm; w czaszkach żeńskich: średnio 357·3 mm, *minimum* 330 mm, *maximum* 383 mm, najczęściej 350—360 mm; w czaszkach dziecinnych średnio 343·8 mm (*minimum* 303 mm, *max.* 371 mm).

W liczbach bezwzględnych cały łuk podłużny w czaszkach kobiecych jest o 8 mm mniejszy, niż w męskich. Liczby pomiarów oddzielnych według grup wielkości przedstawiają się następująco:

Rozmiary	♂	♀	Razem
małe (do 350 mm)	2	14	16
średnie (351—370 mm)	19	26	45
wielkie (ponad 370 mm)	9	7	16
Razem	30	47	77

Łuk podłużny cały w 30 męskich czaszkach łankiskich (365·1 mm) rozmiarami mało się wyróżnia od tegoż łuku przytoczonych powyżej czaszek Nowogrodzian (63)¹⁾ 367 mm, starożytnych Czuwaszów (23) 363 mm, Wogulów (25) 365 mm, Krzywiczian (6) 367·3 mm, czaszek z moskiewskich cmentarzy XV—XVII w. (55) 363 mm; jest on tylko o 5 mm większy niż w czaszkach Siewierzan cmentarzyskowych (17) 360 mm, zaś czaszki łankiskie ustępują pod względem tego wymiaru o 5—12 mm czaszkom wileńskim XVI—XVII w. (17) 370·6 mm, cz. z epoki kamienia i brązu na Rusi (6) 370 mm. a w szczególności o wiele znaczniejszym rozmiarom czaszek (o 17—26 mm) domn. fińskim ze Żmudzi, mniej starszym Łaukswidzkim (4) 383·5 mm i z Wizdergów (1) 387 mm oraz późniejszym z Tytwidyszek (3) 391 mm.

Część czołowa łuku podłużnego w czaszkach męskich wynosi *min.* 110 mm, *max.* 135 mm, średnio 121·2 mm a najczęściej 120—125 mm; w czaszkach kobiecych: *min.* 110 mm, *max.* 135 mm, średnio 122·1 mm, najczęściej 120—125 mm i w czaszkach dziecinnych *min.* 103, *max.* 123 mm, średnio 115·9 mm.

Stosunek części czołowej do całego łuku podłużnego w czaszkach męskich wynosi średnio 33·20, (*min.* 30·39, *max.* 39·32), w czaszkach kobiecych wynosi średnio 34·17 (*min.* 30·98, *max.*

¹⁾ Liczba w nawiasie () oznacza ilość zbadanych czaszek.

37·29), a w dzieciennych średnio 33·7 (*min.* 31·07, *max.* 36·82); stosunek ten jest w czaszkach męskich średnio o 0·1 mniejszy niż w kobiecych i o 0·5 niż w dziecięcych.

Część ciemieniowa łuku podłużnego w czaszkach męskich wynosi średnio 127·1 mm (*min.* 105 mm, *max.* 145 mm), najczęściej 125—130 mm; w czaszkach kobiecych średnio 122·4 mm (*min.* 110 mm i *max.* 140), najczęściej 120—125 mm, a w czaszkach dzieciennych średnio 121·8 mm (*min.* 104 mm, *max.* 140 mm).

Stosunek części ciemieniowej do całego łuku podłużnego wynosi w czaszkach męskich *min.* 30·30, *max.* 38·16, średnio 34·78, w czaszkach kobiecych *min.* 30·50, *max.* 37·36, średnio 34·28, a w dzieciennych *min.* 33·01, *max.* 38·89, średnio 35·43. Stosunek ten przeciętnie mało się różni w czaszkach obydwóch płci, w dzieciennych zaś jest mniej więcej o 1·0 większy.

Część potyliczna łuku podłużnego w czaszkach męskich wynosi średnio 117·2 mm (*min.* 105 mm, *max.* 130 mm), najczęściej od 115 do 120 mm, w czaszkach kobiecych średnio 112·8 mm (*min.* 92 mm, *max.* 135 mm) a najczęściej 110—115 mm, w czaszkach dzieciennych średnio 105·1 mm (*min.* 95·0 mm, *max.* 126 mm).

Stosunek części potylicznej do całego łuku podłużnego w czaszkach męskich wynosi 32·10 (*min.* 28·94, *max.* 37·14), w czaszkach kobiecych wynosi średnio 31·57 (*min.* 27·39, *max.* 37·66), a w czaszkach dzieciennych średnio 30·57 (*min.* 29·15, *max.* 33·96). Stosunek ten jest nieco wyższy (o 0·5) w czaszkach męskich, niż w kobiecych, zmniejsza się zaś w czaszkach dzieciennych o 1·5.

3) Łuk poprzeczny w czaszkach męskich wynosi średnio 311·6 mm (*min.* 290 mm, *max.* 335 mm), najczęściej 310—320 mm; w czaszkach kobiecych łuk ten wynosi średnio 301·7 mm (*min.* 268 mm, *max.* 323 mm), najczęściej 300—310 mm; w czaszkach dzieciennych średnio 293·3 mm (*min.* 277 mm, *max.* 320 mm).

Czaszki męskie pod względem wymiarów łuku poprzecznego przewyższają średnio o 10 mm kobiece. Przy podziale czaszek na grupy według wymienionego wymiaru przypadnie:

na czaszki:	♂	♀	Razem
małe (do 300 mm)	5	28	33
średnie (301—320 mm)	20	19	39
wielkie (ponad 320 mm)	4	1	5

Łuk poprzeczny w czaszkach męskich łankiskich (29) 311·6 mm równa się temuż w czaszkach Nowogrodzian (57) 311 mm i łaukswidzkich ze Żmudzi (4) 312 mm, przewyższa o 24—19 mm łuk. p. czaszek Wogułów (24) 288 mm i Czuwaszów (23) 293 mm, a tylko o 12—7 mm — cz. Krzywiczian (4) 300 mm, cz. z epoki kamienia i brązu na Rusi (6) 302 mm, Siewierzan (25) 301 mm i (19) 303 mm, Polan (13) 305 mm, cz. moskiewskich z XV—XVI w. (55) 306 mm i z VIII—X w. (55) 307 mm, ustępując o 12 mm największym w tym wymiarze czaszkom tytwidyskim ze Żmudzi (3) 328 mm.

Stosunek łuku poprzecznego do obwodu poziomego w czaszkach męskich wynosi: *minimum* 57·91, *max.* 64·74, *średnio* 61·27; w czaszkach kobiecych *min.* 51·20, *max.* 63·92, *średnio* 61·00; w czaszkach dzieciennych *min.* 60·41, *max.* 66·74, *średnio* 63·16. Widzimy więc, że stosunek ten jest jednakowy w czaszkach obydwóch płci, a jest znaczniejszy o 0·2 w czaszkach dzieciennych.

Stosunek łuku poprzecznego do całego łuku podłużnego w czaszkach męskich wynosi *min.* 68·27, *max.* 75·55, *średnio* 71·78, w czaszkach kobiecych *min.* 69·28, *max.* 76·17, *średnio* 72·22, w czaszkach dzieciennych *min.* 71·14, *max.* 77·43, *średnio* 74·03. Stosunek ten w czaszkach kobiecych tylko o *średnio* mniej więcej 0·5 przewyższa czaszki męskie, natomiast w dzieciennych jest on o 2—2·5 większy.

Z przytoczonych wymiarów bezwzględnych widzimy, że obwodem poziomym czaszki męskie nie wiele, a jeszcze mniej wymiarami łuku podłużnego i poprzecznego przewyższają czaszki kobiece, a stosunki pomiędzy temi wymiarami różnicy nie wykazują. Czaszki dziecienne, oprócz mniejszych bezwzględnych wymiarów, mają mniejszy stosunek części przedusznej do całego obwodu poziomego, niż czaszki ludzi dorosłych, zaś stosunek części czołowej do całego łuku podłużnego jednaki, większy w części czołowej i mniejszy w części potylicznej. Znaczniejszy też niż u dorosłych jest w czaszkach dzieciennych stosunek łuku poprzecznego do obwodu poziomego i podłużnego.

Czaszki łankiskie męskie średnim rozmiarem obwodu poziomego należą w porównaniu z innymi czaszkami do mniejszych i pod tym względem zbliżone są do czaszek siewierzańskich, moskiewskich z XVI—XVIII w. i drewlańskich; łuk podłużny mają średni i zbliżają się tem do większości czaszek, natomiast pod względem łuku poprzecznego podobne są do nowogrodzkich i łaukswidzkich ze Żmudzi,

t. zn., że czaszki łankiskie są wogóle małe, mniej rozwinięte w obwodzie poziomym, miernie w łuku podłużnym i nieco więcej w poprzecznym.

4) Największa długość czaszek męskich wynosi: *minimum* 164 mm, *max.* 183 mm, średnio 174·5 mm; czaszek kobiecych *min.* 156 mm, *max.* 182 mm, średnio 167 mm; dziecińczych *min.* 149 mm, *max.* 184 mm, średnio 157·6. Z krzywej częstości największej długości czaszki (rys. 4, str. 201) widzimy, że w czaszkach męskich najczęstsze wymiary długości przypadają na 172, 174 i 176 mm, w kobiecych na 170, 168, 164 i 176 mm, w dziecińczych przy bardzo rozproszonych liczbach pojedynczych częściej tylko występuje 162 mm. To znaczy, że krzywa męska ma kilka mniejszych podniesień, kobieca parę znaczniejszych, dziecinna idzie równolegle i raz jeden tylko nieco się podnosi.

5) Największa szerokość czaszek męz. wynosi *min.* 128 mm, *max.* 148 mm, średnio 139·4 mm; czaszek kobiecych *min.* 126 mm, *max.* 154 mm, średnio 134·8 mm, czaszek dziecińczych *min.* 116 mm, *max.* 148 mm, średnio 128·5 mm. Z krzywej częstości największej szerok. czaszki (rys. 5) widzimy, że dla męskich cz. przypadają najczęściej liczby 138, 148 mm, a następnie 136 i 142 mm. Krzywe szer. zatem jeszcze bardziej, niż krzywe długości, różnią się między sobą; krzywa męska zajmuje miejsce pośrednie pomiędzy znacznie podnoszącymi się szczytami kobiecej a poziomo ścielącą się dziecinną.

Czaszki męskie średnio są o 7 mm dłuższe i o 5 mm szersze od kobiecych, te ostatnie przewyższają dziecinne długością o 10 mm i szerokością o 6 mm.

Długość średnia cz. łankiskich (33) 174·5 mm jest nieznaczna i mało się różni od dł. śr. cz. wileńskich z XVI—XVII w. (32) 172 mm, lubelskich z VVII—XVIII w. (32) 177 mm, drewlańskich (57) 177 mm, wotiackich (15) 176 mm; ustępują one co do długości o 4—10 mm cz. moskiewskim z XVI—XVIII w. (59) 179 mm, staroż. Czuwaszów (24) 179 mm, krakowskim z XVII—XVIII w. (23) 180 mm, Czeremisów (17) 181 mm, siewierzańskim (50) 182 mm, moskiewskim z VIII—X w. (78), krzywiczańskim (29), Polan (29), staroż. Nowogrodzian (60) i tytwidyskim ze Żmudzi (3) po 184 mm i scytyjsko-sarmackim w Kijowszczyźnie (16) 185 mm, są zaś o 12—15 mm mniejsze od cz. z epoki kamienia i brązu na Rusi (37) 187 mm, scytyjsko-sarmackich w Połtawszczyźnie (14) 188 mm, łaukswidzkich ze Żmudzi (4) 189 mm, cz. Wizdergów (1) 190 mm i płockich kurhanowych (11) 190 mm.

Stosunek największej szerokości do długości czaszki, czyli wskaźnik czaszkowy w czaszkach męskich wynosi 73·71—92·50, przy średniej 79·50, w kobiecych 70·56—90·59 przy średniej 80·70, a w dzieciennych 72·83—87·86 przy średniej 81·53. Krzywa częstości stosunku największej szerokości do długości czaszki (rys. 6) wykazuje kilka podniesień dla czaszek męskich, na które najczęściej przypadają liczby przy wskaźnikach 83, a następnie 74, 76, 79. Krzywa czaszek kobiecych podnosi się mniej, podobnie jak to widzieliśmy w krzywych bezwzględnych długości i szerokości i osiąga swego *maximum* tylko przy liczbie 80, a następnie przy 78, co przemawia za znaczniejszą jednolitością czaszek kobiecych. W czaszkach dzieciennych w wymiarach bezwzględnych tak długości jak i szerokości krzywa leży bardzo nisko, tak, że pojedyncze liczby wskaźników są bardzo rozproszone i krzywa tylko raz jeden podnosi się bardzo nieznacznie przy wskaźniku 81.

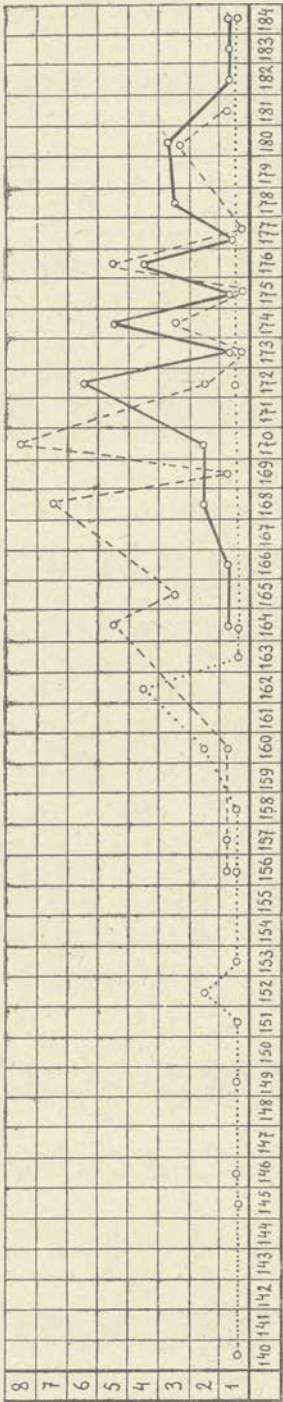
Średnio czaszki łankiskie mają wskaźnik pośredniogłowy, który w wieku dzieciennym, a również w czaszkach kobiecych (80·70) zbliża się bardziej do krótkogłowego (81·53), w męskich zaś przyjmuje ustalony kształt typu pośredniogłowego (79·50)¹⁾.

Czaszki więcej starożytne z epoki brązu i żelaza, wykopane w niewielkiej ilości w kilku miejscowościach Żmudzi przez Dowgirda mają wskaźniki czaszkowe bardzo zmienne, wahające się w czaszkach z cmentarzysk: w Łankswidach (7) od 70 do 76, w Wizdergach (4) od 70 do 81, a w najmłodszym z nich w Tytwidszkach (4) od 78 do 88.

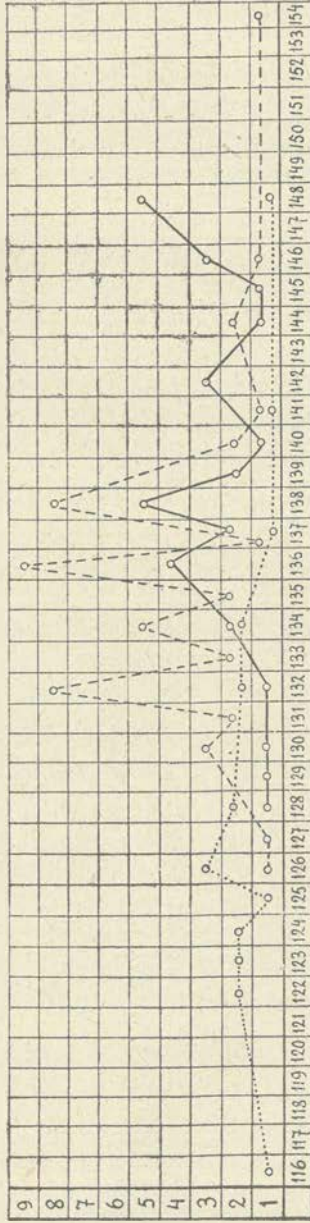
Średnie wskaźniki czaszkowe różnych czaszek podaje tabelka na str. 202.

Z powyższej tabelki widzimy, że czaszki łankiskie średnio mają wskaźnik pośredniogłowy, zbliżający je do wielu czaszek późniejszych słowiańskich, do wileńskich z końca XVI i począt-

¹⁾ Przeciętny wskaźnik wymierzonych przez autora (Talko-Hryncewicz) żywych Litwino-Łotyszów wynosi 80·6, Białorusinów zachodnich 82·1, Finnów Zachodnich i Estów (Grube) 79·4, Liwów (Waldhauer) 79·9, Tawastów 79, 48 i Korełów (Retzius) 81·5, Finnów Wschodnich, Permiaków (Maliew) 82·2, Wotiaków (Maliew) 81·9, Wogułów (Majnow) 78, wreszcie u Polaków północnych waha się w północnych województwach Polski średnio od 80—82, w południowych, t. j. w południowych częściach b. Królestwa Kongresowego i w b. Galicji, zwiększa się do 84; również jest on wyższym u Ukraińców gub. Kijowskiej, Podolskiej i u Rusinów w Małopolsce 82·1—84·7.



Rys. 4. Krzywa częstości największej długości czaszki (104 czaszek, t. j. 33 ♂, 51 ♀ i 20 ♀).

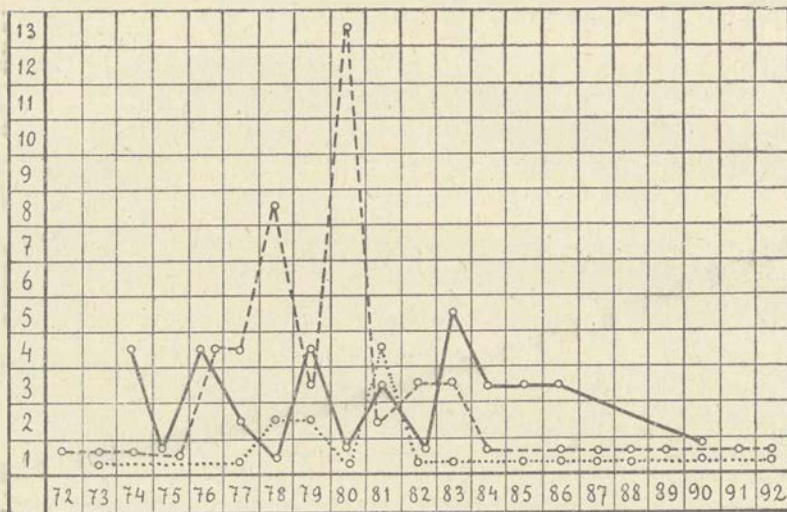


Rys. 5. Krzywa częstości największej szerokości czaszki (en — en) (104 czaszek, t. j. 33 ♂, 51 ♀ i 20 ♀).

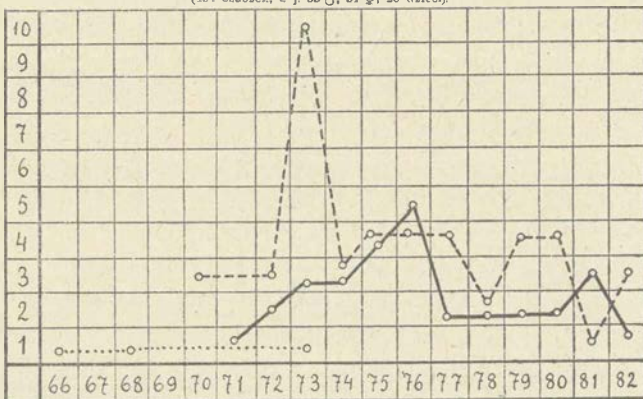
OBJAŚNIENIE.

Na rysunkach krzywych (rys. 4, 7, 9, 10, 13, 14, 17, 20—23) oznaczone są:

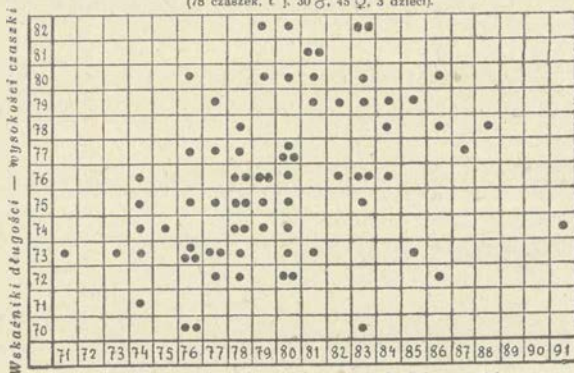
- czaszki męskie: —●—
- » kobiece: - - -●- - -
- » dziecinne:●.....



Rys. 6. Krzywa stosunku największej szerokości do długości czaszki (en-en g-op).
(104 czaszek, t. j. 33 ♂, 51 ♀, 20 dzieci).



Rys. 7. Krzywa częstości stosunku wysokości (ba-br) do długości czaszki (g-op).
(78 czaszek, t. j. 30 ♂, 45 ♀, 3 dzieci).



Rys. 8. Korelacja stosunku długości-szerokości i długości-wysokości całej (ba-br).
(75 czaszek, t. j. 30 ♂ i 45 ♀)

ków XVII w. i niektórych fińskich. Jeszcze wybitniej wystąpią właściwości oddzielnych grup przy rozmieszczeniu czaszek według układu kranjologicznego Broca, co daje możność porównania z innymi spostrzeżeniami (tab. str. 205).

Rozpatrując tablicę rozmieszczenia wskaźników czaszkowych widzimy, że w czaszkach łankiskich występują wszystkie trzy typy, z nieznaczną tylko przewagą krótkogłowego. Najbliższymi czaszkom łankiskim pod względem ugrupowania są czaszki krzywiczańskie, wileńskie z końca XVI i początków XVII w., starożytych Nowogrodzian, fińskie, Czuwaszów, Wotiaków, a w części Estów i czaszki moskiewskiej ludności z XVI—XVIII w. Wszystkie one przedstawiają największe pomieszenie typów. Typ długogłowy bardziej przeważa w czaszkach płockich kurhanowych, moskiewskich z VIII—X w., drewlańskich, wreszcie scytyjsko-sarmackich, w czaszkach z epoki kamienia i brązu na Rusi, mniej nieco u Polan, Siewierzan i Finnów, Czeremisów, Wogulów i Meria, z przewagą znacznieszą typu krótkogłowego u Finnów, Permiaków, Mordwy, a w szczególności w czaszkach krakowskich z XVII—XVIII w. i lubelskich z XV—XIX w.

To rozmieszczenie typów kranjologicznych, łączące narody i plemiona wielce dziś z sobą różne pod względem kultury i oddzielone znaczną przestrzenią, przy zmieniającem się ugrupowaniu typów w różnych wiekach nie przestaje być zagadką dla antropologa. U plemion mniej podległych metyzacji, przeważający typ kranjologiczny uważać można jako zasadniczy typ plemienny. O wiele trudniejszym jest orzeczenie badacza — gdy wszystkie trzy typy występują równomiernie — który z nich jest właściwy temu plemieniu a który stanowi późniejszą przymieszkę rozcieńczoną w typie pośredniogłowym. Na podstawie przytoczonej tablicy można stwierdzić, na co wielu autorów wskazywało, że im czaszki są dawniejsze, tem mają znaczniejszy procent długogłowych. Czaszki łankiskie, w których występują wszystkie trzy typy, wskazują na metyzację i trudno powiedzieć, który typ jest pierwiastkowym typem plemiennym, a który jest rezultatem późniejszej metyzacji. Można jednak wobec powyższych uwag przypuszczać, że ludność ementarzyska łankiskiego niegdyś była jeszcze bardziej długogłową. U współczesnych Litwinów według moich pomiarów na żywych przypada na typ krótkogłowy 72·8%, pośredniogłowy 20·9%, a na długogłowy tylko 6·3%. U Łotyszów, u których wpływ sąsiednich Finów w fizycznej

Czaszki	Ilość wianie												F i n n o w i e																																				
	S ł o w i a n i e												S o y j s k - s a r m a c k.																																				
	w l i c b a c h b e z w z g l e d n y c h												%																																				
Lankiatie XIV-XVI w. 84)	Wlenskie XV-XVII w. 42	14	3	2	19	113	4	7	57	24	37	31	11	19	28	23	10	4	27	6	3	17	18																										
	Lubelskie XV-XVII w. 21	6	2	—	5	84	—	6	11	15	16	9	10	16	22	11	6	—	12	4	2	5	—																										
Lubelskie XVIII w. 26	8	1	2	14	29	4	1	46	9	21	22	1	3	6	12	4	4	15	2	1	3	—																											
Lubelskie XIX w. 16	25	6	4	54	10	10	3	2	7	11	22	—	2	1	8	3	3	8	8	5	5	6	51																										
Mosk. oment. XVI-XVIII w. 117	21	14	8	15	31	7	17	6	7	11	32	—	1	5	10	3	3	5	9	2	4	—																											
Mosk. oment. XVII-XVIII w. 47	12	8	6	5	4	13	—	—	3	7	14	—	2	6	6	1	1	6	8	15	1	—																											
Krakowskie XVII-XVIII w. 47	33	22	14	20	9	44	7	33	6	—	46	—	3	11	16	4	4	11	17	17	5	17																											
Krzywiecan. 16																																																	
Drewlan 59																																																	
Polan Nadnie-przanski 41																																																	
Siewierzan 66																																																	
Staroz. Nowogrodzian 99																																																	
Plockich Kurhanow 11																																																	
Czaszki XIV-XVI w. 84)																																																	
Czaszki	Wlenskie XV-XVII w. 42	30	96	33	33	14	3	7	7	12	5	16	2	86	9	8	5	43	7	96	6	58	5	56	1	31	3	100	0	79	2	70	0	48	9	58	8	36	4	59	0	21	4	12	0	62	1	20	9
	Lubelskie XV-XVII w. 21	9	53	14	28	9	5	—	—	—	—	14	2	64	6	—	37	5	18	6	36	6	22	2	9	1	90	9	66	7	65	0	23	4	35	3	—	26	0	14	3	8	0	51	7	—			
	Lubelskie XVIII w. 26	21	43	19	05	4	8	7	7	12	5	12	0	22	3	8	5	6	2	78	0	21	9	31	8	22	2	9	1	12	5	15	0	25	5	23	5	36	4	33	0	7	1	4	0	10	4	—	
Lubelskie XIX w. 16	20	77	14	28	19	0	15	4	31	2	46	1	7	7	21	3	20	7	3	4	17	1	16	7	22	2	—	8	2	2	5	17	0	17	6	27	3	17	0	17	8	20	0	20	7	59	3		
Mosk. oment. XVI-XVIII w. 117	25	00	33	33	38	1	57	7	31	2	26	5	5	4	36	2	37	5	—	17	1	16	7	32	2	—	4	2	12	5	21	2	17	6	27	3	11	0	32	1	8	0	13	8	—				
Mosk. oment. XVII-XVIII w. 47	14	27	19	04	28	6	19	2	25	0	11	1	—	34	0	—	—	7	3	10	6	14	1	—	—	8	3	15	0	12	8	5	9	9	1	13	0	28	6	60	0	3	4	—					
Krakowskie XVII-XVIII w. 47	39	27	52	37	66	7	76	9	56	2	37	6	15	4	70	2	37	5	—	24	4	27	3	46	5	—	12	5	27	5	34	0	23	5	36	4	24	0	60	7	68	0	17	2	19	8			

1) Ilość badanych czaszek.

budowie silniej się zaznacza, typ krótkogłowy opada do 44·8%, przy podniesieniu się znacznem pośredniogłowego do 37·9% i długogłowego 17·2%. U zachodnich Białorusinów wypada na typ krótkogłowy 64%, pośredniogłowy 26·6% i długogłowy 8·9%. K. Iko w znalazł u Białorusinów w gub. Połtawskiej typ krótkogłowy u 56·6%, natomiast pośredniogłowy u 20·3% i długogłowy u 23·1%. Współczesna Nacza z ementarzyskiem łankiskiem leży na granicy etnograficznej litewsko-białoruskiej; parafja Naczańska jest przeważnie białoruską, lecz posiada wsie litewskie, jednakże wiemy z faktów historycznych, że terytorjum etnograficzne litewszczyzny niegdyś było obszerniejsze i to wytworzyło stopniowe zmieszanie antropologiczne tych dwóch plemion.

Ponieważ najstarszym pierwiastkiem w ementarzysku łankiskim jest typ długogłowy niekiedy o bardzo skrajnych liczbach, możnaby go przypisać tym autochtonom, którzy na obszarze Litwy i Białorusi pozostawili swe ślady w licznych nazwach rzek i miejscowości. Nazwy te identyfikują się z nazwami staro-fińskimi, podobnie jak i typ długogłowy, wybitnie zachowany, który przetrwał dotąd u większości plemion fińskich, a niegdyś musiał być jeszcze wybitniejszym, jak to wskazują starsze kurhany i ementarzyska we wschodniej Europie.

Na obecne podobieństwo antropologicznych typów w północnych i środkowych guberniach Rosji, w Polsce północnej, na Litwie i Białorusi do typów antropologicznych Finów zachodnich, Estów, Liwów i Finów z Finlandji nieraz zwracaliśmy uwagę. Kwestja wskaźnika czaszkowego u Finów od dawna była poruszona przez badaczy. Mniemanie, że długogłowi Finowie osiedlali niegdyś całą wschodnią a nawet część środkowej Europy i że do nich należy kurhanowa ludność Rosji, istniało od dawna, lecz obok tego pojawiały się zdania, że kurhany są słowiańskie, a Finom przypisywano krótkogłowość pokrewną Mongołom i widziano w nich wychodźców z Azji.

Badania żywych Finów w Finlandji ograniczają się dotąd do badań dokonanych przez Retziusa, Jelisiejewa, a ostatniemi czasy Kołmogorowa, natomiast czaszki fińskie o wiele więcej są znane; opracował je Retzius (w zbiorach muzeum anatomicznego Król. Instytutu w Stokholmie), Hallsten, Weymarn, Kyrklund (w muzeum anatomicznem uniwersytetu w Helsingforsie), wreszcie Hartmann, Welcker, Virchow, Elisiejew, Kołmogor-

row i inni. Ponieważ wszyscy autorowie znajdowali wśród czaszek znaczne zmieszanie typów bez przewagi żadnego z nich, przymem wielce różne średnie wskaźniki wahały się od 69·0—90·0, przeto jedni zaliczają czaszki fińskie do długogłowych, inni zaś i to większość — do krótkogłowych, wszyscy jednakże zgadzają się z tem, że wśród nich występuje znaczny procent długogłowych. Kołmogorow, modyfikując średnie liczby wskaźników, przyjmuje dla czaszek karelskich typ pośredniogłowy 78·99, a dla tawastskich zbliżający się do podłużnogłowego 77·48.

Większą krótkogłowość zwykle przypisują Finom wschodnim, oddzielonym znacznym obszarem ziem dziś zasymilowanych przez Słowian. Jednakże i tu widzimy analogiczny układ kranologiczny, w którym występują trzy typy, przy mniej lub więcej wydatnym typie długogłowym. Słowem dla wszystkich Finów jest właściwe zmieszanie typów, w którym występuje dolichocephalia, jako pozostałość rasy Aborygenów, której znaczenie wyświećlą przyszłe badania tak Finów dawnych, jak i współczesnych, a zarówno i ich sąsiadów. Krótkogłowość zaś uważana jest za przymieszkę późniejszą. Większość antropologów rosyjskich z Bogdanowem na czele przyjmuje, że ziemie Rosji współczesnej początkowo osiedlało długogłowe, kurhanowe plemię autochtonów, nie fińskie, następnie przybyli Finowie, później Słowianie wyparli część Finów z dawnych placówek na zachodzie ku Morzu Bałtyckiemu, a na wschodzie ku ziemiom przyległym Uralowi i znaczną ich część zasymilowali. Proces ten musiał się odbywać i na naszych ziemiach, w Polsce północnej, na Litwie i Białorusi, a w części i w krajach wschodnich środkowej Europy zaludnionych dziś przez Niemców, a niegdyś osiedlonych też przez Finów. Według niektórych uczonych znaczna część staro-germańskich słów jest zapożyczona u Finów (Ratzel), co wskazywałoby na wpływ i starcie się ich od bardzo dawna z Germanami.

Kwestję fińską uważamy za podstawową dla antropologii Słowian współczesnych i bez przesady twierdził jeden z badaczy Finów Elisiejew, że antropologja Finów jest kamieniem węgielnym antropologii Rosji, a z nią i całej Europy¹⁾. Interesując się tem zagadnieniem, w celu bliższego przypatrzenia się typowi fińskiemu,

¹⁾ Прот. Засѣд. Антр. Отд. И. О. Л. Е., А. и Э. съ 4 дек. 1881—1886 г. Москва 1886.

latem 1914 r. przedsięwziąłem podróż do Finlandji, lecz na razie z powodu wybuchu wojny nie udało się mi dotrzeć do Helsingforsu, lecz przez czas dłuższy musiałem przebywać w Piotrogradzie. Korzystając z tego starałem się poznać bliżej z miejscowym typem fińskim Czuchonców (odłam Karełów, zamieszkujących wschodnią Finlandję), osiadłych w 3 powiatach gub. piotrogrodzkiej, a oprócz tego zarządzając ówczesnym szpitalem wojskowym, mogłem tak w nim, jak i w innych spotykać przedstawicieli różnych ludów Rosji. Otóż niektórzy z żołnierzy, Wielkorosjanie, blondyni o jasnych srebrzystych, zbliżających się do siwych włosów, niekiedy znowu z odcieniem żółtawym, o oczach zielonawych szklistych, pośreduogłowi, o wydłużonych twarzach, pochodzący ze środkowych gubernji: moskiewskiej, twerskiej, jarosławskiej lub nowogrodzkiej, nieraz przedstawiali rażące podobieństwo do Finów zachodnich, (Estów, Karełów i Tawastów z Finlandji), wschodnich (szczególnie do Wotiaków), a nieraz do Łotyszów i Litwinów, co zauważali sami żołnierze. Dowodziłoby to pokrewieństwa rasowego, które łączy ludy wschodniej Europy.

Latem 1916 r. wybrałem się na pierwotnie zamierzoną wycieczkę do Finlandji, gdzie mogłem w różnych miejscach obserwować żywe typy ludzkie i nakoniec rozpatrzyć się w kilkuset czaszkach kolekcji kranjologicznej zakładu anatomicznego Uniwersytetu Helsingforskiego. U obydwóch plemion fińskich: Tawastów i Karełów mogłem stwierdzić wielką różnorodność kształtów czaszek, chociaż u Karełów przeważały czaszki wydłużone, długie, wąskie i niskie, o węższej twarzy, u Tawastów często bardzo krótkogłowe, szerokie, wysokie o krótszej i szerszej twarzy, o szerszem czole i potylicy.

6). Wysokość całkowita czaszek (*Ba-Br*) męskich wynosiła *min.* 124 *mm.*, *max.* 144 *mm.*, średnio 132·1 *mm.*; kobiecych: *min.* 118 *mm.*, *max.* 138 *mm.*, średnio 128·4 *mm.*; czaszek dzieciennych: *min.* 110 *mm.*, *max.* 122, średnio 118 *mm.* Krzywa wysokości [tab. IV]¹⁾ wykazuje w czaszkach męskich wzniesienia znaczniejsze przy 130 *mm.* i mniejsze przy 132 *mm.*, podczas gdy w kobiecych widzimy znaczniejsze wzniesienia przy wymiarach wysokości 124 *mm.*, 132 *mm.*, a następnie 128 *mm.*; w czaszkach dzieciennych tego wzniesienia prawie nie widzimy i linja idzie nisko i poziomo.

Czaszki męskie średnio są o 4 *mm.* wyższe od kobiecych.

¹⁾ Tablica w niniejszej pracy opuszczona, p. dopisek str. 184.

a o 14 mm od dzieciennych. Podzieliwszy czaszki męskie i kobiece według wymiarów wysokości na trzy kategorie otrzymamy:

czaszki:	męskie	kobiece
małe (do 125 mm)	3	14
średnie (126—130)	10	16
wielkie 131 i wyż.)	17	15

Czaszki męskie są przeważnie wysokie a rzadziej mierne, w kobiecych wszystkie trzy rozmiary występują równomiernie.

Czaszki łankiskie męskie wysokością całą (30) 132·1 mm nie różnią się od wileńskich z XVI—XVII w. (12) 130·8 mm, krzywicańskich (77) 133·1 mm i Czuwaszów (2) 130 mm; są o 3—8 mm wyższe od cz. tytwidyskich ze Żmudzi (3) 129 mm i Wogulów (1) 125 mm, a o 3—7 mm niższe od od czaszek Wotiaków (15) 134 mm i żmudzkich: z Wizderg (1) 135 mm i z Łaukswidów (3) 138·7 mm.

Stosunek wysokości (*Ba - Br*) do długości czaszki wynosi w cz. męskich *min.* 70·65, *max.* 81·82, średnio 75·70, w czaszkach kobiecych *min.* 70·11 *max.* 81·82, średnio 76·90, w czaszkach dzieciennych *min.* 66·30, *max.* 73·17. średnio 74·87. Czaszki więc męskie i kobiece różnicy nie wykazują i należą do wysokich (*hypsicephalia*). Czaszki dziecienne są też nie wiele co niższe. Co do częstości tego stosunku, to krzywica czaszek męskich (rys. 7, str. 203) idzie niżej i nie przedstawia silnych wzniesień, tylko przy liczbie 76, kobieca podnosi się bardzo wysoko przy liczbie wskaźnika 73.

Dzieląc czaszki według wskaźników wysokości na 3 kategorie otrzymamy:

czaszki:	męskie	kobiece
niskie (<i>platycephalae</i>) (do 70)	—	—
mierne (<i>orthocephalae</i>) (70·01 - 75)	12	21
wysokie (<i>hypsicephalae</i>) (75·01 i więcej)	18	24

Jak widzimy, u obydwóch płci czaszki wysokie przeważają nad miernymi. Średnio czaszki męskie są wysokie (30) 75·70 i pod tym względem mało się różnią od lubelskich z XVI—XVII w. (16) 75·2 i z XVIII w. (10) 76·9, krakowskich z XVII—XVIII w. (23) 76·6, czaszek Wotiaków (5) 76·5, Czeremisów (17) 74·7, Nowogrodzian (51) 74·8, Siewierzan (44) 74·3, scytyjsko-sarmackich (5) 74, z epoki kamienia i brązu na Rusi (16) 74, cz. z mosk. ement. z XV—XVIII w. (52) 74·3, cz. moskiewskich z VIII—X w. (57) 74 i wileń-

skich z XV—XVII w. (12) 74. Natomiast są wyższe od czaszek Polan (27) 73, Drewlan (8) 68·2, Krzywiczian (12) 73, star. Czuwaszów (21) 72·5 i żmudzkich: łąkswidzkich (3) 73·6, wizderskich (1) 71·1 i tytwidyskich (3) 68·9.

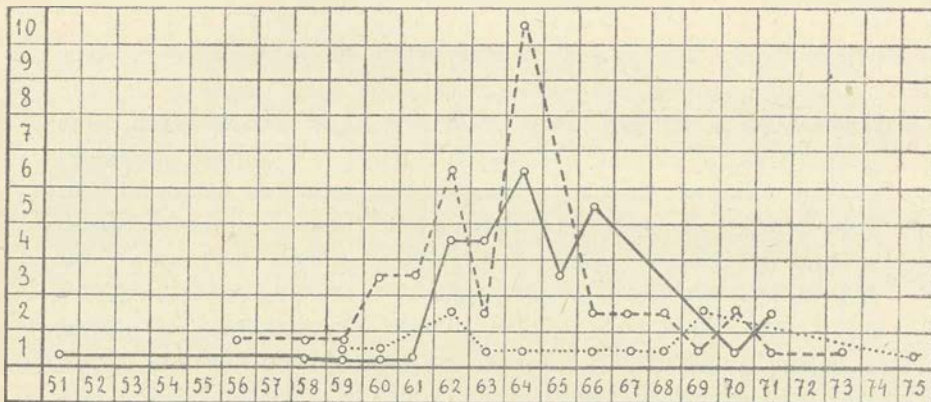
W tab. rys. 8, (str. 203) zapomocą metody punktowania przedstawiliśmy korelację, zachodzącą pomiędzy wskaźnikiem długości-szerokości i długości-wysok. czaszek i to wspólnie dla obu płci, z powodu bardzo podobnych stosunków. W kierunku poziomym idą liczby wskaźnika długości-szerokości, a w prostopadłym długości-wysokości. Rozmieszczenie punktów w tablicy dowodzi, że w czaszkach ze wskaźnikiem długości-szerokości 73—78 występują najczęściej wskaźniki dług.-wys. 70—80, zaś w czaszkach ze wskaźnikami dług.-szer. 79—83 występują wsk. dl.-wys. 72—82. Najczęściej liczby wskaźn. czaszkowych 76—80, występują ze wskaźn. dług.-wys. 72—77, a 81—83 z 79—82, t. zn., że czaszkom dolichocefalicznym odpowiadają ortocefaliczne, a meso- i brachocefalicznym — hypsicefaliczne.

7). Wysokość czaszek do ucha męskich wynosi *min.* 84 mm, *max.* 125 mm, średnio 111·3 mm kobiecych *min.* 96 mm, *max.* 117 mm, średnio 111·9 mm, dzieciennych *min.* 89 mm, *max.* 118 mm, średnio 103·9 mm. Wymiar ten, jak widzimy, przedstawia znaczne wahania szczególnie w czaszkach męskich i w swych liczbach krańcowych jest bardzo zmienny. Krzywa częstości wysokości czaszki do ucha męska¹⁾ wykazuje znaczną rozciągłość z jednym zaledwie niewysokim podniesieniem przy liczbie 112 mm, krzywa czaszki kobiecej jest o wiele krótszą z kilku znaczniejszemi podniesieniami przy liczbach 109, 111, i następnie 108, 103 i 104 mm. Krzywa czaszek dziecięcych, podobnie jak w innych krzywych, ściele się nisko, prawie nie wychodząc z tych granic.

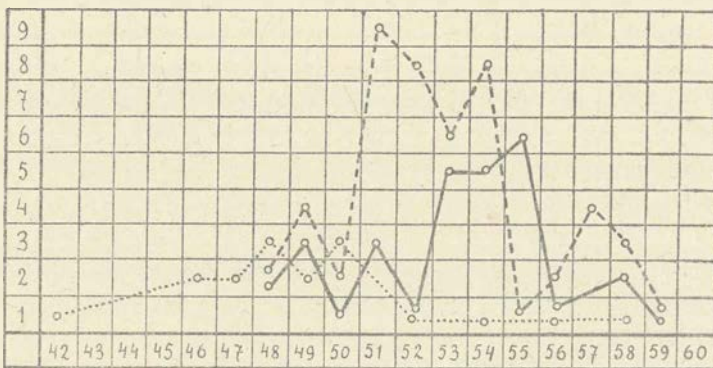
Bezwzględny średni wymiar wysokości do ucha w czaszkach męz. (31) 111·3 mm, nie wyróżnia je od wileńskich z XVI—XVII w. (16) 111·8 mm, ustępuje o 3—6 mm cz. krzywiczankim (6) 117·8 mm i cz. z Wizdergów (1) 115 mm, natomiast przewyższa o 3—7 mm cz. żmudzkie z Łaukswidów (4) 105 mm i z Tytwidyszek (3) 109 mm.

Stosunek wysokości (do ucha) do długości czaszki wynosi w czaszkach męskich *min.* 51·22, *max.* 71·02, średnio 63·80, w czaszkach kobiecych *min.* 56·11, *max.* 72·84, średnio 67·00, a w dzieciennych *min.* 58·70, *max.* 75·00, średnio 69·93. To samo, co zauwa-

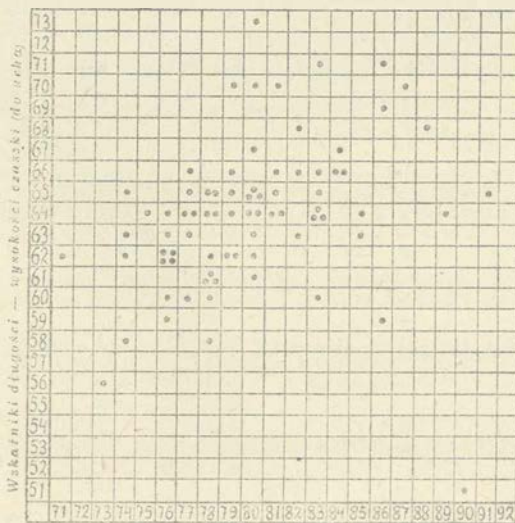
¹⁾ Tablica w niniejszej pracy opuszczona, p. dopisek str. 184.



Rys. 9. Krzywa częstości stosunku wysokości (do ucha) do długości czaszki (68 czaszek, t. j. 30 ♂, 40 ♀, 13 dzieci).



Rys. 10. Krzywa częstości stosunku dolnej szerokości czoła do długości-szerokości czaszki (97 czaszek, t. j. 30 ♂, 50 ♀, 17 dzieci)



Rys. 11. Korelacja stosunku długości do szerokości i długości do wysokości (do ucha). (76 czaszek, t. j. 30 ♂, 46 ♀)

żyliśmy przy bezwzględnych wymiarach wysokości, spostrzegamy i przy obliczeniach stosunków, mianowicie że największe wahania przedstawiają czaszki męskie; przytem średnia czaszek dzieciennych jest najwyższą, po nich idą czaszki kobiece, a najniższe są czaszki męskie. Krzywa częstości stosunku wysokości (do ucha) do długości czaszki (rys. 9, str. 211) przypomina wielce kierunek krzywych w innych tablicach, tak co do częstości liczb wymiarów bezwzględnych, jak również ich stosunków, t. zn., że krzywa czaszek dzieciennych ściele się najniżej i poziomo, nie podnosząc się prawie, następnie przechodzi krzywa czaszek męskich nie wysoko, podnosząc się przy liczbie stosunków 64, 66, 62 i 63, a najwyżej leży kobieca, dosięgając tych samych liczb, co i męska 64 i 65.

Średnio wskaźnik wysokości do ucha w stosunku do długości czaszki w cz. męskich 63·80 ustępuje nieco czaszkom wileńskim z XVI—XVII w. (64·9) i krzywiczańskim 65·02, natomiast przewyższa znacznie czaszki żmudzkie z Tytwidyszek 59·33, a szczególnie z Łaukswidów 55·55.

Z punktowanej tablicy korelacji wskaźników: długości-szerokości i długości-wysokości okazuje się (rys. 11, str. 211), podobnie jak to widzieliśmy w tablicy korelacji wskaźników: dług.-szer. i długość-wysokość (*Ba-Br*) (rys. 8), że czaszkom długogłowym odpowiadają czaszki niższe, a pośrednim i krótkogłowym wyższe, a mianowicie najczęściej wsk. czaszkowe 76—65 łączą się ze wskaźnikami wys. 58—65, a wskaźniki 79—84 i wyżej ze wskaźnikami 60—80.

8). Dolna szerokość czoła w czaszkach męskich wynosi *min.* 82 mm, *max.* 103 mm, średnio 92·9 mm, w kobiecych *min.* 80 mm, *max.* 99, średnio 90 mm, w czaszkach dzieciennych *min.* 70 mm *max.* 86 mm, średnio 77·2 mm; czaszki męskie mają więc o 3 mm szersze czoła od kobiecych i o 16 mm od dzieciennych. Krzywa częstości najmniejszej szerokości czoła [tab. X]¹⁾ w cz. męskich podnosi się równomiernie w kilku punktach na liczbach 92, 96 i 88, w kobiecych podnosi się do 90 i następnie znowu opuszcza, dając wzniesienia przy liczbach 86·92 i 94.

Układając liczby tych wymiarów w 3 grupy według ich wielkości otrzymamy następujące zestawienie:

czaszki:	męskie	kobiece
małe (do 90)	8	29

¹⁾ Tablica w niniejszej pracy opuszczona, p. dopisek str. 184.

mierne (91—95)	12	14
wielkie (96 i wyżej)	10	7

Stosunek dolnej szerokości czoła do długości czaszki, czyli wskaźnik czołowy w czaszkach męskich wynosi *min.* 47·67, *max.* 58·52, średnio 53·20, w kobiecych *min.* 47·78, *max.* 58·54, średnio 53·90. Krzywa tego stosunku (rys. 10, str. 211) przedstawia bardzo podobny przebieg u obydwóch płci, tylko krzywa męska przechodzi niżej i podnosi się przy liczbach 55, 53 i 54, kobieca osiąga najwyższego szczytu przy liczbie 51, a następnie przy 54; grupując liczby wskaźników czołowych w 3 działy otrzymamy:

czaszki:	męskie	kobiece
wąskie (do 59)	30	50
mierne (60—70)	—	—
szerokie (71 i wyżej)	—	—

Rzucają się tu w oczy wyłącznie spotykane u obydwóch płci tylko czoła wąskie. Choć wąskość czoła w liczbach bezwzględnych i wskaźnikach jest cechą wielu czaszek dawnych, pochodzących z ziem naszych, to jednak ponad wszystkimi górują cz. łankiskie, u których w męskich (30) średnia szerokość czoła dolna wynosi w liczbach bezwzględnych 92·9 mm, a w stosunku do długości czaszki 53·20. W czaszkach wileńskich z XVI—XVII w. wynosi ona (19) 103·2 mm czyli 58·80, żmudzkie: z Łaukswid (4) 100·7 mm czyli 53·28, a z Tytwidyszek (3) 105·3 mm czyli 57·61; w cz. Drewlan (18) 103·2 mm czyli 57·30, Polan (14) 103·5 mm, czyli 58·1, Krzywicz (9) 101·1 mm, czyli 56·30, cz. z epoki kam. i brązu na Rusi (31) 101·6 mm czyli 54·40, a scytyjsko-sarmackich (7) 98·70 mm czyli 53·60. W tablicy korelacji (rys. 12, str. 215) zestawiamy stosunek wskaźnika dolnej szerokości czoła — długości czaszki z wsk. długości — szerokości czaszki i widzimy, że czoła bardziej wąskie łączą się pospolicie z czaszkami długogłowymi, a nieco szersze z pośrednio- i krótkogłowymi.

9). Szerokość czoła górna w czaszkach męskich wynosi: *min.* 106 mm, *max.* 133 mm, średnio 117 mm; w czaszkach kobiecych: *min.* 103 mm, *max.* 123 mm, średnio 113 mm; w dziecińczych: *min.* 96 mm, *max.* 116 mm, średnio 105·5 mm.

Zebrawszy poszczególne liczby w 3 działy otrzymamy:

czaszki:	męskie	kobiece
małe (do 110)	3	11
miernie (111—120)	20	35
wielkie (121 i wyż.)	8	2

Stosunek szerokości górnej czoła do długości czaszki w czaszkach męskich wynosi *min.* 60·87, *max.* 75·57, średnio 67·05; w kobiecych *min.* 58·52, *max.* 72·61, średnio 67·66; w dzieciennych *min.* 57·61, *max.* 77·14, średnio 60·60

Szerokość czoła górna, która w liczbach bezwzględnych oraz w stosunku do długości czaszki, wynosi w czaszkach męskich średnio (31) 117 *mm* wzgl. 67·05, mało odróżnia je od czaszek wileńskich (19) z XVI—XVII w. 116·2 *mm* wzgl. 66·12 i krzywiczańskich (8) 118·1 *mm*, wzgl. 66·65, natomiast znacznie mniejszą jest u Drewlan, Polan, Sarmato-Scytów i w epoce kamienia i brązu na Rusi, waha-
jąc się średnio od 110·9 do 120 *mm* wzgl. 61·7—63·9.

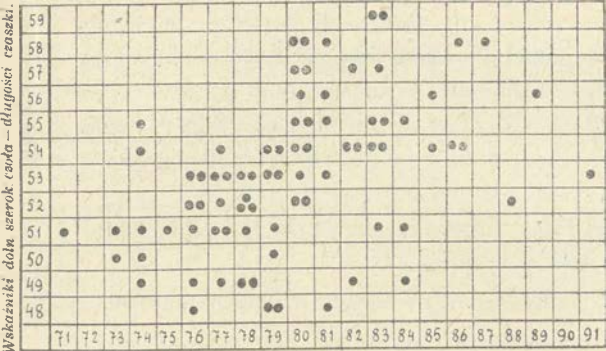
Stosunek szerokości dolnej do szerokości górnej czoła w czaszkach męskich wynosi *min.* 70·00, *max.* 91·15, śred. 79·40; w cz. kobiecych: *min.* 68·29, *max.* 91·43, śred. 79·65, a w dzieciennych *min.* 67·86, *max.* 76·47, średnio 73·17. Krzywe tego stosunku (rys. 13) idą dosyć równoległe, tylko krzywa czaszek kobiecych dosięga najwyższego szczytu przy 76, a następnie opada stopniowo, podnosząc się przy 80, 82, 85 i 88; męska zaś podnosi się znacznie tylko w dwóch punktach przy 79 i 75.

Oddzielne liczby wskaźników grupują się następująco:

czaszki:	męskie	kobiece
małe (do 83)	22	33
mierne (84—87)	5	9
wielkie (88 i wyżej)	3	5

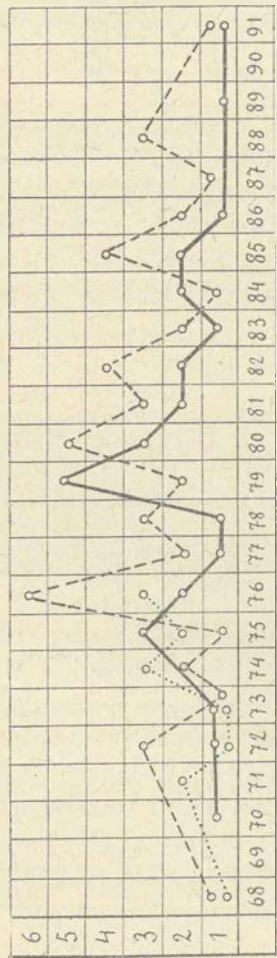
Najpospolitsze więc są stosunki małe, które występują w liczbach średnich. Męskie czaszki łankiskie (30) 79·40 zbliżają się pod tym względem do czaszek lubelskich (29) 79·00, krakowskich z XVII—XVIII w. (23) 80·3, staroż. czuwaskich (25) 81·6, staroż. Nowogrodzian (54) 81·6 i Siewierzan (49) 81·5, ustępując znacznie czaszkom Polan (23) 80·3, Drewlan (50) 82·4, moskiewskim z VIII—X w. (58) 82·3, cz. z epoki kamienia i brązu na Rusi (31) 85, a szczególnie wileńskim z XVI—XVII w. (19) 86·85, krzywiczańskim (12) 86·89, scytyjsko-sarmackim (13) 87·00 i współczesnym czaszkom Wogułów (23) 88·00.

Wskaźniki doln szerokości czola — długości czaszki.

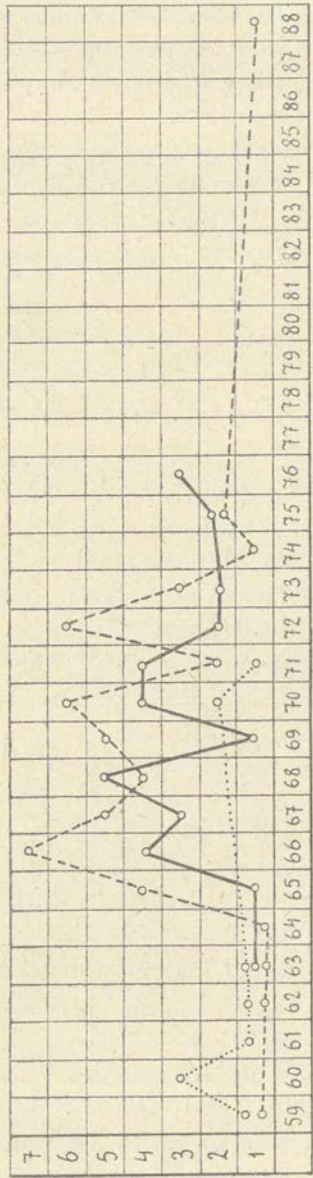


Wskaźniki długości — szerokości czaszki.

Rys. 12. Korelacja wskaźników dolnej szerokości czola — długości czaszki i szerokości-długości czaszki (80 czaszek, t. j. 30 ♂ i 50 ♀).



Rys. 13. Krzywa częstości stosunku szerokości dolnej czola do górnej. (80 czaszek, t. j. 30 ♂ 47 ♀, 13 dzieci)



Rys. 14. Krzywa częstości stosunku szerokości potylicznej do największej długości czaszki (80 czaszek, t. j. 30 ♂, 50 ♀, 9 dzieci)

10). Szerokość potylicy w czaszkach męskich wynosi *min.* 112 *mm*, *max.* 133 *mm*, średnio 121·8 *mm*, w kobiecych *min.* 102 *mm*, *max.* 142 *mm*, średnio 115·2 *mm*; w dzieciennych *min.* 94 *mm*, *max.* 114 *mm*, średnio 102·3 *mm*. Krzywa częstości [tab. XIV]¹⁾ tak dla czaszek męskich, jak i kobiecych biegnie prawie równolegle, tworząc jednaki rysunek, z tą tylko różnicą, że męska podnosi się przy wyższych liczbach 120 i 118 *mm*, a żeńska przy 118, 116 i 110 *mm*; dziecienna przebiega nisko bez podniesień.

Liczby wymiaru szerokości potylicy zebrane w 3 działy przedstawiają się następująco:

czaszki:	męskie	kobiece
małe (do 104 <i>mm</i>)	—	1
mierne (105—110 <i>mm</i>)	—	10
szerokie (111 <i>mm</i> i wyżej)	32	39

Stosunek szerokości potylicy do długości czaszki wynosi w czaszkach męskich *min.* 63·33, *max.* 75·60, średnio 69·80, w kobiecych *min.* 58·89 *max.* 87·65, średnio 69·00 i w dzieciennych *min.* 58·79, *max.* 71·03, średnio 64·91. W krzywej częstości tego stosunku (rys. 14, str. 215)—jak w innych krzywych—widzimy, że męska idzie bardziej poziomo bez wahań, kobieca zaś podnosi się wyżej przy liczbach: 66, 68, 70, 72.

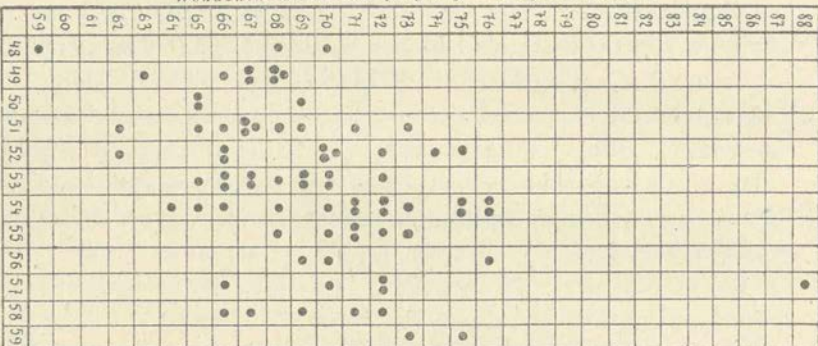
Liczby tego stosunku zbieramy w 3 działy:

czaszki:	męskie	kobiece
wąskie (do 69)	16	29
mierne (70—79)	16	20
szerokie (do 80 i wyż.)	—	1

W liczbie bezwzględnej średnia szerokość potyliczna w czaszkach męskich jest znaczną (32) 121·8 *mm*, w stosunku zaś do długości czaszki jest mierną 69·80, co widzimy również przy rozdzielaniu czaszek na osobne działy. Czaszki męskie wileńskie z XVI—XVII w. (16) mają potylicę szerszą tak w wymiarze bezwzględnym 126·1 *mm*, jak też w stosunku do długości czaszki 71·43; podobnie cz. tytwidyskie ze Żmudzi 130 *mm*, czyli 70·65; natomiast cz. krzywiczańskie (9) 124·2 *mm* czyli 69·27 nie różnią się od łankiskich, również drewlańskie (50) 124·3 *mm* czyli 70·0; mniejsze są łaukswidskie

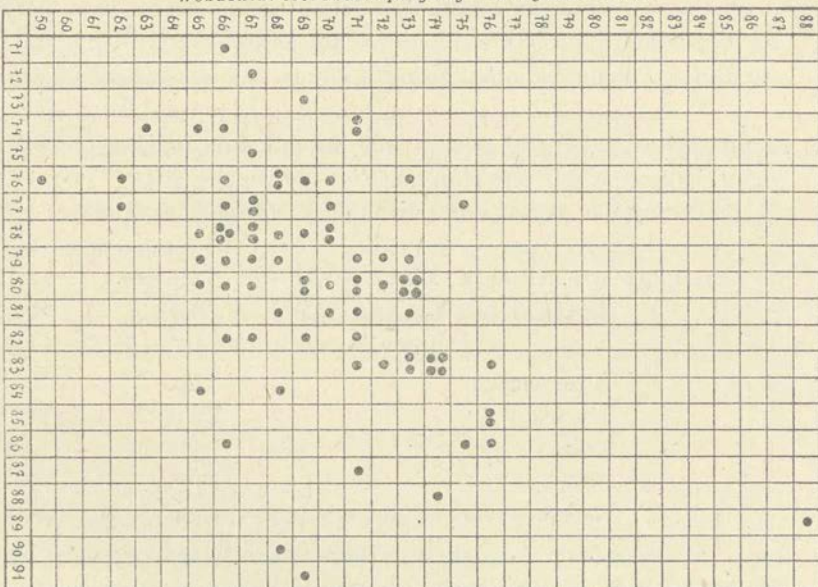
¹⁾ Tablica w niniejszej pracy opuszczona, p. dopisek str. 184.

Wskaźniki szerokości polylicy — długości czaszki

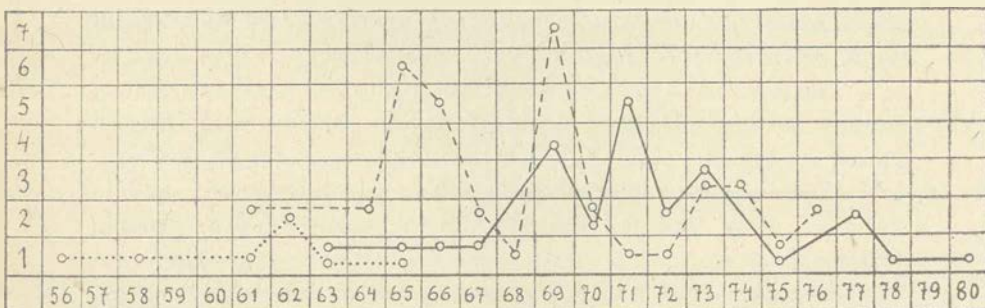


Wskaźniki dółki szerokości — długości czaszki.
 Rys. 16. Korrelacja wskaźników dolnej szerokości zola — długości czaszki i wskaźnik szerokości polylicy — długości czaszki.
 (78 czaszek, 1 f. 29 ♂ i 49 ♀)

Wskaźniki szerokości polylicy — długości czaszki



Wskaźniki długości — szerokości czaszki.
 Rys. 15. Korrelacja wskaźników szerokości polylicy — długości czaszki i wskaźnik szerokości — długości czaszki (82 czaszek, 1 f. 32 ♂ i 50 ♀)



Rys. 17. Krzywa częstości stosunku największej szerokości twarzy — długości czaszki.

ze Żmudzi (4) 124·5 mm czyli 65·87, polańskie (28) 120·4 mm czyli 66·1, cz. z epoki kamienia i bronzu na Rusi (15) 118·6 mm, czyli 64·8, a szczególnie scytyjskie (10) 109·1 mm czyli 59·1. Z tablicy korelacji wskaźników: szerokości potylicy — długości czaszki i wskaźn. szerokości — długości czaszki (rys. 15, str. 217) widzimy, że cz. bardziej długogłowe odpowiadają potylicom węższym, pośrednio i krótkogłowe nieco szerszym; z drugiej tablicy korelacyj wskaźnika szerokości dolnej czoła — długości czaszki i szerokości potylicy — długości czaszki (rys. 16, str. 217) widzimy, że czaszki o czołach węższych częściej mają potyllice węższe i odwrotnie.

Chcemy jeszcze omówić różnicę zachodzącą pomiędzy bezwzględnym wymiarem szerokości dolnej czoła a szerokością potylicy cz. łankiskich jak również różnice w stosunkach obydwóch wymiarów do długości w porównaniu z innymi przez nas zbadanymi czaszkami.

W czaszkach łankiskich różnica pomiędzy temi dwoma wymiarami wynosi u ♂ 28·9 mm, a ich stosunkami 15·6, u ♀ 25·2 mm, czyli 15·1, a w cz. dziecinnych 25·1 mm czyli 18·7.

W innych czaszkach znajdujemy różnice następujące:

		w l. bezwzględnej	w stos. do dł. cz.
w czaszkach wileńskich z XVI—XVII w.		22·9 mm	13·15
" " żmudzkie z Łaukswidów		23·8 "	12·59
" " " " Tytwidyszek		24·7 "	13·04
" " Krzywiczau		21·8 "	12·88
" " Drewlan		21·1 "	12·70
" " Polan		16·9 "	9·8
" " Scytów		17·2 "	12·5
" " z epoki kamienia i bronzu na Rusi		15·8 "	5·8

W czaszkach łankiskich różnica zachodząca pomiędzy szerokością czoła i potylicy, tak bezwzględna, jak w stosunku do długości czaszki jest większą, niż w innych czaszkach, a najbliższe im są cz. wileńskie z XVI—XVII w. i żmudzkie.

11) Na zakończenie omawiania budowy czaszki właściwej musimy jeszcze rozpatrzyć wymiary otworu potylicznego. Długość jego w czaszkach męskich wynosi: *min.* 29 mm, *max.* 43 mm, średnio 35·4 mm, w kobiecych *min.* 30 mm, *max.* 41 mm, średnio 35·1 mm, a w dziecinnych *min.* 30 mm, *max.* 35 mm, średnio 33·0 mm.

Szerokość otworu potylicznego wynosi w czaszkach męskich *min.* 25 mm, *max.* 35 mm, średnio 29 mm, w kobiecych *min.* 22 mm,

max. 34 mm, średnio 29 mm i w dziecińczych *min.* 28 mm, *max.* 31 mm, średnio 29·2 mm.

Stosunek szerokości do długości — czyli wskaźnik otworu potylicznego w czaszkach męskich wynosi 78·95—100·00, średnio 86·72, w cz. kobiecych 71·43—100·00, średnio 82·82, w cz. dziecińczych 85·29—96·67, średnio 88·48.

Rozdzieliwszy oddzielne liczby wskaźników na grupy otrzymamy:

czaszki:		męskie	kobiece
wąsko-grzbietowo-potyliczne (microsèmes) (do 82)		7	20
mierno- " " (mésosèmes) (83—86)		5	12
szeroko- " " (mégasèmes) (87 i wyż)		16	17

Męskie czaszki są więc przeważnie szeroko-grzbietowe, kobiece bywają tak wąsko- jak też mierno- i szeroko-grzbietowe.

W porównaniu z łankiskimi czaszki wileńskie z XVI—XVII w. mają wskaźnik otworu pot. następujący: męskie 85·56, kobiece 88·87. U Krzywiczán liczby te są niższe: w czaszkach męskich 83·25, kobiecych 82·35; na małej liczbie czaszek żmudzkich w Wizerderych zanotowaliśmy u męskich 84·61, kobiecych 81·33, w Łaukswidach u cz. męskich 83·76, kobiecych 85·91 i w Tytwidyszkach 86·08. Przy podziale liczb wskaźników według kategorii w wileńskich przeważają szeroko, w krzywiczańskich zaś średnio-grzbietowe.

b) Budowa twarzy.

1) Największa szerokość twarzy w 25 czaszkach męskich wynosi *min.* 112 mm, *max.* 141 mm, średnio 128·6 mm, w 38 czaszkach kobiecych *min.* 102 mm, *max.* 128 mm, średnio 116·6 mm, u 7 czaszek dziecińczych *min.* 92 mm, *max.* 106 mm, średnio 101·3 mm. Średni bezwzględny wymiar szerokości twarzy męskich jest o 12 mm większy, niż czaszek kobiecych, a o 27 mm większy, niż dziecińczych. Krzywe częstości największych szerokości twarzy [tab. XVIII]¹⁾ wykazują, że krzywa dziecienna, a następnie męska leżą najniżej; męska podnosi się nieco tylko przy wymiarze 127 i 12; kobieca wznosi się wyżej i szczyt jej dosięga 118 i 116, a następnie 114, 115 i 120 mm.

Zebrawszy oddzielne liczby wymiarów w 3 grupy otrzymamy:

¹⁾ Tablica w niniejszej pracy opuszczona, p. dopisek str. 184.

twarze:	męskie	kobiece
małe (do 129 mm)	22	38
mierne (130—136 mm)	2	—
wielkie (137 mm i wyżej)	1	—

Czaszki łankiskie największą szerokością twarzy mało się wyróżniają od czaszek: wileńskich z XVI—XVII w., (m. 124·9 mm, k. 120 mm), krzywiczańskich (męż. 125·2 mm, kob. 116·7 mm), Polan 124·1 mm, Drewlan 125 mm, cz. ze Żmudzi: z Łaukswid (męż. 128·2 mm, kob. 114 mm), z Wizdergów kob. 121·5 mm i od czaszek z epoki kamienia i brązu na Rusi (męż. 129·8 mm, kob. 119 mm). Twarze cz. łankiskich ustępują jednak znacznie szerokim twarzom czaszek scyto-sarmackich (męskim 138 mm, kobiecym 127 mm) i cz. ze Żmudziz Tytwidyszek (męskim 132 mm, kobiecym 116 mm).

Wskaźnik czaszko-twarzowy, tj. stosunek największej szerokości twarzy do długości czaszki w czaszkach męskich wynosi: *min.* 62·92, *max.* 80·11, średnio 73·70, w kobiecych *min.* 60·71, *max.* 75·93, średnio 69·82, w czaszkach dzieciennych *min.* 56·44, *max.* 64·56, średnio 64·28. Krzywa tego stosunku (rys. 17, str. 217) przedstawia pewne wzniesienie w czaszkach męskich przy liczbach 69 i 71; wzniesienie to jest znaczniejsze w krzywej kobiecej przy liczbach 65 i 69; krzywa cz. dzieciennych biegnie poziomo.

W czaszkach wileńskich z XVI—XVII w. stosunek ten w czaszkach męskich wynosi 70·51, w kobiecych 74·09, w czaszkach drewlańskich 71·3, polańskich 67·9, w czaszkach z epoki kamienia i brązu na Rusi męskich 71·3, kobiecych 65·8 i w czaszkach scytyjskich męskich 74·1, kobiecych 70·9.

2) Szerokość jarzmowa w 19 czakach męskich wynosi: *min.* 89 mm, *max.* 113, średnio 104·1 mm, w 32 kobiecych *min.* 85 mm, *max.* 106 mm, średnio 101 mm, w 7 czaszkach dzieci *min.* 78 mm, *max.* 94 mm, średnio 84·6 mm. Czaszki męskie mają tylko o 3 mm większą szerokość jarzmową niż kobiece, a o 39 mm większą niż dziecienna. Z 19 czaszek męskich w 4 wymiar ten nie dosięga 100 mm, a z 32 czaszek kobiecych większość, tj. 17 ma ten wymiar poniżej 100 mm. Wymiar ten w czaszkach krzywiczańskich znajdowaliśmy nieco większy w męskich (3 czaszki) średnio 111·7 mm, w kobiecych (3 czaszki) średnio 106·7 mm.

Stosunek szerokości w jarzmach do największej szerokości twarzy w czaszkach męskich wynosi *min.* 74·79, *max.* 88·71, śred-

dnio 80·95, w kobiecych *min.* 72·88, *max.* 87·93, średnio 86·60, w dziecińczych *min.* 76·47, *max.* 88·68, średnio 83·51. Stosunek ten w czaszkach męskich jest mniejszy, niż w kobiecych i dziecińczych. W czaszkach krzywiczańskich spotykamy podobne stosunki, w męskich 87·51, w kobiecych 90·10.

3) Szerokość policzkowa w 19 czaszkach męskich: *min.* 75 mm, *max.* 97 mm, średnio 86·7 mm, w 32 kobiecych *min.* 73 mm, *max.* 94 mm, średnio 84·7 mm, w czaszkach dziecińczych *min.* 64 mm, *max.* 76 mm, średnio 69·4 mm. Różnicy w wymiarze tym pomiędzy czaszkami obu płci nie zauważyliśmy. Czaszki dziecięce są mniejsze o 18 mm.

Stosunek szerokości policzkowej do największej szerok. twarzy w czaszkach męskich wynosi: *min.* 62·41, *max.* 79·69, średnio 66·56, w kobiecych *min.* 61·86, *max.* 78·70, średnio 72·64, w dziecińczych *min.* 62·75, *max.* 73·74, średnio 68·51. Stosunek ten jest mniejszy w czaszkach męskich, niż w kobiecych i dziecińczych.

W czaszkach krzywiczańskich męskich wymiary te, tak bezwzględne, jak i ich stosunek, są znaczniejsze niż w łankiskich. W męskich czaszkach Krzywiczian wynosi szer. policzkowa średnio 91·5 mm wzgl. 73·27, w kobiecych 84·3 mm wzgl. 72·99.

4) Szerokość w zębodołach w 19 czaszkach męskich wynosi *min.* 50 mm, *max.* 67 mm, średnio 57·8 mm, w 33 kobiecych *min.* 49 mm, *max.* 65 mm, średnio 57·1 mm, w 7 dziecińczych *min.* 50 mm, *max.* 59 mm, średnio 53·9 mm.

Stosunek szerokości w zębodołach do największej szerokości twarzy w czaszkach męskich wynosi *min.* 38·30, *max.* 50·85, średnio 44·94, w kobiecych *min.* 40·83, *max.* 58·33, średnio 48·97, w dziecińczych *min.* 50·51, *max.* 56·73, średnio 53·21. Szerokość w zębodołach w liczbach bezwzględnych jest prawie jednaka w czaszkach męskich i kobiecych, a mniejszą w dziecińczych; w stosunku zaś do największej szerokości twarzy jest znaczniejszą w czaszkach dziecińczych, zmniejszając się stopniowo w czaszkach dorosłych, kobiecych i męskich.

5) Szerokość międzyoczodołowa w 27 czaszkach męskich wynosi *min.* 22 mm, *max.* 29 mm, średnio 25·4 mm, w 38 kobiecych *min.* 19 mm, *max.* 28 mm, średnio 24 mm; w 7 czaszkach dziecińczych *min.* 18 mm, *max.* 24 mm, średnio 20·6 mm.

Stosunek szerokości międzyoczodołowej do największej szerokości twarzy w czaszkach męskich wynosi *min.* 18·11, *max.* 22·95,

średnio 19·75, w czaszkach kobiecych *min.* 16·95, *max.* 28·07, średnio 20·60, w dziecinnych *min.* 17·65, *max.* 22·64, średnio 20·33.

Tak bezwzględne liczby, jak i stosunki tego wymiaru średnie nie przedstawiają znacznej różnicy pomiędzy obu płciami, tylko w czaszkach dziecinnych bezwzględna szerokość m. jest mniejszą o 4--5 mm. Wahania znaczniejsze liczb stosunków można zauważyć w czaszkach kobiecych. Krzywa tego stosunku (rys. 22, str. 226) podnosi się najwyżej w cz. kobiecej, osiągając szczytu przy 21, a potem przy 22, niżej nieco przechodzi męska, podnosząc się przy 21, a potem 19.

6) Szerokość między kątami żuchwy w 27 czaszkach męskich wynosi *min.* 80 mm, *max.* 111 mm, średnio 97 mm, w 32 czaszkach kobiecych *min.* 71 mm, *max.* 101 mm, średnio 89·6 mm, w 13 czaszkach dziecinnych *min.* i *max.* 66 mm, średnio 66 mm. W czaszkach męskich średnio szerokość ta jest o 7 mm znaczniejszą, niż w czaszkach kobiecych i o 31 mm — niż dziecinnych.

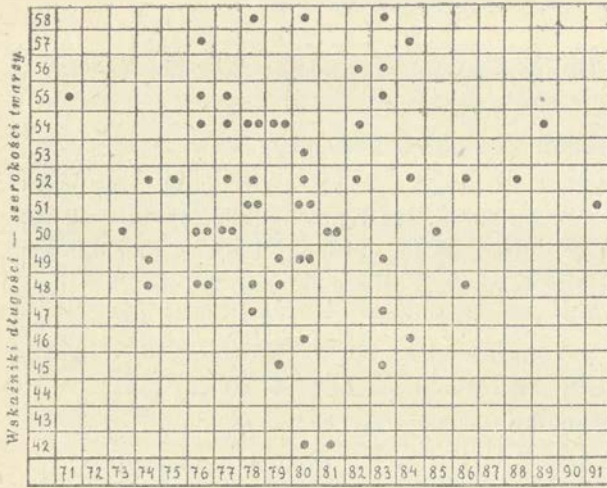
Stosunek szerokości między kątami żuchwy do największej szerokości twarzy w czaszkach męskich wynosi *min.* 70·00, *max.* 86·99, średnio 75·43; w kobiecych *min.* 68·38, *max.* 85·71, średnio 84·85, w cz. dzieci *min.* 71·15, *max.* 84·85, średnio 75·12. Krzywa częstości tego stosunku (rys. 21, str. 223) przebiega podobnie u obydwóch płci, podnosząc się tylko wyżej w kobiecej; w męskiej dosięga najwyższego wzniesienia przy 77, a w kobiecej przy 79. Krzywa czaszek dziecinnych przebiega zupełnie poziomo.

7) Wysokość twarzy, zmierzona od *nasion* do brzegu szczęki górnej (*na-pr.*) w 24 czaszkach męskich wynosi *min.* 53 mm, *max.* 71 mm, średnio 63·4 mm; w 41 kobiecych *min.* 52 mm, *max.* 65 mm, średnio 60 mm; u dzieci *min.* 45 mm, *max.* 55 mm, średnio 49·3 mm. Krzywa częstości tego wymiaru¹⁾ przebiega w czaszkach męskich niżej i stopniowo, lecz bardzo nieznacznie podnosi się przy liczbie 65 i następnie znowu opada, kobieca przebiega wyżej i ma trzy wzniesienia przy 57, 58 i najwyższe przy 63, dziecinna biegnie poziomo.

Zebrawszy liczby wymiarów w 3 grupy otrzymujemy:

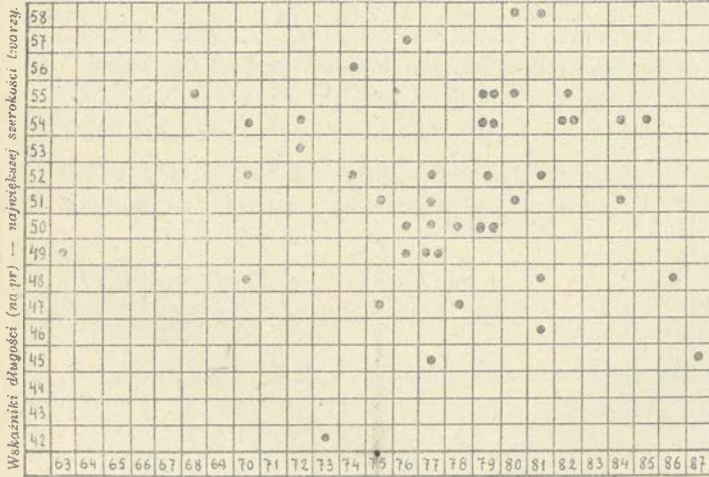
twarze:	męskie	kobiece
małe (do 60 mm)	4	20

¹⁾ Tablica w niniejszej pracy opuszczona, p. dopisek str. 184.



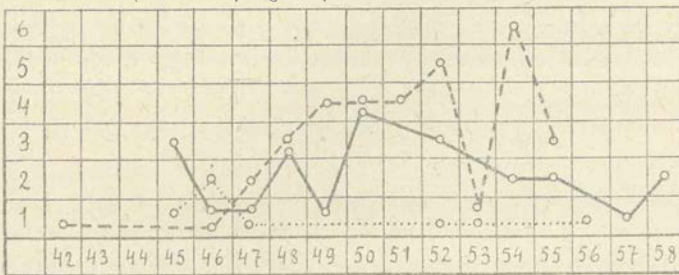
Wskaźniki długości — szerokości czaszki.

Rys. 18. Korelacja wskaźników długości (na-pr) — szerokości twarzy i długości-szerokości czaszki (61 czaszek, t. j. 23 ♂ i 38 ♀).



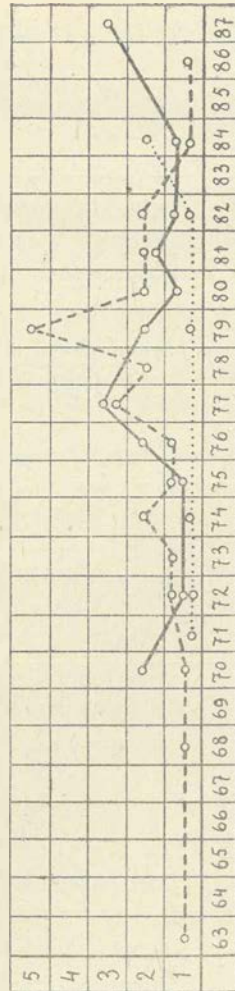
Wskaźniki szerokości między kątami żuchwy — najw. szerok. twarzy.

Rys. 19. Korelacja wskaźników długości (na-pr) — największej szerokości twarzy i szerokości między kątami żuchwy — największej szerokości twarzy. (45 czaszek, t. j. 17 ♂ i 28 ♀).



Rys. 20. Krzywa stosunku długości (na-pr) do największej szerokości twarzy.

(68 czaszek, t. j. 23 ♂, 38 ♀, 7 dzieci).



Rys. 21. Krzywa częstości stosunku szerokości między kątami żuchwy do największej szerokości twarzy. (68 czaszek, t. j. 19 ♂, 27 ♀, 7 dzieci).

mierne (61—70 mm)	18	21
wielkie (71 mm i wyż.)	2	—

Przeważają więc czaszki o twarzach miernych.

Stosunek wysokości twarzy do jej największej szerokości w męskich czaszkach wynosi *min.* 45·01, *max.* 58·28, średnio 49·30; w kobiecych *min.* 41·91, *max.* 58·33, średnio 51·50; w dzieciennych *min.* 45, *max.* 53·26, średnio 48·67. Krzywa (rys. 20, str. 223) tego stosunku męska przechodzi nieco niżej i z mniejszymi wahaniami, dosięgając wyższych punktów przy 50, a następnie 48 i 52, kobieca przy 54, a następnie 52 i wreszcie przy 49, 50 i 51.

Liczby tego stosunku zestawiamy w 3 działy:

twarze:	męskie	kobiece
małe (do 53)	15	28
mierne (54—57)	7	9
wielkie 58 i wyżej	2	1

Widzimy więc, że przeważają tu stosunki małe.

Chcąc porównać wymiary te i ich stosunki z innymi czaszkami, w których wysokość twarzy była brana nie od *nasion*, lecz od guza nosowego do *prosthion*, musimy zredukować wysokość twarzy przez odjęcie przestrzeni od *nasion* do guza czołowego 16 mm; otrzymamy w ten sposób: szerokość, wysokość twarzy i ich stosunek:

w czaszkach:	największa szerokość twarzy	wysokość twarzy (na-prost.)	stos. wysok. do najw. szer. twarzy
wileńskich z XVI—XVII w.	męż. 124·9 mm	60·7 mm	48·60
	kob. 129 "	58·8 "	49·00
krzywiczańskich	męż. 121·4 "	56·8 "	45·29
	kob. 125·2 "	56·7 "	48·57
z epoki kamienia i brązu na Rusi	męż. 129·8 "	69·5 "	53·54
	kob. 119 "	69·5 "	58·40

Z przytoczonych cyfr widzimy, że czaszki łankiskie męskie pod względem największej szerokości twarzy (średnio 128·6 mm) nie różnią się od czaszek z epoki kamienia i brązu na Rusi, a o 4—7 mm są szersze od wileńskich z XVI—XVII w. i krzywiczańskich; cz. kobiece zaś (116·6 mm) mają taką samą szerokość, jak czaszki z epoki kamienia i brązu na Rusi, a ustępują o 3—8 mm wileńskim z XVI—XVII w. i krzywiczańskim. Długością twarzy (na-prost.) cz. męskie (63·4 mm) i kobiece (60 mm) przewyższają

nieznacznie inne, ustępując tylko o 6—9 mm czaszkom z epoki kamienia i brązu na Rusi.

Tablica korelacji zachodzącej pomiędzy wskaźnikiem wysokości¹⁾ (*na-prost.*)—największej szerokości twarzy i długością—szerokością czaszki (rys. 18, str. 223) wykazuje, że czaszkom wydłużonym odpowiadają twarze nieco krótsze, a krótkogłowym nieco dłuższe. W innej znowu tablicy (rys. 19, str. 223) można zauważyć korelację, zachodzącą pomiędzy niższymi liczbami stosunku: szerokości między kątami żuchwy do największej szerokości twarzy, a stosunkiem wysokości (*na-pr*) do największej szerokości twarzy i odwrotnie.

8) Wysokość twarzy, zmierzona od *nasion* do bródki (*na-gn*) w 21 czaszkach męskich wynosi *min.* 94 mm, *max.* 125 mm, średnio 105 mm; w czaszkach kobiecych wynosi *min.* 88 mm, *max.* 118 mm, średnio 98·1 mm; w 6 czaszkach dzieci wynosi *min.* 80 mm, *max.* 93 mm, średnio 85·3 mm. Średnio cała wysokość twarzy czaszki męskiej przewyższa o 7 mm czaszkę kobiecą i o 20 mm czaszkę dzieciną. Liczby wymiarów zebrane w oddzielne grupy przedstawiają się następująco:

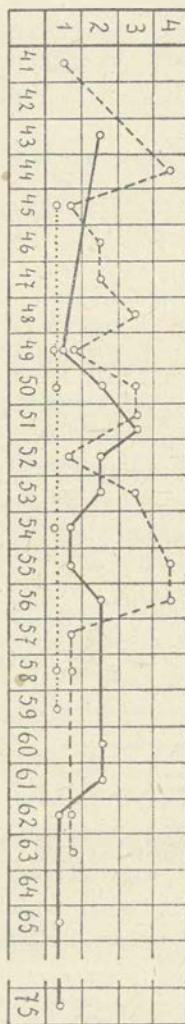
czaszki:	męskie	kobiece
bardzo małe (do 90 mm)	1	1
małe (91—100 mm)	7	18
mierne 101—110 mm)	9	12
wielkie (111 mm i wyżej)	4	2

Stosunek wysokości twarzy (*na-gn*) do największej szerokości twarzy w czaszkach męskich wynosi *minimum* 70·92 mm, *max.* 100·00 mm średnio 81·65 mm; w czaszkach kobiecych *min.* 74·22 mm, *max.* 97·06 mm średnio 84·13 mm, a w czaszkach dziecinnych wynosi *min.* 79·81 mm, *max.* 88·79 mm, średnio 84·20 mm. Zebrawszy liczby wskaźników w dwie grupy (według Kollmana): niskolicey (*chamaeprosopae*), ze wskaźnikiem 90 lub niższym i wąskolicey (*leptoprosopae*), ze wskaźnikiem wyższym niż 90, otrzymamy:

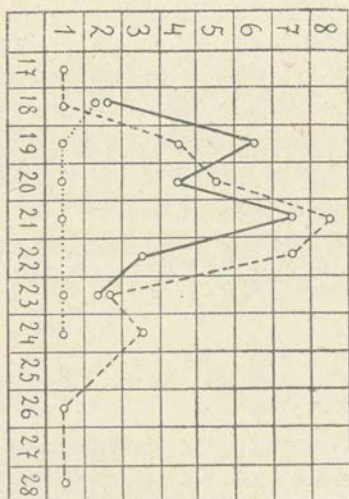
czaszki:	męskie	kobiece
niskolice	17	21
wąskolice	4	10

¹⁾ Na rys. 18—20 „wysokość“ twarzy oznaczono przez „długość“ twarzy.

Według wskaźników u obu płci przeważają twarze niskolice. Ponieważ wysokość twarzy (*na-gn*) mierzono dawniej od *glabella*, to i wymiar ten u innych czaszek był znaczniejszy. Jeżeli jednak odejmiemy od podanego nam wymiaru wysokości twarzy — np.



Rys. 23. Krzywa częstości stosunku szerokości do długości nosa (64 czaszek, tj. 22 ♂, 36 ♀, 6 ♀).



Rys. 22. Krzywa częstości stosunku szerokości międzyczodołowej do największej szerokości twarzy (64 czaszek, tj. 24 ♂, 33 ♀, 8 ♀).

w czaszkach krzywiczańskich — 16 mm, to otrzymamy stosunek średniej wysokości (*na-gn*) do największej szerokości twarzy mniejszy, który odpowiada czaszkom łankiskim, a mianowicie w czaszkach męskich 82:51, kobiecych 84:40.

9) Szerokość otworu nosowego w 22 czaszkach męskich wynosi 21—30 mm, średnio 24·5 mm, w 37 czaszkach kobiecych wynosi 19—26 mm, średnio 22·4 mm, w 6 czaszkach dzieci wynosi 16—22 mm, średnio 19 mm.

Długość nosa w 23 czaszkach męskich waha się od 36 do 51 mm (średnio 45·1 mm), w 37 czaszkach kobiecych wynosi 38—47 mm, średnio 43·9 mm, w 7 czaszkach dzieci 32—38 mm, średnio 36·3 mm.

Wskaźnik nosowy czyli stosunek szerokości do długości nosa w czaszkach męskich wynosi *min.* 42·86, *max.* 75·00, średnio 54·30, w czaszkach kobiecych *min.* 41·30, *max.* 63·16, średnio 51·00, u dzieci wynosi *min.* 44·74, *max.* 59·46, średnio 52·34. Krzywa częstości stosunku szerokości do długości nosa (rys. 23) — podobnie jak to widzieliśmy w innych tablicach — u dzieci leży nisko i poziomo, krzywa dla czaszek męskich leży nieco wyżej od poprzedniej i wykazuje nieznaczne podniesienia, zaś krzywa czaszek kobiecych jest najwyższą i najbardziej łamaną. W następującej tabl. zestawiamy różne kształty nosów według wskaźników:

czaszki:	męskie	kobiece
wąskonose (<i>leptorhiniens</i>) (od 47·9 i niżej)	4	13
pośrednionose (<i>mesorhiniens</i>) (48—52·9)	7	8
płaskonose (<i>platyrhiniens</i>) (53 i wyżej)	11	15

Według wskaźników połowa czaszek przypada na płasko-, a druga na wąsko- i pośrednionose.

Co do wskaźnika nosowego, to czaszki łankiskie mało co różnią się od cz. wileńskich z XVI—XVII w. (w męskich średnio 51·32, kobiecych 51·08), cz. Krzywiczian (męskich 52·77, kob. 51·67), Polan (męskich 51·4, kob. 49·8) natomiast od '6-'12 mają nosy szersze, niż Drewlanie (w męsk. 44·6, kob. 44·9), Seytowie (męsk. 45·3, kob. 42·6) i czaszki z epoki kamienia i brązu (męsk. 44·8, kob. 47·3).

10) Szerokość oczodołów w 25 czaszkach męskich wynosi *min.* 33 mm, *max.* 41 mm, średnio 36·6 mm; w 38 czaszkach kobiecych *min.* 33 mm, *max.* 40 mm, średnio 35·6 mm; w 7 czaszkach dzieci *min.* 29 mm, *max.* 35 mm, średnio 32·4 mm.

Wysokość oczodołów w 25 czaszkach męskich wynosi *min.* 26 mm, *max.* 38 mm, średnio 33·2 mm; w 38 czaszkach kobiecych *min.* 27 mm, *max.* 36 mm, średnio 31·6 mm; w 7 czaszkach dzieci *min.* 26 mm, *max.* 31 mm, średnio 29·9 mm.

Wskaźnik oczodołowy, czyli stosunek szerokości do wysokości oczodołu w czaszkach męskich wynosi *min.* 70·27, *max.* 105·56, średnio 90·7; w czaszkach kobiecych *min.* 76·32, *max.* 105·88, średnio 88·80, w czaszkach dzieci *min.* 74·29, *max.* 106·90, średnio 92·28. Oddzielne liczby wskaźników, ujęte we 3 działy według kształtów, tak się przedstawiają:

czaszki	męskie	kobiece
szeroko-oczodołowe (<i>mégasèmes</i>) od 89 i wyżej	14	22
miernio-oczodołowe (<i>mésosèmes</i>) 88·9—83	6	9
wąsko-oczodołowe (<i>microsèmes</i>) 82·9 i niżej	4	7

Przeważnie więc spotyka się wśród czaszek łankiskich czaszki szeroko-oczodołowe, a rzadziej inne. Szerokością oczodołów przewyższają one czaszki wileńskie z XV—XVII w. (męskie 85·62, kobiece 84·80), krzywiczańskie (męś. 84·18, kob. 89·08), a jeszcze bardziej drewniańskie (męś. 80·5, kob. 82), polańskie (męś. 81·8, kob. 81·5), czaszki z epoki kamienia i brązu na Rusi (męś. 79·7, kob. 80·4) i czaszki scytyjskie (męś. 77·2, kob. 86).

11) Długość podniebienia w 23 czaszkach męskich wynosi śred. *min.* 36 mm, *max.* 53 mm, 44·9 i w 41 czaszkach kobiecych *min.* 31 mm, *max.* 61 mm, średnio 43·7 mm; w 7 czaszkach dzieci *min.* 30 mm, *max.* 39 mm, wynosi średnio 34·8 mm.

Szerokość podniebienia w 23 czaszkach męskich wynosi *min.* 30 mm, *max.* 42 mm, średnio 34·6 mm; w 41 czaszkach kobiecych wynosi *min.* 29 mm, *max.* 39 mm, średnio 34 mm; w 7 czaszkach dzieci *min.* 24 mm, *max.* 30 mm, średnio 28·6 mm.

Wskaźnik podniebieniowy, czyli stosunek szerokości do długości podniebienia w czaszkach męskich wynosi *min.* 67·92, *max.* 97·14, średnio 77·06; w czaszkach kobiecych *min.* 52·46, *max.* 93·55, średnio 77·81; w czaszkach dzieci *min.* 73·32 *max.* 90·00, średnio 82·18.

Wskaźniki podniebieniowe czaszek męskich i kobiecych możemy podzielić na 3 działy:

	męskie	kobiece
podniebienia małe (do 71)	7	9
" mierne (71·01—77)	5	11
" szerokie (77·01 i wyżej)	12	21

Według przeciętnego wskaźnika czaszki mają podniebienia

mierne, a według ugrupowania na działy przeważają czaszki szeroko-podniebieniowe; pod względem średniego wskaźnika podniebienia te są nieco węższe od wileńskich XV—XVII (męś. 79·10, kob. 78·11) i krzywiczańskich (męś. 78·25, kob. 83·18).

Pozostaje nam jeszcze rozpatrzyć linię twarzową i jej części.

12) Linja twarzowa cała (*na-ng*) w 21 czaszkach męskich wynosi *min.* 167 mm, *max.* 200 mm średnio 175·6 mm.

Górna jej część (*tr-na*) wynosi *min.* 65 mm, *max.* 85 mm średnio 76·1 mm. Stosunek jej do całej linii twarzowej, wynosi *min.* 35·51, *max.* 45·20, średnio 43·30.

Średnia jej część (*na-sp.nas.*) wynosi *min.* 42 mm, *max.* 50 mm, średnio 46·8 mm. Stosunek jej do całej linii twarzowej wynosi *min.* 22·87, *max.* 28·15, średnio 26·08.

Dolna jej część (*sp.nas.-gn*) wynosi *min.* 50 mm, *max.* 78 mm, średnio 62·2 mm. Stosunek jej do całej linii twarzowej wynosi *min.* 27·80, *max.* 39·00, średnio 35·42.

b) Linja twarzowa cała w 35 czaszkach kobiecych wynosi *min.* 160 mm, *max.* 195 mm, średnio 176·7 mm.

Górna jej część wynosi *min.* 60 mm, *max.* 85 mm, średnio 72·6 mm. Stosunek jej do całej linii twarzowej wynosi *min.* 36·52, *max.* 45·71, średnio 41·09.

Średnia jej część, wynosi *min.* 37 mm, *max.* 70 mm, średnio 45 mm. Stosunek jej do całej linii twarzowej wynosi *min.* 21·62, *max.* 28·66, średnio 25·45.

Dolna jej część wynosi *min.* 45 mm, *max.* 73 mm, średnio 59·1. Stosunek jej do całej linii twarzowej wynosi *min.* 27·75, *max.* 37·84, średnio 33·45.

c) Linja twarzowa cała w 6 czaszkach dzieci wynosi *min.* 151 mm, *max.* 160 mm, średnio 156·3 mm.

Górna jej część wynosi *min.* 63 mm, *max.* 70 mm, średnio 66·6 mm. Stosunek jej do całej linii twarzowej *min.* 40·62, *max.* 45·16, średnio 42·61.

Średnia jej część wynosi *min.* 35 mm, *max.* 40 mm, średnio 35·7 mm. Stosunek jej do całej linii twarzowej wynosi *min.* 22·58, *max.* 26·49, średnio 26·4.

Dolna jej część wynosi *min.* 48 mm, *max.* 55 mm, średnio 51·7 mm, a stosunek jej do całej linii twarzowej *min.* 31·64, *max.* 35·03, średnio 33·07.

Zestawiając bezwzględne liczby długości linii twarzowej u do-

rosłych i u dzieci, jak również stosunek jej części do całej linii widzimy, że czaszki męskie nie różnią się prawie od kobiecych, a przewyższają dziecinne średnio o 20 mm. Stosunek górnej części do całej linii twarzowej tak w czaszkach dorosłych, jak i dziecinnych jest największy, następnie idzie dolna część, ustępująca górnej długością od '7—'9 i średnia, krótsza od '16—'17.

W osobnej wspólnej tabelce [tab. XXVII]¹⁾ zestawiliśmy razem częstość krzywych czterech ważniejszych wskaźników czaszki u obu płci. Najwyższego wzniesienia osiągają krzywe wskaźnika czaszkowego i stosunku wysokości (do ucha) do długości czaszki, przy czem pierwsza daje kilka wzniesień, druga tylko dwa, z dwóch krzywych następnych krzywa stos. długości (*na-pr.*) do największej szerokości twarzy daje kilka choć nieznacznych wzniesień, a krzywa wskaźnika nosowego biegnie najniżej.

Charakterystyka ogólna szczątków ludzkich z cmentarzyska z Łankiszek na podstawie badań opisowych i pomiarów będzie następująca:

1) Czaszki są średnich rozmiarów i miernej budowy, o nieznacznych guzowatościach i chropowatościach, najczęściej o szwach zawiłych. Czaszki męskie mało się odróżniają od kobiecych.

2) Wahają się one znacznie w rozmiarach obwodu poziomego i łuku podłużnego, przy czem część czołowa ostatniego długością swą mało się odróżnia od części ciemieniowej, a każda z nich jest większą od części potylicznej.

3) Czaszki, szczególnie męskie, różnią się znacznie w bezwzględnych wymiarach długości i szerokości; również pod względem wskaźników wahają się pomiędzy wyraźną długo- i krótkogłowością. Mieszaniestwo też znaczne kształtów czaszek wskazuje na obecność oddzielnych typów antropologicznych, bez znaczniejszej przewagi któregośkolwiek z nich. Czaszki są częściej wysokie, przy czem wydłużonym odpowiadają mierne i niskie, a krótkogłowym wysokie.

4) Czoła i potylice są wąskie; węższe odpowiadają częściej czaszkom długogłowym, szersze pośrednio- i krótkogłowym.

5) Pod względem otworu potylicznego, czaszki męskie częściej są szerokogrzbietowe (*mégasèmes*), kobiece wąskogrzbietowe (*micro-sèmes*) i inne.

¹⁾ Tablica w niniejszej pracy opuszczona, p. dopisek str. 184.

6) Twarze są niewielkie i niezbyt szerokie, miernie wydłużone; krótsze spotyka się częściej przy czaszkach wydłużonych i od wrotnie. Wskaźniki nosowe, szczególnie w czaszkach męskich, spotykamy tak wąsko-, jak średnio- i płaskonose, częściej o szerokich oczodołach i takichże podniebieniach. Linja twarzowa u obu płci jest jednakiej długości; górna jej część jest największą i nieco dłuższą od dolnej, a dwa razy prawie przewyższa średnią.

Badania włosów z grobów łankiskich.

Znaczenie włosów dla antropologii podkreślali rozmaici autorowie, zwłaszcza Pruner Bey (1863 i 1864), Huxley (1871) i Haeckel (1873), ponieważ włosy stanowią jedną z głównych cech, odróżniających rasy rodu ludzkiego.

Szczególnego znaczenia nabierają badania włosów w przypadkach, gdzie z ciała ludzkiego nie pozostało nic poza częściami szkieletowymi i włosami. To też szczegółowe rozpatrzenie włosów, znalezionych obok części szkieletowych w Łankiszkach może przyczynić się do uzupełnienia charakterystyki ludności, przed kilkoma wiekami owe okolice zamieszkującej.

Mimo, że włosy stanowią materiał na zniszczenie odporniejszy, natrafiano na nie stosunkowo rzadko przy rozkopywaniu grobów, zwłaszcza starszych, w północnej Europie. Na konserwację ciał wpływają najrozmaitsze czynniki zewnętrzne, jak głębokość grobu, rodzaj gruntu, jego stan wilgoci i wpływy klimatyczne. Dlatego nie można porównać włosów, pochodzących z grobów w północnej Europie z włosami mumji, zresztą już wielokrotnie badanych, a nawet z włosami Staroegipcjan¹⁾, grzebanych w piaskach, ponieważ znajdowały się one w warunkach zgoła odmiennych.

W literaturze odnośnej natrafiłem tylko na trzy prace, dotyczące włosów znalezionych w ziemi i pochodzących z dawniejszych czasów. Mianowicie Ziemke²⁾ opisuje, że przypadkowo znaleziono włosy w głębokości 5 stóp przy odkopaniu fundamentów kamienicy, która stała już przeszło 100 lat. Według słów autora włosy te nie różniły się anatomicznie od włosów świeżych. Dalsze

¹⁾ Virchow R., Kopfhaare aus den prähistorischen Gräbern Ober-Ägyptens. Verh. Berl. anthrop. Gesell. 1897.

²⁾ Ziemke E., Hundert Jahre alte Haare. Vierteljahrsschr. f. ger. Med. Berlin 1899.

prace pióra Minakowa¹⁾ zajmują się włosami mumji i włosami pochodzącymi z starych kurhanów rosyjskich z gubernij: moskiewskiej, jarosławskiej, smoleńskiej i kostromskiej, uwzględniając głównie trwałość i rozciągliwość włosów, oraz barwy włosów jakoteż obecność barwika.

Do zbadania otrzymałem 15 próbek włosów. Z tych pochodziło 13 z grobów rozkopanych przez pp. Szukiewicza i Talko-Hryncewicza w Łankiskach, 2 zaś z grobów rozkopanych przez pułkownika Janyszewa w okolicy Kowna. W pracach Minakowa wprawdzie wiek przypuszczałay kurhanów nie jest podany, wnosić jednak można, że rozchodzi się o groby przedhistoryczne, a więc groby znacznie starsze od grobów w Łankiskach, które co do wieku zajmowałyby stanowisko pośrednie między przypadkiem opisanym przez Ziemkiego, a grobami kurhanowemi omawianemi przez Minakowa.

Stan zachowania włosów podobnie jak i kości jest na ogół bardzo zły. Jedyne wyjątek stanowią włosy z grobu Nr. 86, wykazujące stosunkowo najmniej zmian. Wszystkie inne są mniej lub więcej uszkodzone. Włosy są z wyglądu zaćmiałe, szorstkie i kruche, na końcach rozszczępione i połamane. Większość włosów w poszczególnych próbkach jest albo w całej ich długości, albo też częściowo, zwłaszcza końcami tak pozlepiana, że niepodobna wydobyc włosów z pęczka bez ich uszkodzenia, jak np. włosy z grobów Nr. 30, 47, 71, 73, 76, 81 i 82. Substancję spajającą włosy stanowi czarna masa bezkształtna, w innych strzępki grzybni, oplatającej całe pęczki włosów i włosy poszczególne, wtlaczającej się nawet między komórki korowe.

Substancja czarna i twarda, którą są pozlepiane niektóre włosy, ma przełom podobny do stwardniałej smoły lub żywicy. Nie jest jednak ani jednym ani drugim, ponieważ nie rozpuszcza się ani w alkoholu ani w eterze, ani w chloroformie, benzolu i t. d. Natomiast spala się prawie całkowicie i wydaje przy tem woń spalają-

¹⁾ Minakow P. A., Neue Ergebnisse bei Untersuchung von Haaren aus Grabstätten und von Mumien (po rosyjsku). Nachrichten d. K. Ges. d. Freunde d. Naturkunde, der Anthropologie und Ethnographie an der Univ. Moskau. B. 95, 1891. Referat w Zentralbl. f. Anthrop., Ethnologie und Urgeschichte. VI Jg. 1901. Tenże, Über Farbe und Form von Haaren aus Kurganen Mittelrusslands. Ibidem. Także: Schwalbes Jahresh. 1899.

TABELA I
pomiarów włosów, znalezionych w grobach w Łankiszkach.

Grób	Cechy fizyczne włosów	Długość włosów w mm	Barwa włosów oznaczona według tablicy Fischera	Płeć szkieletu	Średnica przekrojów w mikronach		Wskaźnik średnicy	Przeciętna średnica w mikronach		Przeciętny wskaźnik	Uwagi
					długość	szerokość		długości	szerokości		
6	zniszczone	36	jasna blondynka Nr 15	♀	—	—	—	—	—	—	Przekroje nie wykonalne
25	bardzo zniszczone, grube, szorstkie	35	średni szatyn Nr 10	♂	—	—	—	—	—	—	"
29	dobrze zachowane, cienkie	25	średnia szatynka Nr 8-9	♀	84 88 80 80 72 72 64 64 56 56	52 60 56 56 52 56 56 56 52 56	61.9 68.1 70.0 70.0 72.2 77.7 87.5 87.5 92.8 100.0	72.4	55.2	78.7	
30	pozlepiane, dobrze zachowane, grube	40	ciemna szatynka Nr 4-5	♀	72 40 56 56 64 96 64 40 88 80 84 64	48 28 40 40 48 72 48 32 72 68 72 56	66.6 70.0 71.4 71.4 75.0 75.0 75.0 80.0 81.8 85.0 85.7 87.5	67.0	52.0	77.0	
47	pozlepiane, bardzo zniszczone, grube	—	średnia szatynka Nr 7-8	♀	—	—	—	—	—	—	przekroje niewykonalne
68	dobrze zachowane, pozlepiane, cienkie	36	ciemny szatyn Nr 5-6	♂	64 64 72 60 64 64 64 56 64 64 64 48	48 48 56 48 56 56 52 60 60 60 48	75.0 75.0 77.7 80.0 87.5 87.5 92.8 93.7 93.7 93.7 100.0	62.3	54.0	87.0	
71	pećski włosów pozlepiane, pokryte piaskiem, zresztą włosy dobrze zachowane	40-50	ciemna szatynka Nr 5-6	♀	64 64 64 72 60 56 64 64 64 48 56 48	48 48 48 56 48 48 56 56 52 48 56 48	75.0 75.0 75.0 77.7 80.0 85.7 87.5 87.5 92.5 100.0 100.0 100.0	60.3	51.0	86.3	
73	mała ilość cienkich włosów do jakiejś twardej masy przyklepionych	—	jasny szatyn Nr 9	♂	—	—	—	—	—	—	Przekroje niewykonalne. Roztocze!
76	włosy cienkie i grube, do kawałków ciemnej substancji przyklepione.	krótkie niłamki	średni szatyn Nr 8	♂	—	—	—	—	—	—	Przekroje niewykonalne
81	pećski włosów pozlepianych, dobrze zachowanych	38	jasne-blond Nr 14-15	?	96 48 96 96 88 84 84 72 56 80 64 72	60 32 64 64 60 64 64 56 44 64 56 64	62.5 66.6 66.6 66.6 68.1 76.1 76.1 77.7 78.5 80.0 87.5 88.8	78.0	57.6	74.5	
82	włosy dobrze zachowane, tworzą większe pećki	36	średni szatyn Nr 8-9	♀?	112 96 126 104 126 126 80 96 96 104 88 88	64 56 80 64 88 88 52 64 64 72 64 64	57.1 58.3 58.3 61.5 64.7 64.7 65.0 66.6 66.6 69.2 72.7 72.7	103.5	68.3	64.8	
86	najlepiej zachowane, bez zanieczyszczeń, na końcach pozlepiane, w 2 pećkach	50 i 80	jasna blondynka Nr 12	♀	88 64 88 80 80 80 88 80 80 72 80 80 60	60 48 68 64 64 64 72 68 68 64 72 56	68.1 75.0 77.2 80.0 80.0 80.0 81.8 85.0 85.0 88.8 90.0 93.3	78.3	64.0	82.0	
120	włosy zniszczone i w małej ilości	potamane	jasne-blond Nr 14	?	—	—	—	—	—	—	Przekroje niewykonalne
a	dobrze zachowane	45	szatyn Nr 8	?	96 96 96 96 120 92 96 96 96 80 88 64	56 56 56 56 72 56 64 64 64 56 72 64	58.3 58.3 58.3 58.3 60.0 60.8 66.6 66.6 66.6 70.0 72.7 100.0	93.0	60.6	66.3	
b	dobrze zachowane	80	jasno-rudy Nr 10-11	?	88 112 80 80 96 96 72 88 76 96 72	48 72 56 56 72 72 56 72 80 88 68	54.5 64.2 70.0 70.0 75.0 75.0 76.9 77.7 81.8 84.2 91.6 94.4	88.3	68.3	77.2	

TABELA II
pomiary przekrojów włosów osób żyjących w Naczy.

Liczba próbek	Nazwa, narodowość względnie zamieszkanie	Wiek	Barwa włosów oznaczona według tablicy Fischera	Płeć	Średnica przekrojów w mikronach		Wskaźnik średnicy	Przeciętna średnica w mikronach		Przeciętny wskaźnik	Uwagi
					długości	szerokości		długości	szerokości		
1	S. G. z Naczy	17	średni szatyn Nr 8	♂	152	88	57.8	115.3	76.6	62.1	
					120	72	60.0				
					144	88	61.1				
					128	80	62.5				
					128	80	62.5				
					88	56	63.6				
					112	72	64.2				
					120	80	66.6				
					96	72	75.0				
					96	72	75.0				
					104	80	76.9				
96	80	83.3									
2	B. K. z Naczy, białorusin	16	szatyn Nr 6	♂	152	72	47.3	112.6	68.6	63.6	włosy kręcone
					144	72	50.0				
					144	80	55.5				
					128	72	56.2				
					152	88	57.8				
					120	72	60.0				
					120	72	60.0				
					64	40	62.5				
					88	64	72.7				
					88	64	72.7				
					80	64	80.0				
72	64	88.8									
3	M. z Podołębia, litwin	32	szatyn Nr 5	♂	144	80	55.5	92.0	74.0	82.8	
					112	80	71.4				
					88	64	72.7				
					96	72	75.0				
					104	80	76.9				
					80	64	80.0				
					88	72	81.8				
					88	80	90.9				
					96	88	91.6				
					72	72	100.0				
					72	72	100.0				
64	64	100.0									
4	W. W. białorusin	33	średni szatyn Nr 8	♂	—	—	—	—	—	włosy zbyt podatne, nie dały się krajać	
5	J. S. z Sołtaniszek, białorusin	32	średni szatyn Nr 8	♂	—	—	—	—	—	"	
6	A. M. z Ginel, białorusin	15	blondyn Nr 23	♂	—	—	—	—	—	"	
7	J. S. z Naczy	20	szatynka Nr 5—6	♀	104	64	61.5	92.0	76.6	83.0	
					120	80	66.6				
					104	72	69.2				
					88	72	81.8				
					88	72	81.8				
					88	72	81.8				
					96	80	83.3				
					64	72	88.8				
					88	80	90.9				
					88	80	90.9				
					96	96	100.0				
80	80	100.0									
8	E. S. z Naczy, białorusinka	18	średnia szatynka Nr 7	♀	144	88	61.1	125.3	93.3	75.1	
					128	80	62.5				
					136	88	64.7				
					136	88	64.7				
					136	96	70.5				
					136	96	70.5				
					112	88	78.5				
					120	96	80.0				
					128	104	81.2				
					96	80	83.3				
					120	104	86.6				
112	112	100.0									
9	P. S. z Januszyszek, białorusinka	45	blondynka Nr 10	♀	144	80	50.5	120.0	79.3	66.5	
					128	72	56.2				
					128	72	56.2				
					136	80	58.8				
					104	64	61.5				
					128	80	62.5				
					120	80	66.6				
					104	72	69.2				
					112	80	71.4				
					104	80	76.9				
					120	96	80.0				
112	96	85.7									
10	E. D. z Naczy, białorusinka	28	szatynka Nr 5—6	♀	192	64	33.3	114.0	69.3	63.8	
					128	64	50.0				
					120	64	53.3				
					128	72	56.2				
					112	64	57.1				
					112	64	57.1				
					104	64	61.5				
					80	56	70.0				
					112	80	71.4				
					88	72	81.8				
					88	72	81.8				
104	96	92.3									

TABELA II (ciąg dalszy)

Liczba próbek	Nazwa, narodowość względnie zamieszkanie	Wiek	Barwa włosów oznaczona według tablicy Fischera	Płeć	Średnica przekrojów w mikronach		Wskaźnik średnicy	Przeciętna średnica w mikronach		Przeciętny wskaźnik	Uwagi
					długości	szerokości		długości	szerokości		
11	F. R. z Poradunia, białorusinka	30	średnia szatynka Nr 8	♀	136	56	41.1	121.3	65.3	59.3	
					120	56	46.6				
					136	64	47.0				
					128	64	50.0				
					136	72	52.9				
					120	64	53.3				
					120	64	53.3				
					120	64	53.3				
					112	64	57.1				
					112	64	57.1				
12	M. S. z Kozakow-szczyzny	28	blondynka Nr 14	♀	120	80	66.6	108.0	84.0	80.0	
					112	80	71.4				
					112	80	71.4				
					104	80	76.9				
					104	80	76.9				
					112	88	78.5				
					88	72	81.8				
					96	80	83.3				
					104	88	84.6				
					104	88	84.6				
13	E. S. z Naczy, białorusinka	25	jasna szatynka Nr 9	♀	144	80	55.5	120.6	82.0	67.8	
					112	64	57.1				
					112	64	57.1				
					104	64	61.5				
					112	72	64.2				
					120	80	66.6				
					136	96	70.5				
					136	96	70.5				
					112	80	71.4				
					112	88	78.5				
14	Z. D. z Soltanisek, białorusinka	55	szatynka Nr 5	♀	—	—	—	—	—	—	na przekrojach przeważnie skośnych wykonanie pomiarów było niemożliwe
					—	—	—				
					—	—	—				
					—	—	—				
					—	—	—				
					—	—	—				
					—	—	—				
					—	—	—				
					—	—	—				
					—	—	—				
15	M. R. z Postawek, białorusinka	45	szatynka Nr 5	♀	96	64	66.6	93.3	77.3	82.5	wykonanie większej ilości pomiarów było niemożliwe.
					80	64	80.0				
					88	72	81.8				
					96	80	83.3				
					96	80	83.3				
					104	104	100.0				
16	E. K. z Ulanow-szczyzny, białorusinka	45	średnia szatynka Nr 8	♀	112	64	57.1	94.0	75.3	82.0	
					104	72	69.2				
					88	64	72.7				
					120	88	73.3				
					88	72	81.8				
					88	72	81.8				
					88	72	81.8				
					96	80	83.3				
					104	88	84.6				
					88	80	90.9				
80	80	100.0									
72	72	100.0									

Zestawienie wszystkich średnich długości, szerokości i wskaźników przekrojów

I. włosów z grobów w Łankiskach				II. włosów osób żyjących			
średnie		wskaźniki		średnie		wskaźniki	
długości	szerokości	wskaźniki	uporządkowane	długości	szerokości	wskaźniki	uporządkowane
72.4	55.2	78.7	64.8	115.3	76.6	62.1	54.5
67.0	52.0	77.0	66.3	112.6	68.6	63.6	62.1
62.3	54.0	87.0	74.5	92.0	74.0	82.8	63.6
60.3	51.0	86.3	77.0	92.0	76.6	83.0	63.8
78.0	57.6	74.5	77.2	125.3	93.3	75.1	66.5
103.5	68.3	64.8	78.7	120.0	79.3	66.5	67.8
78.3	64.0	82.0	82.0	114.0	69.3	63.8	75.1
93.0	60.6	66.3	86.3	121.3	65.3	54.5	80.0
88.3	68.3	77.2	87.0	108.0	84.0	80.0	82.0
				120.6	82.0	67.8	82.5
				93.3	77.3	82.5	82.8
				94.0	75.3	82.0	83.0
średnia	77.0	59.0	77.0	średnia	109.0	76.8	71.9

jących się części ciała. Należy więc przypuścić, że substancja ta wytworzyła się z gnijących części ciała.

Na niektórych próbkach jak 29, 30, 73, 76, 81 i 82 dały się stwierdzić drobne okruchy śniedzi, pochodzącej od przedmiotów zawierających w swym składzie miedź. W N. 73 znalazły się na włosach skorupki chitynowe, należące do jakiegoś owada. Zbadaniem ich zajął się ś. p. prof. Dr Wł. Kuleczyński i oznaczył je jako przynależne do roztocza *Uropoda obscura* C. L. Koch, który żyje pod korą martwych drzew, w suchym gnoju, śmieciach i t. d. Ponieważ roztocze pojawiają się na zwłokach w późniejszych okresach ich rozkładu, należy przypuścić, że dostały się do zwłok pogrzebanych drogami przez inne owady wydrążonemi albo też, że zwłoki leżały dłuższy czas niegrzebane na powierzchni. Zresztą w spisach fauny pojawiającej się na zwłokach gatunku *U. obscura* niema, natomiast znajduje się pokrewny *U. nummularia*, który znaleziono w t. zw. VI okresie niszczenia zwłok.

Włosy rozpatrywane pod mikroskopem wykazują brak komórek oskórkowych i rozluźnienie komórek korowych. Miejscami widać w nich wgłębienia, jakby wyżarte przez pasorzyty i pęknięcia, co sprawia, że kontury włosów są nierówne. Uwydatnia się to jeszcze wyraźniej na przekrojach poprzecznych włosów, na których widać wręby i szczeliny, sięgające niekiedy aż do rdzenia. Rdzeń jest w większości włosów niewidoczny.

Barwa włosów jest mniej lub więcej brunatna lub płowa z odcieniem rudawym; porównana z skalą barw Fischera obejmuje liczby od 5 do 14. Przekroje poprzeczne włosów wykazują zabarwienie wybitnie żółte, zciemniające się w częściach obwodowych w niektórych włosach aż do barwy ciemno-brunatnej. Przyczyną zciemnienia są ziarenka barwikowe, niezmiernie drobne i bez widocznego porządku rozsiane na całym obwodzie włosa. Obecności czarnych włosów nie stwierdzono¹⁾.

Z przeglądu liczb w tabelach I i II wynika, że długość i szerokość średnicy włosów waha się na ogół w dość szerokich granicach, nie dających żadnych wskazówek co do swoistych cech włosów.

¹⁾ Z biegiem czasu barwik znika z włosów, co mogłem stwierdzić najlepiej na włosach nosorożca, znalezionej w r. 1907 w Staruni w Małopolsce. Włosy jego są zupełnie pozbawione barwika. Mimo tego załamują światło podwójnie jak włosy normalne. Ciemne i czarne włosy odbarwiają się na ogół trudniej, przytem przyjmują barwę — jak to stwierdzono już kilkakrotnie — rudawą.

W szczególności można zauważyć, że w włosach 29, 68, 71 *a* i *b* cieńsze włosy są na przekroju koliste, podczas gdy grube włosy są przeważnie spłaszczone. Dalej wykazuje tabela, że z wyjątkiem włosów N 68, 71 i 86, które mają wskaźnik przeciętny wysoki, mianowicie 87,0, 86,3 i 82,0, wskaźniki wahają się od 64,8—78,4. Znaczyłyby to, że długość średnicy przeważa jej szerokość dość znacznie i że włosy są na ogół spłaszczone. W niektórych włosach, jak n. p. we włosach z grobu 82 spłaszczenie, objawiające się w wskaźniku 64,8, dochodzi do takiego stopnia, jaki wykazują włosy silnie skręcone. Tymczasem ani ta ani żadna inna próbka włosów nie wykazuje wyraźnego skręcenia, raczej przebiegały one prosto co najwyżej z lekkim łukowatym zakrzywieniem, jak N. 86. Spłaszczenie nie jest też ani wynikiem zabiegów technicznych, ani też mechanicznego ucisku, bo włosy osób w owych okolicach żyjących wykazują, jak z dalszych badań wynika, jeszcze większy stopień spłaszczenia, a mechanicznym uciskiem, gdyby takowy odgrywał rolę, byłaby dotknięta większość włosów, z grobów pochodzących.

Już po zbadaniu włosów pochodzących z grobów otrzymałem dzięki uprzejmości p. W. Szukiewicza kilkanaście próbek włosów mężczyzn i kobiet z miejscowości, które znajdują się w najbliższym sąsiedztwie owego cmentarzyska. Materiał ten był o tyle pożądany, że pozwalał bezpośrednio porównywać włosy w grobach znalezione z włosami mieszkańców tych samych okolic.

Co do barwy włosy osób żyjących nie różnią się wiele od włosów, znalezionych w grobach. Barwa ich jest żywa, na przekrojach jasna, a ziarenka barwikowe są ułożone gromadkami. Włosy wahają się w granicach barw, oznaczonych w tabeli Fischera liczbą 5—14. Jedyna próbka l. 6 wykacza poza te granice, ale pochodzi też od osobnika ze wszystkich najmłodszego (A. M., białorusina, mającego 15 lat). Z włosów, pochodzących z grobów, zbliżają się do tej barwy tylko włosy oznaczone N. 81, 86 i 120.

Badanie wymiarów grubości włosów odbywało się w ten sam sposób, jak włosów znalezionych w grobach, mianowicie mierzono za pomocą mikrometru średnicę długą i krótką na skrawkach, wykonanych przez środek długości włosa.

Porównując średnicę przekrojów, widzi się odrazu wielkie różnice, zachodzące w rozmiarach, mianowicie włosy z grobów pochodzące mają na ogół wymiary mniejsze od włosów osób żyjących. Jeszcze wyraźniej uwidacznia się ta różnica, jeżeli zestawimy liczby

przeciętne wszystkich średnich długości i szerokości. Dla włosów w grobach znalezionych wynosi przeciętna długość przekrojów 67 mikronów, a szerokość 59, podczas gdy dla włosów osób żyjących 109 względnie 76·8 mikronów. Różnice te należy przypisać zmianom, którym ulega z czasem sama substancja włosa. Włosy osób żyjących zawierają jeszcze znaczną ilość ciał białkowatych, z których z biegiem czasu niewątpliwie część wysycha, część przemienia się na keratynę, a część rozkłada się i ginie. Skutkiem tego włosy stają się kruchsze i cieńsze. Choć jest wiadomem, że substancje rogowe, do których należą włosy, na procesy gnilne są więcej odporne niż inne części składowe ciała, to nie ulega wątpliwości, że substancje białkowe, w nich zawarte, podlegają tym procesom i także zmianom, jakie zachodzą w ciałach organicznych, przebywających długi czas w ziemi. Tem tłumaczy się ogólne skurczenie się włosów wykopanych w porównaniu z rozmiarami włosów osób żyjących, bo nie można cienkości włosów odnieść do włosów osób młodocianych, mających zwykle rozmiary mniejsze, gdyż w grobach 6—120 znaleziono kości zupełnie wykształcone, jakie posiadają osoby dorosłe.

Mimo zmian, zachodzących w substancji włosów i, co za tem idzie, zmniejszonych rozmiarów, ich rozmiary względne nie zostały naruszone, t. zn., że włosy nie zmieniając swego kształtu pierwotnego, skurczyły się równomiernie. Wyrazem tego są przeciętne wskaźniki długości i szerokości, które wahają się dla włosów wykopanych w granicach od 64·8—87·0, a dla włosów osób żyjących od 62·1—82·0 albo od 77·0—71·9, jeśli się bierze sumę przeciętną wszystkich wskaźników. Zatem włosy w grobach znalezione zgadzałyby się prawie dokładnie z włosami osób w owych okolicach żyjących, zarówno pod względem barwy jak i rozmiarów przekrojów. Spłaszczenie włosów z grobu 82, które pierwotnie bez materiału porównawczego wydawało się nieprawidłowem, znajduje swe wytłumaczenie w wskaźnikach włosów osób żyjących, przewyższających owe spłaszczenie (z wskaźnikiem 64·8) znacznie w próbie l. 11 z wskaźnikiem 54·5, a nadto w próbkach 1 i 10 z wskaźnikami 62·1 względnie 63·8. Włosy l. 2 z wskaźnikiem również niskim, mianowicie 63·6 nie wchodzi tutaj w rachubę, ponieważ są kręcone, podczas gdy wszystkie inne są proste.

Uderzająca ilość niskich wskaźników, czyli włosów przyplaszczonych i tutaj nie jest wynikiem zabiegów technicznych podczas

wykonania skrawków, ponieważ w preparatach przekroje eliptyczne są bez wszelkiego porządku ułożone. Gdyby spłaszczenie zależało od kierunku krajania, wszystkie eliptyczne przekroje leżałyby swymi długimi średnicami równoległe do siebie.

Trudno także sobie wyobrazić, aby dziwnym trafem wybrano właśnie takie włosy, których wskaźniki zgadzałyby się z wskaźnikami włosów wykopanych. Na podstawie naszych badań możemy wysnuć tylko ten wniosek, że włosy wykopane zgadzają się w wysokim stopniu z włosami ludności obecnie w owych okolicach żyjącej.

Uwagi końcowe.

Badania nasze, jak widzimy, wykazują różnorodność typów czaszek, wywołaną przez mieszaństwo w łonie jednego plemienia, lub też pochodzącą może stąd, że na tem samym cmentarzysku przez kilka wieków grzebano ludzi, należących do różnych typów antropologicznych. Za tem ostatniem przypuszczeniem przemawia gęstość grobów, jakoteż spotykane przy szkieletach monety z różnych wieków.

Różnorodność typów — według ich cech opisowych i antropometrycznych — wybitniej występuje w cz. męskich (32), w których odróżniliśmy dwa pierwiastki, pierwszy liczniejszy (21), o gorzej zachowanych kościach, prawdopodobnie starszy; mógł on być typem autochtonów północnych, który dla pewnych cech wspólnych przezwiemy domniemanym finoidnym, odróżniając go od drugiego, rzadziej spotykanego (11 czaszek) typu mongoloidnego, później przybyłego może z południowego wschodu (patrz tabl. 2 i 3, typy czaszek finoidnych i mongoloidnych w czterech położeniach — *norma verticalis, occipitalis, facialis i lateralis*).

Do typu finoidnego zaliczamy czaszki, pochodzące z następujących mogił, oznaczonych numerami mogił i nr. inw. zakł. antrop. Uniw. Jagiellońskiego:

Nr. mogiły	Nr. inw. zakł. antropol.	Nr. mogiły	Nr. inw. zakł. antropol.
8	(310)	67	(361)
13	(314)	73	(366)
15 a	(316)	88	(414)
17 b	(319)	98	(421)

20	(322)	99	(423)
27	(327)	107	(426)
33	(331)	111	(430)
48	(344)	117	(436)
52	(348)	127	(445)
55	(350 b)	129	(447)
60	(354)		

Do typu przewzanego przez nas mongoloidnym należą następujące czaszki:

Nr. mogiły	Nr. inw. zakł. antropol.	Nr. mogiły	Nr. inw. zakł. antropol.
16	(303)	96	(420)
46	(341)	103	(424)
68	(362)	108	(427)
76	(369)	121	(440)
77	(370)	123	(442)
84	(412)		

Zestawmy obok siebie główne cechy tych typów:

Obwód poziomy:

u 19 cz. finoidnych	<i>min.</i> 490 mm, <i>max.</i> 521 mm, średnio 504·8 mm
n 10 n mongoloidnych	n 505 n n 530 n n 516 n

Łuk przednio-tylny:

u 19 cz. finoidnych	<i>min.</i> 348 mm, <i>max.</i> 388 mm, średnio 365·4 mm
n 10 n mongoloidnych	n 350 n n 385 n n 364·7 n

Łuk poprzeczny:

u 19 cz. finoidnych	<i>min.</i> 290 mm, <i>max.</i> 330 mm, średnio 307·6 mm
n 10 n mongoloidnych	n 302 n n 335 n n 317·6 n

Czaszki typu finoidnego przy takiej samej długości łuku przednio-tylnego mają więc obwód poziomy i łuk poprzeczny średnio o 11—10 mm mniejsze, niż czaszki typu mongoloidnego.

Największa długość czaszki:

u 21 cz. finoidnych	<i>min.</i> 166 mm, <i>max.</i> 184 mm, średnio 175·6 mm
n 11 n mongoloidnych	n 168 n n 180 n n 173·5 n

Największa szerokość czaszki:

u 21 cz. finoidnych	<i>min.</i> 129 mm, <i>max.</i> 144 mm, średnio 136·5 mm
n 11 n mongoloidnych	n 138 n n 148 n n 144·6 n

Wskaźnik czaszkowy, czyli stosunek największej szerokości do długości czaszki:

u 21 cz. finoidnych *min.* 73·71, *max.* 82·76, średnio 78·30
 „ 11 „ mongoloidnych „ 77·22 „ 85·88 „ 83·34

Rozdzieliwszy pojedyncze wskaźniki czaszek według układu kranjologicznego, otrzymamy:

czaszki:	finoidne	mongoloidne
długogłowe	11 (52·3%)	1 (9·1%)
wyraźnie długogłowe (do 75)	4 (19%)	—
wydłużone (75·01—77·77)	7 (33·3%)	1 (9·1%)
pośredniogłowe	5 (23·8%)	—
krótkogłowe	5 (23·8%)	10 (90·9%)
krótkawogłowe (80·01—83·33)	5 (23·8%)	4 (36·4%)
wyraźnie krótkogłowe (83·34 i wyżej)	—	6 (54·5%)

Przy jednakiej prawie długości czaszki finoidne są o 9 mm mniej rozwinięte na szerokość, niż czaszki mongoloidne, przyczem średni wskaźnik czaszkowy czaszek finoidnych jest pośredniogłowy (78·30), mongoloidnych zaś krótkogłowy (83·34). Jeszcze wybitniej występują właściwości każdego z typów przy rozdzieleniu pojedynczych wskaźników czaszek według układu kranjologicznego. U czaszek typu finoidnego w przeszło połowie wypadków występują czaszki długogłowe, w drugiej połowie pośrednio- i krótkogłowe, a więc nawet po oddzieleniu znacznej ilości czaszek przeważnie krótkogłowych spostrzega się tu wielką różnorodność kształtów z przewagą żywiołu długogłowego, co jest właściwością wielu starożytnych plemion słowiańskich i współczesnych fińskich. W układzie kranjologicznym mongoloidnym przeważa typ krótkogłowy (90·9%), który zbliża go znacznie średnią krótkogłowością i jednolitością tego typu do najbardziej krótkogłowych — według moich badań 36 czaszek Mongoło-Chałchasów (wskaźnik czaszkowy 84·40 i krótkogł. 86·11%) i 19 czaszek Mongoło-Buriatów (wsk. czaszk. 44·79 i krótkogł. 100%).

Wysokość cała czaszki (*Ba-Br*) bezwzględna i stosunek jej do długości czaszki:

u 19 cz. finoidn. *min.* 125 mm, *max.* 138 mm, śred. 131·8 mm, czyli 75·05
 „ 11 „ mongol. „ 124 „ „ 141 „ „ 132·5 „ „ 76·40

Wysokość czaszki do ucha bezwzględna i stosunek jej do długości czaszki:

u 19 cz. finoidn. *min.* 106 mm, *max* 121 mm, *śred.* 111·7 mm, czyli 63·61
 „ 11 „ mongol. „ 102 „ „ 124 „ „ 113·1 „ „ 65·16

Różnica, jaka ta występuje pod względem wysokości całej czaszki, jest mała, natomiast wysokość czaszki do ucha, tak bezwzględna, jak też w stosunku do długości czaszki jest nieco znaczniejsza w czaszkach mongoloidnych, niż finoidnych.

Szerokość czoła dolna bezwzględna i jej stosunek do długości czaszki:

u 19 cz. finoidn. *min.* 84 mm, *max.* 103 mm, *średn.* 92 mm, czyli 52·39
 „ 10 „ mongol. „ 86 „ „ 103 „ „ 94·9 „ „ 54·70

Zebrawszy oddzielne wskaźniki czołowe według ich wielkości w 3 działy, otrzymamy:

czoła:	cz. finoidne	mongoloidne
wąskie (do 50)	5 (25%)	1 (9·1%)
mierne (50·01—55)	12 (65%)	6 (54·5%)
szerokie (55·01 i wyż.)	2 (10%)	4 (36·4%)

Szerokość czoła górna bezwzględna i jej stosunek do długości czaszki:

u 19 cz. finoidn. *min.* 106 mm, *max.* 128 mm, *śred.* 114·6 mm, czyli 65·26
 „ 11 „ mongol. „ 114 „ „ 133 „ „ 121 „ „ 69·79

Z wymiarów bezwzględnych czoła, jak również z ich stosunków widzimy, że czaszki finoidne mają czoła węższe, niż czaszki mongoloidne.

Szerokość potylicy bezwzględna i jej stosunek do długości czaszki:

u 20 cz. finoidn. *min.* 111 mm, *max.* 132 mm, *śred.* 120·3 mm, czyli 68·51
 „ 11 „ mongol. „ 114 „ „ 133 „ „ 123·8 „ „ 70·78

Podzieliwszy poszczególne liczby stosunku szerokości potylicy do długości czaszki na 3 działy, otrzymamy:

	czaszki:	
	finoidne	mongoloidne
potylicy małe (do 73)	17 (89·4%)	7 (63·6)
„ mierne (73·01—78)	2 (10·6%)	4 (36·4)
„ wielkie (78·01 i wyżej)	—	—

Widzimy więc, że potylicy są w czaszkach finoidnych nieco węższe, a szersze w mongoloidnych. Różnica zachodząca pomiędzy dolną szerokością czoła i szerokością potylicy, tak w liczbach bezwzględnych, jak też w stosunku do długości czaszki, jest w obu grupach jednakową: w czaszkach finoidnych wynosi ona 28 mm, czyli '16·20, w cz. mongoloidnych 29 mm, czyli '16·08

Otwór potyliczny:

	w 14 cz. finoidnych			w 11 cz. mongoloidnych		
	<i>min.</i>	<i>max.</i>	<i>śred.</i>	<i>min.</i>	<i>max.</i>	<i>śred.</i>
dług. otworu	29 mm,	43 mm,	śred. 36·1 mm,	31 mm,	38 mm,	śred. 34·6 mm
szerok. „	29 „	34 „	„ 30·9 „	25 „	35 „	„ 30·3 „
wskazn. „	79·07 „	100 „	„ 85·59 „	78·95 „	94·59 „	„ 87·57 „

Dzieląc czaszki według odnośnych wskaźników na 3 działy, otrzymujemy następujące zestawienie:

	czaszki	finoidne	mongoloidne
wąsko-grzb.-potyl. (<i>microsèmes</i>) (do 82)		2 (14·3%)	3 (27·3%)
mierno- „ (<i>mesosèmes</i>) (83—86)		5 (35·7%)	1 (9·1%)
szeroko- „ (<i>mégasèmes</i>) (87 i wyżej)		7 (50·0%)	7 (63·6%)

Czaszki obu typów są mierno-grzbietowo-potyliczne i szerokością otworu potylicznego cz. mongoloidne przewyższają nieco finoidne.

Największa szerokość twarzy bezwzględna i w stosunku do wysokości twarzy (*na-pr*):

u 15 cz. finoidnych	<i>min.</i> 112,	<i>max.</i> 132,	<i>śred.</i> 123 mm	(52·03)
„ 9 „ mongoloidnych	„ 114,	„ 141,	„ 126·1 „	(49·52)

Twarze finoidne są więc nieco węższe i dłuższe. Stwierdza to tylko do pewnego stopnia rozmieszczenie wskaźników twarzowych z pewną przewagą twarzy większych, odpowiadających bardziej wydłużonym:

	czaszki:	
	finoidne	mongoloidne
twarze małe (do 45)	1 (6·6%)	—
„ średnie (45·01—50)	6 (40·0%)	5 (55·5%)
„ wielkie (50 i więcej)	8 (53·3%)	4 (44·4%)

Stosunek szerokości do długości nosa, czyli wskaźnik nosowy:

u 17 cz. finoidnych	<i>min.</i> 48·86,	<i>max.</i> 75·00,	<i>średnio</i> 66·93
„ 8 „ mongoloidnych	„ 48·94,	„ 70·27,	„ 55·09

Dzieląc czaszki według ich wskaźników nosowych na 3 działy otrzymamy:

czaszki:	finoidne	mongoloidne
wąskonose (<i>leptorhiniens</i>) (do 47·9 i niżej)	2 (15·4%)	—
pośrednionose (<i>mesorrhiniens</i>) (48·52·9)	5 (38·5%)	2 (25·0%)
pląskonose (<i>platyrrhiniens</i>) (53 i wyżej)	6 (46·1%)	6 (75·0%)

Widzimy z tego, że czaszki pląskonose o wiele częściej występują w typie mongoloidnym, niż we finoidnym, przyczem według bezwzględnych średnich wymiarów przy jednakiej szerokości (25·3 i 249 mm) nosy są w typie mongoloidnym dłuższe (45·2 mm), niż we finoidnym (37·8 mm).

Stosunek szerokości do wysokości oczodołowej czyli wskaźnik oczodołowy:

u 16 cz. finoidnych	min. 75·00,	max. 103·03,	średnio 84·36
" 8 " mongoloidnych	" 83·33,	" 105·56,	" 88·71

Podzieliwszy oddzielne wskaźniki na trzy działy otrzymamy:

czaszki	finoidne	mongoloidne
wąskie (<i>microsèmes</i>) (do 83)	4 (25·0%)	1 (12·5%)
mierne (<i>mesosèmes</i>) (83·01—89)	2 (12·5%)	3 (37·5%)
szersokie (<i>megasèmes</i>) (89·01 i wyżej)	10 (62·5%)	4 (50·5%)

Pod względem kształtu oczodołów czaszki są szeroko-oczodołowe, przyczem oczodoły są szersze u czaszek mongoloidnych, niż u finoidnych.

Stosunek szerokości do długości podniebienia czyli wskaźnik podniebieniowy wynosi:

u 14 cz. finoidnych	min. 68·63,	max. 86·11,	średnio 78·12
" 9 " mongoloidnych	" 67·92,	" 97·14,	" 76·06

Dzieląc oddzielne wskaźniki na trzy działy otrzymamy:

czaszki:	finoidne	mongol.
podnieb. wąskie (<i>lepto-staphylien</i>) (do 80)	10 (71·4%)	6 (60·0%)
" mierne (<i>meso-staphylien</i>) (80·01—85)	2 (14·3%)	3 (30·0%)
" szerokie (<i>hyper-staphylien</i>) (85·01 i wyż.)	2 (14·3%)	1 (10·0%)

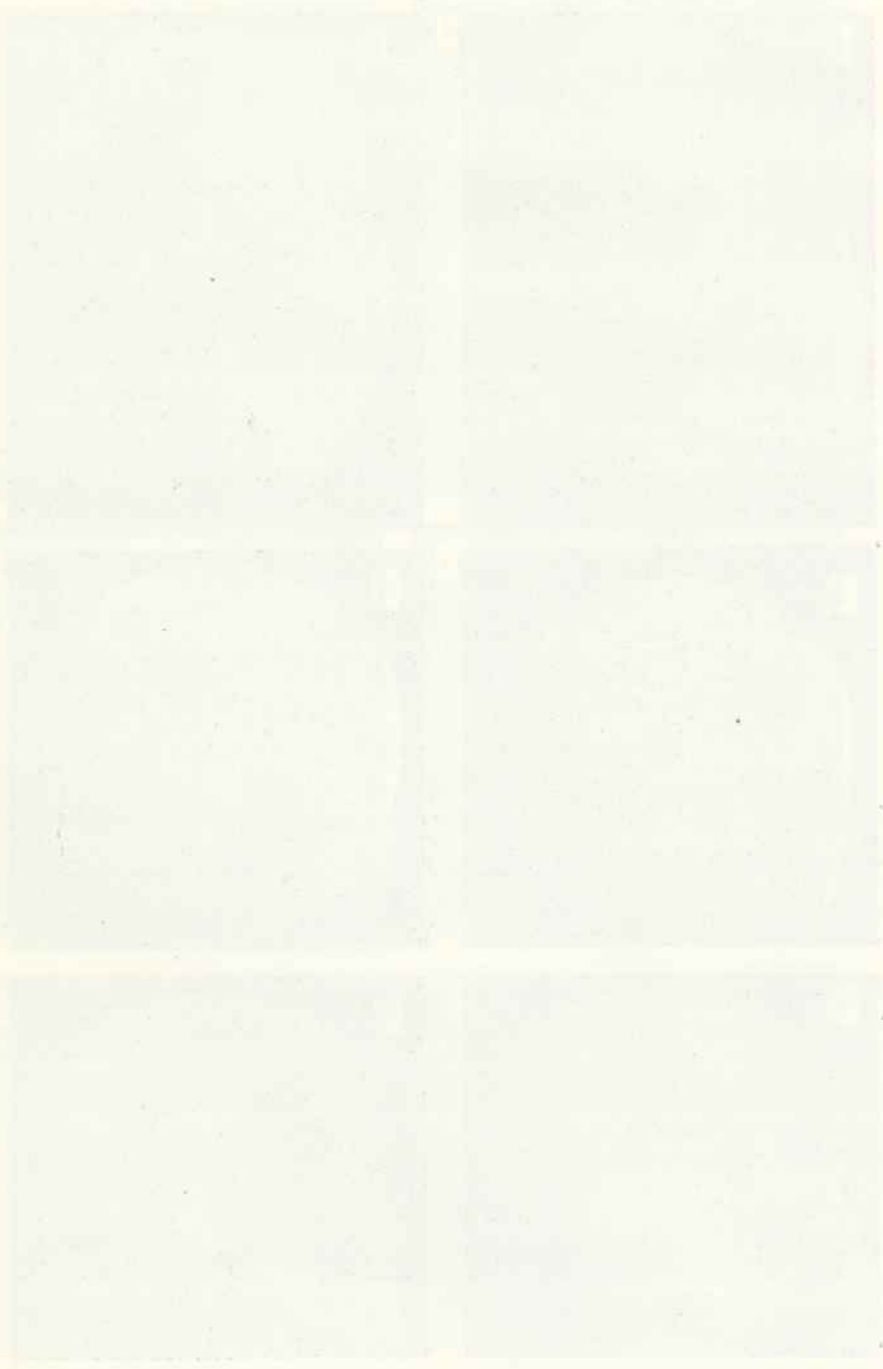
Z tego widzimy, że czaszki powyżej opisane mają przeważnie podniebienia wąskie, częściej występujące w czaszkach finoidnych, niż w mongoloidnych.

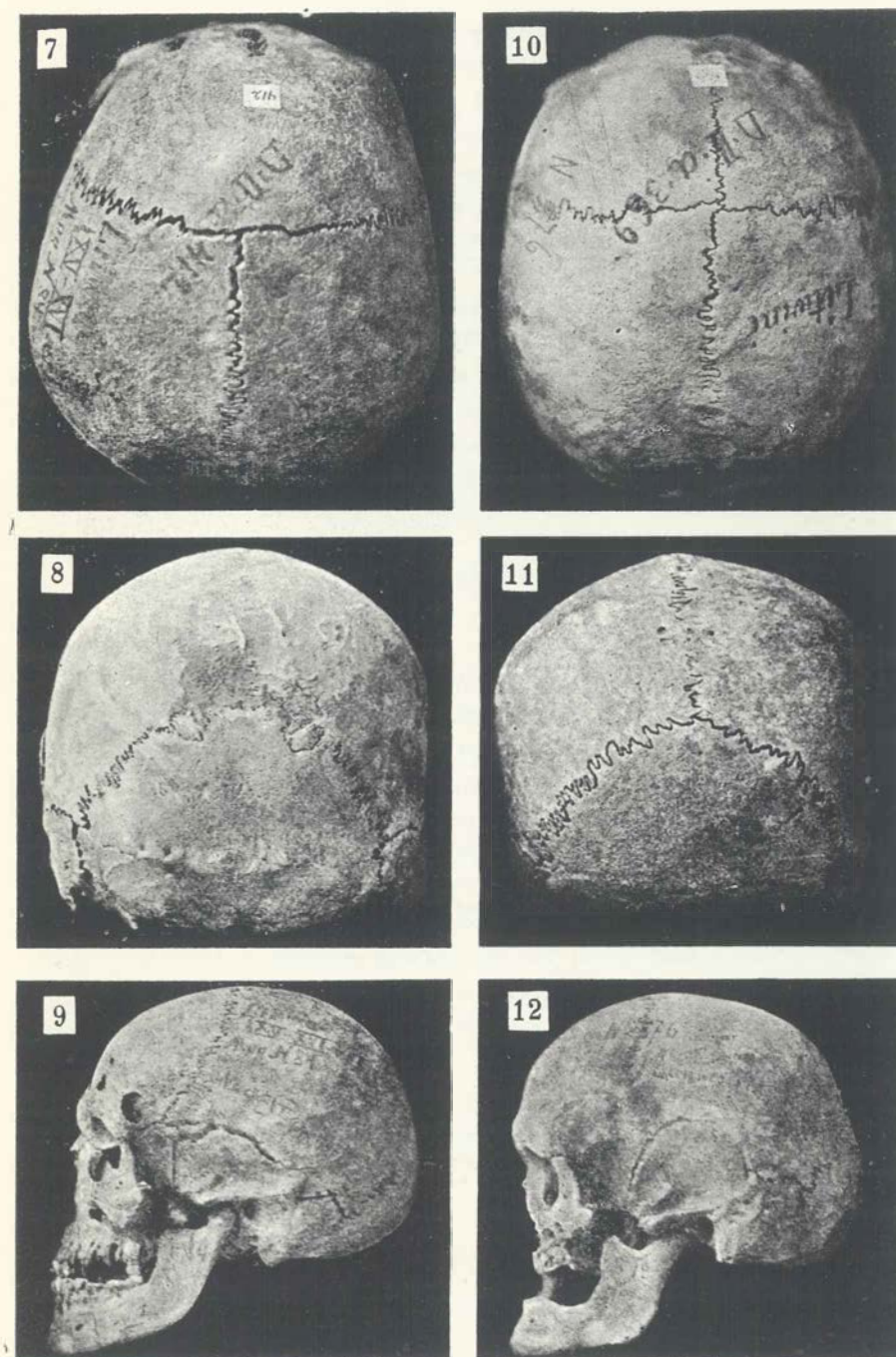
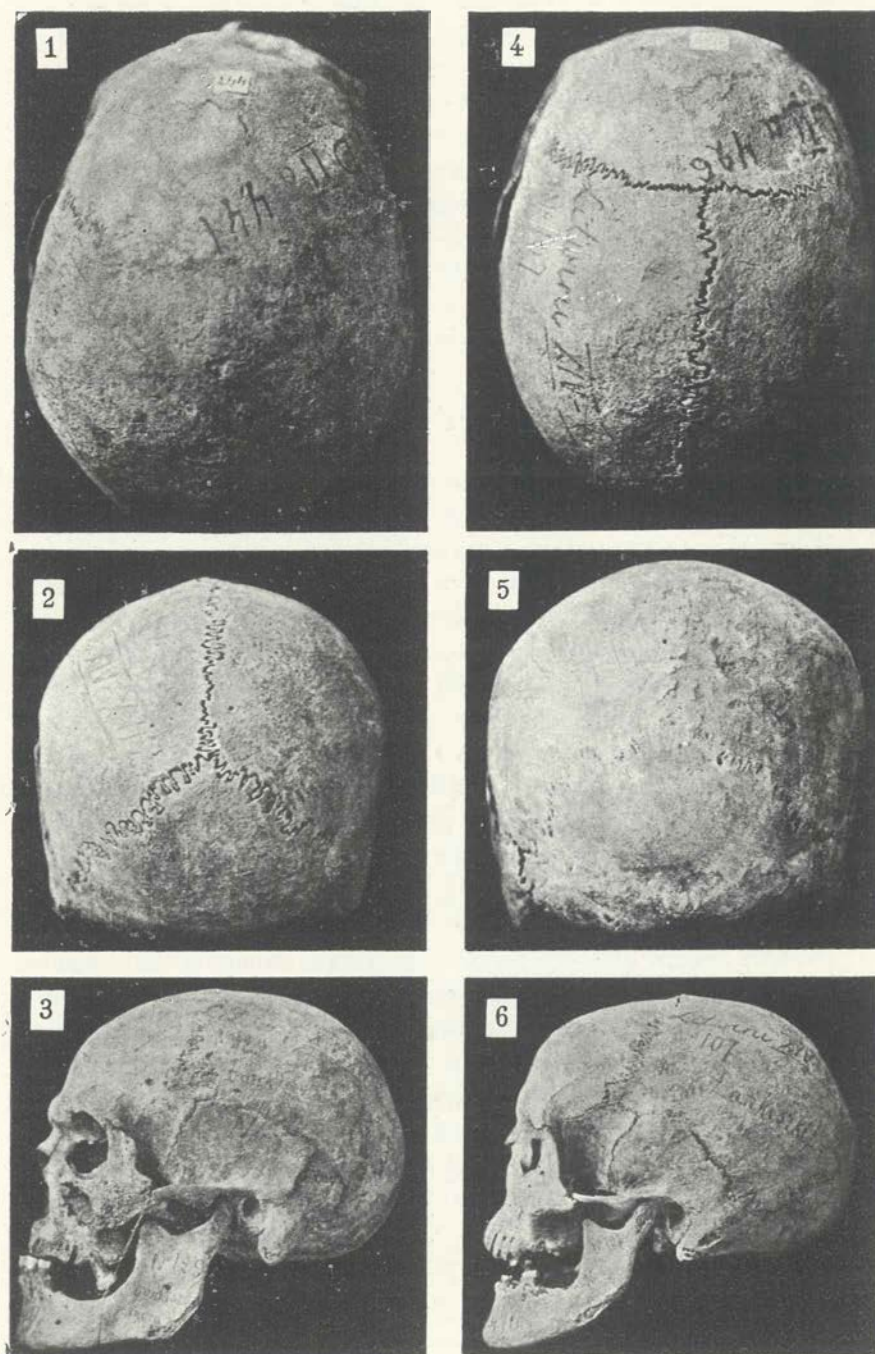
Długość szkieletów mierzono częściowo w grobie, a gdzie to nie było możebnem, obliczono ją z wymiarów oddzielnych kości długich kończyn. W ten sposób otrzymaliśmy wzrost dla 60 osobników, 29 męskich i 31 kobiecych. Na czaszki o budowie średniogłowej, lub bardziej wydłużonej, które zaliczyliśmy do typu finoidnego, przypadał wzrost wyższy i u 20 szkieletów męskich wynosił przeciętnie 167·6 *cm*, a u 17 szkieletów kobiecych 151·8 *cm*; wzrost szkieletów, posiadających czaszki bardziej krótkogłowe, szersze, zaliczone przez nas do typu mongoloidnego, wynosił u mężczyzn 165·8 *cm*, u kobiet 148·7 *cm*. Zatem średni wzrost szkieletów typu finoidnego, tak męskich, jak i kobiecych, przewyższał o parę *cm* szkielety mongoloidne.

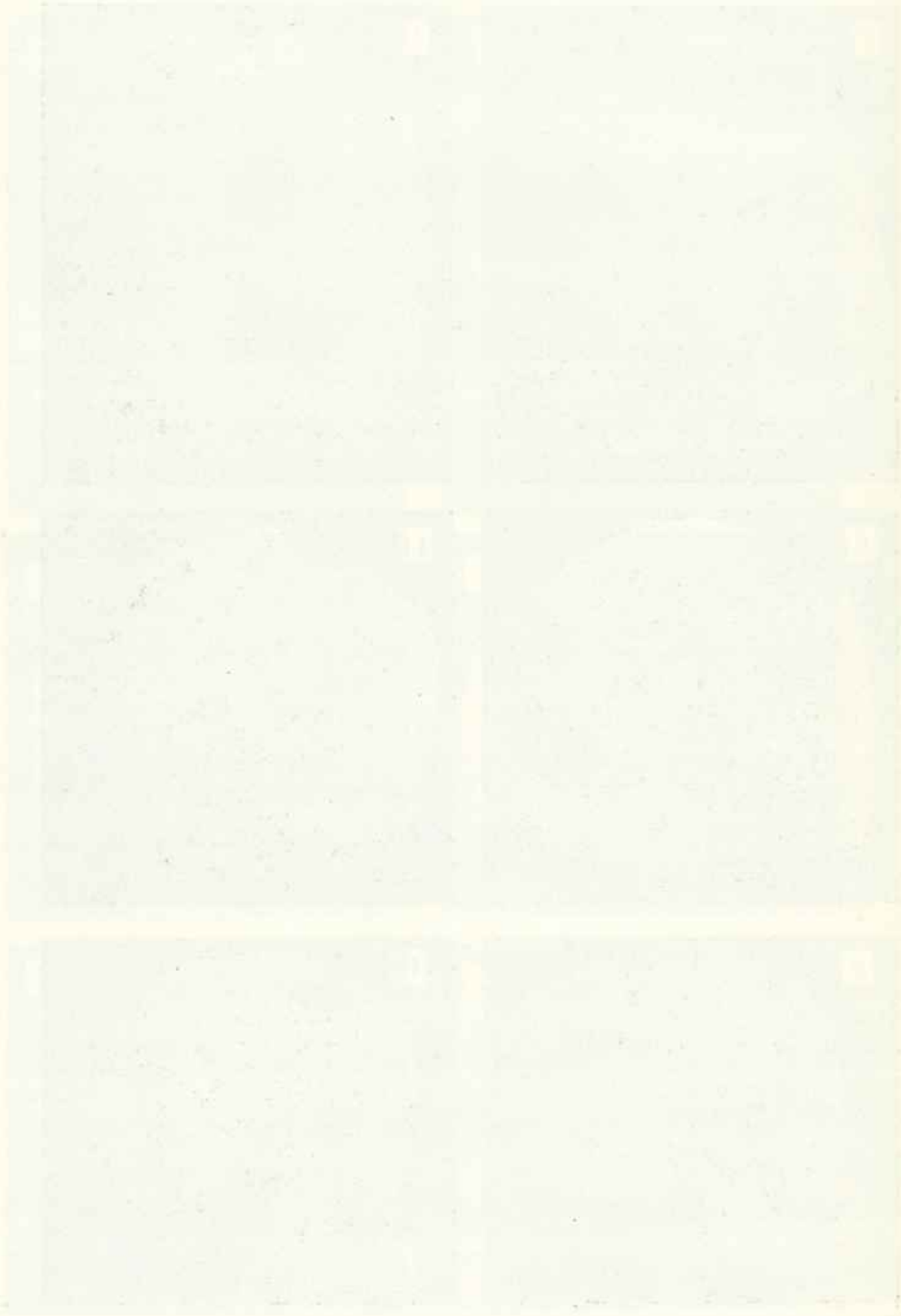
Podając ostateczną charakterystykę tych dwóch typów wyróżniamy zatem:

1) Liczniejszy typ finoidny, wyższego wzrostu (165·3 *cm*) o kościach cieńszych, słabszej budowy, jaśniejszy, o czaszce mniejszych nieco rozmiarów, z góry patrząc kształtu owalnego lub elipsoidalnego, rozwiniętej w długość, z wydatnym karczkiem potylicznym, o skroniach częściej spłaszczonych, sklepieniu płaskiem, słabiej rozwiniętych wyrostkach sutkowych i rylcowatych, nieznacznie rozwiniętych linjach skroniowych półkolistych, jak również innych chropowatościach i guzowatościach; otwór słuchowy położony w środku, rzadko występuje naprzód. Czazski pod względem wskaźnika czaszkowego są pośredniogłowe (78·30); z oddzielnych typów kranjologicznych występuje przeważnie typ długogłowy (52·3%), a rzadziej pośrednio i krótkogłowy (po 23·8%); czaszki miernie wysokie (75·05 i 63·61), o węższem czole, potylicy i otworze potylicznym. Twarz węższa i wydłużona (52·03), kości policzkowe częściej w tył cofnięte, łuki jarzmowe słabiej rozwinięte, oczodoły węższe, częściej poziomo rozwinięte; nos dłuższy; według wskaźnika czaszki są pośrednionose, częściej bez wcięcia nosowego, oś nosowa i łuki nadoczodołowe uwydatniają się słabo, zęby prosto stojące, rzadziej pochylone naprzód, kąty żuchwy częściej szeroko rozstawione, rzadko zbliżone. Szwy proste, rzadziej zawile, szew strzałkowy w połowie wypadków wzniesiony. *Ossa epactalia* i *interparietalia* występowały w trzech wypadkach, wstawkowe w *pterion* w dwóch i w dwóch wypadkach *ossa Wormii*.

2) Rzadszy typ mongoloidny, nieco niższego wzrostu (164·1 *cm*), o kościach grubszych, mocniejszej budowy, być może







ciemniejszy, o czaszce większej, kształtu w górze owalnego, lecz często zwężającego się w kierunku czołowym i rozszerzonego w okolicy guzów potylicznych. Czaszka rozwinięta więcej na szerokość z potylicą, niekiedy spłaszczoną; o skroniach wypukłych, sklepieniu wyniosłem, o silniej rozwiniętych wyrostkach sutkowych i rylcowatych, silniej nieco występujących liniach skroniowych i potylicznych, służących dla przyczepów mięśniowych; otwór słuchowy najczęściej w tył cofnięty. Czaszka krótkogłowa (83·34), w układzie kranjologicznym przeważnie występuje typ krótkogłowy (90·9%), nieco wyższa (76·40 i 65·16), o węższem czole, potylicy i otworze potylicznym. Twarz szeroka i krótsza, często kształtu czworokątneho, (49·52), kości policzkowe częściej na dół zgniecione, łuki jarzmowe mocniejsze, oczodoły szersze, poziomo, lub skośnie stojące, pod względem rozwoju nosa czaszki pośrednio lub płaskonose, nieraz z wyraźnem wcięciem nosowem u nasady często z mocną ością nosową; wydane łuki nadoczodołowe, zęby prostopadle stojące, kąty żuchwy najczęściej szeroko rozstawione. Szwy często zawile. Szew strzałkowy w czterech wypadkach był wzniesiony, w dwóch występowały *ossa epactalia* w *pterion* i w $\frac{1}{8}$ wypadkach *ossa Wormii*.

Przypuszczamy, że typ pierwszy, oznaczony przez nas nazwą finoidnego, nieco wyższy, pośredniogłowy, pogrzebany głębiej, należy do autochtonów — wcześniej tu osiadłych Litwinów, natomiast typ drugi, mongoloidny, pochowany mniej głęboko, później przybyły, niższy, krótkogłowy, odpowiada zapewne współczesnemu typowi białoruskiemu. Stwierdzają to również powyżej podane badania włosów należących do tego drugiego typu.

Prof. Ho y e r sfwierdził bowiem, że włosy, pochodzące z cmentarzyska — pomimo zniszczenia ich przez czas i wilgoć — tak pod względem barwy, jak i wskaźnika średnicy nie różnią się niczem od współcześnie zamieszkałych tu Białorusinów.

Objaśnienie tablic.

Tablica 2.

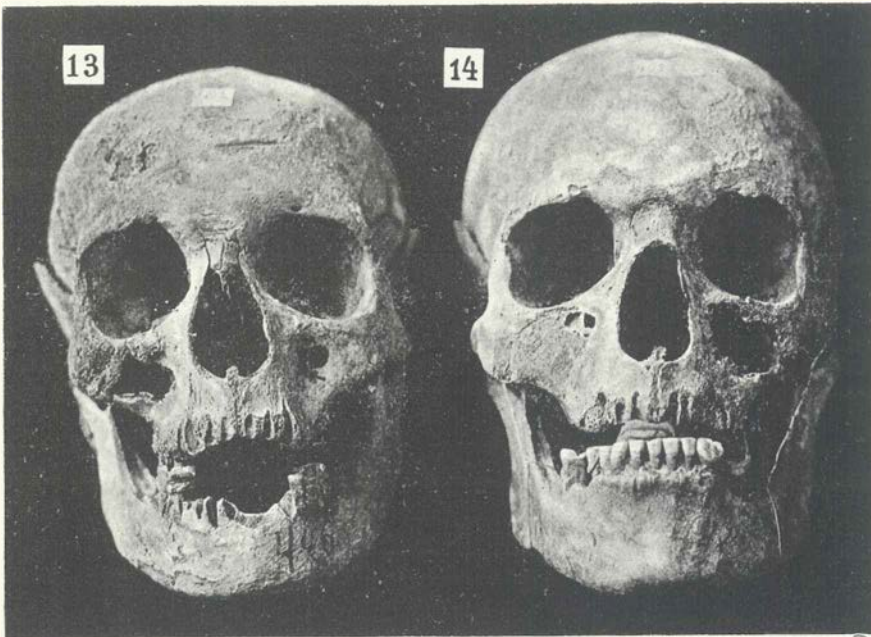
Ryć. 1—3	grób 129	l. zakładu	antropol.	Uniwersytetu	Jagiellońskiego	487
" 4—6	" 107	"	"	"	"	426
" 7—9	" 84	"	"	"	"	412
" 10—12	" 76	"	"	"	"	369

Tablica 3.

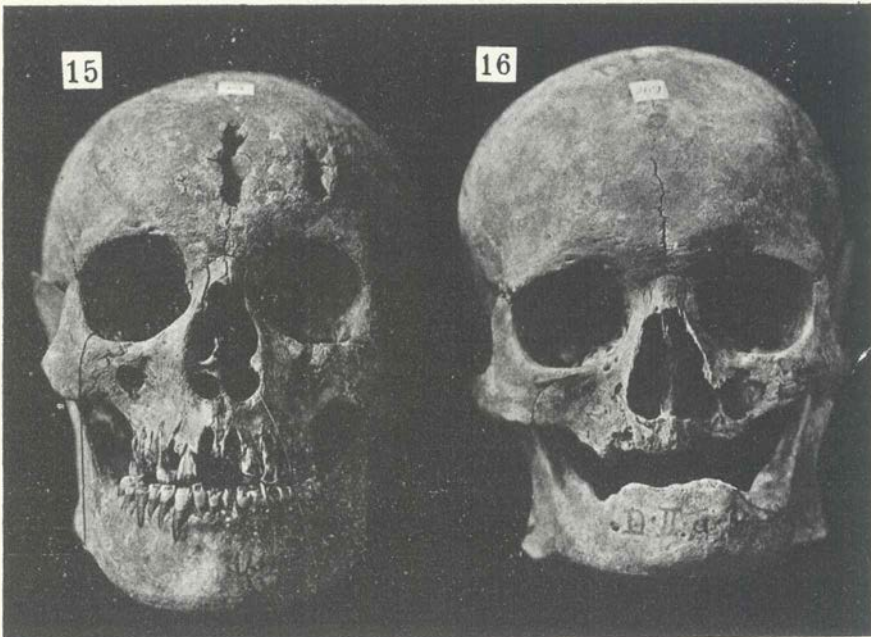
Руц. 13 гроб	107 l. zakładu antropol. Uniwersytetu Jagiellońskiego	426
" 14 "	129 " " " " " "	129
" 15 "	84 " " " " " "	412
" 16 "	71 " " " " " "	369

Literatura do części antropologicznej niniejszej pracy.

- Baer E. K.** Die Gräber der Liven. Ein Beitrag zur nordischen Alterthumskunde und Geschichte. Dresden 1850.
- Богдановъ А. П.** О могилахъ скито-сарматской эпохи въ Полтавской губ. и о краниологiи скифовъ. (Антроп. Выст. 1879. Т. III. Moskwa, str. 263—279). (Pomiary 17 czaszek scytyjsk. dokon. przez Bogdanowa i Kowrajskiego).
- Жители древнихъ Болгаръ по краниологическимъ признакамъ (Тамже. str. 363—382). Pomiary 34 czasz. staroż. Bułgarów dokonane przez Tichomirowa.
- Древние Новгородцы въ ихъ черепахъ. (Тамже, str. 462—475). Pomiary 99 czaszek starożytnych Nowogrodzian, dokonane przez Ikowa i Tichomirowa.
- Курганы жителей Сѣверянской земли по раскопкамъ въ Черниговской губ. (Тамже, str. 350—361). (Pomiary Tichomirowa 37 czasz. Siewierzan).
- Курганные черепа области древнихъ Сѣверянъ. (Тамже. Т. II, str. 180—191). (Pomiary Tichomirowa 30 czaszek Siewierzan).
- Материалы для антропологии курганнаго періода Московской губ. (Изв. Общ. Люб. Ест., Антр. и Эти. Т. IV. вып. I Moskwa 1867). Pomiary Bogdanowa 130 czaszek z moskiewskich Kurhanów z VIII—X w.
- Богдановъ А. П.** Древние Кіевляне по ихъ черепамъ и могиламъ. (Антроп. Выст. 1879. Т. III, str. 305—319). (Pomiary Bogdanowa 16 czaszek z kijowskich kurhanów).
- Черепа изъ старыхъ московскихъ кладбищъ. (Тамже. Т. II, str. 330—346) (Pomiary Bogdanowa 117 czaszek z cmentarzy moskiewskich z XVI—XVIII w.
- Курганы приуральскіе по раскопкамъ гг. Зографа и Нефедова. (Тамже. Т. III, str. 279—286). (Pomiary 16 czaszek Baszkirów z staroż. cmentarzy).
- Beddoe.** Têtes finnois et des suédois (Bull. de la Soc. d'Anthr. de Paris, 1865 str. 454).
- Broca P.** Recherches sur l'indice nasale (Rev. d'Anthr. Т. I 1872, str. 35). Na zasadzie 4 wskaźników czaszkowych, obliczonych z pomiarów czaszek estońskich, autor zalicza je do Mongołów.
- Catalogue des crânes d'origine finnoise, exposés par le musée d'anatomie de l'Université Imp. d'Alexandre en Finlande. Helsingfors. 1878. (Tablica pomiarów 38 fińskich czaszek (Finlandja).
- Davis O.** Thesaurus craniorum. Londyn 1867.
- Елисеѣвъ.** Антропологическія замѣтки о Финнахъ. (Проток. засѣд. Антр. Отд. И. О. Л. Е. А. и Э. съ 4 дек. 1881—1886 г. Moskwa). (Przytacza niektóre dane z pomiarów na żywych i o wskaźniku czaszkowym).



Typy mongoloidne.



J. Talko-Hryncewicz i H. Hoyer.

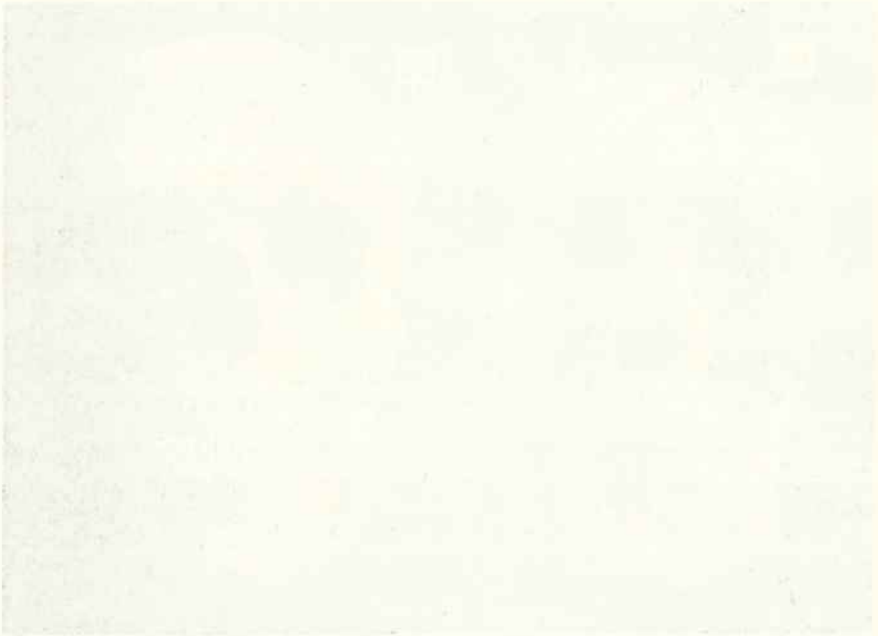


Figure 1



Figure 2

- Гамченко С. Житомирскій могильникъ. Археолог. Изелѣд. житомирской группы кургановъ. Żytomierz, 1888. (Pomiary Gamczenki 7 czasz. Drowlan z Wołynia).
- Grewingh. C. Ueber Liven und Livenschädel. Beilage zur Neuen Dörptschen Zeitung. 1874. N. 201. Pomiary 16 czaszek Liwów z okolic jeziora Ikkul).
- Несек А. De cranis Esthonum. Dorpati Livonorum, 1838. (Pomiary 10 czaszek Estów).
- Ивановскій А. А. Объ антропологическомъ составѣ населенія Россіи. (Труды Антр. Отд. Т. XII. И. О. Л. Е. А. и Э. Т. IV. Moskwa). Praca zawiera wiadomości o literaturze kranjologicznej.
- Населеніе земнаго мара. Опытъ антр. классификаціи (Тамже Т. XXVII. И. О. Л. Е. А. и Э. Т. CXXI. Mnskwa). Praca zawiera wiadomości o literaturze kranjologicznej.
- Кепленъ. Матеріалы по вопросу о первоначальной родинѣ и первобытномъ родствѣ индо-европейцевъ и финно-угровъ. Petersburg 1886.
- Колмогоровъ А. И. Финны Финландіи («Русск. Антр. Жур.» 1904 NN. 3 и 4 Moskwa). (Pomiary ludzi żywych i wiadomości o Finach).
- Корперникіи J. Czaszki przedmieszkan krakowskich z XVII—XVIII w. Zbiór wiad. do antr. kraj. T. XI. Kraków 1887. Pomiary Korpernickiego 47 czaszek.
- Коврайскій Ф. Ф. Замятка о черепахъ изъ скито-сарматской эпохи. Труды Антр. Отд. Т. XII И. О. Л. Е. А. и Э. Т. LXVIII, str. 18—27 Moskwa. Pomiary Kowrajskiego 3 czaszek.
- Kyrklund K. Crânes trouvés dans la Finlande proprement dite à Pyhämaa, paroisse de Pyhämaa gouvernement d'Abo et Björneborg. Matér. pour servir à la connaissance des crânes des peuples finnois. Helsingfors 1881. Wymierzono 15 czaszek fińskich.
- Crânes trouvés dans la Finlande proprement dite à Putsaari, paroisse de Nykyrka, gouvernement d'Abo et Björneborg. Тамже 1881. (Wymierzono 5 czaszek fińskich).
- Lissauer. Crania Prussica. Zeitschr. f. Ethn. 1878. II, str. 125. (Opis 50 czasz. lotewskich z Anatom. Instyt. Uniw. Królewieckiego; według pomiarów prof. Kupffera).
- Маліевъ Н. М. Матеріалы для сравнительной антропологии восточнаго края Россіи. Труды Общ. Ест. при Казанск. Унив. Т. IV. N. 2 Kazań 1874. Oprócz pomiarów ludzi żywych zmierzono i opisano 17 czaszek Czeremisów, Czuwaszów, 1 Woguła i 15 Wotiaków.
- Отчетъ о вогульской экспедиціи. Тамже 1872 Т. III. (Niepełne wymiary 13 dorosłych Wogulów mężczyzn z rz. Łożwy i werchnieturskiego powiatu w gub. permskiej.
- Вогулы («Русск. Антр. Жур.» 1901. N. 1 Moskwa). (Pomiary ludzi żywych i 5 czaszek Wogulów ze zbiorów cesar. Akad. Nauk w Petersburgu).
- Meyer H. Beitrag zur Kenntnis der Estenschädel. Arch. f. Anthr. 1875. T. VIII. (Pomiary 10 czaszek estońskich).
- Olechnowicz W. Crania polonica. Mat. antr.-arch. i etnogr. Charakter. kranjolog. 70 polskich czaszek z cmentarzy XVI—XVII w. i 51 wspólez. czaszek krakowskich.
- Quatrefages A. Histoire naturelle de l'homme. La race prussienne. Revue des deux mondes. T. 91, Paryż 1871. (Badania 3 czaszek estońskich).

- Retzius A. Om formen of. Nordboernes kranier. Törhandl. vid de Scand. Nat. turfors.
- Retzius G. Fińska kranier. Stockholm 1878. (Pomiary Finnów-Tawastów i 30 fińskich czaszek w stockholmskiem muzeum anatomicznem).
- Rozwadowski J. Kilka uwag do przedhistorycznych stosunków wschodniej Europy i praocjczyzny indoeuropejskiej na podstawie nazw wód. Roczn. Slawist. T. VI Kraków 1913.
- Schmidt E. Die anthrop. Sammlungen Deutschlands. Privat Sammlungen. Leipzig. u. Braunsweig 1887. (Pomiary 2 fińskich czaszek z Finlandyi i jednej estońskiej).
- Спидничъ Н. П. Вогулы. »Русск. Антр. Журн.« 1904. NN. 3-4, Moskwa. Opis 56 czaszek Wogulów z muzeum antrop. uniwersytetu moskiewskiego. Schöller (Zeitschr. f. Ethnol. posiedz. 18 paźdz 1873). Pomiary 15 czasz. estońsk. Sommier S. Note di viaggio (Arch. per l'Antrop. e la Etnol. 1889. Vol. XVIII. fas. 3, Vol. XIX, fas. 1. Są tu wiadomości o Czeremisach.
- Talko-Hryncewicz J. Przyczynek do poznania świata kurhanowego Ukrainy. Mater. antr.-arch. i etnogr. T. IV, Akad. Um. 1899 Kraków. (Pomiary 35 czaszek z epoki kamienia i brązu na Rusi, 18 scytyjskich, 51 drewlańskich i 19 polańskich, jak również kości długich z tych epok.
- Przyczynek do paleoetnologji Rusi litewskiej o domniemanych czaszkach krzywiczańskich. Tamże. T. VI, Kraków 1903. (Pomiary 16 czaszek Krzywiczian, dokonane przez autora.
 - Mieszkańcy Wilna z drugiej połowy XVI i początków XVII stul. Stud. antrop. (Tamże. T. IX. 1907). Pomiary autora 42 czaszek z kościoła św. Anny w Wilnie.
 - Wiadomości antropologiczne o domniemanych szczątkach fińskich na Żmudzi. (Tamże. T. XIV. 1914). Pomiary 13 czaszek z cmentarzysk starożytnych na Żmudzi.
 - Опытъ физической характеристики древнихъ восточныхъ словянъ (»Сборн. по славянов«, T. III, Petersburg 1909). (Tablice pomiarów czaszek różnych badaczy obliczone przez autora według grup plemiennych, które weszły do pracy niniejszej).
 - Материалы для антропологии Монголии и Забайкалья. Z pracy tej, pozostającej jeszcze w rękopisie, wzięte zostały dane o dokonanych przez autora pomiarach czaszek rasy mongolskiej: 48 Mongoło-Chałchasów, 20 Mongoło-Buriatów i 11 północnych Chińczyków.
 - Polacy Królestwa Polskiego w świetle dotychczasowych badań antropologicznych. Rozprawy Wydz. mat.-przyr. Ak. Um. T. XII, B. Kraków 1912. (Synteza dotychczasowych rezultatów badań żywych Polaków).
 - Człowiek na ziemiach naszych. Kraków-Warszawa 1914. (Ogólne wiadomości o antropologii Słowian i o niektórych pomiarach ich czaszek).
 - Człowiek na ziemiach polskich. Przegl. powsz. maj — czerwiec, Kraków 1914. (Streszczenie poprzedniej pracy).
 - Notatki do antropologii Czuwaszów nadwołżańskich. Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Ak. Um. T. XLIX, Ser. B. Kraków 1909. (Pomiary dokonane na żywych i niektóre wiadomości co do typów fińskich).

- Talko-Hryncewicz J. O trepanowanych czaszkach XIV—XVI w. z cmentarzyka w Łankiszkach pod Naczą (na Litwie). (Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Ak. Um. w Krakowie. T. LVIII. Ser. B. 1918).
- Finlandja pod względem etnograficznym, antropologicznymi narodowościowym. Przewodnik nauk. i liter. Rok XLVIII. T. XLVI. Zesz. II, luty 1922. Lwów.
- Tarenetzky A. Beiträge zur Craniologie der Grossrussischen Bevölkerung der Nördlichen und Mittleren Gouvernements. Petersburg 1884. (Pomiary czaszek wielkorosyjskich z różnych gubernij).
- Topinard P. Du prognatisme. Revue d'Antrop. T. I, str. 661, T. II. 1873, str. 79, str. 253. (Badania i pomiary 5 czaszek estońskich).
- Ujfalvy de Mezö-Kövesd. Crânes finnois. Bull. de la Soc. d'Anthr. de Paris, 1877, str. 74.
- Virchow R. Messungen estnischer Schädel. Zeitschr. f. Ethnol. 1873. (Pomiary 4 czaszek Estów).
- Vergleichung finnischer und estnischer Schädel. mit alten Gräberschädeln des nordöstl. Deutschlands. Zeitschr. f. Ethnol. T. IV.
- Livländische Schädel Zeitschr. f. Ethnol. 1878. (Verhandlung, str. 147). (Opis 5 czaszek Liwów).
- Abhandlungen der Berl. Gesell. f. Anthr., Ethnol. und Urgesch. Posiedzenie 9 marca 1878 r. (Opis 3 czaszek Iotewskich).
- Wäber O. Beiträge zur Anthropologie der Letten. In. Diss. Dorpat. 1879. (Pomiary żywych i niektóre pomiary 6 czaszek Iotewskich dokonane przez prof. Stiedę).
- Weinberg R. Über einige Schädel aus älteren Liven, Letten und Estengräbern. Posiedz. Tow. Estońsk. Dorpat 1896. (Pomiary 4 czaszek Estów, 4 czas. Liwów i 2 czaszek Łotyszów).
- Crania livonica. Untersuchung. zur prähist. Anthropologie des Balticum. Arch. f. die Naturk. Liv. Est. und Kurlands herausg. von der Naturfor.-Gesell. bei der Univers. Jurjew-Dorpat. T. XII. Zesz. 2 1902. (Opis 4 czaszek Liwów).
- Къ анатоміи нѣбнаго валика, (*torus palatinus*) (»Русск. Антр. Жур.« N 3, 1902). (Pomiary 4 czaszek Liwów).
- Welcker H. Craniologische Mittheilungen. Arch. f. Anthr. T. I. (Pomiary 11 czaszek Estów).
- Witt H. Die Schädelform der Esten. In.-Diss. Dorpat. 1879. Zarys antrop. na podstawie badań 91 czaszek estońskich.
- Wittich. Schriften der phisik.-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg. 1872, str. 127. Opis i pomiary 5 czaszek litewskich.
- Westerlund F. W. Studier i Finlands antropologi. „Fennia“ Helsingfors. 18 N 2 1900, 20 N 2 1902 i 21 N 5 1904. Wiadomości o antropologii Finów, z badań dokonanych na nowobrańcach co do wzrostu, wskaźnika czaszkowego i barw włosów i oczu.
- Weymarn E. Crânes trouvés en Carélie dans la paroisse de Ruskolaks gouvernement de Wiborg. Mater. pour servir à la connaissance des crânes des peuples finnois. Helsingfors 1881. (Pomiary 24 czaszek Karelów).
- Crânes trouvés en Carélie dans la paroisse de Kankola, Gouvernem. de Wiborg. Tamże. (Pomiary 19 czaszek Karelów).
- Crânes trouvés en Carélie dans la paroisse de Hütola, gouvernem. de Wiborg. Tamże. (Pomiary 3 czaszek Karelów).

Pozazarodkowy rozwój przywry *Hemistomum alatum* Dies.

Napisał

Jerzy Ruszkowski.

Rzecz przedstawiona przez członka K. Janickiego na posiedzeniu Wydziału matematyczno-przyrodniczego dnia 7 listopada 1921 r.

Według dotychczas panujących pojęć rozwój przywr z rodziny *Holostomidae* odbywa się bez heterogonji — za pośrednictwem dwóch postaci larwalnych: *miracidium* i *Tetracotyle*, względnie *Diplostomum*, *Tylodelphys* lub *Codonocephalus*.

Mniemanie to, odrzucające tak charakterystyczne dla przywr digenetycznych larwy jak sporocysta i cerkarja, nie mogło utrzymać się długo bez poparcia uzyskanego na drodze doświadczałnej.

Z iniekcją więc prof. Konstantego Janickiego zająłem się rozstrzygnięciem tej kwestji; wyniki — jak się okazało — sprzeczne z pojęciami powszechnie przyjętymi, streszczam poniżej¹⁾.

Jako materiał służył mi pasorzyt lisów *Hemistomum alatum* Dies. Przejrawszy w czasie od 1. XII. 20 do 1. III. 21 wnętrzości 25 lisów, we wszystkich bez wyjątku znalazłem *H. alatum* prawie wyłącznie w dwunastnicy, a sporadycznie i w niewielkiej ilości w jelicie cienkim. Ilość znalezionych przywr w jednym lisie wahała się w granicach bardzo znacznych od 10 do przeszło 950 okazów.

Do hodowli *miracidium* używałem sposobów z doskonałym skutkiem stosowanych przy hodowli zarodków *Dibothriocephalus latus*²⁾.

¹⁾ Temat ten szerzej opracowany z opisem dotychczasowych badań, rysunkami i spisem literatury podałem już w Bull. intern. de l'Acad. Pol. des Sciences de Cracovie 1921.

²⁾ Konst. Janicki, Experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung von *Dibothriocephalus latus* L. Zentr. f. Bakt. u. Paras. 79 Bd. Jena 1917.

Po uprzednim rozerwaniu na drobne kawałki pasorzyta i usunięciu części niezawierających jajeczek pozostawiałem resztę w wodzie wodociągowej w temperaturze pokojowej.

Początkowo co kilka dni, następnie codziennie hodowlę kontrolowałem i oczyszczałem z gnijących części i zbierającego się na powierzchni kurzu.

Pierwszą hodowlę założyłem d. 1. XII. 20, dodając w miarę napływania materiału jajeczka aż do d. 21. I. 21. Dnia 28. XII. 20 zauważyłem pierwsze *miracidia*, których ilość zwiększała się z dnia na dzień. W wielu pustych jajeczkach wieczka były oderwane, w innych tylko odchylone; znaczna ilość zawierała ruchliwe zarodki.

Wobec tego można więc było przystąpić do zarażania przypuszczalnych żywicieli przejściowych; w pierwszym rzędzie wybór padł na ślimaki. W tym celu do małego akwarjum włożyłem dnia 5. I. 21 starannie przepłukane rośliny oraz następujące ślimaki, zebrane w najbliższej okolicy Warszawy: *Bithynia tentaculata* 6 okazów, *Lymnaea stagnalis* 2 ok., *L. ovata* 2 ok., *Physa fontinalis* 1 ok., *Planorbis corneus* 6 ok., *Pl. vortex* 6 ok.

Począwszy od tegoż dnia, dolewałem do akwarjum *miracidia* aż do d. 7. II. tj. do dnia, w którym larw w hodowli już nie było. Odtąd badałem co kilka dni ślimaki w ten sposób, że po zdjęciu w roztworze fizjologicznym muszli rozpatrywałem pod mikroskopem spłaszczone poprzednio kawałki ciała; w ciągu badań kilka ślimaków obumarło; w żadnym przywr nie znalazłem.

W miarę postępu badań nad ślimakami żywymi wyłoniły się dwie możliwości. Albo dalszą formą rozwojową *H. alatum* jest *Tetracotyle* znalezioną d. 3. IV. w jednym ok. *Planorbis corneus*, przeciw czemu świadczyło zbyt słabe zarażenie w stosunku do znacznej ilości *miracidium* wpuszczonych do akwarjum, albo taką formą są sporocysty, znalezione w pięciu okazach *Planorbis vortex*. Za ostatniem przypuszczeniem przemawiało pokaźne, bo 83% liczące zarażenie wszystkich użytych do doświadczeń *Pl. vortex*, poparte jeszcze przez spodziewane masowe wystąpienie redji, względnie cerkarji, co tłumaczyłoby poniekąd wielką niekiedy infekcję lisów.

Na podstawie otrzymanych rezultatów przy zakładaniu drugiej hodowli położyłem specjalny nacisk na *Pl. vortex*, oraz na inne gatunki rodzaju *Planorbis*.

W jednym akwarjum (I) umieściłem 19 ok. *Planorbis vortex*, w drugim (II) 55 innych ślimaków. Równocześnie równą ilość

ślimaków, zebranych tegoż dnia i w tych samych miejscowościach umieściłem w akwarjach kontrolnych (III i IV), wreszcie trzecią mniej więcej równą część badałem natychmiast po przyniesieniu do domu.

Do akwarjum II i IV włożyłem między 5 i 10 marca następujące ślimaki pochodzące z różnych miejscowości okolic Warszawy:

Amphipeplea glutinosa 1 okaz, *Lymnaea palustris* 2 ok., *L. stagnalis* 1 ok., *Physa fontinalis* 6 ok., *Planorbis corneus* 15 ok., *Pl. marginatus* 12 ok., *Pl. rotundatus* 3 ok. i *Pl. septemgyratus* 15 ok.

Akwarja I i II zarażałem miracidiami otrzymanymi z hodowli jajeczek *H. alatum*, znalezionych w lisach zabitych między 27. I. i 1. III. 21.

Co i kiedy znalazłem w zarażonych okazach *Planorbis vortex* podaje następująca tabelka:

Data	Ilość okazów	Co znaleziono:
21. III. 21	1 (martwy)	niema przywr
22. " "	1	" "
24. " "	2	w jednym niema przywr, w drugim — sporocysty <i>H. alatum</i>
31. " "	2	niema przywr
6. IV. "	1	" "
7. " "	1	sporocysty <i>H. alatum</i>
8. " "	1	" "
12. " "	1	" "
16. " "	1	" "
20. " "	1	sporocysty i cerkarje <i>H. alatum</i>
27. " "	1	" <i>H. alatum</i>
29. " "	1	" "
1. V. "	1	" "
6. " "	2	w jednym sporocysty <i>H. alatum</i> , w drugim redje i cerkarje <i>Diplodiscus subclavatus</i>
7. " "	1	sporocysty <i>H. alatum</i>
13. " "	1	" "

Obliczając % ślimaków zarażonych przez *H. alatum*, otrzymamy prawie 65% (12:19); należy zwrócić jednak uwagę na fakt, że od 7 kwietnia, a więc mniej więcej po miesiącu od pierwszego (5. III.) zarażenia, wszystkie ślimaki zawierały sporocysty z wyjątkiem jednego, który jednak zarażony był masowo przez cerkarje

Diplodiscus subclavatus. Zważywszy jeszcze, że dwa ślimaki już na początku hodowli obumarły, należałoby % infekcji znacznie podnieść.

W akwarjum kontrolnem, w którym badania były prowadzone możliwie tegoż dnia a najpóźniej drugiego, sporocyst *H. alatum* ani razu nie znalazłem.

W akwarjum, które zawierało inne ślimaki, a było zarażone równocześnie z akwarjum I, znalazłem sporocysty *H. alatum* dwukrotnie: raz d. 18. V. w *Planorbis marginatus* Dr. (w jednym na dwanaście okazów; w niektórych sporocystach były młode cerkarje) i raz d. 25. V. w *Planorbis septemgyratus* Ross. (1:15). Inne ślimaki z tegoż akwarjum oraz wszystkie z kontrolnego (IV) sporocyst *H. alatum* nie zawierały.

W tym czasie przejrzałem pewną ilość ślimaków — przeważnie *Planorbis vortex* (koło 200 okazów) — pochodzących z różnych miejscowości Polski, lecz ani razu ani sporocyst, ani cerkarji *H. alatum* nie znalazłem.

Sporocysty pojawiały się początkowo w ilościach minimalnych, nierzadko jedna lub dwie, następnie w ilościach znacznych. Wątroba — a w tym narządzie je znajdowałem — poprostu była niemi wypchana; ponieważ są one bardzo ruchliwe, niejednokrotnie obserwowałem je przez muszlę ślimaków; po zdjęciu muszli ruch stawał się intensywniejszy, przyczem sporocysty jednym końcem, czasami połową ciała lub prawie całkowicie tkwiły w tkankach żywiciela.

Sporocysty mają kształt długiego a wąskiego worka; znaczne różnice w długości poszczególnych okazów widzimy z następującej tabeli:

Data		długość w mm	szerokość w mm
10. II. 21.	a.	1.68	0.04—0.07
	b.	1.54	0.03—0.15
24. III. „		0.51	0.11
7. IV. „		0.85	—
16. „ „	a.	2.9	0.07—0.11
	b.	2.3	
20. „ „	kilka	2.1—2.8	—
27. „ „	a.	2.9	0.06—0.11
	b.	0.32	0.03
1. V. „		3.15	0.09—0.14

Data		długość w mm	szerokość w mm
7. V. 21	a.	3.55	0.08
	b.	1.99	0.03—0.07
13. " "		1.06	0.07
18. " "	a.	2.9	0.06
	b.	5.1	0.04—0.08

Widzimy, że sporocysty z *Pl. vortex* od minimalnej długości 0.32 mm dochodzą do maksymalnej 3.55 mm, a w *Pl. marginatus* nawet do 5.1 mm. Szerokość więcej równomierna wykazuje jednak dość znaczne różnice w poszczególnych miejscach tej samej sporocysty; niektóre miały szerokość prawie jednakową na całej długości; gdy jednak w pewnych miejscach skupiały się większe ilości zarodków, szerokość tych miejsc znacznie się zwiększała, przewyższając nawet pięciokrotnie szerokość miejsc najwęższych.

Sporocysty są na obu końcach odmiennie ukształtowane: u okazów wyciągniętych przedni koniec, znacznie ruchliwszy, ma kształt mniej więcej stożkowaty i wewnątrz wypełniony jest parenchymą, a stąd też w tej części nigdy nie widziałem zarodków; tylny koniec ma kształt łopatkowaty. Wewnątrz, jakby w płynie, przy skurczach sporocysty poruszają się naprzód i w tył zarodki, o kształtach mniej więcej owalnych, lecz różnej długości; okazy starsze mają postać wydłużoną; jeszcze starsze mają koniec kikutowato rozwidlony.

Dwukrotnie dnia 16. IV. i 1. V. udało mi się stwierdzić, że sporocysta macierzysta zawiera sporocystę wtórną; można ją było odróżnić po tem, że oprócz ruchów biernych, wspólnych dla wszystkich zarodków, posiadała zdolność ruchu samodzielnego, szczególnie w przedniej części; zawierała też wyraźne skupienia komórek, analogicznie do takich skupień w młodych sporocystach macierzystych.

Wymiary trzech pokoleń z d. 16. IV. 21 są następujące:

	długość w mm	szer. w mm
sporocysta macierzysta	2.9	0.11
" wtórna	0.32	0.03
zarodki	0.015—0.028	—

D. 20. IV. obok sporocyst bardzo młodych zauważyłem sporocysty zawierające cerkarje w różnym stopniu rozwoju. Najwięcej rozwinięta przedstawia typową cerkarję o widelkowato rozpołowionym ogonku; dobrze rozwinięta przysawka brzuszna, przednia zaś niewy-

rażna, plamek ocznych ani sztyletu niema; przewodu pokarmowego nie widziałem, system wydzielniczy dochodzi aż poniżej głębokiego rozwidlenia ogonka. Wymiary następujące: długość części przedniej (*metacerk*) bardzo ruchliwej i kurezliwej wynosi 0·170 mm, szerokość nad przyssawką brzuszna 0·043; długość ogonka do rozwidlenia 0·199, szerokość 0·026, długość części rozwidlonych 0·199, szerokość 0·014 mm.

D. 25. V. 21 kilka cerkarji obok bardzo licznych sporocyst znalazłem w *Planorbis septemgyratus*.

Nigdy nie zauważyłem w sporocycie otworu, przez któryby cerkarje wychodziły; widocznie przebijają one ściankę w różnych miejscach; raz widziałem cerkarję wydobywającą się w pobliżu stożkowatej przedniej części sporocysty, drugi raz znacznie niżej, prawie w połowie ciała.

Wyniki moich badań, pomimo, że nie uważam je za ukończone, mogę streścić w następujących punktach:

1) początkowemi stadjami przywry *Hemistomum alatum* Dies. są: *miracidium*, rozwijająca się z niego sporocysta, wreszcie powstające heterogonicznie furkocerkarje;

2) do rozwoju potrzebny jest żywiciel pośredni, a tym jest *Planorbis vortex* L., wyjątkowo zaś mogą być nim i inne gatunki rodzaju *Planorbis*.

Z pracowni Zakładu Zoologicznego Uniwersytetu Warszawskiego.

Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego Polskiej Akademii Umiejętności.
Serja III. Tom 19. Dział B. (Ogólnego zbioru tom 59 B).

Borzęcki K.: Przyczynk do znajomości Desmidjów okolic Lwowa (z tab. 1) (str. 1—41). — Stach J.: O czarnej odmianie chomika (*Cricetus cricetus L. m. niger*) (z tab. 2) (str. 43—96). — Kozłowski A.: O powstawaniu plastydów z chondrjozomów w komórkach roślinnych (z tab. 3—5) (str. 97—133). — Jakowicki W.: O fizjologicznych własnościach morfiny przy wśródzynie i podskórnem wprowadzaniu (str. 135—174). — Liłpop J.: Przyczynk do znajomości mięksisza zieleniowego (str. 175—185). — Talko-Hrynczewicz J.: Przyczynk do kranjologii półn.-wsch. Azji (z tab. 6) (str. 187—221). — Vorbrodt W.: O przeróbce azotu i fosforu w grzybni kropidlaka (*Aspergillus niger*) (str. 223—301). — Kulczyński St.: Studja systematyczno-geograficzne nad gwoździakami (z tab. 7) (str. 303—397). — Rose M.: Lokalizacja histologiczna przedmózga krokodyli (z tab. 8—10) (str. 399—431). — Koskowski W.: Wyciąg Liebiga, jako bodziec gruczołów żołądkowych przy powtórnem wprowadzeniu (str. 433—441). — Wóycicki Z.: Pęknięcie pylników i rola t. zw. stomium (z tab. 11—13) (str. 443—484). — Talko-Hrynczewicz J.: Piotr Skarga Pawężki jako typ fizyczny (z tab. 14—15) (str. 485—508). — Gajewska H.: Nukleolizacja jądra i plazmy rosnącego oocytu drewniaka (*Lithobius*) (z tab. 16—17) (str. 509—542). — Talko-Hrynczewicz J.: Główne cechy antropologiczne u inteligencji polskiej (z 2 tabelami) (str. 543—553). — Zubrzycki J. i Maritczak M.: Zaczyny ciała żółtego jajnika w ciąży (*corpus luteum graviditatis*) (str. 555—635).

Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego Polskiej Akademii Umiejętności.
Serja III. Tom 20. Dział B. (Ogólnego zbioru tom 60 B).

Kozłowska A.: O zbożach kopalnych z okresu neolitu w Polsce (str. 1—20). — Anigstein L.: Obserwacje nad *Vibriothrix zeulanica* (Castellani) (z tablicą 1) (str. 21—27). — Talko-Hrynczewicz J.: Kończyna górna i stosunek oddzielnych jej części u różnych plemion (str. 29—53). — Kaufmanówna W.: Zmiany zawartości skrobi w pyłku kwiatowym leszczyny (*Corylus Avellana*) (str. 55—69). — Fedorowicz Z.: Ujęcie serc limfatycznych płazów (str. 71—78). — Kulczyński St.: O myrmekofilji niektórych naszych habrów (str. 79—86). — Tondera F.: O wpływie siły ciężkości na rośliny lądowe umieszczone w wodzie (str. 87—103). — Kleczkowski T. i Karelus K.: Badania serologiczne nad jaglicą (str. 105—122). — Prüffer J.: Polskie formy *Pararge aegeria L.* (z tablicą 2) (str. 123—126). — Wołoszyńska J.: Głony okolic Kijowa (str. 127—140). — Wołoszyńska J.: Jeziora czarnohorskie (str. 141—153).

Rozprawy Wydziału mat.-przyrod. wychodzą od r. 1901 w dwóch działach:
A. (Nauki matematyczno-fizyczne), B. (Nauki biologiczne).

Skład główny w Księgarniach Gebethnera i Wolffa: Warszawa, Kraków,
Lublin, Łódź, Poznań.