

JANUSZ GILL

SZYBKOŚĆ PRZECHODZENIA
TREŚCI PRZEZ PRZEWÓD POKARMOWY
SŁONIA INDYJSKIEGO (*Elephas maximus* L.)
W WARUNKACH OGRODU ZOOLOGICZNEGO *

Laboratorium Fizjologiczne Miejskiego Ogrodu Zoologicznego w Warszawie
Kierownik: prof. dr B. Gutowski

WSTĘP

F. G. Benedict w swej „Fizjologii słonia” mówi, że dla pełnej interpretacji uzyskanych faktów fizjologicznych konieczne są rozległe badania porównawcze różnych gatunków zwierząt: od 20-gramowej myszki do 700-kilogramowego perszerona, czy nawet 5-tonowego słonia. Uważa on, że tylko takie postępowanie może pozwolić na wyciągnięcie odpowiednich wniosków.

Zainteresowania organizmem słonia sięgają bardzo daleko wstecz. Już *Arystoteles* pisał, że trzewia słonia są podobne do trzewi wieprza, tylko o wiele większe. *Galen* wykonywał i opisywał sekcje słonia. Później wykonano wiele prac, najprzód nad anatomią i potem nad fizjologią słonia. Zebrane są one w podręczniku *Benedicta*.

Cel pracy. Podczas sekcji słonia indyjskiego „Jasia-Partyzanta” w warszawskim Zoo w 1956 r. stwierdziłem, że treść w całym przewodzie pokarmowym jest wyraźnie kwaśna. Ponadto wygląd trzew słonia istotnie przypomina trzewia świni, jak pisał o tym *Arystoteles*. Jednakże wówczas wydawało się, że przez kilkanaście godzin, jakie minęły od śmierci słonia do sekcji, procesy bakteryjne mogły obniżyć normalne pH. Wymagało to jakiegoś potwierdzenia.

Drugim powodem podjęcia niniejszej pracy była chęć porównania badań *Benedicta* nad szybkością przechodzenia treści pokarmowej u indyjskiej słonicy „Jap”, przy zastosowaniu nowszych metod. *Benedict* badał to za-

* Jest to treść komunikatu wygłoszonego na Zjeździe Anatomów i Zoologów Polskich w Krakowie, w dniu 22. 9. 1959 r.

gadnienie w sposób rzadko stosowany w fizjologii. Mianowicie kawałki gumy z dętki samochodowej długości 28 do 97 mm, szerokości 8 do 37 mm i grubości 2 do 3 mm, w ilości 10 sztuk umieszczał w bochenku chleba. Chleb owijał papierem parafinowanym i podawał słońcy, która w całości go zjadała. Następnie w kale odszukiwał gumę i oznaczał czas ukazania się pierwszych i ostatnich kawałków. Z opisu tych doświadczeń nie wynika, czy bochenki chleba były dawane podczas normalnego żywienia słońcy, czy też nie. Godziny podawania bochenków wskazywałyby jednak, że nie były to okresy normalnego zadawania pokarmów.

Obecnie zostały opracowane dość dokładne i bardziej fizjologiczne metody badania szybkości transportu treści pokarmowej u zwierząt. Przy pomocy tych metod można uzyskać wyniki dające się ze sobą porównywać. Lecz chociaż zagadnieniem tym przy badaniu procesów trawienia interesował się już *Spallanzani*, to dziś stosowane metody zostały opracowane dopiero w latach trzydziestych XX wieku przez szkołę *Mangolda*, a znacznie udoskonalone przez *Balcha* [2] oraz *Elizabeth Castle* [5] dopiero w latach 50-tych. Ta ostatnia metodyka została zastosowana w badaniach szybkości transportu treści pokarmowej u różnych gatunków zwierząt dzikich, *Gill* [11, 12, 13].

METODYKA

Zasadą stosowanej metody jest podawanie zwierzęciu z normalnym pokarmem pewnej jego ilości tak zabarwionego, że nie ulega on odbarwieniu pod wpływem temperatury, wody, kwasów, ani zasad. Najczęściej do barwienia używa się fuksyny zasadowej i zieleni brylantowej. W niniejszej pracy użyto obydwóch tych barwików. Cały owies, lub jego plewy barwiono zielenią brylantową, a siano fuksyną zasadową. Barwiono według *E. Castle* [5], stosując drobną modyfikację własną, którą już opisałem [12].

Barwiony owies lub jego plewy podawano słońcom z rannym obrokiem, a barwione siano z przedwieczorną porcją siana.

Po jednorazowym podaniu zabarwionych pokarmów, kał zbierano, próbki pobrane z kilku bobów każdej porcji oddanego kału płukano na gęstym sicie metalowym, o okach około 1 mm². Identyfikowanie i obliczanie barwnych resztek wykonywano w kale wilgotnym, tuż po wypłukaniu. Następnie próbki kału, w którym liczono barwne cząstki suszono do stanu powietrznie suchego i ważono. Ilość barwnych cząstek znalezionych w każdej próbce przeliczano na 70,0 gramów powietrznie suchego kału. Te ostatnie wyliczenia były podstawą do obliczania procentowego udziału barwnych cząstek każdej próbki do ogółu wydalonych cząstek według *Balcha* [2], do wykreślenia diagramów i krzywych wydalania oraz do obliczania tzw. wartości R, wprowadzonej do literatury przez *Balcha* [2] i *E. Castle* [5]. Wartość R określa tzw. średni czas przebywania treści i stanowi podstawę do porównywania wyników uzyskanych u różnych gatunków zwierząt.

Ilość, ciężar i pH kału. Oprócz zasadniczych badań, w ciągu pierwszej doby doświadczenia obserwowano oddawanie kału, liczono ilość bobów kałowych w każdej porcji i ważono je. pH oznaczano przy użyciu elektrody szklanej.

Przebieg doświadczeń

Doświadczenia wykonano na 2 słońiach indyjskich w Ogrodzie Zoologicznym w Warszawie: samica „Sunia” lat 14 i samiec „Rayah” lat 10.

I doświadczenie: 3. 2. 1959 z normalnym rannym obrokiem o godz. 8.30 podano słońiom po 100 gramów na sztukę łusek owsa barwionych zielenią brylantową. Śniadanie słońi składało się z 5 kg paszy treściwej i 38 kg okopowych na sztukę.

O godz. 15.20 podano słońiom niewielką ilość siana, do której domieszano po 25 g na sztukę siana zabarwionego fuksyną zasadową. Po zjedzeniu tej porcji dodano słońiom resztę siana — w całości około 25 kg.

W ciągu dnia słońie zjadały po około 10 kg gałęzi różnych drzew liściastych. Dobowa dawka pokarmu wynosiła zatem około 78 kg. Ponadto wypily one po około 120 litrów wody.

Od rannego podania pokarmu rozpoczęto obserwacje oddawania i ważenie kału oraz oznaczanie pH. Próbkę do oznaczania szybkości transportu treści pobierano z każdej porcji kału przez 4 doby.

II doświadczenie: 24. 3. 1959 z rannym obrokiem o godzinie 8.30 podano słońiom po 250 g całego owsa barwionego zielenią brylantową. Śniadanie składało się z 4 kg paszy treściwej i 36 kg okopowych na sztukę. W ciągu dnia słońie zjadały po około 10 kg gałęzi.

O godzinie 16.30 z małą ilością siana podano po 100 g siana barwionego fuksyną zasadową. Potem zadano resztę siana, do około 25 kg. Dobowa dawka pokarmu wynosiła więc około 75 kg. „Rayah” wypił około 130 litrów wody, a „Sunia” około 160.

Liczenie i ważenie kału rozpoczęto tym razem dopiero od godziny 22.

WYNIKI

Najpierw zostaną podane wyniki badania kału, jako do pewnego stopnia wprowadzające do zasadniczych obliczeń. W tabeli 1 podane są pomiary ilościowe i wagowe kału oddawanego przez słońie w ciągu 1 doby. Z tabeli widać, że ilość defekacji wahała się od 11 do 15 na dobę. Całkowity ciężar kału wynosił od 60,66 do 92,1 kg. Przy czym wahania te dotyczą samca, natomiast u samicy ciężar kału jest prawie taki sam w obu doświadczeniach. Średni ciężar jednej porcji oddawanego kału wahał się od 4,654 kg u „Sunia” dn. 24. 3. 59 do 6,580 kg u „Rayaha”, również dn. 24. 3. 59. Najlżejsza porcja ważonego kału miała 2,62 kg, a najcięższa 10,27 kg. Cięższe porcje kału występowały u samca. Ilość bobów kałowych w 1 porcji wynosiła u samicy od 4 do 7, średnio: I doświadczenie 5,5 i II 5. U samca od 5 do 10, średnio 7 i 7,5 (I i II doświadczenie). Ciężar 1 bobu kałowego wahał się u samicy od 0,450 do 1,450 kg, a u samca od 0,520 do 1,420 kg.

Z danych tych widać, że nie ma wyraźniejszych różnic między wynikami z obu doświadczeń, ani też nie otrzymano różnic płciowych.

Wyniki pomiarów pH podane są w tabeli 2. Widać tutaj, że kał słońi ma odczyn kwaśny. Waha się on u samicy od 5,29 do 6,30, średnio w I doświadczeniu 5,54 i w II 5,98. U samca wartości są jeszcze niższe, bo od 5,20 do

Tabela 1. Dobowa ilość i ciężar kału 2 słoni indyjskich
Table 1. Diurnal amount and weight of faeces of 2 Indian elephants

Data 1)	Nazwa słonia 2)	Ilość porcji 3)	Ciężar kału w kg 4)			Ilość bobów w 1 porcji 8)		Ciężar 1 bobu 11)
			całkowity 5)	średni 1 porcji 6)	wahania 1 porcji 7)	średnio 9)	wahania 10)	
3. 2. 59	Sunia 12)	14	70,230	5,016	2,620—6,300	5,5	4—7	0,550—1,420
24. 3. 59	„	15	69,810	4,654	2,940—7,200	5	4—7	0,450—1,450
25. 3. 59	„	15	—	—	—	—	—	—
3. 2. 59	Rayah 13)	11	60,660	5,514	4,310—7,010	7	5—9	0,520—1,270
24. 3. 59	„	14	92,100	6,580	3,900—10,270	7,5	4—10	0,520—1,420
25. 3. 59	„	13	—	—	—	—	—	—

Date 1); name of elephant 2); number of defecations 3); weight of faeces (in kg) 4); total 5); average of one portion 6); variation of weight of 1 portion 7); number of boluses per defecation 8); average 9); variations 10); weight of 1 bolus 11).

Tabela 2. pH kału 2 słoni indyjskich
Table 2. pH of faeces of 2 Indian elephants

Data 1)	Nazwa słonia 2)	Godzina oddania kału 3)	pH	Data 1)	Nazwa słonia 2)	Godzina oddania kału 3)	pH
3. 2. 59	Sunia	8 ⁴⁵	5,52	3. 2. 59	Rayah	9 ⁰⁵	5,38
		9 ⁵⁵	6,03			11 ³⁰	5,58
		15 ¹⁰	5,61			16 ⁰⁰	5,50
		16 ⁵⁰	5,29			19 ⁰³	5,33
		19 ⁰⁷	5,47			23 ⁰⁷	5,47
		23 ²⁰	5,30			średnio 5)	5,45
	średnio 5)	5,54					
24. 3. 59	Sunia	22 ¹⁵	6,00	24. 3. 59	Rayah	22 ¹⁵	5,20
		23 ⁵⁰	6,30			23 ⁴⁵	5,70
		2 ¹⁵	6,20			2 ¹⁶	5,50
		8 ³⁵	5,40			7 ²³	5,30
		19 ²³	6,00			20 ⁰⁰	5,20
		średnio 5)	5,98			średnio 5)	5,38
średnio z całości 4)	5,76	średnio z całości 4)	5,42				

Date 1); name of elephant 2); time of defecation 3); average of the whole 4); average 5).

5,70, a średnio 5,45 i 5,42. Nawet w kilka godzin po nakarmieniu, kiedy transport treści był szybszy i defekacje częstsze, pH wzrastało najwyżej o 0,5 w stronę zasadową. Wskazywałoby to, że przyspieszony ruch treści nie przynosi ze sobą do prostnicy soków zasadowych.

Tabela 3 ilustruje przebieg wydalania barwnych cząstek u słoni. Wynika z niej, że pierwsze zabarwione resztki podane z paszą treściwą rano uka-

Tabela 3. Przebieg wydalania barwnych cząstek oraz „wartość R” u 2 słoni indyjskich
Table 3. The course of excretion of coloured particles and the „value R” with 2 Indian elephants

Data 1)	Nazwa słonia 2)	Barwiony pokarm 3)	Ilość g 4)	Godz. zadania 5)	Początek wydalania godz. 6)	Szczyt wydalania godz. 7)	Koniec wydalania godz. 8)	Wydal. 5% godz. 9)	Wydal. 95% godz. 9)	Wartość R godz. 10)
3. 2. 59	Sunia 11)	łuski owsa 13)	100	8 ³⁰	21	30,5	72,5	23,5	51,3	31,90
„ „ „	„	siano 14)	25	15 ²⁰	16,5	40	73	18,2	50,3	32,96
3, 2. 59	Rayah 12)	łuski owsa 13)	100	8 ³⁰	24,5	30,5	71	26,3	52,8	35,12
„ „ „	„	siano 14)	25	15 ²⁰	18	40	72,5	22,3	46,8	30,91
24. 3. 59	Sunia 11)	owies 15)	250	8 ³⁰	20,5	36	57,5	25,0	45,2	34,28
„ „ „	„	siano 14)	100	16 ³⁰	16,5	28	63	22,8	45,8	32,40
24, 3. 59	Rayah 12)	owies 15)	250	8 ³⁰	25,5	36,5	54	26,7	48,0	34,98
„ „ „	„	siano 14)	100	16 ³⁰	20	28,5	63	22,0	40,8	28,77
Średnio 16)					20,3	33,8	65,8	23,4	47,6	32,67

Sunia średnio: początek 18,6 godz., szczyt 33,6 i koniec 66,5 godz. Owies: pocz. 22,9 godz., koniec 63,8 godz.

Rayah średnio: początek 22,0 godz., szczyt 33,9 i koniec 65,1 godz. Siano: pocz. 17,8 godz., koniec 67,9 godz.

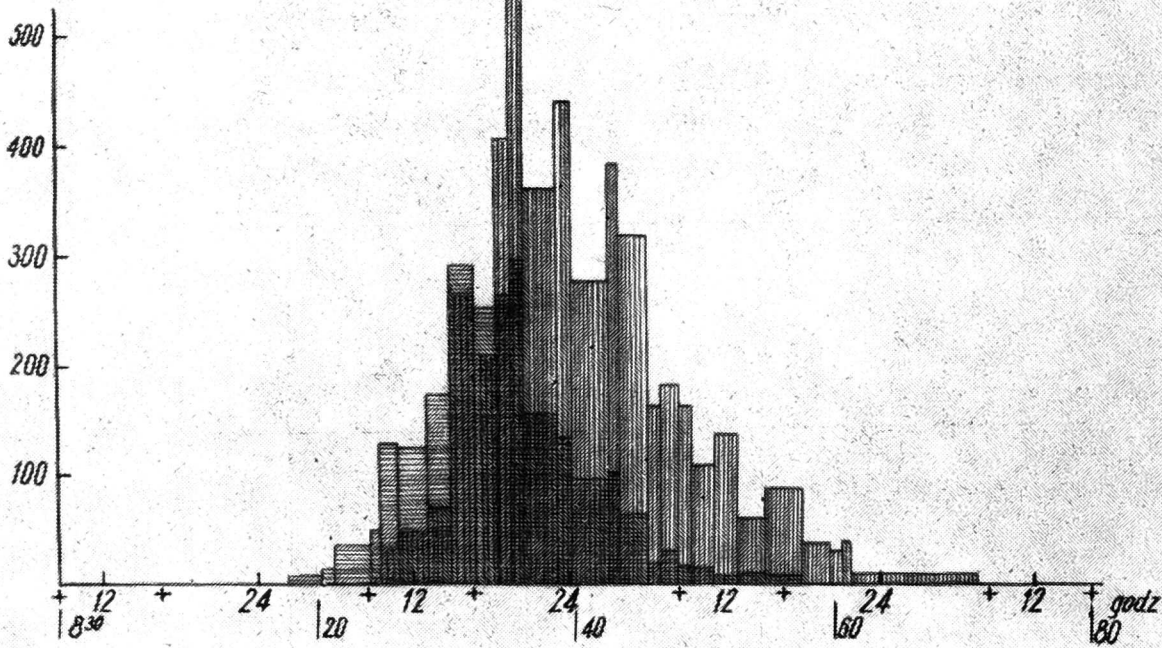
Sunia average: beginning 18,6 hours, peak 33,6 hours, and end 66.5 hours. Oats beginning 22,9 hours, end 63,8 hours.

Rayah average: beginning 22,0 hours, peak 33,9 hours and end 65,1 hours, hay: beginning 17,8 hours, end 67,9 hours.

Date 1); name of elephant 2); stained feed 3); amount in g 4); time of feeding 5); beginning of excretion 6); peak of excretion 7); end of excretion 8); excretion 5% time 9); value R time 10); Sunia 11); Rayah 12); oats husks 13); hay 14); oats 15); average 16).

zywały się w kale po 20,5 do 25,5 godzinach od chwili podania, średnio 22,9 godziny. Natomiast pierwsze cząstki siana zjawiały się w kale w 16,5 do 20 godzin, średnio po 17,8 godzinach. Szczyt wydalania kształtował się

niewco różnie. Czasami był dłuższy dla owsa, czasem dla siana. Średnio wynosi on 33,8 godz. od chwili podania. Koniec wydalania dla obu rodzajów pokarmu był dość zbliżony. Wahał się on dla owsa od 54 do 72,5 godz., a dla siana od 63 do 73 godzin. Średnio dla całości 65,8 godzin. Średnie wydalanie 5% całości barwnych cząstek miało miejsce po 23,4 godz., a 95% — po 47,6 godzin.



Ryc. 1. Wykres wydalania barwnych resztek: kreski poziome — owsie zadany o godz. 8.30, kreski pionowe — siano zadane o godz. 16.30. Samica Sunia, 24. 3. 1959. Na osi odciętych czas w godzinach, na osi rzędnych ilość sztuk barwnych cząstek w 70 g powietrznie suchego kału. Krzyżyki oznaczają pory karmienia.

Fig. 1. Graph of excretion of coloured particles: level lines — oats given at 8.30 a. m., vertical lines — hay given at 4.30 p. m. Female Sunia, 24 March, 1959. Abscissa time in hours, ordinates number of coloured particles in 70 g. of air-dry faeces. Crosses mark time of feeding.

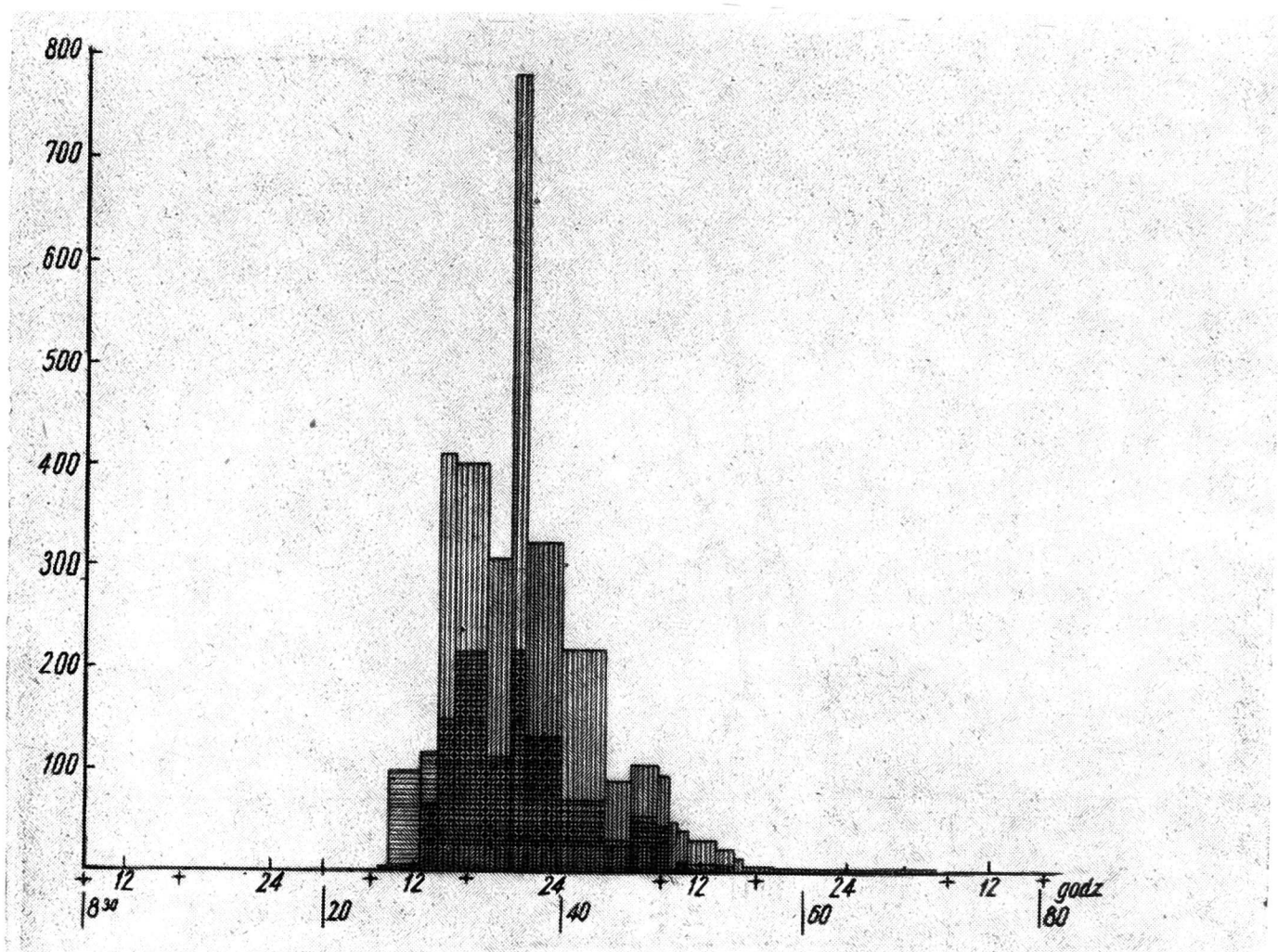
Wykresy przedstawiające obraz wydalania barwnych cząstek u obu słoń w ciągu drugiego doświadczenia podane są na ryc. 1 i 2. Zaznaczony krzyżykami czas zadawania pokarmów wskazuje wzrost szybkości wydalania przez pewien okres czasu po karmieniu.

Krzywe wydalania ze wszystkich 4 doświadczeń podobne są do siebie. Na ryc. 3 i 4 podano krzywe z drugiego doświadczenia. Kształt krzywych jest zbliżony do sinusoidy, przy czym część wstępująca jest dość stroma, a część pozioma krótka. Taki kształt krzywej wskazuje na szybki i równomierny transport treści w przewodzie pokarmowym.

Wartość R wahała się od 28,77 do 35,12 godz., średnio dla całości

32,67 godz. Jest to wartość mocno zbliżona do szczytowego wydalania barwnych cząstek, co wskazuje na równomierne przesuwanie treści w przewodzie pokarmowym słońia.

Wartości średnie dla samca i samicy są dość zbliżone do siebie. „Sunia”: początek wydalania 18,6 godz., szczyt 33,6 i koniec 66,5 godz. „Rayah”: po-



Ryc. 2. Wykres wydalania barwnych resztek; oznaczenia jak na ryc. 1. Samiec Rayah. 24. 3. 1959.

Fig. 2. Graph of excretion of coloured particles; notations as in fig. 1. Male Rayah. 24 March, 1959.

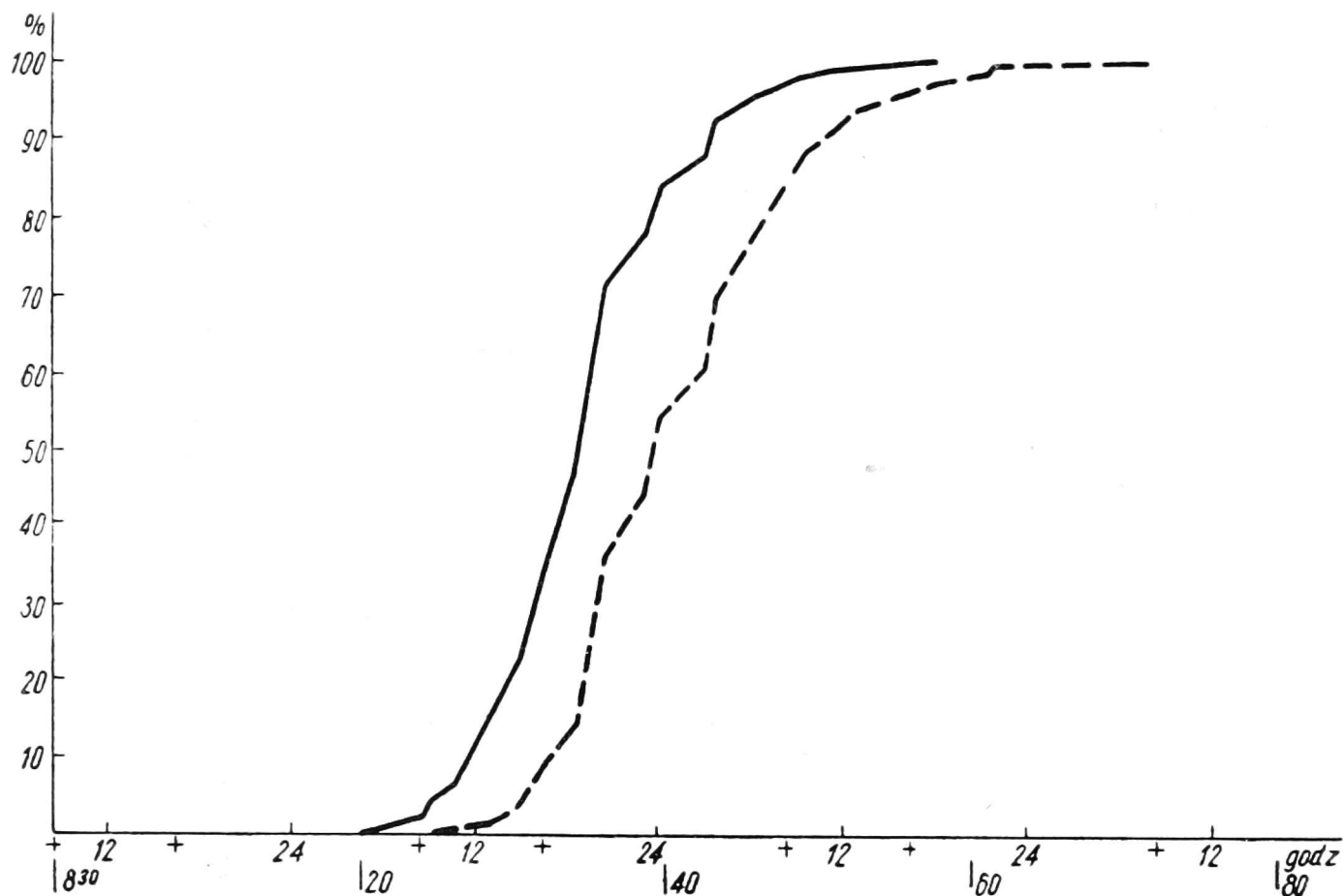
czątek 22,0 godz., szczyt 33,9 i koniec 65,1 godz. Widać z tych danych, że u samicy jedynie szybciej ukazywały się pierwsze barwne cząstki, natomiast szczyt i koniec wydalania są prawie identyczne. Wyniki te nie wskazują na istnienie wyraźnych różnic płciowych w szybkości wydalania.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przedstawione wyżej wyniki są zbyt skąpe, jeżeli chodzi o ilość doświadczeń i możliwości wyciągania pewnych wniosków. Jednakże, odnośnie sa-

mego obiektu badań, jakim jest słoń w naszym klimacie i nakładu pracy potrzebnej do manipulowania materiałami doświadczalnymi wagi kilkuset kg, to podanie do wiadomości uzyskanych danych może mieć wartość.

Pomiary ilościowe i wagowe kału nie odbiegają wiele od podobnych badań *Benedicta*, który u słonicy „Jap” w dniach od 3 do 11. 4. 1935 otrzymał



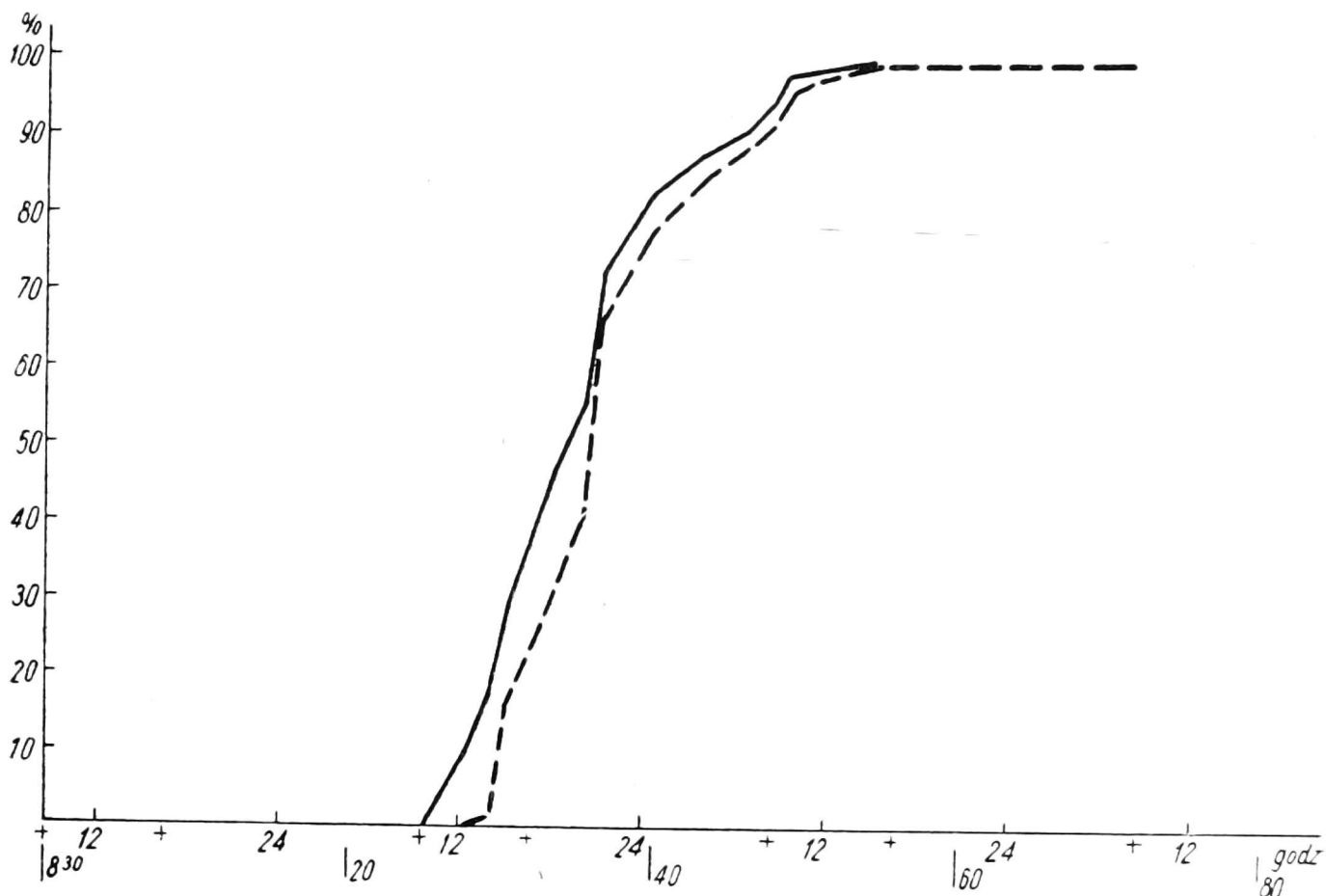
Ryc. 3. Krzywa wydalania barwnych resztek u samicy Suni, 24. 3. 1959. Linia ciągła — owies zadany o godz. 8.30. Linia przerywana — siano zadane o godz. 16.30. Na osi rzędnych procent wydalonych resztek, na osi odciętych czas w godzinach. Krzyżyki oznaczają pory karmienia.

Fig. 3. Curve of excretion of coloured residues; female Sunia, 24 March, 1959. Solid line — oats given at 8.30 a. m. Broken line — hay given at 4.30 p. m. Ordinates, percentage of excreted residues. Abscissa, time in hours. Crosses mark feeding time.

14 do 24 defekacji na dobę, a całkowita waga kału wynosiła 83,79 do 137,94 kg. W 1 porcji kału było 3 do 11 bobów kałowych, średnio 5. Waga 1 porcji wahała się od 2,68 do 10,97 kg, średnio 5,80 kg. Waga 1 bobu wynosiła od 0,61 do 1,99 kg, a najczęściej ważyły one 0,94 do 1,16 kg. „Jap” była słoniem bardzo dużym. *Benedict* ważył też bobu kałowe 7 słoni w stadzie Barnesesa, w USA. Wahały się one od 0,59 do 1,63 kg [4].

Balch [3] stwierdził na bydle domowym, że przy stałej diecie ilość oddawanego kału zależy od ilości wypitej wody. U słoni nie znaleziono tej za-

leżności. W I doświadczeniu wypily one jednakową ilość wody. Całkowita waga kału różni się o 9,57 kg. W II doświadczeniu „Sunia” wypila o około 30 litrów więcej wody, a kał jej jest o 21,87 kg lżejszy od kału samca. Jednakże w tym przypadku pomiary trwające 1 dobę są za krótkie na wyciąganie pewnych wniosków.



Ryc. 4. Krzywa wydalania barwnych resztek u samca Rayaha, 24. 3. 1959. Oznaczenia jak na ryc. 3.

Fig. 4. Curve of excretion on coloured residues. Male Rayh, 24 March, 1959. Annotations as in fig. 3.

Wyniki pomiarów pH kału potwierdziły w całości pierwsze spostrzeżenie na ten temat [14], a tym samym uwagi Arystotelesa o podobieństwie budowy przewodu pokarmowego słonia i świni. Dotychczas jedynie u świni zostało stwierdzone, że wszystkie procesy enzymatycznego trawienia przebiegają w środowisku kwaśnym, *Kwaśnicki* i inni. U innych gatunków zwierząt odczyn może się obniżać dość znacznie, ale tylko okresowo, pod wpływem kwaśnej treści żołądkowej lub kwasów produkowanych przez bakterie.

W przypadku słonia w grę wchodzi jeszcze fakt, że w stosunkowo krótkim przewodzie pokarmowym (p. niżej) mieszczą się wielkie ilości po-

karmu: u naszych słońi byłyby to wielkości od 198 do 235 kg na dobę (pokarm i woda). Podobnie *Gilchrist* u słońa wagi 1975 kg stwierdził: zawartość przewodu pokarmowego do prostnicy ważyła 122,4 kg i kał 118,4 kg, razem 240,8 kg. *Noback* u afrykańskiego słońa „Kartoum” wagi 4712 kg znalazł zawartość przewodu pokarmowego równą 337,9 kg.

Jelito słońa ma dużą średnicę [14], co nie ułatwia stykania się treści pokarmowej z wydzieliną gruczołów. Należałoby więc przypuszczać, że albo zakwaszenie w żołądku jest tak silne, iż w jelicie nie dochodzi do zobojętnienia, albo że pH wszystkich soków trawiennych jest niskie, podobnie jak u świni. Udział kwasów bakteryjnych nie może być duży. Stwierdził to *Benedict* pisząc, że słoń wydalą małą ilość gazów, które nie mają przykrego zapachu. To wskazuje na mały zasięg bakteryjnych procesów fermentacyjnych.

Jeśli chodzi o porównanie szybkości transportu treści u naszych słońi z wynikami badań *Benedicta* u słońicy „Jap”, to *Benedict* znajdował pierwsze kawałki gumy w kale po upływie 21 godzin do 30 godzin 25 minut od chwili podania. Koniec zaś miał miejsce po 41 godz. 15 min. do 54 godz. 34 min. Jako średnie wartości podaje on: początek 24 godz., koniec 50 godz. W moich obserwacjach początek następował o prawie 4 godziny wcześniej (20,3 godz.), a koniec prawie 16 później (65,8 godzin). Natomiast w poszczególnych przypadkach cyfry są zbliżone.

Rozpatrując przytoczone średnie wyniki można by przypuszczać, że guma traktowana jako ciało obce musiała być najpierw odizolowana od kontaktu ze śluzówką jelita, otoczona treścią pokarmową i dopiero potem wyrzucona z kałem. Przekonywującego dowodu na to dostarcza sam *Benedict* pisząc, że znajdowane kawałki gumy były zwykle umieszczone w pobliżu środka bobu kałowego. W moich badaniach zabarwione plewki czy źdźbła siana rozmieszczone były równomiernie, nie wyłączając powierzchni bobów. Wskazywałoby to na to, że zabarwiony pokarm był dokładnie wymieszany z całą zawartością przewodu pokarmowego i dlatego można przypuszczać, że wyniki uzyskane w tej pracy lepiej oddają stosunki fizjologiczne panujące w przewodzie pokarmowym słońa.

Wartość R pozwala zorientować się jak przebiega wydalanie barwnych cząstek, a tym samym jak przechodzi treść pokarmowa. Przy prawie jednakowym zakończeniu wydalania barwnych cząstek u nutrii [13] i słońa, wartość R u pierwszych waha się od 6,96 do 14,60 godz., a u słońi od 29,77 do 35,12 godz. Dowodzi to, że u nutrii przeważająca część treści idzie dość szybko, a pozostałe ilości mieszają się z zawartością stosunkowo dużego jelita ślepego i stamtąd są wydalone powoli, przez dłuższy czas. Natomiast u słońa, który nie ma większych zbiorników w przewodzie pokarmowym, a przewód ten ma dużą średnicę, cała masa pokarmowa jest przesuwana równomiernie. Widać to dobrze z zamieszczonych krzywych. Dowodzi tego

też fakt, że szczyt wydalania przypada średnio na 33,8 godzin, a matematycznie wyliczona z krzywej wydalania wartość R wynosi średnio 32,67 godzin, czyli prawie to samo.

Ogólnie można zatem powiedzieć, że transport treści u słońia jest szybki. Długość przewodu pokarmowego słońia jest prawie taka jak u konia. Słoń: 33 m (jel. cienkie 21 m i grube 12 m), *Gilchrist*; 36,3 m (jel. cienkie 22,3 m i grube 14 m), *Evans*. Koń 29,91 m *Dukes*. Podobnie, jelito słońia jest tylko o parę metrów dłuższe od jelita świni: 23,51 m (*Dukes*); 22,42—29,81 m (*Wussow* i *Weniger*). Natomiast koniec wydalania barwnych cząstek u konia i świni przypada na czwarty lub piąty dzień (*Mangold* i in.). Zaś wartość R wyliczona przez *E. Castle* i *Castle* (6) dla świni wynosi 28 do 30 godzin, a więc mniej niż dla słońia. Wskazuje to na to, że u świni treść przechodzi nie tak równomiernie jak u słońia. Prawdopodobnie większe stosunkowo jelito ślepe świni zatrzymuje treść na czas dłuższy.

Я. Гилл

СКОРОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ СОДЕРЖИМОГО ЧЕРЕЗ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ ИНДИЙСКОГО СЛОНА (*ELEPHAS MAXIMUS L.*) В УСЛОВИЯХ ЗООПАРКА

Содержание

У 2 индийских слонов из Зоопарка в Варшаве (самка „Суня“ 14 лет и самец „Раях“ 10 лет) проведено эксперименты определяя скорость прохождения содержимого через пищеварительный тракт.

В первом эксперименте вместе с утренним кормом (8³⁰) применили слонам по 100 гр. овсяных чешуй окрашенных бриллиантовой зеленью. В 3 часа 20 мин. к нормально задаваемому сену прибавили по 25 гр. сена окрашенного щелочным фуксином. Суточная порция кормов составляла около 78 кг. и около 120 литров воды.

Во втором эксперименте утром применили по 250 гр. овса окрашенного бриллиантовой зеленью и вечером (4³⁰) по 100 гр. сена окрашенного щелочным фуксином. В сутки слоны съели по около 75 кг кормов и выпили: Суня около 160 и Раях около 130 литров воды.

Кроме определения скорости прохождения содержимого пищеварительного тракта, подсчитывали суточное количество дефекации, взвешивали испражнения и определяли их pH.

Количество дефекации колебалось от 11 до 15 в сутки. Общий вес испражнений составлял от 60,660 до 92,100 кг. Средний вес одной порции—от 4,654 кг. у Суня до 6,580 кг. у Раяха (24.3. 1959). Количество каловых бобов в одной порции -4-7 у самки в среднем 5,25 и 4-10 у самца, в среднем 7,25. Вес одного калового боба колебался в пределах 0,450—1,450 кг. Все вышеприведенные результаты сходятся с литературными данными.

Реакция испражнений слонов была всегда кислой, pH у самки от 5,29 до 6,30 в среднем: в I опыте 5,54, во II 5,98; у самца [от 5,20 до 5,70 в среднем: в I опыте 5,45, во II 5,38. С полтора до нескольких часов после кормления pH испражнений продвигалось максимально о 0,5 в щелочном направлении, потом обратно падало.

Это может служить показателем, что все энзиматические процессы пищеварения у слонов протекают при кислой реакции.

Первые окрашенные остатки овса появлялись в испражнениях в 20,5—25,5 часов, в среднем в 22,9 часа с момента кормления. Первые остатки сена появлялись в 16,5—20 часов, в среднем 17,8 часа. Вершина выделения во всех экспериментах приходилась в среднем на 33,8 часа. Конец выделения овса наступал в 54—72,5 часа, сена в 63—73 часа, в среднем для всех кормов 65,8 часа. Кривые выделения напоминают синусоиду. Следует из них, что прохождение содержимого через пищеварительный тракт слона довольно равномерно.

Величина R колебалась от 28,77 до 35,12 часа, в среднем для всех кормов 32,67 часа. Эта средняя величина R очень близкая к вершине выделения, что подчеркивает равномерный транспорт в пищеварительном тракте слона. Результаты не отображают значительных различий в скорости выделения в зависимости от пола. Суня: начало 18,6 часа, вершина 33,6, конец 66,5 часа; Раях начало 22,0, вершина 33,9 и конец 65,1 часа.

Приведенные в работе данные в основном схожи с величинами, которые получил Бенедикт у слона Яп. Он исследовал скорость прохождения содержимого в пищеварительном тракте применяя частицы резины. Как результаты полученные Бенедиктом, так и данные настоящей работы показывают, что транспорт в пищеварительном тракте слона довольно скорый. Учитывая, что длина кишечника слона такая же как коня и свиньи, время переходения окрашенных частиц через пищеварительный тракт слона $1/3$ — $1/2$ короче чем у этих животных.

J. Gill

THE RATE OF PASSAGE OF FOODSTUFES THROUGH THE ALIMENTARY
TRACT OF THE INDIAN ELEPHANT (*ELEPHAS MAXIMUS L.*)
IN ZOO CONDITIONS

Summary

Experiments concerning the rate of passage of food stuffs through the alimentary tract were made on two Indian Elephants („Sunia”), female, 14 years, and male, 10 years „Rayah”) in the Warsaw Zoo.

In experiment I, the animals received with their morning fodder (8.30 a. m.) each 100 g. of oat husks stained with brilliant green. At 3.20 p. m., each received with the regular portion of hay 25 g. of hay stained with basic fuchsin. The daily portion of food per animal was roughly 78 kg. and about 120 l. of water.

In experiment II, the animals received with their morning fodder (8.30 a. m.) each 250 g. of whole oats stained with brilliant green, and at 4.30 p. m., with the hay, each 100 g. of hay stained with basic fuchsin. The elephants took each about 75 kg. of food and drank roughly 160 („Sunia”) and 130 („Rayah”) l. of water.

The daily number of defecations was counted, the faeces were weighed, and pH measured in addition to determination of the rate of passage of foodstufs.

The daily number of defecations was 11—15. Total weight of faeces was from 60.660 to 92.100 kg., and average weight of one portion, between 4.654 („Sunia”) and 6.580 kg. („Rayah”, on March 3, 1959). The number of faecal boluses in one portion was 4—7, average 5,25, for the female, and 4—10, average 7,25, for the male. The weight of one bolus was between 0.450 and 1.450 kg. All these data are more or less like those quoted in literature.

The reaction of faeces was invariably acid; pH varied with the female between 5.29 and 6.30, average 5.54 and 5.98 in experiments I and II respectively, and

with the male between 5.20 and 5.70, average 5.38 and 5.42 in experiments I and II. Within between one hour and a half and several hours after feeding, pH rose by 0.5 at the most and then fell again. This would show that in elephants all enzymatic processes of digestion proceed in an acid environment.

The first stained particles after morning feeding appeared in the faeces some 20.5—25.5 hours, average 22.9 hours, later. In the case of hay, the analogical interval was 16.5—20, average 17.8 hours. In all experiments, maximum excretion was attained on the average after 33.8 hours. Excretion of oats ended after some 54—72.5, and of hay after 63—73 hours; average of the whole 65.8 hours. The data plotted as excretion diagrams and curves. The curves resemble a sinusoid, showing that passage of food in the alimentary tract of elephants is fairly uniform.

The value R varied within the range of 28.77 to 35.12 hours, average of the whole 32.67. It is close to the excretion maximum, emphasizing thereby the uniform rate of passage of the food. The results seem to indicate no distinct differences between sexes as regards the rate of excretion. Sunia: beginning after 18.6, maximum after 33.6 and end after 66.5 hours. Rayah: beginning after 22.0, maximum after 33.0 and end after 65.1 hours.

The results referred to roughly agree with those obtained by Benedict from the female elephant Jop. Benedict studied the rate of passage of food-stuffs with the aid of pieces of rubber. His and the author's results show that the passage of food through an elephant's alimentary tracts is on the whole fast; the intestines being of almost the same length in elephants, horses, and pigs; the coloured particles remain in the alimentary tract of elephants roughly two thirds to one half of the time recorded from horses and pigs.

PISMIENICTWO

1. *Arystoteles*: cyt. wg *Benedicta*.
2. *Balch*, C. C.: *Brit. J. Nutrit.*, 1950, 4, 361.
3. *Balch*, C. C. i współpr.: *Brit. J. Nutrit.*, 1953, 7, 212.
4. *Benedict* F. G.: *The Physiology of the Elephant*, Washington, 1936.
5. *Castle* E. J.: *Brit. J. Nutrit.*, 1956, 10, 15.
6. *Castle* E. J., *Castle* M. E.: *J. Agric. Sci.*, 1956, 47, 196.
7. *Dukes* H. H.: *The Physiology of Domestic Animals*. Ithaca, New York, 1955.
8. *Evans* G. H.: (1901 i 1910), cyt. wg *Benedicta*.
9. *Galen*: cyt. wg *Benedicta*.
10. *Gilchrist* W.: (1851), cyt. wg *Benedicta*.
11. *Gill* J.: *Acta Physiol. Polon.* 1957, 8, 3—3a, 336.
12. *Gill* J.: *Prace IVth Congress of the International Union of Game Biologists*, Arnhem (Holandia), 1959.
13. *Gill* J., *Bieguszewski* H.: *Acta Theriol.* (w druku).
14. *Gill* J.: Dane nieopublikowane.
15. *Kwaśnicki* A. W.: *Fizjologija puszczewarenija u świni*, Moskwa, 1951.
16. *Mangold* E.: *Die Verdauung bei den Nutztieren*, Berlin, 1950.
17. *Noback*, C. V.: 36th Ann. Report, *New York Zool. Sci.*, 1932, 58.
18. *Spallanzani* L.: cyt. wg *Mangolda*.
19. *Wussow* W., *Weniger* J. H.: *Beihefte z. Arch. f. Tierern., Festschrift, Heft 4*, 1954, 151.

Otrzymano: 23. 11. 1959.