

Y BIOLOGICZNE

Z ZAKRESU

MEDYCYNY WETERYNARYJNEJ ROLNICTWA I HODOWLI

Redaktor naczelny i odpowiedzialny:
PROF. DR. ZYGMUNT MARKOWSKI

Współredaktorzy:

Prof. Dr. LUDWIK JAXA BYKOWSKI i Prof. KAROL RÓŻYCKI

ZAŁOŻYCIELE I WSPÓŁPRACOWNICY:

Dr. L. Bykowski prof. Akad. Med. Wet., Dr. S. Czerski prof. Akad. Med. Wet., Dr. B. Fułiński prof. Pol. lw., Dr. S. Gajewski prof. Ak. Med. Wet., Dr. R. Ganszyniec prof. Uniw. J. K., Dr. A. Gizelt prof. Ak. Med. Wet., Dr. M. Górski prof. Szk. Gł. g. w. w Warszawie., Dr. H. J. Gurski prof. Pol. lw., Dr. J. Hirschler prof. Uniw. J. K., Dr. A. Jakubski prof. Uniw. poznańskiego., Bronisław Janowski prof. Akad. Med. Wet., Dr. A. Jost prof. Pol. lw., Dr. Z. Klemensiewicz prof. Pol. lw., Dr. W. Kulczycki prof. Ak. Med. Wet., Dr. K. Malsburg prof. Pol. lwowsk., Dr. Marchlewski prof. Uniw. Jagiell., Dr. J. Markowski prof. Uniw. J. K., Dr. Z. Marowski prof. Ak. Med. Wet., T. Miłobędzki prof. Szkoły Gł. gosp. wiejsk. w Warszawie., Dr. W. Moraczewski prof. Ak. Med. Wet., Dr. S. Nieczycki prof. Ak. Med. Wet., Dr. J. Nowak prof. Uniw. Jagiell., Dr. Mieczysław Pańkowski prof. Uniw. poznańskiego., Dr. S. Pawlik prof. Pol. lw., Roman Prawocheński prof. Uniw. Jagiell., Dr. J. Rostański prof. Szk. Gł. g. w. w Warszawie., K. Różycki prof. Pol. lw., J. Sosnowski prof. Szk. Gł. g. w. — Warszawie., Dr. F. Staff prof. Szk. Gł. g. w. w Warszawie., Dr. Zdzisław Steusing prof. Uniw. J. K., Dr. Edmund Załęski prof. Uniw. Jagiellońskiego.

TOM III. — ZESZYT 1—2.

WE LWOWIE

NAKŁADEM AKADEMJI MEDYCYNY WETERYNARYJNEJ

Wydany z zasiłku Ministerstwa Wyz. Rel. i Ośw. Publ.

1925.

ROZPRAWY BIOLOGICZNE

Z ZAKRESU

MEDYCYNY WETERYNARYJNEJ
ROLNICTWA I HODOWLI.

ROZPRAWY BIOLOGICZNE

Z ZAKRESU

MEDYCYNY WETERYNARYJNEJ ROLNICTWA I HODOWLI

Redaktor naczelny i odpowiedzialny:
PROF. DR. ZYGMUNT MARKOWSKI.

Tom III.
(rok 1925).

WE LWOWIE
NAKŁADEM AKADEMJI MEDYCYNY WETERYNARYJNEJ.
Wydany z zasiłku Ministerstwa Wyzn. Rel. i Ośw. Publ.

Metodyka doświadczeń rolniczych.

(Méthodologie des Expériences Agricoles).

Napisał

Prof. Edmund ZAŁĘSKI.

Dyrektor Zakładu Rolniczego Doświadczalnego Uniw. Jagiellońskiego.

Wstęp.

Poznanie praw, rządzących zjawiskami, z którymi się człowiek styka, jest koniecznym warunkiem celowości jego pracy.

Pod „prawem“ rozumiemy stały stosunek, zachodzący między pojedynczemi zjawiskami lub ich grupami. „Prawa“ takie mogą obejmować mniejsze lub większe grupy zjawisk.

Tak więc „prawem“ jest taki stosunek „zjawiska“, jakim jest znajdująca się na tym stole linijka o określonej długości 20 cm, do innego „zjawiska“, mianowicie do leżącego przedemną źdźbła pszenicy, że trzeba 6 takich linijek przyłożyć do siebie szczelnie końcami, żeby otrzymać długość równą długości tego źdźbła. Prawo to wyrażamy krótko w słowach: to oto źdźbło ma długość 120 cm.

„Prawem“ nieco szerszem, jest stosunek różnych źdźbeł pszenicy, znajdujących się w mojej pracowni do wspomnianej linijki, wyrażający się słowami: długość tych źdźbeł waha się od 65 do 137 cm.

Jeszcze szerszem prawem jest to, że długość źdźbeł pszenicy jest zależną, między innymi, od warunków odżywiania, i t. d.

Nareszcie dochodzimy do najogólniejszego i wszechogarniającego prawa przyrodzonego — prawa przyczynowości, polegającego na tem, że po pewnych zjawiskach, uważanych przez nas za „przyczyny“, muszą następować inne, ściśle określone, którym dajemy nazwę „skutków“, i że wszelka zmiana zachodząca w przebiegu zjawiska — przyczyny, musi wywołać odpowiednią zmianę w zjawisku — skutku. I na odwrót: żadne zjawisko nie może się ziścić bez jakiejś przyczyny, i że wszelkim różnicom, które widzimy w zjawiskach, uważanych jako skutki, muszą odpowiadać różnice w wywołujących te zjawiska przyczynach.

Niejasne, półświadome przecucie tego prawa przyczynowości było niewątpliwie zdobyczą myśli naszych przodków w niezmiernie dalekiej przeszłości. Musiało ono jednak przejść bardzo długą i trudną ewolucję, zanim przybrało postać taką, w jakiej współczesny przyrodnik je rozumie.

Jeszcze stosunkowo bardzo niedawno było ono rozumiane raczej jakościowo: „podobne przyczyny wywołują podobne skutki“. Obecnie rozumiemy je ilościowo: „ściśle jednakowe przyczyny wywołują ściśle jednakowe skutki“.

Z chwilą ustalenia tego prawa „ilościowo - przyczynowego“, stało się logiczną koniecznością dążyć do ujęcia wszystkich praw w ramy ilościowe, czyli zbadać ilościowe stosunki między zjawiskami na miejsce jakościowych, których znajomością ludzkość się dotychczas przeważnie zadawała. Ilościowe metody badania zaczęto wprowadzać naprzód w tych dziedzinach, w których stosunki między zjawiskami są najprostsze, a więc w optyce geometrycznej i astronomji, następnie w innych dziedzinach fizyki, potem przyszła kolej na chemję. Wprowadzenie jej jednak do dziedziny badań biologicznych, które są obok chemji podstawą nauki rolnictwa, napotykało na trudne do przewyciężenia przeszkody, polegające na niesłychanej złożoności wszystkich w tej dziedzinie zachodzących zjawisk, sprawiającej, że żadne zjawisko nigdy się ściśle jednakowo nie powtarza.

Wprawdzie ta sama trudność, lecz bez porównania w mniejszym stopniu, istniała i w innych dziedzinach badania, gdyż nie tylko biologiczne lecz w ogóle żadne zjawisko w przyrodzie nie powtarza się nigdy ściśle w ten sam sposób, każde z nich bowiem jest wypadkową nieskończonej liczby powiązanych z sobą przyczyn.

Weźmy n. p. tak proste zjawisko, jak ruch wahadła w próżni. Od iluż drugorzędnych przyczyn jest on zależny oprócz dwóch zasadniczych: odległości punktu oparcia od środka ciężkości, i od tego, co nazywamy siłą przyciągania ziemi!

Większa lub mniejsza dokładność próżni, drobne zmiany temperatury, nieuniknione drgania punktu oparcia igły czy pryzmatu, mniejsza lub większa trwałość materiału, z którego pryzmat i oparcie są zrobione! Ale to dopiero jedna grupa: a teraz t. zw. siła przyciągania ziemi: wszak ona jest wypadkową przyciągania między wszystkimi ciałami wszechświata, i zależy od ich wzajemnego położenia, to zaś zmienia się w każdym elemencie czasu, szczególnie zaś wzajemne położenie słońca, księżyca i ziemi. To są elementarne przyczyny, wpływające na przebieg zjawiska, uważanego jako zjawisko „samo w sobie“. t. j. bez względu na to, jak jest zaobserwowane przez badacza, (jeżeli w ogóle przyjmujemy, że zjawiska „same w sobie“ istnieją). Ale, aby to zjawisko weszło do świadomości obserwatora, aby obserwator mógł drogą złożo-

nych czynności duchowych stwierdzić stosunek tego zjawiska do innego, znowu niezmiernie złożonego, jakim jest ruch czasomierza, oba te zjawiska muszą przejść przez cały skomplikowany aparat jego zmysłów i umysłu: te zaś niewątpliwie ulegają również ciągłym zmianom. Innymi słowy, obserwacja, czy wykonanie pomiarów czasu, na których w danym wypadku obserwacja polega, jest sama zjawiskiem, które, jak żadne zjawisko, dwa razy się w bezwzględnie jednakowych warunkach powtórzyć nie może.

Na szczęście dla ludzkości niedokładność zmysłów przyszła im z pomocą przy badaniu takich zjawisk: różnice w przebiegu tych „prostych“ zjawisk „samych w sobie“ są tak drobne, iż pozostawały one poza świadomością obserwatora, osiadając jakoby na filtrze jego zmysłów, dopuszczających do jego świadomości tylko ogólne, grubsze zarysy przebiegu zjawiska, wspólne dla całych szeregów podobnych zjawisk, co pozwoliło mu dopatrywać się tożsamości przyczyn a zatem i tożsamości skutków tam, gdzie było tylko ich podobieństwo, i w ten sposób stworzyć zasadę ścisłej przyczynowości. Reszty dokonało rozumowanie.

Badania ostatniego stulecia pozwoliły odkryć jeszcze jedno prawo, niezmiernie ułatwiające wnioskowanie na podstawie zmiennych więc niepewnych z natury swej obserwacji: jest niem ogólne prawo, któremu podlega sama zmienność zjawisk, a między nimi i zjawiska obserwacji. Prawo to, zostało odkryte i zastosowane pierwotnie w odniesieniu do najprostszych zjawisk i obserwacji: a więc do zjawisk fizycznych, do pomiarów kątów, długości, czasu i t. p. Znajomość tego prawa pozwoliła sprowadzić niedokładności wynikające z tego rodzaju obserwacji, do dowolnie małej wielkości, a co najważniejsza, zdać sobie sprawę z jej stopnia i dzięki temu dziedziny nauki, w których badania polegają na zastosowaniu tych czynności do stosunkowo prostych zjawisk, osiągnęły już dawno wysoki stopień ścisłości. W tych dziedzinach możemy badane zjawisko powtarzać dowolnie wielką ilość razy w sposób dostatecznie jednakowy na to, ażeby wyniki badania zjawiska mogły być między sobą bezpośrednio porównywane, względnie identyfikowane z sobą.

Im jednak zjawiska stają się bardziej złożone, tem możliwość powtórzenia zjawiska staje się mniejszą: wszak meteorolog nigdy nie może porównać z sobą dwóch jednakowych stanów rozkładu ciśnień, lekarz nigdy nie może porównać działania lekarstwa na dwóch identycznych organizmach (gdyż nawet ten sam osobnik w dwóch po sobie następujących atakach tej samej choroby może zupełnie inaczej na lekarstwo reagować), rolnik nigdy nie może powtórzyć tego samego lub wykonać dwóch różnych doświadczeń nawozowych na tym samym osobniku roślinnym! A tymczasem dla ścisłego poznania prawa, wyrażającego stosunek między zjawiskami

lub ich grupami, nie ma innego sposobu jak badanie różnych „przyczyn“ na przebieg tego samego zjawiska, lub tej samej przyczyny na przebieg zjawisk różnych, lecz których różnice są nam ściśle znane.

To sprawia, że metody badania i wnioskowania w naukach, mających do czynienia ze zjawiskami bardzo złożonymi i zmiennymi, jak meteorologia, nauki biologiczne i ich zastosowania praktyczne (medycyna, rolnictwo), muszą się nieco różnić od stosowanych w geodezji, chemji, fizyce. Nie mając mianowicie możności powtarzania zjawiska w warunkach, praktycznie biorąc, identycznych, badacz zmuszony jest badać całe grupy zjawisk tylko podobnych i wydzielać z nich myślowo te momenty przebiegu zjawiska, które uważa za istotne dla niego, t. j. które są celem jego badania. Musi on mieć stale na myśli przy wnioskowaniu nie jeden wynik któregośkolwiek doświadczenia lecz grupę wyników jednorodnych doświadczeń, uważaną jako całość. Powinien on przejąć się przekonaniem, że wynik pojedynczego, choćby najściślej wykonanego doświadczenia, nie mówi w tej dziedzinie pracy naukowej zwykle nic, w najlepszych razach — bardzo mało.

Zasadnicza różnica między metodą doświadczalną tych nauk czystych i stosowanych, które do niedawna z zupełną słusznością uważały siebie jedynie za nauki ścisłe, a tych nauk, do których należą składowe części nauki rolnictwa, a które dopiero od niedawna zaczęły się stawać ścisłymi, leży w tem że w pierwszych zmienność obiektywna przeważnej liczby badanych zjawisk jest znikomo mała, tak, że zmienność wyników jest zwykle w swej dostępnej zmysłom części skutkiem zmienności zjawiska — obserwacji, jest z punktu widzenia badacza, zmiennością subiektywną; w drugich zaś, obok tych samych przyczyn zmienności wyników, które tkwią w obserwatorze, względnie narzędziach pośredniczących między nim a zjawiskiem, ma się jeszcze do czynienia ze zmiennością obiektywną samych zjawisk.

Te same więc lub podobne metody jak te, które fizyk lub geometra stosuje tylko do czynności pomiarów, uważając sam przedmiot mierzony za, praktycznie biorąc, stały, musi eksperymentator rolniczy stosować się nie tylko do pomiarów, będących w jego dziedzinie koniecznym momentem badania, ale i do badanych zjawisk „samych w sobie“.

ROZDZIAŁ I.

Elementarne podstawy teorii błędów.

1. *Średnia arytmetyczna.* Wielowiekowa praktyka dowiodła, że „średnia arytmetyczna z szeregu z jednakową ścisłością wykonanych pomiarów pewnej wielkości jest najprawdopodobniejszą tej wielkości wartością“.

Nie znaczy to bynajmniej, że żaden z pojedynczych pomiarów oddzielnie wzięty nie może być bliższym szukanej wielkości, niż średnia arytmetyczna z wszystkich. Owszem: może się zdarzyć, że przypadkowo jeden z pomiarów da nam wynik bliższy prawdy, niż średnia arytmetyczna, lecz nie mamy żadnych danych do osądzenia, który z nich jest ściślejszy od drugich, przyjmujemy więc średnią arytmetyczną niejako jako assekurację przed popełnieniem wielkiego błędu.

Jako sprawdzian tego twierdzenia może służyć doświadczenie, polegające na tem, że pewną wielkość, n. p. pewien kąt, mierzymy kilkadziesiąt razy, tym samym instrumentem, albo przynajmniej jednakowo ściśleymi instrumentami, posuwając ściśłość każdego pomiaru do najdalszych możliwych przy danej metodzie mierzenia granic, n. p. do jednej setnej części sekundy. Prawie napewno można twierdzić, że w całym szeregu nie będzie nawet dwóch pomiarów, któreby nam dały jednakowe wyniki, lecz wyniki te będą się wahać w granicach, powiedzmy, jednej sekundy.

Teraz wyciągamy z całego szeregu na los szczęścia po dwa wyniki i obliczmy dla każdej takiej pary średnią arytmetyczną: średnie te będą się również różniły między sobą, lecz granice wahań się zmniejszą. Jeżeli następnie obliczymy średnie arytmetyczne dla 4, 6, 8 i t. d. losowo wyciągniętych pomiarów, to zauważymy, że im pomiary, dla których są obliczone średnie arytmetyczne, są liczniejsze, tem te średnie arytmetyczne są między sobą bardziej zbliżone, tem wahają się one w ciśniejszych granicach.

Ponieważ zaś jedynym bezpośrednim sprawdzianem rzeczywistości jakiegoś zjawiska jest jego wielokrotna obserwacja (przez tegoż samego lub różnych obserwatorów), więc jesteśmy zmuszeni uważać za bliższe prawdy wartości szukanej wielkości, te które są bliższymi między sobą.

Możemy zresztą sprawdzić to twierdzenie jeszcze bardziej bezpośrednio przez wymierzanie wielkości, której wartość jest nam a priori znana, n. p. przez mierzenie sumy trzech kątów trójkąta, która się równa 180° .

Ogromna ilość doświadczeń z dziedziny astronomji, geodezji i t. p. dowodzi, że pozorny paradoks, tkwiący jakoby w twierdzeniu, że z wielu pomiarów nieściśłych, a zatem fałszywych, możemy obliczyć bliższą prawdy średnią arytmetyczną, że zatem razem wzięte dają nam one to, czego żaden oddzielnie nie posiada, nie jest więc wcale paradoksem.

Objaśniamy to w sposób następujący:

2. *Błędy elementarne.* Na wynik każdego oddzielnego pomiaru składa się bardzo wielka ilość ubocznych zjawisk, a więc na wynik pomiaru kąta refrakcja powietrzna („drżenie powietrza“ „strzeżoga“), drżenie ziemi, na której aparat mierniczy stoi, niepewność ręki i wzroku obserwatora i t. p. Każde z tych zjawisk jest z kolei wynikiem bardzo licznych, nie-

uchwytnych przyczyn, które sprawiają, że przy jednym pomiarze te zakłócające wynik pomiaru uboczne zjawiska przebiegają inaczej niż przy drugim, powodując za każdym razem odczytanie innej liczby. Te drobne, nieuchwytnie przyczyny różnic w obserwacjach nazywamy źródłami *elementarnych błędów*. Wpływających jedne na powiększenie, drugie na zmniejszenie znalezionej przez obserwację wielkości.

3. *Normalne błędy obserwacyjne*. Suma algebraiczna błędów elementarnych, wpływających na wynik każdej obserwacji, daje nam różnicę między wynikiem pomiaru a rzeczywistą wartością mierzonej wielkości: różnicę tę nazywamy *błędem normalnym*.

Ponieważ tych źródeł błędów elementarnych jest bardzo wiele, więc istnieje bardzo małe prawdopodobieństwo, żeby ta sama kombinacja błędów elementarnych powtórzyła się ściśle dwa lub więcej razy. Przeciwnie, należy się spodziewać, że jeżeli jedne z przypadkowych kombinacji błędów elementarnych dadzą nam jako wypadkowe błędy dodatnie, t. j. otrzymamy wskutek nich wyniki za wysokie, to inne nam dadzą jako wypadkowe błędy ujemne. Ponieważ zaś nie ma żadnej racji, żeby ujemne błędy elementarne były częstszymi niż dodatnie, albo odwrotnie, więc przy większej ilości pomiarów mamy prawdopodobieństwo, że za wysokie wyniki jednych pomiarów będą równoważone przez za niskie innych i wskutek tego średnia arytmetyczna będzie z większym prawdopodobieństwem bliska szukanej wielkości niż wynik każdego pojedynczego pomiaru.

4. *Prawo prawdopodobieństwa błędów normalnych*. Zobaczmy teraz, czy nieda się odkryć prawo, które by nam bliżej określało prawdopodobieństwo zdarzania się *normalnych błędów*.

Widzieliśmy, że błędy normalne obserwacyjne są sumami algebraicznymi bardzo licznych bardzo małych błędów elementarnych. Przez analizowanie w myśli przyczyn, wywołujących pewien choćby najmniejszy błąd, możemy je uważać jako sumy algebraiczne przyczyn jeszcze drobniejszych błędów; dochodzimy więc ostatecznie do pojęcia błędów elementarnych jako wielkości, praktycznie biorąc, nieskończenie małych i ich absolutne wielkości możemy przyjąć za równe między sobą, a różniące się tylko znakiem $+$ albo $-$. Zobaczmy jakie możemy otrzymać kombinacje z ich przypadkowego spotkania.

Dla ułatwienia rozumowania przyjmiemy, że tych błędów elementarnych mamy niewiele, n. p. pięć. Nazwijmy je $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5$.

Mogą one nam dać następujące kombinacje.

$$\begin{aligned} \text{(a)} & \quad + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 + \varepsilon_5 = + 5\varepsilon \\ \text{(b)} & \quad + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 - \varepsilon_5 = + 3\varepsilon \\ & \quad + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4 + \varepsilon_5 = + 3\varepsilon \end{aligned}$$

i t. d.

.....

$$\begin{aligned} \text{(c)} & \quad + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4 - \varepsilon_5 = + \varepsilon \\ & \quad + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3 - \varepsilon_4 + \varepsilon_5 = + \varepsilon \end{aligned}$$

.....

$$\begin{aligned} \text{(d)} & \quad + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3 - \varepsilon_4 - \varepsilon_5 = - \varepsilon \\ & \quad + \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 - \varepsilon_4 + \varepsilon_5 = - \varepsilon \end{aligned}$$

.....

$$\begin{aligned} \text{(e)} & \quad + \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 - \varepsilon_4 - \varepsilon_5 = - 3\varepsilon \\ & \quad - \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 - \varepsilon_4 + \varepsilon_5 = - 3\varepsilon \end{aligned}$$

.....

$$\text{(f)} \quad - \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 - \varepsilon_4 - \varepsilon_5 = - 5\varepsilon$$

Obliczmy teraz, ile mamy możliwych kombinacji każdego rzędu, t. j. dających w sumie $+ 5\varepsilon$, $+ 3\varepsilon$, $+ \varepsilon$, $- \varepsilon$, $- 3\varepsilon$ i $- 5\varepsilon$.

Ilość tych kombinacji daje nam znany wzór

$$z = \frac{k!}{r!(k-r)!} \quad (1)$$

w którym k oznacza liczbę członów, r , rząd kombinacji, a z , ilość możliwych kombinacji danego rzędu bez powtórzeń ($k!$ jak wiadomo, oznacza iloczyn liczb naturalnych od 1 do k).

Kombinacji (a) i (f), przy których wszystkie człony mają znak $+$ albo znak $-$, których suma będzie więc $+ 5\varepsilon$ albo $- 5\varepsilon$ mamy oczywiście po 1.

Kombinacji, dających nam w sumie $+ 3\varepsilon$ albo $- 3\varepsilon$, a więc w których 4 człony mają jednakowy znak a 1 odwrotny, mamy podług powyższego wzoru:

$$z^2 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}{1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = 5.$$

Kombinacji 3-go rzędu, dających nam sumy algebraiczne $+ 2$ albo $- \varepsilon$, mamy

$$z_3 = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} = 10$$

Cały więc szereg częstotliwości sum algebraicznych tych pięciu błędów elementarnych przedstawiłby się nam, jak następuje:

Wielkość błędu	+ 5ε	+ 3ε	+ ε	- ε	- 3ε	- 5ε
częstotliwość						
(prawdopodobieństwo)	1	5	10	10	5	1

Przy sześciu błędach elementarnych dostaniemy dla ich sum algebraicznych w ten sam sposób następujący szereg:

Wielkość błędu	+ 6ε	+ 4ε	+ 2ε	+ 0	- 2ε	- 4ε	- 6ε
częstotliwość	1	6	15	20	15	6	1

Jeżeli ten sam rachunek zrobimy dla różnych przypuszczalnych ilości błędów elementarnych od jednego w górę to dostaniemy szeregi częstotliwości różnych kombinacji z k błędów.

dla 1-go błędu elem.			1	1						
" 2-ch	"	"	1	2	1					
" 3-ch	"	"	1	3	3	1				
" 4-ch	"	"	1	4	6	4	1			
" 5-ciu	"	"	1	5	10	10	5	1		
" 6-ciu	"	"	1	6	15	20	15	6	1	
" 7-miu	"	"	1	7	21	35	35	21	7	1

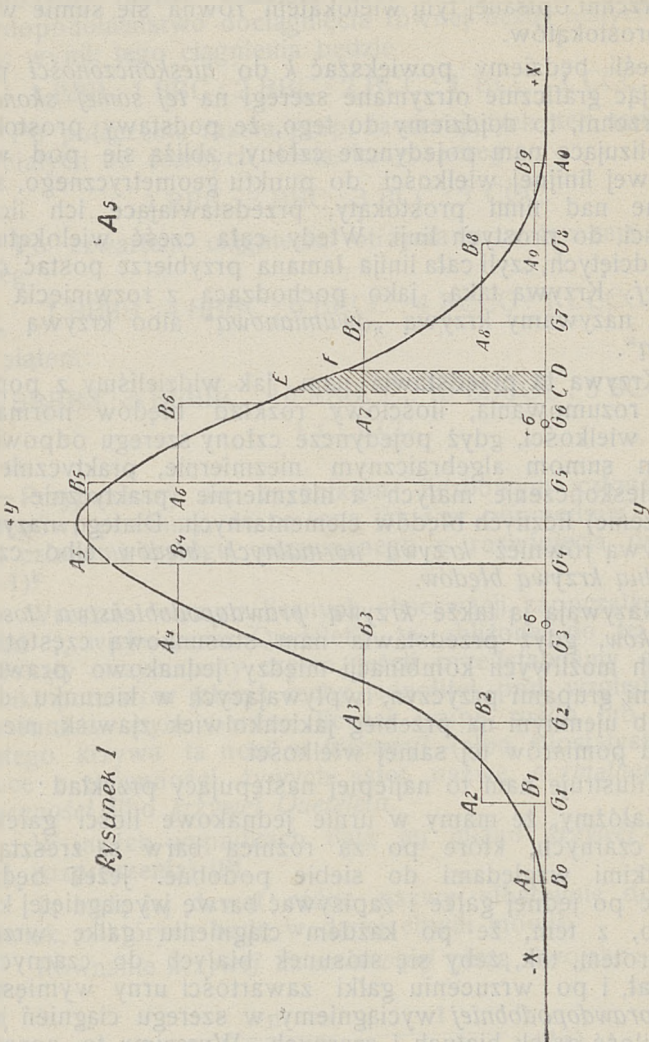
$$1, \frac{k}{1}, \frac{k(k-1)}{1 \cdot 2}, \frac{k(k-1)(k-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3}, \dots, \frac{k(k-1)\dots(k-m+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots m}, \dots, 1$$

Widzimy, że liczebności szeregów sum algebraicznych wszystkich możliwych kombinacji błędów elementarnych dają nam szeregi, którebyśmy dostali z rozwinięcia dwumianu $(1+1)^k$, gdzie k przybiera kolejno wartości od 1 do nieskończoności.

Szereg taki jest szeregiem symetrycznym o jednym maximum w środku. Można go przedstawić graficznie w sposób następujący (por. rys. 1).

5. *Krzywa prawdopodobieństwa błędu.* Odkładamy na osi odciętych (XX) równe długości „odcięte“, z których każda symbolizuje nam jeden człon tego szeregu, a równoległe do osi rzędnych (YY) wielkości liczbowe odpowiednich członów w postaci prostokątów o podstawach równych liniowej wartości (graficznemu symbolowi) jednego członka szeregu i wysokościach proporcjonalnych do liczebnej wartości członów. To znaczy, że jeżeli za jedność przyjmijemy linię prostą do-

wolnej długości a , to wysokość pierwszego prostokąta, wyobrażającego nam człon pierwszy od lewej (i od prawej) ręki



Rysunek 1

będzie = a , wysokość drugich członów od lewej i prawej ręki będzie równa

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \dots k}{1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots (k-1)} a = ka$$

Wysokość trzecich członów:

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \dots k}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \dots (k-2)} a \text{ itd.}$$

Prostokąty te wszystkie razem będą tworzyły wielokąt, ograniczony z jednej strony osią odciętych ($X X$) a z drugiej linią łamaną $A_0 A_1 B_1 B_2 \dots B_k A_{k+1} \dots B_{1+1} \dots B_0$. Całość powierzchni opisanej tym wielokątem równa się sumie wszystkich prostokątów.

Jeśli będziemy powiększać k do nieskończoności przedstawiając graficznie otrzymane szeregi na tej samej skończonej powierzchni, to dojdziemy do tego, że podstawy prostokątów symbolizujące nam pojedyncze człony, zbliżą się pod względem swej liniowej wielkości do punktu geometrycznego, a zbudowane nad nimi prostokąty, przedstawiające ich liczebne wartości, do prostych linii. Wtedy cała część wielokątu nad osią odciętych, czyli cała linia łamana przybierze postać *ciągłej krzywej*. Krzywą taką, jako pochodzącą z rozwinięcia dwumianu, nazywamy krzywą „dwumianową“ albo krzywą „binomijalną“.

Krzywa ta przedstawia nam, jak widzieliśmy z poprzedniego rozumowania, ilościowy rozkład błędów normalnych różnej wielkości, gdyż pojedyncze człony szeregu odpowiadają różnym sumom algebraicznym niezmiernie, praktycznie biorąc, nieskończenie małych a niezmiernie (praktycznie — nieskończenie) licznych błędów elementarnych. Dlatego nazywamy tę krzywą również *krzywą normalnych błędów* albo częściej *normalną krzywą błędów*.

Nazywają ją także *krzywą prawdopodobieństwa losowych wypadków*, gdyż przedstawia nam stosunkową częstotliwość różnych możliwych kombinacji między jednakowo prawdopodobnymi grupami przyczyn, wpływających w kierunku dodatnim lub ujemnym na przebieg jakichkolwiek zjawisk, nie tylko wyniku pomiarów tej samej wielkości.

Zilustruje nam to najlepiej następujący przykład :

Żałóżmy, że mamy w urnie jednakowe ilości gałek białych i czarnych, które po za różnicą barw są zresztą pod wszystkimi względami do siebie podobne. Jeżeli będziemy ciągnąć po jednej gałce i zapisywać barwę wyciągniętej każdorazowo, z tem, że po każdym ciągnięciu gałkę wrzucimy z powrotem, tak, żeby się stosunek białych do czarnych nie zmieniał, i po wrzuceniu gałki zawartości urny wymieszamy, to *najprawdopodobniej* wyciągniemy w szeregu ciągnięć jednakową ilość gałek białych i czarnych. Wyrazimy to, oznaczając wynik ciągnięcia.

$$1B : 1C$$

Jeżeli do każdej białej i każdej czarnej z pierwszego ciągnięcia będziemy dociągać znowu wielką ilość razy po jednej gałce, to znowu będziemy mieli prawdopodobieństwo dociągnięcia jednakowych ilości białych jak i czarnych. Wynik ten wyrazimy : $1BB : 1BC : 1CB : 1CC = 1BB : 2BC : 1CC$.

Jeżeli teraz będziemy znowu do każdej pary zanotowanych gałek dociągać po jednej gałce, to (o ile te ciągnięcia powtórzymy bardzo znaczną ilość razy), mamy największe prawdopodobieństwo dociągnięcia równej liczby białych i czarnych; wynik tego ciągnięcia będzie

1 BBB : 1 BBC : 2 BBC : 2 BCC : 1 BCC : 1 CCC.

Po połączeniu razem grup, zawierających ten sam stosunek białych do czarnych dostaniemy szereg:

1 BBB : 3 BBC : 3 BCC : 1 CCC.

Po czwartym ciągnięciu otrzymamy w ten sam sposób szereg

1 BBBB : 4 BBBC : 6 BBCC : 4 BCCC : 1 CCCC,

po piątym:

1 BBBBB : 5 BBBBC : 10 BBBCC : 10 BBCCC : 5 BCCCC :
1 CCCCC,

i t. d.

Przyjrawszy się czynnikom liczbowym członów tych szeregów, poznamy, że są one jak i w poprzednim przykładzie członami szeregu, otrzymanego z rozwinięcia dwumianu $(1+1)^k$

Wreszcie wiemy z licznych obserwacji, zapoczątkowanych przed $\frac{3}{4}$ wieku przez Quetelet'a, że zbliżone do tej krzywej wielokąty otrzymujemy często, jeżeli przedstawiamy graficznie wyniki pomiarów jakiejś cechy jednolitej pod względem rasy i warunków bytu bardzo licznej grupy roślin lub zwierząt. Dlatego krzywa ta nosi w *biometrii* (albo biostatystyce) t. j. nauce o zmienności żywych istot nazwę *normalnej krzywej zmienności* albo *krzywej Queteleta*.

W innych wypadkach dają jej miano *krzywej dyspersji* (t. j. rozproszenia) itd.

Ja będę jej dawał różne nazwy stosownie do rodzaju zjawisk, o których będę w danej chwili mówił.

Równanie *krzywej dwumianowej* piszą dwojako:

$$y = \frac{n}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{e^{\frac{x^2}{2\sigma^2}}} \quad (2a)$$

$$y = \frac{n}{m \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{e^{\frac{x^2}{m^2}}}$$

¹⁾ O ile mamy do czynienia z błędami obserwacyjnymi, to piszemy zwykle zamiast σ m , symbol, którym oznaczamy „błąd średni“.

albo

$$y = \frac{h}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{e^{h^2 x^2}} \quad (2 b)$$

Równania te, przedstawiające jedną i tą samą krzywą wyrażają *prawo prawdopodobieństwa błędów normalnych*.

W równaniach tych oznaczamy przez x (t. j. *odcięte*) *wielkości błędu* (t. j. różnice między wynikami pomiarów a *rzeczywistą* wartością szukanej wielkości), albo stosunek gałek białych do czarnych, albo różnicę między wymiarami pewnej cechy pojedynczych osobników a przeciętnym wymiarem tej cechy w badanej grupie zwierząt i roślin i t. p. ogólnie mówiąc, *wielkość warjantów*; przez y zaś (rzędne) oznaczamy ilość razy, w których mamy się spodziewać spotkania danego warjantu w stosunku do ogólnej liczby zbadanych wypadków, (którą to liczbę oznaczamy przez n).

Te spodziewane ilości pewnych błędów (lub ogólnie warjantów) nazywamy ich *prawdopodobieństwem* albo ich *teoretycznymi częstotliwościami*.

Za ogólną ilość wszystkich spostrzeżeń t. j. n wygodnie jest przyjmować jedność, lub jedność z zerami: (1, 100, 1000 i t. d.). We wzorze (b) przyjęto $n = 1$, i dlatego ten współczynnik nie jest uwidoczniiony.

Przez π oznaczamy jak zwykle, stosunek okręgu koła do średnicy, a przez e podstawę logarytmów naturalnych, są to więc spółczynniki stałe.

$$\pi = 3,14159$$

$$e = 2,71828$$

O ile więc znamy wartości, wielkości, oznaczonych w tych równaniach symbolami σ (czytaj „sygma“) względnie h , to możemy dla każdego warjantu, (t. j. dla każdej wielkości x) obliczyć odpowiadającą mu teoretyczną częstotliwość (t. j. y), t. j. obliczyć, ile razy możemy się spodziewać danego warjantu na n obserwacji.

Wielkości σ i h stoją do siebie w stosunku takim, że

$$h = \frac{1}{\sigma \sqrt{2}}, \quad \text{a więc} \quad \sigma = \frac{1}{h \sqrt{2}}.$$

Im σ jest większe, tem krzywa zmienności (krzywa prawdopodobieństwa) jest bardziej rozwarta, t. j. tem mniej wzniesiona jest w środku a szersza u dołu, co oczywiście znaczy, że tem mniej prawdopodobne będą małe warjanty (małe błędy) a tem prawdopodobniejsze wielkie.

Dlatego wielkość σ nazywamy *wskaźnikiem zmienności*, a jeżeli mamy do czynienia z błędami obserwacyjnymi, to *błędem średnim rzeczywistym, miarą błędów*.

Natomiast wielkość h , w miarę wzrostu, którego krzywa wznosi się we środku a staje się mniej rozwarta, nazywamy *miarą dokładności*.

6. *Rzeczywisty błąd średni (wskaźnik zmienności)*. Zbyt daleko by nas zaprowadziło podawanie tu dyskusji równania krzywej prawdopodobieństwa błędów i wyprowadzania w sposób matematyczny wielkości σ . Wystarczy czytelnikom tej książki, nie pragnącym zgłębiać przedmiotu z matematycznego punktu widzenia, wiedzieć, że:

rzeczywisty błąd średni (czyli wskaźnik zmienności) jest to średnia potęgowa drugiego stopnia wszystkich błędów rzeczywistych (względnie wszystkich warjantów).

Jeżeli rzeczywistą wartość szukanej wielkości oznaczymy X , wyniki pojedynczych pomiarów tej wielkości $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$, błędy zaś rzeczywiste tych pomiarów $\nu_1, \nu_2, \nu_3, \dots, \nu_n$ ¹⁾ to $\nu_1 = X - l_1, \nu_2 = X - l_2, \nu_n = X - l_n$.

Rzeczywisty błąd średni zaś, który będziemy oznaczali μ ²⁾ będzie stosownie do tego, cośmy powyżej powiedzieli:

$$(3) \quad \mu = \sqrt{\frac{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \dots + \nu_n^2}{n}}$$

Ponieważ sumę szeregu wielkości przyjęto oznaczać przez Σ ³⁾, albo też przez klamry [], a Gauss, jeden z twórców teorii błędów zamiast pisać ν_1^2 i t. d., używał pisowni $\nu_1 \nu_1$ więc można wzór dla rzeczywistego błędu średniego pisać również

$$(3a) \quad \mu = \sqrt{\frac{\Sigma \nu^2}{n}}, \quad \text{albo} \quad \mu = \sqrt{\frac{[\nu\nu]}{n}} \quad (3b)$$

Wzory te oznaczają, że jeżeli znamy szereg rzeczywistych błędów, popełnionych przy pomiarze pewnej wielkości, to błąd średni tych pomiarów obliczamy w ten sposób, że *podnosimy wszystkie błędy do kwadratu, kwadraty te sumujemy, dzielimy sumę przez liczbę błędów i z ilorazu wyciągamy pierwiastek kwadratowy*.

Błąd średni, jako pierwiastek drugiej potęgi ma oczywiście znak \pm , t. j. może mieć wartość zarówno ujemną jak i dodatnią, co jest zrozumiałe wobec tego, że jak wiemy, błędy dodatnie i ujemne są jednakowo prawdopodobne.

1) ν litera greckiego alfabetu, wymawia się „ni“.

2) μ litera greckiego alfabetu, wymawia się „mi“.

3) Σ litera greckiego alfabetu, wymawia się „wielkie sigma“.

Jeżeli mamy do czynienia nie z szeregiem pomiarów tej samej wielkości, lecz z szeregiem pomiarów pewnej cechy w pewnej liczbie osobników tego samego gatunku, albo z szeregiem wyników ciągnięć białych i czarnych gałek (jak w podanym wyżej przykładzie) itd., to postępujemy ściśle tak samo, tylko za rzeczywistą wartość szukanej wielkości, o ile jej nie znamy, przyjmujemy średnią arytmetyczną z wymiarów cechy u wszystkich zbadanych osobników. Wielkość otrzymaną jako średnią potęgową drugiego stopnia odchyień cechy pojedynczych osobników od średniej arytmetycznej nazywamy w tych wypadkach, jak wiadomo, wskaźnikiem zmienności i oznaczamy literą σ , warjanty zaś przez ν , więc możemy napisać

$$\sigma = \sqrt{\frac{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \dots + \nu_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum \nu^2}{n}} = \sqrt{\frac{[\nu\nu]}{n}} \quad (3 \text{ c})^1$$

7. *Błąd średni pozorny* albo poprostu *błąd średni*. W poprzedzającym ustępie mówiłem o „rzeczywistych błędach“ i o „rzeczywistym błędzie średnim“. Z określenia tych pojęć, które podałem, widać, że z tego rodzaju błędami spotykamy się tylko w niezmiernie rzadkich wypadkach, wtedy mianowicie, kiedy rzeczywista wartość szukanej wielkości jest nam z góry znana, np. przy wymierzaniu sumy trzech kątów trójkąta, która jest równa 180° .

W olbrzymiej większości wypadków nie znamy prawdziwej wartości wielkości, którą mierzymy, lecz przyjmujemy za nią średnią arytmetyczną z wyników wykonanych pomiarów. Ta średnia arytmetyczna jest tylko *przybliżoną, pozorną* wartością szukanej wielkości, z czego wypływa, że *różnice między wynikami pojedynczych pomiarów a ich średnią arytmetyczną są błędami pozornymi*.

Obliczony z nich błąd średni jest również nie rzeczywistym, lecz *pozornym błędem średnim*. Ponieważ w praktyce spotykamy się prawie wyłącznie z błędami pozornymi, więc dla krótkości nazywamy je poprostu *błędami* (lub błędami normalnymi) a obliczoną z nich miarę błędu — *błędem średnim* i oznaczamy go symbolem m .

Zobaczmy, czy do obliczenia pozornego błędu średniego można zastosować ten sam wzór:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum \nu^2}{n}}$$

¹⁾ Skróconą rachunkową metodę obliczania błędu średniego długich szeregów pomiarów podaje w dopełnieniach.

Jeżeli wymierzywszy jeden raz sumę trzech kątów trójkąta, otrzymamy dla niej wielkość $\alpha + \beta + \gamma = 179^{\circ},16$, to *wiemy* żeśmy popełnili błąd rzeczywisty

$$\nu = 0^{\circ},84.$$

Obliczony błąd rzeczywisty podług wzoru (3)

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum \nu^2}{n}} = \sqrt{\frac{\delta^2}{1}} = \pm \delta$$

t. j. jak prosta logika wskazuje, średnią miarą pojedynczego popełnionego błędu jest wielkość tego błędu.

Weźmy teraz inny wypadek: mierzymy *jeden raz* jeden kąt trójkąta i otrzymujemy jakąś wielkość w . Wiemy dalej, że „najprawdopodobniejszą wartością szukanej wielkości jest średnia arytmetyczna z wszystkich pomiarów“, którą oznaczamy symbolem M .

W wypadku naszym pojedynczego pomiaru oczywiście

$$M = w,$$

więc błąd *pozorny*

$$\nu = M - w = 0$$

A zatem błąd średni, obliczony podług wzoru (3) byłby

$$m = \sqrt{\frac{\sum w^2}{n}} = 0.$$

Wynikałoby z tego, że nie popełniliśmy żadnego błędu, tymczasem *wiemy* napewno, że tak nie jest, wiemy *napewno*, żeśmy popełnili mniejszy lub większy błąd, lecz nie mamy żadnej podstawy do sądzenia, jak wielkim jest ten błąd. Innymi słowy, pomiar nasz, jak wogóle każdy pojedynczy pomiar, jest obciążony *błędem nieokreślonym*; powinniśmy więc dla błędu średniego, który w tym wypadku jest również *nieokreślony*, otrzymać

$$m = \frac{0}{0}$$

Ten wynik otrzymamy jeżeli we wzorze (3) zmniejszymy dzielnik o jedność, tj. jeżeli napiszemy

$$m = \sqrt{\frac{\sum \nu^2}{n-1}} \quad (4)$$

Jest to wzór dla obliczenia *pozornego błędu średniego*.

Słuszność tej zmiany pierwotnego wzoru można dowieść w sposób bardziej ścisły: ¹⁾

Nazwijmy, jak poprzednio:

rzeczywistą wartość szukanej wielkości: X

wyniki pojedynczych pomiarów: $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$

błędy rzeczywiste: $X - l_1 = \delta_1, X - l_2 = \delta_2, X - l_n = \delta_n$

średnią arytmetyczną wszystkich pomiarów: M

błędy pozorne: $M - l_1 = v_1, M - l_2 = v_2, \dots, M - l_n = v_n$

błąd średni: m

to $\delta_1 = (X - M) + v_1$ i t. d.

$$\delta_1^2 = (X - M)^2 + v_1^2 + 2v_1(X - M)$$

$$\delta_2^2 = (X - M)^2 + v_2^2 + 2v_2(X - M)$$

.....

$$\delta_n^2 = (X - M)^2 + v_n^2 + 2v_n(X - M)$$

$$\frac{\sum \delta^2 = n(X - M)^2 + \sum v^2 + 2\sum v(X - M)}{\quad} \quad (\alpha)$$

$\sum v$, t. j. suma algebraiczna wszystkich rzeczywistych błędów ma jako granicę 0, więc

$$\sum v = 0, \text{ a zatem i } 2\sum v(X - M) = 0$$

$(X - M)^2$ można przyjąć za kwadrat średniej wartości błędu, t. j. za kwadrat błędu średniego, więc $(X - M)^2 = m^2$; wzór (α) przyjmie więc postać $\sum \delta^2 = \sum v^2 + m^2$

$$\frac{\sum \delta^2}{n} = \frac{\sum v^2}{n} + \frac{m^2}{n}$$

$$\text{a że } \frac{\sum \delta^2}{n} = m^2 \text{ więc}$$

$$m^2 = \frac{\sum v^2}{n} + \frac{m^2}{n}$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n - 1}}, \text{ co było do dowiedzenia.}$$

Przykład 1. Dla lepszego zrozumienia tego, com wyłożył, przeróbmy przykład liczebny. Jako taki weźmy wyniki pomiarów kąta Mednikén-Fuchsberg, otrzymane przy wymierzeniu długości stopnia ziemskiego w Prusiech Wschodnich. Wybrałem rozmyślnie przykład z geodezji, po pierwsze dlatego, że czynności miernicze należą do tych, z którymi rolnicy mia-wają często do czynienia, głównie zaś, gdyż geodezja jest

¹⁾ por. Jordan — Handbuch d. Vermessungskunde 3-ter Aufl. str. 15.

dziedzina, w której teoria błędów uzyskała od stu lat wielostronne zastosowania. Przykład, który będziemy rozpatrywać, został przytoczony przez Jordana ¹⁾; przyda nam się on w dalszym ciągu tej książki, kiedy będzie mowa o granicach zastosowalności teorii błędów w doświadczalnictwie.

Przy wymierzaniu rzezonego kąta otrzymano w 18-tu pomiarach tę samą ilość stopni i minut, mianowicie 83° 30' tych więc w naszych obliczeniach błędu średniego nie potrzebujemy uwzględniać. Dla sekund zaś otrzymano następujące wyniki:

Nr. pomiaru	Il. sekund	Błędy pozorne $M - l = v$	Kwadraty błędów pozornych v^2
1	36,25	+ 1,38	1,90
2	37,50	+ 2,63	6,92
3	36,00	+ 1,13	1,28
4	34,77	- 0,10	0,01
5	33,75	- 1,12	1,25
6	30,25	- 4,62	21,34
7	33,70	- 1,17	1,37
8	36,14	+ 1,27	1,61
9	34,04	- 0,88	0,69
10	36,96	+ 2,09	4,37
11	33,16	- 1,71	2,92
12	34,57	- 0,30	0,09
13	34,75	- 0,12	0,01
14	36,50	+ 1,63	2,66
15	35,00	+ 0,13	0,02
16	34,75	+ 0,12	0,01
17	34 25	- 0,62	0,38
18	35,25	+ 0,38	0,14
<hr/>		<hr/>	<hr/>
$M = 34,87$		$\Sigma x = + 10,64$	$\Sigma v^2 = 46,97$
$n = 18$		$- 10,71$	

W pierwszej kolumnie mamy wyniki pojedynczych pomiarów, pod nią zaś M , tj. średnią arytmetyczną z tych 18-tu pomiarów; w kolumnie drugiej mamy błędy pozorne, tj. różnice między średnią arytmetyczną, a pojedynczymi pomiarami, pod nią zaś sumy odchyień, czyli błędów dodatnich i ujemnych. Sumy te obliczamy, jako sprawdzenie, czyśmy nie popełnili jakiegoś błędu w działaniach. Sumy dodatnich i ujemnych błędów, powinny oczywiście być sobie równe: drobna różnica 0,12 sekundy wynika w naszym wypadku z tego, że dzielenie przy obliczeniu średniej arytmety-

¹⁾ Jordana l. c.

cznej przerwaliśmy na drugim znaku dziesiętnym, zaokrąglając drugą dziesiątą w górę. Gdybyśmy dzielenie dalej poprowadzili, dostalibyśmy $M = 34,8661$. Przez to przyjęliśmy dla średniej arytmetycznej wielkość o 0,00391 za wielką. Wskutek tego każdy błąd dodatni wypadł nam za niski o 0,0039, a ujemny za wysoki o taką samą liczbę, a że ich było 18. więc różnica między sumami wynosi $0,0039 \times 18 = 0,071$. W trzeciej kolumnie są podane kwadraty błędów pozornych, rozumie się, nieobliczone do zbyt dalekich znaków dziesiętnych, a pod nią ich suma.

Sumę tę $\sum v^2$ dzielimy przez ilość pomiarów bez jednego, tj. przez $n-1 = 17$, i z ilorazu wyciągamy pierwiastek drugiego stopnia, który będzie szukany przez nas *błędem średnim* (pozornym)

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{46,97}{17}} = \pm 1,66$$

1,66 jest to *błąd średni* (w powyżej podanym znaczeniu) *pojedynczego pomiaru*, tj. miara prawdopodobieństwa popełnienia błędu pewnej dowolnej wielkości, gdybyśmy o wielkości kąta, który mierzymy, chcieli sądzić na podstawie *jednego*, któregośkolwiek, pomiaru, bez zestawienia go z innymi.

W jaki sposób to prawdopodobieństwo obliczamy, wyjaśnię w następnym ustępie.

8. *Tablice prawdopodobieństwa błędów*. Jak było powiedziane wyżej, prawo prawdopodobieństwa błędów różnej wielkości jest określone przez równanie, które bywa pisane w różnych postaciach. Najdogodniejsza z nich dla nas jest

$$y = \frac{n}{m \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{e^{\frac{x^2}{2m^2}}}$$

W równaniu tem x oznacza wielkość błędu, którego prawdopodobieństwo chcemy obliczyć, y — prawdopodobieństwo tego błędu w stosunku do n obserwacji, a m — miarę tego prawdopodobieństwa, czyli błąd średni.

Jak widzieliśmy poprzednio, prawdopodobieństwa (częstotliwości teoretyczne) są proporcjonalne do powierzchni prostokątów, których podstawa przedstawia nam graficznie jednostkę, w której mierzymy błędy (i wogóle zmienność badanego zjawiska), a wysokości są proporcjonalne do spodziewanych częstotliwości (prawdopodobieństwa). Dalej widzieliśmy, że przy przejściu *do granicy*, tj. po przyjęciu w dwumianie $(1+1)^k$ wykładnika k za nieskończenie wielką liczbę, prostokąty, przedstawiające częstotliwości zbliżą się do swej granicy,

którą będą linje proste, i powierzchnie ich staną się nieskończenie małymi, niewymiernymi. Wiemy również, że mamy możność popełniania błędów wszelkich możliwych wielkości; różnice między dwiema sąsiadującymi z sobą wielkościami błędów mogą być dowolnie małe, nieskończenie małe tak, że ich graficznym wyobrażeniem będą punkty geometryczne, będące podstawami prostych, w które przeszły prostokąty przedstawiające prawdopodobieństwo. Te punkty zlewają się w prostą, którą jest oś odciętych (oś X-ów).

Jeżeli mamy podaną wielkość jakiegoś błędu, którego prawdopodobieństwo chcemy obliczyć, np. $+1,38$, to ściśle matematycznie biorąc, znaczy to, że chodzi tu o błąd $+1,3800000 \dots$ do nieskończoności. Oczywiście taka wielkość błędu będzie się przedstawiała na osi odciętych jako punkt, a jego częstotliwość jako prosta, której powierzchnia jest niewymierna. Chcąc otrzymać częstotliwości wymierne, musimy je obliczać dla wymiernych wielkości błędu, a więc dla odciętych, zawartych w choćby najmniejszych, lecz skończonych granicach, a więc w naszym przykładzie między $1,375$ a $1,385$ albo między $1,379999$ a $1,380001$ itp.

Kiedyśmy sobie już te granice wybrali, obliczamy stosunek powierzchni ograniczonej odciętą, przedstawiającą wielkość błędu w tych granicach (CD), dwiema rzędnymi punktów końcowych tej odciętej (CE i FD) i częścią krzywej, zawartą między punktami EF, do powierzchni zawartej między całą krzywą, a osią odciętych.

Powierznię tę, przedstawiającą nam prawdopodobieństwo wszystkich możliwych wypadków, a zatem całkowite prawdopodobieństwo, przyjmujemy dla tem większej wygody za 1 albo za 1 z dowolną ilością zer. W takim razie prawdopodobieństwo błędu wyrazi się nam odrazu w postaci ułamka dziesiętnego, albo w postaci procentów.

Do ścisłego obliczenia tego stosunku potrzebna jest znajomość rachunku całkowego. Przytem obliczenie to jest dosyć uciążliwe; dlatego rzadko kiedy zadajemy sobie ten trud, zwykle zaś posiłkujemy się tablicami, w których są podane całki powierzchni krzywej prawdopodobieństwa w granicach między 0, tj. punktem przecięcia osi spółrzędnych, a różnymi wielkościami x : X_1 , X_2 , i t. d.

W równaniu krzywej prawdopodobieństwa (2 b) przyjmujemy za odciętą $X=0$ rzeczywistą wartość szukanej wielkości, a jeżeli jej nie znamy, to przyjętą za nią średnią arytmetyczną. Granice więc błędu $0-X_n$, są to, z jednej strony średnia arytmetyczna wszystkich pomiarów, z drugiej wynik któregośkolwiek pomiaru wyższy lub niższy od średniej arytm. (względnie rzeczywistej wartości) o X_n .

Odcięte, przedstawiające nam wielkości błędów (czy wogóle warjantów) mają to samo miano, co wyniki pomiarów,

tj. są wyrażone w tych samych jednostkach (milimetrach, miligramach, procentach, sekundach kąta itp.). Błąd średni (albo wskaźnik zmienności), jako średnia potęgowa pojedynczych błędów, ma również to samo miano. Możemy więc w każdym oddzielnym wypadku przeliczyć wielkość błędów (a właściwie granice błędów) z jednostek miary, w których pomiary były robione, na jednostkę błędu średniego: tj. zamiast 1 milimetra czy sekundy, przyjmujemy za jednostkę miary tyle milimetrów, czy tyle sekund, ile ich się zawiera w błędzie średnim. W ten sposób zamiast liczb mianowanych, różnych w różnych szeregach błędów, otrzymujemy dla błędów wielkości niemianowane, wyrażające stosunek błędu pewnej wielkości do błędu średniego.

Tablice prawdopodobieństwa błędów są właśnie obliczone dla granic błędów wyrażonych w jednostkach błędu średniego. Tablicę taką podaję na końcu książki (Tabl. I.).

Układ tej tablicy jest następujący:

W kolumnach: pierwszej pionowej z lewej strony i górnej poziomej są podane granice błędu w jednostkach błędu śred-

niego $\left(\frac{x}{m}\right)$, a mianowicie w rubryce pionowej do pierwszego znaku dziesiętnego a w poziomej do drugiego. W innych kolumnach są podane prawdopodobieństwa błędów tj. ich częstotliwości spodziewane w stosunku do 10000 obserwacji (jeżeli chcemy mieć to prawdopodobieństwo w stosunku do 1, to stawiamy przecinek przed pierwszą cyfrą) w granicach pomiędzy 0 (t. j. średnią arytmetyczną) a wielkością błędu

$$\frac{x}{m}$$

Prawdopodobieństwo wszystkich możliwych błędów (t. j. całkowita powierzchnia krzywej) jest przyjęta za 10000 (czy za 1); powierzchnia ta jest przedzielona osią rzędnych (Y Y) na dwie równe połowy, z których każda równa się więc 5000 (lub 0,5). Prawdopodobieństwo błędów dodatnich i ujemnych tej samej wielkości jest, jak wiemy, jednakowe, t. j. powierzchnia części krzywej zawarta pomiędzy osią rzędnych

a rzędną odciętej, $+\frac{x}{m}$ jest równa takieże powierzchni

między osią rzędnych a rzędną odciętej $-\frac{x}{m}$. Wystarcza

więc podanie w tablicy powierzchni, odpowiadających różnym wielkościom błędu dla jednej połowy krzywej, której powierzchnia wynosi $\frac{10000}{2} = 5000$. Innymi słowy przyjmujemy

za całkowite prawdopodobieństwo wszystkich dodatnich lub wszystkich ujemnych błędów 5000 (względnie 0,5).

Chcąc więc dowiedzieć się jakie jest prawdopodobieństwo błędu nie większego niż x , (a więc leżącego między 0 a x_1) przeliczamy x_1 na jednostki błędu średniego przez podzielenie x_1 przez m .

Następnie odszukujemy w pierwszej kolumnie pionowej liczbę równą całym i dziesiątym znalezionej ilorazu, a w pierwszej rubryce pionowej liczbę równą setnym tegoż ilorazu. Na przecięciu rubryk: poziomej, na której początku znajduje się liczba całych i dziesiątych z pionową, na której górze znajduje się liczba setnych ilorazu $\frac{x}{m}$, odczytujemy liczbę, wyrażającą prawdopodobieństwo błędów dodatnich albo ujemnych w tych granicach w stosunku do 10000, lub dodatnich i ujemnych razem w stosunku do 5000.

Jeżeli jest wymagana dokładność większa niż do setnych części ilorazu $\frac{x}{m}$, to znajdujemy prawdopodobieństwo dla

$\frac{x_2}{m}$ bezpośrednio mniejszego od $\frac{x_1}{m}$ i dla $\frac{x_3}{m}$ bezpośrednio wyższego, i z różnicy między temi prawdopodobieństwami oraz różnicy między $\frac{x_1}{m}$ a $\frac{x_2}{m}$ obliczamy prawdopodobieństwo dla $\frac{x_1}{m}$.

Nazwijmy prawdopodobieństwo błędów w granicach 0 a $\frac{x_1}{m}$ — p_1

„ „ „ „ 0 a $\frac{x_2}{m}$ — p_2

„ „ „ „ 0 a $\frac{x_3}{m}$ — p_3

Dalej nazwijmy $p_1 - p_2 = \delta_1$

$p_3 - p_2 = \delta_2$

„ „ $\frac{x_1}{m} - \frac{x_2}{m} = d$

wiemy że $\frac{x_3}{m} - \frac{x_2}{m} = 0,01$

więc

$$\delta_1 : \delta_2 = d : 0,01$$

$$\delta_1 = \frac{d \cdot \delta_2}{0,01}$$

a

$$p_1 = p_2 + \delta_1$$

Oczywiście otrzymana w ten sposób wielkość, którą dodajemy do prawdopodobieństwa mniejszej granicy błędów nie jest zupełnie ścisła, gdyż prawdopodobieństwo nie jest funkcją prostoliniową wielkości błędu, więc nie powiększa się proporcjonalnie do niego. Jednak w granicach między $\frac{x_2}{m}$ a $\frac{x_3}{m}$ nie przenoszących 0,01, możemy przyjąć ten wzrost prawdopodobieństwa za, praktycznie biorąc, proporcjonalny. Dla doświadczeń rolniczych ścisłość ta w większości wypadków jest zupełnie wystarczająca. Dla otrzymania większej dokładności trzeba się posługiwać tablicami, w których prawdopodobieństwa są obliczone dla ilorazów $\frac{x}{m}$ podanych z trzema lub czterema znakami dziesiętnymi. ¹⁾

Przykład 2. Dla lepszego zrozumienia wróćmy do naszego przykładu (str. 16 i nast.).

Chcemy wiedzieć, jak wielkie istnieje prawdopodobieństwo, że przy metodzie i ścisłości, stosowanych przy pomiarach, które nam dostarczyły przytoczonego powyżej szeregu liczb, popełnimy przy pojedynczym pomiarze błąd większy niż $\pm 2,^{\circ}0$.

Znaleźliśmy błąd średni

$$m = \pm 1,^{\circ}66$$

więc granica błędu, o którą nam chodzi, wyrażona w jednostkach błędu średniego, będzie

$$\frac{x_1}{\pm m} = \frac{2,^{\circ}00}{\pm 1,^{\circ}66} = \pm 1,205$$

Odszukujemy w pierwszej rubryce pionowej liczbę 1,2 a w pierwszej poziomej 0,00; liczba leżąca na przecięciu kolumn, odpowiadających tym dwu liczbom, daje nam prawdopodobieństwo błędów między 0 a $\pm 1,20$ (albo 0 a $-1,20$),

czyli między 0 a $\frac{x_2}{m}$; nazwaliśmy je p_2 .

$$p_2 = 38493$$

Tak samo znajdujemy prawdopodobieństwo błędu w granicach 0 a $\frac{x_3}{m}$, tj. 0 a 1,21, czyli p_3

¹⁾ C. B. Davenport: Statistical Methods with special reference to biological variation — 2d revised edition New York, John Wiley & Sons; London, Chapman & Hall, Ltd. 1904.

$$p_3 = 38686$$

$$\delta_2 = p_3 - p_2 = 38686 - 35493 = 193$$

Różnica między $\frac{x_1}{m}$ a $\frac{x_2}{m}$

$$d = \frac{x_1}{m} - \frac{x_2}{m} = 1,205 - 1,200 = 0,05$$

z powiększeniem $\frac{x}{m}$ o 0,01 prawdopodobieństwo wzrosło o 193, więc z powiększeniem o $d = 0,05$ wzrośnie o

$$\delta_1 = \frac{d \cdot \delta_2}{0,01} = \frac{193,005}{0,01} = 96,5$$

zatem dla

$$\frac{x_1}{m} = + 1,205 \text{ prawdopodobieństwo będzie}$$

$$p_1 = p_2 + \delta_1 = 38493 + 96,5 = 38589,5$$

Zaokrągliwszy tę liczbę do całych, mamy jako wynik naszego rachunku, że istnieje 38590 szans na 100.000 (albo 38,590, okrągło 38,6 na sto) że popełnimy, opierając się na pojedynczej obserwacji błąd nie większy, niż + 2,00 i także prawdopodobieństwo, że błąd ten nie będzie większy niż - 2,00.

Inaczej mówiąc, mamy 77,18 szans na 100, że błąd będzie leżał w granicach między 0 a + 2,00; a więc 22,82 szans na 100, że tę granicę przekroczy.

Jeżeli teraz chcemy się dowiedzieć, jak wielkie jest prawdopodobieństwo, że popełniony błąd będzie leżał pomiędzy + 1,50 a + 2,00 (albo - 1,50 a - 2,00), obliczamy w ten sam sposób prawdopodobieństwo błędu w granicach 0 i 1,50 i odejmujemy je od poprzednio obliczonego:

$$\frac{x'_1}{m} = \frac{1,50}{1,66} = 0,9036$$

$$\text{dla } \frac{x'_2}{m} \text{ równego } 0,90$$

$$p'_2 = 31594$$

$$\text{dla } \frac{x'_3}{m} \text{ równego } 0,91$$

$$p'_3 = 31859$$

$$\delta'_2 = p'_3 - p'_2 = 265$$

$$d = \frac{x'_1}{m} - \frac{x'_2}{m} = 0,0036$$

więc

$$\delta'_1 = \frac{d \cdot \delta'_2}{0,01} = \frac{265 \cdot 0,0036}{0,01} = 95,4 \text{ (okrągło 95)}$$

$$p'_1 = p'_2 + \delta'_1 = 31594 + 95 = 31689$$

Możemy to napisać w sposób

$$p_0^{1,50} = 31689$$

a żeśmy poprzednio znaleźli, że p_1 t. j.

$$p_0^{2,00} = 38590$$

$$\text{więc } p_0^{2,00} - p_0^{1,50} = p_0^{1,50} = 6901$$

(0 znaczy, że w granicach między $+ 1,50$ a $+ 2,00$ (albo $- 1,50$ a $- 2,50$) mieści się 6,9 na 100 szans popełnienia błędu.

W granicach między $- 1,50$ a $+ 2,00$ mieści się oczywiście, $31,69 + 38,59 = 70,38$ procentów wszystkich szans.

9. *Błąd prawdopodobny.* Równanie krzywej prawdopodobieństwa, względnie z niego obliczona tablica prawdopodobieństwa błędów pozwala nam wykonać zadanie odwrotne do poprzedniego: mianowicie pozwala nam obliczyć granicę błędów, których prawdopodobieństwo jest nam dane. A więc np. jaka jest granica, w której będzie się mieścić połowa wszystkich błędów, a którą druga połowa będzie przekraczała?

Odszukajmy na tablicy dwie wartości prawdopodobieństwa (p_2 i p_3), między którymi mieści się $p_1 = 25000$ (gdyż 50% tej połowy będzie dodatnich a 50% ujemnych); są to wartości:

$$p_2 = 24857, \text{ której odpowiada wartość } \frac{x_2}{m} = 0,67$$

$$p_3 = 25175 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \frac{x_3}{m} = 0,68$$

$$p_3 - p_2 = 318 \text{ której odpowiada różnica wartości } \frac{x_3}{m} = 0,01$$

$$p_1 - p_2 = 25000 - 24857 = 143$$

więc dla otrzymania takiej wartości $\frac{x}{m}$, dla której $p_1 = 25000$, trzeba do 0,67 dodać

$$\frac{143 \times 0,01}{318} = 0,0045$$

A zatem prawdopodobieństwo błędów między 0 a $\pm 0,6745 m$ wynosi 0,25, i tyleż prawdopodobieństwo błędów w granicach 0 a $- 0,6745 m$

Czyli pomiędzy $- 0,6745 m$ a $\pm 0,6745$ mieści się połowa błędów, których należy się spodziewać. *Granice tę nazywamy błędem prawdopodobnym.*

Błąd prawdopodobny jest to więc granica wielkości błędów, której błędy połowy obserwacji nie dosięgają, a którą błędy drugiej połowy przekraczają. Równa się on błędowi średniemu pomnożonemu przez $\pm 0,6745$.

Wielu autorów podaje przy wynikach swoich doświadczeń jako miarę błędów *błąd prawdopodobny* zamiast *błędu średniego*; inni, i tych jest obecnie większość, przekładają błąd średni, gdyż jest on wielkością otrzymaną bezpośrednio z pojedynczych błędów. Ja również będę się prawie wyłącznie posługiwał błędem średnim, gdyż większość tablic pomocniczych jest dla niego obliczona.

Błąd prawdopodobny może służyć jako przybliżony sprawdzian czy rozpatrywany szereg błędów jest rzeczywiście szeregiem błędów normalnych, tj. wynikłych jedynie z przypadkowego grupowania się jednakowo prawdopodobnych błędów elementarnych, czy też dla jakichkolwiek przyczyn wyłamuje się z pod prawa prawdopodobieństwa, a to na podstawie mniejszej lub większej zgodności ilości błędów większych i mniejszych niż 0,6745 m, z teoretycznym przewidywaniem.

Przykład 3-ci. Podajmy takiemu sprawdzeniu szereg błędów naszego przykładu 1-go.

Błąd średni pojedynczego pomiaru

$$m_1 = \pm 1,466$$

więc błąd prawdopodobny

$$E = \pm 1,466 \times 0,6745 = \pm 1,12$$

Poniżej tej granicy leżą błędy: $-0,418$, $-0,488$, $-0,430$, $-0,412$, $-0,462$, $+0,438$ razem 8; poniżej jej zaś: $+1,438$, $+2,463$, $+1,413$, $-4,462$, $-1,417$, $+1,427$, $+2,409$, $-1,471$, $+1,463$, a więc 9; jeden błąd $+1,412$, leży ściśle na granicy, jeżeli więc go zaliczymy do niższych, otrzymamy teoretyczną zgodność obserwacji z przewidywaniem.

Możemy więc twierdzić, że nasz szereg błędów jest „z grubsza” zgodny z krzywą prawdopodobieństwa.

10. *Prawo przekazywania błędów.* Jeżeli otrzymane z pomiarów liczby l_1, l_2 itd., obciążone błędem średnim $\pm m$ poddamy działaniom, jak dodawanie i mnożenie, to co się stanie z błędem średnim, tj. jak wielki będzie błąd średni sumy względnie iloczynu?

Zacznijmy od mnożenia.

Kolejne pomiary wielkości L dały nam wartości l_1, l_2, \dots, l_n , z których każda jest obciążona błędem v_1, v_2, \dots, v_n więc

$$L = \frac{(l_1 \pm v_1) + (l_2 \pm v_2) + \dots + (l_n \pm v_n)}{n}$$

a błąd średni pojedynczego pomiaru

$$m_1 = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}}$$

Pomnożmy obie strony równania przez a

$$aL = \frac{(al_1 \pm av_1) + (al_2 \pm av_2) + \dots + (al_n \pm av_n)}{n}$$

Mamy więc obecnie szereg pomiarów a -krotnie większych, obciążonych również a -krotnie większymi błędami; błąd średni pojedynczego a -krotnie większego pomiaru będzie

$$m_{al} = \sqrt{\frac{\sum a^2 v^2}{n}}$$

a że a t. j. czynnik, przez który pomnożyliśmy wszystkie błędy v_1, v_2 itd., jest wielkością stałą, więc

$$m_{al} = a \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}} = am_1 \quad (5)$$

A więc

Błąd średni iloczynu pewnej wielkości przez stały mnożnik równa się iloczynowi błędu średniego tejże wielkości przez tenże mnożnik.

Przyjmijmy teraz, że zmierzyliliśmy wielokrotnie dwie wielkości L' i L'' , które mamy potem do siebie dodać. Dostaliśmy dla L' szereg n' pomiarów l'_1, l'_2, \dots, l'_n , obciążonych błędami v'_1, v'_2, \dots, v'_n , a dla wielkości L'' n'' pomiarów $l''_1, l''_2, \dots, l''_n$, z błędami $v''_1, v''_2, \dots, v''_n$.

Zamiast żeby zsumować średnie arytmetyczne (względne rzeczywiste wartości) L' i L'' , sumujemy wyniki oddzielnych pomiarów wielkości L' z pojedynczymi pomiarami L'' by dopiero potem zsumować razem te cząstkowe sumy i obliczyć ich średnią arytmetyczną, która oczywiście będzie równa sumie średnich arytmetycznych L' i L'' .

O ile sumowanie to przeprowadzimy tak, żeby każdy pomiar L' był zsumowany z wszystkimi pomiarami L'' , to otrzymamy następujące sumy błędów pojedynczych pomiarów (gdyż wraz z pomiarami będą, oczywiście, sumowały się i ich błędy):

$$\begin{array}{cccc} \pm v'_1 & \pm v''_1 & \pm v'_2 & \pm v''_1 \dots \pm v'_n & \pm v''_1 \\ \pm v'_1 & \pm v''_2 & \pm v'_2 & \pm v''_2 \dots \pm v'_n & \pm v''_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \pm v'_1 & \pm v''_n & \pm v'_2 & \pm v''_n \dots \pm v'_n & \pm v''_n \end{array}$$

Sumy powyższe, są to błędy pojedynczych sum pomiarów obu wielkości po dwa, błąd więc średni tego szeregu pomiarów, będący każdy sumą dwóch pomiarów, będzie się równał, jak wiemy, pierwiastkowi kwadratowemu z sumy kwadratów tych błędów podzielonej przez liczbę pomiarów (w danym wypadku ich kombinacji po dwa). Żeby tę sumę kwadratów obliczyć, podnieśmy każdą pojedynczą parę $\pm v' \pm v''$ do kwadratu i zsumujemy oddzielne kolumny; otrzymamy wtedy:

$$\begin{array}{cccc} v_1'^2 + v_1''^2 + 2v_1'v_1'' & \text{itd. do} & v_n'^2 + v_1''^2 + 2v_n'v_1'' \\ v_1'^2 + v_2''^2 + 2v_1'v_2'' & \dots & v_n'^2 + v_2''^2 + 2v_n'v_2'' \\ \dots & \dots & \dots \\ v_1'^2 + v_n''^2 + 2v_1'v_n'' & \dots & v_n'^2 + v_n''^2 + 2v_n'v_n'' \\ \hline \text{Suma: } n''v_1'^2 + \Sigma v''^2 + 2v_1'\Sigma v'' & \dots & n v_n'^2 + \Sigma v''^2 + 2v_n'\Sigma v'' \end{array}$$

Teraz dodajmy wszystkie sumy oddzielnych kolumn:

$$\begin{array}{cccc} n'' & v_1'^2 + \Sigma v''^2 + 2v_1'\Sigma v'' \\ n'' & v_2'^2 + \Sigma v''^2 + 2v_2'\Sigma v'' \\ n'' & v_3'^2 + \Sigma v''^2 + 2v_3'\Sigma v'' \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n'' & v_n'^2 + \Sigma v''^2 + 2v_n'\Sigma v'' \\ \hline n'' \Sigma v'^2 + n' \Sigma v''^2 + 2\Sigma v' \Sigma v'' \end{array}$$

Ponieważ suma algebraiczna wszystkich błędów (t. j. odchyżeń od średniej arytmetycznej) jest równa zeru, przeto ostatni człon ostatniego wielomianu, $2 \Sigma v' \Sigma v'' = 0$.

Zatem suma kwadratów błędów wszystkich cząstkowych sum, otrzymanych z dodawania po jednym błędzie z jednego szeregu pomiarów z kolejno wszystkimi błędami drugiego szeregu pomiarów

$$\Sigma (v' + v'')^2 = n'' \Sigma v'^2 + n' \Sigma v''^2$$

a błąd średni pomiarów $L' + L''$

$$\begin{aligned} M_{L' + L''} &= \sqrt{\frac{n'' \Sigma v'^2 + n' \Sigma v''^2}{n' n''}} = \\ &= \sqrt{\frac{\Sigma v'^2}{n'} + \frac{\Sigma v''^2}{n''}} = \sqrt{m'^2 + m''^2} \end{aligned}$$

W mianowniku wyrazu pod znakiem pierwiastku znajduje się iloczyn $n' n''$, gdyż ilość cząstkowych sum wszystkich n' błędów jednego szeregu z wszystkimi kolejno pojedynczymi n'' błędami drugiego szeregu tyle właśnie wynosi.

A więc: *Błąd średni sumy dwóch wielkości równa się pierwiastkowi kwadratowemu z sumy kwadratów błędów średnich obu wielkości*

$$m_{L_1 + L_2} = \sqrt{m^2_{L_1} + m^2_{L_2}} \quad (6)$$

Jeżeli dodajemy więcej niż dwie wielkości, to możemy działanie rozdzielić na części.

$$\begin{aligned} (l' \pm m') \pm (l'' \pm m'') \pm (l''' \pm m''') &= \\ = \left\{ (l' \pm m') \pm (l'' \pm m'') \right\} \pm (l''' \pm m''') &= \left\{ (l' \pm l'') \pm \right. \\ \left. \pm \sqrt{m'^2 + m''^2} \right\} \pm (l''' \pm m''') &= l' \pm l'' \pm l''' \pm \\ \pm \sqrt{m'^2 + m''^2 + m'''^2} & \end{aligned}$$

To samo możemy powtórzyć nieograniczoną ilość razy, co nam pozwala uogólnić powyższe twierdzenie i powiedzieć, że *błąd średni sumy równa się pierwiastkowi kwadratowemu z sumy kwadratów błędów średnich składników*.

Prawo przekazywania błędów przy dodawaniu rozciąga się również na odejmowanie, gdyż w przytoczonym dowodzeniu wszystkie sumy były pisane z dwoma znakami \pm .

Również i prawo przekazywania błędów przy mnożeniu rozciąga się i na dzielenie przez stały dzielnik, gdyż jest to mnożenie przez ułamek.

$$\frac{1}{a} = 1 \cdot \frac{1}{a}; \text{ a więc } \frac{m}{a} = \frac{m}{a}$$

Założmy teraz, że mamy szereg wyników pomiarów $l_1, l_2 \dots l_n$, obciążonych błędami średnimi $m_1, m_2, \dots m_n$ i że mnożymy te wyniki przez mnożniki $a_1, a_2, \dots a_n$.

Suma tych iloczynów

$$\Sigma (l \pm m) a = (l_1 \pm m_1) a_1 + (l_2 \pm m_2) a_2 + \dots + (l_n \pm m_n) a_n$$

Dopiero co dowiedzione twierdzenie poucza nas, że $(l_1 \pm m_1) a_1 = a_1 l_1 \pm a_1 m_1$ itd.

Ponieważ $\pm a_1 m_1, \pm a_2 m_2$ itd. są błędami średnimi składników, więc możemy napisać: *Błąd średni sumy iloczynów szeregu obserwacji przez różne mnożniki równa się pierwiastkowi kwadratowemu z sumy iloczynów kwadratów błędów średnich tych obserwacji przez kwadraty ich mnożników.*

$$m_{\Sigma a l} = \sqrt{a_1^2 m_1^2 + a_2^2 m_2^2 + \dots + a_n^2 m_n^2} \quad (7)$$

11. *Błąd średni średniej arytmetycznej.* Dotychczas mówiliśmy o błędzie średnim pojedynczego pomiaru, któryśmy określili jako średnią miarę błędu, którego mamy prawdopodobieństwo popełnić, jeżeli chcemy wnioskować o wartości mierzonej wielkości na podstawie wyniku któregośkolwiek pomiaru. Mając jednak szereg pomiarów danej wielkości możemy obliczyć ich średnią arytmetyczną, o której wiemy, że jest prawdopodobniejszą wartością szukanej wielkości, niż którykolwiek pojedynczy pomiar, czyli, że jest obciążona mniejszym błędem średnim niż pojedynczy pomiar. Zobaczmy podług jakiego prawa zmniejsza się błąd średni średniej arytmetycznej w stosunku do błędu śr. pojedynczego pomiaru.

Założmy, że mamy szereg pomiarów $l_1, l_2 \dots l_n$, których średnia arytmetyczna jest M , błędy ich zaś $v_1, v_2 \dots v_n$.

Więc:

$$\begin{array}{r} M - l_1 = v_1 \\ M - l_2 = v_2 \\ \dots \dots \dots \\ M - l_n = v_n \end{array}$$

$$nM = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n + \Sigma v$$

Σv , jako suma różnic między średnią arytmetyczną i jej składnikami równa się zeru, wobec czego

$$M = \frac{1}{n} l_1 + \frac{1}{n} l_2 + \dots + \frac{1}{n} l_n$$

Na podstawie wzoru (7) możemy napisać: błąd średni wielkości M , tj.

$$m_M = \sqrt{\left(\frac{1}{n} m_1\right)^2 + \left(\frac{1}{n} m_2\right)^2 + \left(\frac{1}{n} m_n\right)^2}$$

Że zaś w naszym obecnym wypadku $m_1 = m_2 = \dots m_n$, gdyż wszystkie przedstawiają błąd średni pojedynczego pomiaru tego samego szeregu pomiarów jednej i tej samej wielkości, więc

$$m_M = \sqrt{\frac{nm^2}{n^2}} = \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Czyli: Błąd średni średniej arytmetycznej z szeregu pomiarów tej samej wielkości równa się błędowi średniemu pojedynczego pomiaru, dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy z ilości pomiarów.

Mając szereg pomiarów, możemy obliczyć bezpośrednio z ich błędów pozornych błąd średni średniej arytmetycznej. Wiemy, że błąd ten

$$m_M = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

$$m = \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{(n-1)}}$$

więc

$$m_M = \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n(n-1)}} \quad (9)$$

Błąd średni średniej arytmetycznej szeregu pomiarów równa się pierwiastkowi kwadratowemu z ilorazu sumy kwadratów błędów pozornych pojedynczych pomiarów przez iloczyn z liczby pomiarów przez tąż liczbę mniej jedność.

Przykład 4-ty. Błąd średni przytoczonego w przykładzie 1-szym szeregu pomiarów wynosi 1,66. Pomiarów było 18, więc błąd średni średniej arytmetycznej

$$m_{18} = \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm \frac{1,66}{\sqrt{18}} = \pm 0,391$$

albo :

$$\begin{aligned} m_{M\ 18} &= \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{46,97}{18 \times 17}} = \\ &= \sqrt{0,153562} = \pm 0,391 \end{aligned}$$

Najprawdopodobniejsza wielkość mierzonego kąta wynosi więc

$$83^{\circ}30'34,87 \pm 0,391$$

Przykład 5-ty. Określiłiśmy procentową zawartość cukru w dwóch partjach buraków i znaleźliśmy

$$\begin{array}{ll} \text{dla partji A} & 18,75\% \pm 0,12\% \\ \text{„ „ B} & 19,22\% \pm 0,19\% \end{array}$$

Jaki jest błąd średni różnicy?

Błąd średni sumy (a więc i różnicy) równa się pierwiastkowi kwadratowemu z sumy kwadratów błędów średnich wszystkich składników. Więc

$$\begin{aligned} m_{B-A} &= \sqrt{m_A^2 + m_B^2} = \sqrt{0,0144 + 0,0361} = \\ &= \pm 0,225\% \end{aligned}$$

Piszemy więc: $B-A = 0,57\% \pm 0,225$.

Ponieważ różnica ta jest 2,543 razy większa od swojego błędu średniego, więc mamy (jak to nam pokazuje tablica prawdopodobieństwa błędów) 49,2 na 100 szans, żeśmy w niej się nie pomylili o więcej niż o $+0,57\%$ i tyleż szans, żeśmy się nie pomylili o więcej niż $-0,57\%$, tj., że mamy $2 \times 49,2 = 98,4$ szans na 100, że popełniony błąd leży w granicach $\pm 0,57\%$.

Mamy więc prawdopodobieństwo $50,0 - 49,2 = 0,8$ na 100, że partja B nie jest cukrowszą od A, a również 0,8 na 100, że B jest cukrowsza od A więcej niż na $0,57\% \times 2 = 1,14\%$.

12. *Średnia arytmetyczna wielkości obciążonych różnymi błędami średnimi.* Poprzednio była mowa o średniej arytmetycznej jednego szeregu obserwacji, dla których mamy obliczony wspólny błąd średni. Zdarza się jednak często, że mamy

do czynienia z wynikami doświadczeń lub obserwacji, robionych z niejednakowym stopniem ścisłości, a więc obciążonych różnymi błędami średnimi. Oczywiście przy obliczaniu z nich średniej arytmetycznej, nie można tych obserwacji uważać za równorzędne i należy je uwzględnić w różnym stopniu.

Najprostszy z takich wypadków jest ten, kiedy mamy kilka danych co do wartości pewnej wielkości, każda zaś z tych danych przedstawia nam średnią arytmetyczną dokonanych z jednakową ścisłością, lecz nie jednakowo licznych obserwacji. Gdybyśmy mieli dostarczone sobie nie gotowe już średnie arytmetyczne, lecz wyniki oddzielnych pomiarów, to zsumowalibyśmy wszystkie te pomiary razem, podzielili sumę przez ich ilość i otrzymalibyśmy *ogólną średnią arytmetyczną*. O ile mamy podane *cząstkowe średnie arytmetyczne* wraz z ilościami obserwacji, z których każda została obliczona, to oczywiście, jak to wiemy z elementarnej arytmetyki, mnożymy każdą cząstkową średnią aryt. przez ilość obserwacji, i następnie dzielimy przez liczbę wszystkich obserwacji. Zobaczmy, czy nie da się otrzymać ten sam wynik inną drogą.

Założmy, żeśmy zrobili k_a pomiarów l_a z średnim błędem m : i otrzymali średnią arytmetyczną a .

Z k_b innych pomiarów tejże wielkości, wykonanych z tym samym błędem średnim m otrzymaliśmy średnią arytmetyczną b itd. do z .

A więc (por. wzór 8).

$$\begin{array}{rcl}
 a = \frac{\sum l_a}{k_a} & \text{z błędem średnim} & m_a = \frac{m}{\sqrt{k_a}} \\
 b = \frac{\sum l_b}{k_b} & \text{„ „} & m_b = \frac{m}{\sqrt{k_b}} \\
 \dots & \dots & \dots \\
 z = \frac{\sum l_z}{k_z} & \text{„ „} & m_z = \frac{m}{\sqrt{k_z}}
 \end{array}$$

Wobec tego, że wszystkie szeregi pomiarów były wykonane z jednakową ścisłością, możemy w myśl tego, co było przed chwilą powiedziane, dodać razem wszystkie cząstkowe sumy ($\sum l_a, \sum l_b \dots$) i podzielić je przez sumę wszystkich obserwacji. Da nam to ogólną średnią ar. M .

$$M = \frac{\sum l_a + \sum l_b + \dots + \sum l_z}{k_a + k_b + \dots + k_z}$$

Ponieważ $m_a = \frac{m}{\sqrt{k_a}}$ i t. d. więc:

$$k_a = \frac{m^2}{m_a^2}, k_b = \frac{m^2}{m_b^2} \text{ i t. d.}$$

Dalej widziliśmy, że $a = \frac{\sum l_a}{k_a}$ i t. d.

więc $\sum l_a = a k_a$, $\sum l_b = b k_b$,, $\sum l_z = z k_z$

możemy więc napisać

$$M = \frac{m^2 \left(a \cdot \frac{1}{m_a^2} + b \cdot \frac{1}{m_b^2} + \dots + z \cdot \frac{1}{m_z^2} \right)}{m^2 \left(\frac{1}{m_a^2} + \frac{1}{m_b^2} + \dots + \frac{1}{m_z^2} \right)} =$$

$$\frac{a \frac{1}{m_a^2} + b \frac{1}{m_b^2} + \dots + z \frac{1}{m_z^2}}{\frac{1}{m_a^2} + \frac{1}{m_b^2} + \dots + z \frac{1}{m_z^2}}$$

Ilorazy $\frac{1}{m_a^2}$, $\frac{1}{m_b^2}$ i t. d. są to odwrotności kwadratów

błędów średnich cząstkowych wyników pomiaru: a, b.... z.

Nazywamy je *ważnościami* oddzielnych pomiarów czy cząstkowych średnich arytmetycznych i będziemy je oznaczali symbolem *p* (pondus, poids = ciężar). Możemy więc napisać

$$M = \frac{a p_a + b p_b + \dots + z p_z}{p_a + p_b + \dots + p_z}$$

albo

$$M = \frac{\sum l \frac{1}{m^2}}{\sum \frac{1}{m^2}} = \frac{\sum l p}{\sum p} \quad (10)$$

Średnia arytmetyczna szeregu składników (pomiarów), obciążonych różnymi błędami średnimi (szeregu pomiarów o różnych wartościach) równa się sumie iloczynów tych składników (pomiarów) przez kwadraty odwrotności ich błędów średnich (przez ich ważności), dzielonej przez sumę odwrotności błędów średnich (sumę ważności).

Ważnością pomiaru nazywamy jedność dzieloną przez kwadrat błędu średniego.

Pomiary (lub cząstkowe średnie arytmetyczne etc.) obciążone różnymi błędami średnimi będziemy nazywali *ważnymi*

pomiarami (lub obserwacjami, wynikami doświadczeń, cząstkowymi przeciętnymi itp.), a obliczoną z nich z uwzględnieniem ważności średnią arytmetyczną — *średnią arytmetyczną ważoną* i oznaczać symbolem M_p , albo $M_{p,n}$ (waż. śr. ar. z n cząstkowych śr. arytmetycznych) albo M_{paz} (ważoną średnią aryt. z obserwacji a do z).

Ważną jest rzeczą obliczyć błąd średni takiej ważonej przeciętnej. Nie będę tu wyprowadzał wzoru, prostego zresztą, na to obliczenie, lecz zadowolę się przytoczeniem go.

Błąd średni ważonej średniej arytmetycznej równa się pierwiastkowi kwadratowemu z ilorazu sumy iloczynów kwadratów błędów pozornych pojedynczych ważonych pomiarów i ich ważności przez liczbę pomiarów mniej jedność, dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy z sumy ważności,

albo :

pierwiastkowi kwadratowemu z sumy iloczynów kwadratów błędów pozornych przez ich ważność, dzielonej przez iloczyn kwadratu sumy ważności przez liczbę pomiarów mniej jedność

$$m_{Mp} = \sqrt{\frac{\sum p v^2}{(n-1)(\sum p)}} = \frac{1}{\sqrt{\sum p}} \sqrt{\frac{\sum p v^2}{n-1}} \quad (11)$$

Przykład 1-szy. Mamy trzy dane co do średniego ciężaru buraka na danem polu, obciążone różnymi błędami średnimi. Obliczyć ważoną średnią arytmetyczną i jej błąd średni.

l	m	$\frac{1}{m^2} = p$	pl	$\frac{v}{l-M_p}$	v^2	$p \cdot v^2$
370 g	± 21	0,0023	0,851	- 46,9	2199,61	5,0591
420 „	± 9	0,0123	5,166	+ 3,1	9,61	0,1182
435 „	± 16	0,0040	1,697	+ 18,1	327,61	1,3104
$\sum p =$		0,0186	$\sum pl =$	7,714	$\sum pv^2 =$	6,4877

$$M_p = \frac{\sum pl}{\sum p} = \frac{7,714}{0,0186} = 414,6$$

$$m_{Mp} = \sqrt{\frac{\sum v^2 p}{(n-1)(\sum p)}} = \sqrt{174,4} = \pm 13,2$$

A więc najprawdopodobniejszy średni ciężar buraka na badanem polu wynosi 414,6 g. $\pm 13,2$.

13. *Błąd przeciętny.* Widzieliśmy już, że można zamiast błędu średniego używać jako miary błędów błędu prawdopodobnego, równającego się iloczynowi z błędu średniego przez stałą mnożnik 0,6745. Wobec tego oczywiście wszystkie wzory na przekazywanie błędów i i. wyprowadzone dla błędu średniego, dadzą się zastosować wprost i do błędu prawdopodobnego.

Zamiast tych dwóch miar, z których jedna jest średnią potęgową drugiego stopnia pojedynczych błędów, a druga jej ułamkiem, możemy używać dla mierzenia błędów również średnich potęgowych innych stopni.

Tak więc *średnia potęgowa pierwszego stopnia absolutnych wielkości błędów*, czyli innymi słowy *średnia arytmetyczna wszystkich błędów bez uwzględnienia ich znaku*, może być taką miarą. Nazywamy ją *błędem przeciętnym* i oznaczamy zwykle symbolem t . A więc

$$(12) \quad t = \frac{\sum [v]}{n - 1} \quad \text{względnie} \quad \frac{\sum [v]}{n}$$

dla błędów rzeczywistych.

Zanim Gauss i Legendre wprowadzili w użycie błąd średni, błąd przeciętny był jedynie w użyciu. O ile mi wiadomo, pierwszy go zaczął stosować w XVIII w. słynny astronom Laplace przy badaniach statystycznych, prowadzonych z polecenia Rządu francuskiego. Nie wyszedł on i dotychczas zupełnie z użycia dzięki temu, że obliczenie jego wymaga nieco mniej pracy. Jednak sądzę, że użycie jego powinno być zaniechane, gdyż oszczędność pracy jest niewielka, a pod względem ścisłości miary stoi błąd przeciętny o wiele niżej od średniego, bowiem przy jego obliczeniu błędy różnej wielkości wpływają na niego tylko wprost proporcjonalnie do niej.

Może więc łatwo się zdarzyć, że dwa szeregi obserwacji, z których jeden składa się z samych nie wiele różniących się między sobą liczb, i drugi, w którym kilka obserwacji dało nam pozorne błędy mniejsze od tamtych, ale za to kilka innych daleko większe, będą miały ten sam błąd przeciętny. Tymczasem zarówno logika jak i doświadczenie nas uczą, że pierwszy z tych szeregów został otrzymany z bardziej dokładnych obserwacji i bardziej zasługuje na zaufanie. Błędy średnie tych dwóch szeregów wypadną zawsze różne, a mianowicie dla drugiego szeregu otrzymamy większy błąd średni.

Przykład 7-my. Mamy dwa szeregi określić cukrowości partji buraków; obliczmy dla nich błędy średnie i przeciętne.

A			B		
wynik analiz	błędy pozoru v	v ²	wyniki analiz	błędy pozorne v	v ²
18.4%	+ 0.0	0.00	18.7	+ 0.1	0.01
18.5	+ 0.1	0.01	18.8	+ 0.2	0.04
18.3	- 0.1	0.01	18.5	- 0.1	0.01
18.0	- 0.4	0.16	18.4	- 0.2	0.04
18.8	+ 0.4	0.16	18.4	- 0.2	0.04
18.4	+ 0.0	0.00	18.8	+ 0.2	0.04

M = 18.4 Σ[v]=1.0 Σv²=0,34 M = 18,6 Σ[v]=1,0 Σv²=0,18

$$t_A = \frac{\Sigma[v]}{n-1} = 0,2 \quad m_A = \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}} = \pm 0,2608$$

$$t_B = \frac{1,0}{5} = 0,2 \quad m_B = \sqrt{\frac{0,18}{5}} = \pm 0,1897$$

Błąd średni szeregu A jest więc 1,4 razy większy, niż szeregu B, pomimo, że błędy przeciętne są równe.

Tymi względami kierowali Legendre i Gauss wprowadzili do swoich obliczeń błąd średni, początkowo nie motywując go matematycznie. Utożsamienie błędu średniego ze stałą σ równania krzywej prawdopodobieństwa zostało dokonane znacznie później, kiedy ta, niejako intuicyjnie wynaleziona, miara dokładności pomiarów okazała się w praktyce astronomicznej i geodezyjnej najbardziej odpowiadającą wymaganiom.

O ile szereg błędów odpowiada ściśle równaniu krzywej dwumianowej, to między błędami średnim i przeciętnym istnieje stały stosunek i w takim razie błąd średni możemy otrzymać, mnożąc błąd przeciętny przez stały mnożnik 1,2533.

$$M = 1,2533 t. \quad (13)$$

Stosunek ten może być także do pewnego stopnia uważany jako sprawdzian zgodności badanego szeregu błędów z normalną krzywą dwumianową.

14. *Błąd średni błędu średniego.* Błąd średni obliczamy zwykle z niewielkiej ilości błędów pozornych. Tymczasem wszystkie nasze dotychczasowe wywody opierają się na przypuszczeniu nieskończonej ilości błędów elementarnych, których kombinacje mogą nam dać nieskończoną ilość błędów obserwacyjnych.

Zależnie od czystego przypadku w danym szeregu obserwacji popełniamy tylko dane n błędów z pomiędzy nieskończonej ilości błędów możliwych przy danej ścisłości obserwacji. Wielkość więc błędu średniego, będącego wypadkową pojedynczych błędów obserwacyjnych, jest także czysto przypadkową i rządzoną również prawem prawdopodobieństwa wypadków losowych. wyrażonego znanem nam równaniem; możemy więc obliczyć parametr tego równania, który będzie *błędem średnim błędu średniego*.

Znaleziono, że *błąd średni wskaźnika zmienności*, (który jak wiemy jest inną nazwą tego samego pojęcia), albo *błędu średniego równa się temu wskaźnikowi (lub błędowi średniemu) dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy z podwójnej liczby obserwacji*.

$$m_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}, \text{ albo } m_{in} = \frac{m}{\sqrt{2n}} \quad (14)$$

Ponieważ błąd średni średniej arytmetycznej równa się błędowi średniemu pomiarów (inaczej mówiąc, pojedynczego pomiaru) dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy z liczby obserwacji, więc w myśl twierdzenia o przekazywaniu błędów przy mnożeniu (lub dzieleniu):

błąd średni błędu średniego średniej arytmetycznej równa się temu błędowi dzielonemu przez iloczyn z liczby obserwacji przez pierwiastek kwadratowy z 2.

$$m_{Mn} = \frac{m_n}{n \sqrt{2}} = 0,70711 \frac{m_n}{n} \quad (15)$$

15. Błędy grube. Dotychczas mówiliśmy jedynie o błędach normalnych, o których wiemy, że podlegają prawu zbliżonemu do wyrażonego znanem równaniem krzywej dwumianowej (2^a). Oprócz nich jednak trafiają się i inne rodzaje błędów. Jednym z nich są błędy, wynikające nie z współdziałania bardzo licznych jednakowo prawdopodobnych, a zatem mogących się częściowo znosić błędów elementarnych, ale będące skutkiem jakiejś przyczyny na tyle potężnej, iż może ona przeważać działanie wszelkich praktycznie prawdopodobnych kombinacji, błędów elementarnych, a przytem będącej wynikiem tak niezwykłej kombinacji innych przyczyn, że jej powtórzenie w przeciwnym kierunku, a mniej więcej z tą samą siłą, leży po za granicami rozsądnego prawdopodobieństwa. Błędy takie nazywamy grubymi błędami. Należą do nich np. błędy, wynikłe poprostu z pomyłki, np. z fałszywego napisania zaobserwowanej liczby, trącenie instrumentu w czasie robienia pomiaru, wysypanie części substancji, przeznaczonej do

ważenia itp. Oczywiście, że przypuszczenie, że w ciągu tego samego jakkolwiek długiego szeregu obserwacji aparat zostanie wstrząśnięty w przeciwnym kierunku, pomyłka przy notowaniu wyników skompensowana przeciwną lub że „coś“ wpadnie do przeznaczonej do ważenia substancji i że przez to nastąpi częściowe chociaż wyrównanie błędu, jest zupełnie nieprawdopodobne.

Oprócz takich przyczyn grubych błędów, polegających na omyłce, nieostrożności, niedbalstwie itp. są inne, mogące teoretycznie być zaliczonymi do normalnych przyczyn błędów, a więc będące wypadkowami drobnych, normalnie działających przyczyn, lecz w tak wyjątkowych kombinacjach, że niema prawie prawdopodobieństwa ich wyrównania. Praktycznie są więc one w skutkach swoich grubymi. Im materiał, lub wogóle zjawisko, z którym pracujemy, jest bardziej złożone, im więcej i mniej dających się przez badacza opanować czynników wpływa na jego przebieg, tem częściej takie teoretycznie normalne lecz praktycznie grube błędy mogą się przytrafiać.

Weźmy jako przykład doświadczenia nad mlecznością krów. Pomimo możliwie najdokładniejszego wyrównania wszystkich warunków może jedna z dójek podlec jakiejś niedającej się powierzchownie zauważyć chorobie, jakiemuś może chwilowemu zdenerwowaniu, wskutek którego ucina mleko. Ponieważ niema prawdopodobieństwa, żeby inne, albo innego dnia to samo zwierzę dzięki innej nienormalności dało mleka więcej niż w stanie zdrowia, więc ten wypadek, będący w gruncie rzeczy tylko krańcowym wypadkiem zresztą normalnych przyczyn, oddziaływa na wynik doświadczenia jak błąd gruby.

Prawo zmniejszania się błędu średniej arytmetycznej w stosunku proporcjonalnym do \sqrt{n} , prawo przekazywania błędów etc. nie stosują się, rzecz prosta, do błędów grubych.

Wogóle co do wpływu tych błędów na wielkość średniej arytmetycznej można przyjąć, że wpływ ten zmniejsza się w stosunku do ilości powtórzeń. Czyli, że jeżeli błąd ten wynosi $\pm g$, to w razie wykonania n obserwacji, zwiększy on lub zmniejszy średnią arytmetyczną o

$$\pm \frac{g}{n}$$

Jeżeli tych grubych błędów było więcej, to każdy z nich w ten sam sposób na średnią arytmetyczną wpływa, nie mamy jednak żadnej racji przyjmować, że będą się one wzajemnie równoważyły.

Jeżeli więc mamy szereg n obserwacji, z których część jest obciążona k błędami grubymi (a wszystkie, rzecz prosta, normalnymi), to możemy napisać:

$$\begin{array}{l} M = l_1 \pm v_1 \pm g_1 \\ M = l_2 \pm v_2 \pm g_2 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ M = l_n \pm v_n \pm g_k \end{array}$$

$$M = \frac{\sum l}{n} \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}} \pm \frac{\sum g}{n} \quad (16)$$

O ile więc mamy podejrzenie, że do któregoś z pomiarów zakradł się błąd gruby, ale nie mamy dostatecznych podstaw do wyeliminowania tego pomiaru, to wpływ tego błędu możemy zmniejszyć przez powiększenie ilości pomiarów, rozumie się, w przypuszczeniu, że ten sam ani inny błąd tego rodzaju się nie powtórzy.

Jakżeż możemy wykryć obecność takich błędów grubych?

Przedewszystkiem powinniśmy wykonanie obserwacji, pomiarów, czy doświadczeń tak zorganizować, żeby w razie zajścia okoliczności, mogącej pociągnąć za sobą gruby błąd, w jednej z nich mogło się ją zauważyć i wykluczyć ją z szeregu obserwacji bez względu na jej wynik bardziej czy mniej zgodny z innymi. Jeżeli więc mamy podejrzenie, że się część substancji wysypała, albo, przeciwnie, że „coś“ do niej wpadło, nie jesteśmy pewni czyśmy dokładnie odczytali wielkość kąta, albo czyśmy przy liczeniu buraków nie opuścili jednego dziesiątka, to należy dane odczytanie, dane liczenie uważać za nie być bez względu na jego wynik. Jeżeli się nam jedno ze zwierząt, wziętych do doświadczenia, wyda nienormalnem, albo zauważymy, że pewna działka przy doświadczeniu połowem została uszkodzona, to powinno się z góry dane zwierzę lub działkę wyeliminować z doświadczenia bez względu na to, czy wynik otrzymany z nich potwierdza czy nie nasze przypuszczenia lub wyniki z innych działek lub zwierząt. Nie powinniśmy bowiem zapominać, że błąd gruby nie jest bynajmniej równoznaczny z błędem wielkim. Jeżeli byśmy (w przykładzie 1-szym) w pomiarze 5-tym napisali przez pomyłkę 33,“57 zamiast 33,“75 — byłby to błąd *gruby*, choć drobny.

Jeżeliśmy przy samem wykonaniu doświadczenia czy pomiaru nie stwierdzili możliwości popełnienia grubego błędu, to uznanie za obciążony takim błędem jednego z wyników tylko dlatego, że się różni znacznie od innych, jest z punktu widzenia obiektywnego sądenia zwykle bardzo ryzykownem i o ile nie jest oparte na bardzo poważnych podstawach, to może zupełnie sfałszować wynik badania.

Absolutnie pewnego kryterjum do uznania danego błędu za gruby nie mamy, gdyż teoria nam mówi, że są możliwe wszelkie kombinacje błędów elementarnych, mogące nam dać wszelkie możliwe wartości błędów obserwacyjnych. Tylko nie wszystkie te kombinacje są jednakowo prawdopodobne. Tak

więc tablica prawdopodobieństwa błędów (Tabl. I.) poucza nas, że błędy, przekraczające dwukrotnie błąd średni, powinny się spotykać nie częściej niż 55,4 razy na 1000. Jeżeli więc w naszych obserwacjach mamy znacznie więcej niż $5\frac{1}{2}\%$ takich, które różnią się od średniej arytmetycznej więcej niż o ± 2 m, to mamy prawo przypuszczać, że część ich jest obciążona grubymi błędami, ale które właściwie? Przytem musielibyśmy mieć bardzo długi szereg obserwacji na to, żeby być pewnymi, że ta przewyżka ponad $5\frac{1}{2}\%$ błędów większych niż ± 2 m jest spowodowana przez grube a nie normalne błędy, gdyż przy nielicznych obserwacjach prawo prawdopodobieństwa, będące przede wszystkim prawem wielkich liczb, zawodzi. Dopiero powyżej trzykrotnego błędu średniego prawdopodobieństwo staje się na tyle małym, że obserwator ma prawo zaryzykować odrzucenie obserwacji, wykazującej taki błąd pozorny. Prawdopodobieństwo błędów większych niż ± 3 m wynosi bowiem tylko 2,6 na 1000. Jeżeli więc w kilkunastu obserwacjach jedna da nam odchylenie > 3 m, to mamy więcej szans uznania jej za obciążoną błędem grubym, niż za normalną.

Czy między błędami mniejszymi niż ± 3 m są jeszcze grube błędy w szeregu, o tem poucza nas po części zbadanie zgodności naszego szeregu błędów z krzywą prawdopodobieństwa błędów, lecz nawet, jeżeli takie zbadanie wykaże nam ich obecność, to i tak nie mamy podstawy zupełnie pewnej do zakwalifikowania do obciążonych nimi tych lub innych obserwacji.

Szczególniej niebezpieczne jest uznawanie za obciążone grubymi błędami różniących się od innych wyników nielicznych szeregów obserwacji.

Jestto jednak zakorzeniony zwyczaj wielu doświadczalników starej daty. Jeżeli trzykrotnie wykonane doświadczenie dało im dwa wyniki mniej więcej zgodne a trzeci wykazuje znacznie większe odchylenie, to odrzucają go i przyjmują za podstawę do wnioskowania średnią arytmetyczną z dwóch zgodnych, opierając się na starej, lecz nie zawsze słusznej, a w tym wypadku jeszcze źle zrozumianej zasadzie tertii comparationis. Zwykle, jeżeli nie zawsze, stosują oni tę metodę bez oparcia jej na obliczeniu błędu średniego, żeby się przekonać czy ta trzecia obserwacja rzeczywiście leży poza granicami rozsądnego prawdopodobieństwa. Ale nawet i takie obliczenie nie daje nam pewnej podstawy, gdyż przy tak małej liczbie obserwacji i sam błąd średni a więc wszystkie wyciągnięte z niego wnioski nie są pewne. Najlepiej zrozumiemy to na przykładzie.

Przykład 8-my. Przypuśćmy, że geodeta, który robił pomiary kąta, przytoczone w przykładzie 1-szym, otrzymał wyniki nie w tej kolej, jak są podane, ale jako pierwsze trzy pomiary :

83°30'36,"25
 „ „ 37,"50
 „ „ 30,"25

i na tem pomiary skończył.

W myśl fałszywie zrozumianej zasady tertii comparationis miałby on prawo uznać trzeci wynik za błędny i oprzeć wnioskowanie na dwóch pierwszych.

Tymczasem prosty rachunek dowodzi, że nie miał on do tego prawa:

l.	v	v ²
36,"25	+ 1,58	2,50
37,"50	+ 2,83	8,01
30,"25	+ 4,42	19,54

$$M_3 = 34,"67 \pm 2,"24 \frac{\Sigma v^2}{n - 1} = \frac{30,"05}{2} = 15,"025$$

$$m_1 = \pm 3,"87. \quad m_M = \pm \frac{3,"87}{\sqrt{3}} = \pm 2,"24$$

Odchylenie wyniku trzeciej obserwacji od średniej arytmetycznej z wszystkich trzech wynosi tylko $\frac{4,42}{3,87} = 1,14m$; otóż widzimy z tablicy prawdopodobieństwa błędów, że mamy około 25 szans na 100 spotkania błędów większych niż 1,14 m, i odchylenie trzeciej obserwacji leży jeszcze w granicach bardzo wielkiego prawdopodobieństwa.

Wykonanie jeszcze 15-tu dalszych obserwacji „dla sprawdzenia“ przekonałoby nas, jak wielki byśmy byli popełnili błąd, odrzucając na podstawie wrażenia, czy poprostu „widzi mi się“ trzecią obserwację. Otrzymaliśmy bowiem z dwóch pierwszych pomiarów dla mierzonego kąta wartość

$$83^{\circ}30'36''87 \pm 0,"635$$

zamiast daleko prawdopodobniejszej, gdyż otrzymanej z 18 pomiarów wartości

$$83^{\circ}30'34''87 \pm 0,"391$$

do którego średnia arytmetyczna z wszystkich trzech obserwacji łącznie z tą, którąśmy chcieli odrzucić, jest bardzo zbliżona ($83^{\circ} 30'34",67$).

Jeżeli teraz przyjrzymy się szeregowi obserwacji w przykładzie 1-szym to zauważymy, że obserwacja Nr. 6), która dała wynik $30^{\circ}25'$ różni się o $4^{\circ},62$. t. j. o $\frac{4,62}{1,00}m = 2,78m$ od średniej arytmetycznej, leży więc już blisko tej granicy, po za którą ryzykujemy uznawanie błędów za grube. Mamy tylko 5,6 prawdopodobieństw na 1000, trafienia się błędu tę granicę przekraczającego. Tymczasem w naszym szeregu obserwacji spotkaliśmy taki błąd 1:18, t. j. 55 razy na 1000. A pomimo to widzieliśmy jaką ta obserwacja mogła być odegrać ważną i pożyteczną rolę, gdybyśmy się byli ograniczyli na trzech pomiarach.

Widzimy więc z poprzedniego rozumowania i tego przykładu, że *odrzućcie z niewielkiej liczby wyników obserwacji jednego, tylko dlatego, że nam się wydaje zbyt różnym od innych, jest jednym z najcięższych grzechów przeciwko obiektywności, a nawet, powiedzmy wprost, sumienności, jakie eksperymentator może popełnić.*

Odrzucać wolno — i należy — tylko te pomiary czy wyniki doświadczenia, co do których mamy jeszcze przed otrzymaniem i porównaniem ich wyniku dane, że są błędne, albo których wynik odskakuje od przeciętnej o wielokrotny, najmniej trzykrotny błąd średni. Lecz przy małej ilości pomiarów n. p. przy trzech i z tem należy być bardzo powściągliwym. Nie ulega wątpliwości, że drogą krytycznego rozważenia przebiegu doświadczenia, porównania jego wyników z innymi i z pomocą rachunku prawdopodobieństwa można nieraz i w innych mniej wyraźnych wypadkach usunąć bardzo mało prawdopodobne wyniki, lecz trzeba to zawsze robić jawnie, z przytoczeniem wyników wszystkich i swego odnośnego rozumowania, tak, żeby czytelnik miał możliwość zgodzenia się lub niezgodzenia co do tego z autorem i w takim razie wprowadzenia poprawki w jego rozumowanie i obliczenie.

16. *Zgodność szeregów błędów z krzywą dwumianową.* Jak na to zwróciłem w poprzednim paragrafie uwagę, punktem wyjścia wszystkich rozumowań naszych jest przypuszczenie zgodności błędów badanych szeregów obserwacji z krzywą prawdopodobieństwa losowych wypadków. Oczywiście więc, że im zgodność ta będzie mniejsza, tem mniej pewne będą wyciągnięte z przytoczonych w tym rozdziale twierdzeń wnioski. (Chociaż Gauss i Legendre wcale tego postulatu nie stawiali!)

Ważnem więc jest każdorazowe stwierdzenie czy nasz szereg od teoretycznego szeregu niezbyt się różni. Różnica taka może wynikać z kilku przyczyn, które omówię obszerniej w następnym rozdziale, gdy będzie mowa o przeciętnej próbie, gdyż tam one większą rolę odgrywają. Przy prostych pomia-

rach lub obserwacjach odchylenia szeregu błędów od krzywej normalnej wynikają najczęściej z obecności grubych błędów.

Dla przekonania się, czy w danym szeregu znajdują się grube błędy, stosuje czasem się t. zw. kryterjum Chauvenet'a:

Jeżeli trzykrotnie wzięta czwarta potęga błędu średniego jest równa lub większa od sumy czwartych potęg błędów, dzielonej przez ilość obserwacji, to niema w badanym szeregu większych grubych błędów; jeżeli zaś jest mniejszą, to badany szereg uchyla się od krzywej prawdopodobieństwa, a więc prawdopodobnie zawiera grube błędy.

Czyli szereg obserwacji jest wolny od grubych błędów jeżeli

$$m^4 - \frac{\sum v^4}{n} \geq 0 \quad (17 a)$$

a jest obciążony grubymi błędami przy

$$m^4 - \frac{\sum v^4}{n} < 0. \quad (17 b)$$

Innym sprawdzianem normalności szeregu błędów jest jego zgodność z teoretyczną krzywą dwumianową; jedną z oznak tej zgodności, jest jak było wyżej powiedziane, zgodność obliczonego błędu prawdopodobnego, który powinien dzielić szereg błędów na dwie równe ilościowo części, z rzeczywistością.

Jeżeli chcemy bardziej dokładnie zgodność krzywej błędów z krzywą dwumianową sprawdzić, to musimy porównywać częstotliwości teoretyczne z obserwowanymi dla wszystkich wielkości błędu. Sposób przeprowadzenia tego porównania wyłożę w dopełnieniach do 2-go rozdziału; tam również będę mówił o różnych zboczeniach krzywej obserwowanych błędów od normalnej ich znaczeniu dla doświadczalnictwa.

Do pewnego stopnia świadczy również o prawidłowości szeregu błędów zgodność teoretycznego stosunku błędu przeciętnego do błędu średniego z faktycznie stwierdzonym.

Przykład 9-ty. Zobaczymy jaką odpowiedź na pytanie co do normalności szeregu błędów w badanych przez nas pomiarach kąta (p. przykł. 1.) dadzą nam te dwa sprawdziany: kryterjum Chauvenet'a i zgodność błędu przeciętnego.

Zacznijmy od ostatniego: powinniśmy mieć stosunek

$$m = \pm 1,2533 t$$

$$\text{gdzie } t = \frac{\sum [v]}{n}$$

Obliczone sumy absolutnych wartości błędów (inaczej mówiąc sumy arytmetyczne błędów), dają nam

$$\Sigma [v] = 21,40$$

$$t = \frac{\Sigma [v]}{n} = \frac{21,40}{18} = 1,1889;$$

Powinniśmy mieć stosunek

$$m = 1,2533 t = 1,189 \times 1,253 = 1,4900$$

podczas gdy obliczony bezpośrednio błąd średni

$$m = 1,66$$

Mamy więc niezgodność o 0,17, tj. mniej więcej 10% rzeczywiście znalezionej błędności średniej.

Dla otrzymania kryterjum Chauvenet'a podnieśmy do kwadratu liczby z kolumny 4-jej w przykładzie 1-szym (tj. v^2); da nam to czwarte potęgi błędów.

v^4	
3,6100	
47,8864	
1,6384	
0,0001	
1,5625	
455,3956	
1,8769	
2,5921	
0,4761	
19,0969	
8,5264	
0,0081	a więc
0,0001	
7,0756	
0,0004	
0,0001	
0,1444	
0,0196	
$\Sigma v^4 = 549,9097$	

$$\frac{\Sigma v^4}{n} = \frac{549,9097}{18} = 30,5505$$

$$3 m^4 = 3 \times 1,66^4 = 22,8528$$

$$3 m^4 - \frac{\Sigma v^4}{n} < 0$$

Czyli szereg błędów w naszym przykładzie nie podlega ściśle prawu prawdopodobieństwa błędów.

W przyszłości szereg ten jeszcze raz będziemy rozpatrywać, a mianowicie porównamy go z odpowiadającym mu szeregiem binomijalnym, i tam znajdziemy potwierdzenie tej niezgodności.

Przykład ten wybrałem umyślnie, jako pierwszy w tej książce, gdyż jest on wzięty z dziedziny, w której t. zw. rachunek wyrównawczy, oparty na teorii błędów, jest stosowany od 100 lat bez zastrzeżeń wraz z wszelkimi konsekwencjami, a specjalnie ten szereg obserwacji jest przytoczony w wyżej cytowanym, klasycznym dziele Jordana, jako typowy szereg pomiarów.

Widzimy z tego, że nawet w *geodezji wyższej, gdzie wymagania ścisłości są daleko wyższe, niż w doświadczalnictwie rolniczym, widoczne i dosyć znaczne odchylenia szeregu błędów od krzywej prawdopodobieństwa nie są uważane za dostateczny powód do niestosowania do nich wniosków, opartych na błędzie średnim.*

17. *Błędy systematyczne.* Oprócz błędów normalnych i grubych znamy jeszcze trzeci rodzaj błędów, polegających na tem, że na wszystkie pomiary czy doświadczenia działa jakaś wspólna zakłócająca przyczyna, zmieniająca ich wyniki w tym samym kierunku, tj. powiększająca je lub zmniejszająca: takie błędy nazywamy systematycznymi.

Najprostszy przykład takiego błędu systematycznego mamy w wypadku, gdy długość jakąś mierzymy za długą lub za krótką miarą, np. „metrem“, który wskutek złego wykonania ma 1001 m/m zamiast 1000. Oczywiście, w tym wypadku przy każdym pomiarze popełniamy, niezależnie od błędów normalnych, wynikających z nieścisłego przykładania miary itp. błąd stały, wynoszący tyle milimetrów ile razy nasz mniemany metr został przyłożony. Powtarzając dowolną ilość razy pomiar tym samym narzędziem będziemy powtarzać i ten sam błąd stały, tak, że nie zmniejsza się on wcale wraz z powiększeniem liczby obserwacji.

Mogą być również błędy systematyczne niestałe, tj. takie które zmniejszają lub powiększają wynik pomiaru, lecz niekoniecznie każdorazowo o tę samą wielkość. Są to błędy systematyczne zmienne. Ten rodzaj błędów jest szczególnie częstym przy doświadczeniach rolniczych, będziemy więc mieli sposobność zająć się nim we właściwym czasie.

Tutaj wystarczy tylko powiedzieć, że jeżeli taki błąd systematyczny zmienny zmienia się, jak to zwykle bywa, pod wpływem wielkiej ilości drobnych, elementarnych przyczyn zmienności, to zmienność ta podlega również prawu prawdopodobieństwa wypadków losowych, możemy więc i dla błędu systematycznego obliczyć jego błąd średni.

Przekonać się o popełnieniu błędu systematycznego nie zawsze jest łatwo: przekonywujemy się o tem albo przez po-

równanie wielkości pomiaru tej samej wielkości lub analizy tego samego ciała różnymi narzędziami lub metodami, albo przez stale powtarzającą się niezgodność wyników ze znaną nam skądinąd rzeczywistością itd.

Jeżeli znanym nam jest błąd systematyczny, tkwiący w instrumencie czy metodzie, to możemy z łatwością wprowadzić do wyników doświadczenia czy obserwacji poprawkę. Przyczem, jeżeli mamy do czynienia z błędem systematycznym zmiennym, to przy tej poprawce powinniśmy uwzględnić i tę zmienność, wyrażoną przez błąd średni (lub wskaźnik zmienności).

Przyjmijmy, że dla znalezienia wielkości X wykonaliśmy szereg n analiz czy pomiarów l z błędem średnim m . Analizy te są obarczone systematycznym błędem zmiennym λ ; wskaźnik zmienności tego błędu nazwijmy σ .

Oczywiście (por. wzory 6 i 8).

$$X = \left(\frac{\sum l}{n} \pm \frac{m}{\sqrt{n}} \right) + \left(\lambda \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) = M + \lambda \pm \pm \sqrt{\frac{m^2 + \sigma^2}{n}} \quad (18)$$

λ może tu, oczywiście mieć wartość dodatnią lub ujemną.

Jeżeli szukana wielkość nie jest średnią arytmetyczną lecz jak przy mierzeniu długości fałszywą miarą sumą n pomiarów obciążonych błędem średnim m i błędem systematycznym $\lambda \pm \sigma$, to oczywiście wzór powyższy ulegnie zmianie.

$$X = n(l + \lambda) \pm n \sqrt{m^2 + \sigma^2} \quad (19)$$

Jeżeli zmienność błędu systematycznego jest wielka w stosunku do jego wielkości, to może się zdarzyć, że w części wypadków nawet znak tego błędu może być zmieniony.

Przykład 10-ty. Za najściślejszą metodę oznaczania cukru w buraku, stosowaną w praktyce, uważamy ekstrakcję alkoholową. W porównaniu z nią metoda digestji wodnej daje zwykle nieco sa wysokie wyniki, ta przewyżka jednak nie jest stała, lecz zmienna, w zależności od bardzo wielu przyczyn. Przypuśćmy, że przed rozpoczęciem oznaczeń cukru w burakach dla celów selekcyjnych, zbadaliśmy porównawczo obie metody i znaleźli, że digestja wodna daje nadwyżkę cukrowości $0,24\% \pm \pm 0,10$.

Ponieważ ta nadwyżka jest tylko $\frac{24}{10} = 2,4$ razy więk-

sza od swego błędu średniego, więc mamy prawdopodobieństwo, że popełniony rzeczywiście błąd będzie 16,4 razy na 1000 większy od niej, z tego 8,2 razy w kierunku + i tyleż w kierunku —.

A zatem powinniśmy być przygotowani na to, że w każdym 1000 buraków będzie kilka (teoretycznie 8,2), których cukrowość wykazana przez digestję wodną nie tylko nie jest wyższa od rzeczywistej, ale nawet nieco niższa.

Jeżeli dla 1000 za pomocą digestji wodnej zbadanych buraków obliczymy średnią arytmetyczną cukrowości, a wiemy, że błąd średni określenia cukru w buraku $m = 0,11\%$, to przeciętną cukrowość rzeczywistą, tj. taką, jaką byśmy otrzymali, stosując digestję alkoholową, obliczymy z wzoru:

$$X = M + \lambda \pm \sqrt{\frac{m^2 + \sigma^2}{n}}; \quad \lambda = -0,24; \quad m = \pm 0,11$$

$$\sigma = \pm 0,10$$

(λ ma w danym wypadku znak —, gdyż wyniki ekstrakcji są niższe niż digestji).

$$X = M - 0,24 \pm 0,015$$

18. *Szczególny wypadek dwóch obserwacyj.* Zanim porzucimy teorię błędów należy nam rozpatrzyć wypadek, zdarzający się szczególnie często w doświadczalnictwie rolniczem: mianowicie ten, że mamy wnioskować o wartości szukanej wielkości na podstawie dwóch obserwacyj.

Błędy pozorne v w tym wypadku równają się połowie różnicy między obu obserwacjami, gdyż (używając zwykłego znakowania)

$$M = \frac{l_1 + l_2}{2}$$

$$\text{z założenia: } l_1 = M - v_1 \quad l_2 = M - v_2$$

więc

$$l_1 + v_1 = \frac{l_1 + l_2}{2}$$

$$v_1 = \frac{l_2 - l_1}{2}$$

i tak samo

$$v_2 = \frac{l_1 - l_2}{2}$$

v_1 i v_2 mają więc tę samą wielkość absolutną, a różnią się tylko znakiem.

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}} = \sqrt{2v^2} = v \sqrt{2}$$

albo też, jeżeli nazwiemy różnicę między obiema obserwowanymi d

$$l_1 - l^2 = d$$

$$m = \sqrt{2 \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{1}{\sqrt{2}} d;$$

więc

$$m = \pm 0.707 d \quad (20)$$

Błąd średni dwóch pomiarów równa się różnicy ich wyników pomnożonej przez 0,707.

Dalej wiemy, że błąd średni średniej arytmetycznej

$$m_n = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$$

więc w naszym wypadku

$$m_2 = \pm \frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} d. \quad (21)$$

Błąd średni średniej arytmetycznej z dwóch obserwacji równa się połowie różnicy między wynikami tych obserwacji.

Mając jednak tylko dwie obserwacje danej wielkości, powinniśmy być bardzo ostrożni w wyciąganiu z powyższych wzorów daleko idących wniosków, gdyż, jak było powiedziane, prawo prawdopodobieństwa wypadków losowych jest prawem wielkich liczb.

Przypomnijmy sobie przykład 9-ty: mogło się bardzo łatwo zdarzyć, że dwa kolejne pomiary kąta dały bardzo zbliżony wynik; opierając się na błędzie średnim średniej arytmetycznej, mielibyśmy prawo przyjąć otrzymaną wartość kąta za zbliżoną do prawdziwej. Tymczasem doświadczenie, tj. dalsze 16 pomiarów nas przekonały, że wartość ta różni się od prawdziwej bardzo znacznie.

O ile więc mamy tylko dwie zupełnie oderwane obserwacje jakiejś wielkości, to powinniśmy się zapatrywać bardzo sceptycznie na ścisłość ich średniej arytmetycznej i na prawdziwość jej błędu średniego.

19. *Nieodzowny warunek wzajemnej niezależności błędów.* Mówiąc o ciągnięciu gałek z urny zaznaczyłem, że koniecznym warunkiem sprawdzenia się teoretycznego przewidywania częstotliwości różnych kombinacji liczbowych gałek białych i czarnych jest wrzucanie z powrotem wyciągniętych gałek i dokładne każdorazowe ich mieszanie. Tylko bowiem tym sposobem możemy sprawić, żeby za każdym ciągnięciem wszystkie możliwe kombinacje były jednakowo prawdopodobne, innymi słowy, żeby już dokonane ciągnięcia przez zmianę ustosunkowania ilości białych do czarnych nie wpływały na wynik dalszych ciągnięć, czyli żeby *wszystkie ciągnięcia były od siebie wzajemnie zupełnie niezależne.*

Ten postulat, znajdujący się w założeniu całego rozumowania, jest koniecznym warunkiem jego słuszności. Trzeba więc o tem pamiętać przy stosowaniu *teorii błędów* w doświadczalnictwie, że *cała ta teoria i wynikające z niej konsekwencje mogą być stosowane jedynie w tych razach, kiedy obserwacje a więc i ich błędy wzajemnie na siebie nie wpływają.*

ROZDZIAŁ II.

Średnia próba.

20. *Pojęcie średniej próby.* W poprzednim rozdziale mówiłem o błędach, popełnianych przy pomiarach, analizach itp. czynnościach, będących bądź zakończeniem doświadczenia, bądź jedną z jego składowych części.

W wyjątkowych jedynie wypadkach możemy tym czynnościom poddać przedmiot naszego badania w całości; najczęściej bywa tak, że pomiarowi czy analizie poddajemy tylko nieznaczną część badanej całości i ze znalezionych dla niej danych wnioskujemy, że te same dane stosują się do całości. Jednym słowem, przyjmujemy *partem pro toto*, część za całość. Tę część, przyjętą za całość, nazywamy *średnią próbą* albo *przeciętną próbą*.

Ażeby jednak wniosek nasz był zgodny z rzeczywistością, trzeba, żeby ta poddana zbadaniu częśćka była przynajmniej pod względem badanej cechy prawdziwą przedstawicielką całości. Ponieważ spotykane w doświadczalnictwie rolniczem przedmioty badania nie bywają prawie nigdy w swej całości jednorodne, nie możemy nigdy mieć pewności, czy wzięta przez nas „próba“ odpowiada temu warunkowi. Inaczej mówiąc, należy się zawsze obawiać, że próba jest obciążona pewnym błędem.

Trzeba więc się starać o to, żeby, po pierwsze, błąd ten był możliwie najmniejszy, a powtóre, żeby móc sobie z prawdopodobnej wielkości tego błędu zdawać sprawę.

Naogół nietylko praktyczni rolnicy lecz nawet liczni badacze naukowci w dziedzinie rolnictwa i nauk biologicznych nie zdają sobie dokładnie sprawy z trudności, na jakie się przytem napotyka, i z opłakanych skutków, które nieprzezwytczenie tych trudności może za sobą pociągnąć.

Przedmiotem tego rozdziału będzie przedstawienie ważniejszych z braniem prób związanych zagadnień i sposobów ich rozwiązania.

21. Rodzaje przedmiotów badania. W odniesieniu do sposobu brania prób możemy podzielić przedmioty badania na cały szereg kategorii. Na jednym końcu szeregu należy postawić te kategorie, które pod tym względem przedstawiają najmniej trudności. Są to, oczywiście, płyny jednorodne, których każdą cząstkę możemy uważać za identyczną z wszystkimi innymi.

Na przeciwległym krańcu szeregu stoją przedmioty badania, składające się z oddzielnych, zupełnie zróżniczkowanych jednostek, z których każda różni się, albo przynajmniej może się różnić od wszystkich innych pod względem zajmującej nas cechy. Są nimi najczęściej *pogłowia (populacje)* zwierząt i roślin i dlatego będziemy takie przedmioty nazywali pogłowianami nawet wtedy, gdy będą się składały z osobników nieożywionych.

Między tymi dwoma krańcami znajdują się liczne kategorie przejściowe: tak więc obok płynów jednorodnych możemy postawić emulsje, płyny zawierające zawiesiny, dalej ciała półpłynne, kolloidalne, lub mieszaniny ciał sypkich z płynami. Dalej idą ciała o rozmaitym stopniu sypkości i miałkości, składające się z cząstek, z których w większej części wypadków każda z osobna nie interesuje badacza, lecz które w innych wypadkach wymagają oddzielnego zbadania (n. p. mineralogiczne badanie piasku). W tym wypadku podpadają one pod kategorię pogłowiów.

Pogłowia ze swej strony mogą być rozpatrywane w różny sposób: jeżeli składające je osobniki interesują nas każdy z osobna, to zbiorowisko takie nazywamy *pogłowiem osobowem*, jeżeli zaś mają one dla nas znaczenie tylko jako zbiorowość, to — *nieosobowem*. Oczywiście, że to samo pogłowie może być traktowane raz jako osobowe, inny raz jako bezosobowe.

Wreszcie osobną kategorię, a raczej szereg kategorii, stanowią ciała stałe lub płynne o wielkich rozmiarach i różnorodne w swych częściach, jak n. p. skały, gleba, woda w jeziorze i t. p.

Rozbiór tych kategorii zaczniemy od pogłowiów, gdyż na nich najłatwiej będzie wyłożyć metody logiczne i rachunkowe, które będziemy stosowali i do innych. Ze względu na obszerność tematu, wyodrębnię go w osobny podrozdział.

A. Próby pogłowiów.

22. *Zmienność między-osobnikowa.* Jak wszystkie inne zjawiska, tak i osobniki zwierząt i roślin są nieskończenie zmienne. Można z całą stanowczością twierdzić, że niema na kuli ziemskiej nietylko dwóch zupełnie identycznych roślin, ale nawet dwóch zupełnie podobnych do siebie liści tego samego gatunku, prawdopodobnie zaś nawet dwóch niczem się nie różniących komórek. Pochodzi to stąd, że wedle wszelkiego prawdopodobieństwa już gamety, t. j. jajka i plemniki, z których połączenia powstają nowe rośliny i zwierzęta, niezależnie od swojej budowy genetycznej, która może być w różnych gametach jednakowa i wskutek tego obdarzyć zygotę takimi samymi jak inne tegoż pochodzenia cechami dziedzicznymi, mogą się różnić nieskończenie w niedziedzicznych szczegółach budowy. A zresztą, choćby w chwili poczęcia, t. j. połączenia się dwóch gamet w zygotę, ta nie różniła się niczem od innych pokrewnych, to w dalszym rozwoju tak płodowym jak po opuszczeniu organizmu macierzystego, każdy osobnik podlega nieskończenie różnym wpływom odżywiania, ucisków mechanicznych i t. d. i t. d., które wywołują w żywych osobnikach tę nieskończoną różnorodność, którą widzimy.

Obok tych wpływów warunków życiowych cechy organizmów zależą od budowy genetycznej, t. j. od właściwości dziedzicznych, sprawiających, że na te same warunki zewnętrzne organizmy różniące się wewnętrzną, genetyczną budową, reagują w różny sposób. Wiemy zaś obecnie, że nawet bardzo bliskie sobie gatunkowo i rasowo organizmy, nawet osobniki, pochodzące od tej samej pary rodziców, mogą się bardzo różnić między sobą pod względem genetycznym (dziedzicznym). Różnice te mogą dotyczyć czasem wielu cech, widocznych na pierwszy rzut oka, czasem zaś tylko jednej lub niewielu i to trudnych do stwierdzenia bez uciążliwych i nieraz zawodnych badań w ciągu kilku pokoleń. Ile tych różnych i w najróżniejsze kombinacje mogących między sobą wchodzić czynników dziedzicznych należy przypuszczać w roślinach i zwierzętach, tego dowodzi fakt, że w muszce *Drosophila Ampelophila* prof. Morgan i jego uczniowie wyodrębnili do tej pory dwieście kilkadziesiąt par takich czynników!

Współdziałanie tych wszystkich zewnętrznych i wewnętrznych czynników wywołuje nieskończenie liczne różnice między osobnikami tego samego gatunku, tej samej rasy, wyrosłymi w pozornie jednakowych warunkach. Fakt istnienia tych różnic nazywamy *zmiennością międzyosobnikową*.

Współczesne badanie wszystkich cech, któremi się osobniki tego samego pogłowia różnią, jest rzeczą niewykonalną, a przytem zwykle bezcelową. Zwykle też przy badaniach o charakterze zarówno naukowym jak i praktycznym zatrzymujemy uwagę tylko na jednej lub na niewielu cechach, które dla nas mają największe znaczenie, a więc np. na plenności, zawartości skrobji lub cukru, ilości kłosek w kłosie, pewnych wymiarach kośca i t. p.

23. *Krzywa zmienności.* Oczywiście, każda z tych cech jest wypadkową ogromnej ilości czynników zewnętrznych i wewnętrznych, z których jedne działają na nią w kierunku dodatnim a drugie w ujemnym. O ile wszystkie te czynniki, które możemy nazwać elementarnymi są jednakowo prawdopodobne tak co do częstości występowania, jak i co do siły działania, to jako wynik ich przypadkowego grupowania powinno się otrzymać szereg form, t. j. szereg osobników o różnej sile występowania danej cechy, przyczem najliczniejszymi powinny być osobniki o przeciętnym wymiarze cechy, t. j. o wymiarze zbliżonym do średniej arytmetycznej tej cechy u wszystkich osobników pogłowia, częstotliwość zaś, t. j. stosunkowa liczebność występowania innych wymiarów powinna się stopniowo zmniejszać w miarę oddalania się od średniej wedle prawa prawdopodobieństwa błędów, a więc zmienność wyrażona graficznie w postaci krzywej powinna nam dać *normalną krzywą zmienności*, t. j. krzywą zbliżającą się do krzywej dwumianowej, której równanie znamy (wzór 2 a).

Jak wspomniałem, Quetelet sprawdził to doświadczalnie około r. 1856 na materjale, dostarczonym mu przez pomiary rekrutów w paru państwach i od tego czasu stwierdzono, że w bardzo wielu wypadkach zmienność osobnikowa podlega bardzo ściśle prawu, wyrażonemu tą krzywą.

24. *Wskaźnik zmienności.* Jak już wiemy, miarą zmienności jest w takim razie stała σ , którą nazywamy *wskaźnikiem zmienności*. Wiemy już (§ 6), że dla równania, przedstawiającego zmienność cechy, ma on to samo znaczenie co *błąd średni* dla równania błędów identycznego z tamtym.

Jest on tak samo jak błąd średni, średnią potęgową drugiego stopnia z odchyień wymiarów pojedynczych osobników od średniej aryt. wszystkich wymiarów, czyli od przeciętnego wymiaru cechy.

Jeżeli różnice te nazwiemy v , to

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum v^2}{p}}$$

Ponieważ wskaźnik zmienności obliczamy zwykle dla bardzo licznych osobników, przeto stosuje się do tego skrócone metody rachunkowe, które wyłożę w dopełnieniach.

Wskaźnik zmienności, podobnie jak błąd średni, może być uważany za miarę błędu, na popełnienie którego bylibyśmy narażeni, gdybyśmy o przeciętnym wymiarze cechy w danym pogłowie chcieli wnioskować na podstawie zbadania pojedynczego osobnika. Prawdopodobieństwo tego błędu, daje nam, oczywiście, ta sama tablica prawdopodobieństwa błędów.

Pomimo tego podobieństwa pojęć błędu średniego i wskaźnika zmienności, nie są to pojęcia logicznie identyczne.

Jeżeli mierzymy jakąś wielkość, n. p. odległość między dwoma punktami, to szukamy wartości jakiejś rzeczywiście istniejącej, stałej (przynajmniej w danym elemencie czasu) wielkości, której z zupełną ścisłością nigdy znaleźć nie możemy, lecz do której tylko zbliżamy się asymptotycznie w miarę powtarzania pomiarów (o ile niema źródła błędu systematycznego). Natomiast przeciętna wielkość jakiejś cechy w pogłowie jest wielkością idealną, często nie znajdującą w naturze realizacji, lecz którą możemy nieraz znaleźć z matematyczną ścisłością. Np. przeciętna ilość kłosek na kłosie pszenicy danego pogłowia może wynosić ściśle 18,34, chociaż, oczywiście, ani jeden kłos tej liczby kłosek mieć nie może.

Wskaźnik zmienności jako taki ma za zadanie jedynie pouczyć nas o wielkości wahań i prawdopodobnej częstotliwości danego wymiaru badanej cechy w *danym pogłowie*.

Jeżeli to pogłowie składa się z *jednego* osobnika, to

$$\sigma = \sqrt{\frac{0}{1}} = 0$$

Mówi nam to, że w *jednym osobniku* niema wcale zmienności, co jest zgodne z rzeczywistością. W dwóch osobnikach miarą zmienności będzie,

$$\sigma = \sqrt{\frac{v^2 + v^2}{2}} = \frac{d}{2}$$

gdzie d — jest różnicą między wymiarami obydwóch osobników i t. d.

Dlatego przy obliczaniu wskaźnika zmienności jako takiego, wprowadzanie znanej nam (wzór 4) poprawki, polegającej na zmniejszeniu w mianowniku liczby obserwacji (osobników) o jedność, byłoby błędem.

O ile jednak chcemy użytkować wskaźnik zmienności w charakterze błędu średniego, to całe nasze rozumowanie dotyczące *pozornego błędu średniego* da się tu w zupełności zastosować, i wtedy wskaźnik zmienności uważany jako błąd średni winniśmy obliczać z wzoru 4.

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

W praktyce bywa to często zbyt cieżkie, gdyż najczęściej wskaźniki zmienności bywają obliczane dla bardzo wielkich ilości osobników, a w takim razie zmniejszenie mianownika pod znakiem pierwiastku o jedność nie może wpłynąć w sposób, dający się odczuć, na wynik rachunku.

Przykład 10-ty. Obliczmy dla zawartości procentowej cukru w buraku z danego pola wskaźnik zmienności jako taki i wskaźnik zmienności jako błąd średni dla stu osobników :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}} = \sqrt{\frac{144.00}{100}} = \pm 1.200$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{144.00}{99}} = \pm 1.206$$

Nie myślę, żeby w doświadczalnictwie rolniczym mógł zajść wypadek, gdzieby taka różnica, w tysięcznych częściach błędu średniego, mogła zaważyć na wnioskowaniu.

25. *Błąd średni przeciętnego wymiaru cechy i t. d.* W odniesieniu do przeciętnego wymiaru cechy w pogłowiu możemy uważać pomiary tej cechy u oddzielnych osobników za równoznaczne z pojedynczymi pomiarami pewnej wielkości, i z wskaźnika zmienności, uważanego za błąd średni pojedynczego pomiaru, możemy obliczyć błąd średni przeciętnego wymiaru cechy

$$m_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

czyli błąd średni przeciętnego wymiaru cechy w populacji równa się wskaźnikowi zmienności tej cechy, uważanemu za błąd średni, dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy z ilości osobników, dla których przeciętną cechą obliczamy.

Uwaga : w powyższem twierdzeniu słowa „uważanemu za błąd średni“, znaczą, że przy obliczaniu wskaźnika zmienności z małej liczby osobników trzeba go obliczać z wzoru na błąd średni pozorny :

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

Inne prawa, znalezione dla błędów obserwacyjnych i wyłożone w poprzednim rozdziale, jak prawo przekazywania błę-

dów, prawdopodobieństwo błędów, ważność średnich arytmetycznych i t. d. znajdują tu, oczywiście, również zastosowanie.

26. *Współczynnik zmienności.* Przy badaniu zmienności międzyosobnikowej spotykamy się często ze zjawiskiem, że wahanie pewnych cech, wyrażone w liczbach absolutnych t. j. w jednostkach miary, wagi, liczebności i t. p., są tem większe. im przeciętny wymiar cechy w danem pogłowie jest większy.

Tak np. skala wahań, a więc i wskaźnik zmienności ciężaru ziarn fasoli są większe niż ziarn pszenicy, tych zaś większe niż ziarn maku, rozumie się, o ile je wyrazimy w tych samych jednostkach wagowych. Nawet w tej samej odmianie roślin w warunkach wegetacyjnych, w których przeciętny wymiar cechy się podnosi, podnosi się również wskaźnik zmienności tej cechy.

Tak np. ta sama odmiana buraków, która na równem lecz jałowem polu będzie miała korzenie o przeciętnym ciężarze 260 gr, a wskaźnik zmienności ± 80 gr, na polu bogatem wyda korzenie o średnim ciężarze 600 gr. a o wskaźniku zmienności ± 200 gr.

Ażeby więc mieć wielkości, dające się porównywać, okazało się w tych wypadkach koniecznem podawanie wskaźników zmienności takich cech w jednostkach przeciętnego wymiaru cechy. Dla wygody, żeby nie mieć wiele znaków dziesiętnych, mnoży się otrzymane liczby przez 100 i otrzymuje się w ten sposób *wskaźnik zmienności wymiaru w procentach przeciętnego wymiaru cechy*, który nazywamy *współczynnikiem zmienności*. Współczynnik zmienności będę oznaczał symbolem C.

$$C = \pm \frac{\sigma}{M} \cdot 100 \quad (23)$$

Współczynnik zmienności otrzymujemy, dzieląc wskaźnik zmienności przez przeciętny wymiar cechy i mnożąc iloraz przez 100.

Przez odwrotne działanie możemy, mając dany współczynnik zmienności i średni wymiar cechy, obliczyć wskaźnik zmienności.

$$\sigma = \pm \frac{C \cdot M}{100} \quad (23 a)$$

Ponieważ współczynnik zmienności jest niczem innym jak wskaźnikiem wyrażonym procentowo, przeto wszelkie wzory podane dla wskaźnika (a więc te same co i dla błędu średniego), dadzą się wprost zastosować do współczynnika.

Tak więc *błąd średni przeciętnego wymiaru cechy, wyrażony w procentach tegoż wymiaru, równa się współczynnikowi zmienności dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy ilości osobników.*

$$M_{n\%} = C_n = \frac{C}{\sqrt{n}} \quad (24)$$

i t. d.

Z zbyt ogólnem zastosowaniem współczynnika zmienności w doświadczalnictwie należy być jednak ostrożnym. Wprowadzenie tej miary zmienności na miejsce wskaźnika jest, jak widać z wzoru (23) oparte na *przypuszczeniu, że wskaźniki zmienności są proporcjonalne do przeciętnego wymiaru cechy.* Otóż trzeba pamiętać, że *tylko dla pewnej kategorii cech to prawo jest prawem przybliżonem, ale dla wielu innych założenie, na którym pojęcie współczynnika zmienności jest oparte, jest zupełnie fałszywem.*

Jest ono mianowicie *prawem przybliżonem* tylko, kiedy mamy do czynienia z cechami ilościowymi, wyrażonemi, jak było powiedziane, w liczbach absolutnych miary, liczebności i t. d.

Natomiast w tych wypadkach, gdy chodzi o stosunek dwóch cech do siebie, wyrażony procentowo lub inaczej, to założenie powyższe jest fałszywe i zastosowanie współczynnika zmienności jest absurdem.

Tak więc *przybliżenie* usprawiedliwionem jest wyrażanie w jednostkach współczynnika miary zmienności: ciężaru korzenia buraka i ilości cukru, zawartego w korzeniu (*w jednostkach wagowych*), gdyż im ciężar-przeciętny korzenia jest większy, tem większe wahania tego ciężaru i wahania zawartości cukru.

Ale *zawartość procentową cukru* w buraku, t. j. stosunek ilości jednostek wagowych cukru w korzeniu do ilości jednostek wagowych tegoż korzenia, można podawać tylko jako wskaźnik, gdyż wahania tego stosunku są zupełnie niezależne od jego wielkości, to jest, na jednakowo równem polu wskaźnik zmienności procentowej zawartości cukru waha się między $\pm 0,60$ a $\pm 0,80$ bez względu na to, czy przeciętna cukrowość jest 16% czy 21% . Nawet zwykle raczej większe wahania bywają w latach niskiej cukrowości. Gdyby więc ktoś znalazłszy dla buraków o średniej cukrowości $M = 21,0\%$ wskaźnik zmienności $\sigma = \pm 0,63$ i obliczywszy współczynnik

$$C = \pm \frac{\sigma}{M} 100 = 3,0$$

chciał na jego podstawie sądzić o zmienności cukrowości przy średniej zawartości cukru 16% , otrzymałby zupełnie błędną wartość wskaźnika

Tablica 1. Przykład 11-sty. Korrelacja między ciężarem kłosa a ciężarem ziarna w 1 kłosie w czystej linii przynicy.

I. Ciężar 1-go kłosa g.		0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	
		do 0,6	do 0,8	do 1,0	do 1,2	do 1,4	do 1,6	do 1,8	do 2,0	do 2,2	do 2,4	do 2,6	do 2,8	do 3,0	do 3,2	do 3,4	do 3,6	do 3,8	do 4,0	do 4,2	do 4,4	do 4,6	do 4,8	
II. Ciężar ziarna w 1-ym kłosie g.		- 12	- 11	- 10	- 9	- 8	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	+ 8	+ 9	
0,2 do 0,4	- 9	1	1	1	1																			4
0,4 " 0,6	- 8			1	2																			3
0,6 " 0,8	- 7																							—
0,8 " 1,0	- 6					2																		2
1,0 " 1,2	- 5						2																	4
1,2 " 1,4	- 4							2																7
1,4 " 1,6	- 3								3															15
1,6 " 1,8	- 2									4														21
1,8 " 2,0	- 1										5													27
2,0 " 2,2	0											2												22
2,2 " 2,4	+ 1												1											23
2,4 " 2,6	+ 2													2										20
2,6 " 2,8	+ 3														1									17
2,8 " 3,0	+ 4															17								18
3,0 " 3,2	+ 5																14							9
3,2 " 3,4	+ 6																	3						6
3,4 " 3,6	+ 7																		8					1
3,6 " 3,8	+ 8																			1				—
3,8 " 4,0	+ 9																				6			—
4,0 " 4,2	+ 10																						1	1
		1	1	2	3	2	2	6	7	7	13	12	22	25	24	20	19	14	11	7	1	—	1	n = 200

Średni ciężar kłosa $M_I = 2,906$ g. Średni ciężar ziarna w 1 kłosie $M_{II} = 2,150$ g.

Wskaźnik zmienności ciężaru kłosa $\sigma_I = +3,73$ klasy $= +0,746$ g; współczynnik zmienności ciężaru kłosa $C_I = +25,2$.

" " " ziarna $\sigma_{II} = +3,39$ " $= +0,658$ " " " " " ziarna $C_{II} = +30,6$.

Współczynnik korelacji między ciężarem kłosa i ziarna $r = +0,984 \pm 0,002$.

Widzimy, że korelacja przebiega zupełnie prostolinijnie, z wyjątkiem lekkiego załamania w klasach poniżej 1,2 gr. wagi kłosa, co wskazuje, że są to kłosy spóźnione, niedorozwinięte.

Tablica 2. *Przykład 12-sty.* Korrelacja między ilością słupków i pręcików w *Anemone Ranunculoides* L.

	Pręciki	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	
		28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	76	
Słupki		29	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	
		- 8	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	+ 8	
15, 16, 17	- 3	.	.	.	.	2	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	6
18, 19, 20	- 2	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	1	.	1	.	.	.	.	6
21, 22, 23	- 1	.	.	1	.	1	1	.	.	.	1	4	2	1	1	.	.	.	12
24, 25, 26	0	.	.	.	.	2	2	1	.	1	1	2	.	2	2	.	.	1	14
27, 28, 29	+ 1	.	.	.	.	4	2	1	.	.	.	1	.	1	2	.	.	.	11
30, 31, 32	+ 2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	3
33, 34, 35	+ 3	1	.	.	.	.	2	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
36, 37, 38	+ 4	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
39, 40, 41	+ 5	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
		1	.	1	.	10	8	3	6	3	4	8	3	5	6	.	.	2	n = 60

$M_{sl} = 25,1$

$\sigma_{sl} = \pm 5,58 = \pm 1,86$ klasy.

$M_{pr} = 52,25$

$\sigma_{pr} = \pm 10,14 = \pm 3,40$ klasy

$r = -0,181 \pm 0,124$

$$\sigma = \pm \frac{C. M.}{100} = \pm \frac{3 \times 16}{100} = \pm 0,48$$

podczas, kiedy raczej należało się spodziewać wartości wyższej niż $\pm 0,63^{0/0}$.

Tak samo można, a nawet należy podawać w jednostkach współczynnika miarę zmienności długości i szerokości czaszki, długości osadki kłosowej i ilości kłosków na kłosie, i t. p. gdyż wielkości wahań a więc i wskaźniki zmienności tych cech, podane w milimetrach czy liczebnościach, rosną *mniej więcej* proporcjonalnie do przeciętnych wymiarów tych cech. Wskaźnik więc zmienności daje nam miarę zmienności tylko dla danego pogłowia. Jeżeli zaś chcemy mieć miarę tę, wyrażoną w formie ogólniejszej, któraby nam pozwoliła wnioskować w *przybliżeniu* o wielkości wahań innych pogłowiów tej samej odmiany, lub pokrewnych, znajdujących się w innych warunkach odżywiania, to musimy ją podać w procentach średniej arytmetycznej tej cechy, t. j. jako współczynnik.

Natomiast zmienności wskaźnika czaszkowego, zbitości kłosa (D) i temu podobnych stosunków między dwiema cechami podawać w postaci współczynnika nie można, gdyż zmienność w czystych rasach brachycefalicznych nie jest większa niż w dolichocefalicznych, w czystych linjach pszenic zbi-tokłosowych niż w luźnokłosowych. Raczej przeciwnie.

Kilka bliższych szczegółów, odnoszących się do tej ważną rolę w doświadczalnictwie grającej a mało naogół rozumianej sprawy podam w dopełnieniach, a teraz przejdę do innej również nie dosyć uwzględnianej kwestji, kwestji korelacji.

27. *Zmienność skojarzona (korelatywna)*. Właściwie wszystkie organy i ich funkcje są od siebie wzajemnie zależne i zmiana, zachodząca w jednej z nich, musi się w słabszym lub silniejszym stopniu odbić na innych. Te zależności, skojarzenia, korelacje między różnymi organami i funkcjami możemy zgrupować w kilka kategorii.

Najzwyklejsze i najłatwiejsze do stwierdzenia i wytłumaczenia są korelacje funkcjonalne: od lepszej, względnie silniejszej budowy organu zależy lepsze jego funkcjonowanie, a że jedne funkcje życiowe są zależne od drugich, więc te korelacje ciągną się niejako łańcuchowo i nieraz bardzo daleko sięgać mogą. Tak więc mleczość krów stoi w niewątpliwej korelacji do uzębienia, ściągłość konia do siły serca i t. d., chociaż oprócz tych organów bardzo wiele innych na te funkcje wpływa.

Inny rodzaj korelacji jest ten, gdy rozwój dwóch organów względnie dwie funkcje życiowe zależą od wspólnej przyczyny zewnętrznej lub wewnętrznej, przyczem wpływ ten może być tego rodzaju, że wzmożenie wspólnej przyczyny działa dodatnio na jedną z cech skojarzonych, a ujemnie na drugą, albo

dodatnio na obie. A w tym ostatnim wypadku może się zdarzyć, że jedna z cech wyzyskuje tą wspólną przyczynę na swoją korzyść, kosztem drugiej, co w znacznym stopniu komplikuje zjawisko korelacji.

Ten rodzaj korelacji można podzielić z kolei na dwie podkategorie: w jednej z nich ta wspólna przyczyna, wpływająca na obie skojarzone cechy, leży poza organizmem, jest to jakaś przyczyna zewnętrzna, (ten rodzaj korelacji nazywamy „symplazja“) w drugiej — leży ona w samym organizmie. W tym zaś ostatnim razie może ona być natury somatycznej lub genetycznej. Somatycznymi cechami nazywamy, jak wiadomo, cechy niedziedziczne, fluktuacyjne, wywołane przez warunki życiowe. Tak n. p. ta sama somatyczna cecha, jaką jest nabyty przez niehygieniczne życie katar żołądka, wywiera wpływ na cały szereg funkcji życiowych dotkniętego nim człowieka.

Pod genetycznymi zaś cechami rozumiemy te, które są wywołane przez obecność dziedzicznych czynników, genów. Może więc pewna ilość cech być wywołana przez obecność jednego wspólnego czynnika, albo przez różne czynniki, które mają tendencję do częstszego łączenia się w tej samej gamecie, niż pozwalało by się tego spodziewać prawdopodobieństwo losowych wypadków.

Każdy z tych rodzajów korelacji ma innego rodzaju znaczenie dla doświadczalnictwa a w szczególności dla sposobu brania prób, dlatego musimy się tą sprawą jeszcze nieco bliżej zająć. Przedewszystkiem koniecznem jest znaleźć, dla zjawiska korelacji ścisłą miarę. Tych miar było wprowadzonych kilka, wychodzą one jednak stopniowo z użycia z wyjątkiem jednej, którą nazywamy *współczynnikiem korelacji* i którą obliczamy według wzoru znalezionej przez Bravais.

Sposób obliczania współczynnika korelacji znajdzie czytelnik w dopełnieniach, tu zaś wystarczy powiedzieć, że jeżeli mamy dwie cechy, których pojedyncze wymiary będziemy nazywali w_1' , w_2' ... w_n' i w_1'' , w_2'' ... w_n'' , których średnie arytmetyczne będą M' i M'' a wskaźniki zmienności σ' i σ'' , to, jeżeli liczbę osobników, poddanych badaniu nazwiemy, jak zwykle n , a dla *współczynnika korelacji* użyjemy symbolu r , to

$$r = \frac{\sum (M' - w') (M'' - w'')}{n \sigma' \sigma''} \quad (25)$$

Wartości r mogą się wahać tylko między $+1,0$ a $-1,0$ a mianowicie w wypadku *zupelnej dodatniej korelacji*, t. j. jeżeli każde podniesienie wymiaru jednej cechy (cechy suponowanej) pociąga za sobą podniesienie drugiej (skojarzonej) o określoną wysokość, to

$$r = + 1,0$$

Gdy mamy do czynienia z *zupełną ujemną korelacją*, tj. kiedy powiększenie cechy suponowanej daje nam pewność, że cecha z nią skojarzona ulegnie zmniejszeniu o określoną wielkość, wtedy

$$r = -1,0$$

Jeżeli z powiększeniem wymiaru cechy suponowanej mamy nie pewność, lecz tylko prawdopodobieństwo, że cecha z nią skojarzona ulegnie powiększeniu (względnie zmniejszeniu) to współczynnik korelacji przybiera wartość pomiędzy $+1,0$ (względnie $-1,0$) a zerem, mianowicie tem niższą, im korelacja jest słabsza, t. j. im prawdopodobieństwo zmniejszenia się lub powiększania jednej cechy w miarę zmiany wymiaru drugiej jest mniejsze.

Nareszcie

$$r = 0$$

t. j. niema wcale korelacji, kiedy zmiana wymiaru jednej cechy nie powiększa wcale prawdopodobieństwa zmiany wymiaru cechy drugiej, t. j. kiedy wszelkim wymiarom cechy, którą przyjmujemy ze suponowaną, odpowiadają te same przeciętne wartości cechy drugiej, i mniej więcej z tą samą zmiennością.

28. *Korelacja i cząstkowe wskaźniki zmienności.* Jeżeli mamy do czynienia z dwiema cechami, między którymi panuje stosunek *zupełnej korelacji*, t. j. gdy $r = \pm 1,0$, to, oczywiście każdemu wymiarowi cechy suponowanej odpowiada tylko jeden określony wymiar cechy drugiej, a więc wskaźnik zmienności tej cechy w grupie osobników, mających jeden wymiar cechy suponowanej, równa się zeru (i odwrotnie).

Przeciwnie, przy braku korelacji, t. j. gdy $r = 0$, każdemu wymiarowi cechy suponowanej odpowiadają, jakieśmy widzieli, wszystkie możliwe wymiary cechy drugiej, z tą samą zmiennością co w całej badanej grupie, a więc wskaźniki zmienności cechy, którąśmy nazwali »drugą«, osobników posiadających ten sam wymiar cechy suponowanej są, w teorii, równe między sobą i równe wskaźnikowi zmienności pogłowia.

Im korelacja jest bliższa do *zupełnej*, czyli im wartość r jest bliższa $\pm 1,0$, tem każdemu wymiarowi cechy suponowanej odpowiada mniej prawdopodobnych warjantów cechy skojarzonej, czyli tem bliższymi zeru są wskaźniki zmienności cechy skojarzonej w każdej grupie osobników, mających ten ten sam wymiar cechy suponowanej.

Te grupy osobników posiadających wspólny wymiar jednej z cech, będziemy nazywać *klasami danego wymiaru danej cechy*, a *wskaźniki zmienności cechy skojarzonej w pojedynczych*

klasach danego wymiaru cechy suponowanej będziemy nazywali *częstkowymi wskaźnikami zmienności* i oznaczali symbolem ζ ¹⁾.

Między współczynnikiem korelacji, wskaźnikiem zmienności danej cechy w badanym pogłowiu i jej częstkowym wskaźnikiem zmienności istnieje stały stosunek

$$\zeta = \sigma \sqrt{1 - r^2} \quad (26)$$

Częstkowy wskaźnik zmienności równa się ogólnemu wskaźnikowi zmienności (wskaźnikowi zm. pogłowia) pomnożonemu przez pierwiastek kwadratowy z jednoś i mniej kwadrat współczynnika korelacji.

29. Tablica korelacji. Korelacja prostolinijna i łamana.

Dla zorientowania się w korelacji między dwiema cechami (i wogóle między dwoma zjawiskami) zestawiamy dane dotyczące tych cech i ilości osobników, posiadających ich dane wymiary w »tablicę korelacji«. W tablicy tej rubryki pionowe odpowiadają kolejnym wymiarom cechy suponowanej a poziome, wymiarom cechy skojarzonej (przyczem jak z wzoru 25 jest widocznem, jest zupełnie obojętne, którą z dwóch cech przyjmujemy za suponowaną a którą za skojarzoną). W punktach (względnie kratkach) przecięcia się dwóch rubryk wpisujemy ilość osobników, posiadających właściwe rubrykom wymiary obu cech. W ten sposób otrzymujemy w każdej pionowej kolumnie jedną klasę osobników danego wymiaru cechy suponowanej a w każdej poziomej kolumnie jedną klasę osobników danego wymiaru cechy skojarzonej. Jeżeli teraz dla każdej klasy cechy suponowanej obliczymy średnią arytmetyczną cechy skojarzonej (lub naodwrot), to w razie braku korelacji te średnie arytmetyczne będą uszeregowane w środkowej poziomej rubryce (względnie w środkowej pionowej), gdyż średnie arytmetyczne wszystkich klas będą mniej więcej równe średniej arytmetycznej całego pogłowia. Im korelacja jest silniejsza, tem szereg średnich arytmetycznych pochyła się bardziej, gdyż z każdym podniesieniem się o jedną klasę cechy suponowanej podnosi się o pewną wielkość średnia arytmetyczna cechy skojarzonej (lub odwrotnie). Przy wysokiej korelacji średnie arytmetyczne kolejnych klas biegną po przekątnej tablicy. W ten sposób już na oko można sobie zdać dosyć dokładnie sprawę z istnienia i ze stopnia korelacji. Nie zawsze jednak szereg średnich arytmetycznych, który będziemy nazywać *linją częstkowych średnich*, tworzy linię prostą. Często bywa ona wygiętą albo łamaną.

Postać nieprawidłowo łamana, kręta linii częstkowych średnich może być poprostu skutkiem zmałej ilości osobników,

¹⁾ ζ — krótkie sigma, pisane na końcu wyrazów.

wziętych do zbadania, a wskutek tego wielkich błędów cząstkowych średnich arytmetycznych. Żeby się przekonać, czy tak jest, możemy przeciągnąć prostą linią tak, żeby przebiegała mniej więcej tak, jak linia cząstkowych średnich i obliczamy, czy te cząstkowe średnie nie leżą dalej od niej niż ich dwu, a nawet trzykrotne błędy średnie. Jeżeli nie przekraczają tych granic, a przytem są rozmieszczone nieprawidłowo, to możemy łamaną postać linii spokojnie przypisać zbyt małej ilości osobników. W razach wątpliwych możemy ten rachunek przeprowadzić w sposób bardziej ścisły, przez wyrównanie średnich cząstkowych zwykłą metodą wyrównania obserwacji (p. dopełnienia), albo nawet nawet kierunek prostej obliczyć zapomocą rachunku najmniejszych kwadratów. Zwykle jednak bywa to zbyt cieżkim.

Jeżeli linia cząstkowych średnich jest prostą, lub zbliżoną do prostej, to nazywamy korelacją *prostoliniijną*. Oznacza to, że jedna cecha jest prostoliniijną funkcją drugiej, innemi słowy, że przyrost (względnie ubytek) wymiaru jednej cechy jest proporcjonalny do przyrostu drugiej. *Współczynnik korelacji wyraża właściwie tylko w razach korelacji prostoliniijnej jej miarę ściśle. Jeżeli korelacja jest nieprostoliniijna, lecz łamana lub wygięta, to współczynnik korelacji nie ma żadnego ścisłego znaczenia i może służyć tylko jako dana luźno orjentacyjna lub jako pomocnicza przesłanka do dalszego rozumowania.*

Jeżeli linia cząstkowych średnich zamiast przebiegać prosto jest prawidłowo wygięta, to może to oznaczać, że jedna cecha jest jakąś bardziej złożoną funkcją drugiej, np. funkcją logarymiczną lub do niej zbliżoną. Często jednak bywa tak, że linia cząstkowych średnich przebiega prosto przez całą prawie tablicę, a zagina się dopiero w jednym z końców, odpowiadającym najczęściej najniższemu wymiarom, a więc najniższemu wzrostowi, najmniejszemu ciężarowi rośliny itp. Taki, bardzo charakterystyczny, przebieg ma n. p. linia cząstkowych średnich w tablicach korelacji między ciężarem kłosa, a ciężarem ziarna w zbożach (por. przykł. 11). Współczynnik korelacji tych dwóch cech w czystych liniach bywa zwykle bardzo wysoki, dochodzi często do $+0.98$. Linia cząstk. śr. przebiega zupełnie prosto wzdłuż przekątnej, a zagina się dopiero w klasach odpowiadających najniższemu ciężarom kłosów; jest to zrozumiałe: najlżejsze kłosa, są to kłosa nienormalnie rozwinięte, spóźnione, w których ziarno się niedokształciło i w których wskutek tego stosunek wagi osadki kłosowej i plew do ziarna jest większy niż w normalnie rozwiniętych.

Takie załamanie, czy zagięcie linii średnich przy końcu, w klasach słabszych osobników, jest prawie zawsze dowodem ich niedorozwinięcia, nienormalności a zatem wskazówką, że nie powinny być one brane do średniej próby.

Natomiast wyraźne załamanie linii cząstkowych średnich, załamanie przechodzące czasem aż „uskok“, a czasem nawet

dochodzące do tego, że mamy dwie linje mniej lub więcej równoległe, wskazuje zwykle na współobecność dwóch odmian w różny sposób reagujących na zewnętrzne warunki, co rozumie się, musi być przy średnich próbach w odpowiedni sposób uwzględnione.

Kilka przykładów tego rodzaju prawidłowych i nieprawidłowych korelacji i sposobu w jaki wpływają one na przebieg doświadczenia i na wnioskowanie, przytoczę w dalszych rozdziałach; tutaj dla zrobienia zrozumialszymi moich poprzednich wywodów wystarczą dwa krańcowo różne przykłady.

Przykład 11. Korelacja między ciężarem kłosa a ciężarem ziarna w czystej linii pszenicy. (Tablica 1).

Przykład 12. Korelacja między liczbą słupków i pręcików w *Anemone Ranunculoides* L. (Tablica 2).

Tablica ta pokazuje, że badana populacja składa się z dwóch (co najmniej) odmian, różniących się ilością słupków i pręcików i korelacją między nimi. Gdybyśmy chcieli sądzić o wpływie zewnętrznych warunków (odżywiania) na liczebność tych organów na podstawie doświadczenia, wykonanego z średnią próbą osobników wybranych z całej tej populacji, mogliśmy dojść do wniosku, że te przyczyny, które wpływają na powiększenie liczebności pręcików, zmniejszają liczebność słupków i odwrotnie. Tymczasem zbadanie prób wybranych metodycznie z pomocą tablicy korelacji doprowadza nas do wprost odwrotnego wniosku.

W grupie o niższej liczebności $r = +0,63$, podczas gdy w grupie o liczniejszych słupkach i pręcikach $r = +0,42$.

Współczynnik zmienności, obliczony dla mieszaniny tych dwóch odmian jest bliskim zeru, mianowicie $r = +0,05$.

Nie potrzeba dowodzić, do jak błędnych wniosków by nas doprowadzało doświadczenie nad wpływem warunków wzrostu na liczebność pręcików, wykonane na takiej mieszaninie, lub wziętej z niej bez uwzględnienia stosunków korelacji średniej próbie.

30. Odchylenia krzywych zmienności od krzywej „normalnej”. Mówiąc o błędzie średniej próby, miałem dążyć na myśli zmienność „normalną” t. j. podpadającą pod znane nam prawo błędów.

Bywają jednak liczne wypadki, gdy *krzywa empiryczna*, t. j. wykreślona dla zaobserwowanych częstotliwości badanej cechy, uchyla się bardzo znacznie od *normalnej*. Uchylenie to może iść w różnych kierunkach:

a) Krzywa może być symetryczna, t. j. jednakowo liczne odchylenia od średniej arytmetycznej z odwrotnymi znakami mogą być jednakowo liczne, lecz ich liczebność może zmniejszać się w miarę powiększania odchylenia nie podług prawa

prawdopodobieństwa losowych wypadków. Może np. być za mało małych odchyień a za dużo wielkich, albo naodwrot: pierwszy wypadek nazywamy ekscysem *ujemnym*, drugi *dodatnim*.

b) W innych wypadkach otrzymujemy krzywą niesymetryczną, t. j. odchylenia ujemne rozkładają się według innego prawa niż dodatnie. Wskutek tego krzywa jest bardziej rozciągnięta w jednym kierunku niż w drugim. Tak n. p., jeżeli badamy ogólny ciężar kłębów pod pojedynczymi krzakami ziemniaków na ubogim polu i otrzymamy przeciętny ciężar 250 gr, to pod niektórymi krzaki, znajdującymi się w wyjątkowo korzystnych warunkach, mogą się spotkać plony kłębów daleko wyższe, n. p. po 700, 800 lub więcej gramów, inne natomiast, znajdujące się w warunkach gorszych niż przeciętne, dadzą plon niższy, lecz ten niższy plon nie może być mniejszy niż 0.

Szereg więc liczebności (częstotliwości) może w kierunku dodatnim, t. j. większych ciężarów, ciągnąć się dowolnie daleko bez innego ograniczenia jak tylko fizjologiczna możliwość danej odmiany, w kierunku zaś ujemnym szereg ten ma granicę bezwzględnie niemożliwą do przekroczenia; że zaś dzięki przeciętnej małej urodzajności pola średnia arytmetyczna ciężaru kłębów leży blisko tej granicy, przeto krzywa, przedstawiająca taki szereg liczebności, przybierze postać niesymetryczną.

c) Zdarza się również często, że szereg liczebności ma 2 lub więcej *maximów*, co nam daje *krzywą dwu- lub wieloszczytową* (*bi- lub multimodalną*). Przypuśćmy np., że na polu względnie równym jest posadzona mieszanina dwóch odmian ziemniaków: bardzo plennej, dającej w danych warunkach przeciętnie po 800 g. pod krzakiem i bardzo mało plennej, dającej przeciętny plon 300 g. Gdyby każda z nich była posadzona w tych samych warunkach oddzielnie, to pierwsza dałaby krzywą z szczytem (największą częstotliwością) odpowiadającym *odciętej* (*abscysie*) klasy 800 gramów, a druga dała by szczyt dla 300 g. Ponieważ zaś obie są zmieszane, otrzymaliśmy dwa szczyty.

d) Wreszcie krzywa może łączyć w sobie asymetrię z wieloszczytowością.

Jeżeli mamy szereg częstotliwości jednego z wyżej opisanych rodzajów, to zupełnie słusznie można powziąć wątpliwość, czy zasady *wyrównania* błędów, wyłożone w poprzednim rozdziale, a oparte na innym założeniu, dadzą się w tych razach zastosować.

Z punktu widzenia doświadczalnictwa chodzi tu głównie o to:

a) czy w miarę powiększania się ilości zbadanych osobników (obserwacji) błąd średni średniej arytmetycznej będzie się zmniejszał w stosunku do pierwiastka kwadratowego z liczby obserwacji i

b) czy wskaźnik zmienności daje nam prawdziwy obraz zmienności.

Zaczynając od drugiego pytania można z góry odpowiedzieć, że w razach, gdy mamy do czynienia ze zmiennością nie normalną, sam wskaźnik zmienności nie charakteryzuje nam jej dostatecznie. Dla scharakteryzowania jej musimy mieć obliczone inne wielkości, zwane *wielkością dewiacji*, *wskaźnikiem asymetrii* i *wielkością modalną* (odcinek szczytu), a w razie wyraźnej wieloszczytowości, odcięte wszystkich szczytów i odpowiadające im częstotliwości. Nie będziemy jednak szerzej o tem mówić, gdyż to stoi tylko w luźnym związku z metodyką doświadczalnictwa. Czytelnik znajdzie ten przedmiot wyłożony obszernie i przystępnie w książkach prof. Jana Czekanowskiego, prof. Walerjana Kleckiego, (Rasa i gatunek) i i. (p. literatura). Na wątpliwości, wyrażone w pierwszym z postawionych powyżej pytań, dać nam odpowiedź może następujące rozumowanie.

Holenderski astronom i statystyk Kapteyn zwrócił uwagę na to, że jeżeli rozwiniemy dwumian $(a+b)^n$, gdzie a i b znacznie się między sobą różnią wielkością, to o ile n jest stosunkowo małą liczbą, szereg, otrzymany z tego rozwinięcia, będzie oczywiście wyraźnie niesymetryczny. Jeżeli jednak będziemy powiększać wykładnik, to szereg powoli będzie ztracał swoją niesymetrię i wreszcie przybierze postać, którą praktycznie możemy przyjąć za symetryczną, odpowiadającą prawie zupełnie *krzywej normalnej*. Rozumie się, że ściśle matematycznie nie stanie się taki szereg nigdy *normalnym*, ale *dewiacja* jego z każdym powiększeniem wykładnika zmniejsza się szybko, tak, że otrzymujemy wkrótce krzywą mniej się różniącą od normalnej niż zwykle w praktyce otrzymywane krzywe błędów obserwacyjnych. Niesymetria nie ztraca się oczywiście, lecz niejednakowo często występujące człony szeregu o jednakowych odchyleniach od średniej arytm. zdarzają się w częściach krzywej, odpowiadających tak małym prawdopodobieństwom, że się w praktyce z nimi liczyć nie potrzeba.

Różnice wymiaru jakiejś cechy w szeregu osobników populacji wynikają z przypadkowego zgrupowania się wielkiej liczby drobnych, nieuchwytnych, t. zw. elementarnych przyczyn, odbywającego się według prawa losowych wypadków. Zdarzające się zaś często odchylenia od krzywej normalnej są skutkiem nierównomiernego działania jakichś grup tych elementarnych przyczyn, analogicznego do nierówności dwóch członów dwumianu.

Pobieranie *średniej próby* z pogłowia możemy znówu upodobnić myślowo do ciągnięcia losów, przyczem, o ile pobieramy ją prawidłowo, t. j. czysto losowo, to już przy dalszem tworzeniu losowych kombinacji, czynnik wywołujący asymetrię nie występuje na nowo: przy każdym podwojeniu liczby osobników w próbie powiększamy ilość możliwych kombinacji

w stosunku wykładnikowym, tak jak gdybyśmy podnosili dwumian do wyższej potęgi. Wskutek tego szeregi częstotliwości, otrzymywane dla przeciętnych z coraz to większej liczby osobników, których krzywa osobnikowa była niesymetryczną, zbliżają się bardzo szybko do postaci krzywej symetrycznej, normalnej.

Rozumowanie to można rozciągnąć i na krzywe wieloszczytowe, uprzytomniwszy sobie, że krańcową postacią krzywej dwuszczytowej jest właśnie dwumian $(a+b)^1$.

Nie polegając na samem rozuniowaniu poddałem jego wyniki doświadczałnemu sprawdzeniu. Z populacji naturalnych lub sztucznie utworzonych o szeregach liczebności bardzo silnie różniących się od krzywej normalnej, ciągnąłem losowo próby po 2, po 4, po 8 i po 16 osobników, i obliczałem dla nich średnie arytmetyczne jakiejś cechy (procentowej zawartości cukru w burakach, liczb, wypisanych na losowo ciągniętych kartkach i t. p.). Te średnie arytmetyczne układałem w szeregi częstotliwości i obliczałem dla nich wskaźniki zmienności i dewiacje. Te doświadczenia wykazywały niezmiennie zgodność z przewidywaniami, opartymi na rachunku prawdopodobieństwa błędów, ani trochę nie mniejszą niż tam, gdzie punktem wyjścia były populacje o zmienności normalnej lub szeregi obserwacji, uważane za klasyczne przykłady danych, do których można stosować rachunek wyrównań (p. przykł. 1).

W dopełnieniach podam in extenso parę tych doświadczeń, które jednocześnie będą służyły jako przykłady wykonywania obliczeń, tu zaś ograniczę się na podaniu ostatecznych wyników najcharakterystyczniejszego z nich.

Jako punkt wyjścia wzięta była populacja buraków, której cukrowość przedstawiała krzywą o ogólnej dewiacji 51.3% (co znaczy, że 51.3% jej powierzchni nie pokrywało się z powierzchnią krzywej normalnej, mającej ten sam wskaźnik zmienności i obliczonej dla tej samej liczby osobników), mającą trzy wyraźne szczyty i tak niesymetryczną, że podczas gdy najwyższe cukrowości pojedynczych osobników wynosiły 3.15% powyżej średniej arytmetycznej całej populacji, najniższe dochodziły do -9.15%.

Z pogłowia tego wyciągnąłem po paręset do kilkudziesięciu prób po 2, po 4, po 8 i po 16 buraków.

Wyniki były następujące :

Krzywa pojedynczych osobn.:	wskaźnik zmienności	1,73	Dewiacja	51,3%
„ średnich aryt. z 2-ch osobn.	„	1,04	„	34,1 „
„ „ „ z 4-ch	„	0,74	„	29,0 „
„ „ „ z 8-miu	„	0,50	„	7,9 „
„ „ „ z 16-tu	„	0,36	„	11,5 „

Widzimy więc, że już przy próbach z 8-miu osobników krzywa empiryczna pokrywa się prawie zupełnie z krzywą normalną. Dewiacja krzywej dla 16-stu osobn. jest trochę w tym wyjątkowym wypadku większą, gdyż ilość tych stosunkowo dużych prób była bardzo niewielka, a jak wiadomo, prawo prawdopodobieństwa sprawdza się mniejwięcej ściślej dopiero przy większej liczbie badanych wypadków.

Zobaczymy teraz, czy zmniejszanie się błędów średnich odbywa się podług znanego nam prawa. Przekonamy się o tem, porównując błędy średnie empiryczne, t. j. otrzymane bezpośrednio przez ciągnięcia losowe, z bł. średnimi, obliczonymi przez podzielenie wskaźnika zmienności przez pierwiastek kwadratowy z liczby osobników, branych do każdej próby. Porównanie to podajemy w następującem zestawieniu:

Błędy średnie prób:

Po:	2 buraki	4 buraki
Znalezione empiryczne:	$\pm 1,04$	$\pm 0,77$
obliczone:	$\frac{\pm 1,73}{\sqrt{2}} = \pm 1,22$	$\frac{\pm 1,73}{\sqrt{4}} = \pm 0,81$
	8 buraków	16 buraków
	$\pm 0,50$	$\pm 0,36$
	$\frac{\pm 1,73}{\sqrt{8}} = \pm 0,61$	$\frac{\pm 1,73}{\sqrt{16}} = \pm 0,43$

Cóż to znaczy? Znaczy to, że gdybyśmy na podstawie wskaźnika zmienności obliczyli błąd średni próby złożonej z 16-stu osobników, to otrzymalibyśmy wartość o 20% za wielką. Jaki zaś skutek praktyczny miałoby to dla wniosko-
wania, o tem możemy się przekonać przy pomocy tablicy prawdopodobieństwa błędów, (Tabl. I): Na podstawie obliczonego z wskaźnika zmienności błędu śr. mamy prawo przypuszczać, że błędy wynoszące od zera do +0,45% cukru zostały popełnione w średnich próbach 213 razy na 1000, tymczasem popełniliśmy je 263 razy, natomiast błędy od 0 do -0,45% zostały popełnione 255 razy na 1000 zamiast spodziewanych 233 razy. Błędy większe niż +0,75% zostały popełnione 110 razy na 1000 zamiast spodziewanych 86, a większe niż -0,75 155 razy zamiast 86, i t. d.

Jak widzimy, różnica między spodziewaną ilością błędów różnej wielkości a rzeczywiście otrzymaną nie jest wprawdzie znikoma ale nie tak wielka, żeby mogła w praktyce wpłynąć na wyciągnięcie fałszywych wniosków.

Zresztą, przytoczony przykład jest tym, w którym różnice między znalezionymi a spodziewanymi błędami są największe, jakie mi się w praktyce zdarzyło spotkać. Są one jednak mało co większe niż znalezione w tych wypadkach, kiedy materiał wyjściowy doświadczenia był idealnie odpowiadający warunkom równości szans błędów elementarnych jednakowej wielkości dodatnich i ujemnych, jak w doświadczeniu Westergaarda i i. o których będzie mowa w dopełnieniach.

W drugiej części, w przykładach rachunkowych znajdzie czytelnik jeszcze kilka przykładów takiej, nawet znacznie większej zgodności teorii z praktyką.

Rozumie się, że kilka takich przykładów nie byłoby wystarczającym dowodem, iż można metody rachunku wyrównań błędów stosować we wszystkich wypadkach „nienormalności” krzywej zmienności materiału wyjściowego. Bardzo jednak liczne inne przykłady z praktyki rolniczej i biologicznej wskazują na to przez swą zgodność z wynikami podanego wyżej rozumowania, że we wszystkich tych wypadkach, w których doświadczalnie zgodność wyników stosowania tych metod była wypróbowana, t. j. we wszelkiego rodzaju pogłowiach, można te metody stosować z niemniejszą pewnością niż w tych dziedzinach badania, w których ich zastosowalność została stwierdzona przez przeszło stuletnią praktykę, jak w astronomji i geodezji.

Rozumowanie Kapteyna i wyciągnięte z niego wnioski stosują się tylko do prób, branych z populacji, których pierwotna krzywa zmienności była niesymetryczna lub wieloszczytowa.

Na zniknięcie tego rodzaju dewiacji, który nazwaliśmy ekscesem, polegającym na tem, że szczyt krzywej empirycznej jest zbyt wysoki lub zbyt niski w porównaniu z krzywą normalną, mającą ten sam wskaźnik zmienności, powiększenie wielkości średniej próby nie wpływa. Innemi słowy, jeżeli pierwotna krzywa błędów, względnie krzywa zmienności wykazuje za wiele małych odchyłeń od średniej arytmetycznej a za mało średnich, to tego samego rodzaju dewiacji należy się obawiać również dla krzywych średnich arytmetycznych prób po kilka lub kilkanaście osobników (względnie z kilku lub kilkunastu obserwacji). W miarę więc powiększania ilości osobników w próbach, błędy średnie tych prób zmniejszają się mniej więcej według znanego prawa, lecz przy wyciąganiu wniosków z tych błędów średnich, należy pamiętać, że pierwotny eksces będzie prawdopodobnie zachowany i wprowadzić odpowiednią poprawkę do naszego rozumowania.

31. *Branie prób z pogłowiów osobnikowych.* W wielu wypadkach badacz ma do rozporządzenia tak wielką ilość osobników pogłowia, że może zbadać tylko ich część, która ma reprezentować dla niego całe pogłowie. W wielu innych natomiast próba jest już dana i powiększoną dowolnie być nie może. Takie wypadki zachodzą np. gdy badamy materiał zielnikowy, albo gdy się bada kośćce zwierząt, znajdujące się w muzeum, lub materiał bydłęcy, dostarczany przez rzeźnię, dalej przy doświadczeniach polowych, gdy się do zbadania bierze stałą ilość roślin z każdej działki i t. p.

W wypadku pierwszym, t. j. gdy materiał doświadczalny jest tak wielki, iż go możemy uważać za nieograniczony, przed wybraniem osobników do średniej próby musimy zdecydować, ile ich ma być zbadanych. Decydującymi momentami są tu z jednej strony techniczna możliwość, stawiająca granice powiększaniu próby, z drugiej zaś ścisłość, do osiągnięcia której dążymy.

O pierwszym z tych momentów można tylko tyle powiedzieć, że badacz powinien przystosować swoje środki do celu, a zatem i do wymaganej dla jego osiągnięcia ścisłości. O ile nie ma możliwości tego uczynić i widzi, że przy środkach, którymi rozporządza, ścisłość żądana osiągnąć się nie da, to powinien raczej zaniechać doświadczenia niż tracić czas na pracę, która w najlepszym razie, t. j. jeżeli się jej nie ogłosi i nie wyciągnie z niej wniosków, będzie bezużyteczną; w przeciwnym zaś razie szkodliwą, jako doprowadzająca do błędnych lub niepewnych wniosków.

Nieodzownym, chociaż nie wystarczającym warunkiem osiągnięcia danej ścisłości jest przystosowanie do niej ilości wziętych do próby osobników. Znalezienie tej ilości umożliwia nam znajomość zmienności badanej cechy w będącym przedmiotem doświadczenia pogłowie.

Ilość osobników (n), które muszą być wzięte do średniej próby, dlatego, żeby jej błąd średni równał się danej wielkości m_n , obliczamy z znanego nam wzoru przez jego odwrócenie

$$m_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

więc
$$n = \left(\frac{\sigma}{m_n} \right)^2 \quad (27)$$

Liczba osobników, które należy wziąć do średniej próby równa się kwadratowi ilorazu z wskaźnika zmienności pogłowia przez błąd średni, który chcemy osiągnąć.

Przykład 13ty. Przypuśćmy np., że mamy zbadać wpływ jakiegoś nawozu sztucznego na wielkość korzenia buraka, a zatem na plon. Dla pewnych względów dochodzimy do przekonania, że różnica plonu dochodząca do 6-ciu % jest dla nas tak ważna, iż w żadnym razie błąd doświadczalny przekroczyć jej nie powinien.

Dalej, z długiego szeregu obserwacji wiemy, że współczynnik zmienności ciężaru buraka, t. j. wskaźnik zmienności ciężaru, wyrażony nie w absolutnej liczbie lecz w procentowym stosunku do średniego ciężaru badanego pogłowia, waha się około 33, spadając w rzadkich wypadkach do 25, a gdy pole jest bardzo nierówne, podnosząc się do 45.

Ponieważ przy doświadczeniach staramy się o to, żeby pole, na którym je wykonujemy, było o ile można najrówniejsze, mamy więc prawo spodziewać się, że w naszym wypadku współczynnik będzie się raczej zbliżał do dolnej granicy swych wahań, niż do górnej, czyli, że będzie wynosił 25 do 30% przeciętnej wagi jednego buraka. Dla większej pewności weźmy większą z tych liczb t. j. 30.

Dalej wiemy, że trzykrotny błąd średni bywa przekraczany tylko 27 razy na 1000 wypadków, a 4-rokrotny, — praktycznie biorąc, — nigdy (jeden raz na 10000); wobec czego stawiamy sobie jako cel otrzymanie błędu średniego, wynoszącego jedną czwartą dopuszczalnego błędu, t. j. 1,5%.

Wstawiając te liczby we wzór (27) otrzymamy:

$$n = \left(\frac{30}{1,5} \right)^2 = 400.$$

Ażeby więc błąd naszego doświadczenia nie przekroczył z powodu niedostatecznie wielkiej liczby zbadanych buraków 6%, musimy zważyć co najmniej 400 buraków. Rozumie się, że wobec tego doświadczenie nie może być wykonane jako wazonowe.

Jeżelibyśmy zadowolnili się ścisłością mniejszą np. 15% lub też przyjęli ryzyko, że może się nam doświadczenie nie udać w 2—3 wypadkach na 1000, to możemy się zadowolnić mniejszą ilością roślin. Tak więc biorąc 225 roślin otrzymamy dla średniej arytmetycznej błąd średni

$$m_n = \sqrt{\frac{900}{225}} = \pm 20$$

czyli błąd średni, przy którym niebezpieczeństwo popełnienia błędu + 6% albo — 6% wynosi właśnie 2—3 na 1000.

Jeżeli nas nie przeraża prawdopodobieństwo 2—3 na 1000 popełnienia błędu + albo — 15%, to rachunek przedstawi się tak :

Prawdopodobieństwo 2,7 na 1000 mamy, iż przekroczymy granice błędu 3-krotnie większego niż błąd średni

$$\text{a więc } m_n = \frac{15\%}{3} = 5\%.$$

m , jak wyżej było przyjęte = 30%, więc

$$n = \frac{m_1^2}{m_n^2} = \frac{900}{25} = 36.$$

Dla osiągnięcia takiego stopnia dokładności wystarczy nam więc wziąć średnią próbę złożoną z 36 buraków.

32. *Branie prób osobnikowych c. d.* Jeżeli rozmiary doświadczenia przystosujemy w powyżej opisany sposób do żądanej ścisłości, to tem samem ilość osobników, których zbadanie będzie zakończeniem doświadczenia, zredukujemy do minimalnej wielkości średniej próby. Gdy więc przystąpimy do tego badania, średnia próba będzie nam dana.

Nie pozostanie nam więc nic innego do zrobienia, jak wymierzyć, zważyć czy zanalizować wszystkie osobniki, obliczyć wskaźnik zmienności, a z niego średni błąd średniej arytmetycznej, który, o ile doświadczenie było wykonane poprawnie, nie powinien bardzo się różnić od tego, któryśmy przewidzieli.

Jak mogliśmy się przekonać na naszym przykładzie z *Anemone Ranunculoides* (przykł. 12-sty) korzystnie jest sprawdzić stosunki korelacyjne, panujące w tej, narzuconej nam przez rozmiary doświadczenia, „średniej próbie“ przez zbadanie korelacji cechy, stanowiącej główny przedmiot badania z innymi cechami.

Im mniejszą ilość osobników mamy w danej próbie, tem bardziej, jak wiemy, niepewną jest ich średnia arytmetyczna, i dlatego przy niewielu osobnikach obliczamy dla nich nie wskaźnik zmienności, lecz pozorny błąd średni.

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

Granicy, od której powinno się ten wzór stosować nie oznaczyć nie można, gdyż jest ona zależną od naszych wymagań ścisłości.

Wogóle można jednak przyjąć na zasadę, że w wszelkich wątpliwych razach trzeba ten właśnie wzór stosować, jako broniący nas od zbytniego optymizmu. Ale nawet przy jego użyciu trzeba pamiętać, że wszelkie dane, otrzymane ze zbyt

małej ilości osobników, a więc i średnia arytmetyczna i wskaźnik czy błąd średni i błąd średni błędów średniego, są bardzo niepewne i mogą służyć tylko jako dane orientacyjne, niejako jako pierwsze przybliżenie do szukanej prawdy.

W takich wypadkach małej ilości osobników nie mamy nawet możliwości bronienia się przeciw fałszywym wnioskom przez zbadanie stosunków korelacji.

Przy wnioskowaniu z niewielkiej ilości osobników niezmierznie jest ważną rzeczą zdać sobie sprawę z tego, w jaki sposób dostały się one do próby: czy drogą losową, t. j. czy nie odbywał się przy pobieraniu tej próby żaden dobór, czy też przeciwnie. Pierwszy wypadek miewa zwykle miejsce wtedy, gdy niewielka ilość osobników w narzuconej nam próbie, została otrzymana z nasion, np. przy doświadczeniach wazonowych. Wtedy, o ile nie rzuca nam się w oczy jakieś rozszczepienie (przykł. 12sty), możemy uważać grupę badanych roślin za zbyt może małą ale „uczciwą“ przedstawicielkę gatunku czy odmiany. Natomiast, gdy mamy do czynienia z próbą, otrzymaną przez wybranie gotowych osobników, jak to ma miejsce w próbach zielnikowych, muzealnych i wogóle próbach o sposobie brania których nic nie wiemy, to powinniśmy zawsze przypuszczać, że były one dobierane, że zatem nie przedstawiają średniej próby pogłowia, z którego były wzięte, innymi słowy, że są one obarczone błędem systematycznym, co należy przy wyciąganiu wniosków uwzględnić.

Nie chcę przez to powiedzieć, że wszelkie próby średnie powinny być brane tylko zupełnie „losowo“. Owszem, są wypadki, kiedy sam cel doświadczenia wymaga wzięcia nie próby średniej w zwykłym znaczeniu, t. j. wylosowanej z całego pogłowia, lecz próby „średniej“ ze względu na cel doświadczenia. Np. możemy sobie postawić za zadanie zbadanie wpływu pewnych zabiegów na najsilniejsze okazy zwierząt lub roślin, albo na okazy chore i t. p. W takim razie oczywiście do próby powinny być dobierane tylko takie osobniki. Próba, o ile była wzięta dobrze, jest wtedy „średnią“ próbą nie pogłowia ale tej części pogłowia, którą chcemy zbadać.

Mamy jednak i inne wypadki, kiedy mamy prawo, a nawet obowiązek dobierać średnią próbę. Są to te wypadki, kiedy przez metodyczny dobór osobników możemy zmniejszyć błąd średni próby, czyli powiększyć prawdopodobieństwo, że będzie ona przedstawiała ściślej przeciętne cechy pogłowia, niż próba wzięta losowo, bez doboru.

33. Metodyczne branie średniej próby. Takie zmniejszenie średniego błędów średniej próby jest możliwe, jeżeli znamy korelację między cechą, którą mamy zbadać, a innymi cechami, łatwiejszemi do spostrzeżenia.

Tak np. jeżeli chcemy wykonać doświadczenie porównawcze nad młecznością krów, to niema sensu tworzyć „śred-

nie próby", t. j. zespoły, grupy, które będziemy w różny sposób karmili, przez losowy dobór zwierząt. O ile byśmy bowiem nie wykonywali doświadczenia na olbrzymią skalę, lecz, jak na to zwykle techniczne środki pozwalają, biorąc do każdej porównawczej grupy po kilka, lub co najwyżej kilkanaście krów, to mogłoby się łatwo zdarzyć przy ich losowym wyborze, że do jednej grupy dostałoby się więcej krów wysoko cielnych, do drugiej — świeżo ocielonych. Ponieważ jednak wiemy, że między stanem cielności a mlecznością istnieje w tej samej rasie, przy tej samej paszy i t. d. korelacja o wysokim współczynniku, więc, dobierając do wszystkich grup w jednakowym stosunku krowy w różnych stanach cielności, zmniejszamy w wysokim stopniu błąd średni tych średnich prób. Jeżeli nam jest znany wskaźnik zmienności mleczności w danej oborze i współczynnik korelacji między mlecznością a stanem cielności, to możemy obliczyć, jakim będzie błąd średni takiej metodycznie wziętej próby.

Metodyczność tę możemy posunąć jeszcze dalej, przez dobór średnich prób według więcej niż jednej cechy, skojarzonej z mlecznością, a więc np. wieku, żywej wagi i t. d.

Dana cecha może być skojarzona nie z innymi cechami ale np. z topograficznym położeniem osobnika; tak więc na polu pochylonym od jasno-żółtego, glinkowatego szczytu pagórka ku bogatej dolince, żyzność ziemi a więc i różne cechy rosnących na niej roślin zmieniają się stopniowo. Chcąc więc mieć średnią próbę tych roślin, charakteryzującą nam dane pogłowie, powinniśmy zamiast wybierać losowo rośliny z całego pola, dobierać je tak, żeby z każdego poziomu pola jednakowa ilość roślin dostała się do próby. W ten sposób dla osiągnięcia żądanego stopnia dokładności wystarczy nam znacznie mniejsza ilość roślin.

Do bardzo ważnych czynności, wchodzących w zakres doświadczalnictwa rolniczego należy badanie siły kiełkowania nasion. Co do niektórych z nich zostało stwierdzonym, że ilość kiełków stoi w pewnym stosunku do wielkości ziarn. Ma to w szczególności miejsce z nasionami buraków. Dawniej brano do prób kiełkowania ziarna burakowe losowo, t. j. starano się przez mechaniczne urządzenia usunąć wszelki moment subiektywny ze strony biorącego próbę, gdyż stwierdzono, że przy wybieraniu ziarn ręcznie prawie zawsze bywa popełniany błąd metodyczny, polegający zwykle na dobieraniu raczej dorodniejszych ziarn. Obecnie jednak nastąpiła zmiana poglądów: zamiast losowego, wprowadzono metodyczne branie prób, polegające na tem, że zapomocą sit o różnych wielkościach otworów dzieli się przeznaczone do zbadania nasiona na kilka klas, waży się nasiona każdej klasy i do kiełkowania bierze się próbkę, do której wchodzi nasiona wszystkich klas w tym samym stosunku wagowym, jaki został znaleziony dla całej przysłanej do zbadania „wielkiej“ próby.

Jeszcze inną metodę metodycznego doboru może zilustrować sposób, często stosowany, brania prób buraków cukrowych. Zwykle (choć nie zawsze) cukrowość buraka stoi w ujemnej korelacji do jego wielkości (najczęściej $r = -0,3$ do $-0,4$), t. j. z powiększeniem się wielkości buraka zmniejsza się jego cukrowość.

Mając więc wielką ilość buraków, z których możemy tylko w niewielkiej części oznaczyć cukrowość, postępuje się często tak, że układa się rzędami buraki od najmniejszego do największego według wielkości i następnie wybiera się do analizy co dziesiąty czy co dwudziesty — stosownie do potrzeby.

Sądzę, że tych kilka przykładów wystarczy, do zrozumienia w jak różnorodny sposób można stosować metodyczne branie prób. Teraz na paru przykładach liczbowych zilustruję wpływ, jaki może ono mieć na wielkość błędu średniego średniej próby.

Przykład 14sty. Między długością kłosa a ciężarem ziarn w kłosie pszenicy w granicach czystej linii oraz jednego pola i roku istnieje korelacja, której współczynnik wynosi około $r = +0,8$. Chcąc więc zbadać ciężar ziarn w kłosach pszenicy z danej szkółki możemy zamiast wybierać losowo kłosa, ułożyć je według wielkości i brać do zbadania np. co 10-ty. O ile zmniejszy w ten sposób błąd średni średniej próby, składającej się z 25 kłosów, jeżeli współczynnik zmienności ciężaru ziarna $C = 30$?

Wiemy (wzór 26) że *częstkowy wskaźnik zmienności*

$$\zeta = \sigma \sqrt{1-r^2}$$

W naszym wypadku możemy za σ przyjąć C , t. j. wskaźnik zmienności wyrażony w procentach średniej arytmetycznej ciężaru ziarna, któryśmy przyjęli równym 30.

$$\zeta = \pm 30 \sqrt{1-0,8^2} = \pm 30 \times 0,6 = \pm 18.$$

Więc błąd średni próbki z 25 kłosów (wyrażony w procentach średniej wagi)

$$m_{25} = \pm \frac{18}{\sqrt{25}} = \pm 3,6$$

Jeżeli zatem średni ciężar ziarn w kłosie w danym pogłowiu wynosi 2,5 g., to błąd średni średniej próby z 25 kłosów wziętej metodycznie wyniesie

$$\pm \frac{2,5 \times 3,6}{100} \text{ g} = \pm 0,09 \text{ g.}$$

podczas, gdy błąd średni takiejże próby, wziętej losowo, wyniósłby

$$\pm \frac{30 \times 2,5}{100 \sqrt{25}} \text{ g} = \pm 0,15 \text{ g.}$$

Dla otrzymania dla próby losowo pobranej błędu średniego $\pm 0,09$ g., trzeba by zbadać nie 25 lecz (por. wzór 27)

$$n = \left(\frac{30}{3,6}\right)^2 = 8,(3,)^2 = 69,4$$

czyli okrągło 70 kłosów.

Przykład 15sty. Rozwiążmy to samo zadanie dla buraków cukrowych, przyjmując, że współczynnik korelacji między ciężarem buraków a ich cukrowością wynosi $r = -0,3$, a wskaźnik zmienności cukrowości $\sigma = \pm 1,20$.

$$s = \sigma \cdot \sqrt{1-r^2} = \pm 1,20 \times 0,954 = \pm 1,145\%$$

Błąd średni próby z 25 buraków, wybranych metodycznie, będzie więc

$$m_{25} = \pm \frac{1,145}{5} = \pm 0,23\%$$

podczas gdy przy braniu próby losowo wyniósłby on $\pm 0,24\%$.

Jak więc widzimy korzyść osiągnięta z metodycznego brania próby przy współczynniku korelacji niskim, jak w tym przykładzie, jest tak nikła, że za ledwie opłaca nakład pracy użyty na dobór próby.

34. Próby nieosobowe. Właściwie cała metodyka myślenia i postępowania przy braniu prób nieosobowych, t. j. takich, w których będziemy poddawać badaniu nie oddzielne indywidua lecz próbę jako całość, nie różni się od metodyki brania prób osobowych. I tu, jak tam, trzeba albo wybierać osobniki czysto losowo, bez wprowadzania subiektywnego momentu przy ich wyborze, lub też dążyć do zmniejszenia błędu średniej próby przez wprowadzenie do jej pobierania systemu, opartego na znajomości stosunku cechy, mającej być zbadaną, do cech na podstawie których doboru dokonać chcemy. Oczywiście i tu moment subiektywny powinien być o ile możności zastąpiony przez oparcie doboru na czysto obiektywnych, rzeczowych zasadach.

Różnica między średnimi próbami osobowymi i bezosobowymi polega na tem, że w próbach osobowych mamy możność obliczenia dla każdej próby oddzielnie błędu średniego średniej próby, a to ze zmienności wziętych do niej osobników; tymczasem w próbach bezosobowych musimy sądzić o błędzie średniej próby albo na podstawie znajomości wskaźnika zmienności pogłowia, albo na podstawie różnic między średnimi arytmetycznymi oddzielnych prób, ponieważ zaś tych ostatnich jest zwykle niewiele, a wskaźnika zmienności także często nie znamy, więc ścisłość wnioskowania musi na tem tracić. Nie możemy również wprowadzać w nasze wnioskowanie poprawek na podstawie korelacji. To też we wszystkich wypadkach, gdy to jest technicznie wykonalnem, powinniśmy starać się zbadać możliwie największą liczbę osobników indywidualnie nawet wtedy, gdy ze względu na ogólny wynik oddzielne osobniki nas nie interesują. Innemi słowy nawet bezosobowe próby powinny być przynajmniej częściowo opracowywane jak osobowe.

Jeżeli mamy znacznieszą liczbę prób, zbadanych bezosobowo, to z porównania różnic między wynikami badania, które odpowiadają średnim arytmetycznym, między sobą, i z temi wahaniem, których mieliśmy prawo spodziewać się na podstawie wskaźnika zmienności, można czasem wyciągnąć wnioski co do sposobu, w jaki próby te były brane. Jeżeli mianowicie wskaźnik zmienności wyników tych prób równa się w przybliżeniu wskaźnikowi zmienności pogłowia, dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy z liczby osobników w próbie, to oczywiście, zgodność tych dwóch wielkości, otrzymanych różnemi drogami, pozwala mieć do nich zaufanie; można w takim razie przyjąć, że branie prób odbyło się prawidłowo i że średnia arytmetyczna wszystkich prób przedstawia rzeczywiście przeciętny wymiar cechy całego pogłowia z średnim błędem, jakiśmy z rachunku otrzymali. Dalszem potwierdzeniem tego, jest zgodność krzywej wyników zbadania oddzielnych prób z szeregiem prawdopodobieństwa błędów.

Jeżeli natomiast krzywa empiryczna wyników oddzielnych prób bardzo się różni od krzywej normalnej, szczególnie, jeżeli dewiacja nie jest rozłożona jakby bezładnie na wszystkie odcinki krzywej, lecz różnice spodziewanej i zaobserwowanej częstotliwości są zgrupowane w pewnych klasach odchyień od średniej, to mamy rację obawiać się, że do brania prób zakradł się jakiś błąd systematyczny, który sprawił, że średnie próby o danej wielkości badanej cechy spotykają się znacznie częściej niż się należało spodziewać.

Szczególniej złym symptomatem jest znacznie mniejsze wahanie przeciętnych wyników średnich prób, niż go się spodziewaliśmy na podstawie wskaźnika zmienności. Budzi ono bowiem podejrzenie, że przy braniu prób był popełniany stale błąd systematyczny, polegający na tem, że do prób wybierano,

kierując się jakimiś wskazówkami, osobniki, zbliżone do siebie wymiarem interesującej nas cechy. Samo się przez się rozumie, że wnioski takie można wyciągać tylko w razach, kiedy te różnice są bardzo wielkie, tak że ich nie można zapisać na karb przypadku.

Mając znaczną ilość średnich prób o znanej ilości osobników, można z wahań między wynikami ich zbadania obliczyć wskaźnik zmienności pogłowia. Nigdy, oczywiście otrzymana w ten sposób wielkość nie jest ścisła, gdyż, jak wiemy zaobserwowany błąd średni próby nie jest ściśle równy obliczonemu z wskaźnika zmienności; jak nas doświadczenie uczy, różnice między błędem średnim zaobserwowanym a obliczonym mogą dla próbek z kilkunastu osobników dochodzić, wprawdzie w krańcowych wypadkach, do 20% — zarówno na korzyść jednego jak i drugiego; dalej, warunkiem, żeby otrzymana z takiego obliczenia wielkość wskaźnika zmienności była zbliżona do prawdziwej, jest, żeby wszystkie próby były wzięte z tego samego pola lub wogóle pogłowia zupełnie losowo, bez żadnych systematycznych źródeł błędów.

Obliczenia tego dokonujemy tak, że z wahań między wartościami badanej cechy w naszych próbach obliczamy ich błąd średni, przyjmując, że wynika on ze zmienności osobników w próbach; wiemy, że

$$m_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

więc
$$\sigma = m_n \sqrt{n} \quad (28)$$

Wskaźnik zmienności pogłowia, z którego był wzięty szereg prób po n osobników, równa się błędowi średniemu tych prób, pomnożonemu przez pierwiastek kwadratowy z ilości osobników w pojedynczych próbach.

Wobec niezupełnie stałego w praktyce stosunku między σ i m_n , robimy zwykle obliczenie σ dla $1,2 m_n \sqrt{n}$ i dla $0,8 m_n \sqrt{n}$, i w ten sposób dostajemy przypuszczalne granice, między którymi mieści się prawdopodobna wartość wskaźnika zmienności.

Przykład 16sty. Oznaczyliśmy cukrowość w dwudziestu czterech próbach buraków; do każdej próby było wzięte po 25 buraków; Wyniki analizy wahały się między 18,1 a 19,4 według podanego poniżej zestawienia. Znaleźć prawdopodobne granice wskaźnika zmienności zawartości cukru w buraku na polu, z którego próbki były wzięte.

% cukru w próbie	Ilość prób o danej cukrowości	Odchylenie od średniej arytm. wszystkich prób	Kwadraty odchyień	Iloczyn kwadratów odchyień przez liczebności.
w	f	v	v ²	v ² .f.
18.4	1	-0.5	0.25	0.25
18.5	2	-0.4	0.16	0.32
18.6	1	-0.3	0.09	0.09
18.7	1	-0.2	0.04	0.04
18.8	3	-0.1	0.01	0.03
18.9	7	+0	0.00	0.00
19.0	4	+0.1	0.01	0.04
19.1	2	+0.2	0.04	0.08
19.2	—	+0.3	0.09	—
19.3	2	+0.4	0.16	0.32
19.4	1	+0.5	0.25	0.25
M = 18.9 n = 24				Σ v ² = 1,42

$$m = \sqrt{\frac{1,42}{24}} = \pm 0,243$$

Dla znalezienia przypuszczalnych granic wskaźnika zmienności obliczamy go dla 1,2 m: 0,8 m.

$$\sigma_I = \pm 1,2 \cdot 0,243 \cdot 5 = \pm 1,458$$

$$\sigma_{II} = \pm 0,8 \cdot 0,243 \cdot 5 = \pm 0,972$$

Wskaźnik zmienności cukrowości na tem polu nie jest więc zapewne niższy od $\pm 0,972$ ani wyższy niż $\pm 1,458$, najprawdopodobniej wynosi on około $\pm 1,215\%$, czyli mamy normalnie równe pole.

35. *Ogólne uwagi; wymieszanie pogłowia.* Jest rzeczą oczywistą, że brane losowo próby tem bliższe są przeciętnego składu pogłowia, czyli ich błąd średni jest tem mniejszy im pogłowiu jest lepiej wymieszane, t. j. im bliżej znajduje się on tego idealnego stanu, w którym wszystkie warjanty są równomiernie rozrzucone po całej przez pogłowiu zajętej przestrzeni, tak, że z któregośkolwiek miejsca weźmiemy osobnika do zbadania, mamy jednakowe prawdopodobieństwo natrafienia na jakikolwiek warjant, uwarunkowane tylko ilościowym stosunkiem występowania warjantów w pogłowiu.

Przy pogłowiach osobnikowych takie wymieszanie fizyczne jest zwykle niemożliwym: niema bowiem możliwości wymieszania drzew w lesie, roślin pszenicy w szkółce a nawet, praktycznie, nieraz i przedmiotów ruchomych, jak krów w stadzie albo buraków w kopcu.

Musimy więc dokonać wymieszania idealnego, myślowego, przez właściwe branie prób. Właśnie systematyczne branie prób, oparte na korelacjach badanej cechy czy to do innych widocznych na pierwszy rzut oka cech, czy to topograficznego położenia, ma na celu takie wymieszanie pogłowia, t. j. zapewnienie sobie wzięcia do próby wszystkich warjantów w takim stosunku ilościowym, w jakim występują one w pogłowiu. Wobec tego, że ze względu na różnorodność istoty tych cech, jak na różnorodność ich skojarzenia, a wreszcie i rozmieszczenia topograficznego, jest możliwa niemal nieskończona ilość kombinacji, eksperymentator musi w każdym oddzielnym wypadku wybrać taki sposób brania próby, który da najbliższe prawdy wyniki. Przyczem jednak trzeba unikać złudzenia, jakoby małe wahania między przeciętnymi cechami prób były zawsze dostatecznym dowodem ich prawdziwości.

Pomiędzy pogłowiami osobnikowymi a innymi przedmiotami badania nie ma różnicy zasadniczej. Dlatego to, com o pogłowiach mówił, da się zastosować *mutatis mutandis* i do innych przedmiotów. I na odwrót, to, co o nich powiem, będzie służyło jako dopełnienie tego, czegom niedopowiedział, mówiąc o pogłowiach.

Przechodząc więc do innych kategorii przedmiotów badania, zwracam uwagę czytelnika, na łączność tego, co o nich powiem, z dotychczasowymi moimi wywodami.

B. Płynny, ciała sypkie ciała stałe.

36. *Płyny*. Płyny mogą być uważane jako pogłowia, składające się z nieskończonej ilości osobników-drobinek, różniących się między sobą ładunkiem cieplnym i elektrycznym, a może nawet jakością składających je izotopicznych pierwiastków. Dzięki swej wielkiej ruchliwości, pozwalającej na stosunkowo łatwe dokładne ich wymieszanie i dzięki temu, że każda najmniejsza dostępna badaniu ilość płynu składa się z niezmiernej liczby takich cząsteczek, można dobrze wymieszany płyn uważać za ciało jednorodne. którego każda wymierna cząstka jako średnia próba składająca się z olbrzymiej ilości osobników, jest obarczona tak znikomym błędem średnim, że swymi własnościami reprezentuje ściśle cały przedmiot.

O ile więc płyn, który mamy zbadać, jest płynem doskonałym, t. j. nie zawiera zawiesin ani nie składa się z nierozpuszczających się wzajemnie różnych płynów, i o ile znajduje

się on w naczyniu, pozwalającym na dokładne wymieszanie zawartości, to doprowadzenie całej ilości płynu do stanu jednorodności, praktycznie biorąc, bezwzględnej, jest rzeczą łatwą.

Jednak płyny doskonałe i jednorodne mogą z biegiem czasu jednorodność swą utracić. Tak więc płyn, umieszczony w otoczeniu o wyższej lub niższej temperaturze ogrzewa się nierównomiernie. Dalej, warstwy wierzchnie, stykające się z powietrzem, pochłaniają tlen i dwutlenek węgla, co z kolei może pociągnąć za sobą pewne reakcje chemiczne itp.

Przed każdym więc wzięciem próby z takiego, choćby przypuszczalnie najjednolitszego płynu należy go mięszać przez skłócenie lub za pomocą mięszadła; zrobiwszy to możemy mieć pewność, że każda próba, wzięta z niego, jest identyczną w swym składzie i innych własnościach z wszystkimi innymi próbami wziętymi z niego w tym samym czasie.

Różnice więc, które otrzymujemy przy badaniu tych próbek możemy uważać jako skutek błędów doświadczalnych. Dlatego też przy wszystkich badaniach chemicznych staramy się, o ile to jest możliwe, przeprowadzić przed wzięciem próby badaną substancję w stan płynny przez jej rozтворzenie i do analizy bierzemy próby roztworu, najczęściej objętościowo.

Pod kategorię płynów możemy podciągnąć również i gazy z tem tylko, iż przy braniu ich próbek trzeba uwzględnić ich ściśliwość, która przy płynach nie odgrywa ważniejszej roli.

37. Emulsje i płyny mętne. Jeżeli zawiesiny znajdują się w płynie w postaci cząstek tak drobnych, że ich masa (a zatem i ciężar) jest znikomo mała w stosunku do tarcia płynu o ich powierzchnię, jak to ma miejsce np. w płynach opalizujących, to płyny takie zachowują się prawie tak samo jak płyny doskonałe, to jest, w czasie, potrzebnym do wzięcia szeregu prób, stosunek zawiesin do płynu w różnych warstwach zmienić się w sposób odczuwalny nie może.

Inaczej się rzecz ma, jeżeli zawiesiny różnią się znacznie swym ciężarem gatunkowym od płynu i jeżeli ich masa jest stosunkowo znaczna.

Jeśliśmy np. określali zawartość stałych ciał w wodzie mulistej, służącej do nawadniania łąk, to może wystarczyć parę minut lub nawet niewiele sekund, które upłyną między wzięciem dwu prób kolejnych na to, ażeby różnice w ich składzie były bardzo poważne; trzeba więc przed każdym wzięciem próby ponownie płyn mięszać.

To samo mamy z mlekiem, którego kulki tłuszczu zbierają się na powierzchni; tylko, że zjawisko to jest, jeżeli nie nieodwracalne, to przynajmniej trudno odwracalne, gdyż taki kożuch nie daje się zupełnie dokładnie rozbić w całej ilości mleka, więc i branie kolejnych prób musi następować po so-

bie w odstępach czasu na tyle małych, żeby w ciągu nich proces zbierania się śmietanki nie mógł zrobić odczuwalnych postępow.

Czas, który możemy uważać przy braniu prób tego rodzaju substancji za „równoczesność“ jest różny w zależności od rodzaju płynu i zawiesiny: może wynosić od paru sekund do całych godzin, a nawet dni.

W każdym razie jeżeli tego czasu nie przekroczymy i jeżeli nie zaniedbamy przed każdym wzięciem próby wymieszając płyn bardzo dokładnie, to możemy, praktycznie biorąc, uważać taki płyn za jednolity i różnice badania próbek uznać za skutek błędów obserwacyjnych, niezależnych od dokładności próbki. Lecz to stosuje się tylko do tych badań, do których używamy większej ilości substancyj.

Gdy bowiem będziemy badali małe ilości, np. krople płynów z zawiesinami, jak z ciałkami krwi lub bakterjami, to różnice między niemi mogą być poważne. Wtedy każdą kroplę należy uważać jako osobnik pogłównia, i przy obliczaniu średnich arytmetycznych, błędu obserwacyjnego etc. stosować znane nam zwykle metody logiczne i rachunkowe.

38 a. *Ciała sypkie.* Pod ciałami sypkimi rozumiemy zbiorowiska nieprzylegających do siebie cząstek, które nas każda z osobna nie interesują i które mogą być zbiorowo czerpane do próbek i zbiorowo badane. Tem się właśnie różnią od pogłówniów osobnikowych bezosobowych, że w tych, jakkolwiek nas oddzielne osobniki nie zajmują, lecz wskutek swych właściwości muszą być wybierane, a czasem i badane oddzielnie.

W ciałach sypkich zwykle nie znamy wskaźników zmienności różnych cech składających je cząstek. Dzięki drobnym wymiarom cząstek ciała sypkiego próby, które pobieramy do zbadania, zawierają ich zwykle bardzo wielką ilość. Tak n. p. przy określaniu ciężaru objętościowego pszenicy zapomocą „wagi hektolitrowej“ używamy do każdego określenia, w zależności od kalibru wagi 5000 do 20000 ziarn. Rzecz prosta, że błąd średni wynikający ze zmienności pojedynczych ziarn, będzie tu znikomy.

Błędy wynikające z wykonania określenia, możemy zmniejszyć również do dowolnej granicy przez wielokrotne staranne wykonanie każdego określenia. A jednak często otrzymujemy dla różnych próbek zboża z tej samej partji różnice większe, niż mogą być różnice, wynikające z niedokładności wykonania badania. Oczywiście takie różnice muszą być przypisane niejednorodności partji, która często się zdarza, gdyż dokładne wymieszanie ciał sypkich jest teoretycznie niewykonalne, a praktycznie bardzo trudne. To znaczy, że wymieszanie niejednorodnej masy sypkiego ciała tak, żeby każda jego próbka była teoretycznie równą pod względem swych właściwości wszystkim innym jest niemożliwe: do tego ideału można się tylko zbliżać asymptotycznie, ale go się nigdy nie osiąga.

Można jednak partję wymięszać tak, żeby różnice między jej próbkami były bez praktycznego znaczenia, albo nawet nie do stwierdzenia dostępnymi nam środkami; ale i to przedstawia wielkie techniczne trudności, szczególnie jeżeli mamy do czynienia z wielkimi ilościami ciał sypkich.

Z jakimi trudnościami takie dokładne wymięszanie jest połączone, najlepiej zilustruje doświadczenie, wykonane w stacji doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego z ziemią, przeznaczoną do doświadczeń wazonowych. Przytoczę tu dosłowny opis doświadczenia podany przez Th. Pfeiffer'a w książce pt. „Der Vegetationsversuch“. „Zamieniwszy przez przesianie i przez szuflowanie kupę ziemi na możliwie jednorodną masę, wzięliśmy w zwykły sposób z różnych miejsc potrzebną ilość ziemi. Tę jeszcze raz wymięszaliśmy starannie rękami i z niej wzięliśmy 3 próby średnie, z których były wykonane w każdej po 10 oznaczeń azotu. Oznaczanie miana użytego do tego bardzo rozcieńczonego ługu i kwasu, było zrobione z zachowaniem szczególnych ostrożności (przy kwasie według 4 metod przez 3-ch analityków). Wyniki nauczyły nas w pierwszej linii, że przy tego rodzaju badaniach, dla otrzymania liczb bez zarzutu nie wystarcza wykonanie kilku nielicznych określeń azotu. Dowodzą one także w dalszym ciągu, że na opisanej drodze, nie zawsze się udało otrzymać w różnych próbach dostateczne równe ilości azotu. Jako dowód podaję następujące liczby:

Ziemia — piaszczysto-gliniasta

Waga ziemi w wazonach — 14,5 kg.

Wazon Nr. 23 — 13,476 \pm 0,082 g. N.

Nr. 24 — 12,610 \pm 0,074 g. N.

różnica 0,866 \pm 0,110 g. N.

Inne doświadczenie: waga ziemi w wazonach 13 kg.

Wazon Nr. 34 — 18 844 \pm 0,12 g. N.

Nr. 37 — 19,885 \pm 0,155 g. N.

różnica 1,041 \pm 0,191 g. N.

Jeżeli przeliczymy te ilości azotu, któremi się różniły naczynia na 1 hektar, to dostaniemy różnicę azotu na hektarze dochodzącą do 250 lub 300 kilogramów, tj. przewyższającą wielokrotnie najwyższe dawki nawozu.

Łatwo więc pojąć, jak wielki błąd doświadczalny może taka różnica zawartości azotu spowodować.

Wobec tej trudności wymięszania fizycznego musimy przy braniu prób z ciał sypkich postępować tak, jak przy pogłowiach osobnikowych i wymięszanie fizyczne zastąpić idealnem, a to przez systematyczne branie prób.

Jaki system zastosować w danym wypadku, o tem musi każdorazowo zdecydować sam eksperymentator, opierając się na znajomości badanego przedmiotu i celu badania. Tu przytoczę tylko kilka charakterystycznych wypadków, napotykanych przy braniu prób, z których przez analogję będzie można wyprowadzić reguły postępowania i w innych.

Zacznijmy od brania prób zboża leżącego na kupach.

Przy zsypywaniu ziarna w mniejwięcej stożkowe kupy, ziarna bardziej okrągłe staczają się na dół, więc, o ile mamy do czynienia z żytem, owsem, lub pszenicą itp. — dolne warstwy stożka będą zawierały więcej okrągłych obcych ziarn takich, jak wyki i groszku. Przeciwnie znowu stożkowe kupy grochu lub wyki zawierają w dolnych warstwach więcej ziarn dorodnych, a więcej zanieczyszczeń w warstwach górnych.

38 b. *Próby cząstkowe.* Jeżeli więc celem badania jest określenie procentu zanieczyszczeń w zbożu, to dla otrzymania średniej próby „dobrej“ tj. odpowiadającej rzeczywiście możliwie blisko przeciętnemu składowi całej partji, nie wystarcza pobranie ręką lub sondą kilku prób na los szczęścia z różnych miejsc stożka, a nawet systematyczne sondowanie w równych odstępach od góry do dołu. W takim wypadku należy brać próby zapomocą cylindrycznej długiej sondy w kierunku poziomym dośrodkowym z kilku warstw, zaczynając od najniższej ku szczytowi, przyczem powinno się uwzględnić stosunek pojemności warstw, z których się próby brało (por. przykład 17-ty). Próby takie nazywamy *cząstkowemi*.

Z pobraniami w metodyczny sposób próbami cząstkowemi możemy postąpić dwojako: albo wymięszać wszystkie razem i zbadać próbę zbiorową jako całość, lub też zbadać każdą próbę cząstkową oddzielnie.

Ten drugi sposób jest bez porównania poprawniejszy, gdyż tylko przy jego zastosowaniu możemy się dowiedzieć, czy partja jest jednolita.

Ponieważ jednak samo badanie każdej próby oddzielnie jest obciążone błędem, więc żeby móc z zupełną pewnością stwierdzić, że różnice w zawartości zanieczyszczeń dowodzą nierównomierności partji, a nie niedokładności oddzielnych oznaczeń, trzeba zbadać każdą próbę powtórzyć kilkakrotnie dla wyrównania błędu obserwacyjnego.

Badanie takie wymaga więcej pracy, wyniki zaś jego są mniej „ładne“, niż gdybyśmy zbadali próbę ogólną powstałą z dokładnego wymięszania wszystkich szczególnych prób. Lecz ten brak jest wynagrodzonym przez to, że taki sposób wykonania próby, daje nam prawdziwy obraz zachodzących w badanym przedmiocie badania stosunków.

W razach, kiedy nam chodzi tylko o ogólną średnią dla przedmiotu, uważanego jako całość, o ile jesteśmy pewni, że próbki były pobrane poprawnie, możemy je zbadać razem.

Żeby jednak móc sobie zdać sprawę z dokładności roboty nieodzownem jest powtórzyć kilkakrotnie wzięcie prób i z porównania wyników tych równoległych prób obliczyć ich błąd średni. Podzielenie otrzymanej próby na kilka części dla zbadania ich oddzielnie nie zastąpi, oczywiście, kilkorazowego wzięcia prób, niezależnych od siebie wzajemnie, gdyż da nam ono jedynie wgląd w to, czyśmy tę próbę dobrze wymięszali i podzielili i czyśmy nie zrobili zbyt wielkiego błędu doświadczalnego przy jej badaniu, ale bynajmniej nie w to, czy próba była wziętą poprawnie.

Jeżeli pobranych metodycznie prób cząstkowych (np. prób z różnych warstw stożka) nie mięszamy, lecz badamy każdą oddzielnie, to powinniśmy pamiętać, że różnice w ich własnościach *nie są błędami doświadczalnymi, czy błędami średniej próby*; takimi błędami będą tylko różnice między próbami *homologicznymi*, tj. wziętymi z miejsc, między którymi nie ma racji przypuszczać systematycznej przyczyny różnic, a więc w przykładzie ze stożkiem zboża — między próbami wziętymi z tego samego poziomu.

38 c. *Branie prób w ruchu*. Nie zawsze oddzielne badanie prób cząstkowych jest potrzebne; jest ono zbyteczne przede wszystkim w tych wypadkach, gdy wiemy, że dzięki dobremu przemieszaniu nie ma żadnych przyczyn do przypuszczenia, żeby skład badanego ciała sypkiego zmieniał się w pewnym kierunku w sposób systematyczny. W takim razie bierzemy próbki z różnych miejsc, mniej więcej równomiernie rozmieszczonych, i, jeżeli je badamy oddzielnie, to tylko po to, żeby mieć możliwość obliczenia błędu średniego. Wszystkie takie próbki są w takim razie homologicznymi. Jednym z najlepszych, jeżeli nie najlepszym sposobem brania takich prób, jest branie ich w ruchu, a więc np. podczas zsypywania ciała sypkiego do magazynu, nabierania w worki, przenoszenia z miejsca na miejsce elewatorium lub płótnem bez końca, przede wszystkim zaś podczas wytwarzania. Jeżeli przy tych czynnościach, np. przy młocce będziemy brać w regularnych i dosyć częstych odstępach czasu próbki jednakowej wielkości, to będziemy mieli wielkie prawdopodobieństwo, że będą one wzięte z wszystkich części przedmiotu badania w ilościach proporcjonalnych do tych części. Rozumie się, że korzystniej jest w takim razie brać mniejsze próbki, a o ile można najczęściej, gdyż powiększa się przez to pewność, że nawet małe części całej partii różniące się od całości, będą uwzględnione proporcjonalnie.

Nawet gdy mamy niewielkie ilości ciała sypkiego, wzięcie z niego średniej próby jest rzeczą trudną, i dlatego stosują branie prób w ruchu nawet do prób laboratoryjnych, tj. dla wypadków, gdy z nadesłanej do zbadania kilkuset gramowej „wielkiej“ próby, trzeba wziąć małą próbkę, zawierającą parę set ziarn, dla wykonania analizy czy próby kiełkowania. Służą

do tego celu różne przyrządy, z których niektóre opiszę w dopełnieniach, a które różniąc się w szczegółach budowy, składają się zasadniczo z „kosza“ tj. naczynia o przekroju trójkątnym, z dającą się dowolnie rozszerzać i zwężać szczeliną, przez którą się nasiona, wprowadzone w ruch ruchadłem, wysypują albo wprost do automatycznie podsuwanego w regularnych odstępach czasu naczynia, albo na pas bez końca, lub obracającą się tarczę, które je do tego naczynka przenoszą itp.

38 d. *Inne sposoby brania prób laboratoryjnych.* O ile nie mamy takiego przyrządu do brania próby w ruchu, to musimy się posługiwać innemi, prostszemi metodami, które jednak przy inteligentnem i sumiennem zastosowaniu, mogą dać zupełnie zadowalniające wyniki.

Zależnie od samego przedmiotu sposoby te mogą podlegać modyfikacjom. Naogół jednak branie próby powinno się odbywać podług następnego schematu:

Po jaknajdokładniejszym wymięszaniu całej ilości ciała sypkiego powinno się je wysypać na równą, poziomą powierzchnię, ograniczoną ścianą np. do płaskiego niskiego cylindra o średnicy kilkunastu, lub kilkadziesiątu cm. (zależnie od wielkości próbki) i wysokości parę lub kilka cm. a to, dla uniknięcia różniczkowania przez stoczenie się na okrąg najokrągleszych ziarn.

Sypanie powinno się odbywać równomiernie z jednakowej wysokości i tak, żeby otrzymać, albo odrazu warstwę o mniejwięcej jednakowej grubości o prawidłowej figurze, najlepiej kolistej, lub też, co jest mniej dobrem w formie prawidłowego stożka. Zapomocą noża, kawałka blachy przystosowanego do tego celu, lub tp. dzieli się całą masę, jeżeli jest kolista lub stożkowata, w kierunku średnicy, jeżeli zaś czworokątna, to w kierunku przekątnej na 4 równe części. Te części łączy się po 2 w ten sposób, żeby łączyć razem części naprzeciwległe. W ten sposób otrzymujemy 2 próby, z którymi po wymięszaniu postępujemy w ten sam sposób. Po długim wymięszaniu i podzieleniu każdej z połówek znowu na 4 części odrzucamy 2 ćwiartki, 2 drugie zaś (naprzeciwległe) łączymy i tak postępujemy tak długo, zmniejszając za każdym razem próbkę do połowy, dopóki nie otrzymamy próbki takiej wielkości, jaka nam jest potrzebna do analizy, czy innego zbadania.

Ułatwić sobie tę pracę można zapomocą odpowiednich przyrządów, z których najprostszym i najstarszym jest przyrząd składający się z okrągłej puszkii blaszanej z dwoma dnami, z których dolne może być obracaniem około osi. W obydwóch są wycięte cztery sektoryalne otwory. Dolne dno obraca się tak, żeby otwory na siebie nie zachodziły i nasypuje się przedmiot badania do puszkii jak można najrówniej. Po obróceniu dol-

nego dna o 45° otwory zachodzą jeden na drugi i część nasion znajdująca się nad nimi wysypuje się na podstawioną tacę...

Inny podobny przyrząd, używany w Cambridge do drobnych nasion składa się z płaskiej blaszanej prostokątnej miski z pewną ilością otworów w dnie i z zasuwą, która to dno przykrywa. Po nasypaniu płaskiej, równej warstwy nasion, wysuwa się zasuwę i wtedy część nasion z równomiernie po całej warstwie rozmieszczonych miejsc wysypuje się do pudełka, w które się misę wstawiło, iub na tacę. Następnie powtarza się tę samą manipulację z miskami o coraz mniejszych lub mniej licznych otworach, aż do otrzymania próbki żądanej wielkości.

39. *Ciała półpłynne i ciastowate.* Ciała te różnią się od sypkich mniejszą ruchliwością cząstek i wskutek tego znacznie trudniej jest doprowadzić je przez miészanie do stanu jednorodnego. W wielu wypadkach wymieszanie to jest tem trudniejsze, że może ono spowodować uszkodzenie materiału, np. wyciśnięcie z niego soku. Branie próbek z takich ciał różni się od takiejże czynności z ciałami sypkimi głównie tem, że przy ciastowatych trudniejszym jest zastosowanie opisanych w poprzednim ustępie przyrządów. Jeżeli więc mamy np. miązgę burakową, w której chcemy oznaczyć cukier, to dla uniknięcia wyciskania soku miészadłami mechanicznymi, miészamy ją ostrożnie rękoma, układamy w płaską warstwę, którą dzielimy na 4 ćwiartki itd. jak to było opisane w poprzednim ustępie.

Jeżeli się boimy, że przez zbyt długą manipulację możemy substancję uszkodzić, to zadawałamy się rozpostarciem jej na stole i bierzemy palcami, szczypczykami czy czerpaczką jak największą ilość drobnych próbek z równomiernie po całej warstwie rozłożonych miejsc. Próbek tych nie powinniśmy łączyć w jedną, lecz w kilka, np. w ten sposób, że mamy przygotowanych 10 miseczek i do każdej wrzucamy po kolei jedną próbkę. W ten sposób tworzy nam się 10 średnich prób, z różnic między którymi możemy obrachować błąd średni.

40. *Ciała stałe.* Jeżeli przedmiot badania przedstawia nam się w postaci ciała stałego, co do jednorodności którego w całej masie mamy rację powątpiewać, co zresztą miewa prawie zawsze miejsce, to, o ile to jest technicznie wykonalnem, najlepiej jest całe ciało rozproszkować, lub jeszcze lepiej rozpuścić i brać próbę z ciała sypkiego lub płynu. Nie zawsze jest to jednak możliwe. W takim razie mamy z ciałem takim postępować tak jakżeśmy postępowali z sypkiem ciałem zsypanem w warstwę lub kupę tj. brać z różnych jego miejsc próbki przez całą jego grubość przez świdrowanie, lub jeżeli się świdrować nie da odłupywanie w różnych miejscach kawałków. Przy tej

ostatniej manipulacji powinniśmy jednak pamiętać, że ciała stałe często pękają w kierunku zależnym od ich wewnętrznej budowy, że więc biorąc do zbadania odłamki okruszone przez uderzenie lub odłamanie możemy popełnić poważny błąd systematyczny.

Jak go uniknąć — to musi być pozostawione w każdym oddzielnym wypadku badaczowi, tembardziej, że i cele badania bywają rozmaite. Tutaj chcę zwrócić uwagę tylko na to, że tak jak i przy badaniu ciał sypkich jedynym sposobem zdania sobie sprawy, czy badane cechy wziętych przez nas prób zbliżają się do średniej cechy całego przedmiotu, jest traktowanie każdej próby oddzielnie, ażeby móc z ich wahań obliczyć błąd średni.

Znowu tu z naciskiem zwracam uwagę czytelnika na to, com powiedział o braniu prób ciał sypkich: że jako *błędy średniej próby*, a więc błędy obserwacyjne, z których można obliczyć błąd średni, mogą być uważane jedynie różnice między *próbami homologicznymi*, a więc albo próbami z tych samych warstw ciała (jeżeli ma budowę warstwową), albo też próbami braniami przez całą grubość ciała, względnie przez wszystkie jego warstwy, tak ażeby każda taka próba zbliżała się do średniej próby całego przedmiotu.

Natomiast różnice między próbami cząstkowymi, wziętymi z różnych warstw, albo wogóle z widocznie różnorodnych części przedmiotu, nie mogą być uważane jako błędy obserwacyjne. Jeżeli bowiem np. dana do zbadania skała ma jedne warstwy zawierające ołów, a drugie go nie zawierają, to przez powiększenie ilości analiz prób, wziętych z tych warstw, nie będziemy dążyli do zatarcia tych różnic, jakby to miało miejsce, gdyby różnice te były błędami doświadczalnymi.

41. Próby terenowe. Jeżeli przeznaczone do zbadania ciało jest bardzo wielkie, tak, że nie możemy nim manipulować w pracowni, to trudności brania prób są jeszcze większe. Natrafiamy na nie najczęściej przy badaniach *terenowych*, a więc pokładów rud, gleby, wody w rzece lub w jeziorze itp.

Przy braniu takich prób terenowych powinniśmy przede wszystkim zbadać, czy niema jakichś wskazówek, że skład chemiczny, czy inna cecha przedmiotu zmienia się systematycznie w pewnym kierunku. Jeżeli tak jest, to winien być wzięty cały szereg prób w kierunku tej zmienności. O ile jednak w wielu razach łatwo jest poznać, że mamy do czynienia ze zmiennością idącą w określonym kierunku, to wniosek przeciwny, że nie mamy takiej systematycznej zmienności, zawsze może być tylko oparty na luźnym przypuszczeniu i musi być sprawdzony.

Zbadanie więc gleby na polu, które nas interesuje, musi się odbywać z reguły w dwóch kierunkach w kierunku — widocznej zmienności i w drugim, do tego kierunku prostopad-

łym. Różnice, które ze zbadania w ten sposób wziętych prób otrzymamy, będą wyrazem systematycznej zmienności pola, jeżeli leżą poza granicami błędu doświadczalnego, określenie zaś tego błędu jest możliwe, jeżeli mamy po parę lub po kilka prób homologicznych, wziętych z sąsiednich miejsc, na tyle bliskich od siebie, żeby wpływ *zmienności pola w określonym kierunku*, czyli zmienności systematycznej jeszcze się na nich odbić nie mógł.

Szczególnym rodzajem prób terenowych są próby roślin branych z pola, gdyż różnice cech tych roślin mogą być zależne albo od właściwości gleby w różnych miejscach terenu, albo od innych przyczyn związanych z topografią pola (np. ilość chwastów lub szkodników zwierzęcych w zależności od bliskości miedzy czy łąki, % roślin zapylonych pyłkiem innej odmiany, czyli vicynistów w zależności od odległości pola, obsianego inną odmianą itp.)

42. *Uwagi ogólne.* Jak widać z treści tego rozdziału, zasadniczej różnicy między braniem prób z rozmaitych przedmiotów badania niema. Wszystkie bowiem przedmioty badania od płynów doskonałych do pogłowiów osobnikowych możemy uważać za pogłowia czyli populacje: w płynach doskonałych osobnikami są drobiny, tak, że każda najmniejsza kropelka jest już średnią próbą, składającą się z niezmiernej liczby osobników; w pogłowiach osobowych, nawet bardzo wielkie próby, z jakimi w praktyce ma się do czynienia, składają się z liczby osobników stosunkowo bardzo niewielkiej.

We wszystkich kategoriach przedmiotów badania spotykamy te same źródła błędów i te same sposoby ich uniknięcia: jedne źródła — źródła „błędów średniej próby“, wynikające ze zmienności fluktuacyjnej, losowej osobników, drugie — źródła błędów systematycznych, wynikające z pewnego szczególnego sposobu rozmieszczenia ich w przestrzeni, lub ze sprzężenia badanej cechy z innymi, wpływającymi na wynik brania próby.

We wszystkich kategoriach tem bardziej zmniejszamy błąd średniej próby i tembardziej błędy średniej próby podlegają prawu prawdopodobieństwa błędów, im pogłowie, czy wogóle przedmiot badania jest lepiej *wymieszany*. Wymieszanie może być fizyczne (jak w płynach) albo idealne, polegające na systematycznym wyrównującym braniu prób, polegającym na tem, że do każdej próby bierze się ilości osobników (względnie ilości substancji) z wszystkich klas zmienności (np. warstw, wieków, poziomów itd.) w stosunku proporcjonalnym do liczebności (względnie objętości etc.) tych klas; różnice w przeciętnym wymiarze badanej cechy w różnych próbach są wtedy błędami średniej próby.

Jeżeli zamiast prób „wymieszanych“ bierzemy próby z różnych klas zmienności, to różnice między wymiarami cechy

takich prób, które nazywamy próbami cząstkowymi, nie są błędami średniej próby, lecz wyrazem zmienności systematycznej badanego przedmiotu.

Wreszcie nie trzeba zapominać, że oprócz tego zawsze jeszcze do tych dwóch dochodzi trzecia grupa błędów — błędy obserwacyjne, polegające na niezupełnie ścisłym mierzeniu, ważeniu lub analizowaniu prób. Raz jedna, raz druga z tych grup błędów może o tyle przekraczać absolutną wielkością błędy pochodzące z innych źródeł, że może je zupełnie zamaskować. Tak więc np. różnice w wynikach analizy chemicznej różnych próbek jednorodnego płynu są skutkiem, praktycznie biorąc, tylko błędów technicznego wykonania analizy. Przeciwnie, różnice w ciężarze roślin, zebranych z różnych miejsc pola, są skutkiem zmienności roślin i pola, gdyż określenie ciężaru czyli ważenie może być wykonane z dokładnością, którą możemy uważać praktycznie za bezwzględną.

Znajomość badanego przedmiotu i panujących w jego składzie zjawisk zmienności i korelacji, zdawanie sobie sprawy z celu badania i z ustosunkowania absolutnych możliwych wielkości błędów, wynikających z trzech powyższych grup przyczyn, mogą jedynie w każdym oddzielnym wypadku wskazać badaczowi sposób brania prób, metody, które należy stosować do ich badania i obliczania wyników.

Szczegółowe omawianie różnych, mogących się trafić wypadków byłoby zupełnie niepożyteczną kazuistyką.

Sądzę, że dla zrozumienia przedmiotu wystarczy przedstawienie kilku przykładów, zaczerpniętych przeważnie z praktyki terenowej, jako łączącej w sobie wszystkie momenty, które spotykamy przy innych przedmiotach badania.

Część tych przykładów podam w dopełnieniach, a w tym miejscu zadowolnię jednym, który nam zilustruje zagadnienie z kilku punktów widzenia.

Przykład 17 ty. Mamy oznaczyć procentową zawartość cukru w buraku przeznaczonym na wysadek dla celów doświadczalnych, a więc bez zniszczenia rośliny, a jednocześnie zbadać, jaka jest cukrowość w różnych jego częściach. Burak ma w górnej swej części kształt, zbliżony do cylindra o średnicy $120 \frac{m}{m}$ a wysokości $90 \frac{m}{m}$. Dolna zaś jego część jest zbliżona do stożka o wysokości $180 \frac{m}{m}$. Główka, t. j. łodyga nas w danym razie nie interesuje. Na podstawie tych czy innych rozważań uważamy, że dla naszego celu (zbadaania rozkładu cukrowości) wystarczy mieć dane co do 9-ciu poziomów, t. j. 9-ciu poprzecznych warstw buraka. W tym celu wyjmujemy za pomocą cienkiej sondy wzdłuż prostej od górnej części do końca buraka co 3 cm. małe próbki miazgi, wystarczające do oznaczenia w nich cukru. Wiemy jednak, że z jednej strony oznaczenie cukru jest obciążone błędem doświadczalnym, z drugiej zaś nie wiemy, czy cukrowości są

jednakowo rozłożone wzdłuż różnych promieni w tych samych segmentach. Dla tego wzięliśmy z każdego segmentu nie po jednej próbie, lecz po 3, mniej więcej o 120° okręgu koła jedną od drugiej. Otrzymaliśmy następujący wynik :

	cząstkowe			
	a	b	c	średnie
Segment 1	18,6	18,4	18,6	18 53 \pm 0.069
„ 2	19,4	19,8	19,6	19.60 \pm 0.115
„ 3	19,5	19,8	19,4	19,57 \pm 0.120
„ 4	19,7	19,4	19,9	19.67 \pm 0.145
„ 5	19,1	19,2	18,8	19.03 \pm 0.120
„ 6	18,4	18,6	18,5	18.50 \pm 0.058
„ 7	17,9	18,1	17,6	17.87 \pm 0.145
„ 8	17,0 ¹⁾	(17,2)	17,4	17 20 \pm 0.20
„ 9	16,4 ¹⁾	(16,4)	(16,4)	16.40 \pm $\frac{0}{0}$
przeciętnie	18,43	18,54	18,46	

Z porównania średnich arytmetycznych kolumn a), b) i c) widać odrazu, że o jakichś widocznych różnicach w rozkładzie cukrowości w różnych sektorach tego samego segmentu mowy niema. Może są jakieś lokalne drobne różnice, ale ich nie możemy odróżnić od różnic wywołanych przez błędy analizy. Natomiast w kierunku pionowym różnice zawartości cukru w różnych warstwach są widoczne: między warstwą 1-szą (pod główką) a 2-gą różnica ta wynosi :

$$19.60 (\pm 0.115) - 18 53 (\pm 0.069) = 1.07 \pm 0.134$$

a więc przeszło 6 razy więcej niż błąd średni, możemy ją więc z zupełną pewnością uważać jako rzeczywistą a nie wynikłą z błędu doświadczalnego.

Przeciwnie, różnice między warstwami 2, 3 i 4 są znikome w porównaniu z ich błędami średnimi, które obliczamy według

¹⁾ Z segmentu 8-go dały się wziąć tylko dwie próby a z 9-go jedna. Zamiast brakujących przyjęto cukrowości, otrzymane z pojedynczej próby, względnie średnią z dwóch. Wskutek tego błąd średni dla 9-go segmentu jest nieokreślony.

wzoru $m_{a+b} = \sqrt{m_a^2 + m_b^2}$; możemy więc uważać cukrowość tych trzech warstw, stanowiących trzon buraka, za jednakową, mianowicie równą średnio 19.61.

Zaczynając od segmentu 5-go ku dołowi zmniejszenie cukrowości jest wyraźne. Jak czytelnik może się przekonać, każda różnica między sąsiednimi dwiema warstwami przekracza w tym przykładzie paro lub kilkakrotnie swój błąd średni.

Gdyby jednak tak nie było i gdyby różnice cukrowości sąsiednich dwóch warstw przekraczały swój błąd średni nie dostatecznie na to, żeby je w każdym oddzielnym wypadku uważać za pewne, to sam fakt systematycznego, stałego choć nieznacznego zmniejszania się w pewnym kierunku, wystarczyłoby do nadania temu zmniejszaniu charakteru pewności.

Tak więc szereg średnich z trzech oznaczeń z każdej warstwy dał nam prawo rozkładu cukrowości w zbadanym buraku.

Teraz przystąpmy do obliczenia przeciętnej cukrowości całego buraka. Jest rzeczą oczywistą, że nie będzie nią średnia arytmetyczna cząstkowych cukrowości, t. j. cukrowości wszystkich warstw, gdyż zostały one wzięte z różnych ilości miąższu. Żeby otrzymać liczbę zbliżoną do rzeczywistej, musimylibyśmy pomnożyć każdą z cząstkowych średnich przez ciężar odpowiedniego segmentu i sumę tych iloczynów podzielić przez sumę ciężarów. Ciężary zaś moglibyśmy obliczyć z objętości i ciężaru gatunkowego. Ponieważ jednak byłaby to żmudna praca, przeto dążymy do celu drogą krótszą, chociaż mniej ścisłą, mianowicie przyjmując, że ciężary będą proporcjonalne do objętości. Popełniamy przeto pewien błąd, gdyż uboższe w cukier części buraka mają mniejszy ciężar gatunkowy, więc otrzymana taką metodą cukrowość będzie niższą nieco od rzeczywistej. Dla naszego celu różnica ta niema znaczenia.

Objętości trzech górnych segmentów, mniejwięcej cylindrycznego kształtu, możemy przyjąć za równe $\pi r^2 a$ gdzie promień $r=6$ cm, a wysokość cylindrów, t. j. grubość warstw $a=3$ cm.

Warstwy w zwężającej się, stożkowej części buraka będą ściętymi stożkami o wysokościach $a=3$ cm. i zmniejszających się promieniach podstaw. Promień górnej podstawy najwyższego segmentu będzie oczywiście, równy $r=6$ cm.

Jeżeli sumę wysokości wszystkich stożkowych segmentów t. j. długość zwężającej się części buraka nazwiemy $h=18$ cm, (wysokość całkowitego stożka) to, jak łatwo dowieść, objętości kolejnych warstw od góry do dołu, t. j. koniuszka buraka będą:

$$V_1 = \frac{1}{3} \pi r^2 \frac{h^3 - (h-a)^3}{h^2} \quad (29)$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi r^2 \frac{(h-a)^3 - (h-2a)^3}{h^2}$$

$$V_3 = \frac{1}{3} \pi r^2 \frac{(h-2a)^3 - (h-3a)^3}{h^2}$$

i t. d.

Podstawiając w te wzory wartości π , r , h i a otrzymalibyśmy objętości warstw. Nie potrzebujemy jednak tego robić, chodzi nam tu bowiem tylko o to, żeby uwzględnić cukrowość każdej warstwy *proporcjonalnie* do jej objętości (właściwie do ciężaru). Otóż widzimy, że wszystkie wzory na objętość tych warstw, zarówno cylindrycznych jak i stożkowych, mają wspólny czynnik πr^2 ; ten więc możemy wyrzucić i wtedy otrzymamy następujące czynniki, które nazwiemy C_1 , C_2 , C_3 i t. d.

Dla warstw cylindrycznych $C_{1, 2, 3} = a = 3,00$
dla warstw stożkowych (zaczynając od warstwy 4-tej)

$$C_4 = \frac{1}{3} \frac{h^3 - (h-a)^3}{h^2} = 2,56 \quad (29 a)$$

$$C_5 = \frac{1}{3} \frac{(h-a)^3 - (h-2a)^3}{h^2} = 1,69$$

$$C_6 = \frac{1}{3} \frac{(h-2a)^3 - (h-3a)^3}{h^2} = 1,03$$

$$C_7 = \frac{1}{3} \frac{(h-3a)^3 - (h-4a)^3}{h^2} = 0,53$$

$$C_8 = \frac{1}{3} \frac{(h-4a)^3 - (h-5a)^3}{h^2} = 0,19$$

$$C_9 = \frac{1}{3} \frac{(h-5a)^3 - (h-6a)^3}{h^2} = 0,03$$

Mnożymy teraz cząstkowe cukrowości przez czynnik C (zaokrąglając iloczyny do pierwszego znaku dziesiętnego).

Warstwy	Cząstkowa cukrowość	Czynniki	Iloczyny
	W	C	W×C
1	18,53	3,00	55,6
2	19,60	3,00	58,8
3	19,57	3,00	58,7
4	19,67	2,56	50,4
5	19,03	1,69	32,2
6	18,50	1,03	19,1
7	17,87	0,53	9,5
8	17,20	0,19	3,3
9	16,40	0,03	0,5

$$\Sigma C = 15,03$$

$$\Sigma wC = 288,1$$

Ważona średnia arytmetyczna:

$$M_p = \frac{\Sigma wC}{\Sigma C} = \frac{288,1}{15,0} = 19,17$$

Nazwaliśmy tę średnią arytmetyczną „ważoną“ (por. § 12) gdyż logiczny sens ważności jest podobny do tego, w którym przyjęliśmy go poprzednio.

Błąd średni pojedynczego oznaczenia obliczamy w zupełnie podobny sposób, a mianowicie przez mnożenie cząstkowych błędów średnich przez czynniki C i dzielenie sumy iloczynów przez sumę C. Ponieważ w naszym wypadku dla segmentu 9-go błąd średni jest nieokreślony, więc możemy albo przyjąć zań przeciętny błąd średni obliczony dla pozostałych ośmiu cząstkowych przeciętnych, albo zważywszy, że dzięki bardzo małemu czynnikowi ważności $C = 0,03$ nie zważy on w widocznym stopniu na ostatecznym wyniku, wogóle go nieuwzględnąć; tak właśnie postąpimy w tym wypadku.

A więc przeciętny średni błąd ważony jednej cząstkowej średniej

$$m_p = \pm \frac{0,069 \times 3 + 0,115 \times 3 + 0,120 \times 3 + 0,145 \times 2,56 + 0,120 \times 1,69 + 0,058 \times 1,03 + 0,145 \times 0,53 + 0,20 \times 0,19}{15,00}$$

$$= \pm 0,111.$$

Błąd średni ważonej średniej arytmetycznej M_p obliczony z wzoru $M_n = \frac{m}{\sqrt{n}}$ nie jest zupełnie dokładny; dla otrzy-

mania jego ścisłej wartości musielibyśmy zastosować sposób obliczenia błędu śr. ważonych średnich arytmetycznych (str. 34) nieco zmieniony i przystosowany do warunków naszego przykładu. Jednak praca taka byłaby zupełnie zbyteczna, gdyż błąd, który popełnimy, stosując zwykły wzór, będzie znikomy. Możemy więc przyjąć błąd średni otrzymanej średniej arytmetycznej z 9-ciu cząstkowych oznaczeń

$$m_9 = \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0.111}{3} = \pm 0.037$$

Przykład 18-ty. Chcemy znaleźć prawo, według którego cukrowości są rozłożone w różnych segmentach buraków danej odmiany. Rozumie się, że na podstawie zbadania jednego osobnika prawa ogólnego wykryć nie możemy. Do tego trzeba zbadać większy szereg osobników. Dla uniknięcia zbyt wielkich rachunków ograniczymy się w tym przykładzie na czterech burakach, i będziemy badali cukrowość nie w 9-ciu warstwach lecz tylko w 4-ch: w hypokotyli (odpowiadającym segmentowi 1-mu z poprzedniego przykładu), w trzonie (segmenty 2 i 3), w górnej części stożka (segm. 4, 5, 6) i dolnej (7, 8, 9).

Jednym ze zbadanych buraków był burak z poprzedniego przykładu; nazwiemy go A i zawierał on:

a) w hypokotyli		= 18,53 ₀ cukru
b) w trzonie	$\frac{19,50+19,57}{2}$	= 19,58 „ „
b) w górnej części stożka	$\frac{50,4+32,2+19,1}{2,56+1,69+1,03}$	= 19,26 „ „
d) w dolnej „ „	$\frac{9,5+3,3+0,5}{0,53+0,19+0,03}$	= 17,73 „ „

W podobny sposób znaleźliśmy dla trzech innych buraków następujące cukrowości :

	burak B	burak C	burak D
a) w hypokotyli ($\frac{1}{9}$ wysokości)	16.40	19.16	18.32
b) w trzonie ($\frac{2}{9}$ „)	17.72	20.31	19.10
c) w górnej części korzenia ($\frac{3}{9}$ „)	17.15	20.02	18.90
d) w dolnej części korzenia ($\frac{3}{9}$ „)	15.80	18.20	17.26
Średnio w buraku	17.31	19.80	18.80

Średnie arytmetyczne zostały obliczone tak jak w przykładzie 17-tym przez wstawianie w burakach B i D za $a: \frac{1}{9}$ długości buraka, za $h: \frac{6}{9}$ długości a za r : przeciętnej wartości połowy średnicy w części buraka mniej więcej cylindrycznej. Tylko w buraku C, w którym część cylindryczna była krótszą, za h przyjęto $\frac{7}{9}$ długości.

Gdybyśmy byli oznaczali cukrowość nie w 9 warstwach o jednakiej miąższości, lecz tylko w 4-ch warstwach, wyszczególnionych powyżej, to trzeba było, rzecz prosta, zmienić odpowiednio (wzory 29 i 29 a). Tak więc np. w buraku C współczynnik a odnosił się tylko do hypokotyli i jednej warstwy trzona. Druga warstwa trzona, jako już wyraźnie stożkowa miała mnożnik

$$c = \frac{1}{3} \frac{h^3 - (h-a)^3}{h^2} \quad (\text{gdzie } a = \frac{1}{7} h)$$

mnożnik górnej połowy stożka :

$$C_c = \frac{1}{3} \frac{(h-a)^3 - (h-4a)^3}{h^3}$$

a mnożnik dolnej połowy stożka :

$$C_d = \frac{1}{3} \frac{(h-4a)^3 - (h-7a)^3}{h^3}$$

Wróćmy do naszego zadania, którem jest znalezienie różnic cukrowości na czterech poziomach buraka: a , b , c i d . Dla tego obliczamy dla każdego poziomu średnią arytmetyczną, tj. średnie arytmetyczne homologicznych częściowych cukrowości:

Otrzymujemy :

			Różnice między sąsiednimi warstwami
a)	Cukrowość hypokotyli	18.10	
b)	„ trzona	19.18	1.08
c)	„ górnej połowy korzenia	18.83	0.35
d)	„ dolnej „ „	17.25	1.58

Ale teraz nasuwa się pytanie, jakim stopniem zaufania możemy otrzymane liczby darzyć, innymi słowy, jakie są ich błędy średnie. Mogłoby się na pierwszy rzut oka zdawać, że dla obliczenia błędów średnich tych różnic trzeba obliczyć błędy średnie przeciętnych cukrowości z wahań między homologicznymi cząstkowymi cukrowościami. Zobaczmy, co by nam to dało:

$$\begin{aligned} & \text{Różnica między warstwą a i b} \\ & = 19.18 (\underline{+0.51}) - 18.10 (\underline{+0.69}) = 1.08 \underline{+0.788} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Różnica między warstwą b i c} \\ & = 19.18 (\underline{+0.51}) - 18.83 (\underline{+0.61}) = 0.35 \underline{+0.794} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Różnica między warstwą c i d} \\ & = 18.83 (\underline{+0.61}) - 17.25 (\underline{+0.52}) = 1.58 \underline{+0.800} \end{aligned}$$

Różnicę więc między b i c należałoby uważać za zupełnie niepewną, między a i b za prawdopodobną, ale nie dowiedzioną, a nawet dla różnicy między c i d, przekraczającej za ledwo dwukrotnie swój błąd średni, mielibyśmy 2.75 prawdopodobieństwo na sto, że zamiast dodatnią może być ujemną, t. j. że dolna część stożka będzie nieco cukrowsza niż górna, co przeczy wszelkim innym obserwacjom.

Wynika to stąd, żeśmy na zupełnie błędnej zasadzie oparli obliczenie błędów średnich. Popełniliśmy błąd logiczny, popełniany, niestety, bardzo często przy tego rodzaju obliczeniach. Zapomnieliśmy mianowicie, co jest przedmiotem badania. Są nim nie wahania bezwzględnej cukrowości między homologicznymi częściami różnych osobników, lecz różnice między sąsiednimi warstwami w tym samym osobniku. Błędy średnie powinniśmy byli obliczyć bezpośrednio dla tych różnic. Jeżeli to zrobimy, to dostaniemy zupełnie inny, tym razem prawdziwy obraz.

Różnice między warstwami:	a - b	b - c	c - d
u osobnika A	-1.06	+0.33	+1.53
" B	-1.32	+0.57	+1.35
" C	-1.15	+0.19	+1.82
" D	-0.78	+0.20	+1.64
Średnio	-1.08 <u>+0,113</u>	+0.32 <u>+0,088</u>	+1.58 <u>+0,099</u>

Widzimy więc, że nawet najmniejsza różnica, mianowicie między b i c — przekracza przeszło trzykrotnie swój błąd średni, obliczony prawidłowo.

ROZDZIAŁ III.

Doświadczenia rolnicze. Ograniczenie tematu. Planowanie doświadczenia.

Dotychczas mówiłem o metodach logicznych wykonywania najprostszych czynności, będących zakończeniem lub przechodnimi momentami doświadczenia, mianowicie wykonywania pomiarów, analiz etc. i wyciągania z nich wniosków, oraz przygotowywania materiału, na którym te czynności mają być wykonane, tj. brania średnich prób.

Obecnie przechodzimy do właściwych doświadczeń, tj. czynności bardziej złożonych, mających na celu wywołanie zjawiska, którego przebieg lub ostateczny wynik będzie podany obserwacjom, pomiarom etc.

43. *Zakres pojęcia doświadczenia rolniczego.* Rolnictwo w szerokim pojęciu, które mu się zwykle nadaje, a któremu lepiej odpowiada termin „gospodarstwo wiejskie“, obejmuje tak wielką ilość różnorodnych gałęzi głównych i pomocniczych, iż niema niemal nauki przyrodniczej, z którąby rolnictwo związanem nie było, a tem samem niema rodzaju doświadczeń, któreby nie mogły być jako rolnicze w najszerszem pojęciu tego słowa uważane.

Za „rolnicze“ mogą więc być uważane doświadczenia fizjologiczne — roślinne czy zwierzęce, doświadczenia fizyczne czy chemiczne, badania meteorologiczne lub prace geodezyjne (jak widzieliśmy, każdy pomiar jest właściwie doświadczeniem) itp., jeżeli celem jego jest wykrycie jakiegoś bądź ogólnego, bądź do pojedynczego wypadku ograniczonego „prawa“, którego znajomość jest pożyteczna bezpośrednio lub pośrednio dla rolnictwa. Jednakże tak szerokie ujęcie przedmiotu za daleko by nas zaprowadziło. Musimy więc temat nasz zacieśnić do granic doświadczeń rolniczych w ścisłym znaczeniu. Cóż w tem ciaśniejszem znaczeniu mamy za doświadczenie rolnicze uważać? jakie przyjąć kryterjum, wedle którego zaliczymy doświadczenie do tej kategorii lub z niej wykluczmy?

Przedewszystkiem musimy z góry sobie powiedzieć, że za cechę „doświadczenia rolniczego“ nie możemy uważać bezpośredniego stosunku użyteczności: w ten sposób bowiem wróciłibyśmy do naszego punktu wyjścia i musieli ogarnąć wszystkie nauki ścisłe: jakież bowiem doświadczenia bardziej bezpośrednio wpłynęły na rozwój rolnictwa jak te, które doprowadziły do wynalezienia metody Thomasa fabrykacji stali, albo do wiązania azotu z powietrza? Bezpośrednio służą rolnictwu analizy sztucznych nawozów, niwelacja terenów mających być osuszonymi lub nawodnionymi, budowa silników, specjalnie dla rolnictwa przeznaczonych i t. d. a przecież ani

doświadczeń elektrotechnicznych ani badań doświadczalnych nad ekspansją gazów przy spalaniu za doświadczenia rolnicze uważać żadną miarą nie można.

Nie możemy nawet za „rolnicze“ w ciaśniejszem znaczeniu uważać takich doświadczeń, które jako bezpośredni przedmiot badania mają zwierzęta domowe, rośliny lub rolę, gdyż zmusiłoby to nas zaliczyć do tej kategorii i włączyć do naszej metodyki całą metodykę badań medyczno-weterynaryjnych, badań petrograficznych, lub cytologiczno-botanicznych, które same w sobie stanowią bardzo obszerne i posiadające własną nie tylko wyrobioną ale bardzo rozgałęzioną metodykę badań dyscypliny. Z drugiej jednak strony nie możemy zamykać naszego przedmiotu w granicach czysto utylitarnych badań nad uprawą roślin, karmieniem i użytkowaniem zwierząt domowych, gdyż pomiędzy temi badaniami, a tą kategorią, o której poprzednio wspomniałem, istnieje mnóstwo stopni przejściowych, doświadczeń, które zarówno do rolniczych jak i do innych kategorii zaliczyć z równą słuszością można.

Wobec więc tego, że naturalnej granicy, zaczynając od której doświadczenie trzebaby uważać za „rolnicze“, niema, musimy stworzyć taką granicę konwencjonalną, umówioną.

Będę więc jako doświadczenia rolnicze uważał wszelkie badania, dotyczące żywienia i wychowu, względnie uprawy zwierząt i roślin i ich wpływu, na ilość i jakość wyprodukowanej masy zwierzęcej lub roślinnej. Metody logiczne badań nad zwierzętami i roślinami są te same, lecz technika ich różni się zasadniczo. Ponieważ zaś technika badań nad zwierzętami nie była nigdy przedmiotem mojej osobistej pracy, nie chcąc więc przekraczać mojej kompetencji, będę dotykał doświadczalnictwa zootechnicznego tylko ubocznie, o ile będzie chodziło o ogólne wspólne z doświadczalnictwem roślinnym metody. Głównie zaś zajmę się tem ostatniem.

44. *Planowanie doświadczeń.* Pod doświadczeniem naukowem rozumiemy świadome i celowe wywołanie szeregu zjawisk w warunkach, pozwalających nam na wykrycie stosunków panujących między niemi i ujęcie o ile można najściślejsze tych stosunków w formę matematyczną. Ażeby móc taki stosunek między zjawiskami wykryć, trzeba, żeby przebieg ich był o ile możności „czysty“, któryby pozwolił badaczowi ściśle rozpoznać, które z składowych części zjawisk wcześniejszych, które uważamy za przyczyny, wywierają ten lub inny wpływ na przebieg zjawisk następczych, czyli skutków. Rozpoznanie to jest tem pewniejsze i ściślejsze im zjawisko — przyczyna jest mniej złożone i im bardziej zjawisko-skutek jest ochronione od wpływu innych oprócz znanego badaczowi zjawiska-przyczyny czynników, co nazwaliśmy właśnie „czystością“ przebiegu.

Dzięki nieskończonej złożoności każdego, najprostszego nawet zjawiska i nieskończonej zmienności warunków, w jakich pozornie identyczne zjawiska przebiegają, nigdy żadne doświadczenie nie może mieć przebiegu zupełnie „czystego“ i nie jesteśmy w stanie zdania sobie sprawy z wszelkich szczegółów, w których się przebieg zjawisk różni. Na drodze jednak obserwacji i rozumowania nabywamy świadomości, że różnice w przebiegu zjawiska, wywołane przez zmianę niektórych czynników lub ich grup, są tak drobne, że ich zaobserwować nie jesteśmy w stanie, lub, że nie mają one ze względu na cel badania żadnego znaczenia. Na różnice więc tych czynników możemy nie zwracać uwagi i uważać je za praktycznie identyczne dla całej serii obserwowanych zjawisk. Takimi, zupełnie bez praktycznego znaczenia, będą np. zmieniające się w każdym elemencie czasu stosunki wzajemnego położenia ciał niebieskich ze względu na ruch wahadła.

Wpływ natomiast innych czynników jest poważny, lecz w większości wypadków nie jesteśmy w stanie na drodze bezpośredniej obserwacji zdać sobie sprawę z tego wpływu, szczególnie pod względem ilościowym. Uświadomić sobie ten wpływ możemy jedynie pośrednio drogą porównania dwóch lub więcej zjawisk, którym towarzyszące wszystkie warunki, z wyjątkiem tego jednego, o którego wpływ nam chodzi, są praktycznie identyczne.

Ponieważ taki przebieg zjawisk w naturze jest niezmiernie rzadki, tak, iż badacz ma bardzo małe prawdopodobieństwo spotkania się z niemi i zaobserwowania ich dokładnie, przeto nie pozostaje mu nic innego, jak takie zjawiska różniące się tylko jednym z warunków ich przebiegu, wywołać umyślnie, czyli wykonać doświadczenie. Teoretycznie rozumując, można przypuszczać, że dla zbadania wpływu pewnych warunków na przebieg zjawiska, niekoniecznie trzeba, żeby się te zjawiska różniły tylko jednym z nich.

Przez analogję z rozumowaniem matematycznym możnaby przypuścić, że możemy równocześnie badać wpływ wielu przyczyn, działających na przebieg zjawiska, tak jak możemy rozwiązywać równania z wielu niewiadomymi, i że wystarczy tylko dlatego powiększyć liczbę doświadczeń stosownie do liczby tych zmiennych warunków, których wpływ chcemy zbadać. I niewątpliwie jest to teoretycznie możebnem, jednak w praktyce takie badanie równoczesne kilku praw napotyka na tak niezmiernie trudności, wpływające z technicznych warunków doświadczenia, iż najczęściej wszelkie próby takie zawodzą, i że chcąc za wiele dowiedzieć się odrazu, nie dowiadujemy się niczego.

To też w miarę rozwoju doświadczalnictwa coraz to bardziej utrwała się zasada, że zagadnienia, do których rozwiązania dążymy, powinny być jak najbardziej proste, że każde doświad-

czenie, jakie mamy wykonać, powinno dać nam odpowiedź tylko na jedno pytanie. Postawienie sobie tego pytania w sposób najbardziej jasny jest pierwszą czynnością, którą należy wykonać, rozpoczynając doświadczenie.

Wszelka nieokreśloność, ogólnikowość przy postawieniu sobie tego pytania mści się ciężko na wynikach doświadczenia.

Do tego jednak, żeby móc sobie jasno określić pytanie, na które doświadczenie ma nam dać odpowiedź trzeba po pierwsze znać dokładnie, dziedzinę nauki, do której zagadnienie należy, i znać dokładnie doświadczenia, które już w tej dziedzinie zostały poprzednio wykonane, gdyż często samo rozumowanie logiczne nie wystarcza do tego, żeby zagadnienie sobie jasno postawić. Większość zagadnień biologicznych, do jakich należą doświadczenia rolnicze, wydaje się na pierwszy rzut oka nie wtajemniczonym bardzo prostymi. Tak też się na nie zapatrywali pierwsi badacze z tej dziedziny. Dopiero w miarę doświadczalnego badania każdego prostego na oko zagadnienia nabierało ono coraz to większej złożoności, rozpadało się na coraz to więcej poszczególnych zagadnień, wymagało zbadania z różnych punktów widzenia. Weźmy chociażby tylko pierwsze lepsze zagadnienie nawozowe np. działanie kwasu fosforowego.

Tak jak się ono przedstawiało Liebigowi i jego współczesnym wydawało się ono proste. Czy kwas fosforowy jest potrzebny dla roślin, czy przez wzbogacenie ziemi kwasem fosforowym można podnieść plony? Ale już po pierwszych doświadczeniach okazało się, że działanie kwasu fosforowego na roślinność można badać z niezmiernie licznych punktów widzenia: jakie jest minimum kwasu fosforowego, przy którym roślina może normalnie egzystować; jakie maximum kwasu fosforowego może roślina zużywać; w jakich fazach życia, dla tworzenia jakich organów roślina potrzebuje większych lub mniejszych dawek; w jakich koncentracjach i w jakich formach kwas fosforowy jest dostępny dla roślin; z jakich nawozów sztucznych lub naturalnych, ten lub inny gatunek jest go w stanie czerpać; w jakich rodzajach gleby ten lub inny nawóz fosforowy sztuczny, czy naturalny, daje się lepiej wyzyskać przez roślinę itd. itd., a wreszcie przechodząc do czysto praktycznych zagadnień, w jakich warunkach, pod jakiej rośliny, na jakiej glebie te lub inne nawozy fosforowe najlepiej się opłacają.

Każde z tych i ogromnej liczby innych do tegoż przedmiotu odnoszących się pytań wymaga w inny sposób przeprowadzonego doświadczenia.

Po za pytaniem, jakie zagadnienie ma nam doświadczenie rozwiązać, należy sobie jeszcze każdorazowo postawić inne: z jaką ścisłością chcemy mieć zagadnienie rozstrzygnięte; do tego stopnia minimum ścisłości, której wymagamy, musimy dostosować sposób i rozmiary jego wykonania.

Po ustaleniu tych dwóch punktów przystępujemy do uplanowania doświadczenia.

Ponieważ wiemy, że dla zbadania stosunku wzajemnego dwóch zjawisk (rozumie się, że każde z nich jest ze swej strony wypadkową bardzo wielu innych), do czego staramy się zawsze doświadczenie sprowadzić, jedyną drogą jest więcej niż jednokrotne wywoływanie zjawiska w ściśle tych samych warunkach pod względem wszystkich czynników, z wyjątkiem będącego przedmiotem badania, przeto musimy te *wszystkie inne* warunki tak unormować, żeby mogły być praktycznie, odtworzone w identyczny sposób przy każdym powtórzeniu się zjawiska, na którym polega nasze doświadczenie. Do tego trzeba przede wszystkim, żeby te warunki były ściśle określone. W doświadczeniach rolniczych, a więc wykonywanych przeważnie z żywymi istotami, jest to tem ważniejsze, że, jak wiemy, działanie każdego czynnika może być inne, zależnie od współdziałania innych. Tak więc np. działanie pewnej dawki P_2O_5 na daną roślinę może być inne w zależności od tego, czy roślina ma dosyć wilgoci czy nie.

Wpływ zaś danego stopnia wilgotności gleby na przyswajalność danej dawki P_2O_5 przez daną roślinę może być zależny od temperatury, od własności chemicznych czy fizycznych gleby itd.

Projektując więc doświadczenie, musimy się postarać o to, żeby jaknajwięcej czynników ubocznych, nie będących przedmiotem doświadczenia, mogło być ściśle określonych: a więc wracając do przykładu z kwasem fosforowym, trzeba, żeby gatunek gleby, gatunek a nawet ściśła odmiana rośliny itd. były możliwie najściślej ustalone.

Przy tem ustalaniu warunków w większej części wypadków można przyjąć za zasadę, że najłatwiej jest nam powtórzyć ściśle warunki wykonania doświadczenia wtedy, kiedy staramy się, żeby one były dla przebiegu zjawiska optymalnymi, tj. najbardziej sprzyjającymi, gdyż te jest łatwiej ściśle określić niż jakieś warunki połowiczne.

Inaczej asymilacja P_2O_5 będzie się odbywała w roślinie zdrowej niż w chorej. W zasadzie nie byłoby jednak sprzecznym z logiką porównywać wpływ danej dawki P_2O_5 na rośliny, dotknięte w określonym stopniu rdzą: tylko że ściśle określenie tego stopnia dotknięcia rdzą i wywołanie go w odpowiedniej chwili jest rzeczą niemożliwą, podczas gdy ściśle określenie tego, co to jest roślina, niedotknięta wcale przez rdzę, jest ściśle i proste.

Możemy względnie łatwo określić, co to jest dostateczna ilość wilgoci w ziemi. Natomiast określenie stopnia niedostateczności jest o wiele bardziej złożone.

Należy więc w większości rodzajów doświadczeń starać się o to, żeby warunki przebiegu zjawiska, a więc doświadc-

zeniach rolniczych warunki życiowe poddanych badaniu zwierząt czy roślin, były pod wszystkimi względami (rozumie się z wyjątkiem badanego czynnika) najkorzystniejsze.

Innemi słowy należy doświadczenie każde wykonywać w optimum warunków. Można bowiem przypuszczać, że najlepsza kombinacja warunków jest jedna, podczas gdy kombinacji gorszych w różnym, niemożliwym do ścisłego określenia stopniu, może być nieskończona ilość. Przykładem tego może służyć tak proste doświadczenie, jak próba kiełkowania nasion, dla określenia ich użytkowej wartości.

Te same nasiona zależnie od warunków, w których się kiełkowanie odbywa, mogą wydać bardzo różną ilość kiełków na 100 ziarn. Otóż, żeby mieć dane, dające się z sobą porównać i mogące służyć za podstawę handlowych transakcyj, ustosunkowania ilości wysiewu itd., wykonywa się próby kiełkowania w warunkach optymalnych dla danego gatunku, ażeby otrzymać najwyższą %-wą ilość kiełków, jaką dane nasiona są w stanie wydać. Orzeczenie więc stacji kontroli nasion powinno wykazać, jaką najwyższą ilość kiełków mogą dać dane nasiona, gdyż ta najwyższa ilość żywych kiełków jest jedyną dającą się ściśle określić charakterystyką kiełkowania. Do tego samego dąży się i przy doświadczeniach mających cele bardziej teoretyczne.

Lecz jest cała grupa doświadczeń, w których podobne zastosowanie optymalnych warunków byłoby raczej błędem: są to te np. doświadczenia o charakterze czysto praktycznym, użytkowym, z których wyciągnięte wnioski, nie mogą być rozszerzane na inne okoliczności i warunki lecz tylko ograniczone do tych, w których doświadczenia były wykonane. Tak więc np. przy badaniu opłacalności nawozów fosforowych można sobie postawić pytanie, jaką dany nawóz fosforowy da nadwyżkę plonu w ściśle określonych złych warunkach kultury. Rzecz prosta, że wyciągnięty z takiego doświadczenia wniosek ma zastosowanie tylko dla danego pola, czy danego gospodarstwa; nawet jednak w tego rodzaju doświadczeniach roślina powinna być pod wszelkimi innymi względami z wyjątkiem złej kultury pola postawiona w jak najlepszych warunkach.

W żadnym wypadku doświadczenia nie można wykonywać w warunkach, w których poddanej doświadczeniu istocie grożą chorobliwe komplikacje, o ile te chorobowe objawy nie mają być właśnie przedmiotem badania.

Choć jest to rzecz rozumiejąca się sama przez się, nie zawadzi jednak ją w tym miejscu przypomnieć: konieczność przystosowania rozmiarów doświadczenia do środków (czasu, personalu etc.), którymi się rozporządza, a bardziej jeszcze, które się będzie miało w czasie jego przebiegu do rozporządzenia. Trzeba pamiętać, że wszelkie doświadczenia, stanowiące całość, to jest mające dać wyniki, nadające się do porównania, muszą

być wykonane w najściślejszej jednakowych warunkach, a więc jeżeli to są doświadczenia wegetatywne, to wszystkie rośliny muszą być tego samego dnia posiane, być jednakowe i jednocześnie obrabiane, podlewane, zbierane, a często nawet, jeżeli chodzi o zbadanie nie dojrzałych słomy lub ziarna, lecz zielonej masy, to również jednego dnia badane.

Rozpoczęcie więc doświadczenia na tak wielką skalę, że powyższych warunków spełnić nie można, musi nieodzownie doprowadzić do tego, że doświadczenie się nie uda tj. jeżeli wykonujący je jest sumienny, nie zostanie ono doprowadzone do końca; w przeciwnym razie da fałszywe, lub co najmniej niepewne wyniki.

Może się wydawać czytelnikowi, że powyższe uwagi są zbyteczne jako bardzo proste i nieomal same się narzucają. Jednak praktyka życiowa przekonała mnie, że tak nie jest. Ogromna większość doświadczeń, prowadzonych nie tylko przez praktycznych rolników, ale nawet przez badaczy, szczególnie początkujących, grzeszy przeciwko tym podstawowym zasadom.

Rzadko kiedy doświadczałnik umie sobie postawić jasno zagadnienie ściśle określone, możliwie najprostsze i przystosować doświadczenie do celu i do środków wykonania.

Zasadnicze błędy w planowaniu doświadczeń spotyka się tam nawet, gdzie by się miało prawo ich nieoczekiwać. Tak np. w 1906 roku, pan D. profesor rolnictwa Wyższej Szkoły Rolniczej w Gembloux (Belgia) pokazywał mi z dumą doświadczenie z burakami. Słowa jego tak mi utkwiły w pamięci, że mogę je dosłownie prawie powtórzyć. „Widzi Pan“, mówił mi zacny staruszek, „na tej działce mam buraki Braci Dippe z dawką x kłgr. kwasu fosforowego na ar, na tej działce buraki Rabbethge i Giesecke z dawką y, a na tej 3ciej działce buraki Buszczyńskiego i Łążyńskiego z dawką z, w ten sposób jednocześnie zbadam działanie kwasu fosforowego i różnice między odmianami“ (!!!) Trzeba przypuszczać, że jest to krańcowy wypadek nieumiejętności logicznego myślenia, lecz, jeżeli plan taki mógł powstać w głowie profesora rolnictwa, to czegoż spodziewać się można od zwykłych praktyków.

Dla początkujących doświadczałników mogę podać następującą ogólną radę. Planując doświadczenie powinni oni zaczynać niejako od przeciwnego końca, mianowicie od opracowania jego jeszcze nie otrzymanych wyników. Zanim przystąpią do wykonania doświadczenia powinni oni mieć w głowie krytyczne sprawozdanie, tak jak je będą chcieli opublikować, względnie podać do wiadomości zainteresowanych. Przy tej czynności myślowej wystąpią nieraz jaskrawo rozmaite błędy w pierwotnym planie doświadczenia, błędy, które da się jeszcze poprawić.

45. *Części składowe doświadczenia.* Ze wszystkiego, com dotychczas powiedział, jest już widocznem, że każde doświad-

czenie, nawet najprostsze, jakim jest prosty pomiar, powinno być kilkakrotnie powtórzone tak dla zmniejszenia błędu doświadczalnego, jak i dla tego, żeby móc obliczyć błąd średni. Przy tych najprostszych doświadczeniach, powtarzamy je bez zmiany warunków. Przy doświadczeniach bardziej złożonych powtarzamy doświadczenie ze zmianą tych warunków, których wpływ chcemy zbadać. Lecz i w tym wypadku dla teje, co i w doświadczeniach prostych przyczyny, powtarzamy również zjawisko w warunkach tych samych, tak że każde doświadczenie, proste czy, złożone składa się z szeregu zamkniętych w sobie oddzielnych zjawisk, wywołanych przez badacza w celu ich porównania między sobą.

Te oddzielne stanowiące całość zjawiska, składające się na doświadczenie, nazywamy *członami doświadczenia*.

Te z nich, które wywołujemy w warunkach identycznych (a przynajmniej uważanych przez nas za identyczne), nazywać będziemy *członami homologicznymi*. Gdyby warunki ich przebiegu były rzeczywiście ściśle takie same, to wyniki wszystkich członów homologicznych powinny być ściśle identyczne. Różnice między nimi są wynikiem błędów doświadczalnych. Człony homologiczne nazywają często „powtórzeniami“ co jest o tyle niedogodne, że możemy również mówić o powtórzeniu doświadczenia jako całości, t. j. wszystkich członów jego.

Członami *analogicznymi* będziemy nazywać członów tego samego złożonego doświadczenia, różnych doświadczeń lub szeregów doświadczeń nie identycznych lecz podobnych, zajmujące w nich odpowiednie sobie miejsca. Różnice między wynikami członów analogicznych nie muszą być oczywiście identyczne.

Wynikami *cząstkowymi*, jak to widzieliśmy w rozdziale 3cim, będziemy nazywać średnie arytmetyczne z analogicznych lub homologicznych członów doświadczenia.

ROZDZIAŁ IV.

Doświadczenia wegietacyjne.

46. *Uwagi ogólne.* Nauka rolnictwa jest w swej głównej treści nauką o użytkowaniu energii świetlnej słońca dla produkcji materji organicznej w postaci najbardziej odpowiadającej ludzkim potrzebom za pośrednictwem roślin chlorofilowych.

Wszelkie zabiegi zdążające do tego można podzielić na dwie grupy. Pierwszą z nich jest wyszukanie do celu wyzyskania światła najbardziej do tego odpowiednich gatunków czy odmian roślin. Zostawiając na boku sprawę otrzymywania tych

odmian, jako należąca do innej dziedziny naukowej, możemy zadanie działu doświadczalnictwa, zajmującego się opracowaniem związanych z tem zagadnień, scharakteryzować w następujący sposób: Znaleść, która z odmian, któremi rolnik w danej chwili rozporządza, wyzyskuje w danych warunkach rolniczych energję świetlną najlepiej tak pod względem ilościowym jak i jakościowym.

Druga grupa czynności rolniczych ma na celu danie odmianom, które rolnik wybrał, najlepszych warunków wegetacji. Zadaniem więc doświadczalnika jest znaleźć, jakie warunki rolnicze pozwalają odmianie, czy odmianom, któremi rozporządza rolnik, wyzyskać najlepiej energję świetlną.

Rozwiązanie pierwszego z tych zagadnień osiągamy za pomocą doświadczalnego porównania między sobą różnych odmian w tych samych warunkach. Do rozwiązania drugiego zagadnienia dążymy przez poddanie jednej odmiany różnym warunkom wegetacyjnym.

Warunki wegetacyjne możemy podzielić z kolei na kilka kategorii: działanie światła i ciepła, działanie wody, działanie składników mineralnych, gleby, wreszcie wpływ fizycznych własności gleby, na które wpływa z jednej strony natura samej gleby (jej pochodzenie, skład chemiczny i mineralogiczny itd.), a z drugiej strony uprawa mechaniczna, nawożenie i wpływ roślin uprawianych.

Wpływ każdego z tych warunków wegetacyjnych może być inny na każdy gatunek, a nawet na każdą odmianę roślin. Więcej nawet! Każdy z tych czynników wegetacyjnych może na daną odmianę wpływać inaczej, zależnie od kombinacji wszystkich innych warunków, które mu towarzyszą. Widzimy więc, że zagadnienia naukowo-rolnicze, jako polegające na dążeniu do odpowiedzi na pytania, wynikające z kombinacji tych wszystkich bardzo licznych czynników są wprost nieskończenie liczne. Gdyby każde z nich trzeba było rozwiązywać oddzielnie, nie możnaby było mówić o nauce rolnictwa, lecz tylko o nieskończonej ilości oddzielnych zagadnień, w miarę rozwiązywania których otrzymywalibyśmy coraz to liczniejsze szeregi recept i przepisów, służących każda dla oddzielnego wypadku lub nielicznej ich grupy. Na szczęście tak nie jest. Zjawiska w naturze, jakkolwiek się nigdy nie powtarzają w ściśle jednakowy sposób, przebiegają jednak według ogólnych praw, których znajomość pozwala nam przewidzieć w przybliżeniu przebieg przyszłych zjawisk, należących do tej samej kategorii, co już zbadane.

Jeżeli są to zjawiska stosunkowo proste, jak większość zjawisk fizycznych, jak wiele odczynów chemicznie czystych ciał, to przebieg ich może być przewidziany z przybliżeniem niezmiernie wielkiem, nieraz, praktycznie biorąc, nieskończonem.

Przy badaniu jednak zjawisk, tak niesłychanie złożonych, jak zjawiska biologiczne, przewidywanie to z natury rzeczy musi być mniej ścisłym.

Jednakże przez rozpoznanie, jakie przyczyny lub grupy przyczyn, wywierają na przebieg zjawiska biologicznego większy wpływ, które zaś mniejszy, w porównaniu z tamtymi znikomy, możemy przewidywać przebieg zjawisk nie tylko ze ścisłością niejednokrotnie wystarczającą do celów praktycznych (utilitarnych, czy naukowych) lecz możemy nawet przewidzieć granice tej ścisłości.

Poznanie przebiegu zjawisk i stosunków przyczynowych między nimi osiągamy drogą doświadczenia. O ile chcemy, żeby to doświadczenie pozwoliło wyciągnąć daleko idące wnioski tj. pozwoliło przez odkrycie prawa przewidzieć z dostateczną ścisłością możliwie wielką ilość przyszłych zjawisk, trzeba, żeby w doświadczeniu tem był zbadany wpływ na przebieg zjawiska najbardziej ogólnych przyczyn, które występują o ile możności w największej liczbie innych zjawisk i wywierają na ich przebieg przeważny wpływ tj. wpływ taki, że wobec niego wpływ innych przyczyn jest praktycznie znikomy, lub też jako znany z innych doświadczeń, da się z góry obliczyć i uwzględnić w przewidywaniach.

Czy przy badaniu zjawisk z jakiejś dziedziny winniśmy zaczynać od zbadania tych przyczyn ogólniejszych, ogarniających, czy przeciwnie od badania praw, działających w ciasnym zakresie, tego w formie przepisu podać nie można: nauka bowiem we wszystkich swoich działach szła obydwoma temi drogami. Równoległe prawie z odkryciem wszechogarniającego prawa ruchu wahadła, były odkrywane i mniej ogólne prawa ściśłości gazów i t. p. Równoległe z odkryciem wszechogarniającego świat roślinny, prawa mitozy, pracuje się nad rozmaitemi szczegółikami z dziedziny cytologii, z których każdy pojedynczo oświetla nieraz niewielki tylko zakres zjawisk, ale które dopiero razem wzięte pozwolą utworzyć jakąś szerokie kręgi ogarniającą hipotezę, której może będzie danem zmienić się z czasem w teorię. W dziedzinie nauk rolniczych ta równoległość w opracowaniu doświadczalnym praw, mających szerokie zastosowanie, z opracowaniem szczegółów, mających często znaczenie jedynie lokalne, jest zjawiskiem stałym i tylko idąc równoległe temi dwiema drogami można z jednej strony zdawać sobie sprawę z granic, w jakich prawo ogólne ma zastosowanie, z drugiej zaś łączyć oddzielne zjawiska w ramy ogólniejszych teorii.

Dla zbadania tych ogólniejszych praw musi się przeprowadzać doświadczenia w warunkach, w którychby zjawiska wegetacyjne przebiegały w sposób taki, żeby dla badacza było o ile możności najłatwiejszem ściśle określenie wszystkich warunków tego przebiegu. Następnie zaś w takich, żeby ba-

dacz miał możność myślowego wyeliminowania wpływu wszystkich innych warunków z wyjątkiem tego, lub tej ich grupy, których zbadanie ma na celu.

Do wykluczenia wpływu pewnych warunków na wynik doświadczenia dochodzi się, jak wiemy, przez to, że się te warunki pozostawia niezmiennymi, zmienia się zaś tylko te, o zbadanie wpływu których chodzi.

Pierwszem więc zadaniem badacza przy przeprowadzaniu doświadczeń wegetatywnych jest stworzenie dla rośliny warunków, po pierwsze o ile możności ściśle określonych, a po drugie warunków możliwie jednostajnych.

47. *Doświadczenia wazonowe i polowe.* Najwyższy stopień zbliżenia się do tego ideału możemy osiągnąć wtedy, gdy roślinę hodujemy na sztucznie przygotowanym podłożu z ochronieniem jej od wszelkich niemożliwych do przewidzenia z góry wpływów przypadkowych, jako to: szkodników, zjawisk meteorologicznych itd., na które roślina jest narażona przy wegetacji w ogrodzie lub w polu. Osiągamy to przez wykonanie doświadczeń w a z o n o w y c h, w których jesteśmy w możności dać każdej roślinie, lub grupie roślin, ściśle jednakową ilość ściśle jednakowej ziemi, chronić ją przed szkodnikami, inne zaś czynniki jak to wodę, pokarmy, itp. normować w sposób taki, jaki nam dla celów doświadczalnych jest potrzebny.

Pewne doświadczenia wazonowe o charakterze czysto rolniczym, wykonywał jeszcze w XVIII wieku Home, w nowszych zaś czasach rozpowszechnił je Prof. Paweł Wagner w Damsztadzie przed 50 laty... Przed nim były wykonywane bardzo liczne doświadczenia wazonowe w celach wprawdzie blisko interesujących rolnika, lecz o charakterze bardziej ogólnym, mianowicie doświadczenia fizjologiczne (kultury wodne, piaskowe itd.). Różnicy zasadniczej między temi dwiema grupami, ani pod względem wykonania, ani pod względem sposobu wyciągania wniosków niema.

Różnią się one tylko tem, że doświadczenia fizjologiczne mają na celu odkrycie praw szerszych, w ramach, których obracają się prawa bardziej szczegółowe, które nazywamy rolniczemi. Tak więc np. doświadczenia, mające na celu stwierdzenie wpływu różnych dawek kwasu fosforowego na zjawiska wegetacyjne będzie doświadczeniem fizjologicznem o ogólniejszym znaczeniu. Badanie zaś stopnia przyswajania kwasu fosforowego, podanego w postaci danego nawozu sztucznego, będzie doświadczeniem o charakterze bardziej rolniczym.

Wyniki doświadczeń nad wpływem kwasu fosforowego danego roślinom w formie całkowicie przyswajalnej na cały szereg roślin, dadzą nam więc prawo ogólne, że tak powiem, ramowe, w którego granicach będą się obracały, prawa szczegółowe, dotyczące wpływu różnych nawozów fosforowych na różne rośliny.

Obie te kategorie doświadczeń mają na celu wykrycie jakiegoś prawa, szerszego lub ciaśniejszego. Idąc jednak dalej w tym kierunku, możemy dojść nareszcie do doświadczeń o tak ciasnym zakresie, iż wykryte przez nie prawo może dotyczyć tylko jednego pojedynczego zjawiska np. może stacja rolnicza doświadczalna, mieć sobie zleconem zbadanie danego nawozu fosforowego na daną roślinę na danym gatunku gleby.

Jednak nawet doświadczenie, mające na celu rozwiązanie tak szczegółowego czysto utylitarnego zagadnienia, powinno być wykonane w czysto naukowy sposób, gdyż tylko wtedy może dać godny zaufania wynik. A przytem nawet takie najciaśniejsze doświadczenie może, o ile jest naukowo wykonane, stanowić w zestawieniu z innymi przyczynek do poznania jakiegoś ogólniejszego prawa.

Pomimo jednak, że najbardziej odpowiadają warunkom ścisłości naukowej, doświadczenia wazonowe i w ogóle doświadczenia laboratoryjne nie mogą dać odpowiedzi na wszystkie pytania, które stawiają nauka i rolnictwo.

Przyczyna tego leży głównie w sztuczności warunków, które się daje roślinom przy takich doświadczeniach.

Ażeby się więc przekonać o zastosowalności prawa, odkrytego na drodze doświadczeń wazonowych, w praktyce rolniczej, trzeba je w warunkach praktyki sprawdzić i zbadać odchylenia od tego prawa, jakim będzie przebieg zjawisk podlegać w zmienionych i zmiennych warunkach naturalnych.

Inaczej mówiąc, prawo, znalezione drogą doświadczenia wazonowego, będzie prawem szerszem, ramowym, a zadaniem doświadczeń, przeprowadzonych w warunkach normalnego rolnictwa, będzie odkrycie praw bardziej szczegółowych, obowiązujących w granicach tamtego.

Jednym słowem, doświadczenia rolnicze, wykonywane w normalnych warunkach wegetacji, które będziemy nazywali doświadczeniami polowymi w przeciwieństwie do doświadczeń wazonowych, mają na celu sprawdzenie zastosowalności praw naukowych do celów praktycznych.

Lecz są i czysto naukowe zagadnienia, które tylko drogą doświadczeń polowych rozwiązać można. Wystarczy wymienić różne zagadnienia, dotyczące dziedziczności, które, wymagając zbadania bardzo licznych osobników, idących w tysiące, nie mogą być wykonywane w naczyniach. Wykonanie więc doświadczenia w wazonie lub na polu samo przez się nie stanowi o jego naukowym lub praktyczno-rolniczym charakterze.

Zresztą między doświadczeniami wazonowymi, a polowymi niema również ostrej granicy, pomiędzy bowiem krańcowymi formami doświadczenia wegetacyjnego, jakim jest z jed-

nej strony doświadczenie w kulturze wodnej, platynowej, lub kwarcowej, a z drugiej doświadczenie na zwykłym folwarcznym polu, istnieje cały szereg form przejściowych: kultury naczyniowe w piasku, w glebach naturalnych, doświadczenia w wielkich naczyniach cementowych, jakimi są np. lizymetry, w parcelach obmurowanych z sztuczną glebą, na zwykłych grzędach z ziemią ogrodową sztucznie spreparowaną, wreszcie na parcelach polnych specjalnie dobranych, i w specjalny precyzyjny sposób uprawianych. Im się od doświadczenia polowego bardziej zbliżamy ku doświadczeniu wazonowemu w kulturze wodnej, tem bardziej umożliwiamy sobie wyrównanie warunków z wyjątkiem tego, którego wpływ chcemy zbadać, a więc uniknięcie przypadkowości, lecz równocześnie z tem powiększamy sztuczność warunków, w których roślina żyje i zmniejszamy zakres, w którym technicznie doświadczenie wykonać możemy.

48. *Charakter porównawczy doświadczeń rolniczych.* Wszystkie doświadczenia wegetacyjne, czy to czysto naukowe czy praktyczne mają wraz z innymi doświadczeniami biologicznymi jedną zasadniczą wspólną cechę, odróżniającą je od większości innych doświadczeń (jak fizycznych i chemicznych). Jest nim ich charakter wybitnie porównawczy. Właściwie każde doświadczenie posiada ten charakter, tak jak je posiada wogóle cała ludzka wiedza, polegająca na porównywaniu między sobą zjawisk i grupowaniu ich wedle wspólnych cech. Każde bowiem doświadczenie przy powtórzeniu, daje nam identyczny wynik tylko, jeżeli będzie powtórzone w identycznych z poprzednim warunkach. Przy doświadczeniach fizycznych lub chemicznych możemy jednak te warunki dowolnie zmieniać i przy dostatecznej umiejętności i środkach technicznych możemy to samo doświadczenie powtórzyć w dowolnym czasie i miejscu w warunkach zupełnie takich samych (praktycznie biorąc), w jakich było wykonane w zupełnie innym miejscu i w zupełnie innym czasie. Dlatego też określenie ciężaru cząsteczkowego jakiegoś związku daje nam prawie zupełnie te same wyniki, gdziekolwiek i kiedykolwiek je wykonamy tą samą metodą, różnice zaś między wynikami są skutkiem nieuniknionych błędów doświadczalnych.

Inaczej ma się rzecz z doświadczeniami biologicznymi, przedewszystkiem zaś wegetacyjnymi. Doświadczenie, wykonane na jednym zwierzęciu może nam dać inny wynik niż dokonane w tym samym czasie na innym zwierzęciu tego samego gatunku i rasy, gdyż jak wiemy nie ma dwóch osobników tej samej rasy identycznych między sobą. Doświadczenie, wykonane na tym samym osobniku w różnym czasie, może dać również różne wyniki, gdyż każde żywe stworzenie jest zmienne w czasie. Jednak widzieliśmy w rozdziale 2im, że różnice w wynikach doświadczenia, będące skutkiem zmienności mię-

dzy-osobnikowej zwierząt i roślin możemy do pewnego stopnia wyrównać przez wzięcie do doświadczenia odpowiednio wielkiej liczby odpowiednio dobranych osobników, czyli przez zastosowanie wielkości *średniej próby* do wymaganej ścisłości. Warunki zewnętrzne a więc zasadnicze: paszę, temperaturę powietrza w lokalu doświadczalnym itd. możemy wyrównać stosunkowo z dużym stopniem dokładności.

Tymczasem przy doświadczeniach wegietycyjnych (z roślinami) rzecz ma się inaczej. Możemy wyrównać przy tych doświadczeniach w bardzo wysokim stopniu gatunek gleby, ilość pokarmów i wody, a nawet przy doświadczeniach w zamkniętych budynkach zawartość CO₂ i wilgoci w powietrzu, ale jesteśmy bezsilni wobec tak zasadniczego czynnika, jakim jest światło słoneczne (o ile doświadczenia nie wykonujemy przy sztucznym oświetleniu, co jednak dotychczas tylko w zupełnie wyjątkowych wypadkach znajduje zastosowanie). Wskutek nieskończonej, można powiedzieć, zmienności warunków oświetlenia w każdym odcinku czasu, można porównywać z sobą wyniki doświadczeń wegietycyjnych, jedynie tylko, o ile są w tym samym czasie wykonane, i należy tę jednoczesność rozumieć w sposób *zupełnie ścisły*. Jeden dzień różnicy w posiewie roślin, przeznaczonych do doświadczenia, może, choć niekoniecznie musi, wywołać różnice w wyniku ostatecznym. O ile doświadczenie wykonujemy na wolnym powietrzu, nie w sztucznie ogrzewanym budynku, to przybywa nam do zmienności warunków oświetlenia jeszcze nieskończona zmienność, temperatury, wilgotności powietrza, itd.

Te względy sprawiają, że żadne doświadczenie wegietycyjne, mające na celu zbadanie wpływu jakiegoś czynnika, nie pozwala na wyciągnięcie ścisłych wniosków, jeżeli nie zostało wykonane porównawczo z innymi doświadczeniami, które uważamy niejako za wzorzec, z ścisłym zachowaniem jedności czasu i miejsca.

Dlatego też tylko w wyjątkowo rzadkich wypadkach absolutny wynik doświadczenia może być odpowiedzią na pytanie, które rozstrzygnąć chcemy, a więc gdy chodzi o zbadanie zjawiska stosunkowo prostego, łatwego do powtórzenia w dających się ściśle odtworzyć warunkach, a przede wszystkim gdy chodzi o odpowiedź na pytanie, dotyczące pojedynczego, danego, konkretnego wypadku, np. siły kiełkowania danej próbki nasion.

W ogromnej większości doświadczeń wynik absolutny, np. bezwzględny plon, zawartość procentowa skrobi i t. d. ma znaczenie tylko jako charakterystyka całokształtu warunków, w których doświadczenie zostało wykonane. Tak więc np. jeżeli w doświadczeniu wegietywnym wazonowym lub polowym dostaliśmy niski absolutny plon rośliny, albo niską zawartość skrobi, to mamy w tem dowód, że całokształt warun-

ków wegetacji był niekorzystny, że więc postulatowi zbliżenia się do optymalnych warunków nie stało się zadość.

W oświetleniu zaś tych bezwzględnych wyników dopiero wynik porównawczy daje nam odpowiedź na pytanie.

ROZDZIAŁ V.

Doświadczenia wazonowe.

49. *Ośrodek (substrat) doświadczenia wegetacyjnego.* Zagadnienia, które nam mają rozstrzygnąć doświadczenia wegetacyjne, a zatem i sposoby ich przeprowadzenia mogą być wprost nieskończenie liczne. Nie byłoby więc celu w kazuistycznym przedstawianiu sposobów ich wykonania. Zadowolnię się zatem tylko kilku ogólnymi wskazówkami, tembardziej, że doświadczenia wazonowe bywają wykonywane przeważnie tylko w zakładach naukowych, gdzie początkujący pracownicy mają możliwość nabycia potrzebnych wiadomości bezpośrednio od starszych wytrawnych badaczy, podczas gdy przeciwnie, do doświadczeń polowych biorą się bardzo często ludzie bez żadnego w tym kierunku przygotowania.

Po postawieniu sobie zagadnienia, które drogą doświadczeń wazonowych chcemy rozwiązać, należy zdecydować cały szereg technicznych szczegółów wykonania. A więc, w jakim substracie, w jakiej wielkości naczynia, na jaką skalę tj. z jaką ilością naczyń czy roślin dla każdej kombinacji warunków chcemy pracować.

Co do pierwszego pytania, to decydującym w wielu razach jest sam cel doświadczenia. Im bardziej chodzi nam o wyciągnięcie wniosków, mających szerokie zastosowanie, niezależne od przypadkowych własności gleby itp. tem substrat powinien być bardziej neutralnym, a więc powinniśmy w takich razach stosować przedewszystkiem kultury wodne lub kultury w czystym piasku kwarcowym. Który zaś z tych substratów jest właściwszy dla większości doświadczeń fizjologicznych — zdania badaczy są podzielone.

Kultury wodne mają tę dobrą stronę, że pozwalają wszystkim roślinom dostarczyć substratu bezwzględnie jednakowego. Natomiast ich słabą stroną jest to, że dla korzeni roślin ziemnych, woda stanowi bądź co bądź nienaturalny ośrodek.

Jest nawet cała grupa doświadczeń, dla których się kultury wodne zasadniczo nie nadają, np. badania nad przyswajalnością pokarmów słabo rozpuszczalnych lub wcale nierozpuszczalnych w wodzie itd.

Kultury piaskowe przedstawiają mało co gorszy pod względem jednolitości substrat niż woda. O ile mamy do czynienia z piaskiem czysto kwarcowym, to jest on również zupełnie neutralny względem roślin jak woda, a przedstawia tę korzyść, że korzenie znajdują w nim ośrodek bardziej podobny do tego, do którego są przystosowane.

Wprawdzie niektórzy badacze, jak Knopp, nie przyznają piaskowi wyższości i przekładają dla czysto teoretycznych badań, gdzie się ona da zastosować, wodę. Natomiast Wagner, Pfeiffer, Mitscherlich, Hellriegel i inni przekładają piasek. Pierwszy z nich tj. Wagner uważa jednak, że i piasek może znaleźć zastosowanie jedynie do doświadczeń teoretycznych, podczas gdy do doświadczeń o charakterze bardziej praktycznym powinna być stosowana ziemia.

O ile chodzi o zagadnienia, w których wchodzi w grę absorbcja pewnych związków i inne tego rodzaju zjawiska, to ma on niewątpliwie rację, jak również w tych wypadkach, gdy chodzi o specjalne reakcje określonego gatunku gleby np. nityfikację lub denitryfikację. W większości jednak wypadków, w których chodzi o zachowanie się samych roślin względem pokarmów mineralnych, tam badacze jak Tacke, Gerlach, Schneidewind, Mitscherlich, Pfeiffer i inni otrzymywali bardzo zbliżone wyniki z doświadczeń wykonywanych w piasku jak i na rozmaitych gatunkach gleby. Wiemy jednak o tem, że tak było, dopiero *ex post*. Z góry tego przewidzieć nie można dla nowych, jeszcze nie zbadanych zjawisk. Dlatego też sądzę, że pomimo zgodności wyników rzeczonych autorów, należy w doświadczeniach, które mają na celu zdobycie praw o szerszem znaczeniu, brać jako punkt wyjścia doświadczenia kwarcowo-piaskowe, gdyż przy nich jedynie da się ściśle określić warunki, w których doświadczenie zostało wykonane.

Dopiero otrzymawszy wyniki dla kultury piaskowej należy je sprawdzać dla innych substratów. Dobrą metodą dla takiego sprawdzania jest stopniowane dodawanie do piasku domieszek ściśle określonego składu, a więc glinki o wiadomym składzie chemicznym i mechanicznym, torfu itd.

Przy kulturach piaskowych, szczególnie jeżeli pracuje się z grubym piaskiem, otrzymuje się często niskie plony, które zatem nie odpowiadają postulatowi optymalności warunków. Przyczyną tego, jak się pokazało, w większości wypadków jest słaba włoskowatość takiego piasku, wskutek której woda zbiera się w dolnej warstwie, górna zaś pozostaje suchą. Dobrym środkiem na to jest używanie, o ile możliwości niskich naczyń. Doradzają również w celu powiększenia włoskowatości zmieszania piasku z jakimś drobnoziarnistym zupełnie neutralnym materiałem np. siarczanem baryty. Nie wiem jednak, czy metoda ta była w praktyce dokładnie wypróbowana: sądzę, że ją zastosować można tylko tam, gdzie wodę dostarcza się roślinom od spodu, gdyż przy polewaniu z góry drobno ziarn-

nisty siarczan-baryty może być splukiwany do dolnych warstw, przytem niekoniecznie jednakowo we wszystkich naczyniach.

Przy doświadczeniach piaskowych należy również zwrócić uwagę na to, że wskutek słabej włoskowatości, woda się w piasku nierównomiernie rozdziela w całej warstwie. Przy polewaniu piasku mogą się więc tworzyć w naczyniach gniazda piasku suchego, w których korzenie rośliny obumierają. Żeby temu zapobiedz, należy piasek przed napełnieniem naczynia dokładnie wymieszać z wodą, rozumie się z ścisłym zachowaniem jednakowego wagowego stosunku wody do piasku we wszystkich wazonach. W tym celu trzeba piasek mieszany z wodą przygotowywać dla każdego wazonu oddzielnie.

O tem, że piasek przed użyciem do doświadczenia powinien być dokładnie przemyty kwasami i wodą i zanalizowany — mówić nie potrzeba.

Samo się przez się rozumie, że te wszystkie ostrożności należy głównie zachowywać w tych doświadczeniach, w których chodzi o badania nad odżywianiem się roślin i przy tem dostosowywać je do bezpośredniego przedmiotu doświadczenia. Tak więc np. dla doświadczeń nad działaniem kwasu fosforowego nie może być szkodliwą obecność w substracie pewnych ilości potasu, wapna, azotu i i., gdyż i tak dodamy te ciała w ilości tak wielkiej, żeby żadno z nich nie mogło się okazać w minimum w stosunku do najwyższej dawki kwasu fosforowego.

W doświadczeniach, w których przedmiotem badania jest nie wpływ związków pokarmowych, lecz jakieś inne zagadnienie np. wpływ ciepła, światła, mechanicznych uszkodzeń, infekcji przez pasożyty, dalej niektóre zagadnienia genetyczne itp. rodzaj substratu jest mniej ważny. Powinien on być naogół takim, żeby rośliny w nim jak najlepiej prosperowały.

Z wyjątkiem tego rodzaju doświadczeń, o ile pracujemy nie z kulturami wodnemi lub piaskowemi (z bardzo czystym piaskiem) trzeba wielką uwagę zwrócić na dokładne wymieszanie ziemi, żeby skład jej we wszystkich naczyniach był jednakowy, co jak widzieliśmy w jednym z poprzednich rozdziałów, jest rzeczą bardzo trudną.

Dla otrzymania możliwie najjednorodniejszego substratu dla wszystkich wazonów należy zastosować metodyczne mieszanie i metodyczne branie prób, najlepiej „w ruchu“ o ile się ma do tego odpowiednie urządzenia, gdyż, oczywiście, ziemię wypełniającą oddzielne wazony można uważać za średnie próby i należy dążyć do tego, żeby ich błąd średni był jak najmniejszy.

Mogę do wymieszania ziemi polecić bardzo prosty przyrząd, który może być zbudowany domowymi środkami, a który

działa z nadzwyczajną dokładnością, nie powinien więc brakować w żadnej stacji doświadczalnej, tembardziej, że można go używać również do mieszania innych ciał sypkich.

Przyrząd ten, pomysłu Pfeiffer'a i opisany w jego „Vegetationsversuch“, składa się z pionowej rury o kwadratowym przekroju o świetle około 15×15 cm, zbitej z czterech desek i zaopatrzonej na górnym końcu w lej do wsypywania ziemi i w dno o kształcie czworokątnej piramidy, naprzeciwko każdego boku której znajdują się wyloty z również kwadratowymi lub okrągłymi rurami, pochylonemi do pionu na jakieś $45 - 50^\circ$. Przez główną pionową rurę są poprzeciągane w poprzek w różnych kierunkach druty, o które się rozbijają grudki ziemi i które przyspieszają wymieszanie.

Ciało, mające być wymieszane, wysypuje się do leja; spadając rozбивa się ono o wewnętrzne przegrody i przez cztery wyloty rozdziela się na cztery mniej więcej równe kupy. Usuwamy je na bok i powtarzamy tę samą czynność w ten sposób, że czerpakiem wysypujemy ciało sypkie do leja kolejno po jednym czerpaku z każdej kupy. Po kilkakrotnem powtórzeniu tej czynności otrzymujemy mieszaninę wyrównaną bardzo dokładnie, o ile, rozumie się, nie składa się ona z części różniczkujących się w ruchu, a więc np. z owsa i wyki lub t. p.

Próby tego przyrządu, wykonywane z sztucznymi mieszaninami różnych ciał, dawały już po czterokrotnem przepuszczeniu przezeń, mieszaninę jednolitą, której różne próbki różniły się między sobą zaledwo w małych ułamkach procentu.

Ja używam tego przyrządu z dobrym skutkiem w Zakładzie Roln. Dośw. Un. Jag. Ziemia ogrodowa wzięta z miejsc bardzo rożnacie uprawianych i nawożonych, po 5-ciokrotnem wymieszaniu i wsypaniu do wazonów, wykazała między różnymi wazonami różnice w zawartości azotu niedochodzące do 0.001% , co odpowiada około 3 kg azotu na hektar. Nie jest to różnica bynajmniej znikoma, ale, jak widzieliśmy w rozdz. 3-cim, przy zwykłych metodach mieszania różnice te bywają wielokrotnie wyższe.

50. *Materiał wazonów.* Doświadczenia wegetacyjne powinny być, oczywiście, wykonywane w wazonach zrobionych z materiału neutralnego tak czynnie jak i biernie, tj. któryby z jednej strony się nie rozpuszczał pod działaniem wody z roztworzonymi w niej solami lub korzonków ssących, z drugiej strony, któryby temi solami nie nasiąkał, nie przepuszczał ich przez siebie wraz z wodą, a wreszcie, któryby nie stanowił gruntu dla rozwoju jakichś mikroorganizmów szkodliwych lub pożytecznych.

Najlepiej warunkom tym odpowiadają naczynia szklane, gdyż jakkolwiek szkło jest rozpuszczalne w wodzie i w zetknięciu z korzonkami, jednak rozpuszczalność ta jest znikomo mała i w olbrzymiej większości wypadków nie może na wynikach zaważyć.

Przeźroczystość szkła, która może być szkodliwą dla korzonków nieznoszących światła, daje się łatwo usunąć przez pociągnięcie naczyń farbą naprzód czarną a po wierzchu białą (dla uniknięcia zbytniego nagrzewania przez światło), albo też przez pokrycie wazonów filcowymi futerałami.

Pokrycie filcowym futerałem, albo też umieszczenie w skrzynce drewnianej, może być pożytecznem również i dla nieprzeźroczystych naczyń, gdyż chroni korzenie od zbyt wielkich wahań temperatury, przy szklanych zaś wazonach pozwala dokonywać przynajmniej powierzchowne obserwacje nad zachowaniem się korzeni.

O ile dla jakiegoś powodu nie mamy możliwości zastosowania naczyń szklanych, to najlepsze na ich miejsce będą naczynia cynkowe, wylane wewnątrz parafiną lub lakiem asfaltowym dla ochrony samego naczynia przed nagryzaniem przez kwasy. W większości stacji doświadczalnych są używane głównie naczynia cynkowe do wszelkich doświadczeń wegetacyjnych. Naczynia z gliny palonej byłyby dobre, gdyby nie to, że żadne polewy nie wytrzymują działania rozpuszczającego korzonków ssących i zmian temperatury, tak, że po jakimś czasie naczynie pokrywa się rysami, przez które sole przenikają do ścian naczynia, a nawet wykwitają na stronę zewnętrzną.

Jednak dla wszystkich tych doświadczeń, w których nie chodzi o chemiczne zjawiska, mające siedlisko w ziemi, takie naczynia, a nawet naczynia niepolewane lub zgoła drewniane mogą być zupełnie przydatne.

Zarzut, który robią wazonom glinianym, że trudno jest dostać kilkanaście naczyń ściśle jednakowego kształtu, może w pewnych razach być słusznym, jednak, jak zobaczymy, zdaje się, że obawy, co do tego bywają zwykle przesadzone.

51. Wielkość i kształt wazonów. O wielkości wazonów do doświadczeń wegetacyjnych przedewszystkiem decyduje ilość roślin, które chcemy wyhodować w każdym oddzielnym wazonie, a następnie powierzchnia, którą każdej z tych roślin dać pragniemy. O ile więc roślinom chcemy dać warunki możliwie najbliższe do warunków uprawy polowej t.j. hodować je w zwartej masie, to w naczyniu o tej samej średnicy pomieścimy daleko więcej roślin niż jeżeli chcemy każdej roślinie dać dosyć miejsca do jak najsilniejszego indywidualnego rozwoju. Nie znaczy to jednak, żebyśmy w takim razie mogli zawsze zadowolnić się wazonem o średnicy znacznie mniejszej, niż kiedy chcemy każdej roślinie dać większą przestrzeń. Gdyż trzeba wziąć pod uwagę, że rośliny zewnętrzne znajdują się w warunkach innych niż środkowe, mianowicie mają znacznie więcej światła i powietrza. Im większa będzie średnica naczynia, tem stosunek ilości zewnętrznych roślin do wszystkich będzie mniejszy, a więc tem przeciętne warunki doświadczenia będą bardziej zbliżone do warunków, jakie ma roślina wegetująca

w zwartym zbiorowisku, albo też tem łatwiej można bez zbyt wielkiego zmniejszenia ilości badanych roślin wyłączyć z badania rośliny zewnętrzne.

Przy takim więc założeniu powinniśmy starać się o naczynia o jak największej średnicy.

Co do wysokości naczynia, to przy danej średnicy zależna ona jest od tego, jaką ilość ziemi chcemy dać każdej roślinie. Otóż, co do tego poglądy poszczególnych badaczy bardzo się między sobą różnią.

Przed stosunkowo niedawnym czasem przypuszczano powszechnie, że ilość ziemi, którą rozporządza każda roślina, względnie wielkość przestrzeni w której się mogą rozwijać korzenie, wywiera decydujący wpływ na plony, że zatem chcąc dać roślinom optimum warunków wegetacyjnych, nie można schodzić poniżej dosyć znacznych ilości ziemi pod każdą roślinę.

Tak np. Hellriegel ¹⁾ przy uprawie grochu po 3 rośliny w każdym wazonie w wazonach o jednakowej średnicy lecz różnej wysokości, wskutek czego objętość ich była różna, otrzymał następujące wyniki:

W wazonie o wielkości	1	—	30 gr, suchej substancji		
"	"	2	— 47·9 "	"	"
"	"	4	— 66·7 "	"	"
"	"	6	— 84·2 "	"	"

a więc otrzymał powiększenie proporcjonalne mniejwięcej do pierwiastka kwadratowego z wielkości naczyń. W kilku innych wypadkach otrzymano zbliżone wyniki.

O. Lemmermann ²⁾ wpadłszy na myśl, że może w tym wypadku grać rolę niedostateczna ilość wody w małych naczyniach, zrobił doświadczenie z wazonami różnej objętości, ale w których woda wyparowana była zawsze dopełnianą, a więc gdzie rośliny braku wody odczuć nie mogły. W tym wypadku otrzymał on bardzo małe różnice plonu, przy bardzo znacznych różnicach objętości wazonów. Również Mitscherlich ³⁾ w doświadczeniach z piaskiem, wykonanych tak, żeby rośliny miały nawet w najmniejszych naczyniach dostateczną ilość wody, otrzymał w naczyniach o pojemności 500, 750, 1000, 1500, 2000 ccm. plony suchej masy $42,9 \pm 1,13$ $46,6 \pm 1,45$ $46,4 \pm 0,92$ $42,2 \pm 2,23$ $46,8 \pm 0,58$ g.

Nie widzimy tu żadnej wyraźnej prawidłowości w podnoszeniu się plonów w miarę powiększenia pojemności wazonu i średnia arytmetyczna plonów z dwóch najmniejszych wymiarów wynosi 44,75 g., podczas gdy z dwóch największych - 44,5 g.

¹⁾ Grundlagen des Ackerbaues 195 str. (podług T. Pfeiffera).

²⁾ Journ. f. Bdk. 51. 1903 Str. 1. 279.

" 53 1905 " 173.

³⁾ Bodenkunde wyd. 2 str. 109.

" " "

" " "

Jeszcze wyraźniej uwidocznili się nam ten brak zależności między pojemnością naczynia a plonem suchej masy, jeżeli zestawimy różnice plonów każdego z sąsiadujących ze sobą pod względem wielkości naczyń.

W innych jednak doświadczeniach różnice plonów przy różnych ilościach rozporządzalnej ziemi występują wyraźniej pomimo, iż starano się, aby rośliny w małych naczyniach nie cierpiały braku wody.

Wogóle więc sprawy tej nie można uważać za rozstrzygniętą i należy dla pewności raczej dążyć do tego, żeby roślinom dać obfitą ilość substratu.

W gramach ilości tej podawać nie będę wobec sprzecznych danych różnych badaczy, tem bardziej, że to zależy bezpośrednio od gęstości jaką roślinom dajemy w naczyniach. Trzeba więc podług mnie trzymać się zasady, żeby rośliny miały przynajmniej tak głęboką warstwę ziemi, jak głęboko sięga ich główna część systemu korzeniowego. A więc dla roślin trawiatych niemniej niż 20 cm. głębokości, dla roślin motylkowych 30 — 40 itd.

W praktyce spotykają się najczęściej wazony następujących wymiarów:

średnica	19,5 cm.,	wysokość	19,5 cm.	(Mitscherlich)
"	20	"	20	" (Wagner)
"	30	"	25	" "
"	80	"	60	" "
"	15	"	20	" (Th. Pfeiffer)
"	24	"	30	" "
"	36	"	30	" "
"	20	"	36	" (Zakład Roln Dośw. Un. Jag. w Krakowie)
"	30	"	36	" "

i tak dalej.

Do kultur wodnych używają naczyń o pojemności od $\frac{1}{2}$ do 4 litrów i więcej.

52. *Zadawanie odżywek i wody.* Bez względu na cel doświadczenia odżywki muszą być zadawane w sposób taki, żeby wszystkie rośliny z całej serii stanowiącej doświadczenie mogły z nich w jednakowy sposób korzystać. A więc o ile są zadawane w postaci płynnej, to powinny być rozpryskiwane równo po całej powierzchni naczynia, o ile zaś zadane są przy założeniu doświadczenia w stanie sproszkowanym, powinny być bardzo dokładnie wymieszane z substratem.

Czy substrat ma być w całej głębokości wymieszany dokładnie z solą pokarmową, czy tylko do pewnej głębokości, czy wreszcie w różnych warstwach w różnym stosunku — to zależy od celów doświadczenia i od względów, które doświadczałnik musi każdorazowo sam rozstrzygnąć. W każdym

razie wymięszanie powinno nastąpić poza naczyniem, gdyż jedynie wtedy można osiągnąć wymięszanie dokładne i dopiero po dokładnem wymięszaniu ziemi z odżywkami należy ją wsypać do naczynia.

Co do ilości soli pokarmowych, jakie stosujemy, to również na to ogólnego przepisu dać nie można, gdyż to także zależy od celu doświadczenia. Ogólnikowo da się tylko powiedzieć, że wszystkie pokarmy (z wyjątkiem tego, który jest przedmiotem doświadczenia, o ile to jest doświadczenie nawozowe) powinny być zadane w takiej ilości, żeby roślina w żadnym razie braku któregośkolwiek z nich nie doznała. Jeżeli więc substratem jest ziemia urodzajna, to należy zadać ilość odżywek w stosunku do powierzchni wazonu, odpowiadającą najwyższym możliwym dawkom nawozów na hektar, t. j. taką, żeby pokryła w formie łatwo dostępnej całkowite zapotrzebowanie pokarmowe najwyższego możliwie plonu. — Jeżeli zaś doświadczenie wykonujemy w ośrodku jałowym, np. piasku kwarcowym, to powinniśmy tę dawkę podwoić, gdyż roślina nie jest w stanie wykorzystać całkowitej ilości pokarmów, znajdujących się w subtracie.

Co do zadawania wody, to można powiedzieć mniej więcej to samo: nie trzeba, żeby rośliny cierpiały na brak wody i to określa minimum, które trzeba zadawać. Maximum zaś jest określone własnościami fizycznymi substratu i rodzajem doświadczenia. Jeżeli robimy doświadczenia nad odżywianiem roślin, to woda nie powinna się przesączać przez ziemię czy piasek, żeby nie wyługowywać dodanych odżywek, w żadnym zaś razie nie powinna być zadawana w takiej ilości, żeby tamować przewiewność substratu.

Zależnie od celu doświadczenia możemy zadawać wszystkim wazonom jednakowe ilości wody, albo też możemy dopełniać wyparowaną część, lub wreszcie w niektórych rodzajach doświadczeń dobrze jest pozwolić roślinom samym regulować dopływ wody przez postawienie wazonu, posiadającego jak zawsze otwór u dna, w misce z wodą.

53. Ustawienie wazonów. Większość doświadczeń wazonowych bywa wykonywana w miastach albo w stacjach, położonych koło zabudowań mieszkalnych czy folwarcznych, w sąsiedztwie wysokich drzew itp. warunkach, w których światło nie dostaje się bez przeszkód z wszystkich punktów sklepienia niebieskiego. W tych warunkach, jeżeli budynki czy drzewa znajdują się w niewielkiej odległości od szklarni w której robimy doświadczenie, to zależnie od wzajemnego położenia jedne wazony mogą mieć więcej światła inne mniej. Każdy, kto robi doświadczenia polowe w bliskości budynków lub drzew, mógł się przekonać, jak wielkie różnice w plonach a jeszcze większe w składzie chemicznym roślin, buraków czy ziemniaków, bywają wywołane bardzo pozornie małymi różnicami w oświetleniu.

Przy doświadczeniach wazonowych jesteśmy do pewnego stopnia w możności walczenia z tem źródłem błędów, a to przez właściwe ustawienie wazonów. Jeżeli mamy jedną ścianę, obejmującą światło tylko z jednej strony, to niweczymy jej wpływ szkodliwy na doświadczenie przez ustawienie wazonów równoległe do niej.

Gorzej jest, jeżeli takie ekrany znajdują się w różnych kierunkach. Wtedy żadne stałe ustawienie członów doświadczenia nie może różnic w oświetleniu zupełnie znieść. Możemy wpływ takich nieprawidłowo ustawionych ekranów zmniejszyć jedynie przez ciągłe zmienianie wzajemnego położenia wazonów. Najłatwiej i najlepiej osiągamy wyrównanie warunków przez ustawienie wazonów w krąg na okrągłym stole, obracającym się naokoło osi — i przez obracanie go w ten sposób, najlepiej zapomocą przyrządu zegarowego, żeby kilka razy dziennie każdy wazon zajmował wszystkie pozycje. Jeżeli dla braku urządzeń technicznych zrobić tego nie możemy, to należy ręcznie przesuwać wazon, tak żeby dwa razy dziennie albo co najmniej codziennie zmieniało się ich względne położenie do ekranu.

Niezależnie zaś od tego czy innego sposobu wyrównywania światła, nawet kiedy mamy przekonanie, że dostęp światła jest jednakowy z wszystkich stron, wazony powinny być ustawione tak, żeby człony homologiczne doświadczenia (tj. powtórzenia tej samej kombinacji) nie stały obok siebie, lecz żeby obok siebie stały te kombinacje, które mają być między sobą porównywane. W ten sposób sprawiamy, że w podobnych warunkach oświetlenia (a także przewiewu etc.) znajdują się człony wszystkich kombinacyj, czyli cała serja doświadczenia.

54. *Rośliny nadające się do doświadczeń wazonowych.* Samo się przez się rozumie, że decydującym momentem co do wyboru rośliny jest sam rodzaj zagadnienia. Jednakże są rośliny, które się do doświadczeń wazonowych tak mało nadają, że tylko w zupełnie szczególnych wypadkach mogą być do nich użyte.

Jedna z cech rośliny, decydujących o jej większej lub mniejszej przydatności do tego celu, jest wielkość jej systemu korzeniowego, a przedewszystkiem korzenia głównego i możność dania roślinie w wazonie warunków zbliżonych do najlepszych warunków, które miewa w uprawie polowej.

Z tego względu do najbardziej dla doświadczeń wazonowych nadających się roślin należą rośliny trawiaste (a więc i zboża), względnie płytko się zakorzeniające, dalej idą motylkowe, a najmniej się nadają rośliny o głęboko sięgającym i wielkim korzeniu głównym jak burak, rośliny wymagające obsypywania, jak ziemniak itp.

Druga cecha, od której zależy mniejsza lub większa przydatność rośliny do tego rodzaju doświadczeń, jest większa lub

mniejsza zmienność, szczególnie tych cech, o które nam chodzi w doświadczeniu, lub które się znajdują z nimi w ściślejszej korelacji.

Tak np. wiemy, że współczynnik zmienności ciężaru korzenia buraka i bulw ziemniaka pod krzakiem dochodzi do $+40$ (u ziemniaków do $+50$), wskaźnik zaś zmienności procentowej zawartości cukru i skrobi do $1,5\%$ a nawet do 2% . Wprawdzie są to liczby otrzymane dla warunków uprawy polowej, gdzie się sumują zmienność osobnikowa, wynikająca z kongenitalnych i innych przyczyn leżących w warunkach towarzyszących rozwojowi osobnikowemu, ze zmiennością warunków wegetacyjnych na różnych miejscach pola. W warunkach doświadczenia wazonowego te ostatnie są do wysokiego stopnia wyrównane, lecz nie identyczne i co do tego jakimi wskaźnikami wyraża się w tych warunkach zmienność buraków i ziemniaków, mamy za mało danych, ale przez analogję z tem, co widzimy u zbóż, można przypuszczać, że zmienność w warunkach wazonowej uprawy nie powinna być bardziej niż o połowę mniejszą, a może nawet o $\frac{1}{3}$, a więc wyrażać się dla ciężaru korzeni lub kłębów współczynnikiem $+20$ do $+25$ a dla zawartości cukru lub skrobi od $0,5$ do $1,0\%$. Żeby zaś dać burakom lub ziemniakom warunki zbliżone do normalnych, musimy dać pierwszym jakieś 600 do 700 , drugim 1000 do 1500 cm. kwadr. powierzchni dla każdej rośliny, t. j. mieć po jednej roślinie w bardzo wielkim naczyniu, co w wysokim stopniu ogranicza możliwość wzięcia do doświadczenia takiej ilości roślin, któraby nie była obciążona bardzo wysokim błędem średnim średniej próby. Tak np., żeby błąd średni plonu obniżyć do $7 - 8\%$, musimy każdą kombinację doświadczalną z burakami powtórzyć nie mniej niż 9 razy i to w wielkich wazonach; tymczasem doświadczenia wazonowe robi się zwykle w trzech — czterech powtórzeniach.

Z roślinami zbożowymi rzecz ma się inaczej, gdyż wprawdzie w warunkach uprawy polowej współczynnik zmienności ciężaru rośliny wynosi mniej więcej tyleż co buraka, ale w wazonie, w którym burak ma zaledwo połowę przestrzeni normalnej, może się swobodnie zmieścić 20 roślin owsa o rozstawie takiej, jaką normalnie miewają w polu. Podczas więc gdy błąd średni średniej próby jednego wazona z burakiem wynosi $20 - 25\%$ jego ciężaru, takż błąd jednego wazona z osem wynosi tylko $4,5$ do $5,5$ procentu plonu.

Są doświadczenia, np. doświadczenia genetyczne nad zabarwieniem it.p. przy których można buraki siać gęsto, te więc mogą być wykonywane w wazonach.

Żeby zmienność międzyosobnikową zmniejszyć do możliwych granic, a temsamem powiększyć dokładność doświadczenia, powinno się do doświadczeń wazonowych używać, o ile można, czystych linii. Jeżeli więc nam nie chodzi specjalnie o ten lub inny gatunek, to powinniśmy unikać używania do

tego celu roślin takich jak żyto, kukurudza, koniczyna, lucerna i t. p., które są prawie zawsze heterozygotami pod względem bardzo wielu cech, ulegają więc w każdym pokoleniu rozszczepieniom powiększającym ich zmienność.

Trzeba także pamiętać, że wielkość nasienia wpływa na siłę i wielkość młodej roślinki. Czasem dobre warunki życiowe mogą te różnice później zatrzeć, lecz zawsze silniejsze siewki mają większe szanse wyrosnięcia na silne zdrowe rośliny. Dla tego przy zakładaniu doświadczeń wazonowych trzeba się starać o obsianie wszystkich wazonów jednakowo ciężkimi i dobrze rozwiniętymi nasionami.

55. Ilość powtórzeń. Jak przy każdym rodzaju doświadczeń i obserwacji, tak i przy doświadczeniach wegetacyjnych wazonowych każde doświadczenie powinno być wykonane więcej niż jeden raz, żeby, po pierwsze, zrównoważyć do pewnego stopnia błędy pojedynczego doświadczenia, po drugie zaś, żeby z wahań doświadczeń móc obliczyć błąd średni.

Na ten pomysł wpadnięto dość późno. Przez kilkadziesiąt pierwszych lat, po wprowadzeniu doświadczeń wazonowych zadawalniano się pojedynczym wykonaniem każdego doświadczenia. Dopiero przed jakimiś 60-ciu laty wprowadzono tak zwane kontrolne doświadczenia, polegające na tem, że doświadczenie było wykonywane 2 razy.

Teraz już prawie nikt nie ogłasza doświadczeń, któreby przynajmniej 3 razy nie były powtórzone. Postępowanie jednak dalsze z wynikami takich 3-krotnych doświadczeń bywa u różnych badaczy rozmaite. Niektórzy z nich jeszcze dotychczas, robiąc doświadczenia w trzech powtórzeniach, czynią to w myśl zasady „*tertii comparationis*“ i o ile jedno z 3-ch odchyła się zbyt od wyniku średniego 2-óch innych to zostaje niewzględnione. Przytem kierują się badacze często czysto subiektywną oceną tego, co jest dużym odchyleniem, usprawiedliwiającem niewzględnienie wyników, a co jest odchyleniem dopuszczalnym.

W rozdziale 1-szym mówiłem o kryterjach obiektywnych, na podstawie których możemy uznać doświadczenie za na tyle błędne, iż przyjąć już trzeba błąd gruby. Są to te doświadczenia, których wynik odchyła się od średniej arytmetycznej więcej niż o 3-krotny błąd średni. Już tam jednak zwróciłem uwagę czytelników na to, że odrzucając takie obserwacje nie mamy bynajmniej pewności, iż są one obciążone grubym błędem, lecz tylko znaczny stopień prawdopodobieństwa.

Przy takich 2 lub 3-krotnych powtórzeniach sam błąd średni jest dosyć niepewny, jako obliczony z bardzo małej ilości obserwacji, więc i trzykrotna jego wielkość jest także niezbyt pewną granicą dopuszczalnego w praktyce odchylenia.

W razach takich, gdy doświadczenie jest powtórzone tak niewielką ilością razy, można tę trudność obejść drogą następu-

jącego rozumowania: przypuśćmy, że porównujemy z sobą szereg kombinacyj nawozowych, każdą w 3 krotnym powtórzeniu i otrzymujemy, jak zawsze, wyniki różniące się mniej lub więcej między sobą.

Możemy przyjąć, że przy danej metodzie pracy źródła błędów we wszystkich serjach (po 3 naczynia) jednej kombinacji powinny być jednakowe (wymieszanie ziemi, sposób podlewania itd.). Nie ma żadnej racji przypuszczać, żeby wahania plonu w 3 ech naczyniach, które otrzymały większą dawkę superfosfatu, miały być mniejsze lub większe (w procentach ogólnego plonu) niż w tych naczyniach, które otrzymały mniejszą dawkę. Wobec więc tego, że źródła błędów normalnych tego doświadczenia są wspólne dla wszystkich wazonów, możemy dla wszystkich obliczyć wspólny błąd średni. Błąd średni ogólny obliczamy rzecz prosta z odchyień każdego szeregu członów homologicznych od ich średniej arytmetycznej t. j. odchylenia obliczamy dla wszystkich powtórzeń każdej kombinacji od średniej arytmetycznej tej kombinacji.

Teraz nasuwa się pytanie, czy praktyczniej jest powiększać dokładność doświadczenia przez zwiększenie ilości powtórzeń, t. j. homologicznych członów doświadczenia, czy też przez powiększanie rozmiarów wazonów, a przez to zwiększenie średniej próby roślin w każdym z nich. To ostatnie byłoby słuszne, gdyby niedostateczność średniej próby była jedynym źródłem błędów. Widzieliśmy jednak, że są i inne źródła leżące nie w międzyosobnikowej zmienności roślin, ale w zmienności warunków dotyczącej całe wazony, jako to w niezupełnie równomiernem wymieszaniu ziemi, niezupełnie równem oświetleniu itd. Dlatego korzystniejszym dla dokładności wyników jest powiększenie liczby homologicznych członów, t. j. powtórzeń.

56. *Obliczanie wyników i wyciąganie wniosków.* Wobec wielkiej różnorodności zagadnień, do których rozwiązania dążymy drogą doświadczeń wazonowych, istnieje również wielka mnogość sposobów obliczania ich wyników i wyciągania wniosków. Niepodobna więc wchodzić tu w rozbiór oddzielnych wypadków. Pragnę tu tylko zwrócić uwagę czytelnika na to, że wyniki ilościowe obliczać można albo w liczbach absolutnych, jako różnice np. wagi suchej masy między dwiema kombinacjami (rozumie się z podaniem błędu średniego tej różnicy), albo w procentach plonu pewnej kombinacji przyjętej za wzorzec (np. tych wazonów, które otrzymały pełną odżywkę). Otóż w tym wypadku da się ściśle powtórzyć całe rozumowanie, które podałem, kiedy była mowa o wskaźniku i współczynniku zmienności. (str. 57). W tych samych razach, w których wskazaniem jest użycie współczynnika, a więc przy obliczaniu ciężaru (plonu), wysokości rośliny, ilości ziarna itd., lepiej jest wyrażać wynik doświadczenia w procentach wzorca, czy przeciętnego plonu wszystkich kombinacji

We wszystkich wypadkach, kiedy chodzi o stosunek między dwiema cechami, a więc np. o procentową zawartość cukru, lub białka, zbitość kłosów it.p. — tam jest niedopuszczalnym podawanie wyników w procentach przeciętnej zbitości, przeciętnej cukrowości.

Chcę także zwrócić uwagę na sposób obliczania wyników jako korelacji między zmienionymi od jednej kombinacji do drugiej wielkościami czynnika, którego wpływ badamy, a wynikami doświadczenia z oddzielnych wazonów. Sposób ten obliczenia, ujmujący w jedną liczbę prawo, którego szukamy, daje się zastosować tylko w tych doświadczeniach, w których chodzi o zbadanie wpływu jednego czynnika występującego o różnym nasileniu, i gdy działanie jest prostolinijnym (por. str. 58 i 59).

Różne sposoby obliczania wyników doświadczeń wazonowych będą uwidocznione na przykładach, podanych w dopełnieniach.

C. d. n.

Genetyka królika rosyjskiego. (Genetics of the Himalayan rabbit).

podał

Dr. TEODOR MARCHLEWSKI.

Tak zwany królik rosyjski, znany także w świecie anglosaskim pod nazwą Himalaya, mimo że ani z Rosją ani tem mniej z wyniosłymi szczytami Himalajów niema nic wspólnego, przedstawia z punktu widzenia genetyka obiekt niezwykle zajmujący.

Małe to stworzenie odznacza się śnieżno białym futerkiem i czerwonymi, jak u typowego albinosa, oczami, podczas gdy łapy, ogon i nos są zupełnie czarne.

Doświadczenia amerykańskiego badacza Castlea¹⁾ wykazały, iż w krzyżówce z albinosami królik rosyjski robi wrażenie formy „dominującej“ a „recesywnej“ wobec fenotypów ubarwionych.

Na zasadzie tych wyników Hagedoorn²⁾, przytaczając doświadczenia niejakiego kapitana Smitha dochodzi do wniosku, że królika rosyjskiego należy uważać za formę albinotyczną, zaopatrzoną niejako w panujący gen N, który powoduje występowanie wspomnianych na wstępie czarnych odznak.

Interpretacja Hagedoorna jest w zupełnej zgodności z wynikami Punetta³⁾, który wykazał, że królik rosyjski posiada mimo swego pozornego albinizmu, wspólny wszelkim ubarwionym fenotypom tak zwany gen E (extension factor) powo-



dujący równomierne występowanie barwnika na całym ciele danego zwierzęcia. To ostatnie spostrzeżenie Punetta potwierdzają wyniki doświadczalnych badań Laury Kaufman⁴⁾.

Najbardziej uderzające w wynikach Punetta było to, że wszystkie „białe” osobniki, jakie wymendlowały w krzyżówkach między rosyjskimi a barwnymi typami, były jednocześnie także i „rosyjskie”.

Punnett tłumaczył to zjawisko „całkowitem sprzężeniem” (complete coupling) — jak wówczas mawiano — między genem N, a genem (czy brakiem genu) powodującym albinizm.

Inną interpretację wyników Punnetta przedstawił Sturtevant. Ów badacz biorąc za punkt wyjścia koncepcję t. zw. wielorakich allelomorfów — w przeciwstawieniu do tak zwanej hipotezy obecności i nieobecności, którą operował Punnett, — twierdzi, że różnica między trzema wchodzącymi tu w grę fenotypami: barwnym, rosyjskim i albinosem polega na różnicy w jednym tylko genie, i to genie, który podobnie jak t. zw. „white” „eosin” i „red” w odniesieniu do barwy oczu u *Drosophili* zajmuje identyczny „locus” w odnośnym chromosomie.

Owa koncepcja Sturtevanta poparta tem, że krzyżówka albinosa i rosyjskiego królika nie daje atawistycznej formy dzikiej i tem, że z krzyżówki barwnej i albinotycznej formy nie otrzymano dotąd rosyjskiego osobnika w F. 2 — znalazła ogólne przyjęcie w Ameryce, a fotografie owych trzech typów ubarwienia figurują jako przykład potrójnego systemu allelomorfów w podręcznikach nauki o dziedziczności.

Punnett⁵⁾ jednakowoż obstając przy swojej koncepcji wskazuje na to, że jeden jedyny przypadek pojawienia się „rosyjskiego” królika w drugim pokoleniu krzyżówki albinosa z ubarwionym królikiem musi obalić całą koncepcję Sturtevanta i wskazuje na trudności zupełnie pewnego rozstrzygnięcia między przypadkiem „close” a „complete linkage”.

Poglądy Punnetta znalazły większy posłuch w Europie i w duchu teorii „obecności i nieobecności” genetyczną konstytucję królika rosyjskiego usiłowali przedstawić E. Pap⁶⁾ a potem T. Marchlewski⁷⁾ ze względu na wyniki badań, o których wspomnę niżej. Pap nie uważa królika rosyjskiego za albinosa i odnośne trzy zasadnicze fenotypy usiłuje oddać za pomocą następujących symboli:

królik ubarwiony — A A N N

królik rosyjski — A A n n

królik zupełnie albinot. — a a n n

We wzorach powyższych symbol A ma oznaczać t. zw. chromogen, którego „obecność” warunkuje możliwość powstania barwnika w skórze danego zwierzęcia. N zaś gen odpowiadający wspomnianemu Punnettowskiemu E, którego Pap pozbawia króliki rosyjskie, tłumacząc ich częściowe tylko ubarwienie, ograniczonem na skutek „braku” genu N działaniem genu A.

Przedstawienie sprawy przez T. Marchlewskiego zasadniczo podobne do poprzedniego, różni się tylko odmiennym poglądem na rolę genu N.

Fakt, że pierwsze pokolenie krzyżówki rosyjskich królików z barwnymi może w sprzyjających warunkach dawać osobniki barwne z ciemnymi „akromelanistycznymi” odmianami, odpowiadającymi ciemno ubarwionym partjom królika rosyjskiego, skłania go do uważania akromelanizmu, spotykanego także i u innych ssaków, za cechę dominującą i do formułowania całej sprawy w tym duchu.

Obie powyższe koncepcje grzeszą stosunkowo dużą zawilnością, a jedyną ich zaletą jest zgodność z Batesonowsko-Punnettową hipotezą o „obecności i nieobecności“.

Spostrzeżenia W. Schultza, wedle których w sprzyjających warunkach w miejsce usuniętych włosów w normalnie białych partjach królika rosyjskiego wyrastają włosy czarne popchnęły sprawę na nowe tory. Okazję głębszego wniknięcia w istotę sprawy poza granicę formalistyki symboli podjęła Laura Kaufman.⁸⁾

Z szczegółowych badań tej autorki wynikają następujące nader interesujące fakty:

1. Momentem wyzwalającym tworzenie się barwnika w skórze względnie włosach królika rosyjskiego jest niska temperatura względnie zwiększona alkaliczność samych tkanek czy surowicy krwi.

2. Wśród królików rosyjskich jednego i tego samego fenotypu istnieje kilka różnych genotypów o różnej, że się tak wyrażę, temperaturze krytycznej w wyzwoleniu owej reakcji Schultza. Nawiasem mówiąc zjawisko poraż pierwszy w świecie zwierzęcym zauważone.

3. Z punktu widzenia chemicznego chromogen skóry królika rosyjskiego podobnie zresztą jak i barwnych fenotypów, przedstawia nie tyrozyna a dwu-hydroksy-fenilo-alanina, tak zwana dopa.

4. Że analogiczną reakcję dają i fenotypy ubarwione, a zwłaszcza króliki srebrne, wbrew poniekąd filozoficznym spekulacjom Castlea, który widzi w ubarwieniu srebrnego królika analogię z polarnymi zwierzętami, jaśniejącymi w zimie.

Streszczając rezultaty p. Kaufman widzimy, że akcja zmutowanych genów w omawianych fenotypach króliczych zmierza raczej do ilościowych zmian w zdolności skóry danych zwierząt do produkowania pigmentu — od w „normalnych“ warunkach barwnego zwierzęcia, poprzez cały szereg genotypów rosyjskich aż do prawdziwych albinosów, w których żadne sposoby do wytworzenia barwnika nie zmuszą.

„Temperaturą krytyczną“ materiału p. Kaufman było $+ 6^{\circ}$ C. Króliki Schultza reagują podobno w temperaturach o wiele wyższych, acz dokładnych danych co do tego na razie nam brak. Załączona fotografia przedstawia królika należącego do Zakładu Hodowli zwierząt w Edinburgu, u którego reakcję omawianą osiągnięto w temperaturze około 10° C.

Fakt niezaprzeczony, że dotąd przynajmniej z krzyżówek różnych typów między sobą i z albinosami całkowicie ubarwionych młodych nie otrzymano, każe przyjąć koncepcję „wielorakich allelomorfów“ za najprawdopodobniejszą i za najmniej sztuczną w tym przypadku. Chodzi teraz o to, jak tłómaczyć owe charakterystyczne zabarwienie „wierzchołków ciała“, owe akromelanizmy królika rosyjskiego.

Lenz z Monachjum na zasadzie eksperymentów Schultza wypowiedział przypuszczenie, iż owe normalnie ciemne partje zawdzięczają swoją obecność lokalnym różnicom w temperaturze zwierzęcia, co też potwierdza Laura Kaufman, stwierdzając wprost fizycznymi metodami niższą nieco temperaturę owych ciemno ubarwionych „wierzchołków“. Według mego mniemania nie można uważać lokalnych różnic w temperaturze ciała zwierzęcia za jedyną przyczynę różnic w jego ubarwieniu a to z dwóch powodów.

Po pierwsze zgoła nieprawdopodobną jest konsekwencja supozycji Lentza, według której w przeciwieństwie do królika rosyjskiego fenotypy ubarwione owych różnic musiałyby nie ujawniać. Zresztą znamy w obrębie tej samej rasy n. p. t. zw. srebrzystych królików osobniki wybitnie akromelanistyczne, obok takich, które śladów akromelanizmu nie wykazują.

Po drugie reakcję Schultza wykazują króliki rosyjskie już w pierwszych dniach swego życia, nim ciemne plamki zaczynają się ujawniać. Zdaje się, że ta okoliczność przemawia wybitnie za tem, że mechanizm powstawania plam akromelanistycznych, a stan „niezupełnego albinizmu“ królika rosyjskiego, acz w działaniu zjawiska podobne, są genetycznie zgoła różne.

Supozycja ta ma za sobą jedno: podległa jest eksperymentalnemu sprawdzeniu. Wyprodukowanie „nie-akromelanistycznego“ królika rosyjskiego t. j. pozornego albinosa, dającego jednak reakcję Schultza, typowego „cross-over“ między genami c' (zmodyfikowany chromogen w genetycznym znaczeniu tego słowa) a N' odpowiedzialnego za akromelanizm, — byłoby potwierdzeniem powyższej supozycji.

Z punktu widzenia uwag powyższych, symbolicznie-genetyczną w odniesieniu do rozważanych cech, zgodnie z nomenklaturą szkoły Morgana należałoby komentować jak następuje:

$C C N N$ nieakromelanistyczne fenotypy barwne.
 $C C N' N'$ fenotypy barwne, akromelanistyczne.
 $c' c' N' N'$ królik rosyjski.
 $c c N N$ albinosy.

Przyjmując symbol c' na określenie allelomorficznego chromogenu królika rosyjskiego, pozostawiamy otwartą możliwość umotywowania ewentualnych dalszych allelomorfów o „różnej temperaturze krytycznej“ symbolami c' , c'' etc. pozostawiając c — dla zupełnego albinosa.

Dominujący gen na akromelanizm, wyrażam symbolem N' — pozostawiając „ N “ dla jego „normalnego“ — allelomorfu. Czy zachodzi potrzeba liczenia się z dalszym recesywnym allelomorfem „ n “ — na razie nie wiadomo.

Powyższe wywody przedstawiłem dlatego, iż istnieje dość duże prawdopodobieństwo, iż N - i C leżąc w blizkim sąsiedztwie w tym samym chromosomie — dadzą sposobność

do bardziej dokładnego zbadania cyto-genetycznych stosunków tego zwierzęcia i może rzuci pewne światło na powstanie „rasy rosyjskiej“ jako takiej.

A choć wypracowanie „map“ genetycznych różnych gatunków żyjących istot nie stanowi już teraz o postępie genetyki jako takiej, to jednak nie ulega wątpliwości, że tylko dokładna znajomość genetycznych właściwości danego obiektu może nadać realną wartość ewentualnym „experiments concerning evolution“, a z kolei oddać istotne usługi poczynaniom praktycznej produkcji roślinnej i zwierzęcej i ująć w należyte ramy ryzykowne zakusy socjologów, noszących eufemistyczną nazwę eugenetyków.

Summary

The writer discusses the various theories concerning the genetics of the so called „Himalayan“ rabbit. Recent experiments of *W. Schultz* and *Laura Kaufman* showed that certain environmental conditions, low temperature above all, may induce the unpigmented areas of the Himalayan rabbit to produce pigmented hairs whilst this so called „Schultz reaction“ cannot in any circumstances be shown in the true albino.

The further fact that different strains of Himalaya rabbits differ markedly in their susceptibility to low temperatures speak in favour of the „multiple allelomorphs“ conception suggested for this particular case by *Sturtevant* and followed by *Castle*. It seems indeed, that instead of a triple allelomorph system, we are dealing here with a truly „multiple“ one. Self colour, a number of different „Himalayas“ — and the true albino must be regarded as due, to different mutations in one and the same *locus* of a particular chromosome.

In face of above facts, the appliance of the „present-absence“ hypothesis to the above case, as was suggested by *Punnett*, *Pap* and *T. Marchlewski* can no longer be satisfactory.

The writer is sceptical in accepting the argument presented by *Lentz* and followed by *Laura Kaufman*, that the pigmented „tips“ of Himalayan rabbit are due to local differences in temperature. The numerous species and varieties of acromelanistic mammals whether pigmented or not, speak against such an assumption.

In postulating a „semidominant“ distributive factor the writer merely wishes to encourage further investigations of linkage between the hypothetic „N“ and the mutative *locus* discussed above.

Only an actual demonstration of two „cross-over“ classes nonacromelanistic-Himalayas, and true albinos bearing the „N¹“ factor could furnish adequate proof of the writers supposition.

The possibility of more detailed study of linkage relations in rabbits, excuses the proposed line of attack even should the above supposition prove entirely faulty.

Piśmiennictwo.

- 1) Genetics and Eugenics. Harward. Camb. 1924.
- 2) Z. f. Abst. und Vererbungslehre Bd. 6. 1911.
- 3) Journal of Genetics. Vol. II. 1912.
- 4) Pamiętnik Państwowego Instytutu naukowego gospodarstwa wiejskiego w Puławach.
- 5) Journal of Genetics Vol. 9. 1916.
- 6) Zeitschrift für Abstammungs v. Vererbungslehre.
- 7) Bull. International de l' Acad. Pol. des Sciences 1924.
- 8) l. c.

Zagadnienie podstawowej tkanki odtwórczej u Metazoów.*)

(Problème du tissu reconstituteur fondamental chez
les Métazoaires).

napisał

BENEDYKT FULIŃSKI.

(Z instytutu zoologicznego Politechniki Lwowskiej).

1. Treść zagadnienia.

Problemat, jaki mamy roztrząsać, możemy ująć w postaci następującego pytania: czy istnieje na obszarze świata zwierzęcego, od wirków począwszy — na ssakach skończywszy, a więc w obrębie istotnych metazoów, tkanka o charakterze pierwotnym, mało zróżnicowana, pod względem mocy twórczej wielostronna, słowem — tkanka o znaczeniu podstawowym, t. z. przedstawiająca zbiór elementów komórkowych, które mogą być użyte przez organizm do utworzenia lub uzupełnienia poszczególnych jego części składowych a tem samem pośrednio do podtrzymania rozmaitego rodzaju jego czynności fizjologicznych?

*) Wykład, wygłoszony na Walnem Zebraniu Członków Lwowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika d. 13. I. 1925.

Stawiając takie pytanie, odrazu stwierdzamy, że dotychczasowy podział tkanek, ograniczający się do kilku zasadniczych typów, nas nie zadawała, głównie dlatego, że zasada współrzędności została zachwiana, t. zn. że obok siebie uszeregowano kategorie wyższe i kategorie niższe, elementy pierwotne, wyjściowe z elementami wtórnymi, materiał macierzysty z utworami pochodnymi.

Stawiając takie pytanie, z drugiej strony dokładnie zdaję sobie z tego sprawę, że w rzeczywistości tkanka taka w swych ostatecznych możliwych efektach na obszarze świata zwierzęcego może być i będzie różną. Należy jednak ściśle wyróżnić finalne efekty od histodynamicznych właściwości tej tkanki. To bowiem, co się z jakiegoś agregatu komórkowego utworzy, jest zależnem od najrozmaitszych warunków i nie w tym agregacie wyłącznie tkwiących. To, co się utworzy, przedstawia tylko możliwość jednego wypadku. A idzie właśnie o to, czy możemy przypuszczać taki agregat, który przy sprzyjających warunkach nastęrcza więcej możliwych wypadków.

Zagadnienie nie nowe. Bynajmniej! Lecz jeżeli je postanowiłem roztrząsnąć, to dlatego, że w literaturze ostatnich kilku lat nagromadziły się fakty, które każą problemat ten na nowo przemyśleć. Przedewszystkiem asumpt do rozważań w tym kierunku dała mi między innymi praca *Bartsch'a* nad histogenezą u regeneratów wypląwków, w ogólnych zarysach zgodna z ontogenetycznym procesem histogenetycznym, jaki stwierdziłem u zarodków tych robaków.

W zjawiskach restytucyjnych sprawa pochodzenia materiału komórkowego, służącego do odbudowy lub odnowy organów i tkanek, jest problematem dotąd należycie nie wyjaśnionym. Nie zawsze ta sama tkanka odtwarza się z tej samej tkanki. Procesy t. zw. regeneracyjne są objawami nader skomplikowanymi. Skomplikowość tych zjawisk ujęto w nazwę metaplazji czyli przeróbki starego materiału na materiał nowy.

Korschelt w swoich rozważaniach nad zjawiskami regeneracyjnymi u zwierząt, u których regeneracja nie przebiega w sposób ontogenetyczny, t. zn. pewne tkanki rozwijają się się z rozmaitego materiału, stanął wobec dwóch alternatyw:

1) czy istnieją w ciele zwierząt swoiste ogniska twórcze, coś w rodzaju nie zróżnicowanych komórek embrjonalnych, później dopiero aktywujących się?

2) czy też materiał komórkowy, już zróżnicowany, nie podlega procesowi wstecznej diferencjacji i dopiero pod względem morfologicznym niejako uwsteczniony i przez to samo w zakresie właściwości morfodynamicznych wzbogacony, — nie jest punktem wyjścia dla zjawisk restytucyjnych?

Jak wiadomo, *Korschelt* podziela alternatywę drugą.

2. Stosunki u stułbji i u wirków.

Jamochłonów w naszych roztrząsaniach nie bierzemy pod uwagę. Są to zwierzęta pod względem tkankowego zróżnicowania najpierwotniejsze. Z natury swojej ustrojowej organizacji posiadają bardzo wielką moc twórczą. Nie mniej jednak wspomnieć mi tu wypada badania *J. Hadzi'ego* nad wytwarzaniem się pączków u *Hydra fusca*. U tego zwierzęcia pączki nie wytwarzają się przez zwykłe wypuklenie obu epiteljalnych warstw organizmu macierzystego, lecz tworzą się z materiału, powstałego przez energiczny podział komórek interstycjalnych, czyli podnabłonkowych ektodermy. Te komórki wdzierają się w pewnym miejscu licznie między komórki ektodermy, zmieniają się w elementy tego nabłonka i ostatecznie formują pączek. Również przebijają się one przez śródwarstwę (*mezogleję*) do entodermy, tam również wkliniają się między komórki epiteljalne i w ten sposób przyczyniają się do powiększenia powierzchni entodermy w okolicy pączkującej. Nawet w tym okresie, gdy pączek staje się wypukłym i dalej rośnie, stwierdzić można obfite nagromadzenie się interstycjalnych komórek w nabłonkach pączka i żywe podziały tych komórek w ich głębszej warstwie.

Według *Hadzi'ego* przemieszczanie się komórek ze złoza interstycjalnego do ektodermy i do entodermy odbywa się również w ciągu całego życia stułbji. Te niezróżnione interstycjalne komórki przemieniają się w ektodermie w komórki parzydełkowe, w entodermie w gruczołowe komórki białkowe.

Spostrzeżenia te rzucają światło wogóle na zjawiska pączkowania u jamochłonów. Już *Kühn* w odniesieniu do stułbjopławów zwrócił na to uwagę, że nabłonki w coenosarce są bardzo pojedyncze i niezróżnicowane. Sprawą tą jednak zajmować się dalej nie będziemy z wyłuszczonego powyżej powodu.

Punktem wyjścia naszych rozważań niech będzie pewien rodzaj tkanki, występującej u wirków. Tkanekę tę określają jeszcze dzisiaj rozmaici autorowie — różnie. Autorowie słynnego podręcznika *Bronn'a* (Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, II. Abteilung Tricladida), *Böhmig*, *Meixner* i *Steinmann*, w dziale przez nich opracowanym, a traktującym o *trikladidach* nazywają ją tkanką łączną. Przez to pojęcie pojmują zbiór komórek, który wypełnia przestrzeń między okryciem ciała a innymi organami, przyczyniając się właśnie do umocnienia tych organów w ich właściwym miejscu. Ową tkankę łączną uważają oni za rodzaj tkanki podstawowej.

Inni autorowie nazywają ją mezemchymą albo parenchymą (*Wilhelmi*); *Hallez* nazywa ją „*reticulum conjonctif*”.

Jakkolwiekby ją nazwano, swoim charakterem morfotycznym i morfogenetycznym jako też i fizjologicznym zasługuje ona na szczególniejszą uwagę. Z tego też powodu również

w rozważaniach nad tą tkanką grupa wirków musi być przede wszystkim uwzględniona. Stanowią one bowiem najniżej uorganizowaną grupę działu zwierząt dwubocznie umiarowych (*Bilateralia*), działu, obejmującego wszystkie typy, jakie po pierwotniakach i jamochłonach potrafiliśmy dotychczas wydzielić.

Budowa histologiczna tej tkanki jest jeszcze dotąd niezupełnie dobrze zbadana. W każdym razie na podstawie badań dotychczasowych można o niej pewne ogólnikowe pojęcie urobić. Przede wszystkim uderza nas różnorodność budujących ją elementów.

W miejscach, w których ta tkanka może się rozwinąć, występują w niej o gwiazdzistej formie komórki. Płaskie lub pręcikowate wypustki plazmatyczne tych komórek łączą się między sobą lub też anastomosują z podobnymi wypustkami innych komórek.

Jander, traktując tę tkankę hematoksyliną i oranżem G, zauważył, że różnicuje się ona na dwie substancje: na jedną, barwiącą się na żółto, którą nazywa plazmą, i na drugą, barwiącą się na niebiesko, którą określa jako substancję międzykomórkową, intercellularną.

Böhmig spostrzeżenia *Jander'a* w zupełności potwierdził. Zatem mamy komórki o okrągłych lub owalnych jądrach, oblatych szerszym lub węższym polem plazmatycznym, z którego wybiegają wypustki.

W miejscach, w których tkanka ta rozwinąć się nie może wskutek rozwoju innych organów, komórki jej przybierają kształt wydłużony, wrzecionowaty.

Jeszcze w innych miejscach (u *Sabussovia dioica*), za jajnikami przedstawia się omawiana tkanka w postaci syncytium mocno zwakuolizowanego i bogatego w jądra.

Nadto występują w niej i wolne komórki, określone przez niemieckich autorów jako „Stammzellen“, jako komórki pierwotne albo jako komórki twórcze. Występują one pojedynczo, grupami. Są postaci kulistej albo jajowatej, o plazmie delikatnie ziarnistej, prawie jednorodnej. *Böhmig* znalazł te komórki u wszystkich wypławków z wyjątkiem *Bdeloura candida Wilhelmi* jednak stwierdził je i u tej ostatniej formy. Komórkom tym przypisują wybitną rolę przy procesach regeneracyjnych.

W sprawie pojmowania komórek pierwotnych między autorami zachodzą znaczne różnice. Jedni, jak już wyżej wspominałem, uważają je za niezróżnicowane komórki, inni za spoczynkowe komórki gruczołowe lub wywodzą je od komórek t. z. podpierających (Stützzellen). *P. Lang*, wywodząc je od podpierających, określa je jako komórki przejściowe (Übergangszellen). W procesach regeneracyjnych komórki przekształcających się organów muszą najpierw przybrać formę komórek

przejściowych, z których wytwarzają się komórki regeneracyjne i te dopiero biorą udział w odbudowie poszczególnych organów.

Komórki atoli podpierające są, według poglądu P. *Langa*, komórkami pierwotnymi, o embrjonalnym charakterze.

Innego zdania jest *Bartsch*. Komórki podpierające są już zróżnicowanymi organami komórkowymi. Najniższym stopniem zróżnicowania są właśnie komórki regeneracyjne (Regenerationszellen), z których mogą się wytworzyć komórki podpierające, komórki gruczołowe, komórki jelita i t. d. Są one podobne do interstycjalnych komórek, opisanych przez P. *Schulze'go* dla hydry. Komórki regeneracyjne są pochodzenia syncycjalnego i są wielomocne.

Bartsch odrzuca pogląd o istnieniu komórek pierwotnych (Stammzellen) i stwierdza, że komórki regeneracyjne są w możności przybrać dowolną postać, zależnie od warunków, w jakich się znajdują.

Na podkreślenie zasługuje, że według spostrzeżeń *Bartsch'a*, komórki regeneracyjne mogą przemieszczać się z jednego miejsca na drugie. Przez analizę pojęcia komórek regeneracyjnych dochodzi do wniosku, że raczej należałoby je nazwać komórkami restytucyjnymi, odtwórczemi, albowiem przyczyniają się one najpierw do restytucji uszkodzonego organu, a dopiero przez przekształcenie się w komórki danego organu mogą dać się rozmnażać i wywoływać zjawisko regeneracji.

Wilczyński, badając jednego z lądowych wirków afrykańskich, *Amblyplana tetracladea*, doszedł do wniosku, że komórki, określane jako twórcze, dają się pojąć jako pewna odrębna i samodzielna tkanka. U *Amblyplana* tkanka ta wytwarza elementy twórcze przyszłych gonad.

U *Rhabdoceolida* tkanka łączna, (takiej nazwy używa również *Graff* w swojej monografii), wykazuje także znaczną różnorodność elementów komórkowych. U *Sanguinicola armata*, według badań *Plehn'a*, mezenchyma, obok plazmatycznej substancji z rozsypanemi w niej jądrami, bogatemi w chromatynę, składa się z komórek t. zw. olbrzymich, łączących się ze sobą przy pomocy płaciastych wypustek plazmatycznych, i z komórek małych, o jądrze zwartem, o małym polu plazmatycznym, wysyłającym długie i cienkie wypustki. U *Stenostomum* znalazł *Keller* również komórki, które określił jako komórki pierwotne (Stammzellen). Są one okrągłe albo kształtu owoidalnego. Podobne komórki znalazł *Wagner* i *Graff* u *Microstomum lineare*. *Wagner* określił je jako komórki twórcze (Bildungszellen); mają one odgrywać wybitną rolę przy procesie bezpłciowego rozmnażania się u tych zwierząt i przy regeneracji organów. U *Typhloplanidae* (*Mesostoma Ehrenbergi* i *craci*) komórki tkanki łącznej są ubogie w plazmę i są kształtu okrągłego; za życia są wyposażone w rozgałęziające się wypustki.

U *Allocoela* według badań *Böhmig'a* i *Vejdovsky'ego* tkanka łączna jest reprezentowaną również przez komórki postaci amebowatej, wrzecionowatej a nawet okrągłej.

Ogólnie biorąc, u *Rhabdocoelida*, mimo znacznej różnorodności, tkanka mezenchymatyczna jest przeważnie reprezentowaną przez komórki o kształcie pełzakowatym.

To samo można powiedzieć o tkance mezenchymatycznej całej wogóle grupy wirków i całego typu *czerwiochowatych*

3. Materiał dowodowy z zakresu zwierząt wyższych.

Chcąc znaleźć elementy komórkowe, które posiadałyby wybitną moc twórczą w rozwiniętym organizmie, czyli ujmując rzecz krótko, odpowiadałyby komórkom tkanki łącznej u wirków, musimy oglądnąć się za takimi faktami, które dadzą nam możliwość uchwycenia roli tych komórek. Faktami takimi mogą być albo pewne objawy, występujące po zabiegach operacyjnych, albo pewne objawy naturalne, polegające na tem, że w ciągu życia danego zwierzęcia jakiś organ lub jakaś tkanka w swym rozwoju ulega wahaniom w pewnych, naturą zwierzęcia dopuszczalnych granicach.

W tym ogólnym przeglądzie faktów nie mogę się silić na wyczerpujące przedstawienie omawianego przedmiotu. Ograniczyć się muszę do kilku tylko przykładów. Za ilustrację wezmę zjawiska, stwierdzone u rozmaitych typów zwierzęcych, by na ich podstawie dojść do pewnych ogólniejszych wniosków. Przykłady czerpię głównie z literatury polskiej.

Zacznijmy od wstężniaków (*Nemertini*)

Przy zjawiskach restytucyjnych u *Lineus lacteus* — według badań *Nusbauma* i *Oxnera* — występuje objaw t. z. *rozluźnienia się parenchymy*. Objaw ten polega na tem, że parenchymatyczne komórki, które normalnie albo leżą jedno obok drugich albo są niejako zawieszane w galaretowatej, jednorodnej substancji, rozchodzą się od siebie, przyjmują postać okrągłąwą, lub też przechodzą w komórki amebowate, gromadząc w swoich pseudopodjach ziarenka pigmentu. Ostateczny wynik tego procesu jest wystąpienie znacznej ilości t. zw. komórek wędrujących.

Charakterystyka tych komórek — według słów autorów — przedstawia się następująco:

„Plazma wszystkich komórek wędrujących jest obładowana rozmaitemi cząsteczkami zapasowemi. Jądro leży zazwyczaj periferycznie, komórki wędrujące zawierają liczne ziarenka pigmentowe; niektóre zawierają prócz tego resztki pobranych komórek gruczołowych albo nawet całe gruczoły jednokomórkowe okrycia zewnętrznego ciała, jakie na drodze fagocytotycznej pobrały...“

Przy tym zjawisku następuje objaw całkowitego rozpadu mięśni. Resztki tych mięśni również bywają pożerane przez owe

wędrujące komórki. Ponieważ zauważony przez wspomnianych autorów fakt jest dla naszych rozważań o zasadniczej doniosłości przytoczę w tej sprawie ich własne zdanie: „*Davydoff* ist der Meinung, dass diese Muskelfasern sich „dedifferenzieren“ und in Zellen sich verwandeln, welche in die „Masse“ einbezogen werden. Nach unsern Untersuchungen aber unterliegen diese Muskelfasern einem körnigen Zerfall, und die Körnchen werden von Wanderzellen aufgenommen. Diese Muskelfasern dienen somit nur auf einem indirekten Wege zum Aufbau der Darmwand“.

W ogólnem ujęciu *Nusbaum* i *Oxner* dochodzą do następujących wniosków: W organizmie rozwiniętego wstężniaka występują szczególne systemy komórek w tkance parenchymatycznej. Są one mało zindywidualizowane i są wyposażone w szczególnie dużą wtórną prospektywną moc. W postaci komórek wędrujących — z jednej strony biorą czynny udział w rozpadzie tkanek, z drugiej strony przyczyniają się do odbudowy rozmaitych organów.

W swych porównawczych studjach regeneracyjnych w zakresie wieloszczetów *Nusbaum* niedwuznacznie pozwala przypuszczać, że np. tkanka mięsna ulega rozpadowi, a tylko mała ilość komórek (spärliche Zellen) oddziela się od starych mięśni i bierze udział w odbudowie nowych mięśni z zawiązków ektodermalnych.

Przy regeneracji jamy ciała, nabłonka coelomatycznego i muskulatury przegród, zauważył *Nusbaum* w stożku regeneracyjnym wieloszczetów tkankę, którą określił jako tkankę coelomatyczną. (Coelomgewebe). Na tę tkankę złożyły się i elementy mezenchymatyczne i elementy pochodzenia ektodermalnego. Postaciowo nie różnią się one między sobą niczem. Są to komórki o plazmie z rozgałęzionymi wypustkami albo kształtu wrzecionowatego.

Gdy mowa o tkance coelomatycznej i procesach odtwórczych, zachodzących w ciele wieloszczeta na koszt elementów ektodermalnych, nie bez interesu dla zagadnienia przez nas podniesionego będzie zwrócenie uwagi na opis okrycia zewnętrznego stożka regeneracyjnego wieloszczetów, podany przez *Nusbauma*. Owóż okrycie to zbudowane jest w pewnym okresie rozwojowym z dwóch warstw, jednej powierzchniowej i drugiej głębszej. Warstwa powierzchniowa zbudowana jest z wysokich cylindrycznych komórek, których jądra jednak leżą w najrozmaitszych wysokościach. Wskutek tego ma się wrażenie, że jest to warstwa wielokomórkowa. Pod tą warstwą powierzchniową znajduje się druga warstwa, złożona z sześciennych komórek o jądrach, których oś długa zazwyczaj ustawia się równolegle do okrycia, w przeciwieństwie do komórek pierwszej warstwy, których jądra swoją długą osią układają się prostopadle do okrycia. Wyraźnych granic komórkowych w tej drugiej warstwie nie widać. Zaznaczone powyżej morfotyczne

właściwości orzekają, że mamy przed oczyma postać tkanki odtwórczej w najpierwotniejszym jej stadium. Czy te komórki nie pokrywałyby się z neoblastami pani *Randolphowej* — *Nusbaum* przeczy, nie mniej fakt daje możność odmiennej interpretacji.

Na uwagę zasługują spostrzeżenia *Nusbauma* nad regeneracją *Nereis diversicolor* (O. F. Müller.)

W szczelinie, jaka występuje między przeciętym brzegiem jelita a okrywającą ektoderma, gromadzą się ciała krwi, limfatyczne komórki i liczne komórki, pochodzące od somatycznego i splanchnicznego listka peritonealnego. Również już w późniejszych stadiach rozwojowych stożka regeneracyjnego w jego jamie ciała (wtórnej) spostrzegł *Nusbaum* wolno leżące komórki o charakterze mezenchymatycznym. Są one wrzecionowate albo rozgałęzione; niektóre są tak ubogie w plazmę, że jądro ich okazuje się jak gdyby nagie. Obok pewnych cech morfotycznych wykazują te komórki pewne właściwości pod wpływem techniki barwienia, przy pomocy której można je wyróżnić od elementów pochodzenia ektodermalnego.

W studjach nad zależnością regeneracji od układu nerwowego u *Nereis diversicolor* zauważył *Nusbaum* wzdłuż całej rany silne nagromadzenie elementów komórkowych, które przedstawiały bądźto limfoidalne elementy lub ciała krwi, komórki ameboidalne, nadto resztki zniszczonych włókienek mięśniowych i wiele ziarnistości.

W zakresie typu szkarłupni napotykamy podobne objawy przy zjawiskach restytucyjnych u rozgwiezdy *Echinaster sepositus* Lam. Dla przykładu weźmy pod uwagę histologiczne zmiany inwolucyjne i ewolucyjne w mięśniach.

Włókna mięśniowe, łączące płytki szkieletowe albo okrywające peritonealną ściankę nabłonkową, o ile są zabiegiem operacyjnym przecięte, ulegają, według badań *Nusbauma* i *Oxnera*, najpierw inwolucji, nazwanej przez autorów autofagją substancji mięśniowej. Zjawisko to polega na tem, że wokoło przeciętych włókienek mięśniowych nagromadza się sarkoplazma z jądrami. Te sarkoplazmatyczne zgrubienia łączą się ze sobą lub zlewają i tworzą wielkie syncycjum z licznymi jądrami. W tem syncycjum włókienka mięśniowe ulegają zupełnemu rozpadowi i resorbcji. W międzyczasie od starej sarkoplazmy odrywają się sarkocyty (sarkoblasty), przyjmują postać owalną, następnie wrzecionowatą, a w końcu przemieniają się w młode komórki mięśniowe.

O ile powyżej naszkicowane procesy swoją treścią mogą orzekać o prawdopodobnem występowaniu podstawowej tkanki odtwórczej, o tyle procesy, zachodzące przy regeneracji płytek szkieletowych u *Echinaster* mogą orzekać o tej tkance definitywnie. W płytkach, które operacją zostały skaleczone, włókienka tkanki łącznej, jakoteż kulisto-owalne komórki o wielkich jądrach a ubogie w plazmę, ulegają zupełnemu rozpadowi. Natomiast w jednorodną substancję zasadniczą, w której wła-

śnie są owe włókienka tkanki łącznej i owe komórki pomieszczone, wdzierają się liczne komórki wędrujące, (autorowie nazywają je limfocytami), które działają jako fagocyty.

W trakcie ewolucyjnych procesów w substancji podstawowej zjawiają się wielojądrowe, o długich plazmatycznych wypustkach, komórki, które powstały ze zlania się poszczególnych wędrujących komórek. Te syncycja produkują nowe włókienka i w dalszym ciągu wytwarzają owe kulisto-owalne komórki, skąpe w plazmę, o wielkim jądrze, które znajdujemy w budowie normalnych płytek.

Podobne zjawiska znajdujemy również u mięczaków.

Hrabina Andraea Zucco Cucagna i J. Nusbaum, badając restrykcję jednego z reprezentantów nudibranchiatów — *Hermaea dendritica* Alder et Hancock przy zabiegu operacyjnym o większej ranie, w tkance w miejscu zranienia spostrzegli dwojakiego rodzaju komórki, wielką ilość leukocytów czyli komórek wędrujących, o postaci kulistej lub owalnej z krótkimi i tępymi pseudopodjami, i komórki tkanki łącznej o postaci wrzecionowatej, często o kilku rozgałęzionych wypustkach. Oba te wyróżnione rodzaje komórek, opierając się na rysunkach wspomnianych autorów, byłbym skłonny uważać za jeden gatunek, występujący w dwóch różnych postaciach. Że to mogą być elementy równowartościowe, o tem właśnie świadczy nagromadzenie się ich w tkance w miejscu zranienia.

W odniesieniu do tkanki mięśniowej stwierdza się ten sam objaw, jaki występuje u rozgwiazd. Tkanka mięśniowa rozkłada się, a nowa się wytwarza z t. zw. sarkocytów albo sarkoblastów. Komórki te według przypuszczenia autorów biorą swój początek z sarkoplazmy i jąder starych włókien mięśniowych. Swoim wyglądem przypominają leukocyty badanej formy, różnią się tylko tem, że ich plazma barwi się intensywnie, a jądro leży w środku pola plazmatycznego, podczas gdy u leukocytów leży ono przeważnie ekscentrycznie.

Analogiczne procesy zauważyć również możemy na obszarze stawonogów.

Przykładem, ilustrującym procesy rozkładcze i odbudowujące, są objawy, zaobserwowane przez *Hirschlera* podczas jego studjów nad zjawiskami regeneracyjnymi u poczwerek motyli.

Hirschler zaobserwował, że w miejscu zranienia bardzo wiele tkanek ulega rozkładowi. Histoliza ta postępuje nawet wgłąb, t. zn. do miejsc bardziej oddalonych od płaszczyzny zranienia. W tkance bliznowej (Narbengewebe) — tak ją nazywa autor — znalazł obok elementów, pochodzących z hypodermy i nabłonkowej błony trachealnej (tchawkowej), licznie się nagromadzające leukocyty. Charakter tych komórek przypomina komórki o postaci amebowatej lub wrzecionowatej, z rozgałęzionymi wypustkami plazmatycznymi. Na szczególniejszą uwagę zasługuje to, co *Hirschler* mówi o leukocytach. Zach-

wują się one w sposób następujący: przedewszystkiem leukocyty, a względnie fagocyty, wykazują w tkance bliznowej rozmaite przejścia; jedne posiadają bardzo cienką obwódkę plazmatyczną, inne znowu są wyposażone w większe pole plazmatyczne, inne znowu są zupełnie okrągłe. Pośrednie te stąd drogą barwienia można było całkiem dokładnie określić. Leukocyty ubogie w plazmę przy kombinacji hemateiny z eozyną zabarwiały swą plazmę eozyną intensywnie, natomiast leukocyty większe posiadały w tym wypadku plazmę o zabarwieniu pośrednim między fioletem — a czerwienią. *Hirschler* na tej zasadzie wnioskuje, że małe leukocyty zawierają wiele granulacyj nie zasymilowanych, natomiast w leukocytach dużych te ziarnistości już są strawione. Z czasem leukocyty dochodzą do pewnej wielkości i przybierają postać kulistą. Wnet jednak stają się one bardziej owalne i przechodzą w postać wrzecionowatą. W tem stadium swego przeobrażenia grupują się one obok siebie w postaci już jednociągłych sznurków i przyczyniają się do odbudowy tkanek.

Również obserwacje *Hirschlera* w sprawie regeneracji mięśni u poczwerek motyli zasługują w tym względzie na naszą uwagę.

Mięśnie przecięte ulegają w poczwarcie degeneracji całkowitej a odtwarzanie się nowych dokonywa się w sposób następujący. Sarkoplazma, która w normalnych mięśniach występuje jako cienka, obwodowa warstewka razem z jądrami, przy procesach regeneracyjnych nagromadza się silniej a najobficiej przy płaszczyźnie zranienia. W miarę tego, jak to przemieszczanie się sarkoplazmy postępuje, włókienka mięśniowe w środku włókna mięśniowego leżą coraz to wolniej i tam ulegają zupełnemu rozpadowi. Sarkoplazma tworzy t. zw. pierścienie plazmatyczne z pewną ilością jąder. Owe jednak plazmatyczne nabrzemia tworzą z czasem wypustki plazmatyczne, dochodzące do sąsiednich, przyległych pierścieni plazmatycznych. W ten sposób w miarę rozwoju wytwarza się plecionka plazmatyczna, w której już możemy zauważyć podłużne i poprzeczne prążkowanie.

Stosunki u oślonic (*Tunicata*), w sprawie podniesionego zagadnienia, mogą posłużyć w wielu wypadkach jako ilustracja mocy twórczych pewnych elementów w ciele ich występujących. Przemawiają za tem przedewszystkiem skomplikowane zjawiska przy bezpłciowem rozmnażaniu się tych zwierząt, zjawiska, przebiegające zazwyczaj w odmienny zupełnie sposób, niżby na to pozwalała teoria listków zarodkowych.

Już z tego powodu, przytaczanie faktów, zaobserwowanych przez najrozmaitszych autorów, byłoby zbytecznem, i w tym ogólnym przeglądzie je pominiemy.

Jeżeli idzie o charakter morfotyczny komórek odtwarzających w obrębie zwierząt kręgowych, przykładem tego mogą być fakty zaobserwowane przez *Cecylję Beiglównę* nad regene-

racją wąsików u *Siluroida*. Oś chrząstkowa tych utworów przy regeneracji wytwarza się z ochrzęstnej (perichondrium). Tkwiące między włókienkami ochrzęstnej liczne komórki rozmnażają się i tworzą zbiór komórek o niewyraźnych jądrach. Zbiór ten robi wrażenie wielojądrowego syncycjum. Przez dalsze zróżnicowanie tego pierwotnego materiału wykształca się chrząstka. Analogicznie zupełnie w myśl wywodów wspomnianej autorki skutecznia się regeneracja tkanki kostnej.

C. *Beiglówna* w studjach swoich nad regeneracją wieczka skrzelowego i płetw u kostnoskieletowych ryb zauważyła w miejscu zranienia, po pokryciu się płaszczyny zranienia nowym nabłonkiem, liczne ciała krwi i leukocyty, a branchiostegalne promienie — według spostrzeżeń tej samej autorki — regenerują z „matrix“, złożonej z komórek i włókien tkank łącznej.

Również badania *Nusbauma* i *Sidoriaka* nad zjawiskami regeneracyjnymi u starszych zarodków pstrąga (*Salmo fario* L. przemawiają za udziałem elementów tkanki łącznej i w procesach inwolucyjnych i ewolucyjnych.

Olbrzymiej literatury z tego zakresu trudno tu nawet fragmentarycznie uwzględnić. Zaobserwane jednak na obszarze tych zwierząt zjawiska restytucyjne wskazują na to, że tkanka łączna, w podręcznikowym słowa ujęciu, przedstawia elementy różnowartościowe i że niektóre z nich swoim charakterem morfodynamicznym są materiałem wysoce plastycznym.

4. Przemiana elementów tkanki łącznej u kręgowców.

W tym ustępie powołamy się na spostrzeżenia lat ostatnich. Przedewszystkiem należy uwzględnić badania *Benninghoffa*.

Badacz ten zajął się procesem przekształcania się komórek tkanki łącznej u salamandry, myszy, szczura, królika, psa i u człowieka. zatem przedmiot obserwacji bardzo szeroki.

U płazów znane są komórki, dzięki badaniom *Ranvier'a*, pod nazwą klastmatocytów. Są to komórki o ciele plazmatycznym, przechodzącym w rozgałęziające się wypustki, o postaci różnorodnej, zależnej od warunków, w jakich występują. *Benninghoff* znajdował je w tkance podskórnej, w perimyzjum, w perikardium i w płucach. Określają je również jako komórki tuczne.

O zdolności ich przekształcania niech zaświadczy następujące zdanie *Benninghoff'a*: „Die Erfahrungen bei der entzündlichen Bindegewebsneubildung sprechen aber dafür, dass die Clasmatocyten zu faserbildenden Zellen werden können. Das ist ein weiterer Grund sie als indifferenten, sehr wandlungsfähigen Zellstand zu betrachten“.

Według poglądu *Marschand'a* klastmatocyty w normalnej tkance łącznej mogą się przekształcać w leukocytoide i lim-

foidowe komórki, t. z. komórki wędrujące lub w komórki o polimorficznym, różnokształtnym jądrze.

W pobliżu naczyń krwionośnych występują t. zw. małe pełzakowate komórki wędrujące o formie dosyć rozmaitej. Jedne morfologicznie nie różnią się od małych limfocytów, inne większe podobne są wielkim limfocytom, inne znowu stanowią jak gdyby przejście do komórek wędrujących *Maximow'a*. Te ostatnie, znane również Flemmingowi, który jednak pojmował je jako leukocyty, według przypuszczenia *Bennighoff'a*, przedstawiają niezróżnicowane komórki, pomieszczone w tkance łącznej i tam zmieniające się odpowiednio do istniejących warunków.

Na podstawie swoich obserwacji w obrębie zwierząt ssących stwierdził *Bennighoff* daleko idący polimorfizm komórek tkanki łącznej.

Komórki te stanowią źródło głównych elementów, które *Grawitz* określił jako „komórki uśpione“.

Rozpatrując morfologię spoczynkowych komórek wędrujących *Maximowa*, po raz pierwszy poznanych przez *Ranviera*, i opisanych pod nazwą klasmatocytów, *Bennighoff* przypisuje im również zdolność przekształcania się w elementy bardziej wyspecjalizowane i wyraźnie podkreśla podobieństwo ich do twórczej embrjonalnej tkanki.

O roli niektórych elementów komórkowych tkanki łącznej mogą nas również pouczyć spostrzeżenia nad charakterem tkanki interstycjalnej jąder rozmaitych zwierząt.

Jak wiadomo, w ostatnich czasach pracowano nad nią i pisano o niej dużo. Częstym przedmiotem badania było i jest przede wszystkim interstycjum zwierząt ssących. Dzięki badaniom rozmaitych autorów dziś już wiemy, że między objętością masy komórek interstycjalnych i rozwojem plemnikotwórczych (nasiennych) kanalików zachodzi ściśle określony związek. Mianowicie w okresie silnej produkcji plemników tkanki interstycjalnej jest mniej, u niektórych zwierząt ilość jej dochodzi wprost do minimum, natomiast w czasie nieczynności albo zmniejszonej czynności nasiennych kanalików tkanka interstycjalna rozwija się silniej. Zatem mielibyśmy w tym wypadku tkankę, co pewien czas zanikającą i co pewien czas napowrót odtwarzaną.

Z kolei nasuwa się pytanie, kosztem jakiego materiału dokonywa się nowy rozwój tej tkanki?

W tej sprawie mamy przekonujące argumenty w pracy *Čejki*.

W tkance interstycjalnej według badań *Čejki* występują najczęściej i najobficiej komórki tkanki łącznej, zwane fibroblastami, o kształcie wrzecionowatym, niekiedy z wypustkami plazmatycznymi. W pewnych warunkach rozmnażają się one do tego stopnia obficie, że zajmują sobą znaczną część prze-

strzeni pomiędzy kanalikami. Wstecznemu zróżnicowaniu one nie ulegają czyli nie są zdolne do przekształceń.

Drugą kategorią komórek, którą *Čejka* zauważył w tkance interstycjalnej były komórki wędrujące, zw. komórkami tuczni (Mastzellen). Odznaczają się one amebowatym ciałem plazmatycznym. Poznać je łatwo na drodze mikrochemicznej reakcji, albowiem w nich zawarte ziarenka niebieskimi zasadowymi barwnikami (anilinowymi) zabarwiają się na czerwono, czyli wykazują t. zw. metachromazję. Komórki te, jak wiadomo, znajdujemy w tkance łącznej i we krwi, wskutek tego *Maximow*, który się niemi bliżej zajął, wyróżnia komórki tuczne „histogenowe“ i komórki tuczne „hämato-genowe“. O ich wybitnej roli w organizmach wyższych świadczy zachowanie się ich przy procesach zapalnych i ropnych.

Trzecią kategorią były limfocyty krwi o rozmaitej wielkości; do tkanki interstycjalnej dostały się one z krwią lub limfą.

W dalszym ciągu w tkance interstycjalnej znaleziono komórki plazmatyczne, które według pewnych poglądów są przekształconymi limfocytami bądź pochodzenia histogenowego bądź też hämatogenowego.

Obok fibroblastów naczelnie miejsce zajmują — według spostrzeżeń *Čejki* — komórki, wyróżnione przez *Maximow'a* jako poliblasty inaczej zwane pyrrolowemi komórkami *Goldmannowskiemi*, odpowiadającymi również histocytom *Kiyono'a*. *Goldmann* nazwał je dlatego komórkami pyrrolowemi, bo wykazują one zdolność przy witalnem barwieniu nagromadzania w sobie błękitu pyrrolowego. Poliblasty wyprowadza *Maximow* od komórek, które określił jako wędrujące komórki w spoczynku. Jak wiadomo, *Ranvier* u płazów znalazł pewne komórki, które określił jako klasmatocyty, a to dlatego, że cząstki wypustek komórkowych mają się od tych komórek odrywać i rozpuszczać w płynie tkankowym. Objaw ten nazwał *Ranvier* *klasmatozą*. Bliższe badania tych *Ranvier'owskich* komórek, przeprowadzone przez *Maximow'a*, wykazały, że są one komórkami tuczni, zatem utworami homologicznymi z limfocytami histogenowymi. Określił je jako wędrujące komórki w spoczynku.

Otóż te spoczynkowe wędrujące komórki „budzą się“ niejako ze swego okresu spoczynkowego, gdy jakiś organ jest w stanie zapalnym, przesiedlają się w te miejsca, rozwijają żywą działalność fagocytarną, przekształcają się w wielkie komórki i wypełniają się rozmaitemi inkluzjami. W tem stadium ich rozwoju nazwał je właśnie *Maximow* polyblastami.

Owe poliblasty według badań *Čejki* w tkance interstycjalnej przekształcają się w jej elementy komórkowe. Obok tego jednak do ich utworzenia przyczyniają się również już istniejące limfocyty pochodzenia histogenowego (tkankowego).

Według Čejki zatem komórki interstycjalne pochodzić mogą z trojakiego źródła, mianowicie rozwijają się: 1) z istniejących już komórek wędrujących w postaci limfocytów histogenowych, 2) z komórek wędrujących w spoczynku (klasmatocyty *Ranvier*), 3) z limfocytów, które się dostały do tkanki interstycjalnej.

Z tych spostrzeżeń Čejki wypływa dla nas bardzo ważny wniosek, że komórki interstycjalne genetycznie związane są z kategorią komórek wędrujących, które spotykamy w całym ciele zwierzęcia kręgowego, a które w miejscach zapalnych nagromadzają się w większej ilości.

5. Ocena zjawisk i wnioski.

Przytoczyłem tu kilka tylko przykładów z olbrzymiej literatury o zjawiskach restytucyjnych i patologicznych na obszarze świata zwierzęcego. Przykłady te wziąłem od ręki, bez specjalnego wyboru, by w ten sposób właśnie pozwolić mówić faktom samym, bez stosowania do powziętej koncepcji myślowej wybranych jakichś wypadków.

Powróćmy zatem z kolei do naszego zasadniczego pytania, czy na podstawie przytoczonych i innych przykładów możemy mówić naprawdę o istnieniu podstawowej tkanki odtwórczej w ciele tkankowców. A jeżeli ona jest, co należy uważać za ową tkankę odtwórczą?

Na przykładach widzieliśmy, że zjawiska odtwórcze przedstawiają kompleks objawów o naturze zawilej, że przebiegają one w sposób nie łatwo dający się poznać. Przedewszystkiem stwierdzamy, że materiał zaangażowany w odbudowie jest dosyć niejednorodny. Segregując go ze względu na źródło, z jakiego pochodzi, możemy materiał tkanki odtwórczej podzielić na następujące kategorie: 1. elementy autogeniczne, 2. elementy allogeniczne.

Wypadki, w których czynną rolę odgrywają elementy autogeniczne, wykazują różnorodność w dwóch kierunkach. Albo to samo wytwarza się z tego samego, w takim razie te elementy określimy jako autogeniczne ametaboliczne, albo dawny materiał ulega częściowemu rozpadowi, a tylko pewna ilość elementów komórkowych, po odpowiednim przewartościowaniu swych znamion morfologicznych i fizjologicznych, bierze udział w dalszych procesach odtwórczych. Taki materiał określimy jako elementy autogeniczne zmetabolizowane.

Jeżeli u pierścienic po odcięciu części zawierającej stomodaeum lub proctodaeum w pewnych wypadkach wytworzą się wspomniane części przewodu pokarmowego z pozostałej części jelita środkowego — w tym wypadku rodzaj tkanki, aczkolwiek pochodzenia odmiennego (bo entodermalnego) produkuje elementy tej samej kategorii tkanki. W tem zjawisku mamy przykład wytwarzania się elementów autogenicznych

nie zmetabolizowanych. Ale w zakresie zjawisk odtwórczych takie wypadki należą do rzadkości, pospolitymi natomiast są przy normalnem pomnażaniu się pewnej tylko kategorii tkanek, mianowicie tkanek nabłonkowych.

We wszystkich innych przykładach wytwarzania się materiału autogenicznego jest on stale zmetabolizowany. Nasuwa się jednak pytanie, w jakim zakresie i w jakim stopniu, w jakich warunkach ta metabolja uskutecznić się może, czyli innymi słowy, o jakim charakterze jest wtórna prospektywna potencja zmetabolizowanych komórek

Autogeniczny materiał odtwórczy jakiejś tkanki jest wytworem komórek, istniejących w danej tkance. Załóżmy, że dana tkanka jest pod względem histologicznym wysoko zróżnicowana. Komórki tej tkanki w swoim rozwoju przeszły cały szereg stopni powolnej differencjacji i osiągnęły w końcu punkt kulminacyjny swego histologicznego wykształcenia. A teraz doświadczeniem zapytajmy się, czy mogą te komórki odbyć drogę powrotną.

Możliwość wstecznego zróżnicowania tkanek pod względem histologicznym wyspecjalizowanych — zdaniem mojem — sprzeciwia się fundamentalnej zasadzie ewolucyjnej. Poza tem fakt zróżnicowania się tkanki pozostaje w ścisłym związku z ich doczesnością. Funkcje komórek, jakie spełniają, oraz rozliczne inne procesy fizjologiczne, jakie się odbywają w organizmie, powodują obniżenie ich sprawności życiowej, wyczerpują je i w końcu doprowadzają je do procesów rozkładczych. Zatem pewne czynniki, wynikające niejako ze stanu wiekowego komórki, czynniki endocytotyczne oraz rozliczne czynniki poza komórkami danej tkanki tkwiące, czynniki exocytotyczne, sprawiają, że możliwość wstecznego zróżnicowania jako zasada morfodynamiczna nie ma wiele szans na swe poparcie. Stąd też, gdy się poszukuje wskazówek w literaturze naukowej, któreby mogły dać wgląd w mechanizm procesu wstecznego zróżnicowania, stwierdza się, że tych opisów o przekonywującej sile dowodzenia niema. Natomiast powszechnie stwierdzamy najpierw rozpad tkanki wyspecjalizowanej, a później jej odbudowę. A aczkolwiek mechanizm rozpadu w swych szczegółowych objawach w odniesieniu do warunków i czynników, rozpad wywołujących, nie we wszystkich wypadkach jest nam dokładnie znany, jesteśmy jednak w ogólnych zarysach o nim bardziej poinformowani, niż o mechanizmie wstecznego zróżnicowania.

Powstanie materiału odtwórczego w postaci elementów autogenicznych zmetabolizowanych jest uwarunkowane rozpadem, degeneracją danej tkanki. Ale w tym wypadku zasada, „*tosamo* wytwarza się z tego samego“ jest zachowaną, t. z. po rozpadzie danej tkanki tylko elementy, wchodzące niegdyś w skład danej tkanki, mogą daną tkankę odtworzyć. Jeżeli stwierdzam, że przy odbudowie mięśnia, w myśl przytocz-

nych powyżej przykładów, wziętych z prac *Nusbauma* i *Hirschlera*, mięśnie ulegają rozpadowi a nowe tworzą się z sarkoblastów czyli z elementów komórkowych pozostałych, tem samem orzekam, że elementy danej tkanki w zakresie swojej potencji są ściśle ograniczone — czyli innymi słowy — elementy danej tkanki nie mogą przejść w elementy innej tkanki. Tożsamo, gdy stwierdzam, że ze sycycjum, powstałego z podziału komórek ochrzestnej lub okostnej, rozwija się nowa chrząstka lub kość, nic innego nie mogę wysnuć, jak tylko ten wniosek, że tkanka wyspecjalizowana pod względem histologicznym może wytwarzać tylko swego rodzaju elementy.

Zatem w ten sposób dochodzimy do zrozumienia, w jakim zakresie może się dokonać metabolja autogenicznego materiału. Metabolja ta jest ograniczoną; może ona tylko dojść do tego punktu z powrotem czyli do tego stadium rozwojowego komórki, w jakim rozpoczyna się jej histologiczne zróżnicowanie. Poza ten punkt metabolja już nie przechodzi.

Przejdźmy z kolei do materiału allogenicznego. Głównym rysem tego materiału jest jego pierwotność, jego stan embrjonalny lub małe zróżnicowanie. Są to komórki bardzo różnego pochodzenia. Z materiałem tym zetknęliśmy się przy procesach regeneracyjnych u robaków niższych (wirki, wstęgniaki). Zauważyliśmy go u wieloszczetów w postaci tkanki coelomatycznej, stwierdziliśmy go u rozgwiazd. Do tej kategorii materiału zaliczyć również należy tkankę bliznową *Hirschlera*, w ogólnym swym wyglądzie podobną do tkanki coelomatycznej. W końcu do tego materiału zaliczam komórki o postaci zazwyczaj pełzakowatej, z ogólnego wyglądu podobne do kłzmatocytów, limfocytów, komórek plazmatycznych, fagocytów i tym podobnych elementów. Morfologicznie są one dosyć różne, fizjologiczna ich strona przedstawia także pewne właściwości, o czem świadczą reakcje na najrozmaitsze odczynniki barwikowe. Łączy je jednak w jedną całość zdolność transformowania się jednych w drugie, a nawet przekształcania się w elementy tkankowe o wysokim zróżnicowaniu. Że wspomnę spostrzeżenia na obszarze zwierząt niższych lub badania *Benninghoff'a*. Otóż w tym allogenicznym materiale mamy reprezentowaną ową podstawową tkankę odtwórczą.

Najważniejszym źródłem tych elementów jest tak różnorodna w swoim wykształceniu tkanka łączna. W pewnych jednak wypadkach, w wypadkach nadzwyczajnych, np. przy zabiegach operacyjnych, mogą się do elementów z tkanki łącznej dołączyć elementy inne.

Tak np. przy regeneracji u poczwarek motyli, gdy w zjawiskach restytucyjnych biorą udział — według badań *Hirschlera* — elementy hypodermalne lub elementy nabłonkowe ścianek tchawkowych, uważam to zjawisko za proliferację elementów podstawowej tkanki odtwórczej. Nie jest to wsteczne zróżnicowanie komórek wyspecjalizowanej tkanki, ale wyklinianie się mło-

dych, jeszcze nie zroźnicowanych histologicznie komórek, które w swych najpierwotniejszych, najwcześniejszych okresach życia mogą być i są materiałem podstawowym do odbudowy tkanek i narządów.

Zatem w organizmie tkankowców definitywnie rozwiniętych jest system komórek o charakterze pierwotnym, t. z. o histodynamicznej wartości wielostronnej. System ten przedzierzga niejako cały organizm, stale się odnawia, stale produkuje materiał o znamionach embrjonalnych lub o małym stopniu zroźnicowania tkankowego.

Heidenhain w ogłoszonej w 1921 swojej teorii synteziologii czyli nauce uogólnień słusznie domaga się pojmowania tkanek ze stanowiska syntetycznego. Z tego stanowiska wychodząc, epidermis np. nie jest ani agregatem komórek ani syncycjum, lecz histosystemem, układem tkankowym złożonym z histomerów, z członów tkankowych, jako układów podrzędnych, którymi są właśnie komórki.

Na tej zasadzie podstawową tkankę odtwórczą należy pojmować jako specjalny histosystem, jako histosystem nadrzędny albo przenikający wszystkie systemy albo obejmujący przynajmniej kilka innych systemów.

Jeżeli w myśl rozważań *Heidenhaina* organizm przedstawia nam nawarstwienie rozmaitych układów tkankowych, różnych rzędów, o różnych histodynamicznych zakresach, i jeżeli np. przy zabiegu operacyjnym zakresy rozmaitych układów bywają przecięte, wtedy musi nastąpić reakcja tych układów. Ujawnia się ona przedewszystkiem w systemie podstawowej tkanki odtwórczej, jako w systemie nadrzędnym.

Poruszony przezemnie problemat oczywiście rozwiązany definitywnie nie jest. Nie mniej jednak rozwiązania jego nauka szuka i w swych niezmordowanych zabiegach badawczych rozwiązanie to znajdzie.

Résumé.

L'auteur discute la question, s'il existe, dans le corps adulte des *Métazoaires*, un tissu qui pourrait servir à la production des nouveaux organes ou à la restitution des organes qui ont été abimée ou enlevés. L'auteur s'appuie sur les recherches des différents savants sur la morphologie des tissus et sur les phénomènes de la régénération. Ce sont d'abord les études de *Hadzi* sur les cellules interstitielles chez *Hydra* qui jouent un rôle important dans le phénomène du bourgeonnement. Ce sont ensuite les recherches de *Böhmig*, *Jander*, *Wilhelmi*, *Hallez*, *Lang*, *P. Bartsch*, *Wilczyński*, *Graff*, *Plehn*, *Keller*, *Wagner* et *Vejdovsky* sur le tissu parenchymateux des *Turbellariés*. En comparant ce dernier tissu aux cellules interstitielles de *Hydra*, on arrive facilement à la conclusion

qu'il présente beaucoup de caractères de tissu restitatoire fondamental.

Dans d'autres classes du Règne Animal on trouve également des tissus de ce genre. Ainsi *Nusbaum et Oxner* ont montré que *Lineus lacteus* possède des cellules spéciales, peu différenciées, qui président aux phénomènes restitatoires. Dans la régénération des *Polychètes*, des *Astéries* (*Echinaster sepositus*), des *Nudibranches* (*Hermaea dendritica*) se distinguent, d'après les recherches de *Nusbaum et Zucco Cucagna*, par leur forte activité les éléments cellulaires ayant la forme des leucocytes ou bien celle du tissu conjonctif à cellules fusiformes. Les études de *Hirschler* sur la régénération des chrysalides des papillons ont fait voir dans le tissu cicatriciel des cellules qui ne sont autre chose qu'une sorte de tissu restitatoire. On retrouve ces cellules dans la reproduction asexuelle des *Tuniciers* et dans la régénération des *Poissons*. Les recherches de *Benninghoff* sur les transformations du tissu conjonctif chez Les *Vertébrés* et celles de *Čejka* sur les cellules interstitielles dans les testicules de *Mammifères* donnent également beaucoup de données à l'appui de la conception du tissu restitatoire.

L'auteur distingue dans le tissu restitatoire des éléments autogéniques et allogéniques. Ce sont surtout ces derniers qui forment le tissu en question. Ils se trouvent dans le tissu conjonctif. Exceptionnellement d'autres éléments encore peuvent s'y joindre. Le tissu restitatoire fondamental constitue, conformément aux idées de *Heidenhain*, un système histologique spécial.

Písmennictwo.

Bartsch Otto: Die Histiogenese der Planarienregenerate. Ar. f. Entw. mech. 99. 1923

Beigel C: Zur Regeneration des Kiemendeckels und der Flossen der Teleostier. Bul. d. l'ac. d. sc. d. Cracovie 1910.

Beigel C.: Regeneration der Barteln bei Siluroiden. Arch. f. Ent. mech. XXXIV. 1912.

Benninghoff Alfred: Beobachtungen über Umformungen der Bindegewebszellen. Ar. f. Ent. mech. 1923 Bd. 99.

Böhmig, Meixner, Steinmann: Tricladida. Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Lipsk. Winter 1917.

Böhmig L.: Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien. Zeit. f. wiss. Zool. 51 T.

Čejka Bohumil: Eine Studie über die Genese und Funktion des Interstitiums auf Grund der Untersuchungen an senescenten Hoden. Arch. f. Ent. mech. 98. 1923.

Cucagna i Nusbaum: Fragmente über Restitution bei den Nudibranchiern. (*Hermaea dendritica* Alder et Hancock, Arch. f. Ent. mech. XLI Tom. 1915.

Graff L.: Acoela und Rhabelacoelida. (Dr. H. G. Bronn's Klas. u. Ord. d. Tierr. Leipzig 1909 — 1908.

Hadzi S: Die Entstehung der Knospe bei Hydra. Arb. zool. Inst. Wien. Vol 18. 1909.

Hallez P.: Contributions a l'histoire naturelle de Turbellariés Lille 1879.

Heidenhain M.: Ueber die teilungsfähigen Drüseneinheiten od. Adenomeren sowie über die Grundbegriffe der morphologischen System. ehre. Arch. f. Ent. mech. T. 49. 1921.

Hirschler J.: Studien über Regenerationsvorgänge bei Lepidopteren-Puppen. Anat. Anzeiger XXIII. 1903.

— Weitere Regenerationsstudien an Lepidopterenpuppen. (Regeneration des vorderen Körperendes). An. Anz. XXV. 1904.

Jander R.: Die Epithelverhältnisse des Tricladopharynx. Zool. Jahrb. Ab. f. Anat. X Bd. 1897.

Keller J.: Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Süßwasserturbellarien. Jen. Zeit. f. Ntwiss. 27 T. 1894.

Lang P.: Ueber Regeneration bei Planarien. Arch. f. mikrosk. An. Bd. 79. 1912.

Lang P.: Ueber Regeneration bei Planarien. Arch. f. micros. An. Bd. 74. 1909.

Korschelt E.: Regeneration u. Transplantation. Jena. Fischer. 1907.

Kühn A.: Entwicklungsgeschichte und Verwandtschaftsbeziehungen der Hydrozoen. Ergebn. u. Fortschr. d. Zool. 4. Bd. Jena. 1913.

Marchand.: Ueber die Clasmatocten, Mastzellen und Phagocyten des Netzes. Verh. Deuts. pathol. Ges. Hamburg 1902.

Maximow A.: Ueber die Zellformen des lockeren Bindegewebes. Arch. f. micr. An. u. Ent. 1906. 67 T.

Nusbaum: Beitrag zur Frage über die Abhängigkeit der Regeneration vom Nervensystem bei *Nereis diversicolor* O. F. Müll. Arch. f. Entw. mech. XXV. T. 1908

Nusbaum u. Oxner: Die Restitution des ganzen Darmkanals durch Wanderzellen mesodermalen Ursprungs bei *Lineus lacteus* (Grube) Bull. de l'ac. d. sc. de Cracovie. 1911.

Nusbaum u. Oxner. Zur Restitution bei dem Seestern *Echinaster sepositus* Lam. Zool. Anz. T. XLVI. 1915.

Nusbaum J.: Vergleichende Regenerationsstudien. Zeit. f. wiss. Zool. LXXIX. 1905.

Nusbaum J.: Weitere Regenerationsstudien an Polychäten. Ueber die Regeneration von *Nereis diversicolor* (O. F. Müller). Zeit. f. wiss. Zool. Bd. LXXXIX. 1908.

Nusbaum u. Sidoriak: Beiträge zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge nach künstlichen Verletzungen bei älteren Bachforellenembryonen (*Salmo fario* L.) Arch. f. Ent. mech. d. Org. X. T. 1900.

Nusbaum u. Oxner: Die Bildung des ganzen neuen Darmkanals durch Wanderzellen mesodermalen Ursprungs bei der Kopfrestitution des *Lineus lacteus* (Grube) (Nemertine). Zool. Anz. XXXVII. 1911.

Plehn M.: *Sanguinicola armata* und *inermis* (n. gen. n. sp.) n. fam. Rhyngostomida. Ein entoparasitisches Turbellar im Blute von Cypriniden. Zool. Anz. 29 Bd. 1905.

Randolph H.: The Regeneration of the tail in *Lubriculus*, Journ. of. Morph. T. VII. 1892.

Schulze P.: Die Bedeutung der interstitiellen Zellen für die Lebensvorgänge bei *Hydra*. S. B. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1918.

Vejdovsky F.: Zur vergleichenden Anatomie d. Turbellarien. Zeit. f. wiss. Zool T. 60. 1895.

Wilczyński J.: *Amblyplana tetracladea*. Rozp. P. Ak. Um. T. 62. 1923.

Wilhelmi J.: Tricladen. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. T. 33. 1909.

Materiały do historii hodowli zwierząt w b. Galicji.
(Materiaux sur l'histoire d'élevage des bêtes dans la province
de l'ancienne Galicie).

podał

STEFAN PAWLIK

I. NAUKA O CHOWIE KONI

dla departamentu rymontowego (!) według wyroku kancelarii
nadwornej z dn. 22. czerwca 1815*)

(Instruction élevage des chevaux).

Gubernium communicat per circularia in binis lingvis
nempe germanica et polonica impressam doctrinam, elevandorum
et conservandorum his in Regnis equorum, pro statu
notitio et observantia ad Nr. 110 de prot. 9-a Martii 1816.

Takim to pismem zaopatrzone „*Naukę o chowie koni*“,
jedną z wielu papierowych instrukcji, którei władze centralne
wiedeńskie uszczęśliwiały Galicję i jej mieszkańców.

Rzecz ta, nie jest znaną Prof. *St. Królikowskiemu*, nie
podaje jej bowiem w swej cennej „*Bibliografji weterynarji
i hodowli***).

Druk foljo, obejmuje 34 stron, datowany „W Lwowie,
dnia 21, lipca 1815“. Zobaczymy co też ta instrukcja zawiera.
We wstępie podkreślono ważność i wieloraki pożytek chowu
koni. A korzyści są nietylko dla gospodarza, „ale też zależy
większa część bogactwa i bezpieczeństwa kraju, od wielości
i wyborności własnych koni.“

A zaraz dalej i „Galicja jest osobliwie usposobiona do
chowu koni letkiego (!) rodzaju, dlatego oprócz okólników
z r 1808 „względem spuszczenia ogierów skarbowych z kła-
czami stadnemi, 14 miarę i więcej trzymającemi, bez różnicy
ich właścicieli, tudzież oprócz „nagród po 100 z. r. w W.W.
od najpiękniejszych źrebów, a po 25 z. r. w W. W. od naj-
piękniejszych klaczek“ i swobody sprzedawania, jeszcze się
naukę, zawierającą 7 rozdziałów obwieszcza.

Z tego, bądź co bądź, dziś nieznanego zupełnie doku-
mentu „opieki rządowej“, podajemy poniżej najcharakterystycz-
niejsze ustępy.

*) Druk ten pożyczył mi Dr. K. Jasiński, zaco Mu serdecznie
dziękuję.

**) Lwów, 1891 — 8-a str. 167. IV i 10 np.

I. Rozdział „O karmieniu i chodzeniu koło koni“,
zawiera 10 §§.

1) Obrok i napój dla koni, to owies, siano, trawa i woda tudzież pastwisko, urządzone podług przepisu okólnika z d. 24. III. 1809.

2) Jęczmień, groch, bób, wyka a nawet żyto, ale to tylko rzadko w potrzebie i rzadko kiedy, gdyż jęczmień sprawuje rzadki gnój, osłabia wewnątrzności trawiące, mnoży robaki i czyni konia słabym.

Groch, bób i wyka sprawują wzdęcia, koń prędko słabnieje i potnieje.

3) Siano zdrowe — dobrze wysuszone; przezorny gospodarz stara się żywić do Bożego Narodzenia dawnym sianem i owsem, albowiem nowe siano mnoży zwykle rupie w brzuchu końskim. Potraw pomnaża pary chodzenie (transpirację) i osłabia siły konia.

4) Z pomiędzy gatunków słomy, jęczmienna jest najcelniejsza, po niej owsianka. Słoma z grochu, soczewicy i wyki, „najpokarmniejsza“, ale sprawuje wiatry.

5) Trawą można karmić tylko w maju i czerwcu i do niej powoli przyzwyczajając; koniom na pastwisku paszącym się nie daje się owsa.

6) Woda czysta, ciekąca, jest dla koni najzdrowsza; do studni dobrze jest wrzucać kawał soli.

7) Zachowywać porządek w karmieniu i pojeniu, za wiele obroku bez pracy i poruszenia, szkodzi równie jak niedostatek karmy lub zła; w pierwszym razie dostają ochwatu, w drugim zgnitej gorączki.

8) Staranne obchodzenie się jest szczególnej wagi. Konie po mocnem zgrzaniu się nagle ochłodzone dostają jeleni choroby, i t. p.

9) Czystość podstawą zdrowia; więc w braku zgrzebła, szczotki i grzebienia, przynajmniej wiechciem i szmatą codziennie konie całkiem ochędożyć. Suche stanowisko, dostatnia ściółka są koniecznością nieodzowną.

10) O stajniach pisano w okólniku z 24. III. 1809, a tu się zauważa, że ma być:

- a) dość obszerna i dająca się wywietrzyć;
- b) sucha i czysta, brukowana ze ściekami;
- c) dosyć widna;
- d) strych dobrze oddzielony;
- e) dobrze, gdy są klatki (3—4 stóp) oddzielne.

II. O Stadnikach,

11. Troskliwie dobierać ogiera. Ogiery w swoim kraju chowane, zdrowe, bez wad wrodzonych, pochodząc z dobrego

gniazda, są najzdatniejsze do rozmnażania własnego rodu koni krajowych i przy wiejskiej stadninie.

12. Stadnik do chowu koni, dla poddanych, zdatny musi być bez wad; 15 lub 16 miary, krępy, w nogach i udach mocny, czerstwy i wesoły, ale nie złośliwy i mocnego grzbietu.

13. Maści delikatnych niecierpieć; bo konie takich i dzikich maści najczęściej są słabowite i rzadko kiedy do chowu dobre. Ogiery tarantowate nigdy nie powinny być do stanowienia używane.

14. Ogier do stanowienia powinien dopiero w 5-tym roku być użytym, lepiej nawet w 6-tym. Jak długo ma stanowić, trudno z góry określić.

15. Stadnik musi być regularnie cały rok żywionym, a nigdy na stajni długo stać nie powinien.

16. Po odstanowieniu odseperować od klaczy; po odstanowieniu rano i wieczór letnią wodą wymywać puzdro.

17. Krwi ogierom nie należy puszczać; za to na wiosnę i w lecie często pławić, bo przez to nabierają siły żywoci i mocy.

III. O klaczach stadnych czyli świerzopach.

18. Klacz musi „ciałoskładzie“ wyrównywać ogierowi, albo się nie wiele różnić od ogiera.

19. Szeroki grzbiet, sklepione żebra; w sobie szeroka, sucha mała głowa, małe kończaste uszy, duże, czyste bez skazy oczy, szerokie nozdrza, wąskie szczęki, dobra „morda“, piękna w górę idąca szyja, szerokie piersi, trochę wklęsły grzbiet, piękna grzywa, ładna kosa i takiż ogon, mocne kształtne i żylaste uda, dobre i mocne kopyta, wielki brzuch i mocne boki, „obszerna samica“ i duże wymię.

20. Klacz winna być zdrowa, bez wad, nienarowista, ma mieć dużo mleka.

21. Klacz żrebną pielęgnować i nie nadużywać w robocie; żrebię na pastwisku z matką puszczać, ale późną jesienią zbyt wcześnie nie wypędzać.

22. Klaczy karmiącej a odstanowionej nie skąpić paszy— bo dwa żrebaki karmi równocześnie.

23. Poić pilnie i nie za rzadko.

24. Żrebnych klaczy nie zostawiać bez dozoru

IV. O odstanowieniu klaczy i o żrebieniu.

25. W czwartym roku najlepiej klacze odstanawiać. Klacze od 14 — 15 lat przestają być żrebne, a w 16 r. bywa rzadko która płodną.

26. Porą do stanowienia najodpowiedniejszą: kwiecień i maj.

27. Radzi przez 3–4 lata odstanawiać klacz, a następnie dawać rok wypoczynku.

28. Trzy epoki pożądlivości odróżnia; środkowa jest do stanowienia najodpowiedniejsza.

29. Próbnym — „próbniczym“ — ogierem przekonać się czy klacz reaguje.

30. Miejsce do stanowienia musi być spokojne, zaciszne. Nie pomagać zupełnie, wyjątkowo, gdy klacz pod ogierem ustać nie może — podsadziwszy swe barki pod jej piersi, ją wspierać.

31. Stadnika prowadzi się na lince. Po odstanowieniu klacz odprowadzić powoli i ostrożnie

32. Po 9 dniach ponownie się klacz przyprowadza do stadnika.

33. Klacze, które były źrebne, stanowi się w 9–10 a nawet w 30 dniu po oźrebieciu.

34. Dopiero w 6-tym miesiącu z pewnością można poznać, czy klacz jest źrebną.

35. W ostatnich miesiącach ciąży chronić klacz przed zbyt nitem nateżeniem, zgrzaniem się i szybkim ochłodzeniem.

36. Klacz źrebiącą się należy odwiązać, wolno puścić, dać jej stanowisko obszerniejsze i słomą dobrze wyścielić.

37. Przy regularnym porodzie, rodzi się źrebię w okrywających go błonach, a sznur pępkowy bywa blisko na dwa palce od brzucha urwany.

Błony nigdy gwałtem nie odbierać.

38. Przy nienormalnem położeniu należy wezwać pomocy fachowej.

39. Oznaki niezwywego płodu: cuchnący płyn wypływa przed czasem; boki zapadają, wymie wolne, i żadnego ruchu w brzuchu klaczy się nie widzi.

40. Klacz robocza po oźrebieciu musi 14 dni wypoczywać w miernie ciepłej stajni, dobrem sianem i owsem żywiona, poilem z mąką pojona.

V. O wychowaniu źrebiąt.

41. Źrebię chronić w pierwszych miesiącach od wszelkich zewnętrznych uszkodzeń.

42. O klacz mieć staranie i dostatnio ją żywić. O ile jest pastwisko odpowiednie, to pozostawiać klacz z źrebięciem aż do jesieni.

43. A gdy klacze są w robocie, to i tym umożliwiać przebywanie na pastwisku. Źrebiąt nie należy odłączać od matek na kilka godzin nawet, bo to szkodzi i klaczy i źrebięciu.

44. Klacz oszczędzać w robocie, by źrebię się zbyt nie męczyło.

45. Pielęgnacja źrebięcia rozpoczyna się z chwilą odłączenia.

46. Przyzwyczajając naprzód źrebię do suchej paszy — o ile z kłaczą na pastwisku przebywało.

47. Gdy zaś w stajni z kłaczą — to w 6-tym miesiącu odłączyć; nie ma kłopotu z przyzwyczajaniem do suchej paszy.

48. Można i dłużej dać ssać źrebięciu — aż matka sama go odłączy, nie pozwalając mu więcej ssać.

49. Odłączone źrebięta umieścić oddzielnie z dala od matek.

50. Żywić doskonałym sianem i owsem w ściśle dotrzymywanych terminach.

51. Na noc dużo słomy dobrej zadać — by się czem pobawić miały.

52. Poić trzy razy dnia.

53. Żrebiąt rocznych i 2 rocznych nie wiązać — ale muszą mieć dosyć powietrza i miejsca do swobodnego ruchu.

54. Dbać o czystość źrebiąt i przewietrzanie stajni.

55. Kopyta co 6 tygodni opatrzyć i zwracać pilnie uwagę na ich budowę. Strzałki i kątów, czyli rogów u kopyt, nie podbierać.

56. Owies jako obrok, ale nie szróutowany, i nie skrapiany wodą, podawać.

57. Po roku wypędzać na pastwisko, ale źrebce od klaczek odłączać. Kosy i grzywy obcina się krótko — ogon stopniami postrzygać, celem zgęszczenia włosa.

58. Pastwisko dla źrebiąt powinno mieć wodę w pobliżu i drzewa lub szopę, celem ochrony od słońca lub upalnego słońca.

Za towarzyski źrebiętom daje się parę klaczy — po jakimś czasie te przewodniczki są niepotrzebne.

59. Na pastwisku trzymać źrebięta aż do jesieni — ale z mokrych pastwisk trzeba wcześniej spędzać.

60. Półtora roczne źrebięta pielęgnować, tak jak półroczne z tem, że nie może im braknąć siana i słomy; dbać o czystość i ciepło w stajni oraz o ruch.

61. Na wiosnę wypędzać na pastwisko.

62. Jesienią zaczyna się wiązać na uździennicach, codziennie czyścić, grzywę, ogon i kopyta świeżą wodą obmywać. Obrok trzy razy dziennie, też pojenie trzykrotne, od czasu do czasu sól wkładać do żłobu.

63. Przed skończeniem 4-ch lat nie brać źrebiąt pod wierzch ani do zaprzęgu — bo to jest zgubnem — dowodem czego konie chłopskie, często w 2 lub 3-cim roku zaprzęgane, przedwcześnie zniszczone bywają.

64. W czwartym roku o ile nie ma pastwiska — trzyma się źrebca na stajni. Na lince codziennie go przepędzać i pozwoli bardzo przyzwyczajając do lekkich robót.

Klaczy przed 4-tym rokiem nie pokrywać, a ogierów przed piątym rokiem nie używać.

65. Chore źrebięta odseparowywać natychmiast, a gdy się coś poważniejszego pokaże, wezwać fachowej pomocy.

VI. O stadach do rozmnożenia koni.

66. Z uwagi na klimat Galicji — chów dzikich stad na wolności latem i zimą jest niedopuszczalny, więc poleca się trzymanie stad na stajni.

Stada takie są albo oswojone albo półdzikie, t. z. klacze ołaskawione biorą na uździennicę i ogierem z ręki odstanowić się dają, albo też z wolno chodzącymi stadnikami się odstanawiają.

67. Oswojone stado jest lepszem i najpierwszem do polepszenia koni, dla przyczyn znanych.

68. Półdzikie stada domowe, w których klacze, wyjąwszy czas odstanowienia, chodzą same tylko ze źrebiętami, wymagają mniej trudu i kosztów, ale też nie warta zalecenia. Niszczą się bowiem ogiery zbyt zapalczywe, stada upadają, a właściciele ich ubożają.

69. Stada półdzikie, w których wszystkie klacze cały rok wolno chodzą a z nimi ogiery — liczą na 20 — 30 klaczy jednego ogiera — „z czystego gniazda i dobrego rodu, nie wiązane, nie czyszczone, tworząc jedną familję, takie stada do rozmnożenia koni są najlepsze i najtańsze“. Nie potrzebują dozoru, latem starczy pastwisko suche obfite w trawę i czystą wodę do pojenia, w zimie przychodzą pod dach i otrzymują samo siano dobre, albo z jęczmienną słomą zmieszane, sól do lizania i słomę na podścielenie. Żrebne klacze i te co ssać dają źrebiętom oddziela się, by nie biły cieląt i ich nie kalczyły.

70. W każdyni stadzie trzeba odłączyć klaczki od źrebców; przeprowadzić selekcję i wybrakować stare klacze i ogiery na wiosnę.

71. W stadach półdzikich, ogiery, po których spodziewamy się, że będą zdatne na dzikich stadników, nie należy stawiać na stajni, czyścić i t. d. aby po 5 latach puszczenia do klaczy stadnych, nowe powołanie nie było przykre i jakich chorób nie spowodowało.

VII. O chorobach koni.

W trzech paragrafach (72 — 74) jest bardzo krótka wzmianka o chorobach koni zwyczajnych i zaraźliwych: wszy, świerzb, parchy, tyłczak, nosacizna, gnicie płuc czyli wozgrzywość i t. p.

Wszy w grzywie i ogonie, dostają konie z nieochędostwa.

Świerzb powstaje sam przez się — skutkiem złej paszy i zatamowania waporów zaskórnych; parch jest albo suchy lub mokry, pierwszy dla koni dolegliwszy ale drugi zaraźliwszy. Nosacizna i gnicie płuc i tylczak, czyli bolączki pochodzą najwięcej, a to podług okoliczności, gdy zjadliwa materja na głowę, płuca, lub inszą jaką część konia spadnie.

Nosatemu koniowi płynie klejowata, lipka, żółtawa i śmierdząca, a gnicie płuc cierpiącemu, rzadka, więcej brunatna, i bardziej śmierdząca materja z nosa.

W ostatnim paragrafie poleca odłączyć natychmiast chorego konia od zdrowych, żłób wyczyścić i t. d. A w przypadku choroby koni powinien gospodarz wezwać rady i pomocy konowała, albo doświadczonego i użyć na rzeczy rozumiejącego się człowieka.

We Lwowie, dnia 21. lipca 1815.

II. GALIC. GUBERNIUM W SPRAWIE HODOWLI OWIEC ZAINICJONOWANEJ PRZEZ AUGUSTA HR. PONIŃSKIEGO.

(Elevage des brebis).

5. Februarij 1824. N. 87/18.

Augustus Comes Poniński circuli Jaslensis civis, exhibit-huic Statuum Collegio, suas propositiones, super methodo introducendo in hoc regna culturae, et educationis ovium nobilioris sortis, et petit ut pro eo apud Regium Gubernium intercedamus.

Tekst łacińskiej odpowiedzi na pismo Ponińskiego, obejmuje 12 dzielonych stron foljo, podpisany: Leopoli die 20 Martii 1824 Dzierzkowski m. p. — Tłómaczenie niemieckie obejmuje również 14 stron foljo dzielonych: podpisane: Lemberg am 20. März 1814. Wereszczyński m. p. — na dole dopisek: ad expedit 15. April 1824. Mundavit Mochnacki m. p. Expedit 24. April 1824, podpis nieczytelny.

Dokumentu, zawierającego propozycję Ponińskiego brak — ale z odpowiedzi wypływa, że tenże August hr. Poniński chciałby nabyć dobra kameralne pod tym warunkiem, że cenę kupna uiści w ciągu 12 lat. Po drugie — hr. Poniński zobowiązuje się założyć owczarnię najlepszego gatunku w temże gospodarstwie i 100 baranów dostarczyć wys. Gubernium do rozdania między właścicieli dóbr, którzy się trudnić będą hodowlą uszlachetnionych owiec. Po trzecie, zobowiązuje się tenże założyć szkołę, w którejby 36 młodych ludzi kształciło się na owczarzy, tak w kierunku praktycznym jak i teoretycznym, na koszt proszącego.

Po 4-te, proszący twierdzi w III i IV ustępie, że młodych ludzi przyjętych do szkoły bezpłatnie uczyć będzie i te 100 baranów, bez żadnego odszkodowania rządowi krajowemu do swobodnego rozrządzenia corocznie odda; tymczasem ustęp XII zawiera wprost przeciwne twierdzenie. Poniński żąda, by tak koszta urządzenia i założenia szkoły, jakoteż 100 dostarczyć się mających baranów, było oszacowane i z wyznaczonej ceny kupna było potrącone.

Gubernium uznaje celowość projektu hr. Ponińskiego, przewiduje dobre pożytki dla tej prowincji, ale ze swej strony musi podnieść następujące uwagi.

1. Jedynie dłuższe i nieprzerwane doświadczenie może stwierdzić w jakich okolicach naszego kraju hodowla i uszlachetnianie owiec może się rozwijać. Jeśli się uwzględni położenie kraju na całym Podkarpaciu, to można z pewnością powiedzieć, że hodowla owiec nie może być wszędzie zaprowadzoną i podlegałaby wielkiemu ryzyku z powodu nadmiernej wilgotności, a trawy i zioła rosnące na mokrych gruntach oddziaływałyby źle na zdrowotność owiec i wśród tych mogłyby wywoływać wielkie zniszczenia. Obwody Tarnopolski, Czortkowski, część Brzeżańskiego i Złoczowskiego, znowu z powodu zbyt łustej karmy (!) nie jest też odpowiednim terenem dla hodowli owiec, zwłaszcza źle oddziaływałaby wspomniana karma na cienkość i delikatność wełny.

2-o. To mniemanie podziela wiele właścicieli dóbr, których zapytywało gubernium o swe zdanie. Między innymi, Wincenty Skrzyński, właściciel wielkich dóbr w Sanockim obwodzie — oświadczył, że z jego 6-ciu folwarków tylko jeden nadawał się do hodowli owiec szlchetnych, które za wysoką cenę do kraju sprowadził.

3-o. Można by temu złemu zapobiedz przez stałe utrzymywanie owiec na stajni i suchą paszą je żywić, ale to jest tak kosztowne, i z trudnościami połączone, że bez niebezpieczeństwa i szkody nie ma co nawet próbować.

4-o. Zbadaliśmy stan owczarstwa i roczny przyrost owiec. W r. 1816 liczba, owiec w całym kraju wynosiła 513.547 sztuk, po upływie 6 lat a więc w r. 1822, przyrost wynosił 110.208 sztuk, czyli rocznie przybywało 18368 owiec, a miernie bardzo liczebny przyrost powinien był wynosić 1.5 miliona!

To skłania nas do przeciwnego zdania Augustowi Ponińskiemu, to jest, że zaprowadzenie owiec nie może być wszędzie zalecanem i nie może być mowy o tem, byśmy tu w kraju na tem polu mogli dorównać innym prowincjom Austrii.

5-o. Propozycja A. Ponińskiego nie jest przesadzoną, gdyż on ma pretensję tanio oszacowany majątek kameralny w 12 latach spłacić. Gorszym jest warunek, że Skarb państwa ma ponosić koszta założenia szkoły owczarskiej i że ma płacić za 100 dostarczonych corocznie baranów, co wyrównywa

dodatnie strony. Ale wykonywanie przejętych przez Ponińskiego zobowiązań natrafia nadto na nieskończenie wiele nie do pokonania trudności — a temi są:

a) Kaucja na zabezpieczenie ceny kupna,

b) i inne zapewnienia konieczne: a więc na urządzenie szkoły owczarskiej, utrzymanie sprawnego nauczyciela, żywienie owczarków, hodowla najlepszych gatunków owiec, dostarczanie baranów, jeśli bowiem jeden z powyższych warunków nie będzie spełnionym — powstaną scysje i rachunki o brakujące zyski — względnie czy nie powstaną szkody?

c) Rząd musiałby ciągle czuwać nad wypełnianiem zobowiązań A. Ponińskiego. Nauczyciel owczarski musiałby zdać egzamin, a stado owiec należałoby od czasu do czasu lustrować. Przy odbiorze 100 baranów i ocenie ich jakości, będą stale sporne kwestje. I to, pociągnie za sobą nie tylko stratę czasu ale i koszta, boć urzędnikowi wypadnie zapłacić koszta podróży i djety.

d) Jeszcze większe trudności zachodzić będą przy szacowaniu przydzielonych baranów i dochodzenia wydatków na szkołę owczarską. Trzeba będzie na miejsce wysyłać delegata do zbadania, a gdy mimo to, nie będzie zgody, wzywać sędziów do rozstrzygnięcia. Pociągnie to znowu znaczne koszta.

Naszem zdaniem projekt A. Ponińskiego jemu samemu nie przyniesie korzyści, a nadto musi on swoje gospodarstwo ciągle narażać na dochodzenia i badania przez władze publiczne.

6-o. A. Poniński przyjmuje, że ilość stad owiec wzrośnie bardzo szybko, tymczasem my twierdzimy, że w kraju pozbawionym gotówki o sprowadzaniu drogich owiec z zagranicy nie będzie mowy.

Po rozpatrzeniu projektu A. Ponińskiego przedkładamy:

1. Z uwagi na surowy klimat i tradycje i zwyczaje ludności wiejskiej — utrzymywanie owiec krajowych uważamy za postulat ogromnego znaczenia. Skóry baranie służą ludziom na wyrób grubszych sukien i kożuchów, boć ludność, zwłaszcza w okolicy Przemyśla, Sambora i Rzeszowa, bardzo lichy się przyodziewa w płótnianki i t. p.

Założenie szkoły owczarskiej uważamy za niezwykle ważne, w którejby uczono: hodowli owiec, racjonalnego żywienia, ochrony od chorób i leczenia owiec. Wydział Krajowy jest za otwarciem szkoły, o ile jeden z majątków kameralnych na ten cel będzie przydzielonym, gdzie taka szkoła owczarska jak i stada miejscowych uszlachetnionych owiec byłyby utrzymywane.

Odpowiednio prowadzona szkoła dałaby dochody — a krajowi poważne usługi.

Dodaje, że skóry z owiec miejscowych nadają się bardzo dobrze na wyrób futer, bo są gęste i bardzo ciepłe, nadto

owce te dostarczają mięsa i tłuszczu więcej aniżeli owce szlachetne.

Byłoby wskazaniem, by szkołę założono w centralnym punkcie obwodów Kołomyja, Tarnopol, Czortków i Czerniowce — bo w tychże razem, obecny stan owiec wynosi 312.280 sztuk.

2-o. Referent stwierdza, że w Galicji właściciele dóbr utrzymują wprawdzie stada owiec — ale nie mają komu sprzedać ani owiec ani wełny. Kupcy musieliby objeżdżać majątki i w małych partjach zakupywać wełnę — co jest uciążliwym. Wskutek tego proponuje się, by urządzono składy wełny w miejscowościach na ten cel wybranych i w tychże urządzano jarmarki na wełnę. I proponuje się: Wadowice, z uwagi na bliskość Śląska i Moraw i licznych fabryk sukna tamże, dalej Przemyśl nad Sanem — bo stąd export byłby ułatwiony.

I wreszcie Brzeżany lub Tarnopol; pierwsze położone w środkowym punkcie, drugi silniej zaludniony i prowadzący ożywiony handel.

Lwów, 20. marca 1824. Wereszczyński mp.

Jakie były losy dalsze tej akcji papierowej nie wiemy.

Z kliniki chorób wewnętrznych Akademji medycyny weterynaryjnej
we Lwowie.

(Dyrektor: Prof. Dr. Zygmunt Markowski.)

Studja z patologji porównawczej chorób wewnętrznych.

(Etudes sur la pathologie comparée des maladies internes).

Choroby zwierząt dziko żyjących.

(Maladies des animaux sauvages)

podał

STANISŁAW SMOLIŃSKI

st. asystent kliniki.

Motylica.

Z pośród inwazyjnych chorób szerzących się wśród dziko żyjących zwierząt bardzo poważne straty niejednokrotnie wyrządza motylica.

Z pierwszemi wiadomościami o motylicy notowanemi w literaturze spotykamy się w pracy Johana de Brie'go z r. 1379. Fromman w r. 1676 zwrócił uwagę na pasorzyt motylicy, opisał go pobieżnie i nadał mu właściwą nazwę. O sposobie rozmnażania się pasorzytów nie wiedziano; dopiero w XIX. stuleciu dzięki studjom Mehlisa, a głównie Leuckarta i Thomasa (1876), nad rozwojem pasorzytów motylicy, poznano budowę tychże, przejściowe ich formy rozwojowe i sposób dostawania się do organizmu zwierzęcego.

Dalsze badania Gerlacha, Davainego, Schafera i innych dotyczą patogenezy, symptomatologii i zmian anatomo-patologicznych motylicy. Z dalszych czynionych w tym kierunku badań zasługują na uwagę doświadczenia D. Szyniczyna na królikach. Autor ten dowodzi, że młode embrjony motylicy wylęgnięte z cerkarji w przewodzie pokarmowym dostają się do wątroby, względnie do jej przewodów żółciowych nie drogą wspólnego przewodu żółciowego, ale przebijają one ścianę jelit, dostają się do jamy otrzewnowej i stąd do rozmaitych organów, jak śledziony, trzuski, a przedewszystkiem do wątroby.

Postępy doby dzisiejszej poczynione przez lekarzy węgierskich, głównie przez prof. J. Marka, dotyczą sposobu leczenia motylicy za pomocą „Distolu“. Doświadczenia z zastosowaniem tego środka przeprowadzone w klinice chorób we-

wewnętrznych Akademji med. wet. we Lwowie na 10 motylicznych owcach, dały wynik zadowalający, gdyż distol podany owcom do wewnątrz, zabija pasorzyty motylicy w przeciągu 3—4 dni.

Motyllica jest to schorzenie wątroby wywołane przez dwuuścica wątrobowego — *distomum hepaticum*, albo lancetowatego — *distomum lanceolatum*. Najczęściej jednak oba te pasorzyty żyją razem w organizmie zwierzęcym. Choroba charakteryzuje się chronicznym zazwyczaj procesem zapalnym wątroby i przewodów żółciowych z następowymi zaburzeniami przewodu pokarmowego, doprowadzającymi zwierzę do silnego wychudnięcia, a w końcu do śmierci.

Distomum hepaticum jest $1\frac{1}{2}$ — 4 cm. długi. $1\frac{1}{2}$ — 1 cm. szeroki, kształtem przypomina liść senesu i jemu to przypisuje się główną rolę w wywoływaniu zaburzeń chorobowych przy motylicy.

Drugi rodzaj pasorzyta — *distomum lanceolatum* znacznie mniejszy, $1\frac{1}{2}$ — 1 cm. długi, 1 — 3 mm. szroki, kształtu lancetowatego, znajduje się zazwyczaj w znacznie mniejszej ilości w przewodach żółciowych wątroby i jest mniej niebezpiecznym niż jego poprzednik.

Obydwa rodzaje wymienionych pasorzytów należą do grupy Smocznic (Trematodów), które dla swego zupełnego rozwoju przechodzić muszą pewną metagenezę połączoną ze skomplikowanymi przeobrażeniami w formy przejściowe.

Dwuuścice wątrobowe wegetujące w przewodach żółciowych zwierzęcia wydają jaja około 130 — 145 μ długie i 70 — 90 μ szerokie, kształtu owalnego, okryte naokoło otoczką. Jaja te dostają się z prądem żółci do dwunastnicy, a stąd dalszą drogą z kałem na zewnątrz.

Przy sprzyjających warunkach, a w pierwszym rzędzie przy dostatecznej wilgoci i odpowiedniej ciepłocie wydobywa się z jaja po pęknięciu otoczki w ciągu 6 tygodni larwa, która wolno pływając w wodzie wyszukuje wodnego ślimaka — *limneus minutus s. truncatulus* — wbija się w niego przednią częścią ciała, zaopatrzoną w ostry wysuwalny kolec. Nowsze badania Noellera i Sprehna stwierdzają z całą pewnością, że larwy dwuuścica wątrobowego wnikają także do ślimaka — *limneus stagnalis* — gdzie przechodzą wszystkie stadja rozwojowe aż do cerkarji. Autorzy ci zajmują się przeprowadzaniem analogicznych badań z pokrewnymi rodzajami ślimaków, a zwłaszcza z *limneus palustris*. W wątrobie ślimaka przemienia się larwa w lecie po 14 dniach, w zimie po 3—4 tygodniach w sporocystę, a z tej powstaje na drodze bezpłciowej nowa generacja t. zw. redje w ilości 5—8. Z każdej redji wylęgają się cerkarje w ilości 15 — 20. Cerkarje są to żyjątka mikroskopowo małe, kształtu okrągłego, zaopatrzone w ogonek służący im do pływania w wodzie. Jedne z nich opuściwszy organizm ślimaka wolno pływają w wodzie, inne znowu przyczepiają się do roślin wodnych lub jakichkolwiek przedmiotów,

tracą ogonek i otarbiają się. Podczas gdy życie pierwszych, korzystających ze swobody w wodzie, jest bardzo krótkie, to naodwrot drugich w stanie otorbionym trwać może miesiącami.

Historja rozwoju dwuuśca lancetowatego nie jest dostatecznie poznana.

Z dziko żyjących zwierząt zapadają na motylicę daniela, jelenie, żubry, sarny, kozice, zajęce, dzikie króliki, świnki morskie a nawet wiewiórki. Diesing wymienia 19 rodzajów zwierząt, u których stwierdził on obecność dwuuśca wątrobowego. Czy motylca zdarza się też u dzika dotychczas jest rzeczą nie stwierdzoną, jakkolwiek w nielicznych wypadkach chorobę tę skonstatowano u świni domowej. W ogólności powiedzieć można, że motylca nie nawiedza tak często dzikich zwierząt, jak zwierzęta domowe np. owce i bydło. W zeszłym roku zdarzył się wypadek masowego wymierania świnek morskich w instytucie higieny w Frajburgu. Po przeprowadzeniu sekcji świnek stwierdzono u nich motylicę. Infekcja ich nastąpić miała za pośrednictwem podawanej im trawy z ogrodu instytutowego, w którym przebywały owce dla celów doświadczalnych. W kale owiec mikroskopowo wykazano jaja dwuuśca wątrobowego. Sohn obserwował motylicę u dziko żyjących świnek morskich na Jawie. Stosunkowo rzadko zdarza się motylca u ludzi, chociaż stwierdzono ją kilkakrotnie przy sekcji zwłok. Objawy i zmiany anatomo-patologiczne u ludzi cierpiących na motylicę są mniej lub więcej podobne do zwierzęcych.

Infekcja organizmu zwierzęcego następuje zwykle w miesiącach letnich przez spożycie roślin, do których cerkarje są przyłączone, albo za pośrednictwem wody, zawierającej cerkarje. Według nowszych badań zakażenie nastąpić może przez spożycie ślimaka wodnego, w którego organizmie żyją larwy dwuuśca wątrobowego; robione w tym kierunku eksperymenty przez Spinolę fakt powyższy potwierdziły.

Motylca najczęściej pojawia się w czasie mokrych lat w wilgotnych i bagnistych okolicach, które szczególnie sprzyjają rozwojowi ślimaka wodnego, *limneus minutus*, a tem samem i cerkarjom. Nie wynika jednak z tego, żeby w czasie posuchy infekcja mogła nie nastąpić, gdyż, jak niektórzy autorzy podają, cerkarje mogą otorbić się już w ciele ślimaka i tu żyć czas dłuższy. Ślimak z otorbioną cerkarją spożyty przez zwierzę może dać początek infekcji.

Człowiek zakaża się motylicą przez picie wody obfitującej w cerkarje.

W 2-3 godziny po dostaniu się cerkarji z karmą albo wodą do przewodu pokarmowego zwierzęcia wylęgają się z nich młode distomy zaopatrzone w silną przyssawkę i ostry kolec, przy pomocy którego łatwo przebijają one ścianę jelit i dostają się do jamy otrzewnowej. Ztąd wędrują do rozma-

itych narządów, a głównie do wątroby po uprzednim przebi-
ciu jej torebki. Doświadczenia Szyniczyna na sztucznie zaka-
żonych motylicą królikach, jak już na wstępie wspomniałem,
fakt powyższy potwierdzają. Autor ten sztucznie zakażał króliki
motylicą, przeprowadzał następnie w rozmaitych okresach
czasu ich sekcję, przyczem nie znajdował pasorzytów w wą-
trobie królika w pierwszych 4 dniach po zakażeniu, natomiast
wiele ich wykrył w jamie brzusznej. Równocześnie uzasadnia
swoje twierdzenie tem, że młode distomy wylęgnięte z cerkarji
są za słabe, by mogły odbyć wędrówkę z dwunastnicy do
przewodów żółciowych, gdyż po drodze natrafiają na przeciwny
prąd żółci. Inni badacze są jednak zdania, że dostają się one
wprost z dwunastnicy drogą wspólnego przewodu żółciowego
do wątroby, względnie do jej przewodów żółciowych, wywo-
lując tu charakterystyczne zmiany.

Nie jest rzeczą wykluczoną, aby embrjony nie mogły się
też dostać do wątroby drogą jelitowych naczyń żylnych;
pewnych jednak dowodów w tym kierunku brak.

Zmiany anatomo-patologiczne wywołane pasorzytami mo-
tylicy dotyczą w pierwszym rzędzie wątroby; jest ona znacznie
powiększona, 2 — 3 razy cięższa o brzegach tępych. Intenzy-
wność zmian zależy naturalnie od ilości pasożytujących tu
dwiuściców. Poszczególne pasorzyty nie wywołują w wątrobie
widocznych anomalji, natomiast inwazja większej ich ilości po-
woduje w przewodach żółciowych proces zapalny, przecho-
dzący z czasem na tkankę zrazikową wątroby, powodując jej
przerost, a w końcu stwardnienie (marskość). Po przecięciu
wątroby widzi się przewody żółciowe 2—4 razy rozszerzone,
wypełnione gęsto płynną żółcią barwy więcej brunatnej, zmie-
szaną z produktami kataralnymi, licznymi pasorzytami motylicy
i ich jajami. Błona śluzowa przewodów żółciowych w stanie
jużto krwawego, jużto śluzowego lub ropnego procesu zapal-
nego; ściany przewodów żółciowych zgrubiałe. Wewnątrz
przewodów gromadzą się często, zwłaszcza u jeleni, sole po-
tasowe, w mniejszej ilości magnezowe tak, że powstają tu
częstokroć zbite konkrementy, będące niejako odlewami prze-
wodów żółciowych.

Pasorzyty motylicy dostać się mogą do największych ka-
nalików żółciowych, mogą też przebić ścianę przewodu żół-
ciowego i dostać się do mięszu wątrobowego, powodując tu
krwoćok i częściowy jego rozpad. W innych znowu razach
pasorzyt przebija torebkę wątrobową, a głowa jego sterczy
ponad powierzchnię torebki; przy ucisku wylewa się z otworu
krwawa ciecz.

U sarn zamotyliczonych spotyka się bardzo często wy-
broczyny w mięszu wątrobowym zwłaszcza po wielkiej inwazji
pasorzytów, przyczem wątroba pokrywa się złogami włókn-
kowymi, które przedewszystkiem charakterystyczne są dla mo-
tylicy zajęcy i dzikich królików. U nich bardzo łatwo przy-

chodzi do rozpadu tkanki wątrobowej, nawet przy inwazji małej ilości pasorzytów. Często zdarza się, że zajęce albo dzikie króliki giną z powodu motylicy nawet wtedy, gdy dwuuścce wątrobowe w ich organizmie nie są jeszcze należycie rozwinięte i płciowo dojrzałe.

Tak u zwierząt domowych, jak też u dzikich zapadających na motylicę zdarzają się częste wypadki, że dwuuścce wątrobowe przebijają ściany żył wątrobowych i drogą krwi obiegu wędrują do prawego serca, a stąd do płuc i tu ulegają otorbieniu albo zwapnieniu, tworząc w ten sposób mniejsze lub większe cysty lub guzki, które w pewnych wypadkach wywołują zaburzenia ze strony płuc.

Prócz działania mechanicznego mają posiadać pasorzyty motylicy własności wydzielania pewnych substancyj chemicznych działających na ściany naczyń krwionośnych, przewodów żółciowych, a prawdopodobnie i na czerwone ciała krwi. Przeprowadzane eksperymenty przez G. Guerrini'ego w celu wyosobnienia trującej substancji z dwuuściców wątrobowych nie dały pozytywnych wyników. Naczynia krwionośne pod wpływem wyżej wspomnianych substancyj chemicznych stają się przepuszczalnymi, dlatego składniki morfotyczne krwi łatwo przez nie przenikają, w następstwie czego przychodzi zazwyczaj do obrzęku wnęki wątrobowej, do nacieczenia i silnego przekrwienia gruczołów limfatycznych bramnych, a także do puchliny brzusznej. Ilość czerwonych ciałek we krwi zmniejszona, dlatego bladeść mięśni i błon śluzowych łatwo w oczy wpada. Prócz tego stwierdza się prawie zawsze ogólną eozynofilję

O dokładnem przebiegu motylicy, a zwłaszcza jej charakterystycznych objawach u dziczyzny posiadamy szczupłe wiadomości; jest jednak rzeczą niewątpliwą, że symptomy chorobowe występują u niej podobnie jak u zwierząt domowych. Po bezpośredniej inwazji pasorzytów do organizmu zwierzęcia objawów wogóle brak; jest to tak zw. ukryte stadium choroby, trwające 5—6 tygodni. Dopiero po 1½—2 miesiącach gdy, po inwazji większej ilości pasorzytów do organizmu zwierzęcia, wystąpią już znaczne zmiany w wątrobie, wtedy zjawia się silna anemja, do której dołącza się utrata apetytu, ogólne osłabienie, czasami nieznaczna gorączka. W dalszym przebiegu pojawiają się zaburzenia ze strony przewodu pokarmowego, żółtaczką, bolesność w okolicy wątroby, wychudnięcie, obrzęk tkanki łącznej podskórnej, a w końcu zwierzę ginie z powodu ciężkiej niedokrwistości i wynędznienia.

Sarny, zajęce i dzikie króliki, jak wspomniałem już wyżej, są na motylicę mało wytrzymałe, gdyż u nich łatwo miąższ wątroby ulega rozpadowi, a zwierzęta giną z powodu zapalenia otrzewnej.

Okoliczność, że sarny stosunkowo rzadziej zapadają na motylicę aniżeli jelenie, tłumaczy Olt i Ströse tem, że sarny

jako wybredne w dobieraniu sobie pożywienia zjadają prawie wyłącznie pączki i liście drzewek i krzewów, same końce traw i rośliny z terenów suchych, które nie sprzyjają rozwojowi larw dwuuśca, natomiast jelenie nie przebijające w karmie zjadają nawet chętnie rośliny wodne, na których żyją otorbione cerkarje, dające początek infekcji. Przebieg chorobowy u jeleni jest znowu o tyle pomyślnym, że u nich nie zdarza się rozpad mięszu wątrobowego.

Jeleń karpacki i w ogólności górski, żyjący w suchych i zdrowych warunkach zapada na motylicę naturalnie bez porównania rzadziej, niż jeleni nizinny.

Najczęstsze wypadki śmiertelności z powodu motylicy zdarzają się u naszej dziczyzny po ostrych i śnieżystych zimach w miesiącu styczniu i lutym.

Celem stwierdzenia i rozpoznania motylicy u dziczyzny w danym rewirze leśnym należy w pierwszym rzędzie przeprowadzić sekcję na kilku upolowanych osobnikach, lub co najmniej badać mikroskopowo kał osobników podejrzanych. Kał osobników chorych na motylicę zawiera jaja dwuuśca wątrobowego; jaja te przedstawiają się pod mikroskopem w postaci podłużno-owalnych o zabarwieniu brunatnym, lub zielono-żółtym tworów, posiadających na obwodzie znacznie ciemniejszą otoczkę chitynową.

Stosowanie środków leczniczych przeciw motylicy nie dawało dotychczas pożądanych rezultatów u zwierząt domowych, a tembardziej u dziczyzny; postępy jednak medycyny weterynaryjnej sprawiły, że motylicę uważać dziś należy za chorobę uleczalną przez stosowanie „Distolu“, który przyczyni się niewątpliwie do zwalczania tej choroby i u dziczyzny, zwłaszcza żyjącej w zwierzyńcach.

Co się zaś tyczy sposobów zapobiegania tej chorobie, to bardzo ważną rolę odgrywa meljoracja wilgotnych i bagnistych terenów; sztuczne osuszanie terenów przy pomocy choćby nawet kopania rowów, albo drenowania pozbawia przejściowe formy dwuuśca wątrobowego najważniejszego warunku dla ich rozwoju tj. wilgoci. W razie, gdy obszar bagnisty jest stonkowo nie wielki, należy go odpowiednio ogrodzić i uniemożliwić w ten sposób zwierzynie dostęp do tegoż.

Bardzo ważną rolę w zwalczaniu motylicy odgrywają dzikie kaczki, bociany, czaple, czajki, które chętnie zjadają ślimaki wodne, będące koniecznymi gospodarzami dla przejściowych form dwuuśca wątrobowego. Ochrona więc tych ptaków przez ludność okoliczną, a przede wszystkim przez myśliwych w takich wypadkach zasługuje na szczególne uwzględnienie.

Nie bez znaczenia jest też zakaz wypędzania bydła i owiec chorych na motylicę na pastwiska leśne, gdyż te, wydalając z kałem jaja motylicy, przyczyniają się do powstawania i szerzenia się choroby wśród dziczyzny.

Zrozumiałem jest wreszcie usuwanie i głębokie zakopywanie padłej na motylicę dziczyzny, względnie niszczenie (palenie) organów zwierzęcych dotkniętych zmianami motylicznymi.

Dobre a nawet intensywne żywienie dziczyzny podczas ostrej i śnieżystej zimy, w czasie której zwierzęta, z powodu trudności w wyszukaniu sobie należytej ilości karmy, tracą na odporności przeciw wszelkiego rodzaju chorobom, posiada doniosłe znaczenie i w zapobieganiu motylicy. Znaną jest przecież rzeczą wszystkim myśliwym, że najczęstsze wypadki wymierania dziczyzny z powodu motylicy, czy też innej choroby, zdarzają się na wiosnę po przejściu ciężkich i ostrych zim.

Ercolani i Perronci twierdzą, że 2% roztwór soli kuchennej zabija w przeciągu 5 minut cerkarje i dlatego Olt i Ströse radzą podawać dziczyźnie sól kuchenną lub gorzką w formie znanych myśliwym lizawek, albo zmieszać ją w odpowiedniej ilości z podaną karmą. Sól czy to kuchenna, czy też gorzka podana w tej, lub owej formie, pobudza z jednej strony apetyt zwierzęcia, reguluje trawienie, z drugiej strony, jak wspomniani wyżej autorowie podają, zabija cerkarje.

Mięso z upolowanej zwierzyny, u której skonstatowano motylicę, nadaje się do użytku ludzkiego. Organ dotknięty w nieznacznym stopniu zmianami motylicznymi można użyć do konsumpcji po uprzednim wycięciu i zniszczeniu zajętych ognisk; przy zmianach natomiast daleko posuniętych, jak np. przy zupełnej marskości wątroby, należy dany organ zniszczyć, a przy silnem wychudnięciu całe zwierzę.

Włośnica.

Włośnica jest schorzeniem występującem u zwierząt domowych i dziko żyjących a charakteryzującem się w początkowym stadium ostrym katarem jelit wywołanym przez dojrzałe włośnie jelitowe, w dalszym przebiegu stanem zapalnym mięśni spowodowanym przez młode formy włośni, tak zw. włośnie mięśniowe. Choroba posiada doniosłe znaczenie w patologii weterynaryjnej, łatwo przenosi się na człowieka powodując ciężkie i bolesne zaburzenia organizmu, kończące się w 30% śmiercią; wywołaną bywa przez *włosień kręty* (*Trichinella spiralis*) pasorzyt należący do rodziny obleńców.

Odkrywcą włośni był James Paget, student medycyny, który sekcjonując w r. 1835. zwłoki człowieka, przypadkowo znalazł w mięśniach jego wielką ilość włośni. Włośnie zwapniałe w mięśniach trupa ludzkiego zauważył już w r. 1832. lekarz angielski Hilton, nie wiedział jednak z czem ma do czynienia. Dopiero dzięki szczegółowym badaniom R. Ovena poznano dokładniej odkryty przez Pageta pasorzyt i nazwano go ze względu na jego kształt włośniem krętym. Z dalszych na uwagę zasługują badania Virchowa, Leukarta i Zenkera,

którzy zajmując się biologią włośni opisali ich budowę sposób dostawania się ich do organizmu zwierzęcego i ludzkiego. Etjologia zatem włośnicy dzięki trzem ostatnim autorom została wyświetloną. W mięśniach świnie domowej, pierwszy wykazał włośnię Leidy w r. 1847 w Ameryce, a Herbstowi pierwszemu udało się przenieść włośnicę na borsuka i psa.

Z dziko żyjących zwierząt włośnica nawiedza dziki, lisy, borsuki, niedźwiedzie, hipopotamy, kuny, tchórze, chomiki, jeże, szczury, myszy, a z domowych zwierząt świnie domowe, psy i koty; człowiek podlega temu schorzeniu a zarażenie się następuje przez spożycie mięsa pochodzącego z wyż wymienionych i zakażonych zwierząt.

Włośnica zdarza się prawie we wszystkich państwach Europy, a najczęściej w Ameryce północnej, gdzie statystyka sekcji świń stwierdza 4—15% świń zakażonych; produkty mięsne sprowadzane z Ameryki do Niemiec i innych krajów europejskich w wielkim stopniu przyczyniły się do zawleczenia tej choroby. W Szwajcarii, Francji, Anglii i do niedawna w Polsce włośnica należała do rzadkości.

Włoseń kręty albo spiralny żyje jako forma dojrzała w przewodzie pokarmowym wyżej wspomnianych zwierząt i człowieka i zwie się włośniem jelitowym; druga forma jest niejako larwą włośnia jelitowego, żyjącą w mięśniach szkieletowych wrażliwych na włośnicę osobników.

Włoseń jelitowy zaledwie gołym okiem dostrzegalny jest kształtu nitkowatego, barwy żółtawo-białawej; samiec 15 mm. długi, 0.04 mm. gruby, samica prawie 3 razy większa. Przednia część pasorzyta prosta i ścięńczona zaopatrzona jest w otwór gębowy prowadzący do gardzieli i jelita, koniec zaś ciała nieco zgęty i tępy. Wnętrze ciała dojrzałej i zapłodnionej samicy zawiera pewną ilość zarodników, z których już w łonie matki wylęgają się embrjony około 0.12 mm. długie. Embrjony te wydostają się perjodycznie przez otwór płciowy znajdujący się w przedniej trzeciej części ciała samicy. Po wydaniu młodego pokolenia samica ginie, samce zaś obumierają bezpośrednio po zapłodnieniu samic.

Włosnie mięśniowe około 0.8—1 mm. długie znajdujemy we włóknach mięsnych z początku w stanie wolnym w pozycji prostej, a w późniejszym stadium otorbione i spiralnie zwinięte. Torebka otaczająca pasorzyty przybierająca z czasem kształty cytryny, po upływie dłuższego czasu ulega zwapnieniu które częściej spotyka się u człowieka niż u zwierząt np. u świnie domowej, świnie bowiem z reguły podlegają ubojowi w wieku 8—10 miesięcy, a zatem w okresie, w którym zwapnienie nastąpić jeszcze nie mogło.

Mięso zawierające włośnię spożyte przez wrażliwe na włośnicę osobniki zostaje strawione w żołądku wraz z otoczką, a pasorzyty z torebki uwalniają się i jako odporne działaniu kwasu żołądkowego dostają się w ciągu 24 godzin do jelit

i tu po 1—5 dniach wyrastają na płciowo dojrzałe włosnie jelitowe. Osobniki męskie po zapłodnieniu współtowarzyszek wcześniej giną i wydalane bywają z kałem na zewnątrz, podczas gdy samice pozostają 5—6 tygodni w jelicie, wciskają się w jego błonę śluzową aż do naczyń limfatycznych, a po wydaniu z siebie 1500—2000 (według Brauna 8000—10000) embrjonów giną. Młode formy wydzielone na zewnątrz przez otwór płciowy włosnia jelitowego dostają się z naczyń limfatycznych za pośrednictwem limfy do przewodu piersiowego, stąd do krwi i z jej obiegiem do mięśni szkieletowych i narządów wewnętrznych; w mięśniach względnie ich włóknach mają one możliwość dalszego rozwoju. Po przebicciu bowiem owłókni mięśniowej dostają się młode włosnie do substancji protoplasmatycznej włókien mięsnych, tu dojrzewają jako t.zw. włosnie mięśniowe, mogące żyć już latami w stanie otorbionym; gdy znajdą one sposobność dostania się wraz z mięsem do żołądka względnie jelita innego wrażliwego na włosnicę osobnika, powtarza się cykl rozwoju nowej generacji. Jak długo jednak nie wytworzy się torebka otaczająca młody włosień, nie jest on jeszcze dojrzałym i zdolnym zakazić innego osobnika, gdyż spożyty, ginie pod wpływem kwasu żołądkowego.

Embrjony, które z krwi obiegiem dostały się do mięśnia sercowego, lub do innych organów, albo zostały w jamie ciała, wkrótce giną. W innych mięśniach poprzecznie prążkowanych (w mięśniach szkieletu), króre stały się siedzibą zawędrowanych włosni, zanika z czasem poprzeczne prążkowanie, a miejsce jego zajmuje masa zmieszana z kuleczkami tłuszczu, gdy tymczasem włosień z początku zajmujący pozycję dość prostą zaczyna spiralnie skręcać się. Mniej więcej po 5 tygodniach gromadzi się naokoło włosni masa hyalinowa przybierająca z czasem kształt cytrynowaty lub wrzecionowaty otaczająca jeden czasami 2 i 3 włosnie. Po roku lub krócej, torebka wskutek gromadzenia się na jej biegunach soli wapniowych ulega zmętnieniu i zgrubieniu, przyczem włosień znajdujący się wewnątrz jużto utrzymuje się w stanie odrętwienia i jako taki, żyć może latami, jużto równocześnie z torebką ulega zwapnieniu, tracąc w ten sposób zdolność życiową.

Najbardziej wrażliwe na włosnicę są ssaki; u ptaków rozwinąć się mogą tylko włosnie jelitowe, gdyż formy młodociane pod wpływem kwaśnej reakcji jelita, jaką Genersich miał możliwość u ptaków stwierdzić, giną.

Świnie domowe i dzikie nie reagują w widoczny sposób na inwazję włosni do mięśni. Szczury przy większej inwazji pasorzytów zdradzać mają sztywność kończyn, a sekcja ich stwierdza zapalenie błony śluzowej jelit, wywołane jużto mechanicznem jużto toksycznym działaniem włosni jelitowych tak, że często nawet następuje śmierć osobnika.

Świnia domowa, dzik i inne dziko żyjące zwierzęta zakażają się włośnicą przez zjedanie myszy i szczurów, jednych z najczęstszych gospodarzy włośni. Infekcja nastąpić może również przez zjedanie mięsa, odpadków lub padliny zwierząt dotkniętych włośniami, a wreszcie zjedanie kału chorych szczurów i myszy, jak to badania Höyberga wykazały, mogą dać początek zakażeniu. Cały szereg autorów podaje wyniki swoich bardzo zresztą interesujących badań stwierdzających, że szczury i myszy przede wszystkim odgrywają ważną rolę w szerzeniu się tej choroby. Wśród nich nie brak i takich, którzy twierdzili, że szczury zakażają się włośnią przez zjedanie kału chorych na włośnicę świń. Twierdzenie to zdaje się być mało prawdopodobnym; natomiast bardzo jest możliwym, że szczur, jako stały prawie mieszkaniec chlewów, zakażać się może od świni przez nadgryzienie jej różnych części ciała.

Jest ogólnie rzeczą znaną, że lisy są specjalistami w łapaniu myszy i tem właśnie tłumaczymy sobie, dlaczego lisy tak często cierpią na włośnicę. Casparius badał mięso lisów pochodzących z rozmaitych okolic Niemiec i stwierdził z ogólnej liczby badanych lisów 4-17% chorych na włośnicę. Jednocześnie lis, a także borsuk i kuna nie odgrywają wielkiej roli w szerzeniu się włośnicy, gdyż zwierzęta te z reguły nie giną z powodu włośnicy, a prawie zawsze padają ofiarą myśliwych, którzy świadomi sposobu szerzenia się choroby palą lub głęboko zakopują upolowaną a pozbawioną futra zwierzynę.

Objawy charakterystycznych dla włośnicy na żywym zwierzęciu dotychczas nie dało się zauważyć. Świnie sztucznie zakażone w 3-4 dni potem zdradzały utratę apetytu, wymioty, biegunkę, a przy silnej infekcji chudły, a nawet przy końcu 2-go tygodnia ginęły. Przy włośnicy mięśniowej występuje świąd skóry, sztywny chód, chrapanie, lekka gorączka, a przy bardzo silnej infekcji choroba kończy się śmiercią.

Pewne rozpoznanie włośnicy daje tylko mikroskopowe badanie mięsa, do czego wystarcza 40-80-krotne powiększenie. W tym celu wycina się kawałeczek mięśnia z miejsca, w którym najczęściej gnieźdzą się włośnie, i po dodaniu nieco wody i kwasu octowego 0.1-0.5%, miażdży się go między dwoma szkiełkami podstawowymi i ogląda pod mikroskopem. Ulubionym miejscem włośni są mięśnie języka, międzyżebrowe, krtańowe, a przede wszystkim mięśniowa część przepony i z niej w pierwszym rzędzie powinno się przygotowywać preparaty do badań mikroskopowych. Dla upewnienia się w rozpoznaniu włośnicy nie wystarcza sporządzenie jednego preparatu, ale przynajmniej sześć i to z rozmaitych mięśni.

Wedle danych statystycznych Eichhorsta włośnicę dość często stwierdzano u ludzi przed wojną w Niemczech. Dziś bez porównania w znacznie mniejszym stopniu spotyka się ją a to dzięki racjonalnym i fachowym oględzinom mięsa, jakie w Niemczech obowiązuje. W Polsce włośnica zdarza się

wśród ludności śląskiej, (która zakaża się nietylko od świń ale od psów i kotów) i w okolicach Polesia i Wołynia. Mięso dotknięte włośnicą nie musi jednak w każdym wypadku zakażać organizm ludzki; zakażenie zależy od ilości włośni w mięsie, od okresu rozwoju włośni i od sposobu przyrządzenia mięsa. Nieliczne włośnie w mięsie z reguły nie wywołują u człowieka właściwej włośnicy, lecz tak zw. włośnicę utajoną, którą przypadkowo stwierdza się przy sekcji zwłok. Ruppert podaje że objawy chorobowe występują u człowieka wtedy, gdy ilość włośni w jego organizmie przewyższa milion. Włośnie już rozwinięte i otorbione są zdolne zakażać człowieka, przeciwnie młode osobniki, tak zw. włośnie wędrujące są dla zdrowia ludzkiego nieszkodliwe. Dobrze ugotowane lub upieczone mięso, jakkolwiek we włośnie obfituje, jest również dla zdrowia nie szkodliwe, gdyż włośnie przy temperaturze 60 - 75° C giną.

Rozpoznanie włośnicy u ludzi jest stosunkowo łatwe. Objawy chorobowe w początkach dotyczą zaburzeń żołądka i kiszek. Nagła utrata apetytu, nudności, wymioty, bóle w jamie brzusznej, silna biegunka, obrzęk powiek, gorączka przerywana 40—41 C, wreszcie bóle mięśniowe, to główne symptomy. Szczególną dżagnostyczną wartość posiada badanie krwi na eozynofilję. Po 3—4 tygodniach stan chorobowy z wolna ustępuje, albo wśród silnego wychudnięcia następuje śmierć pacjenta.

Najlepszymi środkami zwalczającymi i zapobiegawczymi włośnicy u ludzi są oględziny mięsa zwierząt wrażliwych na włośnicę i badanie mikroskopowe na włośnie. W Niemczech podlegają przymusowym oględzinom lekarsko-weterynaryjnym nie tylko świnie domowe, ale i dzikie. Na myśliwych ciąży obowiązek, aby upolowane lisy, borsuki, kuny i tchórze po uprzednim zdjęciu skóry nieszkodliwie usuwać, a więc palić lub po uprzednim zlaniu zwierzyny krezolem głęboko zakopywać.

Zwolennicy mięsa psiego lub kociego w interesie własnego zdrowia w każdym wypadku powinni zwracać się z oceną mięsa do lekarzy weterynaryjnych, względnie instytucyj zajmujących się badaniem na włośnie.

W końcu podnieść należy, że ważnym bardzo momentem w zwalczaniu włośnicy jest tępienie szcurów i myszy, będących, jak dotychczas wykazano, bezpośrednią przyczyną tej choroby u zwierząt domowych i dziko żyjących.

C. d. n.

STRESZCZENIA I OCENY.

Prof. dr. J. Ulrich Dürst. Die Beurteilung des Pferdes. Verl von Ferd. Enke. Stuttgart. 1922.

Pod tym nagłówkiem ukazała się książka prof. uniwersytetu w Bernie (Szwajcaria) dra U. Dürst'a, który w przedmowie do swojej pracy powiada, iż uważa ją za owoc 20-letnich studjów nad końmi nie tylko teoretycznych lecz równocześnie i praktycznych, jako hodowca i właściciel majątku („Gutbesitzer“). Jeśli do tego dodać, że imię prof. Dürst'a, jako autora wielu prac paleontologicznych i eksperymentalnych z dziedziny pochodzenia zwierząt domowych i badań anatomo-mechanicznych, dość znane jest w świecie naukowym, łatwo zrozumiemy zainteresowanie się w kołach hippologów wymienioną wyżej książką prof. Dürst'a.

Niestety, bliższe poznanie treści tego dzieła rozwiewa w znacznej mierze urok, związany z autorem-teoretykiem i praktykiem w jednej osobie („früher Gutbesitzer und praktischer Züchter“). W „Die Beurteilung des Pferdes“ widzimy raczej albo pretensjonalną chęć potraktowania szerokiego tematu ze ściśle naukowego punktu widzenia, z odpowiednim wytłomaczeniem każdego najdrobniejszego zjawiska z dziedziny rozwoju konia i mechanizmu jego budowy, niż jasny zarys naukowych podstaw oceniania konia jako żywego motoru, umożliwiający dokładną orientację w zaletach i wadach koni oraz umiejętne wykorzystanie jego sił fizycznych.

Książka Dürst'a podzielona na 4 rozdziały: 1) Przyczyny, wpływające na wykształcenie exterieur'u konia, do których zaliczają się wpływy warunków zewnętrznych, ruchy konia, dobór przez człowieka materiału; 2) budowa konia (proporcje dźwigni-kończyn i kąty przez nich sformowane), umaszczenie, uwłosienie, konstytucja konia; 3) Poszczególne partje ciała konia i 4) Związek między budową i chodami konia.

W każdym z tych rozdziałów autor przytacza rozumowania, oparte według słów jego na wielotysięcznych pomiarach, dokonanych przez autora osobiście lub przez jego uczni, bez przytoczenia jednoczesnego przykładów tych pomiarów lub powoływania się na ogłoszone gdziekolwiekbydzi pomiary. Wszystko to sprawia wrażenie (przynajmniej w niektórych miejscach rozdziałów) bardzo niesolidnego fantazjowania na tematy hippologiczne i nadużywania częstych zaznaczeń o rzekomej osobistej praktyce autora lub danych prac jego uczni, przeprowadzonych „unter meiner Leitung“, jak on pisze.

Szczególnie to się tyczy rzeczy trudnych do sprawdzenia, a zarazem niewątpliwie nie podlegających jakiegokolwiek ścisłej kalkulacji, zresztą nie mającej nawet akademickiego znaczenia przy niemożliwości stworzenia identycznych warunków jak na przykład: ilość uderzeń tętna u różnych ras koni, zbliżonych nota bene do siebie, w rodzaju roboczych koni w Szwajcarii i Niemczech, koni arabskich Sahary i półkrwi angielskiej w Europie. Autor zaznaczając różnice „Pulsfrequenz“ tych ras, całkiem nie mówi o tem, jak i gdzie on badał te

różnice i czy nie wpłynęły tu wpływy o wiele silniejsze, niż przyrodzone własności ras, w postaci np. wysokości poziomów miejscowości nad morzem, temperatury i t. p. czynników, z rasą nie mających nic wspólnego. Również to samo da się powiedzieć i o rzekomo b. ważnych wynikach badań autora nad zawartością ciałek czerwonych we krwi różnych ras koni i wielkością tych ciałek, które dla arabów niby przeciętne są równe — 0,00496 mm, dla pełnej krwi anglików — 0,00575, a dla roboczych koni — 0,00591. Porównanie przytoczone przez autora suchej masy krwi różnych ras też nie wzbudza zaufania wobec nadzwyczajnej ścisłości autora, zastosowanej do tak trudnego określenia i porównań krwi, odróżniającego 21% suchej masy we krwi u arabów, od 19,8% suchej masy we krwi u anglików. Wszystko to może być b. ciekawe, lecz nie dodaje nic do określeń praktyków na oko, że konie orientalne są suchsze od koni nizinnych i wzbudza wątpliwości co do metod określenia tak ścisłych przeciętnych różnic, zależnych przecie i od żywienia, pojenia, pocenia itp. czynników.

W rozdziale o proporcji kończyn (dźwigni) Düerst naturalnie idzie jeszcze dalej, wprowadzając nadzwyczaj ściśle różnice dla każdej rasy i typu konia, przytem używa, dostosowując się do pewnej mody w naukowych pracach tego rodzaju, biometrycznie ujętych pomiarów, zaznaczając np. przeciętne biometryczne wielkości stosunków kości koń-

czyn w % i odchylenia ich (według formuły $s = \sqrt{\frac{d^2 f}{n}}$). Natu-

ralnie pewne różnice i właściwe dla każdego typu stosunki pomiarów mogą i muszą być, lecz wyszukiwać oraz obliczać te różnice u typów, zbliżonych pochodzeniem i użytkowością, jak np. u różnych koni pół krwi i kłusaków, będzie z góry do przewidzenia niewdzięcznym zadaniem, które spełnia Düerst z pilnością, zasługującą innego zgoła zastosowania.

Naturalnie, Düerst podziela i zdanie de Gasté, (przyjmując go na wiarę), który znalazł t. zw. deformację budowy u kłusaków, Düerst przytacza za de Gasté dane niektórych pomiarów długości kości siedzeniowych oraz wielkości kątów łopatkowo-ramieniowych u kłusaków niby zgoła innych, niż u koni pół krwi galopujących. Gdyby rzeczywiście i Düerst i de Gasté zrobili wielką ilość pomiarów kłusaków musieliby przyjść do całkiem odrębnych wniosków i uznać teorię „deformacji“ pod wpływem rozwoju kłusa za rzecz urojoną, a nie realną.

Ciekawe są określenia przez Düerst'a znaczenia pewnych skrętów włosów na skórze konia, lecz trudno w rozumowaniach na ten temat oddzielić naukowy punkt widzenia autora od spostrzeżeń zwykłego „znawcy“ lub nawet naukowego fantazjowania na temat współzależności między zaletami konia i formą skrętów włosów na skórze w różnych miejscach ciała.

Również wyczerpująco, lecz zbyt już daleko co do wniosków potraktowana jest u Düerst'a kwestja umaszczenia, raczej istoty barwików włosów konia, szczególnie kiedy on omawia zależność koloru umaszczenia od stopnia alkaliczności krwi i wogóle rozważa chemizm odcieni umaszczeń, jak wiadomo rzecz dotychczas mało zbadana i nawet w specjalnych chemiko-fizjologicznych pracach fachowców poruszana bez zgodności w zapatrywaniach (prace H. Krieg'a, Pfybram'a, Pitt'a i innych).

Najciekawiej, iż w pracy Düerst'a, dedykowanej, jak to zaznaczono odpowiednim napisem, prof. C. Ewart'owi, całkiem mylnie scharakteryzowany został equus celticus Ewart'a, w określeniu pochodzenia koni różnych typów. Prawdopodobnie przez Düerst'a e. celticus został zidentyfikowany z e. sivalensis, chociaż są to 2 różne typy według Ewart'a, (wbrew Düerstowi). Nigdy koń Aryjczyków z okresu brązu, przybyszów z Azji, nie był według Ewart'a e. celticus, tym dawnym autochtonicznym koniem małym półn. Europy.

Całkiem też pominięty przez Düersta został typ pierwotny e. Abeli (ciężkiego konia), aczkolwiek autor wspomina w historycznej notatce o koniach zdolnych nosić rycerzy, o staro-hispańskim typie i t. p.

Tyle o niezawodnie ujemnych stronach pracy Düerst'a, obniżających ogólną wartość całego wydania, wyraźnie bijącego na efekt pozorną głębokością poruszonych tematów, lecz znacznie tracącego przy bliższym i krytycznym jego poznaniu.

Do dodatknych stron książki Düersta można zaliczyć oryginalne potraktowanie tematu w zakresie rozumowań o wpływie natury i ruchów konia na jego budowę oraz ciekawe zestawienia proporcji pomiarów dźwigni konia i innych zwierząt wraz z analizą mechaniczną ruchów konia. Również pouczająca może być cytowana obszerna literatura hippologiczna, aczkolwiek autor dla czegoś nie uwzględnił kilku tak wybitnych autorów (szczególnie w opisie pochodzenia typów konia) jak Ridgeway, Adamez, Antonius i in., których nieobecność w powoływaniach się autora bije w oczy.

Rysunki są wykonane starannie, lecz nie zawsze oddają wiernie właściwe typy. Druk zaś i całość książki przedstawia się świetnie.

R. Prawocheński.

Biochemisches Handlexikon herausgegeben von Emil Abderhalden X. Band 3. Ergänzungsband. Berlin 1923. Springer Stron 943.

Po ośmioletniej przerwie w wydawnictwie wyszedł z druku dziesiąty tom biochemicznego lexikonu Abderhaldena. Ten przeciąg czasu jest okresem bardzo intensywnej badań w dziedzinie chemji, i to w chemji cellulozji, cukrów, glukozydów i innych, które to właśnie działy zostały w tem wydaniu bardzo obszernie ujęte i streszczają cały przebieg badań za ubiegły czas.

Podział tego tomu jest następujący:

Barwki zwierzęce, opracowane przez Küstera, obejmują barwik krwi, a więc hemoglobinę i jej pochodne, dalej heminy, porfiryny, barwki żółciowe. Prócz tego rozdział ten jest zaopatrzony w nowość bardzo pożądaną, bo w spis wszystkich związków występujących w danym rozdziale, a to według ich wzorów empirycznych.

Rozdział o pochodnych pyrrolu, opracowany przez Küstera, podaje pochodne o jednym, dwu i czterech pierścieniach pyrrolu, pochodne kwasu maleinowego, jakoteż połączenia jednopyrrolotrójfenylometanowe.

Nukleoproteidy i kwasy nukleinowe przez Thanhausera.

Autor zaznacza, że badania ostatnich lat bardzo mało uczyniły postępów w chemji roślinnych i zwierzęcych nukleoproteidów. Skład otrzymanych nukleoproteidów, jakoteż sposób związania reszty białkowej z kompleksem nukleinowym nie zostały jeszcze dokładnie zbadane. Rozdział ten zawiera dane o roślinnych i zwierzęcych kwasach nukleinowych, nukleozydach i syntetycznych glukozydach purynowych t. zw. „sztucznych nukleozydach“, ponieważ stoją one w ścisłym związku z nukleozydami produktami odbudowy kwasów nukleinowych.

Rozdział następny „Substancje purynowe“ przez Thanhausera, podaje streszczenie najnowszych metod wyosabniania i oznaczania substancji purynowych w moczu, krwi i w innych organach, zawartość kwasu moczowego u ludzi i zwierząt, i zależność tego od różnych czynników. Następnie obejmuje badania nad związkami purynowymi, ich budową, pochodnymi kwasu moczowego i pyrimidynami.

Steryiny przez Dalmera: Cholesteryny.

Ostatnie badania w tym dziale dążą do oznaczenia rozłożenia cholesteryny w organizmie ludzkim i zwierzęcym. Badania te dają cały szereg oznaczeń cholesteryny i jej estrów w krwi, oraz wzajemny ich

stosunek. Następnie podany jest wpływ pożywienia na zawartość cholesteryny i zależny od tego rozwój organizmów, wzór strukturalny cholesteryny według Windausa i jej pochodne.

Druża część tego działu obejmuje fytosteryny.

Kwasy żółciowe przez Klänhardta.

Rozwój chemji tych związków został w ostatnich latach posunięty naprzód, a to przez otrzymanie z pseudocholestanu związku pokrewnego cholesterynie kwasu cholanowego, który przez Wielanda został otrzymany z kwasów żółciowych, przez co została wyjaśniona zasada budowy tych związków.

Rozdział ten obejmuje najnowsze szeregi prac Wielanda, Schencka i i.

Węglowodany przez Zempléna.

Rozdział ten traktuje ogólnie nowe metody wykrywania i oznaczania węglowodanów. Następnie podaje fizjologiczne własności tych związków n. p. ich znaczenie jako środka odżywczego, oddziaływanie drobnoustrojów i inne, referując najnowsze prace z tego ogólnego zakresu.

Gumy, Hemicelulozy, Śluzы roślinne, Substancje humusowe. Skrobia, dekstryny, węglowodany grupy inuliny, celulozy, itd.

Autor rozwija poglądy na budowę skrobji według Karrera, Pringsheima i innych. Następnie podaje niedokładności niektórych metod oznaczania skrobji i nowe metody jak Fellenberga przez rozpuszczenie w roztworze chlorku wapnia. Mannicha i Lenza, oddziaływanie preparatów djastatycznych i wyciągów słodowych na skrobję i produkty hydrolizy. Prace nad składem chemicznym skrobji dały nowe rezultaty. Według Tryllera skrobja ziemniaczana jest solą wapniową trójzasado-

wego kwasu fosforowego $(C_6H_{10}O_5)_nOHPO \begin{matrix} \langle 0 \\ \rangle \\ \langle 0 \rangle \end{matrix} Ca$ gdzie $n = 260$ dla 0.163 proc. $P_2 O_5$.

Dalej podane są badania oparte na teorii Maquenne'a i cały szereg innych doświadczeń nad zachowaniem się skrobji względem alkalkji i kwasów.

Przy omawianiu dekstryn najszerszej opisane są krystaliczne dekstryny i otrzymywanie ich według Schardingera przez działanie na skrobję drobnoustrojem *Bacillus macerans*.

Rozdział o celulozach traktuje szeroko chemję celulozy, a więc jej budowę według nowych prac Karrera, następnie Irwine'a i Soutara. Dalej opisane jest działanie kwasów na celulozę i wywołana tem hydroliza. W wojennych latach zostają czynione próby na użycie celulozy jako pokarmu dla zwierząt roślinożernych. Przy opisie lignocelulozy podany jest dalszy ciąg tych badań. Użycie np. mąki drzewnej może zastąpić część słomy i siana (350 gr owsa, 750 gr siana, 7.5 kg mąki drzewnej i 900 gr mąki kostnej), i służyć jako zupełnie dobre pożywienie dla koni. Strawność tych związków jest odwrotnie proporcjonalną do zawartości ligniny. Dlatego też cały szereg badań stara się usunąć ze słomy substancje inkrustujące. Najtańszym sposobem jest działanie wapna na słomę (100 cz. słomy + 8 cz. wapna + 1000 cz. wody). Dalej omawia autor bardzo szeroko badania nad lignocelulozą i ligniną.

Glykogen.

Autor zajmuje się szczególnie własnościami fizjologicznymi tego związku.

Cukry proste.

Rozdział ten podaje przedewszystkiem rozwój poglądów na powstawanie cukrów, a następnie ogólne metody wykrywania i oznaczania. Dalej przechodzi autor do szczegółowego omawiania związków, wychodząc od cukrów najprostszycch tj. od djoz.

W rozdziale tym zasługują na uwagę bardzo dokładne i szczególne badania nad glukozą, a więc nad jej budową, według Bösseckena Picteta i innych. Badania w zakresie oznaczania glukozy, dały cały szereg nowych metod, tak do oznaczania samej glukozy jak też w mieszaninach cukrów, w krwi, moczu, i innych substancjach pochodzenia organicznego. Autor bardzo szeroko podaje rozwój poznawania fizjologicznych własności glukozy, a następnie przy tym cukrze omawia nowe prace z zakresu fermentacji alkoholowej, a więc prace Neuberga nad aktywatorami przy fermentacji, prace Abderhaldena i innych. W końcu podane są nowe pochodne glukozy.

W bjozach szeroko opisane są własności fizyczne i fizjologiczne sacharozoy. Wreszcie przychodzi autor do trjóz, węglowodanów zawierających siarkę i selen, węglowodanów z zawartością azotu i cykloz.

Rozdział następny „Glukozydy“ przez Zemplena, podaje powstawanie glukozydów pod wpływem enzymów, wyprowadzenie syntezy glukozydów w grupie purynowej przez Fiszera. Następnie przechodzi autor do opisu poszczególnych glukozydów syntetycznych, glukozydów naturalnych, przy których przeważnie podane są ich wzory strukturalne, naturalnych glukozydów zawierających azot i bliżej nieznaných glukozydów.

W zakończeniu podane są jeszcze uzupełnienia do poszczególnych rozdziałów.

W tym tomie miał być umieszczony także ogólny spis rzeczy wszystkich tomów, ale, jak autor we wstępie zaznacza, wskutek nagromadzenia się materiałów, nie było możliwem go umieścić. Spis ten ma być włączony do tomu II-go.

J. Trojan.

Helmut Wendt. Über Erfahrungen mit der v. Wassermanschen Tuberkulosereaktion und der Lezithinflockungsprobe bei Rindern und Küthern. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten. — Originale. Tom 94. Zeszyt 1.

Opierając się na własnych, naogół dodatnich wynikach z odczynem Wassermanna na gruźlicę u ludzi, jakoteż na bardzo dodatnich wynikach, otrzymanych z tym odczynem przy rozpoznawaniu gruźlicy u bydła przez Richtersa, — przeprowadzał autor własne badania nad wartością tego odczynu u bydła i cieląt. Próbki krwi strzymywał autor z rzeźni w Bremen (przez nacięcie naczyń szyjnych przy biciu zwierząt), zwłoki poddawano zwykłym oględzinom (gruczoły limfatyczne, płuca, błony surowicze), drobniejsze zmiany gruźlicze mogły łatwo ujść uwadze obducenta. Odczyn Wassermanna wykonywał autor według przepisu oryginalnego, oprócz tego, dla przekonania się o roli lecytyny w powstawaniu odczynu, wykonywał go następnie ze zmniejszoną ilością teży jakoteż i bez lecytyny. Wyniki były następujące: na 150 sztuk bydła badanego stwierdzono u 8 sztuk gruźlicę sekcyjnie, natomiast odczyn Wassermanna na gruźlicę wypadł w 80% wypadków silnie dodatnio, — u 110 cieląt, wszystkich na podstawie sekcji wolnych od gruźlicy, wypadł tenże odczyn w 20% silnie dodatnio, w 23% słabo dodatnio, a w 54% ujemnie.

Na podstawie tych wyników stwierdza autor, iż odczyn Wassermanna na obecność „czynnej“ gruźlicy u zwierząt w obecnej swej formie do użytku się nie nadaje. Przyczyną wielkiej ilości wyników dodatnich niespecyficznych upatruje autor we wiązaniu przez antygen Wassermanna (prątki gruźlicze z tetraliną + lecytyna) antyciał niegruźliczych.

Użycie antygeny ze zmniejszoną ilością lecytyny powoduje obniżenie się ilości i siły wyników dodatnich, wyniki otrzymane nie uprawniają jednak do jakichkolwiek wniosków co do wyższości tych antygenów nad oryginalnym przepisem Wassermanna.

Próby wykluczania lecytyny wykonywał autor wedle przepisów podanych przez Sachsa i Klopstocka. Wyniki miały następujące: Surowica krwi 128 sztuk bydła i 96 cieląt

dała u bydła:	84.4%	wyników dodatnich
	15.6%	„ ujemnych
u cieląt:	8.23%	„ dodatnich
	91.77%	„ ujemnych,

A zatem znowu wielka rozbieżność ze sekcyjnym rozpoznaniem gruźlicy, które zaledwie u 10 sztuk bydła wykazało zmiany gruźlicze. Uderza jednak autora przewaga wyników dodatnich u bydła dorosłego, a odwrotnie ujemnych u cieląt. Przypuszczał autor początkowo, iż większa ilość wapnia (pochodzącego z pokarmu roślinnego) wpływa na łatwiejsze wykluczanie zawiesziny lecytynowej u bydła dorosłego w przeciwieństwie do cieląt, odżywianych głównie jeszcze mlekiem matki, jednak doświadczenia, które usuwały zapomocą szczawianu sodowego wapń z surowic, wykazały, iż surowice bydła, pozbawione wapnia, dały odczyn Sachsa-Klopstocka równie silny i często dodatni. I te więc wyniki dodatnie tłumaczy autor obecnością antycyał we krwi głównie, ale nie wyłącznie przeciw gruźlicy skierowanych.

Tak jednej, jak i drugiej omawianej próbie odmawia autor jakiegokolwiek wartości przy dżagrostyce t. zw. czynnej gruźlicy u bydła.

St. Legeżyński.

A. Belitzer. *Epizootie und Prophylaxis den Piroplasmose der Pferde, hervorgerufen von Babesia caballi.* Centralblatt f. Bakteriologie Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. — Originale. Tom 34. Zeszyt 1.

Opis 20 letnich obserwacji i eksperymentów nad powyższą chorobą, dokonanych w gubernatorstwie rjazańskim w Rosji. Choroba pod względem ekonomicznym ważna, bo powodująca rok rocznie straty idące w dziesiątki tysięcy koni.

Wywołuje ją pasożyt *Babesia cabelli*, przenoszony przez kleszcza *Dermacentor reticulatus*. Choroba ta występuje w Rosji środkowej i południowej, nawiedzając stale pewne wsi, posiadające lesiste lub błotniste pastwiska. Epizootycznie występuje w maju i na początku czerwca, pojedyncze wypadki zdarzają się we wrześniu i październiku.

Infekcji ulega każdy koń bez wyjątku. Konie okolic nawiedzonych chorobą zakażają się zwykle w pierwszym roku życia i przechodzą ją lekko, dzięki swej młodości i bezczynności. Konie dorosłe, sprowadzone do okolic niezdrowych ulegają chorobie tej przeciętnie w 30 do 40%. Jednak śmiertelność dochodzi i do 100%, zwłaszcza gdy chore zwierzęta używane są do wiosennych, uciążliwych robót w polu. Konie, pozostające w nawiedzonych okolicach, drugi raz tej piroplazmozy nie dostają. przyczyną ich odporności jest trwała obecność *Babesji* we krwi wskutek co roku powtarzającej się świeżej infekcji. Mimo posiadania piroplazm we krwi (dających się doświadczalnie stwierdzić) konie wyglądają dobrze, zdolne są do najcięższej pracy, w cenie są o 10—20% droższe od koni zdrowych, pierwszy raz wprowadzonych do okolic niezdrowych. Mimo, iż w latach wojennych konie chore lub tylko zakażone przenoszono z miejsca na miejsce w całym państwie, nie wytworzyły się nigdzie nowe ogniska zarazy, przyczyną tego — zdaje się — specjalne warunki, konieczne dla rozwoju kleszcza, *Dermacentor reticulatus*.

Ponieważ autor nie widzi możności stłumienia epizootcji, proponuje dla ochronienia się przed ogromnymi stratami, sztuczne zakażanie koni, świeżo do okolic niezdrowych przybywających. Do zakażania zaleca używanie krwi koni ozdrowieńców po przebytej conajmniej przed 3 miesiącami piroplazmozie. Dawka przy wstrzykiwaniu podskórnem wynosi 5 do 10 cm³ krwi.

Za zalety swej metody uważa autor to, iż przebieg tak wywołanej choroby jest znacznie słabszy od infekcji naturalnej, nie daje wypadków śmiertelnych (nie wolno zakazać koni ponad 12-letnich z wadami serca i klaczy ciężarnych), dalej iż okres chorobowy przenieść można na jesień, co jest ze względów ekonomicznych (roboty wiosenne w polu) bardzo ważnem. Ze względu na wyżej wspomniane ograniczenia się zarazy do pewnych okolic nie zachodzi obawa sztucznego rozszerzania choroby w ten sposób, w okolicach niezdrowych zaś i tak każdy koń ulega infekcji.

Konie metodą tą szczepione (zakazane) okazały się po przebyciu choroby (5—6 tygodni wraz z koniecznym spoczynkiem po chorobie) zdrowe i zdolne do pracy, nie zapadają już na piroplazmozę na wiosnę, mimo, iż jak wyżej wspomniano, corocznie ulegają świeżej infekcji na pastwiskach.

Autor zapowiada przeprowadzanie tych szczepień na wielką skalę.

St. Legeżyński.

Otto Herrmann. Die Vererbung der Wut durch die Plazenta.

Na podstawie kilku, dokładnie obserwowanych wypadków dochodzi autor do następujących wniosków: 1) Virus wścieklizny przenosi się z matki na potomstwo, jeśli poród nastąpi w czasie choroby lub 9—11 dni przed jej pierwszymi objawami. Małe, 20 dni przed wybuchem wścieklizny urodzone, okazały się zupełnie zdrowe. 2) Virus wścieklizny dostaje się do krwiobiegu, a więc i do łożyska prawdopodobnie tuż przed wybuchem pierwszych objawów wścieklizny. 3) Virus wścieklizny przeniesiony drogą łożyskową okazuje się w dalszych pasażach raz silniejszym raz słabszym.

(Wedle Konradi'ego zawsze osłabiony).

St. Legeżyński.

Prof. L. v. Lieberman (Budapeszt). Einige neuere Versuche zur Immunisierung gegen Tuberkulose. (Seuchenbekämpf. 1925. Heft 1/2).

Interesujący referat prof. Liebermana poprzedzić trzeba uwagami o problemie uodporniania przeciw gruźlicy, tak jak go obecnie pojmują w kraju klasycznych badań nad gruźlicą, t. j. w Niemczech. Jak wiadomo do tej pory nie udało się uzyskać odporności przeciw gruźlicy, jedynie schorzenie gruźlicze w stanie czynnym, względnie przebyte i klinicznie nie czynne, daje względną odporność na nową infekcję gruźliczą, rychło po wyleczeniu ustępującą i skuteczną jedynie wobec niezbyt silnej reinfekcji. Odporność ta jest wynikiem alergii i objawia się przeczuleniem organizmu, który na nową inwazję laseczników gruźlicy względnie podanie toksyn gruźliczych reaguje w sposób bardziej wybitny i energiczny, niż organizm nie zakazony, przyczem reakcja ta ma na celu unieszkodliwienie bodźca zakaźnego, w stosunku jednak do reinfekcji silnie toksycznych lub masowych zawodzi i nawet zwiększa podatność organizmu na bodziec chorobotwórczy. Badaczom niemieckim nie udało się do tej pory uodpornić organizm nie zakazony względnie uzyskać dostateczną odporność na reinfekcję organizmu zakazonego.

Już Robert Koch zdawał sobie sprawę z trudności jakie problem nasuwa, i doszukiwał się jej w specyficznej i bardzo trwałej strukturze fizyczno-chemicznej lasecznika i spowodowanej tem niemożności resorpcji przez organizm. Badania późniejszej poglądu tego nie potwierdziły i dziś nie ulega wątpliwości, że organizm ludzki posiada zdolność rozpuszczania znaczniejszej ilości laseczników gruźlicy i reakcji na składniki tychże. Badania Ruppela i innych, wykazały, że istnieje pewien stały i dość znaczny paralelizm między ilością i koncentracją laseczników gruźlicy, zastrzykniętych zwierzęciu zakazanemu, a ilością ciał aglutynujących, precypitujących i wiążących komplement z suro-

wicy. Bergel i inni wykazali proces rozpadu laseczników gruźlicy w limfocytach, pod mikroskopem widoczny. U n g e r m a n n wykazał nadwrażliwość zakażonego organizmu na iniekcję śródżylną zabitych laseczników gruźlicy. Badania te odwróciły uwagę i zmniejszyły zainteresowanie pracami nad taką modyfikacją fizyczno-chemiczną prątka gruźlicy, któraby umożliwiała szybką i nieszkodliwą resorpcję. Największe powagi bakteriologiczne wypowiedziały się sceptycznie o możliwości uzyskania odporności biernej, względnie trwałej i praktycznie wartościowej odporności czynnej przy gruźlicy, te same powagi wypowiedziały stanowcze przekonanie, że przyczyny tego nie należy doszukiwać się w tem, że nie posiadamy żywych a osłabionych prątków gruźlicy ze przyczyna leży w istocie bliżej niezbadanej schorzenia. (Vide: Aug. v. Wassermann, Immunität bei Tuberculose 1921 F. Neufeld-Über Immunität gegen Tuberculose, 1921.)

Z tych względów w Niemczech nie spotykamy w ostatnich latach poważnych prac nad modyfikacją lasecznika gruźlicy, natomiast problem ten żywo zajmuje badaczy w krajach romańskich, Ameryce i Japonji, a cytowany w nagłówku referat prof. Liebermana podaje przegląd ostatnich prac w tym kierunku, które w rezultacie wychodzą z założenia Roberta Kocha.

i tak prof. Ferran (Barcelona) twierdzi, że prątek Kocha rozwija się w organizmie drogą mutacji z prątka „ α ”, saprophyta z grupy Coli-typhusowej, nie posiadającego kwasoodporności i dającego się wyhodować w sposób łatwy na zwykłych pożywkach (buljon, agar), ze sputum i treści jelit osób chorych na gruźlicę. Prątek „ α ” przechodzić ma w organizmie stopniową mutację w prątek β i prątek γ , z którego bezpośrednio powstaje prątek Kocha. Prątek „ α ” wywołując ma objawy „prätuberkularne“ (zapewne autor myśli o kompleksie objawów chorobowych określanych w Niemczech jako Morbus Kochi), uodpornienie przeciw tym schorzeniom wstępnym ma automatycznie niedopuszczać do zmian dalszych, nekrotycznych i powstania gruzelka, który wywołany ma być wyłącznie prątkiem Kocha. Szczepionkę uzyskaną z prątka „ α ”, tzw. „antialpha“ stosowano na większą skalę w Szpitaliku dzieci liczących do lat 3, w Buenos Aires. (Dr. Juan F. Vacarez), przyczem wyniki wedle cytowanej statystyki byłyby bezsprzecznie uderzająco pomyslnie, o ileby statystyka ta pozwalała na lepszy wgląd metodę klasyfikacji materiału. Zasługuje na uwagę, że prof. Ferran nie udało się w hodowli uzyskać mutację prątka „ α ” w prątek Kocha, co rzecz jasna, osłabia ogromnie hipotezę, jakkolwiek możliwość mutacji prątka Kocha nauka uznaje (Much). Bliższe szczegóły podaje prof. Ferran w publikacji: Reduktion de la mortalitè de l'entance au moyen du vaccin antialpha, Barcelona 1922, i Les mutation bacillaires, Barcelona 1923

Prof. Arima, Dr. Aoyama i Ohnawa (Osaka, Japonja), uzyskują hodowle prątka Kocha pozbawionego składników woskowatych i tak zmodyfikowanymi prątkami uodparniają ludzi i zwierzęta. Szczepionka nazywa się AO. Modyfikację prątka przeprowadzają na pożywkach z dodatkiem Saponiny z Sapindus mukoroji japoniei (D. M. W. 1924. Nr. 21. str. 666) uzyskując po kilku przeszczepieniach kultury barwiące się Löfflerem ciemno błękitnie. Ziehl-Neelsenem błękitnie, nie posiadające więc kwasoodporności. Zmodyfikowane kultury, przeszczepione na zwykle pożywki gruźlicze, uzyskują z powrotem wygląd i zdolność barwienia się prątku Kocha. Toksyczność kultur zmodyfikowanych jest około 1.000 razy mniejsza od kultur prątka Kocha, wyniki immunizacyjne bliżej podane w Z. f. Tuberculose Bd 41, Heft 3, 1924, przyczem w doświadczeniu na zwierzętach z reguły uzyskiwano brak generalizacji gruźlicy wywołwanej eksperymentalnie prątkiem Kocha u zwierząt uodparnianych szczepionką A. O., w pewnej liczbie wypadków uzyskiwano zupełną odporność. Podobnie pomyslnie wyniki wykazywać ma szczepionka A. O. w terapii i profilaktyce ludzkiej.

Nadmienić trzeba, że cytowane wyżej pracy autorów cechuje niezwykła, japońska, drobiazgowość i ścisłość, co nakazuje poważny pogląd na założenie i wyniki.

Prof. Calmett, C. Guésin i B. Weill-Walli (Paryż), w sprawozdaniu złożonym Akademii medycznej w czerwcu 1924 r. podają szczepionkę, która umożliwić ma uodpornienie zwierząt młodych nie zakażonych gruźlicą, przeciw infekcji gruźliczej. Szczepionkę stanowi żywa kultura prątka typu bovinus, zmo tyfikowanego hodowlą na pożywkach zawierających 6% sółci wołu i osłabionego w ten sposób, że zastosowanie śródźylne, podskórne intraperitonealne lub doustne, nie wywołuje zmian gruźliczych. Działanie uodparniające tej szczepionki nazwanej „B C G” ma być wybitne i tak wstrzyknięcie 50–100 mgr „B C G” uodparniać ma młode bydło na przeciąg 3–18 miesięcy, tak, że próbna infekcja iniekcją 5 mgr virulentnych prątków typu bov. nie wywołuje wogóle zmian żadnych, podczas g¹y zwierzęta kontrolne, nieuodpornione, giną w tych samych warunkach infekcji. Doświadczenia na człowieku, uodpornianie niemowląt w ciągu pierwszych 9 dni po urodzeniu przez podawanie per os łącznie 6 mgr „B C G” wykazało u 178 niemowląt i po upływie 18 miesięcy, zgon w 5%, natomiast ujemną reakcję Pirqueta u 87% osobników pozostałych przy życiu, reakcję dodatnią u 11,3%.

Shiga (Japonja), podaje w t. I. Nr. 4. Revue internat. d'Hygiene public, nowy sposób szczepienia ochronnego, szczepionką składającą się z prątków typu ludzkiego przyzwyczajonych do wzrostu na pożywkach zawierających barwiki w dawkach dużych. Shiga używa Trypaflawiny z Erythrozyną i w ciągu 15–20 przeszczepień dochodzi do koncentracji 1 : 600 względnie 1 : 800. Otrzymane kultury są nietoksyczne, np. świnka morska znosi dawki 10 mgr podskórnie wględnie i mgr śródźylnie lub intraperitonealnie bez zmian klinicznych i anatomicznych. Szczepionka daje dobre wyniki doświadczalne, i tak świnki morskie uodpornione szczepionką w sposób, który Shiga bliżej podaje, znoszą bez szkody eksperymentalną infekcję gruźliczą, przeżywając o 56–176 dni zwierzęta kontrolne, przy sekcji dają lokalizację i zablźnienie miejsca pierwotnej infekcji. Shiga podaje sposób uzyskania szczepionki dla człowieka.

Przyszłość pokaże czy i która z podanych metod stanowić będzie trwałe nabytki wiedzy, czy też okaże się słuszność sceptyzmu szkoły niemieckiej.

J. S. Adamiak.

Doc. dr. Weleminsky Friedrich (Praga). Das Tuberkulomucin. (Seuchenbekämpfung 1925. Heft 1/2).

W cytowanej rozprawie podaje doc. Weleminsky teoretyczną zasadę swego preparatu a powołując się na pomyślny wynik prób dokonanych na zwierzętach (praca Dr. J. Mallata 1923) i ludziach, poleca stosowanie Tuberkulomucyny w terapii gruźlicy. Autor przedstawia wyczerpująco metodę stosowania środka u ludzi, bardziej pobieżnie terapię u bydła, u którego stosuje iniekcje zarówno w wypadkach gruźlicy reakcyjnej (brak objawów klinicznych jednak reakcja tuberkulinowa pozytywna) jak i klinicznie jawnej. Dawka terapeutyczna u bydła duża, iniekcje podskórne nierozcieńczonej Tuberkulomucyny od 4 cm³ w odstępach 14 dniowych po 1 cm³ wstępując do 10 cm³ a więc 5–6 iniekcji w czasie 5–6 tygodni. Po iniekcji reakcja ogólna (wzrost temperatury o 1–2 stopni na przeciąg 24 godzin), po kilku iniekcjach polepszenie subiektywne (zmniejszenie kaszlu, zwiększenie łaknienia). Zwykle serię iniekcji powtórzyć trzeba po kilku miesiącach, nieraz dwukrotnie, aby otrzymać wyleczenie kliniczne.

J. S. Adamiak.

Dr. Adelheim u. Dr. A. Kaktin. Experimentelle Beiträge zur Milzbrandinfektion. Doświadczalne przyczynki do zakażeń wąglikiem. Deutsch. Tierärztl. Wochenschr. Nr. ex 1925 S. 58.

Mechanizm zakażenia wąglikowego i odporności przeciw temu nie został dotychczas wyczerpująco wyświetlonym. Podział na skórny i wewnętrzny formę odpowiada doświadczeniom zwierzęcej i ludzkiej patologii. U człowieka forma skórna jest najczęstszem schorzeniem, która w przeciwieństwie do infekcji enterogennej tylko w bardzo rzadkich przypadkach występuje u zwierząt. Często spotykany u ludzi wąglik płuc nie został dotychczas u zwierząt stwierdzonym.

Odnośnie do infekcji istnieje pogląd, że i u bardzo wrażliwych na wąglik zwierząt łatwiej udaje się infekcja sztuczną drogą skórą, względnie podskórą aniżeli drogą przewodu pokarmowego, dootrzewnową lub wreszcie wśródzylną. Doświadczenia przeprowadzone w celu wywołania wągliką drogą inhalacji wykazały, że jest niemożliwem zakażenie płuc, jeżeli pominiętą zostanie skóra. Besredka wykazał w swych doświadczeniach na świnkach morskich, że głównie i wyłącznie skóra jest wrażliwa na zakażenie wąglikiem, inne natomiast narządy są na infekcję odporne a przy wprowadzaniu zakaźnika do jamy brzusznej dlatego tylko powstaje ogólne zakażenie, ponieważ przy tym zabiegu nie można uniknąć zakażenia skóry. Odporność przeciw wąglikowi przez wprowadzenie szczepionek składa się wedle Besredki z odporności nabytej czynnej skóry i wrodzonej odporności innych organów.

Autorowie zakażali subduralnie z pominięciem skóry króliki i ustalili, że zakażenie opon mózgowych może bez współdziałania skóry także przyjść do skutku. Wedle ich poglądów prątek wągliką zdaje się posiadać pewne powinowactwo do opon mózgowych i możność wywołania u morskiej świnki, królika, białych myszy (przyuszczalnie u każdego zwierzęcia) Meningitis anthracica a stąd ogólne zakażenie. Autorowie uważają za Besredkę skórę za najwrażliwszy organ na infekcję wąglikową i porównują pod tym względem wąglik z ospą. Problem infekcji i odporności wąglikowej wydaje się autorom być ściśle związanym z przejawami komórkowymi, które rozgrywają się w komórkach tkankowych i systemie siateczkowo-wsródłonkowym.

Krogulecki.

Dr. R. Wetzel. Ein Beitrag zur Coccidiose der Katze. Przyczynek do kokcydjosisy u kota. Deutsch. Tierärztl. Wochenschr. Nr. 7 ex 1925 S. 97—101.

Chorobotwórczość spotykanych w przewodzie pokarmowym kota kokcydjów z gatunku *Isospora*, zdaje się nie ulegać żadnej wątpliwości, przeprowadzone bowiem współcześnie badania bakteriologiczne na trupach zwierząt padłych nie wykazały innych bakterji prócz okrężnicy i gnilnych — zato ogromną masę kokcydjów.

Objęte wspólną nazwą *Isospora bigemina* (dojrzałe bowiem oocysty posiadają po 2 spory — z tych ostatnich zaś każda po 4 sporozoitów) dają się podzielić na 3 grupy, różniące się między sobą wielkością oocyst, miejscem usadawiania się i długością okresu dojrzewania. I tak: 1) *Isospora bigemina* (Stilles 1891) ma oocystę 12—15 μ długą, umiejscowioną podnabłonkowo (jako dojrzała). 2) *Isospora rivoltai* oocysta dług. 25—30 μ o endogennym rozwoju śródprzewodnym. 3) *Isospora felis*-oocysty 40—45 μ o endogennym rozwoju — wśródnabłonkowym.

Autor obserwował wypadek, w którym dwa po sobie następujące pomioty kociąt zginęły doszczętnie w okresie 2—4 miesiąca swego życia, budząc podejrzenie jakiejś zarazy. Kocięta wykazywały przytem

zmniejszony apetyt, wychudzenie, zupełny brak właściwej kotom ruchliwości i rzeźkości, niekiedy biegunki. Okres właściwej choroby nie pociągał się poza dni 14.

Jedno z tych zwierząt 3 miesięczne, poddane sekcji — wykazało poza ogólnym wycienczeniem i anemią wszystkich błon śluzowych — jedynie w przewodzie pokarmowym zmiany patologiczne a to: w żołądku znaleziono tylko nieznaczna ilość szaro-zielonej treści pokarmowej, błona jednak śluzowa nie wykazywała żadnych zmian. Zato reszta przewodu pokarmowego a więc jelito cienkie, zwłaszcza jego końcowe części (ileum), jelito grube — poza wypełnieniem ich obfitą podobnegoż koloru treścią, wodnistą, z zawartością kłaczków śluzu wykazuje stan rozpułchnienia — miejscami nawet drobne wybroczynki.

Krew serca, wątroba, śledziona i przewod pokarmowy wykazuje tylko bakterje okrężnicy i bakt. gnilne.

Parazytologicznie stwierdzano w kale ogromną ilość oocyst o przekroju 43—48 μ , kształtu jajowatego, otoczonych wyraźną podwójnie konturowaną otoczką. Oocysta taka zawierała w sobie sporont, kształtu kuli, ekscentrycznie położonej a utworzonej z drobnych silnie łamiących światło ziarenek, zajmujących całe widzialne pole sporonta za wyjątkiem wyraźnie wyróżniającej się swą jednolitością plamki — t. j. jądra sporonta. Co do rozmiarów sporonta, to wypełnia on początkowo całe wnętrze oocysty, później kurczy się on przyjmując kształt kuli, wypełniającej nieszczelnie poprzeczny przekrój speronta. Ani sporoblastów, ani też spór samych w oocystach z treści przewodu pokarmowego nie znaleziono.

Sporogonję (rozwój exogenny) daje się łatwo uzyskać na szalce Petriego w temperaturze pokojowej. Badanie rozwoju możliwe tylko na żywym preparacie, barwienie bowiem z powodu otoczek nie udaje się. Widzimy, że po 24 godzinach sporont dzieli się na 2 sporoblasty, przyczem linja ich podziału leży w poprzecznej osi oocysty. Początkowo kuliste sporoblasty, wydłużają się później jajkowato, przyczem zmieniają swe położenie ustawiając się swą osią długą z położenia poprzecznego w oocystie w położenie podłużne — ustawiając się jeden nad drugim. W ciągu dalszych 24—36 godzin zamieniają się w spory. Cienka ich otoczka zmienia się w podwójnie konturowaną silną błonę a z ziarnistej protoplazmy formują się sporozycyty — najpierw jako przybrzeżnie obok siebie leżące 4 jądra, które wzrastając do właściwych sporozoitom rozmiarów powodują zanik ziarenkowej masy protoplazmatycznej zarodnika, z której żyją. Rozwinięte sporozycyty przedstawiają się jako lekko zgięte pałeczki, grubsze na jednym biegunie (o rozmiarze 13—15 μ dł. i 3—3,5 μ szer.) o delikatnie ziarnistej plazmie i biegunowo położonem owalnym jądrze. Sporogonia trwa 48—60 godzin.

Endogenny rozwój: w nabłonkach kosmków błony śluzowej jelita przedstawia 2 typy bezpłciowy i płciowy. Schizogonia: oocysty pod wpływem kwasu żołądkowego tracą otoczkę, uwalniając w ten sposób sporozycyty, które aktywnie wnikają w kosmki i tu zmieniają się w schizonty. Taki schizont pomieszcza się w jednej z komórek kosmka, ulegając w miarę rozwoju przemianom morfotycznym (młode formy podobne do gregarin, starsze mają kształt owalny). Rozrastając się w komórce rozszerza ją, spychając na bok jej jądro. Po uzyskaniu pewnej wielkości, następuje w schizencie podział jądra i to dwukrotny (i więcej), poczem cało nich grupuje się protoplazma a w niej zarysowują się jasne linje podziału, ujawniając równocześnie zarysy powstających stąd merozoitów. Na ogół z jednego schizonta powstaje nie więcej jak 8 merozoitów. Te ostatnie są kształtu sierpowatego, posiadają jądro, barwiąc się ciemno i protoplazmę drobno ziarnistą. Merozoity obdarzone ruchem czynnym wnikają znowu w nowe komórki, zamieniając się tamże napowrót w schizonty. Dopiero po kilkurazowym takim cyklu rozwojowym — merozoity zamieniają się nie w schizonty tylko na zdolne do kopulacji mikro i makrogamety.

Młode formy jako mikrogametocyty rzadko tylko są spotykane w preparacie mikroskopowym. Posiadają one kilka pęcherzykowatych jąder. Mikrogametocyt w okresie dzielenia się jąder ulega powiększeniu, poczem jądra (bogate w substancję chromatynową w ilości 8), które stanowić będą punkt wyjścia dla mikrogametów właściwych — dojrzałych układają się na obwodzie mikrogametocytu. Stąd już tylko jeden krok przez oddzielenie się i przyjęcie odpowiedniego kształtu do powstania gotowego mikrogametetu o długości 2—3 μ o kształcie wydłużonym, lekko zgiętym i prawdopodobnie posiadającego 2 rzęski. Wielkość mikrogametocytów jest nieporównanie większa, bo wynosi 40—49 \times 32 μ .

Makrogamety powstają tylko z komórek jednojądrzastych i zachowują tę cechę przez cały okres rozwoju. Wielkość ich stosunkowo wielka 43 \times 42. Kształt okrągły lub eliptyczny, protoplazma wypełniona ziarenkami ciał zapasowych, jądro zaopatrzone karjosomem.

W przewodzie pokarmowym spotyka się pasożyty tylko w końcowej części jelita cienkiego, przyczem zawsze znajdują się one tylko w nabłonkach kosmków, nie przenikając w części głębsze kosmków. Jako reakcja występuje enteritis catarrhalis desquamativa z nielicznymi wynaczynionkami. Colon i rectum wolne wprawdzie od pasożytów, objawy jednak zapalne są w nich silnie wyrażone. Wątroba i nerki wolne od pasożytów zupełnie.

Na podstawie wielkości oocyst, szybkości dojrzewania form rozwojowych, ich wielkości i umiejscowienia przy endogennym rozwoju należy opisać pierwotniak zaliczyć do grupy *Isospora felis*.

Działanie kokcydjów według Reichenowa i Nöllera polega na czysto mechanicznem uszkodzeniu nabłonków, następstwem, którego jest upośledzenie wykorzystywania pokarmów i torowanie drogi wtórnej infekcji (bakt. koli).

Przebieg infekcji przy *Isospora felis* jest ostry. Moment, gdy nagle rozwój drogą schizogonji ustaje a wszystkie merozoity zamieniają się w gamety jest szczytem choroby, — powstałe bowiem z kopulacji oocysty opuszczają z kałem przewod pokarmowy. Zupełny brak odporności po przebyciu infekcji tłumaczy łatwość powtórnego zakażenia się zwierząt, co w następstwie prowadzić może do złudnego obrazu chronicznej infekcji. W wypadku wyżej opisanym, w którym dwa pomioty kociąt zginęły zdaje się, że matka ulegała wielokrotnym słabym iniekcjom i zakażała przytem młode.

Co do częstości zakażeń kokcydjami trudno sobie dokładnie zdać z tego sprwę choćby z tego powodu, że klinicznie najczęściej nie dają tak znacznych objawów, by zwracały one uwagę na takie właśnie zakażenie, to też i kał chorych zwierząt pozostaje najczęściej niebadany. To pewne, że najczęściej zapadają osobniki młode. Z danych sekcyjnych, przedstawionych przez Pospiecha wylaniają się następujące liczby; 16.67% *intra vitam* a 38.18% sekcyjnie stwierdzonych wypadków na całą ilość leczonych kotów.

Zwalczanie kokcydjozy opiera się głównie na profilaktyce i odpowiednich higienicznych zabiegach jak to: izolacji chorych zwierząt i to każdego z osobna, celem uniknięcia reinfekcji. Należy każdodziennie mechanicznie, lecz dokładnie oczyścić pomieszczenie a więc naczynia dla żywności, ściany i podłogę, — podściółkę najlepiej spalać. Środki dezynfekcyjne z powodu odporności pasożytów zawodzą. Zwierzę dopiero po wielokrotnym ujemnym wyniku badania kału można uznać za zdrowe i dopuścić do współżycia.

Środki lecznicze jak podane przez Ottolenghi i Pobisa: atoxyl, winian sodowo-antymonowy a obecnie przez Waworuntu: emetyna, błękit trypanowy, kreolina, chinina i germanina są zawodne.

Křiženecky J. Untersuchungen über die Assimilationsfähigkeit der Wassertiere für in Wasser gelöste Nährstoffe. Badania nad zdolnością przyswajania karm rozpuszczonych we wodzie przez zwierzęta wodne. Biologia generalis. Vol. I. Nr. 1. 1925. str. 79—149. tabel 30, rycin 49.

Autor przeprowadzał badania, nad często już opracowywanym tematem, czy zwierzęta żyjące we wodzie, są w stanie przyswajać tam rozpuszczone składniki odżywcze.

Do doświadczeń użyto kijanki od rana fusca Rozczyn preparowano z Biokleiny (fabrykat z kielków pszenicy) lub Peptonu + Saccharozy, które wysuszano w suszarce i odpowiednie dawki rozpuszczano oznaczonym sposobem we wodzie.

Do doświadczeń używano rozczyiny od 0,5 g do 10,0 g suchej substancji na 1000 g wody. Tak spreparowany rozczyin zastępował zwierzętom doświadczalnym wodę, w której żyły. Płyn ten codziennie zastępowano świeżym. We wszystkich doświadczeniach trzymano również dwie grupy zwierząt kontrolnych. Obie żyły w wodzie czystej, lecz jedną grupę karmiono suszonym mięsem i roślinami, drugą głodzono zupełnie.

W każdej z 6-ciu serji doświadczeń nastąpił u zwierząt głodzonych, lecz trzymany w rozczyinie, znaczny przyrost, a nawet czasem metamorfoza, podczas gdy u zwierząt głodzonych w czystej wodzie, zaznaczył się pewien wzrost (tendencja wzrostu chardy) lecz bez równoczesnego wzrostu wagi. Zwierzęta te szybko ginęły.

U jednej z grup zwierząt doświadczalnych żyjących w rozczyinie Biokleiny, wzrost równał się wzrostowi zwierząt karmionych Kryterjum faktycznego przyrostu dawało autorowi nie tylko stwierdzanie różnic miary i wagi zwierząt doświadczalnych, w poszczególnych terminach lecz przede wszystkim stwierdzanie przybytku suchej masy.

Autor dochodzi do wniosku, że jego kijanki przyswajały składniki odżywcze przez skórę. Wychodzi on z założenia, (które motywuje), że kijanka tak jak ryba, ani nie wchłania wody do jelit przez picie wody, w której żyje, ani nie przepuszcza też wody przez jelita.

W końcu autor omawia szereg zarzutów, któreby go mogły spotkać, odnośnie do błędów w doświadczeniu. Udowadnia, że rozczyiny nie mogły być zanieczyszczone przez wpadanie w nie cząsteczek, mogących służyć jako karma dla kijanek, że kijanki doświadczone nie utrzymywały się przy życiu kanibali mem, że płyn, w którym kijanki żyły, był rozczyinem zupełnym i nie było w nim cząsteczek, któremi kijanki się odżywiać mogły, że odżywianie kijanek nie nastąpiło za pośrednictwem do jelit wchłanianych bakterji.

J. Szuman.