

Tom 22. A/B. Zeszyt 1—7. — 1922.

ROZPRAWY
WYDZIAŁU
MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZEGO
POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI

SERJA III. TOM 22. DZIAŁ A/B.
(OGÓLNEGO ZBIORU TOM 62. DZIAŁ A/B).

W 1922 r. Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego z działu A i B
(nauki matematyczno-fizyczne oraz biologiczne) wydano w jednym tomie.

W KRAKOWIE
NAKŁADEM POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA — KRAKÓW — LUBLIN — ŁÓDŹ — POZNAŃ — WILNO — ZAKOPANE
1923.



Tom 22. A/B.

1922.

ROZPRAWY
WYDZIAŁU
MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZEGO
POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI

SERJA III. TOM 22. DZIAŁ A/B.
(OGÓLNEGO ZBIORU TOM 62. DZIAŁ A/B).

W 1922 r. Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego z działu A i B
(nauki matematyczno-fizyczne oraz biologiczne) wydano w jednym tomie.

W KRAKOWIE
NAKŁADEM POLSKIEJ AKADEMJI UMIEJĘTNOŚCI
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA - KRAKÓW - LUBLIN - ŁÓDŹ - POZNAŃ - WILNO - ZAKOPANE
1923.

Kraków — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

TREŚĆ.

	Str.
Tadeusz Rogalski: Rozwój i budowa przegrody przeźroczystej i jej jamki (<i>septum pellucidum et cavum septi pellucidi</i>) w mózgu człowieka . . .	1— 32
Jan Wileczyński: Nowy gatunek wirka łądowego ze środkowej Afryki <i>Amblyplana tetracladea n. sp.</i>	33— 70
F. Rogiziński i T. Rysiakiewicz: O wydalaniu kreatyniny w moczu przez zwierzę przeżuwające	71— 87
Jadwiga Wołoszyńska: Nowy gatunek okrzemki <i>Centronella Rostafinskii n. sp.</i> oraz spis roślin planktonowych z jezior: Firlejowskiego i Kunowskiego	89— 92
Stefan Jentys: O alkalicznych wydzielinach nasion i ich znaczeniu . . .	93—137
Leopold Zaleski: Badania nad pobieraniem azotu z soli amonowych i azotanów przez wyższe rośliny	139—238
T. Marchlewski i S. Skowron: Przyczynek do histologii gruczołu tarczowego (<i>glandula thyreoidea</i>)	239—246
J. Fudakowski: Budowa narządu kurezliwego w tylnej części sklepienia jamy gębowej ryb kostnoszkieletowych	247—255
Stanisław Skowron: O czynności wydzielniczej komórek gruczołu tarczowego płazów ogoniastych (<i>Urodela</i>)	257—264
Zygmunt Grodziński: Przyczynek do rozwoju przewodu piersiowego (<i>ductus thoracicus</i>) u zarodków świni	265—271
H. Hoyer: Czaszki bezrogiego i rogatego bydła z młodszej epoki kamiennej	273—288
F. Rogoziński: O wpływie mocznika i azotanu sodowego na wymianę azotową zwierzęcia przeżuwającego	289—304
Borys Pieczenko: Przyczynek do badań nad drobnoustrojem chorobotwórczym ospy-krowianki. I. Morfologia krowianki glicerynowej	305—314
St. Minkiewicz: Przyczynek do fauny widłonogów Polski z rodziny <i>Harpacticidae</i> : <i>Wolterstorffia confluens</i> Schmeil.	315—323
Wiktor Syniewski: O budowie skrobi	325—346

Rzecz przedstawiona przez członka K. Kostaneckiego na posiedzeniu Wydziału mat.-przyrodniczego dnia 14 marca 1922 r.

Rozwój i budowa przegrody przeźroczystej i jej jamki (*septum pellucidum et cavum septi pellucidi*) mózgu człowieka.

Napisał

Tadeusz Rogalski.

Rzecz przedstawiona przez członka K. Kostaneckiego na posiedzeniu Wydziału mat.-przyrodniczego dnia 14 marca 1922 r.

(Z tablicami 1-2).

Rozwój jakiegoś odcinka systemu nerwowego a zwłaszcza ośrodka mózgowego pozostaje — jak wiemy — w ścisłej zależności od rozwoju unerwionego przez ten ośrodek narządu, a wykształcanie się tego ostatniego stoi znowu w bezpośrednim związku z trybem i warunkami życiowymi danego zwierzęcia. I przeciwnie, jeżeli warunki życiowe nie wymagają wybitniejszej czynności jakiegoś narządu, to i on sam i odpowiadająca mu część systemu nerwowego, przedewszystkiem mózgu, zostaje w toku rozwoju rodzajowego zatrzymana czy też zredukowana na korzyść innych części, życiowo dla danego zwierzęcia ważniejszych. Następstwem tego jest owa nieproporcjonalność w doskonałości budowy i rozwoju między pojedynczymi odcinkami mózgu, jaką obserwujemy u różnych zwierząt, a która staje się niejednokrotnie cechą charakterystyczną, pozwalającą nam rozpoznać, do jakiego zwierzęcia, względnie do jakiej rodziny zwierzęcej dany mózg należy.

Tę nieproporcjonalność można zauważyć zwłaszcza między dolnymi odcinkami przodomózdzia, tj. między płatem węchowym, przywęchowym, przegrodą przeźroczą (ciałem przedspoidłowym) i ciałem prążkowanym, objętymi wspólną nazwą: *palaencephalon*, a częścią grzbietową przodomózdzia tj. płaszczem mózgowym (*neen-*

cephalon s. pallium). Również i w obrębie samego płaszcza mózgowego, między jego filogenetycznie starszym odcinkiem tj. *archipallium*, ośrodkiem węchowym (rogiem Ammona) a młodszym *neopallium* (właściwą korą asocjacyjną) wraz z głównym spoidłem mózgowem, spotykamy tę samą nieproporcjonalność w rozwoju.

Gdy u niższych kręgowców mózg węchowy (*rhinencephalon*) — tak jego część podstawowa, a więc „palaencephaliczna“ (*lobus olfactorius, parolfactorius* i *corpus praecommissurale s. septum pellucidum*) jak i „archipallialna“ (*cornu Ammonis*), jest najsilniej rozwiniętą częścią przedomóżdża, a kora mózgowia „neencephaliczna“, reprezentowana jest przez cienką, słabo zróżnicowaną blaszkę tkanki nerwowej, to u niektórych ptaków a jeszcze wybitniej u ssaków stwierdzamy znaczną już przewagę rozwojową kory nad mózgiem węchowym. U małp zaś i u człowieka stanowi ten ostatni małą, zaledwie cząstkę przedomóżdża, jakiej się trzeba dopiero doszukiwać wśród wydoskonalonego w architektonicznej swej budowie „neopallialnego“ płaszcza mózgowego.

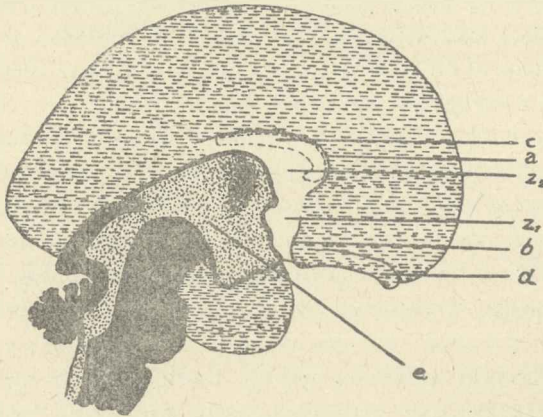
Co powiedzieliśmy o mózgu węchowym i korze w całości, dotyczy naturalnie również ich pojedynczych części składowych. Między innymi widzimy np. ten odwrotny stosunek rozwojowy między t. zw. przegrodą przeźroczystą (część palaencephaliczna) z jednej, a wielkim spoidłem mózgowem (część neencephaliczna) z drugiej strony.

Podczas gdy u niższych ssaków przegroda przeźroczysta (tutaj raczej ciało przedspoidłowe) stanowi twór jednolity, silny, zawierający liczne drogi nerwowe i skupienia komórek, to spoidło wielkie albo zupełnie nie jest rozwinięte, jak u dzióbaków (*Monotremata*) i workowców (*Marsupialia*) lub też, jak u szczerbaków (*Edentata*), owadożernych (*Insectivora*) i nietoperzy (*Chiroptera*), minimalnych zaledwie dosięga rozmiarów.

U wyższych ssaków natomiast, jak u drapieżnych (*Carnivora*), przeżuwaczy (*Ruminantia*) i małp (*Primates*) spoidło wielkie rozwija się bardzo silnie, spychając coraz więcej róg Ammona ku tyłowi, podczas gdy ciało przedspoidłowe coraz mniej zasługuje na nazwę „*massa*“ lub „*corpus*“, aż wreszcie pozostają z niego cienkie (w dolnym tylko odcinku nieco grubsze), zespolone ze sobą blaszki „przegrody przeźroczystej“, które leżąc przed trzecią komorą, nie łączą już obu półkul ze sobą, ale oddzielają delikatną ścianką boczne komory mózgu od przestrzeni oponowych.

I. Terminologia i topografia embriologiczna.

Terminologia tej części przyśrodkowej ściany przedmózdza, która leży przed przednią ścianą trzeciej komory i odpowiada przegrodzie przezroczystej wyższych ssaków i człowieka, nie jest dotąd ustalona, a przyczyną tego jest różnorodność jej znaczenia, oraz różna objętość i budowa wśród poszczególnych rodzin zwierzęcych. Przy dalszym omawianiu tę część nazwiemy dla skrócenia „zona I^a” (rys. w tekście 1 z.).



Rys. 1. Przyśrodkowa ściana półkulowa mózgu zarodka ludzkiego
w pierwszej połowie 5. miesiąca; — schemat.

- a — szczelina łukowata (*fiss. arcuata*, Bogenfurche),
b — rowek przywęchowy tylny (*fiss. prima*, vordere Bogenfurche, *sulc. parolf. post.*),
c — spoidło wielkie (*corpus callosum*),
d — opuszka i pasmo węchowe (*bulb. et tract. olfact.*),
e — komora trzecia (*Ventriculus III*),
z₁ — przestrzeń trapezowa (*zona trapezoides*),
z₂ — przestrzeń łukowata (*zona arcuata*),
z₁+z₂ — pole półkulowe (*limbus hemisphaericus*).

I tak Elliot Smith nazywa jej powierzchnię — *area praecommissuralis*, a ściany jej w całej grubości — *corpus praecommissurale* lub *praeterminale*. Tej ostatniej nazwy używa także Edinger. Zuckerhandl oznacza „zona I^a” nazwą *massa commissuralis*, zaznaczając, że z niej rozwija się przednia część przegrody przezroczystej w związku z rozwojem spoidła wielkiego i sklepienia.

Przegroda przeźroczysta jest według niego tą pozostałą częścią ciała spoidłowego (*massa commissuralis*), która nie została zużyta na wytworzenie spoidel półkuli mózgowych. His ze względu na kształt, jaki okolica ta przedstawia we wczesnych stadjach rozwojowych, posługuje się określeniem *zona trapezoides* także i dla starszych zarodków. Martin, a także Zuckerhandl w późniejszej swojej pracy (1909), używają terminu *area trapezoidea*, Kappers *area praecommissuralis septi* lub krótko *septum*.

Posługiwanie się nazwą *septum pellucidum* jest tylko tam usprawiedliwione, gdzie „*zona I*” jest rzeczywiście przeświecającą (wyższe ssaki i człowiek). Słusznie też radzi Edinger, aby u ssaków niższych, u których „*zona I*” jest tworem o dużych rozmiarach, używać terminu *massa praecommissuralis*.

Groenberg obok swojego określenia *conrescentia primitiva* dla zrosłych ze sobą odcinków dośrodkowych ścian półkul przed ścianą przednią trzeciej komory mózgu (badania na jeżach) posługuje się na oznaczenie tego samego miejsca także nazwą *septum pellucidum*, a tylko dla zwierząt, u których zupełny brak spoidła wielkiego (dziobaki, workowce), uważa to ostatnie określenie za niewłaściwe.

Werkman wreszcie używa terminu *masse unissante* jako czysto opisowego, nie przesądza on bowiem ani ostatecznej budowy — jak nazwa *septum pellucidum*, ani też nie określa z góry sposobu jej powstawania drogą zrostu, jak wprowadzona przez Grönberga nazwa *conrescentia primitiva*.

Utrudnienie orientacji z powodu tej różnorodności w terminologii powiększa jeszcze brak ścisłości w topograficznym ujęciu tego odcinka ściany zwłaszcza w mózgu embrjonalnym.

Przyjrzyjmy się podstawie mózgu zarodka ludzkiego z 4 miesiąca ciąży. Spostrzegamy tu pomiędzy płatem węchowym przednim a tylnym wybitny rowek, zwany *fissura mesorrhinica* — późniejszy rowek przywęchowy tylny (*sulcus parolf. post.*) (tabl. 1, ryć. 7 m). Rowek ten, widoczny już w bardzo wczesnych stadjach rozwojowych, przechodzi na ścianę dośrodkową półkuli jako *fissura prima* (vordere Bogenfurche) Hisa (rys. w tekście 1 b). Ku górze staje się on coraz płytszy i gubi się, nie dochodząc do wysokości górnego brzegu przedniej ściany trzeciej komory (*lamina terminalis*); przebiegając w odległości 1.5—2 mm od niej, oddziela z dośrodkowej ściany półkuli część jej dolną, którą nazwaliśmy „*zona I*”.

Ku dołowi, a zarazem ku tyłowi i na zewnątrz przechodzi „zona 1” wąskim pasemkiem w tę okolice podstawy mózgu, z której rozwija się przednia substancja dziurkowata (*subst. perfor. ant.*) (tab. 1, ryć. 70), ku górze zaś przechodzi w tę część przyśrodkowej ściany półkuli, która biegnie łukiem ponad szczeliną naczyniową (*fissura chorioidea*) i wzgórkciem wzrokowym (*thalamus opticus*) ku tyłowi, kierując się do płata skroniowego. Ten dalszy ciąg „zona 1” nazwijmy dla skrócenia „zona 2” (rys. w tekście 1, z₂).

Znajomość topograficzna tej okolicy (*zona 1+2*) oraz ścisłość w oznaczeniu jej granic, a zwłaszcza przedniej i górnej, jest dla nas bardzo ważna, odcinek ten przekształca się bowiem w dalszym rozwoju na blaszkę przegrody przeźroczystej i jej otoczenie.

Przednie granice tego odcinka oznaczyliśmy przebiegiem rowka: *fissura mesorhinea* i jego dalszym ciągiem: *fissura prima*. Niektórzy jednak autorowie, jak Hochstetter, Schaper i Goldstein u zarodków ludzkich a Zuckerhandl u szczura, przeczą wogóle pierwotnemu istnieniu tego rowka jako szczeliny (*fissura*), w znaczeniu morfologicznem, uważając go bądź to za twór sztuczny, pośmiertny, bądź też za później powstały z pierwotnie płytkiej rynienki (Hochstetter). Tak samo ma się rzecz i z oznaczeniem granicy górnej dla *zona 1+2*, tj. linii, któraby nam odcinała okolice *zona 2* od reszty ściany dośrodkowej w kierunku ciemieniowym. Pierwszy Schmidt (1862) wyznaczył jako tę granicę bruzdę, którą nazwał „Bogenfurche”, a okolice odpowiadającą *zona 2* nazwał „Randbogen”. Oznaczenie jednak położenia Schmidtowskiej „Bogenfurche” (Michalkovicsa „Ammonsfurche” w części przedniej), natrafia znowu na trudności, a nawet są autorowie (Elliot Smith, Marchand, Werkman), którzy i ten rowek uważają za zmianę pośmiertną. Nieścisłość w oznaczeniu granicy górnej dla *zona 1+2* powoduje też niezgodność w określaniu tworów, jakie się z tych części ściany dośrodkowej rozwijają.

Według Martina z zewnętrznego odcinka tej okolicy ściany — który to odcinek nazwał on „außerer Randbogen” — rozwijają się: zakręt zębaty (*gyrus dentatus*) i prążki podłużne spoidła wielkiego (*striae longitudinales corp. call.*), z wewnętrznego¹⁾ zaś sklepienie i przegroda

¹⁾ Odcinek „zewnętrzny” należy rozumieć jako leżący obwodowo od spoidła wielkiego, a odcinek „wewnętrzny” — między spoidłem wielkiem a ścianą przednią i górną trzeciej komory.

przezroczysta. Według Zuckerhandla brzuszna część łuku przybrzeżnego (Randbogen) przekształca się w róg Ammona, zakręt zębaty (*fascia dentata*) i strzępek (*fimbria*), grzbietowa zaś w część spoidła wielkiego, sklepienia i zakrętu podspoidłowego (*gyrus subcallosus*), przyczem odcinek łuku przybrzeżnego włącza on do przegrody przezroczystej. Inni wreszcie autorowie oznaczają nazwą „Randbogen“ zakręt krawędziowy (*g. limbicus*) i sklepienny (*g. fornicatus*), gdyż jedni większą, drudzy mniejszą część ściany włączają w zakres łuku przybrzeżnego.

Nieco więcej światła rzuca na tę sprawę His. Dośrodkową ścianę półkuli dzieli on na dwie ponad sobą leżące części. Granicą ich ma być szczelina łukowata — „Bogenfurche“ Schmidta, nazwana przez niego *fissura arcuata* lub *mittlere + hintere Bogenfurche*. Włączający do dolnej, tj. poniżej szczeliny łukowatej leżącej części ściany także górną wargę tej szczeliny, obejmuje on cały ten dolny odcinek — aż do późniejszej blaszki uwięzionej (*lamina affixa*) włącznie — nazwą *zona arcuata*. Ponieważ zaś ta ostatnia przechodzi bezpośrednio ku przodowi w t. zw. przez niego *zona trapezoides* (aż do *fissura prima*), łączy His obie te okolice razem nazwą *zona limbica* lub *limbus hemisphaericus* (rys. w tekście 1, $z_1 + z_2$).

Uwzględniając jednak niejednakową budowę ściany na tej przestrzeni, His dzieli ją na odcinek górny (*limbus corticalis*), pokryty warstwą korową, z którego rozwijają się twory ponad spoidłem wielkim leżące, środkowy (*limbus medullaris*), bezkorowy, przekształcający się w spoidło wielkie, sklepienie i strzępek, wreszcie dolny, dający nam w ostatecznym rozwoju pasmo sklepienne (*taenia fornicis*), ciało naczyniaste (*corpus chorioideum*) i blaszkę uwięzioną (*lamina affixa*). W zestawieniu tem zapomina His o przegrodzie przezroczystej, która również powstaje z przedniej części t. zw. przez niego „*limbus hemisphaericus*“.

Topograficzne ugrupowanie i podział Hisa byłyby dobre, gdyby nie posiadały tego samego zasadniczego błędu, z jakim spotykamy się u innych wyżej przytoczonych autorów, tj. braku dokładnie oznaczonej granicy. Szczelina bowiem nie może być granicą, jeżeli nie jest wyrazem różnej budowy ściennej sąsiadujących okolic, a tem mniej, jeżeli istnienie tej szczeliny jest wogóle kwestjonowane. Nadto wciąga His w zakres swojego *limbus hemisphaericus* odcinek korowy leżący ponad szczeliną łukowatą, bez ściślejszego jego odgraniczenia w kierunku ciemieniowym.

Badania moje, przeprowadzone na skrawkach poziomych i czołowych mózgow 18 zarodków ludzkich 7–31 cm długości ciemieniowo-ogonowej i 2 przedwcześnie urodzonych, jak i makroskopowe, przy pomocy lupy dokonane obserwacje różnych przekrojów mózgow zarodkowych i dorosłych pozwalają odnośnie do topografji i granic odcinka ściany dośrodkowej półkuli *zona 1+2* wysnuć następujące wnioski:

1. Zaprzeczać istnieniu szczeliny *fissura prima*, (rys. w tekście 1 b) i uważać ją za produkt sztuczny czy pośmiertny nie można, ponieważ obrazy, jakie otrzymywałem ze skrawków poziomych tej okolicy mózgow zarodkowych w różnych stadjach rozwojowych pokrywają się ze zrekonstruowanymi przez Goldsteina przekrojami poziomymi ze skrawków czołowych i stwierdzają zgodnie z Goldsteinem i Hochstetterem, że *fissura prima* rzeczywiście istnieje. Nie jest ona jednak szczeliną w znaczeniu anatomicznem, tj. zewnętrznem wypukleniem ściany, odpowiadajacem wypukleniu w światło komory, lecz jest jedynie rowkiem, powstałym wskutek nierównomiernego rozwijania się i grubienia sąsiednich partji ściennych, jest zatem tylko wyrazem zewnętrznej płaskorzeźby mózgu.

2. Szczelina łukowata *fissura arcuata* (His), „Bogenfurche“ (Schmidt) w założeniu swem w tej części ściany półkuli, w której rozwija się spoidło wielkie, pierwotnie nie istnieje (tabl. 1—2, ryć. 3, 11, 16), jest ona natomiast tworem wtórnym, występującym już podczas rozwoju mózgu, zależnym od przybierania przez spoidło wielkie położenia poziomego i rozrostu ściany półkuli ponad niem położonej, która w formie okapu układa się na spoidle i powoduje wytworzenie się rowka spoidła wielkiego (*sulcus corporis callosi*) (tabl. 2, ryć. 13 r). Przekonywa nas o tem również zachowanie się opony miękkiej na mózgu zarodka ludzkiego.

Gdy więc oba te rowki są tworami wtórnymi, zależnymi od dalszego rozwoju sąsiednich odcinków, nie możemy ich we wczesnych stadjach rozwojowych użyć do określenia granic przestrzeni, o którą nam chodzi.

3. Na przekrojach mózgow zarodkowych można stwierdzić, zgodnie zresztą z poglądami Mayera, Ramon Cajala, Hisa, Werkmana i Hochstettera, a wbrew zapatrywaniom Dejerine'a, Poirier et Charpy, Obersteinerja, Brodmanna, Testuta, Schimazono i Rauber-Kopscha, że wytwarzanie

się warstwy korowej nie odbywa się na całej przestrzeni przyśrodkowej ściany półkuli, lecz że przeciwnie — od pewnej linii, która mniej więcej odpowiada górnemu brzegowi dolnej wargi szczelin oznaczonych przez Hisa jako *fissura prima* + *arcuata*, kora mózgowa nie wytwarza się i że odcinek ściany, który oznaczyliśmy *zona 1 + 2*, nie posiada *a priori* i nie rozwija warstwy korowej. Ta łukowato przebiegająca granica różnej drobnowidzowej architektiki ściennej, którą z łatwością przy badaniu dostrzegamy, jest też jedynie właściwą granicą dla naszego odcinka. Będzie on równoznaczny z *limbus hemisphaericus* Hisa po wydzieleniu z niego *limbus corticalis*, czyli będzie odpowiadał *limbus medullaris*. Przyjęcie tej linii za granicę dwóch już wcześniej bardzo różną budowę ścienną wykazujących odcinków jest tem więcej wskazane, że i twory powstałe z *limbus corticalis* różnią się zasadniczo swą budową morfologiczną od niżej położonych, wytworzonych z *limbus medullaris*. A nadto unikniemy w ten sposób raz na zawsze niejasności terminologicznej i topograficznej.

Nie chcąc stwarzać nowych terminów, zatrzymuję — z uwzględnieniem powyższych poprawek — zupełnie zresztą odpowiednią nomenklaturę Hisa:

zona 1 = przestrzeń trapezowa = *zona trapezoides*,

zona 2 = przestrzeń łukowata = *zona arcuata*,

zona 1 + 2 = pole półkulowe = *limbus hemisphaericus* (t. zn. *l. medullaris*),

rowek łukowaty przedni = *fissura prima* („vordere Bogenfurche“).

II. Wytwarzanie ścian przegrody przezroczystej, powstawanie i zanikanie jamki przegrodowej oraz zachowanie się opony miękkiej i jej naczyń.

W literaturze odnośnej spotykamy stosunkowo mało szczegółowych badań, zajmujących się specjalnie temi kwestjami rozwojowemi w mózgu człowieka. Kölliker, Elliot-Smith, Johnston, Zuckerhandl, Martin i Werkman przeprowadzają swoje badania na niższych lub wyższych zwierzętach. Prace te zatem mogą tylko częściowo i pośrednio służyć za substrat porównawczy przy badaniach nad mózgiem ludzkim. Autorowie zaś, którzy poświęcają swoje badania tej okolicy przodomózdzia człowieka

w okresie rozwojowym, różnią się zasadniczo w swych zapatrywaniach, dzieląc się na dwa przeciwne obozy. Jedni przyjmują zrastanie się przeciwległych przyśrodkowych ścian półkul przed przednią ścianą trzeciej komory mózgu i lokalizują w tym zroście tak spoidło wielkie jak i jamkę przegrody przeźroczystej, drudzy zaś przyjmują rozwój tych tworów w samejże przedniej ścianie trzeciej komory.

Do pierwszych należą: Michalkovics, według którego u człowieka zrastają się przyśrodkowe ściany półkul — podobnie jak u niższych ssaków — na przestrzeni trójkątnej przed przednią ścianą trzeciej komory, ale nie w całej rozciągłości, lecz na obwodzie tego trójkąta; przez następny rozwój spoidła wielkiego i sklepienia powstaje rodzaj szczeliny surowiczej wysłanej śródbłonkiem, t. j. jamka przegrodowa. Podobnie i według Poirier et Charpy przeciwległe partje „kory szarej“ zbliżają się do siebie i „zszywają“ wzdłuż obwodu trójkąta.

His nie rozpatruje wprawdzie bardziej szczegółowo tej kwestji, ale w pracy swej nad rozwojem mózgu ludzkiego w pierwszych miesiącach przyjmuje istnienie *a priori* szpary między płasko ku sobie zwróconymi przestrzeniami trapezowatymi i stopniowy zanik opony miękkiej i jej naczyń, które się w tej szparze znajdują. Przez równoczesny zaś rozwój spoidła wielkiego zostaje szczelina ta zamknięta i przemienia się w jamkę przegrodową.

Według Goldsteina zaś, który należy wprawdzie do obozu drugiego i wspólnie z Marchandem i Hochstetterem wszystkim twórcom spoidłowym przedmóżdza każe się rozwijać w przedniej ścianie trzeciej komory, zawdzięcza jamka przegrodowa swoje powstanie wyrastaniu spoidła wielkiego ku przodowi i dołowi, przez co po pod tem spoidłem zostaje odgranieczoną część podłużnej szczeliny mózgu, która w miarę wytwarzania się spoidła ku tyłowi również w tym kierunku się rozszerza.

Marchand początkowo (1891) był zdania, że wytwarzanie się szczeliny czyli jamki przegrodowej jest następowe w obrębie pierwotnie pełnego zrostu ściennego, uzasadniając to brakiem światła w przegrodzie przeźroczystej u tych zwierząt, u których i kształt zrostu jest ten sam, i dziób spoidła wielkiego rozwinięty. Jednak w ostatniej swej pracy (1909) zmienił zdanie przyjmując, że jamka przegrodowa powstaje z małej szczeliny między ścianami półkul, która początkowo ku dołowi jest jeszcze otwartą

i dopiero później przez zrost ścienny między dzióbem spoidła a przednią ścianą trzeciej komory zostaje zamkniętą.

Podobnie i Langelaan przyjmuje zanik tkanki między-półkulowej (interhemisphaerical tissue) i dochodzi do wniosku, że *cavum septi lucidi* jest prawdopodobnie tworem powstałym przez rozszczepienie się tkanki gliowej w miejscu zrostu.

Do tych autorów przyłącza się Elliot-Smith, twierdząc na podstawie swoich badań na zwierzętach, że spoidło wielkie wytwarza się przed ścianą przednią trzeciej komory, przez co tworzy się mały odcinek, którego ścianę tylną stanowi *lamina terminalis*, ścianę boczną — górna część ciała przedspoidłowego, a ścianę górną — spoidło wielkie. Odcinkiem tym jest *cavum septi*, a jego boczne ściany są blaszkami *septum pellucidum*.

Podobne zapatrywanie wypowiedział również Zuckerhandl (badania na szczurach), który wprawdzie nie chce wysnuwać zupełnie pewnych wniosków w odniesieniu do człowieka, ale jako inny przykład zrastania się pierwotnie oddzielonych powierzchni podaje dokładne obrazy zrastania się wzgórków wzrokowych (*commissura mollis*).

Zupełnie odmienne stanowisko zajmuje Hochstetter w obszernej swej pracy nad rozwojem mózgu ludzkiego (1919). Wykluczając z góry możliwość zrostu ścian półkulowych i lokalizując wszelkie drogi spoidłowe przodomózdzia w przedniej ścianie trzeciej komory, którą nazywa płytką spoidłową (Kommissurenplatte), znajduje zupełnie gdzieindziej początek jamki przegrodowej. Rozwój jej przedstawia się jego zdaniem w następujący sposób:

Powstawanie jamki odbywa się w ten sposób, że wśród „płytki spoidłowej“ na przestrzeni dość rozległej, ku dołowi od założenia spoidła wielkiego, komórki, które wykazują już bardzo wybitne cechy komórek gliowych, rozstępują się. Powstają przez to między temi komórkami początkowo liczne mniejsze, płynem wypełnione jamki. Małe jamki łączą się następnie w większe, poprzedzielane beleczkami i płytkami gliji. Szczególnie charakterystyczną jest jedna z tych większych jamek, położona w okolicy t. zw. *fossa triangularis*, a więc między słupami sklepienia, leżąca w kierunku grzbietowym od spoidła przedniego (*comm. anterior.*). Powstaje ona w ten sposób, że nabłonek wyściółkowy komory trzeciej oddziela się od swojej podstawy (...„daß sich in dem Gebiete das Ventrikelepithel von der Unterlage abgehoben hat“). Zdaje się,

że jamka ta zawsze i stale się wytwarza i co do czasu powstania wyprzedza inne większe jamki. Wiadomo jednak, że normalnie jamka przegrody przeźroczystej nie osiąga nigdy okolicy *fossa triangularis* w rozwoju definitywnym, należy więc przyjąć, że podczas gdy inne w płycie spoidłowej powstałe jamki zlewają się następnie na jednolitą jamkę przegrody przeźroczystej, to w okolicy *fossa triangularis* podniesiony nabłonek wyściółkowy z powrotem łączy się ze swoją podstawą, a wytworzona jamka zanika.

Wyniki moich badań, przeprowadzonych na wymienionym wyżej materiale, przedstawiają się następująco¹⁾.

Opona miękka wciska się między obie półkule mózgowe w ich podstawowych partjach, wchodzi też do rowka łukowatego przedniego, a w dalszym ciągu pokrywa sąsiadujące z podstawą mózgu przestrzenie trapezowe, (ściślej mówiąc ich przedłużenie ku substancji dziurkowej) i przytyka bezpośrednio do cienkiej na tej wysokości przedniej ściany trzeciej komory (tabl. 1, ryć. 7 d). Gdy ściana ta ku górze grubieje, wypycha niejako przed sobą oponę mięką. Ponieważ jednak przyrastanie jej w grubość na wyższych przekrojach nie postępuje współmiernie z szerszymi już tu w ich wymiarze strzałkowym, grubiejącymi i coraz więcej do siebie przylegającymi przestrzeniami trapezowymi, musi przednia ściana trzeciej komory pozostać w głębi, a opona miękka, przechodząc z płytszego już w tej wysokości rowka łukowatego przedniego ku tyłowi, dostaje się w szczelinę między leżące naprzeciw siebie przestrzenie trapezowe (tabl. 1—2, ryć. 1, 15, 16 c₁). Przez dalszy rozrost półkul a w szczególności przez dalsze grubienie ścian przestrzeni trapezowych naciskają te ostatnie na coraz większej przestrzeni na leżące między nimi blaszki opony miękkiej. Ucisk ten powoduje utrudnienie komunikacji naczyń oponowych tego odcinka z naczyniami dalszemi, a światło ich częściowo zarasta. Między przylega-

¹⁾ Mózgi ustalane były przed wyjęciem ich z czaszki w sublimacie z kwasem octowym, w alkoholu 96% lub w formalinie. Mózgi młodszych zarodków ludzkich w całości, starszych (8—10 miesięcy) w mniejszych bloczkach, zatapiane były w celloidynie i krajane zależnie od potrzeby na 15, 20, 30, 40 i 80 μ , następnie barwione metodą Van Giesona (mod. Weigerta) i Nissla. W wykonaniu technicznej strony niniejszej pracy była mi wydatnie pomocną moja Żona Aniela Rogalska, za co serdecznie Jej dziękuję.

jącami ściśle do siebie przestrzeniami trapezowymi, między którymi pozostają tylko pasma komórek śródbłonkowych i resztki tkanki łącznej, traci opona miękka swój samoistny charakter i znaczenie. Część tylko naczyń uzyskuje krążenie poboczne zapomożą liczyh gałązek, odchodzących z opony w tkankę mózgową i istnieje w dal-szym ciągu, ale już jako naczynia samej ściany półkuli (tabl. 1—2, ryć. 6, 12, 16— $f_1 c_1$). Zespaland się zaś ze sobą przeciwnęgłych ścian trapezowych staje się coraz ściślejsze i przybiera charakter zrostu. Takie obrazy spotykamy w partjach dolno-tylnych. W przed-nich odcinkach zespaland ścian jest luźniejszy a beleczki opony miękkiej i jej naczyń utrzymują się dłużej.

Ten proces zbliżania się, a następnie mniej lub więcej ściślego zespalandia przyśrodkowych ścian półkul postępuje od tyłu ku przo-dowi w obrębie przestrzeni trapezowych i rozciąga się z nich na przestrzenie łukowate.

W linii biegnącej ku górze i ku tyłowi ponad wzgórkim wzrokowym zrastają się przestrzenie łukowate w ten sam wyżej opisany sposób, a kierunek i rozmiar tego zrostu wyznaczają nie-jako słupy sklepienia (*columnae fornicis*), które przebiegają w ścia-nie półkuli i wypuklają ją ku linii środkowej. Wytwarzające się zaś równolegle, choć z pewnem opóźnieniem, spoidło wielkie po-woduje ze swej strony w obrębie górnej i przedniej granicy pola półkulowego stopniowe zanikanie sierpa mózgowego i opony mięk-kiej na tej przestrzeni (tabl. 1, ryć. 3—6), zamykając równocześnie od góry, od przodu i od dołu ten odcinek przyśrodkowych ścian półkul wraz ze znajdującą się między nimi szczeliną.

Ryć. 4—6 przedstawiają zachowanie się opony miękkiej i jej naczyń między temi ścianami i w miejscu tworzącego się spoidła wielkiego na przekrojach czołowych i uzupełniają zdjęcia mikrofoto-graficzne skrawków poziomych. Przekroje czołowe wyrównują też pewne wady czy artefakty, powstałe przez jednostronne zwykle oddarcie opony miękkiej i dające nieraz powód do przyjmowania wolnych przestrzeni lub rowków czy szczelin tam, gdzie ich wła-ściwie niema. Opona bowiem miękka, szczególnie na mózgach za-rodków, jest niemal zrosniętą z powierzchnią mózgu licznymi bar-dzo naczyniami, które oddaje w tkankę nerwową. Podobnie i ściany przestrzeni trapezowych czy też łukowatych nie są od niej odda-lone, lecz z nią zrosnięte, za jej zaś pośrednictwem ze sobą zespolone.

Rozerwania i naddarcia są, zwłaszcza w tej okolicy, tak trudnym do uniknięcia następstwem wyjmowania, ustalania i odwadniania mózgow zarodkowych — z powodu nierównomiernego kureczenia się ścian półkulowych o różnej w różnych miejscach grubości i delikatności tkanki nerwowej embrjonalnej, a krwotoki na granicy tej ostatniej i naczyń oponowych są tak często spotykanym zjawiskiem (tabl. 1—2, ryć. 12, 13 s), że wysnuwanie wniosków z przeglądu serji jednego lub paru mózgow zarodkowych — jak to niektórzy autorowie czynią — jest niedopuszczalne. Jedyne badania porównawcze większej ilości mózgow z tego samego lub bliskiego stadium rozwojowego — przy różnym ustalaniu i na różnych przekrojach — pozwalają wyeliminować błędy techniczne.

Dopiero po uwzględnieniu tych różnych niedokładności w preparatach, na skrawkach barwionych metodą van Giesona (mod. Weigerta), na których intensywnie czerwono zabarwione nawet najdrobniejsze ślady tkanki łącznej odcinają się ostro od fioletowo-żółtej tkanki nerwowej, możemy najdokładniej śledzić te stopniowe przemiany w oponie miękkiej i jej naczyniach. Z powodu braku tego kontrastowego zabarwienia zdjęcia mikrofotograficzne nie dają niestety dostatecznie jasnych obrazów.

W sposób powyżej zaznaczony otrzymuje się zatem na preparatach prawie zamkniętą szczelinowatą „szparę“ pomiędzy ścianami pół półkulowych, wypełnioną resztkami opony miękkiej i jej naczyń (tabl. 1, 2, ryć. 2, 6, 10, 12, 16, 17₁)¹⁾.

Nie na całej jednak przestrzeni zostaje ta „szpara“ jednocześnie zamkniętą. Najdłużej pozostaje ona otwartą ku przodowi i ku dołowi, a z resztą przestworu oponowego łączy się tak długo, dopóki dziób spoidła wielkiego nie wytworzy się w całości aż do zespolonych ściśle ze sobą dolnych odcinków przestrzeni trapezowych, zmieniających się na szypułki przegrody przeźroczystej (*pedunculi septi pellucidi s. gyri subcallosi*). Następuje to dopiero w szóstym miesiącu życia płodowego. Natomiast w kierunku tylnym nie posiada „szpara“ ta nigdy połączenia z zewnętrzną powierzchnią mózgu. Nie pozwala bowiem na to omówiony powyżej zrost przestrzeni łukowatych ze sobą wraz z rozwijającymi się w ich

¹⁾ Ściśle biorąc nie mamy tu ani szpary ani szczeliny. Pod wyrażeniem „szpara“ należy rozumieć mniej lub więcej zupełny zrost, poprzerwany pasemkami komórek śródbłonna i tkanki łącznej.

ścianach słupami i szypułkami sklepienia (*columnae et crura fornicis*) oraz zrost tych ostatnich i spoidła sklepieniowego czyli harfy mózgowej (*commissura fornicis s. psalterium*) ze spoidłem wielkiem. Zrosty te wytwarzają się wcześniej, gdyż u zarodka 10·5 cm długości ciemieniowo-ogonowej są już dokonane.

Tę międzypółkulową szparę czy szczelinę przetwarza następnie rozwijające się spoidło wielkie w sposób niżej opisany w swoistą „jamkę” — jamkę przegrody przezroczystej (*cavum septi pellucidi, ventriculus quintus, ventricule de la cloison transparente*), odgraniczone zaś spoidłem wielkiem bezkorowe partje przyśrodkowych ścian półkulowych przemieniają się w dalszym ciągu w przegrody przezroczyste (*septa pellucida s. lucida, cloisons transparentes, tabique transparente, durchsichtige Scheidewände*), oddzielające jamkę przegrodową od bocznych komór mózgowych. Ku tyłowi wciska się jamka przegrody przezroczystej wąską szczeliną daleko między szypułki sklepieniowe, tworząc odeinek osobno oznaczany nazwą komory Vergi (*ventriculus Verga*). Światło jego utrzymuje się przez cały czas życia płodowego (tabl. 2, ryć. 18, 22 p₁) a zanika dopiero przed urodzeniem; niejednokrotnie można je jeszcze stwierdzić u noworodków. Proces wytwarzania się jamki przegrodowej, a więc i jej przedłużenia w komorę Vergi, przeczy sam przez się twierdzeniu Charpyego, który za Tenchinim przyjmuje wyścielenie tej przestrzeni wyściółką komorową (*ependyma*): „Les parois seraient tapissés par un feuillet épendymaire”.

O kształcie i rozmiarach jamki przegrodowej w różnych stadiach rozwojowych pouczają nas przekroje strzałkowe, czołowe i poziome przez mózgi zarodków z 6—10 miesiąca księżycowego (13, 17, 21, 33 cm długości ciemieniowo-ogonowej) (tabl. 2, ryć. 13, 19, 22 p). Jamka przegrodowa w przedniej części na przekroju czołowym kształtu czworobocznego, przyjmuje ku tyłowi kształt trójkąta prawie równoramiennego, zwróconego wierzchołkiem ku dołowi. Jeszcze dalej w kierunku tylnym, w odcinku komory Vergi, wysokość tego trójkąta coraz więcej maleje, aż wreszcie jamka staje się szczeliną poprzeczną, która z wolna zanika. Na przekrojach poziomych otrzymujemy w każdej wysokości formę trójkąta zwróconego wierzchołkiem ku tyłowi, którego wysokość zwiększa się stopniowo w miarę tego, jak jamka przegrodowa, wciskając się między sklepienie a spoidło wielkie, przechodzi w komorę Vergi. Proporcjonalnie do rozwoju i rozmiarów całego mózgu, powiekk-

szają się też wymiary jamki, zachowuje ona jednak stale ten sam kształt.

Dopiero w życiu pozapłodowym następuje zwolna zmniejszanie się światła jamki przegrodowej przez powrotne zbliżanie i sklejanie się ze sobą ścian pionowych. Zespalenie to postępuje w linii łukowatej od tyłu i dołu ku górze i ku przodowi, przyczem najpierw zanika część jamki położona przed przednią ścianą trzeciej komory. U człowieka dorosłego albo światło jej zupełnie zanikło, albo pozostaje tylko jego odcinek przedni, przebiegający łukowato popod kolanem spoidła wielkiego, a zachowujący tak na przekroju poziomym jak i czołowym kształt trójkąta (tabl 2, ryć. 24 p).

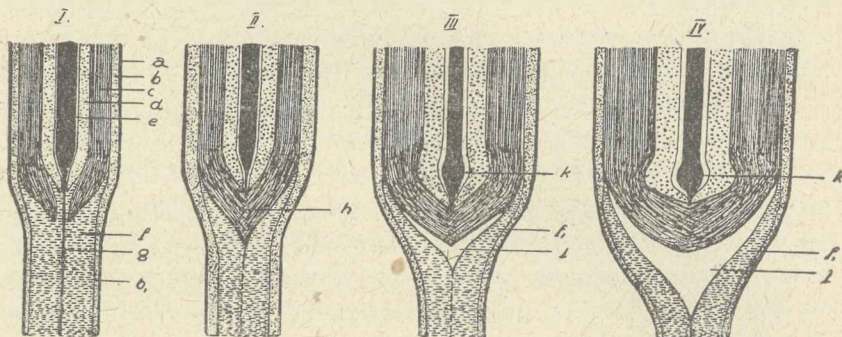
Spotyka się jednak mózgi zarodków, zwłaszcza z 8 i 9 miesiąca ciąży, u których proces ten — zwykle pozapłodowy — odbywa się prawdopodobnie wcześniej, gdyż jamka przegrody przeźroczystej jest tu już zredukowana do pionowej szczeliny, położonej zwykle asymetrycznie pod kolanem spoidła wielkiego. Nie wykluczone jednak, że światło jamki w mózgach tych wogóle wybitniej się nie rozwinęło, lecz pozostało przez cały czas rozwoju wąską szczeliną, jak nią było pierwotnie.

Po topograficznem ujęciu ścian przegrody przeźroczystej oraz zamkniętej przez nie jamki nasuwa się samo przez się pytanie, jak się to dzieje, że światło tej jamki-szczeliny staje się stosunkowo dużem w późniejszych stadjach rozwojowych. Powinno ono przecież pozostać wypełnioną przez resztki opony miękkiej i jej naczyń wąziutką szczeliną między przysiódkowemi ścianami półkul a podwójnym współśrodkowym łukiem zrostu tych ścian. Zastanawia nas dalej, dlaczego światło jamki przybiera na przekroju kształt czworoboczny, względnie trójboczny, dlaczego jamka sama w życiu pozapłodowym prawie zanika. A dalej, dlaczego ściana przegrody przeźroczystej jest tak cienką w ostatecznym rozwoju, gdy w założeniu, tj. we wczesnych stadjach rozwojowych z trzeciego lub czwartego miesiąca, przestrzenie trapezowe należą do najgrubszych niemal odcinków przysiódkowych ścian półkulowych (tabl. 1, ryć. 1—6, 8 f). Rozpatrzmy nadto, co się wreszcie dzieje z owemi resztkami opony miękkiej i jej naczyń, jakie pozostały w obrębie jamki przegrodowej.

U wszystkich na początku tego rozdziału wymienionych autorów spotykamy tylko stwierdzenie faktu istnienia tej jamki bez

szczególowego omówienia jej dalszych losów a żaden z nich nie daje nam odpowiedzi na postawione przez nas pytania. Powstawania jamki przegrodowej, jej powiększania się i przybierania omówionego kształtu nie tłumaczy nam też sam rozrost mózgu jako całości, gdyż musiałby on działać raczej odwrotnie w kierunku zacieśnienia światła.

Wytłumaczenia musimy szukać gdzieindziej, a znajdziemy je w mechanizmie powstawania i dalszego rozwoju spoidła wielkiego.



Rys. 2. Schemat wytwarzania się jamki przegrody przeźroczystej (*cavum septi lucidi*) i rowka spoidła wielkiego (*sulcus corporis callosi*, Bogenfurche Schmidt).

- | | |
|--|---|
| a — wyściółka komory bocznej, | f — przestrzenie trapezowe, |
| b — warstwa rozrodcza ściany półkul., | f ₁ — przegrody przeźroczyste, |
| b ₁ — " " przestrzeni trap. | g — linja zrostu przestrzeni trapezowych, |
| c — włókna warstwy pośredniej, | h — spoidło wielkie. |
| d — warstwa korowa, | k — rowek spoidła wielkiego, |
| e — opona miękka i jej naczynia, | l — jamka przegrody przeźroczystej. |

Już we wczesnych stadjach rozwojowych (w 3 miesiącu) możemy wyróżnić w ścianach półkulowych 5 wyraźnych warstw. Zaczynając od zewnętrznej powierzchni mózgu spotykamy 1) warstwę brzezną, 2) w. korową, 3) w. pośrednią, głównie z włókien złożoną, 4) w. rozrodczą i 5) wyściółkową warstwę komory bocznej¹⁾. Przypatrując się bliżej warstwie pośredniej w przysrodkowej ścianie półkuli spostrzegamy, że z jej odcinków przednich, górnych i tylnych a później i z dolnych zbiegają się dośrodkowo włókna ner-

¹⁾ His, który zajmował się bliżej rozwojem tych warstw, nazywa je: 1. Randschicht (Randschleier), 2. Rindenschicht, 3. Zwischenschicht, 4. Matrix (Innenplatte), 5. Ependym.

wowe, jakie się w tych miejscach gromadzą, odpychając jakby klinem warstwę korową od warstwy rozrodczej (rys. w tekście 2, I; tabl. 2, ryc. 16 *h*). Kierując się ku wspomnianej linii łukowatej, na której zatrzymuje się rozwój warstwy korowej w ścianie przyśrodkowej, zbliżają się te włókna coraz więcej do linii zrostu pół półkulowych i to stale w kierunku dośrodkowo-skośnym. Doszedłszy do niej, spotykają się z przeciwnymi i w ten sam sposób przebiegającymi włóknami, a wytworzywszy jakby ostrze klina, wciskają się w linię zrostu między bezkorowe, pierwotnie zewnętrzne powierzchnie przyśrodkowych ścian półkul. Odsuwając je z powrotem od siebie, wytwarzają one równocześnie zaczątek spoidła wielkiego (rys. w tekście 2 II; tabl. 1—2, ryc. 3, 11, 17 *h*). Tym przebiegiem włókien tłumaczy się obecność podłużnego rowka na zewnętrznej powierzchni embrjonalnego spoidła, o jakim His wspomina. W rowek ten wciska się również klinem fałd opony miękkiej, widoczny na wymienionych wyżej rycinach.

Przez dalsze wyrastanie włókien i wrastanie ich w ścianę przeciwną, jak również i przez przybywanie ich ilościowe przybiera spoidło wielkie — z dośrodkowo obustronnie skośnego — położenie coraz więcej poziome, tj. prostopadłe do ścian półkuli. Tem samym musi się ono od nich oddalać i niszczyć powstały zrost pół półkulowych — rozpychać wzajemnie ich powierzchnię (rys. w tekście 2, III—IV; tabl. 1—2, ryc. 11, 14, 17 *p*₂). Proces taki powoduje równocześnie powstanie, a następnie stopniowe zwiększanie się jamki znajdującej się między temi ścianami. Odbywać się to będzie tak długo, dopóki włókna spoidła nie dojdą do zupełnie poziomego położenia.

Opisany właśnie mechanizm powstawania spoidła wielkiego daje nam również odpowiedź i na drugie nasze pytanie. Jak z załączonego schematu (rys. w tekście 2) wynika, musi światło jamki przegrodowej przybrać na przekroju kształt trójkątny. Tylko w części przedniej, poza kolanem spoidła, będzie jamka przedstawiała na przekroju czołowym kształt czworoboczny, zachowanie się bowiem włókien powstającego od dołu dzioba spoidłowego będzie analogiczne do wyżej omówionego. Zbiegające się tutaj w kierunku skośnym od dołu ku górze, ku linii zrostu przegród przezroczystych włókna pośredniej warstwy ściany półkulowej, będą je w ten sam sposób od siebie rozpychały, a doszedłszy zaś do położenia poziomego, utworzą i od dołu poziome ograniczenie jamki. Rysunek

w tekście 2, odwrócony górą ku dołowi przedstawia nam schematycznie również i tworzenie się dzioba spoidłowego.

Śledzenie tych procesów na przekrojach przez mózg jest dosyć trudne, gdyż postępują one szybko. U zarodka 14 cm spotykamy już wytworzoną jamkę przegrody, a ściany jej tak szybko cieńszeją, że z trudnością otrzymujemy preparaty nieuszkodzone. Najlepiej jeszcze nadają się do stwierdzania tych przemian przekroje poziome z okolicy kolana spoidła wielkiego.

Dowód tego rodzaju mechanizmu wytwarzania się spoidła wielkiego — tego zeszlizgiwania się jego włókien po powierzchni zrостu ścian przyśrodkowych w obwodowym jego odcinku, a następnie oddalania się od nich, mamy też w pozostałych podłużnych skupieniach komórek śródbłónka i gleju, jakie widzimy na granicy włókien spoidłowych i przegrody przezroczystej (tabl. 2, ryć 17, 24 c₁).

Dlaczego jamka przegrodowa w życiu pozapłodowym maleje a nawet zanika, tłumaczyć nam może jedynie silny rozrost ścian półkulowych i dalszy przyrost włókien spoidła wielkiego, w którym to rozroście przegrody przezroczyste nie biorą współmiernego udziału. Powoduje to z jednej strony wyciąganie i ściślejsze przyleganie ścian jamki do siebie, z drugiej zaś powrotne ich zbliżanie się do włókien spoidła. Ciśnienia wytwarzającego się płynu mózgowo-rdzeniowego od strony komór bocznych jako przyczyny zanikania jamki przyjąć nie możemy, gdyż ilość jego jest tak małą (125—155 g), że trudno przypisać mu rolę czynną w tym procesie.

Na pytanie czwarte, dlaczego przegrody przezroczyste stają się tak nieproporcjonalnie cienkie w stosunku do reszty ścian półkulowych, daje odpowiedź sam sposób ich wytwarzania się. Jak się przy bliższem omawianiu budowy tego odcinka przekonamy, przestrzenie trapezowe posiadają *a priori* tylko bardzo wąską warstwę rozrodczą, a więc warstwę, z której rozwijają się później inne warstwy ściany półkulowej. Przestrzenie trapezowe nie posiadając ani dostatecznej ilości materiału twórczego, nie wytwarzają też warstwy korowej ani zależnej od niej, głównie z włókien złożonej, warstwy środkowej, ponieważ mała tylko ilość włókien autochtonicznych dochodzi tu do rozwoju. Przekroje przyśrodkowych ścian półkul (tabl. 1, ryć. 1—5 i 8, l i l₁) przekonują nas, że nawet po wytworzeniu już częściowem warstwy korowej i środkowej warstwa rozrodcza jest jeszcze znacznie grubsza w reszcie ściany półkuli, niż w obrębie przestrzeni trapezowych. Rzecz jasna, że te odcinki ścienne od

pewnego stadjum nie mogą nadażyć w rozwoju i nie mogą grubieć równocześnie z innymi ścianami półkuli, lecz przeciwnie pozornie równomiernie cieńcejają.

U zwierząt „makrosmatycznych“ przemiana analogicznej do przegrody przezroczystej okolicy mózgu w ciało przedspoidłowe uwarunkowana jest przebiegiem głównie obcych włókien, tj. pochodzących z innych części mózgu węchowego. Sama przegroda przezroczysta — jej własne skupienia komórkowe dostarczają i tu własnych włókien stosunkowo niewiele. U człowieka, u którego cały mózg węchowy jest do minimalnych rozmiarów zredukowany, przegroda przezroczysta, która jest jego częścią składową, również zaznacza tylko niejako w rozwoju osobniczym swoje znaczenie filogenetyczne.

Na ostatnie wreszcie pytanie o dalsze losy resztek opony miękkiej i jej naczyń w jamce przegrodowej, otrzymaliśmy już właściwie odpowiedź przy omawianiu zespalania się ścian przestrzeni trapezowych i łukowatych. Możemy tylko zaznaczyć, że tam, gdzie utrzymuje się światło jamki, widzimy na jej wewnętrznej ścianie prawie zawsze strzępy tkanki łącznej i pasemka komórek ścian naczyńiowych, a najobficiej na ścianie dolnej spoidła wielkiego, które powierzchnię tę czynią nierówną (tabl. 2, ryć. 24 c_1). W odcinkach zaś, gdzie światło jamki zanikło, stwierdzamy stale między obiema ścianami przegrody przezroczystej pionowo przebiegające pasemka, złożone z paru rzędów komórek śródbłonkowych, w jednych miejscach grubsze, w innych cieńsze, a nierzadko też i pasemka tkanki łącznej (tabl. 1, ryć. 10—12, tabl. 2, ryć. 13, 17, 24, f_1 , c_1). Takie resztki oponowe spotykamy czasami obficie w przedłużeniu tylnem jamki, tj. w komorze Vergi (tabl. 2, ryć. 18 c_1).

Badania i obserwacje starałem się przeprowadzać jak najściślej, z uwzględnieniem odpowiednich metod barwienia, porównując stale mózgi zarodków młodszych i starszych — co jest koniecznem dla ustalenia ciągłości w rozwoju danego odcinka — z wykluczeniem wreszcie wszelkich uszkodzeń preparatów, jakieby mogły spowodować wysnucie fałszywych wniosków. Podkreślam to dlatego, że Goldstein, a zwłaszcza Hochstetter zbijają zapatrywania Hisa — i to zupełnie słusznie — głównie tym argumentem, że mózgi jego zarodków wykazywały bardzo silne uszkodzenia i zniekształcenia. One to bowiem doprowadziły Hisa do wypro-

wadzenia niejednego błędnego sądu, choćby odnośnie do szczelin łukowatych, pół półkulowych itd. Jednak również i Hochstettera wprowadziły w błąd sztucznie powstałe wolne przestrzenie w przedniej ścianie trzeciej komory. To bowiem, co Hochstetter uważa za główny i pierwszy początek jamki przegrodowej, mianowicie oddzielenie się nabłonka wyściółkowego od jego podstawy, jest tworem sztucznym. Podobną wolną przestrzeń znalazłem zaledwie jeden raz i to w uszkodzonym mózgu zarodka 10·5 *cm* długości ciemieniowo-ogonowej (tabl. 1, ryć. 8, t_1). Nie można więc takiej jamki uważać za twór normalny, choćby w paru mózgach spotkany, jeżeli on nie jest zjawiskiem stałym i jeżeli nie zgadza się z obrazami dalszych stadjów rozwojowych. Hochstetter znalazł takie wolne jamki u trzech zarodków (96, 100, 102 *mm* dług. ciem.-ogon.), z których u dwóch starszych naczynia krwionośne przepłukiwał przez tętnicę pępkową fizjologicznym roztworem soli, a następnie nastrzykiwał płynem Zenckera. Ta metoda — mojem zdaniem — jest zbyt brutalną dla zarodków tego wieku, u których tkanka mózgowa i naczynia krwionośne są niezmiernie delikatne i łatwo ulegają przerwaniam. Odnosi się to zwłaszcza do przedniej ściany trzeciej komory, silnie unaczynionych przestrzeni trapezowych i linii ich zrostu z resztkami naczyń opony miękkiej. Zresztą przeciw Hochstetter'owskiej lokalizacji pierwszego początku jamki przegrodowej przemawia opisane wyżej zachowanie się jej w dalszych stadjach rozwojowych, tj. brak obrazów, w którychby jamka przegrody nie była oddzielona od nabłonka wyściółkowego poprzecznym pasmem włókien spoidła sklepieniowego, nawet przy najsilniejszym rozwoju jamki przegrodowej ku tyłowi (tabl. 1, ryć. 11, tabl. 2, ryć. 14 i 17 *p*, wykazują zupełnie jasno miejsce pierwszego zaczątku tworzenia się jamki). Przeciw twierdzeniu Hochstetter'a przemawia wreszcie zależność powstawania jamki od mechanizmu tworzenia się spoidła wielkiego, prosty stosunek wielkości jej do wielkości spoidła u wyższych ssaków i brak jamki w mózgach teratologicznych z brakiem spoidła wielkiego.

Tworzeniu się jamki przegrodowej w przedniej ścianie trzeciej komory przeczy również — choć pośrednio — fakt zrastania się przestrzeni trapezowych przed tą ścianą, poparty zupełnie wybitnym zanikaniem między nimi tkanki opony miękkiej i jej naczyń, stale utrzymujące się w linii zrostu pasma jąder o wybitnym charakterze jąder komórek ścian naczyńiowych i to tak w stadjum

wczesnem, przed wytworzeniem się jamki, jak i przy jej zanikaniu. W ten też tylko sposób możemy sobie wytłumaczyć obecność resztek naczyń opony miękkiej pod spoidłem wielkiem, jakie niewątpliwie w kontrastowym zabarwieniu wykazuje nam pikrofuchsyna.

III. Budowa cytologiczna i jej rozwój w przegrodzie przezroczystej.

Jak już wspominałem, pole półkulowe, z którego przedniego i dolnego odcinka rozwija się przegroda przezroczysta, a więc głównie przestrzeń trapezowa, już we wczesnych stadjach rozwojowych przedstawia zasadniczo odmienną budowę od leżącej obwodowo reszty przyśrodkowej ściany półkuli. Obserwując przekrój jej u zarodka z 4 miesiąca (tabl. 1, ryć 1—6 i 8, *f*) można stwierdzić, że jest ona grubą blaszką (do 1350 μ), która ku tyłowi i ku górze nieco cieńsze. Ani tak charakterystycznych dla trzeciego miesiąca rozwoju czterech warstw wyróżnionych przez Hisa (Rand-, Rinden-, Zwischenschicht u. Matrix), które dokładnie możemy odróżnić w reszcie ściany półkuli, ani dalszego ich rozwoju w 8 warstw nie widzimy ani śladu. Poza wąską, węższą niż gdzieindziej warstwą rozrodczą stwierdzamy prawie jednolitą masę szarą ziarnistą o spistości mniej więcej środkowej warstwy ściennej. W drugiej połowie czwartego miesiąca widzimy obraz jeszcze ten sam.

Z początkiem piątego miesiąca obraz ulega zmianie przez widoczne już teraz zróżnicowywanie komórkowe.

Wśród elementów gliowych ukazują się typowe komórki nerwowe (zwojowe); protoplazma ich odcina się dość ostro i barwi się już metachromatycznie (błękit tolluidynowy Nissla). Komórki te skupione są w pasmach, najliczniej w części zewnętrznej przegrody w jej partjach środkowych i tylnych i ustawione są zwykle równolegle do ściany przegrodowej. Posiadają one więc wręcz przeciwne ułożenie, jak komórki piramidalne i wrzecionowate w środkowej warstwie jakiegokolwiek innego odcinka ściany półkuli, gdzie też ani wybitniejszej protoplazmy, ani metachromatycznego zabarwienia nie wykazują. Podczas gdy w środkowych partjach przegrody spotykamy komórki przeważnie wrzecionowate i mniejszych rozmiarów, są one w tylnych i dolnych partjach większe i więcej pękate, zachowują jednak i tu ugrupowanie równoległe do ściany.

W szóstym miesiącu obraz ściany przegrodowej podobny jest na przekroju do poprzedniego, tylko dalej zróżnicowany. W jej

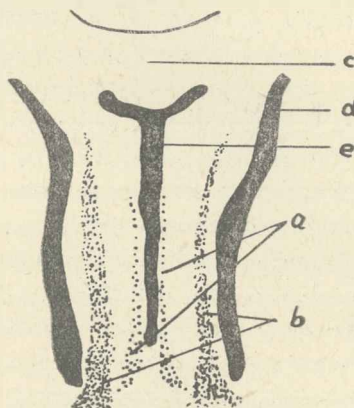
odeinku środkowym znajdujemy: 1) wyściółkę komory bocznej, 2) cienką już bardzo warstwę rozrodczą, przechodzącą ku linii środkowej w 3) luźniejszą, ale dość zbitą jeszcze warstwę elementów komórkowych (jak się przekonamy — w dalszym rozwoju przeważnie gliowych), wreszcie 4) warstwę jaśniejszą, szerszą, o utkaniu bardziej wiotkiem z rozrzuconymi komórkami wrzecionowatymi. W partjach tylnych ściany przegrodowej występuje budowa ta sama, tylko skupienia komórkowe są wyraźniejsze i o większej ilości komórek. Poniżej, aż do granicy kory przedniego płata węchowego, przegroda silnie grubieje a w nagromadzeniach komórkowych występuje podział na skupienie boczne (bliżej komory bocznej leżące), szersze o drobniejszych komórkach i przyśrodkowe, węższe, o komórkach mniej licznych, ale większych, wielobocznych, nierzadko z kilkoma wypustkami, z jasnymi pęcherzykowatymi jądrami i ciemnymi jąderkami. Ułożenie tych pasem komórkowych jest zawsze równoległe do ściany; między nimi i wśród nich skośnie i pionowo przebiegają włókna nerwowe. Budowa ta jest zatem zasadniczo różna od budowy leżącej poniżej kory przedniego płatu węchowego, tj. dolno-tylnej części płatu czołowego (*area Broca*). Już u zarodka z piątego miesiąca (13 cm) uderza nas ta okoliczność, że podczas gdy w reszcie ściany półkul komórki wszystkich warstw ściennych zachowywały jeszcze swój pierwotny charakter wczesnego stadjum embrjonalnego, to komórki nerwowe przegrody, zwłaszcza tylnego odcinka, w rozwoju swym znacznie dalej postąpiły, o czym świadczy tak ich kształt jak i powinowactwo barwikowe. Przeglądając teraz dokładniej przegrodę przeźroczystą zarodka z 6—7 miesiąca i porównując wygląd jej komórek z komórkami innych miejsc ściany półkuli stwierdzamy w tych ostatnich małą zaledwie ilość protoplazmy, zebranej na biegunach jądra, barwiącej się już metachromatycznie, ale granice komórek są jeszcze zatarte a komórki same, nawet największe z warstwy środkowej, są stosunkowo małe. Komórki zaś w ścianie przegrodowej, zwłaszcza w jej środkowej i tylnej partji, są nieporównanie większe i dalej znacznie zróżnicowane tak, że możemy wyróżnić dokładnie i budowę protoplazmy ostro ku zewnątrz odgraniczonej, i pęcherzykowate jądro z zaznaczającym się zrębem chromatynowym i ciemnym jąderkiem; komórki te prawie że nie różnią się od definitywnie rozwiniętych. Ten czasowo nierównomierny rozwój komórek w obwodowo od spoidła wielkiego położonych partjach ścian i komórek w przegrodzie zrozumiemy, jeżeli będziemy śledzili za dalszym

ciągami tych grup komórkowych, jakie stwierdzaliśmy już w poprzednich stadiach rozwojowych w dwóch równoległe do linii środkowej ułożonych pasmowatych skupieniach, ku przodowi i ku górze przegrody węższych, a tylko w dolnych jej odcinkach szerszych. Przekonywamy się mianowicie, że skupienia te kierują się ku tyłowi i dołowi poza przedni rowek łukowaty i przechodzą bezpośrednio w nagromadzenia komórkowe dolnych partji ciała prądkowanego, głównie przedniej substancji dziurkowatej, a więc w tę część ściany pęcherzyka pierwszego, w której — podobnie jak w przedniej ścianie trzeciej komory i pola półkulowego — nie rozwija się właściwa kora, lecz tylko nagromadzenia komórkowe jądrowe. Wiedząc zaś z badań Hisa nad rozwojem mózgu i rdzenia, że rozwój i zróżnicowanie ścian półkul w korę płaszcza mózgowego dokonywa się o cały miesiąc później niż zróżnicowanie innych odcinków mózgu i rdzenia, stwierdzamy, że przegroda przeźroczysta wraz ze swoim otoczeniem, podobnie jak i ciało prądkowane razem z przednią substancją dziurkowatą, są odcinkami w rozwoju rodzajowym starszemi i jako takie wyprzedzają też w rozwoju osobniczym ścianę korową płaszcza mózgowego.

W tem już daleko posuniętem stadjum rozwojowem (6—7 m.), podobnie jak i w dalszem z 8—9 miesiąca, możemy też dokładnie określić rozmieszczenie opisanych skupień komórkowych, czyli jąder przegrody. Więcej dośrodkowe o przeważnie wielobocznych dużych komórkach podchodzi od dołu i tyłu wraz z szypułką przegrody (*pedunculus septi pellucidi sive gyrus subcallosus*) ku górze, przed przednią ścianą trzeciej komory, tuż za przednim rowkiem łukowatym, oddzielającym je od kory węchowej (*area parolfactoria Broca*). Następnie spłaszcza się to jądro i rozsypuje wachlarzowato swoje komórki równoległe do ściany przegrody, sięgając ku tyłowi do przedniego brzegu słupów sklepienia, a równocześnie wyczerpuje się, dochodząc ostatnimi komórkami ku górze i przodowi, mniej więcej do połowy długości i wysokości przegrody przeźroczystej. Uwzględniając wielkość komórek lub też ich rozmieszczenie, możemy jądro to nazwać jądrem wielkokomórkowem lub przyśrodkowem przegrody (*nucleus macro-cellularis sive medialis septi*) (rys. 3 a i rys. 4).

Drugie skupienie komórkowe, położone dalej od linii środkowej niż poprzednie, rozleglejsze, złożone z komórek mniejszych, w dużej ilości wrzecionowatych, liczniejszych, nie zstępuje tak nisko

ku dołowi, sięga natomiast swem podobnem wachlarzowatym ugrupowaniem o wiele dalej ku tyłowi, gdzie zajmuje górną część ściany do boku od słupów sklepienia. Ku przodowi rozciąga się ono w $\frac{2}{3}$ ściany przegrodowej. W odróżnieniu od poprzedniego oznaczam je jądrem drobnokomórkowem lub zewnętrznem przegrody — *nucleus micro-cellularis sive lateralis septi* (rys. 3 b i rys. 4).



Rys. 3. Przekrój czołowy przez ściany przegród przeźroczystych mózgu zarodka ludzkiego 31 cm (8—9 miesiąc), schemat.

- a — jądro wielkokomórkowe (*n. macrocellularis*)
- b — „ drobnokomórkowe (*n. microcellularis*)
- c — spoidło wielkie
- d — światło komory bocznej
- e — „ jamki przegrody przeźroczystej

Reszta ściany usłana jest licznymi elementami glijowemi, wytwarzającymi pod wyściółką komory bocznej więcej zbitą warstwę i drobnymi, rzadka wśród włókien nerwowych rozsianymi komórkami nerwowemi. Z warstwy rozrodczej (*matrix*) pozostały tylko resztki.

Definitywnie rozwinięta przegroda przeźroczysta człowieka dorosłego nie różni się zasadniczo od dopiero co opisanej (rys. 4). Jądra są te same i tak samo ułożone, większa tylko ilość włókien nerwowych zajęła znaczną część ściany zwłaszcza w przedniej części, gdzie ściana ta prawie wyłącznie z nich się składa, z dodatkiem gliji komórkowej i włóknistej. Niezwykle silny rozwój

zyskują elementy neurogliowe w warstwie podwyściółkowej komory bocznej. Spotykamy tam liczne, duże komórki gliji protoplazmatycznej i zbitą pilsń włókien z okazałymi komórkami gwiazdkowatymi, „astrocytami“ (tabl. 2, ryć. 23 *u* i *u*₁). Również i naokoło naczyń żylnych, jakie się znajdują w zewnętrznej warstwie ściany przegrody, tworzą włókna i komórki glijowe silniejsze skupienia. Natomiast od strony zanikłej jamki glija brzeżna jest tylko słabo rozwinięta, a włókna jej cienkie i nieliczne.



Rys. 4. Przyśrodkowa ściana półkuli mózgowej człowieka dorosłego. Rzut jąder przegrodowych na ścianę przegrody; obraz zrekonstruowany na podstawie serii skrawków poziomych i czołowych.

Pole czarne — jądro wielkokomórkowe (*n. macrocellularis*)

Pole zakreskowane — jądro drobnokomórkowe (*n. microcellularis*).

Rys. 4, przedstawiający rzut jądra wielko- i drobnokomórkowego na ścianę przegrody, sporządzony został na podstawie dokładnych rysunków ze skrawków poziomych i czołowych grubości 30 μ , barwionych metodą Nissl'a (błękit tolluidynowy).

Praca niniejsza nie jest oczywiście pierwszą, która zajmuje się także cytologiczną budową przegrody przeźroczystej człowieka.

Wzmianki o strukturze jej ścian spotykamy niejednokrotnie bądź to w związku z opisem budowy przysrodkowej ściany półkuli, bądź też jako osobny rozdział w pracach obszerniejszych. Ponowne jednak zbadanie budowy ściany przegrodowej w zestawieniu rozwojowym było potrzebnem, gdyż w pracach poprzednich nie znajdujemy ani dokładniejszej lokalizacji skupień komórkowych (prócz pracy Ramon Cajala u zwierząt), ani też zgody co do zasadniczej kwestji, czy przegroda przeźroczysta u człowieka stanowi część kory, choćby zmienionej, czy nie. Z przytoczonych poniżej odnośnych ustępów z prac dotychczasowych przekonywamy się, że autorowie dzielą się w zapatrywaniach na tę kwestję na dwa przeciwne obozy.

I tak Schwalbe wyróżnia w blaszce przegrody: 1) zwróconą do światła jamki warstwę szarą, która jest zredukowaną częścią kory mózgowej, 2) warstwę środkową, utworzoną z włókien myelinowych i 3) cienką warstwę szarą wyściółkową komory bocznej.

Dejerine, zaliczając przegrodę przeźroczystą do kory mózgu wężowego, uważa ją za prawdziwą korę mózgową daleko zróżnicowaną, twierdząc, że ponieważ należy do wewnętrznej ściany pęcherzyka półkuli, musi być przez to homologiczną z korą mózgową. W samej zaś ścianie wyróżnia: 1) najbliższą światłu jamki prawdziwą warstwę cienką włókien stycznych, odpowiadającą siatce Exnera warstwy molekularnej, 2) cienką warstwę komórek nerwowych piramidalnych, których wypustka główna zwrócona jest ku stronie przysrodkowej półkuli.

Według Poirier et Charpy każda blaszka przegrody przeźroczystej składa się: 1) z warstwy korowej, analogicznej do warstwy korowej mózgu i jak ta ostatnia posiadającej na swojej powierzchni komorowej warstwę białą z włókien stycznych i 2) z warstwy białej, wąskiej, w dużej części utworzonej przez rozpościerające się włókna sklepieniowe. Obie te warstwy trudno rozróżnić gołym okiem. Na stronie zwróconej do wnętrza jamki niema ani śródbłonka ani nabłonka, lecz istnieje jedynie tkanka łączna analogiczna do opony miękkiej. Od strony komory bocznej pokrywa wyściółka (ependyma) warstwę białą. U Obersteinerja znajdujemy opis budowy przegrody zupełnie analogiczny do opisu Dejerine'a.

Brodmann zalicza przegrodę przeźroczystą razem z *area praeterterminalis*, *hippocampus*, *fascia dentata*, *subiculum* i *induseum griseum* do *cortex rudimentarius* swoich formacji korowych „hetero-

genetycznych⁴, charakteryzujących się tem, że występuje w nich pierwsze zaznaczenie uwarstwowienia. Poszczególne zasadnicze warstwy I—VI młodszej w rozwoju rodzajowym „homogenetycznej“ kory, rozwinęły się w nim tylko szczątkowo, podczas gdy innych zasadniczych warstw stale zupełnie brakuje. Na swoich zresztą bardzo dokładnych tablicach cytoarchitektonicznych pól korowych wypuszcza jednak Brodmann całą okolicę ściany przyśrodkowej półkuli poniżej spoidła wielkiego, a więc i przegrody przezroczystej, nie podając wogóle bliżej jej budowy.

Testut rozróżnia w ścianie przegrodowej dwie główne warstwy: wewnętrzną szarą pochodzenia płaszcza mózgowego i zewnętrzną białą, pochodzącą z *centrum semiovale*. Nadto każda z blaszek przegrody posiada dwie osłony: od strony światła jamki pokrycie łącznotkankowe, homologiczne oponie miękkiej, od strony zaś komory bocznej pokrycie nabłonkowe, które jest blaszką wyściółkową komory. Każda zatem blaszka przegrody przezroczystej składa się z czterech blaszek. Idąc od światła jamki spotykamy: 1) blaszkę łącznotkankowo-naczyniową, 2) blaszkę substancji szarej, 3) blaszkę substancji białej i 4) blaszkę wyściółkową komory bocznej.

Schimazono, badając nieco dokładniej budowę przegrody na skrawkach czolowych i poziomych barwionych tioniną, znajduje w ścianie przegrody trzy rodzaje komórek: duże przyśrodkowe, średniowielkie w pośrodku i małe zewnętrzne. Komórki te leżą według niego w podobnem uwarstwowaniu, jak komórki kory mózgowej, jakkolwiek nie można wykazać bezpośredniego przejścia w typ korowy. Niema więc powodu — jego zdaniem — aby u człowieka mówić o specjalnem *ganglion septi*, a dawne zapatrywanie, według którego mamy tu do czynienia z atroficzną korą mózgową, tem więcej ma rację bytu, że nie spostrzegł żadnego istotnego pasma włókien, któreby się zaczynały w przegrodzie przezroczystej.

Rauber-Kopsch stwierdza wreszcie w blaszce przegrody trzy warstwy: 1) cienką rdzeniową, 2) cienką korową i 3) zewnętrzną wyściółkową. W warstwie korowej wyróżnia komórki piramidalne i wrzecionowate.

Do autorów przeciwnego obozu, według których przegroda przezroczysta nie posiada wogóle warstwy korowej, należą: Mayer, który przegrodę uważa — podobnie jak substancję dziurkowatą przednią — za jedną z tych okolic, gdzie także w mózgu

ssaków zwoje centralne bez pokrycia korowego tworzą powierzchnię półkuli. Charakterystyczny rys dla przegrody przezroczystej widzi on w tem, że: 1) niema kory, 2) że jest ona miejscem, przez które przebiegają włókna formacji sklepienia. Homologja przegrody stwierdza — jak mówi — że nie mamy tu do czynienia z zanikłą korą, ale z bezkorową, u człowieka wprawdzie w stadjum zaniku będącą masą zwojową, podobną do substancji dziurkowatej przedniej.

Zapatrywanie Hisa poznaliśmy już poprzednio. Przypominam tylko, że jak nie posiadały kory jego *limbus medullaris* i *zona trapezoides*, tak i powstała z ich części ściana przegrodowa nie wykazuje według niego kory mózgowej.

Edinger zapatrywanie swoje formuluje w ten sposób, że część dośrodkowej ściany półkuli, leżąca obustronnie przed *lamina terminalis*, nie pokrywa się nigdy korą, jak reszta powierzchni półkuli, tworzy natomiast odrębną (eigenartige) szarą masę, nazwaną u człowieka *septum lucidum*. U zwierząt, u których to nagromadzenie masy szarej jest bardzo wybitne (ein mächtiger grauer Körper), nosi ta okolica nazwę *corpus paraterminale*. Możemy też w niem odróżnić dwa zwoje.

Podobne zapatrywanie spotykamy u van Gehuchten'a: twierdzi on, że nasze wiadomości o strukturze wewnętrznej przegrody przezroczystej są jeszcze nadto niepewne, aby dokładnie rozpatrywać tę część mózgu wężowego. *Fascia dentata*, która jest małym zwojem mózgowym nieregularnie wykształconym, stanowi też prawdziwą granicę kory mózgowej. Tem samem zgadza się on z poprzednimi autorami, że ten odcinek ściany, z którego wytwarza się przegroda przezroczysta, jest *a priori* bezkorowym.

Ramon Cajal na podstawie preparatów (głównie z materiału zwierzęcego), impregnowanych jego metodą, zbija twierdzenie, według którego przegroda przezroczysta byłaby atroficzną korą, mówiąc, że jest to zwój uważany za część składową rogu Ammona i za zmienioną korę mózgową. Zapatrywanie takie może znajduje podstawę w wyniku badań histogenetycznych, brak jednak jego potwierdzenia w dokładnych badaniach anatomo-histologicznych. Według naszych badań jest to jądro mózgowe (*foco cerebral*) — specjalny odcinek ciała prądkowanego — pozostające w specjalnym związku z włóknami projekeyjnemi rogu Ammona. Podobnie jak drogi dośrodkowe korowe za pośrednictwem ubocznych gałązek pozostają

w związku ze specjalnym odcinkiem ciała prążkowanego, tak i sklepienie posiada również swój zwój prążkowany dodatkowy (*ganglio estriado anejo*) a mianowicie jądro motoryczne pomocnicze: *tabique transparente*. W zwoju tym, zdaniem Cajala, możemy wyróżnić cztery składniki: komórki nerwowe, drogi przyprowadzające, drogi odprowadzające czyli uśrodkowe i takie, które tylko przez przegrodę przechodzą (*fornix longus* Forel'a). Na całej przestrzeni przegroda przeźroczysta jest zasiana komórkami nerwowymi, które tworzą jednolitą masę ze skupieniami i rozrzedzeniami, odpowiednio do miejsc uboższych lub obfitszych we włókna nerwowe rdzeniowe. Głównych nagromadzeń komórkowych mamy trzy: 1) *un ganglio medio* o nielicznych komórkach wrzecionowatych, w pośrodku w obrębie *radiatio Zuckerhandl* ułożonych, 2) *el foco principal ó periférico*, jądro utworzone przez zewnętrzną substancję szarą przegrody a składające się z komórek owalnych, gwiazdzistych lub wrzecionowatych o średniej wielkości i 3) *foco triangular ó dorsal*, umieszczone między *psalterium ventrale* a *columnae fornicis* i składające się z elementów o małych wymiarach, rozrzuconych w zbitych skupieniach. Wszystkie te skupienia przedstawiają się nam jako odcinki jednolitej substancji szarej *ganglion septi*, poprzedzielanej przez wrastanie dróg obcego pochodzenia i takich, które tylko przez przegrodę przechodzą. Autorowie, którzy rozpatrują komórki przegrody na podstawie badań embriologicznych, uważają jądro główne (*foco principal*) za zmodyfikowane komórki piramidalne, tymczasem ani kształtem, ani swoją orientacją nie odpowiadają one piramidalnym komórkom.

Jeżeli przytoczyłem obszerniej a często i w dosłownym tłumaczeniu zapatrywania różnych autorów na budowę przegrody przeźroczystej, to uczyniłem to dlatego, że nigdzie nie spotkałem się z podobnym dokładnym zestawieniem zdań *pro* i *contra*. Być może, że ten właśnie brak krytycznego przeglądu jest powodem nieuwzględniania w różnych dziełach anatomicznych innych na dokładnych badaniach embrio- i histologicznych opartych opisów przegrody przeźroczystej i powtarzania tych samych błędnych zapatrywań na jej budowę w nowo wydawanych dziełach lub nowych ich wydaniach (Testut, Rauber-Kopsch, Obersteiner itd.).

Szczegółowe rozpatrywanie, krytyka zdań i zapatrywań za i przeciw wydają mi się zbyteczne. Wyniki moich obserwacji

przedstawiają — zdaje mi się — dostatecznie jasno budowę cytologiczną przegrody przeźroczystej, stopniowy rozwój jej jąder i ich definitywne ułożenie i skłaniają do przyznania słuszności tym autorom, którzy przegrodę przeźroczystą uważają za bezkorowy odcinek przedomózdzia. Doszukiwanie się budowy korowej w ścianie przegrodowej jest albo wynikiem błędnych obserwacji, albo też sztuczną konstrukcją. Widzimy dalej, że także dokładne badania porównawcze mózgow zwierząt ssących nie wykazują budowy korowej przegrody (Mayer, Edinger, Ramon y Cajal), odpada więc i ten czynnik, który zgodnie z prawem Heckl'a kazałby szukać w osobnym rozwoju kory skróconego rozwoju rodzajowego (filogenetycznego) z zatrzymaniem się jego na stopniu niższej uproszczonej budowy.

Kraków, w lutym 1922.

Z pracowni neurologicznej Zakładu Anatomji opisowej U. J. w Krakowie.
Dyrektor zakładu: Prof. Dr. K. Kostanecki.

Objaśnienie zdjęć mikrofotograficznych.

Tablica 1.

Ryc. 1—3	mózg zarodka ludzkiego 75 mm,	przekrój poziomy
" 4—6	" " " 85 " "	" czołowy
" 7—8	dwa różne mózgi zarodka ludz. 105 mm,	" poziomy
ryc. 9—12	mózg zarodka ludz. 120 " "	" "

Tablica 2.

Ryc. 13	mózg zarodka ludz. 130 mm	przekrój czołowy
" 14	" " " 160 " "	" poziomy
" 15—17	" " " 180 " "	" "
" 18	" " " 170 " "	" "
" 19—21	" " " 210 " "	" czołowy
" 22	mózg płodu przedwcz. urodz.	" strzałkowy
" 23—24	mózgi człowieka dorosłego	" czołowy

Objaśnienie znaków.

- a światło komory bocznej
- b " " trzeciej
- c międzypółkulowy fałd opony miękkiej i jej naczynia
- c₁ resztki tkanki opony miękkiej i jej naczyń
- d przednia ściana komory trzeciej (*lam. terminalis*)
- e granica kory czołowej (węchowej) półkuli (*lob. olf. ant.*)

- f* przestrzeń trapezowa względnie przegroda przeźroczysta
*f*₁ linja zrostu przegród przeźroczystrych
*f*₂ naczynia przegród przeźroczystrych
g spoidło przednie (*commissura anterior*)
h „ „ wielkie (*corpus callosum*)
*h*₁ włókna warstwy środkowej ściany półkulowej
i słupy sklepienia (*columnae fornicis*)
k spoidło sklepieniowe (*commissura fornicis*)
l warstwa rozrodcza ściany półkulowej (*matrix*)
*l*₁ „ „ „ przestrzeni trapezowych
m rowek przywęchowy tylny (*sule. parolf. post.-fiss. mesorhinh.-fiss. prima*)
n szypułki przegrody przeźroczystrych (*peduncul. septi pelluc. lob. olf. post.*)
o przednia substancja dziurkowata (*sub. perforata ant.*)
p jamka przegrody przeźroczystrych (*cavum septi pelluc.*)
*p*₁ komora Verg'i (*ventr. Verga*)
*p*₂ miejsce pierwszego zawiązku jamki przegrodowej
r rowek spoidła wielkiego („Bogenfurche“)
s krwotoki z naczyń oponowych
t sztucznie powstała jamka między wyściółką komorową a przednią ścianą trzeciej komory
u komórki gliowe gwiazdziste (astrocyty)
*u*₁ pilśń włókien gliowych
w wyściółka trzeciej komory.

Literatura.

- Brodmann K. Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde. Leipzig 1909.
 Cajal y Ramon S. Textura del Sistema Nervioso del Hombre y de los Vertebrados. Madrid 1904. T. 1—2.
 Dejerine J. Anatomie des centres nerveux. Paris 1895. T. 1.
 Edinger L. Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Tiere. Leipzig 1904 i 1911.
 Gegenbaur C. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig 1898.
 van Gehuchten A. Anatomie du système nerveux de l'homme. Louvain 1897.
 Goldstein Kurt. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirns. T. 1. Die erste Entwicklung der grossen Hirnkommissuren und die „Verwachsung“ von Thalamus und Striatum. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt. 1903.
 — Zur Frage der Existenzberechtigung der sogenannten Bogenfurchen des embryonalen menschlichen Gehirns usw. Anat. Anzeiger Bd. XXIV, 1904.
 His W. Die Entwicklung des menschlichen Gehirns während der ersten Monate. Leipzig 1904.
 Hochstetter F. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Bibliotheca medica. Stuttgart 1894.
 — Über die Nichtexistenz der sogenannten Bogenfurchen an den Gehirnen

- lebensfrisch konservierter menschlicher Embryonen. *Anat. Anz.* Bd. 25, 1904. (Verh. d. anat. G. zu Jena).
- Hochstetter F. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirns. I. Teil. Wien u. Leipzig 1919.
- Johnston J. A. The Morphologie of the Septum, Hippocampus and Pallial Commissures in Reptiles an Mammals. *Journ. of comp. Neur.* 1913. Vol. 23.
- Keibel u. Mall. Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1910. T. 1 - 2.
- Kolliker. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1896. T. II.
- Langelaan J. W. Developement of the large Commissures in the human brain. *Brain* Vol. 31. 1908.
- Marchand F. Ueber die Entwicklung des Balkens im menschlichen Gehirn. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XXXVII, 1891.
- Ueber die Entwicklung normaler und den Mangel des Balkens im menschlichen Gehirn. *Abh. d. math.-phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. W.* Bd. 31, 1909.
- Martin P. Zur Entwicklung d. Gehirnbalkens bei d. Katze. *Anat. Anz.* Bd IX. 1894.
- Mayer A. Zur Homologie der Fornixcommissur und des Septum lucidum bei den Reptilien und Säugern. *Anat. Anz.* Bd. X. 1895.
- Michalkovics. Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Leipzig 1877.
- Obersteiner H. Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Leipzig u. Wien 1901.
- Poirier P. et Charpy A. *Traité d'Anatomie humaine.* Paris 1901. T. III.
- Rauber-Kopsch Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1920. T. V.
- Retzius G. Das Menschenhirn, Stockholm 1896.
- Roetig P. Beiträge zum Studium des Centralnervensystems der Wirbeltiere. *Verh. kgl. Akad. van Wetenschapeen te Amsterdam* 1912.
- Riechbahn, Septum und Thalamus bei *Didelphys marsupialis*. *Abh. Seckenburg. Natur-Gesell.* Bd. XXXI.
- Schimazono J. Das Septum pellucidum des Menschen. *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1912. *Anat. Abt.* H. 1/2.
- Schwalbe G. Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.
- Schmith Elliot G. The relation of the Fornix to the margin of the cerebral cortex. *Journ. of Anat. and Phys.* Vol. 32. 1898.
- Further observations on the anatomy of the brain in the *Monotremata*. *Journ. of Anat. and Phys.* Vol. 33. 1899.
- Testut L. *Traite d'Anatomie humaine.* Paris 1911.
- Villiger E. Morphologie und Faserverlauf des Rhinencephalons. Leipzig 1904.
- Werkman H. L'évolution ontogenique de la paroi antérieure du cerveau intermédiaire et de ses commissures du cerveau antérieur chez les mammiphères inférieurs. *Leyde* 1913.
- Zuckerhandl E. Zur Entwicklung des Balkens. *Arb. Neur. Inst. Univ. Wien*, Bd. 17. 1908.



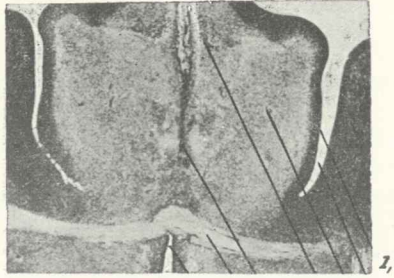


Fig. 1. δ g e f a

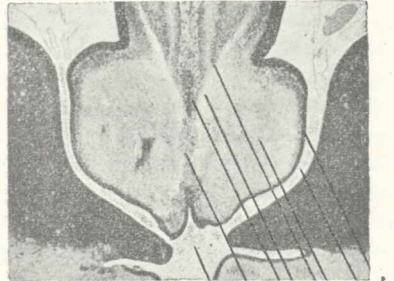


Fig. 2. δ f c h e f a

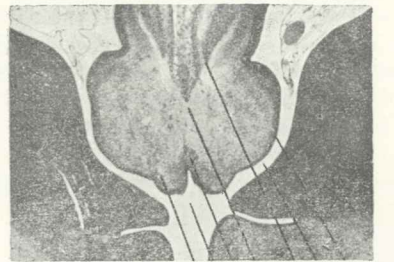


Fig. 3. δ κ h e a



Fig. 4.

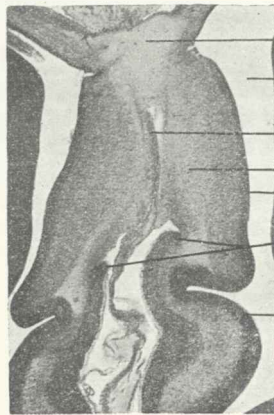


Fig. 5.



Fig. 6.

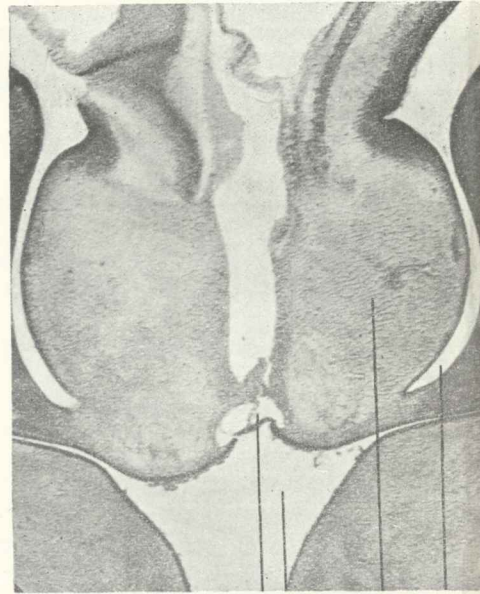


Fig. 8. f δ f a

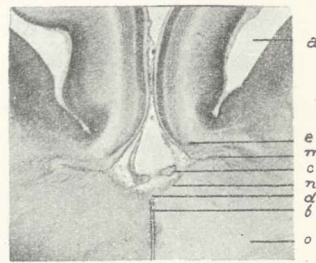


Fig. 7.

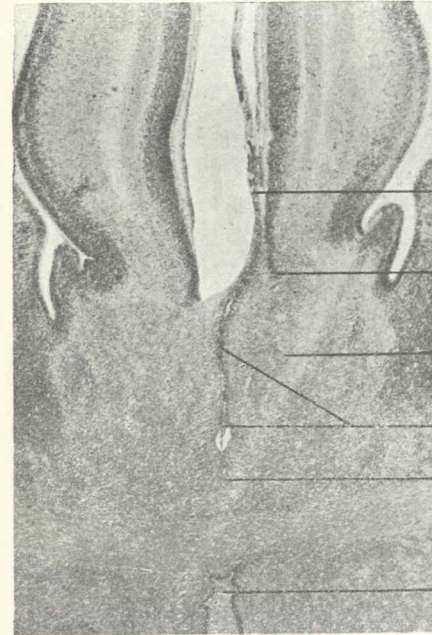


Fig. 9.

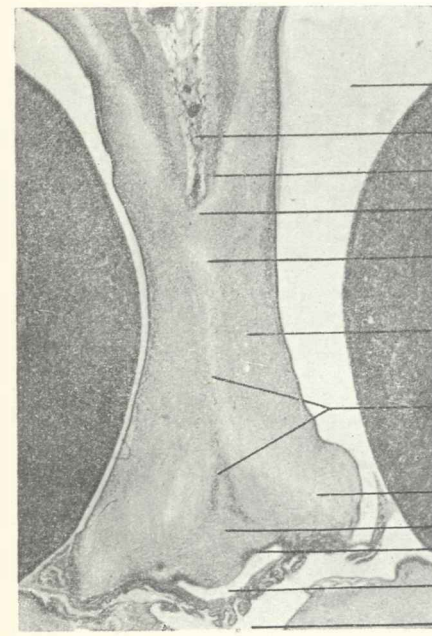


Fig. 11.

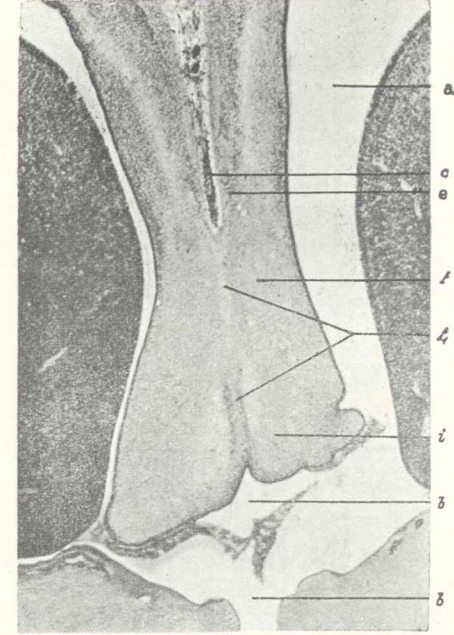


Fig. 10.

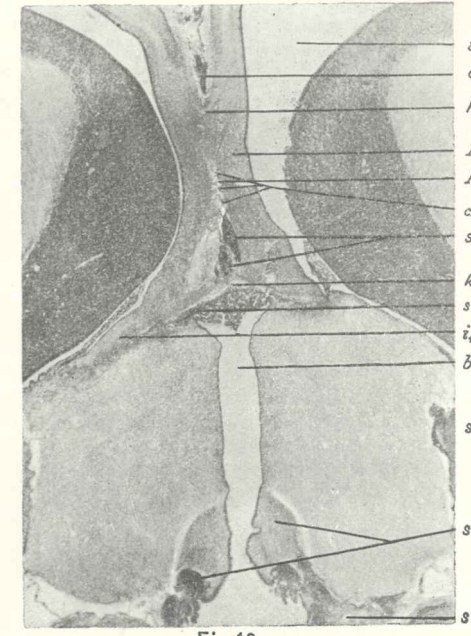


Fig. 12.

T. Rogalski.

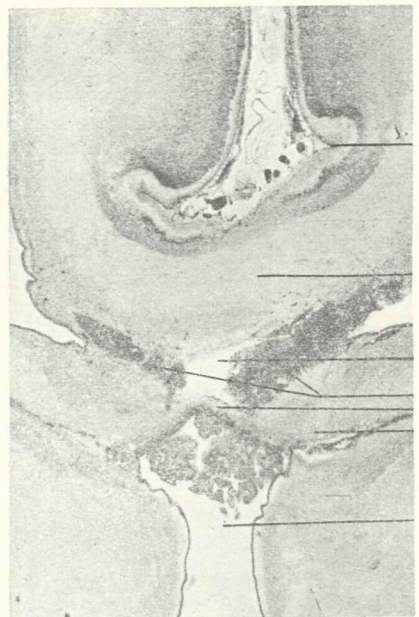


Fig.13.

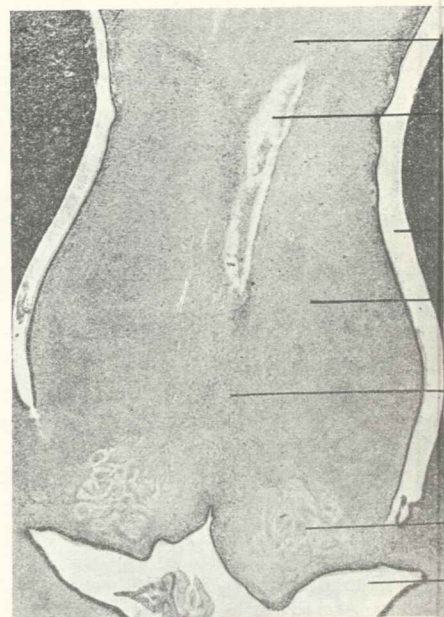


Fig.14.

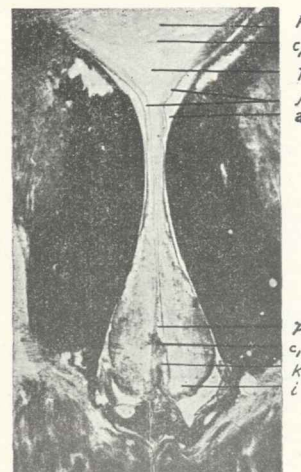


Fig.18.



Fig.22.

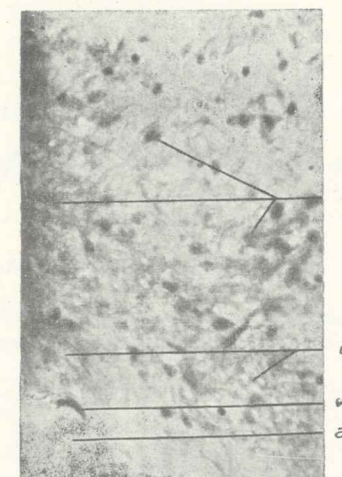


Fig.23.

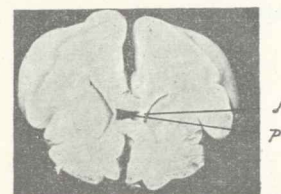


Fig.19.

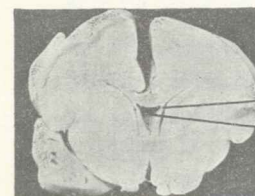


Fig.20.

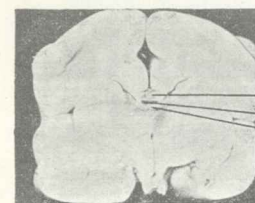


Fig.21.

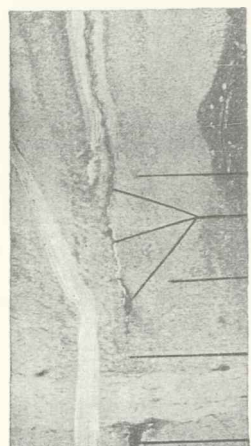


Fig.15.

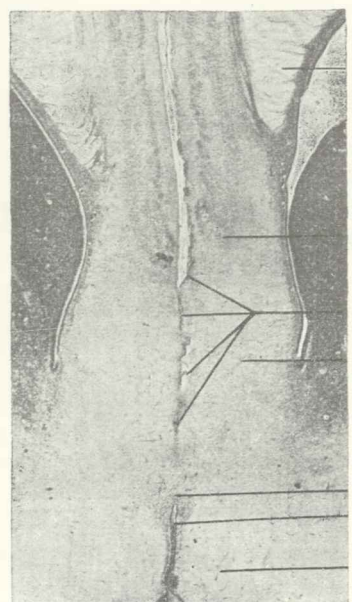


Fig.16.

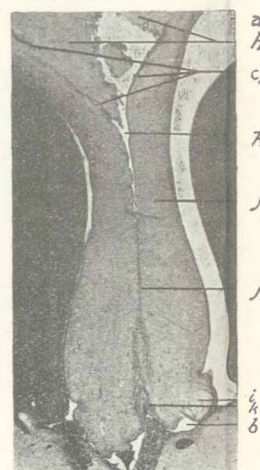


Fig.17.

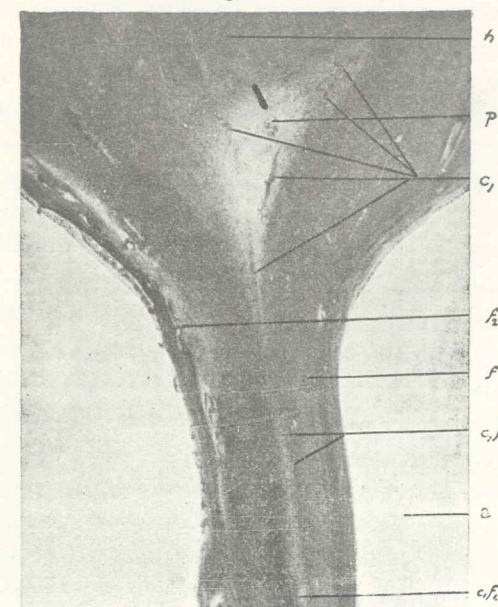


Fig.24.

T. Rogalski.

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Nowy gatunek wirka lądowego ze środkowej Afryki *Amblyplana tetracladea n. sp.*

Napisał

Jan Wilczyński.

Rzecz przedstawiona przez członka M. Siedleckiego na posiedzeniu Wydziału
matem.-przyrodniczego dnia 5 lipca 1920 r.

(z tablicą 3).

Wstęp.

Opisany poniżej gatunek pochodzi ze zbiorów rosyjskiej ekspedycji naukowej do Afryki w roku 1914, których część otrzymałem od prof. Dogiela do opracowania. Z pośród wirków należących do rodziny *Rhynchodemidae* jeden gatunek wyróżniał się odmienną barwą i kształtem, co nasuwało przypuszczenie, że jest to gatunek lub rodzaj całkiem nowy. Dziesięć okazów tego wirka lądowego zewnętrznie przypominających najwięcej rodzaj *Amblyplana*, zebrano w maju 1914 r. w okolicy osad Molo i Entebbe, miejscowości podgórskich, położonych u stóp Kilimandżaro. Okazy utrwalone przeważnie w alkoholu 96%, a częściowo w płynie Gilsona, nie nadawały się do badań cytologicznych, tak, że z konieczności badania moje musiały ograniczyć do ważniejszych szczegółów histologicznych i organologicznych. Na podstawie moich badań mogłem stwierdzić, że okazy te stanowią nowy gatunek z rodzaju *Amblyplana*.

Przy badaniu mikroskopowem okazało się, że żaden z okazów nie posiadał jeszcze gruczołów płciowych. Aczkolwiek nie mogło to wpłynąć zasadniczo na oznaczenie gatunku, gdyż jak wiadomo, różne gatunki z rodzaju *Amblyplana* posiadają jednakowy ustrój gonad, które perjodycznie pojawiają się a następnie całkowicie znikają, to

jednak należało zachować pewną ostrożność przy wyszukiwaniu cech gatunkowych, które u osobników zupełnie dorosłych mogły ulegać pewnym zmianom. Przy wyznaczeniu stanowiska systematycznego dla tego nowego gatunku należałoby, opierając się na odrębnej budowie jelita składającego się tu z czterech ramion, wyłączyć ten gatunek zupełnie z rzędu *Triclada* i utworzyć nowy rząd *Tetraclada*. Ponieważ jednak inne cechy tego gatunku przypominały w szczególności cechy rodzaju *Amblyplana*, a różnice, pod tym względem dostrzegalne, nie wychodziły zupełnie poza wahania różnic gatunkowych, przeto postanowiłem zaliczyć go do rodzaju *Amblyplana*, nadając nazwę gatunkową *tetracladea n. sp.*, która określa najwybitniejszą jego cechą morfologiczną.

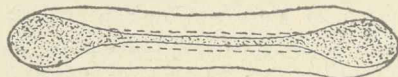
Cechy zewnętrzne.

Długość utrwalonych okazów waha się od 8 do 16 mm, która wobec silnego skurczenia się zwierząt przy pospiesznem — jak podczas wyprawy — utrwalaniu u zwierząt żywych była zapewne większą. Szerokość okazów wynosiła od 1 do 2.5 mm, a grubość od 1.5 do 2.5 mm. Ogólny kształt wirka — jak wskazuje ryć. 1 a—c (tabl. 3) — jest wydłużony; grubość na całym ciecie jednakowa, a przekrój okrągły lub nieco owalny. Koniec przedni i tylny ciała są nieco zwężone, a w okolicy przelyku widoczne jest nieznaczne zgrubienie lub częściowe wzniesienie do góry. Strona grzbietowa niezem nie odgranicza się od strony brzusznej, po której ciągnie się od przedniego do tylnego końca wązka listewka podeszwowa, zwana przez Graff'a „Kriecheleiste“, pozbawiona jakiegokolwiekbądź wgłębienia środkowego lub wzniesienia walcowatego, które napotykałyśmy u innych pokrewnych gatunków; szerokość tej listewki nie przenosi $\frac{1}{3}$ ogólnej szerokości strony brzusznej wirka. Listewka ta, rozpatrywana pod nieznacznym powiększeniem, wyróżnia się z pośród otaczających tkanek swą barwą jasną i matową, podczas gdy barwa całego ciała w stanie utrwalonym jest jednolicie ciemno-szaro-bronzo-wawa z nieznacznym połyskiem. Podobną barwę, według prof. Dogiela, który zebrał okazy, posiadał ten gatunek i w stanie żywym.

Oczy w ilości jednej pary umieszczone są na przednim końcu ciała, bezpośrednio pod nabłonkiem, w postaci dwóch nieznacznych czarnych punkcików, widzialnych tylko przez lupę (ryć. 1 b).

Pozatem opisany gatunek nie posiada żadnych specjalnych

zgrubień bocznych na przednim końcu ciała, t. zw. rąbków: gruczołowego i czuciowego, właściwych innym gatunkom rodziny *Rhynchodemidae*; zarówno brak mu jakiegokolwiek bądź czułków, lub wyrostków usznych lub innych tym podobnych utworów. W przednim odcinku ciała, na stronie brzusznej, w odległości $\frac{1}{2}$ długości ciała znajduje się otwór ustny w kształcie ledwo dostrzegalnej szczeliny.



Rys. 1.

Schematyczny zarys ułożenia migawek na stronie brzusznej u *Amblyplana tetracladea n. sp.*

Kropki oznaczają rozmieszczenie migawek, linja kreskowana --- listewkę podeszwową.

Budowa wewnętrzna.

1. Pokrycie ciała i orzęsienie.

Pokrycie ciała stanowi jednowarstwowy nabłonek, wykazujący różną budowę w różnych częściach poprzecznego przekroju zwierzęcia. Nabłonek na stronie brzusznej jest orzęsiony w ten sposób, że rzęski porastają specjalnie gęsto tylko przedni i tylny koniec ciała, ciągnąc się pozatem przez środek ciała w postaci wąziutkiego pasemka, leżącego wewnątrz listewki podeszwowej, jak to widzimy na rys. 1. Strona grzbietowa ciała jest całkowicie rzęsek pozbawiona.

Badania różnych autorów nad orzęsieniem ciała u wirków wykazały, że u *Turbellaria acoela* — jak to zestawił G r a f f ([1] str. 1907—1908) — orzęsienie jest przeważnie całkowitem i rzadko kiedy wykazuje miejscowe tylko luki. U *T. rhabdocoela* spotykamy częściowy zanik orzęsienia bądź w określonych miejscach, bądź też na pewnej stronie ciała, a przeważnie na stronie grzbietowej, jak np. u *Prorhynchus hydrophilus* (Vejdowski [10] i i.). Wreszcie może orzęsienie pozostać jedynie w środkowej części strony brzusznej, jak np. u *Genostoma* (Doerler [16]). Kwestja orzęsienia u *T. maricola* została opracowaną przez Böhmiga (14), Sabussowa (11) i Wilhelmiego (19), zaś u *Triclada paludicola* przez Chichkoffa (26) i Sabussowa (11).

Z przytoczonych tu prac widzimy, że rzęski, które pierwotnie pokrywają całe ciało, zanikają stopniowo w miarę rozwoju rodowego, a u niektórych gatunków nie można ich już całkiem wykazać, jak

np. u *Planaria polichroa* (Chichkoff 26), *Planaria teratofila* (Steinman [15]), lub też pozostają tylko na najbardziej występujących miejscach ciała, a więc na stronie brzusznej, czółkach, brzegach i t. p. i tam wykonują ruchy najszybsze. Zanik rzęsek stoi w bezpośrednim związku ze środowiskiem, w jakim wirki żyją; w szybciej płynących wodach orzęsienie jest obfitsze, a zanika prawie całkiem we wodach stojących, lub też zachowuje się tylko na stronie brzusznej, o ile dany gatunek pływa brzuszkiem do góry (Chichkoff [26]); ten ostatni przykład wskazuje, że wykształcenie rzęsek zależnem jest nie tylko od otoczenia, lecz w znacznej mierze również od podrażnień czynnościowych, jakim zwierzę podlega, a więc w tym wypadku dotykowych.

Ostatnie spostrzeżenie jest dla nas szczególnie ważnem ze względu na stosunki orzęsienia u *Tricladida terricola*, co do których dane z literatury są bardzo szczupłe. I tak Vejdowsky (9) stwierdził zanik rzęsek po stronie grzbietowej u *Microplana humicola*, a Graff (2) zestawił szereg danych co do orzęsienia u różnych gatunków wirków lądowych; zestawienie to jednak wskutek pewnej chaotyczności nie daje żadnych wskazówek co do samych przyczyn zaniku orzęsienia u wymienionej grupy wirków. Z szczegółów podanych przez Graffa możemy zaledwie wywnioskować o istnieniu dążności zachowania orzęsienia po stronie brzusznej, którą możemy uważać za skutek wpływu podniet dotykowych.

Szczególony sposób orzęsienia strony brzusznej u *Amblyplana tetracladea*, o ile mi wiadomo, u żadnego innego gatunku nie został dotychczas opisany. Można go uważać za dalszy zanik orzęsienia wskutek zachowania się lokalnych podrażnień dotykowych, które działają tylko w części przedniej i tylnej zwierzęcia oraz na środku listewki podeszwowej. Ten specjalny układ orzęsienia wskazuje na to, że udział podeszwy w pęczaniu u tego gatunku nie jest na całej jej przestrzeni jednakowym, lecz ogranicza się przeważnie tylko do przedniego i tylnego końca ciała zwierzęcia. Z punktu zaś widzenia morfologii ogólnej taki układ rzęsek może być uważany za pierwszy stopień do wytworzenia przyssawek lub też innych narządów, służących do bardziej ścisłego zespolenia się zwierzęcia z podłożem, po którym się ono porusza. Podobny wniosek nasuwa się też przy porównawczem rozpatrywaniu systematyki wirków lądowych [Graff (1) str. 3222—3229]. Podczas gdy u wszystkich innych rodzin wirków znajdujemy dobrze wykształcone narządy, służące do porusza-

nia się lub ściślejszego zetknięcia się z podłożem, a więc czułki w rodz. *Limacopsidae*, szeroką listwę podeszwową u *Geoplanidae*, które również mogą pełzać całą stroną brzuszną, płat głowowy u *Bipaliidae*, czułki i szeroką listwę podeszwową u *Cotyloplanidae*, to rodzina *Rhynchodemidae*, do której i *Amblyplana tetracladea* się zalicza, odznacza się wydłużoną walcowatą postacią ciała oraz niezmiernie wąską listewką podeszwową, na nieznacznej tylko przestrzeni stykającą się z podłożem. Widzimy, że wykształcenie się takiej wydłużonej i walcowatej postaci ciała idzie tu w parze z wytworzeniem się na obu końcach ciała miejsc, które służą do bardziej gruntownego i bezpiecznego umocowania się na podłożu podczas ruchu. Prawdopodobnie sprzyja temu z jednej strony prawie absolutny brak mięśni poprzecznych, z drugiej zaś silnie rozwinięty i ruchliwy *musculus retractor*, wprawiający w ruch przedni koniec ciała. Orzęsienie u *Amblyplana tetracladea* służyłoby mogło za przykład popolicie znanego w biologji zjawiska, że jednakowe czynności wskutek różnych bodźców zewnętrznych mogą być wykonane różnemi sposobami i przez różnie wykształcone narządy.

Budowa histologiczna rząsek, o ile można było sądzić z lepiej zachowanych preparatów, nie różni się wcale od zwykle obserwowanej u *Terricola*. Spotykamy więc — posługując się terminologją Graff'a (1) — korzonki migawkowe, ułożone w jeden szereg w zarodki komórek nabłonkowych i zakończone na stronie zewnętrznej zgrubieniami końcowymi, t. zw. „Endknöpfe“, które wskutek ułożenia prawidłowego w jeden rząd wywołują wrażenie oskórka (*cuticula*). Na tych zgrubieniach odnajdujemy, jak zwykle, rzęski właściwe, bardziej grube u nasady i cieńsze ku końcowi. Substancji plazmatycznej pomiędzy zgrubieniami końcowymi, jak podaje Graff u *Geoplana rufiventris*, nie udało mi się dostrzec, istnienie zaś jej uważam za nieprawdopodobne, gdyż jako środowisko współpłynne, musiałaby przeszkadzać przy wykonywaniu ruchu migawkowego, przy którym korzonki migawkowe wraz z ich zakończeniami muszą odgrywać rolę stałego i nieruchomego, jako oparcie, podłoża. Ciekawem jest natomiast, że na stronie grzbietowej, jak widzimy z ryć. 2 (tab. 3) omówiony powyżej zanik migawek, nie tylko nie pociąga za sobą zaniku korzonków i zgrubień migawkowych, lecz przeciwnie, wpływa na zwiększenie się tych ostatnich i powoduje wytworzenie bardziej wyraźnego oskórka; podobne zjawisko zauważył również Graff u *Geoplana rufiventris*.

Długość migawek komórek nabłonka strony brzusznej wynosi $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ wysokości samych komórek, które pokrywają, a stąd stosunek wzajemny wysokości nabłonka do wysokości orzęsienia wynosi mniej więcej 8:3:2, podobnie, jak u innych gatunków z rodziny *Tricladida terricola*.

2. Nabłonek.

Nabłonek strony grzbietowej składa się z wysokich komórek cylindrycznych lub graniastych, a w dolnej ich części znajdujemy okrągłe i dobrze wykształcone jądra. Na zewnątrz, jak wyżej zaznaczyłem, nabłonek pokrywa cienki oskórek, w którym odnajdujemy ślady korzonków i zgrubień migawkowych.

Komórki nabłonka są grzbietowego w porównaniu z nabłonkiem brzuszny wyższe i wyróżniają się cienkowłóknistą budową swej zarodki z wyraźnie zarysowanymi włókienkami. Co do tych włókienek Rina Monti (18) przypuszczał na podstawie preparatów z *Dendrocoelum lacteum*, *Planaria torva* i *P. montana*, barwionych metodą Golgi'ego, że stanowią one zakończenia nerwowe w nabłonku; podobne zapatrywania wypowiedzieli Ijima (17), Woodworth (25), Chichkoff (26) i inni w odniesieniu do innych gatunków *Tricladida paludicola* i *maricola*, a Böhmig (14) i Luther (5) odnośnie do *Rhabdocoela*. O zakończeniach nerwowych u wirków lądowych nie znajdujemy w literaturze żadnych danych, zaś obrazy mikroskopowe (patrz ryć. 2—4, tab. 3) na preparatach z *A. tetracladea n. sp.*, aczkolwiek nie dowodzą wcale, czy faktycznie mamy tu do czynienia z włókienkami zakończeń nerwowych, to jednak wykazują wyraźnie, jak te włókienka przechodzą przez błonę podstawową nabłonka i worek skórno-mięśniowy, dalej zaś gubią się wśród splotów parenchymy i nie dają się dalej dokładnie wysledzić. Przebieg taki włókien przemawiałby oczywiście na korzyść ich charakteru nerwowego, jaki posiadają także włókienka u innych grup wirków. Z drugiej zaś strony nie jest wykluczonem, że te wewnętrzne włókienka są niejako przedłużeniami wyrostków nabłonkowych, łączących nabłonek z niżej położoną parenchymą i w takim razie, podobnie jak i w innych wypadkach analogicznych, mogą odgrywać pewną rolę w procesach odżywczych.

Nabłonek strony brzusznej u *A. tetracladea* jest zwyczajnym niezagłębionym nabłonkiem, aczkolwiek, o ile będziemy o tem są-

dzili na zasadzie ilości pozostałych jąder, w ich szeregu spotyka się niekiedy luki. Kwestja zagłębienia się nabłonka u wirków lądowych wogóle, a u rodzaju *Amblyplana* w szczególności, nie jest jednak jeszcze dostatecznie wyjaśnioną. Widocznie i sam Graff nie doszedł pod tym względem do wniosków ostatecznych, gdyż w monografji swej o wirkach lądowych (2, str. 51), nie znajduje on jeszcze w tej kwestji wyraźnej odpowiedzi, podczas gdy w monografji swej w: „Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs“ (1, str. 2723) zagłębienie się nabłonka strony brzusznej, a właściwie listewki podeszwowej uważa za rzecz stwierdzoną, nie podaje jednak ani odpowiednich dowodów, ani też przyczyn zmiany swego poglądu w tej kwestji. Podobnie i jego rysunek, wyobrażający przekrój *Placocephalus kewensis* (l. c. tabl. XXXV, Nr. 9), z mego punktu widzenia nietylko nie dostarcza dostatecznych dowodów, lecz raczej przemawia przeciwko zagłębieniu się nabłonka. Widzimy tam mianowicie, że zagłębione pod worek skórno-mięśniowy komórki posiadają wyrostki łodyżkowate, które przebijają najczęściej warstwę blaszki nabłonkowej i dochodzą do samych migawek, zjawisko zaś takie nie jest typowem dla nabłonka zagłębionego. W rzeczy samej, komórki emigrujące z nabłonka powinny zatracać przedewszystkiem łączność z obrąbkiem oskórkowym (*cuticula*) i rzęskami i w najlepszym razie mogłyby zachować kontakt jedynie tylko z wewnętrznym brzegiem blaszki nabłonkowej, który może służyć takim komórkom za chwilowe oparcie. Tego zaś na wymienionym rysunku nie widzimy. Wobec tego uważałbym podobne utwory, jak powyżej omówione, widoczne na rysunku Graffa, raczej za gruczoły jednokomórkowe, uchodzące na zewnątrz w obrębie listewki podeszwowej, tem bardziej, że i sam Graff (2, str. 49) stwierdza niejednokrotnie, że wolne zakończenia komórek zgrubienia podeszwowego („der Wulst“) u *Placocephalus javanus* są napełnione drobnymi pręcikami wydzielin.

Opisany przezemnie gatunek pozwala nam kwestję zagłębienia się nabłonka, przynajmniej odnośnie do tegoż gatunku, bliżej poznać. U *Amblyplana tetracladea* mamy do czynienia przynajmniej z kilku możliwymi przypadkami: z jednej więc strony (patrz ryć. 5, tabl. 3, strona lewa), napotykamy prawdziwe zagłębione komórki nabłonkowe i wtedy opierają się one króciutkiemi łodyżkami na blaszce nabłonkowej, co jednak jest zjawiskiem dość rzadkiem; z drugiej zaś strony, znajdujemy gruczoły jednokomórkowe (patrz ryć. 5,

strona prawa i ryć. 6), ułożone bezpośrednio pod warstwą worka skórno-mięśniowego. Przewody tych gruczołów gubią się często w samej protoplazmie komórek nabłonka i to może nasuwać błędne przypuszczenie, że mamy tu do czynienia z emigrującą komórką. W rzeczywistości gruczoły te występują w znacznej ilości na całej stronie brzusznej wirka i należą do t. zw. gruczołów „cyjanofilnych“ (Graff). Ciała ich, jak możemy sądzić według ryć. 8, mają kształt wrzeciona lub nieprawidłowo wydłużonego owalnego woreczka, w którym odróżniamy następujące trzy oddziały: 1) plazmatyczny z okrągłym lub zlekką wydłużonym jądrem i silnie przyjmującym barwiki jąderkiem, 2) wydzielniczy, w którym tworzą się wydzieliny, zwykle wypełniony drobnoziarnistą wopólną masą, barwiącą się przy kombinowanym barwieniu hematoksyliną i eozyną blado-różowo i 3) odprowadzający, utworzony z cieniutkiej cewki błonistej jednorodnej, wewnątrz przepelnionej zwyczajnie wydzielinami w postaci ziarenek i nieznacznych bryłek, barwiących się hematoksyliną na ciemno-niebieski kolor. Ujście tego przewodu po przejściu warstwy nabłonka kończy się w warstwie migawek, wśród których znajdujemy często pewną ilość uwikłanych ziarenek wydzielinowych (ryć. 6).

Powyżej opisany ciekawy fakt różnorodnego barwienia się poszczególnych części gruczołów jednokomórkowych, które poprzednio były opisywane przez Graffa i innych, jako specjalnie eozynofile (barwiące się w swej całości na różowo), przemawia za tem, że wydzieliny tych gruczołów w czasie ich dojrzewania podlegają pewnym przekształceniom chemicznym, ujawniającym się w różnym barwieniu się poszczególnych odcinków gruczołów. Na poparcie tego twierdzenia mogę przytoczyć pewne przykłady analogiczne, już przez innych autorów notowane, lecz nie wyjaśniane. W powyższy sposób moglibyśmy np. wyjaśnić odmienne barwienie się gruczołów na fioletowo hematoksyliną i eozyną, u *Bdelloura candida*, na co wskazuje Graff (1, str. 2767), podczas gdy u reszty gatunków *Tricladida* gruczoły te mają się barwić eozyną stale na czerwono.

Z drugiej strony, opisane przezemnie fazy w rozwoju wydzielin są identyczne z opisanymi przez Böhmliga w gruczołach „eritrofilnych“ u *Procerodes ulvae* (14, str. 201), ale następują w odwrotnym porządku. Do tej sprawy powrócimy jeszcze w dalszym ciągu przy omawianiu gruczołów wogóle.

Wreszcie trzeci, możliwy przykład zagłębionego nabłonka

przedstawia ryć. 9. Widzimy tu komórkę okrągłą, tuż pod blaszką nabłonkową położoną, pozbawioną ziarnistości, posiadającą natomiast długi wyrostek, sięgający poza warstwę migawek. Komórka ta jest niezmiernie podobną do opisanego przez Luthera (6, tab. II, rys. 5) nabłonka czuciowego u *Palmenia tverminensis*, przypomina ponadto postać komórki, wyrysowanej przez Graffa (2, p. 42, t. XXII, f. 6) u *Geoplana rufiventris* w jej obrąbku czuciowym („Sinneskante“), z tą jednak różnicą, że nabłonek czuciowy tej ostatniej pozbawiony jest wyrostka czy też wici czuciowej, wysterczającej poza warstwę rzęsek. Czy w opisanym przezemnie przypadku mamy do czynienia z komórką właściwego nabłonka czuciowego, czy wogóle nabłonek taki u *Amblyplana tetracladea* istnieje, nie mogę na pewne stwierdzić, tembardziej, że komórkę takiego kształtu napotkałem zaledwie parę razy, a nie jest wykluczonem, że może to być gruczoł jednokomórkowy w stadium spoczynku. Nado ogólny charakter nabłonków czuciowych u *Triclada* i *Rhabdocoela* jest całkiem inny (patrz Graff 1, str. 2729—2732, tab. XXXV, f. 1, 7 i XXXVI, f. 2—4, 7). Z drugiej zaś strony, skoro weźmiemy pod uwagę, że rodzaj *Amblyplana* pozbawiony jest wprawdzie specjalnie wykształconych „obrąbków czuciowych“, „blaszek“ lub „dołków czuciowych“, posiada jednak nieznacznie wykształcony splot nerwowy podskórny, to moglibyśmy przypuszczać, że splot ten łączy się ze światem zewnętrznym zapomocą wyżej opisanych komórek nabłonka czuciowego z wyrostkami, przenikającymi poza warstwę nabłonka.

3. Inkluzje komórkowe w nabłonku.

Inkluzje w komórkach nabłonka. zazwyczaj występujące u wirków jako tak zwane „rabdoidy“, spotykamy u *Amblyplana tetracladea* w pospolitych dla tego rodzaju kształtach. Rabdoidów właściwych brak całkiem, a ramnity i chondriocysty występują wyłącznie w komórkach nabłonka grzbietowego (ryć. 2—4). Chondriocysty (ryć. 3 i 4) mają tu postać owalną lub wydłużoną i znajdują się częstokroć w tych samych komórkach, co ramnity, a nawet jednocześnie z niemi. Ramnity (ryć. 2—4), występują częstokroć w wielkich ilościach i są nieznacznie zakręcone, czem różnią się od ramnitów spotykanych u innych gatunków wirków. Niektóre okazy badanego wirka, utrwalone w płynie Gilsona, były zupełnie

pozbawione jakichkolwiek bądź inkluzji komórkowych, i komórki nabłonka grzbietowego były całkiem puste. To zjawisko możemy wyjaśnić działaniem kwasu azotowego, który wymienione twory wypłukał; przemawia za tem istnienie w takich komórkach pewnego rodzaju zatoczek, lub jaśniejszych śladów, wskazujących na miejsca, poprzednio zajmowane przez rabdoidy.

Co do miejsca tworzenia się wyżej opisanych rabdoidów u *Amblyplana tetracladea*, to dla tego gatunku z pośród trzech możliwości dla wirków wogóle znanych należy przyjąć pochodzenie ich przeważnie nabłonkowe czyli według terminologii Luthera (5, str. 10) — dermalne. Dwóch innych, przytaczanych w literaturze sposobów powstawania rabdoidów, a więc w specjalnych gruczołach rabdoblastycznych, leżących głęboko w parenchymie, jak to pierwotnie opisywał Woodworth (25, p. 20), lub też tworzenia się ich w gruczołach leżących tuż pod błoną podstawową, jak to opisywał u *Tricladida paludicola* Ijima (17, str. 371), nie mogłem stwierdzić, gdyż komórek rabdoblastycznych w parenchymie nie spotykamy całkiem, a obserwowane gruczoły jednokomórkowe, pod błoną podstawową ułożone, należą do pospolitych gruczołów cyjanofilnych.

Tworzenie się chondriocyst i ramnitów w samym nabłonku pokrycia możemy widzieć stale i przypuszczalnie jest to pospolity sposób ich powstawania. Na ryć. 3 widzimy „dermalne“ tworzenie się rabdoidów i zauważyć możemy przytem kilka ciekawych szczegółów, o ile mi wiadomo — dotychczas nie zaobserwowanych. Widzimy tu, obok zwyczajnych komórek nabłonkowych, specjalne komórki rabdotwórcze („rabdoblasty“), które się składają z dwóch części: bardziej zagłębionej z nieznaczną ilością plazmy i owalnym, do błony podstawowej przylegającym jądrem i bardziej zewnętrznej, w postaci pustej torebki o niezmiernie cieknych ściankach błoniastych, w której to torebce mieści się wytwarzająca się chondriocysta; jaśniejsze zabarwienie w porównaniu z dojrzałymi i bardziej drobnoziarnisty charakter ich warstwy mózgowej, stanowią ich cechy wybitne. Na tymże rysunku (ryć. 3) możemy zauważyć obok poprzednio opisanej drugą komórkę rabdoblastyczną, z której dojrzała chondriocysta już została wydalona na zewnątrz, dzięki czemu torebka z wyraźnie zarysowaną błoną jest pusta.

Tworzenie się ramnitów nie różni się niczem od sposobu powszechnie opisywanego. Wogóle więc, pomimo pewnych szcze-

głów, powstawanie rabdoidów u *Amblyplana tetracladea* stanowi typowy przykład ich pochodzenia dermalnego, jak to było opisywane przez Böhmiga, Ude'go i innych.

Gęstość rozmieszczenia chondriocyst i ramnitów w nabłonku grzbietowym nie jest ani stałą, ani jednakową: napotykamy często-kroć miejsca całkiem ich pozbawione, w innych znów znajdujemy komórki, zajęte bądź wyłącznie przez chondriocysty lub ramnity, bądź też mieszczące je równocześnie w mniejszej lub większej liczbie (patrz ryć. 4).

4. Błona podstawowa.

Błona podstawowa nabłonka u *Amblyplana tetracladea* jest wyraźnie widoczna w postaci cieniutkiej i zupełnie jednorodnej blaszki w podstawowej części nabłonka a grubość jej równa się $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$ wysokości komórek. Przez błonę podstawową przechodzą przewody gruczołowe i włókienka nabłonkowe, o których była mowa wyżej i które zmierzają ku mezenchymie. Błona ta jest zarazem miejscem przytwierdzenia mięśni grzbietowo-brzusznych, o czem będzie niżej mowa.

5. Worek skórno-mięśniowy.

Worek skórno-mięśniowy opisanego gatunku (patrz ryć. 5, 10), ma skład i budowę na ogół typową dla rodzaju *Amblyplana*. jest jednak bardzo słabo wykształcony. Składa się on z trzech rodzajów włókien, aczkolwiek wewnętrzna warstwa włókien skośnych (przekątniowych -- „diagonale“) bądź całkiem nie istnieje, bądź jest tak nieznacznie rozwinięta, że trudno jest ją dostrzec. I chociaż Graff w tekście swej wielkiej monografji (2, str. 76) stwierdza u rodzaju *Amblyplana* istnienie podwójnej warstwy tych mięśni, to jednak odnośnie jego rysunki, wyobrażające histologję *Amblypl. fusca*, *teres* i *notabilis*, a więc np. tab. LII f. 8, LIII f. 1, 2, LIV, tego nie potwierdzają. Moje preparaty, najskrupulatniej w tym kierunku badane, nie pozwalają z całkowitą pewnością stwierdzić istnienia tej warstwy mięśni u *Amblyplana tetracladea*, aczkolwiek ślady ich są widoczne (np. ryć. 5). Co się tyczy dwóch drugich warstw worka skórno-mięśniowego, to warstwa mięśni okrężnych składa się z jednego rzędu włókien, a mięśni podłużnych z 3—4.

Przeciwnie do twierdzenia Graffa, jakoby u niektórych gatunków można zauważyć różnicę w grubości tych warstw na stronie grzbietowej i brzusznej, u opisanego przezemnie gatunku znalazłem je w jednakowej po obu stronach grubości; natomiast zmniejszają się one w kierunku ku przodowi i tyłowi zwierzęcia tak, że worek skórno-mięśniowy dzięki temu staje się bardziej nikłym w kierunku obu końców ciała, najsilniej zaś jest wykształconym w środku ciała i w okolicy przelyku.

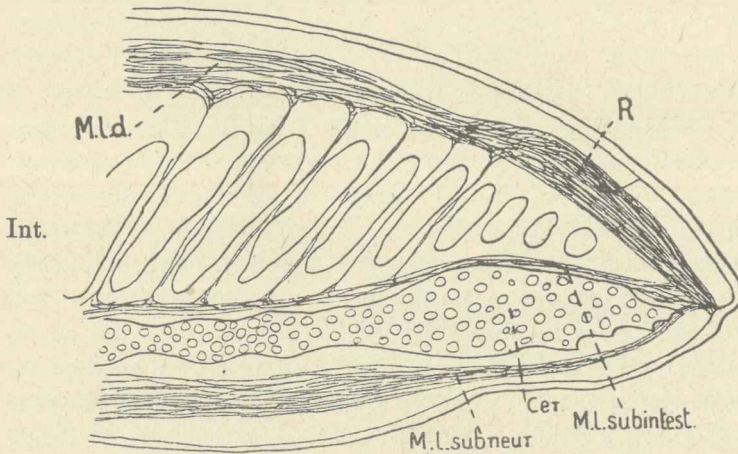
6. Mięśnie parenchymatyczne.

Muskulatura parenchymatyczna (ryc. 11) jest oddzielona od warstw ściśle workowo-mięśniowych zapomocą splotu nerwowego podskórnego (ryc. 10) i jest silnie wykształconą z przewagą mięśni podłużnych. Ponadto wskazuje ona cały szereg właściwości, u innych gatunków nie napotykanych. Tak np. brak jej prawie zupełnie włókien poprzecznych, te zaś, które zrzadka trafiają się na przekrojach poprzecznych, mają kształt bardzo krótkich odcinków, które można wprawdzie odnaleźć na przekrojach następnym danej serji; przemawia to za tem, że przebiegają one w kierunku ukośnym od przodu ku tyłowi, nie mogą więc być zaliczane do typowych mięśni poprzecznych. Mięśnie grzbietowo-brzuszne również są słabo wykształcone i spotyka się je w nieznacznej ilości włókien (3—4) idących od błony podstawowej grzbietu przez rozgałęzienia jelita do podjelitowej warstwy mięśni podłużnych.

Muskulatura podłużna, najsilniej wykształcona, składa się u *Amblyplana tetracladea* z trzech warstw, a mianowicie: grzbietowej, najbardziej luźnej i zawierającej zaledwie 1—3 włókien i dwóch brzusznych, silnie wykształconych: podjelitowej, a według terminologii Graffa (1, str. 2753) górnej, i podnerwowej, według Graffa — dolnej. Pierwsza z nich przebiega falisto i dość luźno, dzięki czemu na skrawkach poprzecznych napotykamy dość znaczne odcinki, i składa się z 2—3 włókien, druga zaś jest bardziej zwartą, przebiega całkiem prosto, dając na skrawkach zawsze okrągłe przekroje i zawiera 8—11 włókien; pomiędzy temi dwoma warstwami leżą dwa pnie nerwowe, otoczone mięśniami na kształt pochwy.

Mięsień retraktor przedniego końca (rys. 2), stanowiący wogóle jedną z najbardziej charakterystycznych cech rodzaju *Amblyplana*, jest i tu wykształcony w dostatecznym stopniu; składają się nań

przeważnie włókna podłużne grzbietowe, rozwijające się w ilości 3—5 włókienek, do których ponadto dochodzą oddzielne włókienka mięśni brzusznych; kształtem przypomina on bardziej retraktor u *Amblyplana notabilis* (Graff 2, str. 81, tab. LIV, f. 1), aniżeli u *Amblyplana teres* (tab. LII fig. 9). Mięsień ten działaniem swym powoduje wciąganie i wyciąganie przedniego końca ciała wirka i — nie dochodząc do stanu całkowitego rozkurczu — wywołuje



Rys 2.

Półschematyczny przekrój strzałkowy przez przedni koniec ciała *Amblyplana tetracladea n. sp.*

R — retraktor, M. l. d., M. l. subintest, M. l. subneur.: mięśnie podłużne grzbietowe i mięśnie brzuszne: podjelitowe i podnerwowe, Int. — jelito, Cer. — mózg.

tworzenie się nieznacznego wgłębienia na samym wierzchołku, któremu niesłusznie niektórzy badacze przypisywali znaczenie gruczołowe lub czuciowe.

Budowa umięsienia listewki podeszwowej, nie różniąc się co do charakteru swych mięśni od reszty ciała, wykazuje przewagę mięśni parenchymatycznych nad skórno-workowemi, a przede wszystkim mięśni grzbietowo-brzusznych, rozwiniętych potężnie nie tylko w części tylnej, jak to wskazywał już Moseley (20, str. 127), lecz także i w przedniej części ciała, co musi być położone specjalnie na karb swoistej u tego gatunku budowy jelita, które, rozdzielone także i na przodzie, pozostawia miejsce na znaczniejszy rozwój mięśni w części podeszwowej.

Tak więc, streszczając dane co do umięśnienia możemy powiedzieć, że charakterystyczną cechą *Amblyplana tetracladea* jest niezmiernie słaby rozwój mięśni poprzecznych i na odwrót silne wykształcenie muskulatury podłużnej, co nietylko musi stać w bezpośrednim związku z wąskością listewki brzusznej, lecz musi również wpływać na specjalnie silny rozwój retraktora i na swoiste orzęsienie strony brzusznej, powyżej omówione (str. 35—38).

7. Budowa parenchymy.

Parenchyma wykazuje mało cech specjalnych, będąc to bardziej drobno-siateczkowatą, to znów tworząc szerokie pętle z poprzeczkami. Komórki poszczególne posiadają kształt przeważnie gwiaździsty z okrągłym, choć drobnym jądrem i mniej lub więcej ziarnistą lub cienko-włóknistą plazmą. Wyróżniającą natomiast jej cechą stanowi niezwykle obfite wykształcenie t. zw. wolnych komórek mezenchymy, pierwotnie opisanych przez Kellera (21, str. 384) u *Stenostoma leucops*, *S. langi* i *Microstoma giganteum* pod nazwą „Stammzellen“, które następnie stwierdził Weiss u szeregu australijskich *Paludicola*, np. *Planaria graffi* (22, str. 555). Komórki te odnalazł później Graff i u wirków lądowych, nie w takich jednakowoż ilościach, w jakich napotykamy je u *Amblyplana tetracladea*; ponadto u tego gatunku mają one kształt w porównaniu ze zwykle obserwowanym u reszty *Tricladida* nieco odmienny. Jak widać z ryciny 12, komórki te mają postać owalną lub gruszkowatą z lekko zastrzonymi końcami i grupują się w znacznej ilości wokół jelita; nieznaczna ilość plazmy otacza duże i doskonale barwiące się jądro. Wszysey powyżej wymienieni autorowie przypisują im charakter komórek „wolnych“, a więc najczęściej swobodnie w pętlach tkanki łącznej ułożonych; badania moje nie potwierdziły tego mniemania, przeciw któremu świadczą zarówno kolejno przeglądane skrawki jednej serji, jakoteż i obraz na ryć. 12. Widzimy tu, że komórki te tworzą całokształt pewnej odrębnej i samodzielnej tkanki i nie są bynajmniej umieszczone wewnątrz jakiejś innej. Aczkolwiek już poprzedni autorowie określili ich znaczenie jako komórek biorących udział w procesach regeneracyjnych, to jednak pogląd ten w związku z tem, co powyżej powiedziałem i w stosunku do opisanego przezemnie gatunku może nabrać specjalnego znaczenia. Okazy *A. tetracladea*, jakiemi rozporządzałem, nie

posiadały jeszcze wcale wykształconych narządów płciowych; wzięwszy więc pod uwagę, że powyżej opisane komórki wypełniają te miejsca, w których następnie rozwijają się gruczoły płciowe i że komórki te stanowią całkiem odrębną tkankę, możemy przypuszczać, że tkanka ta stanowi właśnie elementy twórcze przyszłych gonad. Ponieważ z drugiej strony nosi ona cechę poniekąd tkanki łącznej embrjonalnej, przeto możemy w tem widzieć wyraźny dowód na korzyść pochodzenia gruczołów płciowych z tkanki łącznej (czyli parenchymy). Pogląd ten zresztą, w przeciwstawieniu do dawnej, już odrzuconej teorii Langa, jest obecnie całkowicie teoretycznie przyjęty w stosunku do wszystkich *Tricladida* (patrz Graffa [1] rozdział o spermie i o oogenezie, jakoteż: historia rozwoju str. 3188—3193).

Ponadto możemy zaznaczyć, że podobne komórki, biorące udział w procesach odmładzania się tkanek opisał Eug. Schultz w pracy doświadczalnej nad rozwojem wstecznym u wirków (patrz jego rosyjską pracę, temu problemowi poświęconą).

8. Gruczoły skórne.

Gruczoły skórne u *Amblyplana tetracladea* tkwią swemi częściami wydzielniczymi, jak zwykle, w parenchymie, ich przewody zaś uchodzą nazewnątrz przez nabłonek w różnych częściach ciała; gruczoły te należą bądź do eritro- czyli eozynofilych, bądź też do cyjanofilych. Wogóle opisany gatunek wyróżnia się przeważnem wykształceniem gruczołów cyjanofilych i bardzo nieznacznem eozynofilych. Pierwsze z nich występują w kształtach typowych tak dla *Amblyplana*, jak zresztą dla wszystkich wirków lądowych wogóle (patrz ryć. 11) i uchodzą nazewnątrz w znacznej ilości przeważnie na listewce podeszwowej (ryć. 6), aczkolwiek trafiają się zrzadka rozrzucone i na stronie grzbietowej; ich przewody zaś są często bardzo rozgałęzione, a więc kilkakrotnie dzielą się na parę odnog wtórnych. Przeciwnie drugi rodzaj — gruczoły eozynofilne — przeważają na stronie grzbietowej, ale najbardziej są one rozwinięte w bocznych okolicach ciała.

W obutych wypadkach gruczoły tkwią bądź w parenchymie, grupując się przeważnie pomiędzy warstwami mięśni podłużnych (a więc grzbietowych lub brzusznych) z jednej strony, a gałkami jelita z drugiej, w bezpośredniej styczności z wyżej omówionymi komórkami Kellera, bądź też leżą bezpośrednio pod warstwami worka skórno-mięśniowego, jak wskazują ryć. 5, 6, 7, 8.

Kształt tych gruczołów w obu wypadkach i u obu grup pozostaje jednakowym, zachowując postać woreczków wydłużonych, owalnych lub gruszkowatych, często w pewnym miejscu przewężonych lub nawet rozczłonkowanych na cząstki wtórne, niczem zresztą nie różniące się pomiędzy sobą. W końcu napotykamy w pośród gruczołów kształty, widoczne na ryć. 7 i 8, które pozwalają przypuszczać, że mamy tu do czynienia z gruczołami bądź „obrąbkowemi“ (ryć. 7) t. zw. „Kantendrüsen“ według Graff'a (1, str. 2773—2774 tab. XXXV, f. 7, XXXIX, f. 6), bądź też (rys. 8) z specjalnemi grzbietowemi gruczołami (według Graff'a „Rückendrüsen“ 1, str. 2774, tab. XXXVIII, f. 5. i XXXIX, f. 6), które u *Amblyplana tetracladea* są rzadkie, ale mieszczą się zarówno na stronie grzbietowej, jak i brzusznej. Specjalne wyodrębnianie tych dwóch ostatnich rodzajów gruczołów niema wprawdzie podstawowego znaczenia, gdyż zarówno pierwsze, jak i drugie w jednakowy sposób barwią się eozyną i stanowią — co zresztą podkreśla sam Graff (1, str. 2775) — jeden z krańcowych przykładów gruczołów eritrofilnych.

Z powyższego rozpatrzenia wszystkich możliwych kształtów gruczołów widzimy, że znaczniejszej różnicy w tym względzie nie można dostrzec: różnica ta może dotyczyć raczej ich wewnętrznej budowy cytologicznej i specyficznego barwienia się barwikami po utrwaleniu, lecz i te różnice okażą się, jak to zaraz zobaczymy, nie zbyt miarodajnymi.

Tak więc, gruczoły cyjanofilne wyróżniają się na ogół drobno-ziarnistą wydzieliną, dzięki czemu wnętrze ich przedstawia się w postaci woreczka, napelnionego — niby makiem — zupełnie oddzielnymi i bardzo drobnymi ziarenkami (ryć. 11), podczas gdy gruczoły eozynofilne, posiadają przeciwnie wydzieliny bardziej zwarte, zlepione, przypominające piankowo-przegródkową, a często nawet wodniczkwatą (zwakuolizowaną) masę o drobnych pętlach. Obok tych różnic budowy, występujących jako ogólne prawidło, spotykamy również cały kompletny szereg form przejściowych, dzięki którym powyższe różnice znacznie się zacierają, lub nawet całkowicie giną, tak, że możemy dojść do przekonania, że właściwie mamy do czynienia tylko z jednym rodzajem gruczołów, który zależnie od różnych przyczyn, warunków lub czynności, może przybierać odmienną budowę.

Utwierdzimy się jeszcze bardziej w tem przekonaniu, skoro

zanalizujemy reakcje barwikowe odnośnie do tych dwóch rodzajów gruczołów. Dotychczas powszechnie uważano za regułę, że gruczoły cyjanofilne przy kombinowanem barwieniu hematoksyliną z eozyną barwią się na ciemno-niebiesko, podczas gdy gruczoły eritrofilne w tychże warunkach na różowo lub czerwono. Różnica ta służyła dotychczas za najbardziej charakterystyczną cechę przy oznaczaniu rodzaju gruczołów i stanowiła najbardziej stały i niewzruszony sprawdzian w wypadkach wątpliwych.

Mimo to, przeglądając uważnie odnośną literaturę, możemy natrafić na parę przykładów odmiennego niż zwykle zachowania się gruczołów przy barwieniu. Tak Böhmig (14, str. 393) stwierdził u *Procerodes ulvae* stopniową zmianę zabarwienia w gruczole eritrofilnem od koloru niebieskiego do czerwonego; przeciwnie Graff (1, str. 2773 tab. XXXV, f. 7, dr. II), konstatuje zmianę koloru czerwonego na niebieski w gruczołach obrąbkowych („Kantendrüs-sen“) u *Geoplana rufivetris* lub też w gruczołach eritrofilnych u *Bdelloura candida*. Powyższe przykłady, przez autorów nie wyjaśnione, mogłyby nabrać szczególnego znaczenia, o ile je zestawimy z opisanymi przezemnie powyżej zmianami zabarwienia u *Amblyplana tetracladea* (patrz str. 12—14); widzieliśmy tam, że każdy gruczoł da się podzielić na oddzielne, ze sobą bezpośrednio anatomicznie i fizjologicznie połączone odcinki, które pełnią różną rolę w procesie sekrecji. Proces ten w gruczołach cyjanofilnych zupełnie widocznie jest połączony ze zmianą barwienia się tych komórek od koloru czerwonego do niebieskiego lub fioletowego, zależnie od następujących po sobie faz działalności wydzielniczej.

Wszystkie te fakta razem wzięte skłaniają nas do całkiem zasadniczej zmiany w zapatrywaniach na charakter gruczołów skórnych u wirków wogóle. Tak więc: ogólna identyczność formy obu rodzajów gruczołów, ich jednakowe umiejscowienie w parenchymie ciała przy jednoczesnem bezprawidłowem i niestałem występowaniu ich, to na stronie grzbietowej, to znów na stronie brzusznej, lub tu i tam, następnie nieznaczące różnice w budowie cytologicznej komórek wydzielniczych, dające się powiązać ze sobą szeregiem form przejściowych z jednej strony, z drugiej zaś wyżej podkreślona zmienność barwienia się, idąca w dwóch kierunkach, uprawniają nas do wypowiedzenia następujących zasadniczo nowych poglądów:

1) różnice pomiędzy gruczołami wirków nie są natury morfologicznej, ale raczej fizjologicznej;

2) różnice te, ujawniające się zewnętrznie w chemicznie różnym sposobie barwienia się gruczołów, to na czerwono, to znów na niebiesko lub fioletowo, (przy użyciu dwóch barwików), spowodowane są li tylko zmianą kolejną faz dojrzewania wydzielin lub ich wydzielania;

3) w związku z tą ostatnią występują te specjalne różnice również w budowie cytologicznej komórki wydzielniczej, które możemy zauważyć w obu omawianych powyżej przypadkach. Wskutek tego podział gruczołów skórnych u wszystkich wirków na eozynofilne i cyjanofilne jest całkowicie sztucznym i zbytecznym, gdyż i jedne i drugie stanowią ten sam rodzaj gruczołów, wykazujących tylko różną budowę cytologiczną i odmienne zachowanie się względem barwików, zależnie od swych fizjologicznych stanów i czynności. Z tego punktu widzenia, o ile dalej przyjmujemy, że przy dojrzewaniu wydzielin w komórce bardziej zwarta i drobno-piankowo-pętlista struktura plazmy musi poprzedzać strukturę ziarnistą, to w takim razie faza eozynofilna musi być uważana za wcześniejszą i poprzedzającą fazę cyjanofilną tego samego gruczołu¹⁾. Dla ostatecznego wyświeatlenia tej sprawy niezbędnem jest przeprowadzenie w tym kierunku specjalnych badań chemicznych i fizjologicznych, które zostały przezemnie już podjęte i będą stanowiły przedmiot następnej pracy. Z tymczasowych rezultatów mogę wnioskować, że zmienności w barwieniu się widocznie nie podlegają jedynie tylko gruczoły przelykowe, mające bardziej odrębny i stały charakter.

9. System pokarmowy.

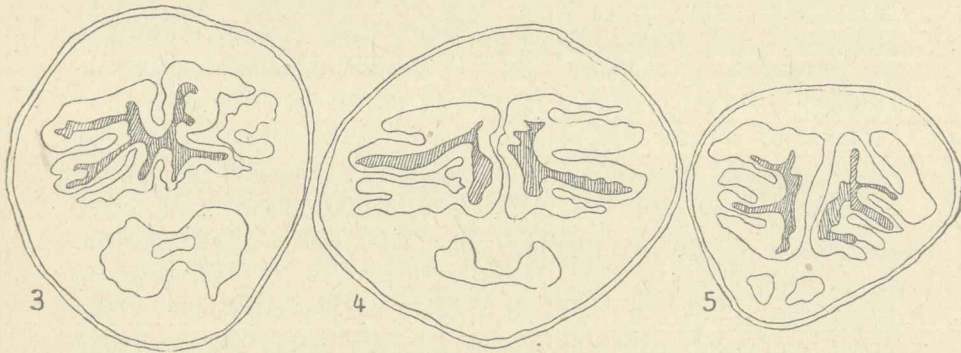
Narządy pokarmowe u *Amblyplana tetracladea* (ryc. 1c tab. 3) wykazują tak daleko idące różnice co do swego ustroju, że dzięki temu dany gatunek, jako taki, zajmuje zupełnie odrębne stanowisko wśród reszty wirków. Jak wiadomo, u wszystkich dotychczas znanych nam *Tricladida* jelito składa się z trzech ramion, przyczem ramię przednie jest nieparzyste, a dwa pozostałe układają się równolegle w tylnej części ciała. Podczas gdy pomiędzy temi ostatnimi u wielu gatunków mogą występować rozmaicie wykształcone połączenia (anastomozy)²⁾, jelito przednie u wszystkich do-

¹⁾ Zdaje się temu przeczyć jednak fakt obserwowany przez Böhmiga (14) u *Procerodes ulvae*, o którym wyżej wspomniałem.

²⁾ Literaturę odnoszącą się do tej kwestji zestawil Graff ([1] str. 2821—2823).

tychczas znanych gatunków *Triclada* odznaczało się jednaka budowa.

Tymczasem u opisywanego przezemnie gatunku, swoisty i niezwykły charakter jelita dotyczy jego przedniego ramienia: jest ono bowiem prawie na całej swej przestrzeni rozdzielone na dwie odnogi wtórne, prawą i lewą, jak to wskazuje ryć. 1 c; dzięki temu pospolite u *Triclada* trzechramienne jelito staje się u *Amblyplana tetracladea* czteroramiennem, nadając przez to specjalny poniekąd wygląd całemu zwierzęciu.



Rys. 3—5.

Amblyplana tetracladea n. sp. Przekroje poprzeczne w 3 różnych wysokościach:

Rys. 3 — przed rozdzieleniem się jelita przedniego w okolicy mózgu.

Rys. 4 — dwa ramiona jelita przedniego.

Rys. 5 — jelito tylne.

Zeiss, Obj. A. Ok. 4. Wnętrze jelita jest oznaczone czarnymi kreskami.

Rozdział ten przedniego ramienia zaznacza się mniej więcej na 65-ym skrawku poprzecznym (7·5 μ grubości) bezpośrednio za odeinkiem t. zw. jelita głowowego („Kopfdarm“ Graffa) w postaci dwóch ostro zakończonych i sobie przeciwległych wgłębień (patrz rys. 3 w tekście) od strony brzusznej i grzbietowej jelita, które zbliżają się do siebie i przygotowują całkowity rozdział jelita na dwie odnogi odrębne; dzieje się to mniej więcej na wysokości 115 go skrawka poprzecznego. W dalszym ciągu jelito przednie przebiega nadal w postaci dwóch ramion samodzielnych, rozdzielonych warstwą tkanki łącznej, która jest nawet 5-krotnie cięższą w porównaniu z taką warstwą tkanki pomiędzy ramionami tylnymi (rys. 5 w tekście). W dalszym przebiegu oba te ramiona łączą się ze sobą na nieznaczonej przestrzeni, połączenie to odbywa się jednak tylko

w najbardziej wewnętrznej, środkowej (licząc od strony grzbietowej ku brzusznej) części jelita zapomocą wąziutkiego łącznika, tak że dwa lejkowate wklęsnięcia, od góry i od dołu, nie przestają istnieć nadal, dzieląc tem samem jelito na dwa odrębne, półokrągłe koryta, posiadające samodzielne gałązki jelitowe, uchodzące na przeciwnych stronach ciała. Po następnem powtórnem spotkaniu się tych dwóch wgłębień jelito znów jest całkowicie rozdzielone na dwa samodzielne ramiona aż do miejsca, w którym obie te odnogi złączą się we wspólnym, krótkim pniu jelitowym, do którego już bezpośrednio uchodzi przełyk. Tak więc połączenie na pewnej przestrzeni tych dwóch ramion przednich jelita może być uważane za zwyczajną anastomozę, czyli naczynko łączące, napotykanę szczególnie często pomiędzy ramionami tylnymi u wirków.

Co do stałości podobnego podziału jelita przedniego na dwa oddziały muszę zauważyć, że z pośród 10 zbadanych przezemnie okazów, 6 posiadało tę cechę zupełnie wyraźnie zaznaczoną, u reszty pozostałych okazów stwierdzenie tego było trudne z tego powodu, że u większości badanych zwierząt jelito było tak przepelnione pokarmem i wskutek tego tak rozdęte, iż pomiędzy obu przednimi ramionami jelita z trudnością zaledwie można było rozróżnić cieniutką warstwę tkanki łącznej. Tkanka łączna, jak wiadomo, jest niezmiernie elastyczną i ustępuje z łatwością pod naciskiem innych tkanek, stwierdzenie zaś tej tkanki pod mikroskopem na barwionych skrawkach pomiędzy ramionami jelita było jedynym pewnym sprawdzianem jego ostatecznego rozdziału.

W każdym bądź razie, choć nawet istnieją połączenia (anastomozy) pomiędzy odnogami jelita przedniego, to te odnogi występują jednak jako całkiem samodzielne i odrębne rynienki lub koryta, prowadzące zupełnie niezależną od siebie działalność trawienną; więc nawet w wypadkach połączenia — gdzie takie zachodzi — anatomicznego, możemy mówić o stałym rozdziale fizjologicznym jelita, jaki się tu zaznacza.

Tak więc widzimy, że opisany tu gatunek z rodzaju *Amblyplana* posiada w przedniej części ciała jelito podwójne, którego oba ramiona łączą się ze sobą zapomocą krótkich anastomoz; każde z tych ramion zachowuje jednak odrębność czynnościową, dzięki wgłębiającym się w te anastomozy z obu przeciwnych stron fałdom, które następnie dokonywują całkowitego rozdzielenia.

Ponieważ te dwa przednie ramiona jelita uchodzą następnie

do wspólnego pnia jelitowego, który przyjmuje w dalszym ciągu przelyk i dwa ramiona tylne, przeto ogółem jelito złożone jest nie z trzech, jak pospolicie u reszty gatunków z grupy *Tricladida*, lecz z czterech samodzielnych ramion, posiadających wspólne ujście w części przelykowej jelita. Dlatego też zachowując dla opisanego gatunku tę samą nazwę rodzajową „*Amblyplana*“, postanowiłem oznaczyć jego wybitną cechę gatunkową zapomocą specjalnej nazwy gatunkowej „*tetracladea*“, która to nazwa wskazywałaby zarazem na daleką jeszcze na razie możliwość ustanowienia w przyszłości nowego rzędu wirków „*Tetraclada*“, o ile opisanoby większą ilość gatunków posiadających podobny ustrój jelita i zbadano należycie historję ich rozwoju osobnikowego, odegrywającą tu nader ważną rolę.

Dla uzasadnienia możliwości podobnego poglądu chcę w tem miejscu dorzucić parę uwag teoretycznych.

Jak już poprzednio zaznaczyłem, podział jelita przedniego na dwie odnogi u *Amblyplana tetracladea* u różnych okazów przemennie badanych, okazał się pod względem anatomicznym niejednakowym i można było zauważyć znaczne indywidualne wahania. Pomiedzy temi odnogami jelita mogą występować połączenia w postaci wewnętrznych anastomoz, wskutek czego podział ten nie może być uważany za całkowicie dokonany. Z drugiej strony żaden z okazów nie posiadał rozwiniętych narządów płciowych, a więc cała organizacja tego wirka nosi szereg cech rozwojowych i w znacznym stopniu plastycznych, mogących podlegać dalszym przeobrażeniom. Stąd wnioski teoretyczne, które z powyżej opisanej organizacji z uwzględnieniem wymienionych zastrzeżeń można wysnuć, będą jedynie zawierały najogólniejsze wskazówki, jakie możemy uzyskać z badania będącego w rozwoju jeszcze organizmu. Wnioski te odnosić się mogą jedynie do ogólnej linii zaznaczającego się rozwoju i mogą posiadać tylko ogólne znaczenie filogenetyczne.

Tłumaczenie występującej odmiany zjawiskiem teratologicznem byłoby możliwe, jest jednak mało prawdopodobnem, gdyż odmienną budowę jelita zauważyłem na bądź co bądź znacznej liczbie okazów; również nie możemy jej uważać za raptownie powstającą mutację w znaczeniu de Vriesa, nie mamy bowiem do tego dostatecznych danych, a rozstrzygającemi pod każdym względem musiałyby tu być badania nad rozwojem i rozmnażaniem się, których nie możemy przeprowadzić. Stąd musimy ograniczyć się do roz-

ważania tego zagadnienia jedynie tylko z punktu widzenia anatomji porównawczej¹⁾.

Jak wiadomo, istnieją dwie teorie, dotyczące filogenetycznego pochodzenia *Triclada*; pierwsza z nich, zapoczątkowana przez A. Langa, a następnie rozwinięta przez Wilhelmięgo (13, str. 378—386) wywodzi *Triclada* od *Polyclada*, druga, reprezentowana przez Graffa, łączy *Triclada* bezpośrednio z *Alloeochoela*, a te przez *Rhabdochoela* z *Achoela*. O ile weźmiemy pod uwagę jedynie tylko narząd pokarmowy, który służy tu zresztą za najważniejszą cechę systematyczną, jak zresztą wskazują odnośne nazwy, to w takim razie zauważymy, że posługując się zarówno teorią Langa, jak i Graffa, pozostawiamy nierozstrzygniętą sprawę przekształcenia się wieloramiennego i szeroko rozgałęzionego jelita u *Polyclada* w jelito trzechramienne u *Triclada*, niezależnie od tego, jakim z dwóch możliwych kierunków będzie pomyślany przez nas ten rozwój.

Żadna z form przejściowych, mogących zapełnić tę lukę — o ile mi wiadomo — nie została dotychczas opisana. Odnosna literatura rozważając głównie powiązanie między sobą grup *Triclada* i *Rhabdochoela* zapomocą *Alloeochoela* tak samo pozostawia kwestję łączności *Polyclada* i *Triclada* niewyjaśnioną, podczas gdy rozwiązanie tej kwestji rzuciłoby niewątpliwie dużo światła i na sprawę stanowiska *Alloeochoela*.

W związku z tem przypuszczam, że opisany przezemnie gatunek *Amblyplana tetracladea*, dzięki szczególnej budowie jelita, składającego się z czterech ramion, mógłby wypełnić lukę pomiędzy *Polyclada* a *Triclada*, a mianowicie z następujących powodów:

¹⁾ Można by wreszcie uważać rozdwojenie jelita w części przedniej za mechaniczną morfologię (na co mi zwrócił uwagę prof. Siedlecki). Mechaniczne podniety skutkiem pełzania na wąskiej listewce podeszwowej, na środku strony brzusznej położonej, mogłyby spowodować silniejszy rozrost tkanek w tem miejscu, wywołując następnie całkowite rozdwojenie jelita.

Ponieważ jednak u całego szeregu innych wirków z tejże rodziny *Rhynchodemidae*, u których istnieje listewka o takiej samej budowie, rozdwojenia w jelicie przednim nie napotykamy, u innych zaś rodzin brak takiej listewki nie powoduje wcale zaniku rozdwojenia w części tylnej, istniejącego u *Triclada*, przeto same czynniki mechaniczne nie mogą wystarczać do wytłumaczenia powstania rozdwojonego jelita w części przedniej. Ponadto wpływ listewki podeszwowej, o ile miałby prowadzić do rozdwojenia jelita, musiałby się objawić najprawdopodobniej w silnem wrastaniu tkanki parenchymatycznej lub mięśni nawet pomiędzy dzielące się odnogi jelita, czego u opisywanego gatunku właśnie niema.

Zgodnie z powszechnie uznanem zdaniem, za pierwotny kształt wirka należy uważać kształt okrągły lub owalny, z otworem ustnym, umieszczonym na przednim końcu ciała; kształt ten powraca następnie w postaciach larwalnych u przeważnej większości wirków. Dalsze zaś jego przekształcenie ma postać podłużną, płaską lub walcową, co — zgodnie z poglądem Halleza (3, str. 13—21) — zależy od szybkości wzrostu jego części przedniej i tylnej. O ile część przednia rośnie szybciej, w takim razie otwór ustny przesuwają się ku końcowi tylnemu zwierzęcia; o ile szybciej rośnie część tylna, jak u większości *Triclada*, w takim razie otwór ustny pozostaje w przednim odcinku ciała. Hallez, będąc zwolennikiem teorii Graffa, wykazuje wpływ podobnej różnicy w szybkości wzrostu jedynie tylko na umiejscowienie otworu ustnego i pozycję przelyku, nie porusza zaś całkowicie sprawy, jaki to może wywierać wpływ na kształtowanie się postaci samego jelita. Tę ostatnią uzależnia Hallez jedynie od rozrostu gruczołów płciowych, który nastąpił tylko w tylnej części ciała, wskutek czego pierwotnie jednolite jelito *Rhabdocoela* lub ewentualnie *Alloecoela* zostało rozerwane na dwa ramiona tylne u *Triclada*.

Inaczej sprawa się ta przedstawi, o ile uwzględniając powyższe poglądy Halleza co do wpływu szybkości wzrostu na kształt i budowę ciała, zmodyfikujemy je w ten sposób, że rozpatrzemy kwestję tworzenia się jelita z punktu widzenia teorii Lang-Wilhelmi w związku z budową jelita u opisanego przezemnie gatunku *Amblyplana tetracladea*.

W takim razie — jak zaznaczyłem to już na innym miejscu (29, 1918) — pierwotnie wieloramienne jelito u *Polyclada*, które posiadają przeważnie kształt okrągły, na mocy prostych praw mechaniki, będzie musiało wskutek wydłużenia się osi głównej ciała, z wolna redukować ilość swych promienisto ułożonych gałązek i to najwidoczniej w ten sposób, że najpierw ulegną redukcji i zlaniu się gałązki, położone w częściach obwodowych wirka, a więc podlegające największemu nateżeniu wzrostowemu z każdej strony z boku, pozostające zaś w środku, a więc zbliżone do osi głównej zwierzęcia, okażą się najbardziej opornymi i najdłużej zachowają swą postać nietkniętą¹⁾. Z konieczności będzie to prowadziło do wytworzenia

¹⁾ Możliwie, że wybitną rolę może tu odegrać wazka listewka podeszwo-wa, która wskutek nieustannych podniet mechanicznych pełzania, będzie stawała

się niewielkiej ilości parzystych, lub nawet tylko do jednej pary pni jelitowych w każdej części ciała (przedniej i tylnej), po obu stronach przelyku położonych. Taka idealna postać hipotetyczna nosiłaby najwyraźniej wszystkie cechy nowego rzędu *Tetracladida*, który zależnie od warunków miejscowych i specjalnych podniet rozwojowych, mógłby podlegać dalszym przekształceniom, mającym już podrzędne znaczenie.

Do takich przekształceń podrzędnych możemy zaliczyć na przykład umiejscowienie i pozycję przelyku: w całkowicie idealnym przypadku, a więc gdy szybkość wzrostu w obu częściach wirka byłaby jednakową, przelyk musiałby pozostać w środku ciała, jak u właściwych *Polyclada* i miałby kierunek pionowy do osi podłużnej, a długość ramion jelitowych w przedniej i tylnej części ciała byłaby równą. Postać taka dotychczas nie jest znana.

W dwóch innych wypadkach, zgodnie z ogólną zasadą Halleza, mielibyśmy przelyk bądź w części przedniej, jak u opisanego tu gatunku *A. tetracladea*, a ramiona jelita przedniego byłyby o tyle krótsze od ramion tylnych, o ile szybkość wydłużenia się tylnej części zwierzęcia przewyższałaby szybkość wydłużania się jego części przedniej, bądź też wręcz odwrotnie: wskutek niejednakowej szybkości wzrostu, przelyk znalazłby się w części tylnej, a ramiona jelita przedniego byłyby znacznie dłuższe od jelita tylnego. Takiej postaci również nie znamy. Widzimy więc, że pośród możliwych przykładów „tetracladji“ (jeżeli użyjemy tego wyrazu) realnie istnieje tylko drugi w postaci opisanego gatunku *Amblyplana tetracladea*.

Odrzućmy też musimy zaznaczyć, że właśnie taki kształt miałyby — z naszego punktu widzenia — najwięcej szans do wykształcenia się i zachowania, a to z następujących powodów: Przeglądając uważnie embriologję zwierząt bezkręgowych, a specjalnie robaków, nie znajdujemy prawie przypadku, gdzieby odcinek głowowy larwy posiadał znaczną potencję kształto-twórczą: przeciwnie, prawie u wszystkich *Annulata* (a więc u robaków członowanych łącznie ze stawonogami) rozwija się przeważnie odcinek tylny larwy, podczas gdy odcinek przedni częstokroć podlega zupełnej redukcji, jak to widzimy u larw: *Pilidium*, *Trochophora*, pijawek gąsienic, i i. W razie nadmiernego rozwoju przedniego odcinka, jak to ma miejsce u niektórych *Tri-*

na przeszkodzie ku ostatecznemu zlaniu się zbliżających ramion jelita (patrz także przypisek na str. 54).

clada, zdaje się, że odbywa się to jako zjawisko wtórne, jak tego stara się dowieść Hallez w stosunku do niektórych form teratologicznych (*Dendrocoelum Nausicaae Osc. Schmidt*).

Widzimy więc, że przedni koniec larw lub postaci dorosłych wirków jest niejako mniej zaawansowany w rozwoju, aniżeli koniec tylny. Poza ogólnymi przyczynami wpływa na to w znacznym stopniu także i rozwój gruczołów płciowych, zajmujących przeważnie tylne części ciała. Ich potężny rozrost powoduje nietylko wydłużanie się części zaprzętkowej, a więc tylnej ciała, lecz zarazem wywołuje dalsze przekształcenia w tworzeniu się definitywnej postaci jelita. W tem więc — biorąc pod uwagę poglądy Halleza — znajdujemy wyjaśnienie, dlaczego dwuramienna postać jelita tylnego zachowuje się bez najmniejszej zmiany z dziwną stałością u wszystkich *Triclada*, a częste anastomozy, występujące pomiędzy tymi tylnymi ramionami, występujące w nieznacznym stopniu i u *Amblyplana tetracladea*, a dosięgające swego największego rozwoju u *Planaria fissipara* (Graff 2, str. 27—84 Tab. XXXI, f. 31) i u świeżo opisanej (1916 r.) przez Sabusowa (12) w Kameczatce *Rjabuschinskaja Schmidti n. g. n. sp.*, są zazwyczaj wtórnego pochodzenia, podczas gdy u *Alloeocoela* złączenie się tylnych ramion w jedno stoi już w bezpośrednim związku z przesunięciem się gruczołów płciowych do części środkowej, gdzie znowu jelito pozostaje rozdzielonem.

Podobnież brakiem gruczołów płciowych w części przedniej ciała tłumaczyć możemy istnienie tam przeważnie jednolitego pnia jelitowego, ponieważ wskutek dalej trwającego wydłużania się ciała, rozgałęzienia jelitowe części przedniej, nie spotykając oporu w gruczołach płciowych, szybciej dążą do zlania się i występują w pospolitej zarówno u wszystkich *Triclada*, jak i u *Alloeocoela* i *Rhabdocoela* postaci jelita pojedynczego.

Tak więc, uwzględniając poczynione na wstępie zastrzeżenia możemy dojść do wniosku, że ze względu na budowę jelita *Amblyplana tetracladea* może być formą przejściową pomiędzy *Polyclada* a *Triclada* i jako taka mogłaby przemawiać bardziej na korzyść teorii Lang-Wilhelmi, aniżeli Graffa.

Co do tej ostatniej teorii mogę jeszcze dodać parę uwag. Po pierwsze: przyjmując teorię Graffa, a więc uważając *Acoela* za punkt wyjścia w rozwoju wirków, musielibyśmy wyjść tem samem poza linję rozwoju ogólnej morfologii jelita w państwie zwierzęcem wo-

góle. W rzeczywistości zaś można z łatwością dowieść, że pierwotnie nierozczłonkowana jama trawienna jamochłonów osiągnęła najwyższego stopnia swego rozwoju w niezmiernie gęsto rozgałęzionem jelicie meduz lub żebroplawów i że jelito takie można następnie doskonale połączyć zapomocą form przejściowych, jak *Coeloplana Metschnikowi* i *Ctenoplana Kowalewski*, z jelitem *Polyclada*, że wreszcie tak rozgałęziony kształt jego może być uważany za jedną z możliwych, a osiągniętych już form jelita wogóle, o tyle zresztą niedoskonałą, że pełniącą prócz funkcji trawienia, jednocześnie jeszcze funkcje narządów krążenia, oddechania i wydzielania.

Dalszy rozwój takiego jelita mógłby iść już tylko w kierunku zróżnicowania się morfologicznego tych związanych z jednym narządem różnorodnych funkcji. Musiałoby to doprowadzić do wyodrębnienia poszczególnych systemów narządów i do uproszczenia i zredukowania samego jelita. Widzimy to mianowicie w szeregu wirków, począwszy od *Triclada*, a kończąc na *Rhabdocoela*, u których jelito przybiera kształt pojedynczej cewki, drugi z kolei kształt morfologiczny w rozwoju filogenetycznym jelita wogóle, który w jelitach Wstężniaków (*Nemertina*), a następnie robaków z pierwotną i wtórną jamą ciała (*Protocoelia* i *Coelomata*), a wreszcie w jelitach i wszystkich wyżej uorganizowanych bezkręgowców (stawonogij, mięczaki, nawet szkarłupnie) lub kręgowców, zachował wszędzie tę zasadniczą postać.

Z wyżej podanego rozwoju wyłączony jest, jak widzimy, bezjelitowy stan wirków *Acoela*, u których procesy trawienia odbywają się w parenchymie ciała, a stan taki mógł być osiągniętym jedynie jako zjawisko wtórne, powstałe pod wpływem warunków zewnętrznych, działających bądź przez specjalne środowiska, w jakich te zwierzęta przebywają, bądź jako rezultat pasożytyzmu, ponieważ większość tych zwierząt może być zaliczona do pasożytów zewnętrznych, bądź wreszcie wskutek jakich innych, nie dających się dotychczas bliżej określić przyczyn. (Graff 1, str. 1917).

Że podobne wtórne zanikanie jelita, wraz z przeniesieniem się procesów trawiennych do parenchymy ciała może często występować, o tem świadczą zarówno tasiemce, jelita pozbawione, jak i wyżej uorganizowane robaki, na przykład samiec *Bonellia viridis* Rol., który posiada wskutek pasożytyzmu jelito szczątkowe, a procesy trawienne, jak to wykazałem, odbywają się w mięszsu ciała. (28, 1914).

W przeciwnym razie, biorąc za punkt wyjścia dla wirków w myśl Graffa *Acoela*, najpierw musielibyśmy uznać dwukrotne i całkiem niezależne powstanie rozgałęzionego jelita po raz pierwszy u jamochłonów, po raz drugi u *Polyclada*, co zresztą samo przez się nie byłoby rzeczą niemożliwą. W dalszej konsekwencji takie postacie, jak *Coeloplana* i *Ctenoplana*, które jak wiadomo odegrały bardzo doniosłą rolę przy pojmowaniu żebroplawów i wirków, byłyby niezrozumiałe; wreszcie nie moglibyśmy żadną miarą zrozumieć pewnych szczegółów w kształtowaniu się samego jelita, specjalnie u *Polyclada*. Prowadząc mianowicie linię rozwojową od *Acoela* przez *Alloeoceola*, *Rhabdoceola* i *Triclada*, nie moglibyśmy znaleźć dostatecznych przyczyn morfogenetycznych, dzięki którym jednolite jelito w przedniej części ciała miało się rozdzielić na znaczną ilość promienisto ułożonych gałązek, a nadto nie moglibyśmy wytłumaczyć podziału takiego jelita, chociażby tylko na dwa ramiona, u *Amblyplana tetracleada*. Tak więc wszystkie powyżej przytoczone dane odnośnie do możliwej budowy jelita nie tylko pozwalają odnaleźć dla opisanego gatunku miejsce w systematyce wirków, lecz zarazem wogóle przemawiają — mojem zdaniem — bardzo na korzyść teorii Lang-Wilhelmi.

Aby tę teorię móc całkiem ugruntować, należałoby jeszcze przeprowadzić dalsze badania anatomiczno-porównawcze i poczynić odpowiednie wnioski w stosunku do innych systemów narządów, co przy obecnym stanie wiedzy da się tylko w nieznacznym stopniu wykonać.

Przedewszystkiem dotyczy to ogólnego kształtu ciała i przekroju poprzecznego. Skoro bowiem *Polyclada* mają półokrągły kształt ciała i są przeważnie całkiem płaskie, to mielibyśmy prawo oczekiwać podobnych w przybliżeniu kształtów i u form przejściowych z tetrakladią; tymczasem *Amblyplana tetracleada*, jak zaznaczyłem, posiada ciało znacznie wydłużone, a przekrój poprzeczny cylindryczny lub owalny, jak u najbardziej typowych *Terricola*. Wytłumaczenie pierwszej z tych właściwości nie napotyka na znaczniejsze trudności i doskonale da się wyjaśnić przy pomocy zasad morfogenetycznych Halle'a, jak to już omówiłem powyżej (str. 39).

Stwierdziłszy tam, że pozycja przełyku w przedniej $\frac{1}{8}$ ciała stoi w doskonałej zgodzie z ogólnem wydłużeniem ciała.

Co do kształtu przekroju ciała, to będziemy musieli zgodzić się na to, że odosobnione występowanie tetrakladi wyłącznie tylko u wir-

ków lądowych byłoby niezrozumiałe i że wobec tego należy przypuścić, że podobnemu przekształceniu jelita musiały podlegać wszystkie wirki wogóle, a więc zarówno *Maricola*, jak i *Paludicola* lub *Terricola*, że jednak u dwóch pierwszych podrzędów bądź nie zostało ono dotychczas opisanem, bądź wskutek wpływów specjalnych całkiem zaginęło, u *Terricola* zaś jest widoczne u *A. tetracladea*. Kształt cylindryczny ciała bez wątplenia musiał powstać jedynie jako przystosowanie do pełzającego sposobu lokomocji, co wywarło, jak widziliśmy, wpływ i na inne narządy wirka (rzęski, umięśnienie, system nerwowy itd.). Że podobny punkt widzenia jest możliwy, a więc że kształt ciała przeważnie nie zależy od wewnętrznej budowy, lecz od otoczenia, tego dobitnie dowodzą opisane przez Korotnieffa (23) wirki jeziora Bajkalskiego. Wirki te, choć posiadają kształt półokrągły i są przeważnie płaskie, jak u *Polyclada*, to jednak zachowały budowę jelita trzechramienną, jak u typowych *Triclada*. Kształt ciała nie może więc być miarodajnym dla jego budowy wewnętrznej.

Co do innych narządów, to musimy się ograniczyć, niestety, tylko do krótkiej wzmianki. Tak co do budowy systemu nerwowego, jak to zobaczymy niżej, *Amblyplana tetracladea* nie różni się od reszty wirków lądowych, przeto ogólne wnioski muszą się opierać na budowie tego systemu u całego rządu *Terricola*. Te zaś, badane pod względem pokrewieństwa ich systemu nerwowego z systemem nerwowym *Polyclada*, nie dają żadnych bliższych i wyraźniejszych wskazówek, podobnie jak nie dają tych wskazówek wszystkie wogóle *Triclada*. Specjalnie zaś *Terricola*, jako takie, ujawniają pod tym względem, z mego punktu widzenia, jedynie wpływ sposobu lokomocji, a więc pełzania, wskutek czego pnie grzbietowe zanikają całkiem, jako zbyteczne, pnie zaś brzuszne, podlegając stale wpływom podniet czynnościowych, dochodzą do potężnego rozwoju.

Z punktu więc widzenia homologji pomiędzy systemem nerwowym *Polyclada* i *Triclada*, *Amblyplana tetracladea* ani nie dodaje, ani też nie ujmuje żadnej z danych, któremi dotychczas rozporządzała teoria Lang-Wilhelmi.

O morfologii gruczołów płciowych *Amblyplana tetracladea* nie mogę nic powiedzieć, ponieważ żaden z badanych okazów ich nie posiadał, jednak różnorodność ich kształtów u *Triclada*, również nie daje dotychczas żadnych wskazówek co do charakteru i kierunku pokrewieństwa ostatnich z *Polyclada*. Ponieważ jednak

narządy płciowe u wszystkich gatunków z rodzaju *Amblyplana* są prawie identycznie zbudowane, przeto wątpić należy, aby jakikolwiek bądź możliwy ustrój ich u opisanego gatunku mógł wpłynąć zasadniczo na czteroramienny kształt jelita; tem więcej że wirki, jak podaje niejednokrotnie Graff, mogą parę razy przechodzić okresy płciowej dojrzałości, po których gruczoły płciowe zanikają bez śladu aż do chwili nastania następnego okresu.

Wobec tego budowa jelita pozostaje ostatecznie jedyną i najważniejszą oznaką morfologiczną i systematyczną, która pozwoliła nam wysnuć wyżej przytoczone wnioski.

10. Budowa wewnętrzna narządów trawienia.

Co do budowy reszty narządów systemu pokarmowego *Amblyplana tetracladea* nie wykazuje żadnych istotnych różnic w ich ukształtowaniu w porównaniu z innymi wirkami łądowymi.

Zewnętrzny otwór ustny mieści się, jak wskazuje rekonstrukcja (tabl. 3 ryć. 1 c), na przednim końcu ciała, mniej więcej w odległości $\frac{1}{3}$ długości od jego wierzchołka. Otwór ten uchodzi następnie zapomocą krótkiej cewki ustnej (t. zw. „Mundrohr“) do kieszonki lub worka przełykowego („Schlundtasche“) tak samo w jego środku lub też przedniej części.

Kieszonka przełykowa przedstawia wydłużony obszerny worek, jednakowej wszędzie średnicy, z tą jednak różnicą, że jego powierzchnia grzbietowa jest dłuższą, aniżeli brzuszna, i wzajemny stosunek ich równa się 3:2. W kierunku zaś tylnym worek przełykowy wydłuża się i tworzy krótką i wąską, ślepo zakończoną zatokę trójkątnego kształtu (ryć. 13), wykazującą pewne odrębne cechy histologiczne.

Przełyk należy do typowo walcowatych (cylindrycznych) i „perifaryngealnych“, (w oznaczeniu Graffa [1], str. 2790—2791) i przy ok. 2, obj. 3 ma 54 mm długości; z workiem przełykowym, w którym się mieści, podobnie jak i z jelitem przednim przełyk łączy się w części przedniej, uchodząc doń szerokim otworem (18 mm) w okolicy pierwszej $\frac{1}{3}$ jego długości, licząc po stronie brzusznej (krótszej) worka. Pod względem histologicznym cewka ustna posiada budowę identyczną z nabłonkiem listewki podeszwowej; komórki jej są do pewnego miejsca pokryte migawkami, dopóki sam nabłonek zachowuje swój odrębny charakter. W bez-

pośredniej styczności z błoną podstawową znajduje się pęczek mięśni, złożony z 10—12 włókien, tworzący *sphincter* okołoustny. Wewnątrz worka przełykowego dolna, a więc brzuszna jego strona pokryta jest nabłonkiem o płaskich komórkach z drobnymi jądrami i widocznie całkowicie pozbawiona własnego umięśnienia, ponieważ mięśnie worka-skrórnego kończą się w okolicy cewki ustnej; wszystkie zaś pozostałe, zaopatrujące worek przełykowy, należą całkowicie do muskulatury parenchymatycznej podłużnej. Nabłonek grzbietowy worka przełykowego przypomina na ogół nabłonek brzuszny, chociaż w tylnym kącie przełyku — w bezpośredniej łączności z ślepo zakończoną zatoką — nabiera cech specjalnych i jak wskazuje ryć. 13, zarysy jego stają się bardziej faliste, aż wreszcie przekształca się na komórki o szerokich nasadach, zakończone na przeciwnym, a więc wolnym końcu ostremi wyrostkami o falisto pomiętych brzegach. Wyrostki te są pochylone w rozmaite strony i przypominają bardzo podobne utwory, opisane przez Dendy'ego (24, tabl. 1, ryć. 7) u *Geoplana Spenceri* i *Geopl. Ladislavii*. Czy posiadają one charakter gruczołowy, czemu Graff (1, str. 2796), zaprzecza, zdecydować trudno. W każdym razie najobficiej występują one w samej podłużnej zatoce ślepej, której przekrój w płaszczyźnie strzałkowej wyobraża ryć. 13.

Ponadto zatoka zaprzelykowa wykazuje na przeciwnym a więc na brzusznej swej stronie, komórki innego rodzaju, o ile mi wiadomo dotychczas niezabserwowane, o prawdziwym charakterze gruczołowym. Są to wielkie komórki, u nasady których znajdujemy duże okrągłe jądro, otoczone nieznaczną warstwą plazmy, pozostała zaś część komórki jest wypełniona silnie przewodnioną (zwakalizowaną) masą z większymi lub mniejszymi kulkami i ziarenkami jednorodnych wydzielin, których znaczenie oznaczyć trudno. Komórki te, jak wskazuje ryć 13, występują zwykle w nieznacznej ilości od 4—5 i wyściełają całą stronę brzuszną tej ślepo zakończonej zatoki; ponieważ mają one swe końcowe wyrostki skierowane w stronę zewnętrznego otworu przełyku, przeto możemy przypuszczać, że raczej stoją z nim w pewnym związku fizjologicznym. Właściwe znaczenie tej zatoki i jej komórek gruczołowych nie jest dotychczas znane.

Budowa histologiczna samego przełyku nie wykazuje jakichkolwiek bądź szczególnych cech indywidualnych i składa się, jak wskazuje ryć. 14, z blaszki nabłonkowej o zwykłej budowie i worka

skórno-mięśniowego, który bezpośrednio przylega do błony i składa się z 2 warstw: mięśni podłużnych o jednym tylko włóknie i mięśni okrężnych, z 3—4 włókien złożonych.

Od strony wnętrza jamę przelykową pokrywa wysoki nabłonek, w którym trudno odróżnić granice poszczególnych komórek; jądra zaś zachowują się tylko w nielicznych miejscach, gdyż reszta emigruje poza wewnętrzny pokład mięsny, złożony tu tylko z 2 warstw: najbardziej wewnętrznej, okrężnej, z 10—15 cieniutkich włókienek — i bardziej powierzchownej, podłużnej z 3—4 włókien złożonej. Tak więc w przelyku *Amblyplana tetracladea* można zauważyć podobnie, jak w przelyku *Tricladida maricola* (Graff 1, str. 2800), skrzyżowanie warstw mięśniowych, należących do worka skórno-mięśniowego przy przejściu od zewnętrznego pokrycia ciała — gdzie napotykamy wpierw włókna okrężne, a następnie podłużne — na zewnętrzną ściankę przelyku (wpierw podłużne, następnie okrężne); podczas gdy mięśnie najbardziej wewnętrzne, sąsiadujące bezpośrednio z jamą przelyku, zachowują swój układ normalny, podobny do układu mięśni w pokryciu ciała (wpierw m. okrężne, głębiej m. podłużne). Ponadto z ostatnią, a więc najbardziej wewnętrzną warstwą podłużnych włókien przelyku łączą się w znacznej ilości włókna mięśni ułożonych promienisto, które mają przejść od tej warstwy przez cały miąższ przelyku do zewnętrznej warstwy mięśni podłużnych.

Miąższ przelyku składa się z tkanki parenchymatycznej, w której odróżniamy właściwą muskulaturę parenchymatyczną, dwa rodzaje gruczołów i splot nerwowy.

Mięśnie parenchymatyczne są przeważnie mięśniami podłużnymi o znacznej ilości włókien, pełniących tu rolę retraktorów. Mięśni poprzecznych prawie całkiem tu brak. Gruczoły układają się w dwóch warstwach i jak wyżej wspomniałem, są nadzwyczaj pod względem zróżniczkowania swych czynności fizjologicznych stałe, dzięki czemu występują zawsze w dwóch postaciach. Gruczoły eozynofilne obsługują zewnętrzną stronę przelyku, wypełniając prawie 2/3 jego miąższu; ujścia ich przewodów są skierowane w stronę wewnętrznego otworu przelyku. Gruczoły cyjanofilne, wypełniając pozostałą resztę miąższu przelykowego, układają się przeciwnie w częściach zewnętrznych i mają ujścia skierowane na stronę zewnętrzną. Takie rozmieszczenie gruczołów przypomina najbardziej ułożenie ich u *Amblyplana notabilis* (patrz Graff 1, str. 2807);

u tego ostatniego gatunku, podobnie jak i u *A. tetracladea*, zewnętrzna powłoka przelyku pokryta jest drobnymi kropelkami wydzielin cyjanofilnych, które uchodzą prawdopodobnie na zewnątrz przez wielokątne komórki blaszki nabłonkowej przelyku.

Splot nerwowy w przelyku występuje w postaci jednego rzędu wielkich komórek nerwowych. (najczęściej wielobiegunowych) ułożonych pomiędzy warstwami gruczołów cyjano- i eozynofilnych, jak widzimy na ryć. 14. Czy splot ten znajduje się ponadto w połączeniu z jeszcze innymi, bardziej w głębi lub bardziej powierzchownie ułożonymi splotami, jak to wykazał Graff u *Cotyloptana punctata*, lub *Geoplana munda*, określić dokładnie nie mogłem. W każdym bądź razie splot ten łączy się bezpośrednio z brzuszным pniem nerwowym każdej strony.

Właściwego przewodu pokarmowego (*oesophagus*) a więc tej części jelita, którą Graff (1. str. 2810) określa jako „Darmwurzels“, nie spotykamy tu w tej formie, jaka została opisana w odnośnym miejscu jelita u innych gatunków, w postaci wąziutkiego przewodu ze specjalnych, wyróżniających się z pośród innych komórek zbudowanego. Za analogiczny utwór możemy u *Amblypl. tetracladea* uważać krótki i obszerny pień jelitowy, do którego uchodzą zarówno ramiona przednie, jak i tylne jelita, z którym łączy się również przelyk. To ostatnie połączenie odbywa się najczęściej asymetrycznie za pomocą wąziutkiego przewodu, bądź z prawej, bądź z lewej strony ogólnego łożyska jelita. Ciekawy ten fakt, trudny zrazu do wytłumaczenia, możemy zrozumieć, o ile weźmiemy pod uwagę, że przelyk znajduje się za życia przy pobieraniu pokarmu w nieustannym ruchu, wskutek czego musi wytwarzać połączenia bądź z lewą, bądź z prawą stroną jelita i rzeczą przypadku jest, która z tych pozycji przelyku zostaje utrwaloną.

Ramiona tylne jelita uchodzą do tego wspólnego pnia jelitowego — o ile można sądzić z większości skrawków — nieco na przodzie w stosunku do przelyku. Szczegółowa i dokładna rekonstrukcja tej okolicy jelita o tyle jest trudną, że ułożenie poszczególnych, niezmiernie ruchliwych narządów w znacznym stopniu zależy od chwilowej pozycji, lub też od przepelnienia przez pobrany pokarm, wobec czego nie możemy odtworzyć dokładnie ich wzajemnego stosunku.

Bądź co bądź wyżej opisany ustrój wspólnego dla wszystkich czterech ramion jelitowych krótkiego łożyska staje się tem bardziej zrozumiałą, o ile staniemy na gruncie teorii Lang'a, wywodzącej

jelito *Triclada* od jelita u *Polyclada*, ponieważ istotnie taki silnie wykształcony wspólny pień jelitowy mógłby być uważany za pozostałość głównego (środkowego) jelita u *Polyclada*. Jakichkolwiek odrębnych cech histologicznych, któreby odróżniały ten odcinek od innych części narządów pokarmowych, dostrzedz nie mogłem.

Przechodząc do ogólnej topografii ramion jelitowych, a specjalnie do ułożenia i ilości poszczególnych gałązek i wypukleń („*culs de sacs*“) musimy zaznaczyć, że należą one (według terminologii Graffa) do rodzaju „widlastych“ i najbardziej przypominają rozgałęzienia jelitowe u *Rhynchodemus* sp. (1, str. 2817, fig. 55). Używając zaś do oznaczenia ich liczb wzoru, pospolicie w tych razach stosowanego, możemy wyrazić go w postaci: 36. 2(23), 36, gdzie pierwsza i ostatnia z cyfr odnoszą się do obu ramion tylnych, podczas gdy liczba środkowa dotyczy ramion średnich. Liczby te podają tylko najczęściej napotykanne ustosunkowania, gdyż u poszczególnych okazów mogą one ulegać wyraźnym wahaniom indywidualnym.

Wpukleń zwróconych do przestrzeni międzyjelitowej, a więc zawartych pomiędzy obu ramionami jelita, u *Amblyplana tetracleada* zupełnie nie napotykamy, z wyjątkiem miejsc, w których tworzą się krótkie połączenia (anastomozy) pomiędzy lewymi i prawymi ramionami jelita, występujące u *Amblyplana tetracleada* w ilości 1—2 w przedniej części ciała i 4—5 w części tylnej (ryc. 1c). Ponadto w samym końcu ciała ramiona tylne bardzo często całkiem są ze sobą połączone — zjawisko dość rozpowszechnione i u innych wirków. Połączenia podłużne pomiędzy z kolei ułożonymi wypukleniami w kierunku przednio-tylnym, spotyka się, ale są one dość rzadkie.

W części przedniej przed ostatecznym rozdzieleniem się na dwa łożyska jelito tworzy t. zw. jelito główowe, szeroko rozgałęzione i składające się z znacznej liczby poszczególnych wypukleń — do 10 z każdej strony. Rekonstrukcja podana na ryc. 1c nie może tego przedstawić, gdyż jest robioną w jednej płaszczyźnie.

Różnice co do ilości wypukleń występują także przy porównaniu ramion przednich i tylnych; podczas gdy w przednich częściach jelita są one bardziej płaskie, a ilość bocznych gałązek nieprzekracza 1—2, części tylne są grubsze, a ilość wypukleń bocznych ze wtórnymi częstokroć rozwidleniami dochodzi do 4—5, jak o tem można sądzić z załączonych w tekście rysunków: 3, 4, 5 (str. 321).

Pod względem budowy histologicznej jelito nie wykazuje żad-

nych odrębnych cech w porównaniu z budową opisaną wogóle dla tego rodzaju. Komórki jelitowe trawienne, jak widać z rycin 15, posiadają kształt wysokich, przepelnionych wodniczками kolbek, które mogą po ukończeniu procesu asymilacji odrywać się wraz z otoczką plazmatyczną od reszty nabłonka i uchodzić następnie na zewnątrz. Podobny proces przypomina zjawisko w innym miejscu przezemnie opisane, w komórkach chloragogenowych jelita u niektórych gatunków z rodziny *Sipunculidae* i stanowi jeden z bardziej prymitywnych sposobów wydzielania wogóle (patrz 27, 913).

Specjalnych gruczołów jelitowych, opisanych przez Minota (cyt. według Graffa), jako „Körnerkolben“ nie stwierdziłem. Nie zauważyłem również jakichkolwiek różnic w budowie komórek w przednich i tylnych ramionach jelita, wobec czego trudno powiedzieć cośkolwiek o różnicach fizjologicznych, jakie bezwątpienia muszą zachodzić pomiędzy nimi. W obu razach są one zupełnie jednakowe, przepelnione pokarmem i silnie nabrzmiące.

Ponadto w bardziej głębokich częściach komórek jelita napotykałyśmy często okrągłe, zwykle bardzo silnie zabarwione cysty jakiegos nie dającego się bliżej oznaczyć pasożytnego pierwotniaka.

Własnych mięśni jelitowych, w mięszu jego ścianek zawartych, *Amblyplana tetracladea* — o ile sądzić można ze skrawków — nie posiada i wszystkie dochodzące doń należą do mięśni parenchymatycznych.

11. Inne systemy narządów.

Pozostałym systemom narządów, które bądź całkiem nie mogły być zbadane, bądź nie wykazywały znacznych różnic w porównaniu z typowymi cechami danego rodzaju, mogę poświęcić tylko słów kilka.

Tak więc system wydzielniczy, wskutek zastosowania zwykłych metod utrwalenia, nie mógł być zupełnie wykryty, narządy płciowe nie były wcale rozwinięte, a system nerwowy posiada budowę zupełnie typową dla całej rodziny *Rhynchodemidae*: w części głowowej znajdujemy obszerny i zwarty w sobie mózg, otoczony znaczną ilością komórek zwojowych i mający na skrawkach poprzecznych przekrój okrągły. W dalszych częściach ciała mózg ten rozdziela się na dwa samodzielne pnie brzuszne, połączone zapomocą wią-

zadeł prawie na całej przestrzeni ich przebiegu aż do samego końca ciała, gdzie na pewnej przestrzeni zyskują zupełną samodzielność. Zarówno mózg, jak i pnie nerwowe wysyłają do różnych narządów gałązki nerwowe, których szczegółowej topografii nie mogłem wyśledzić.

Pozatem bezpośrednio pod workiem skórno-mięśniowym znajdujemy nieznaczny okrężny splot nerwowy, który w pewnych miejscach zdaje się rozluźniać lub nawet całkiem zanika.

Z narządów zmysłowych zasługują na uwagę i jedynie są wykształcone oczy w ilości jednej pary na przednim końcu ciała, ułożone w pobliżu mózgu i bezpośrednio pod nabłonkiem. Co do swej budowy, to tak samo nie wykazują one jakiegokolwiek różnic w porównaniu z innymi gatunkami tego rodzaju i należą do typu oczu siatkówkowych (t. zw. „Retinaugen“ według Graffa), wobec czego specjalnie ich nie opisuję.

Diagnoza.

Streszczając powyżej podane wyniki moich badań, mogę podać następującą charakterystykę gatunkową *Amblyplana tetracladea*: jest to wirek lądowy ze środkowej Afryki, należący do rodziny *Rhynchodemidae*, od 8—16 mm długi i wyróżniający się z pośród innych gatunków tego rodzaju następującymi cechami:

- 1) jednolitem ciemno-szaro-brunatnym zabarwieniem,
- 2) pozycją otworu ustnego na stronie brzusznej w odległości $\frac{1}{3}$ długości całego ciała od przedniego końca,
- 3) charakterystycznym ułożeniem migawek na stronie brzusznej z dążeniem do koncentracji ich na końcach ciała,
- 4) niezagłębionym nabłonkiem na powierzchni ciała,
- 5) całkowitym brakiem rhabdytów i ułożeniem ramnitów i chondrocyt jedynie tylko w komórkach nabłonka grzbietowego,
- 6) niezmiernie słabym wykształceniem worka skórno-mięśniowego, specjalnie zaś dwóch jego warstw mięśni skośnych, jakoteż prawie całkowitym brakiem poprzecznych włókien w mięśniach parenchymatycznych,
- 7) wybitnie rozwiniętym mięśniem retraktorem przedniej części ciała,
- 8) nadzwyczaj obfitym rozwojem warstwy komórek „wolnych“ w parenchymie i ich odrębną budową,

9) przewagą cyjanofilnej fazy w gruczołach, względnie samych gruczołów cyjanofilnych,

10) czteroramieniem jelitem, tworzącym krótkie połączenia (anastomozy), tak pomiędzy przednimi jak i pomiędzy tylnymi ramionami; ilość gałązek jelitowych na każdej z nich wyraża się wzorem: $36, \frac{2}{23}, 36$.

11) istnieniem w worku przełykowym specjalnej ślepo zakończonej zatoki i charakterystyczną budową gruczołów, w niej umieszczonych.

Objaśnienie rysunków na tab. 3.

Wszystkie rysunki zostały wykonane przy pomocy aparatu rysunkowego Zeissa.

Znaczenie liter.

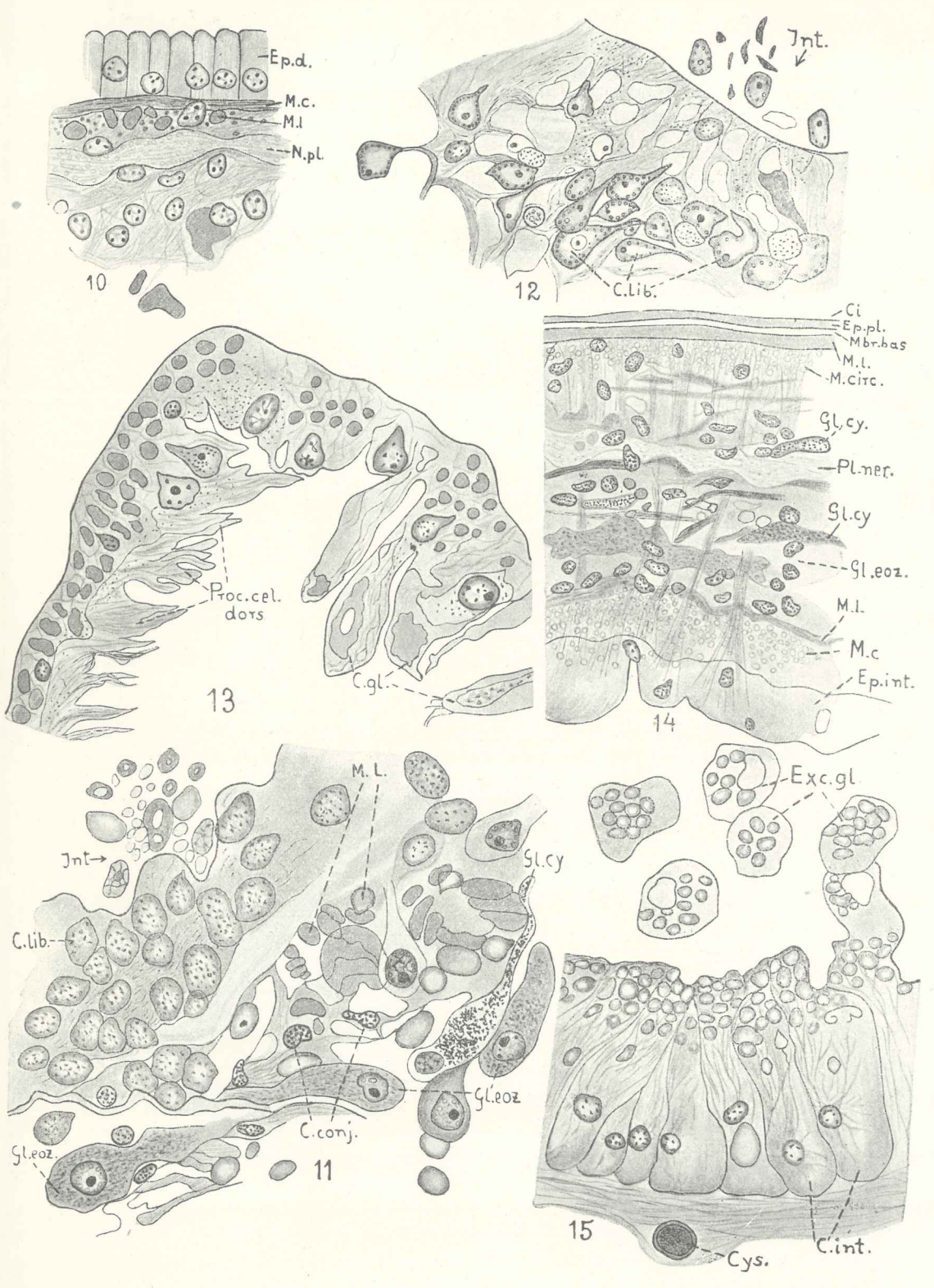
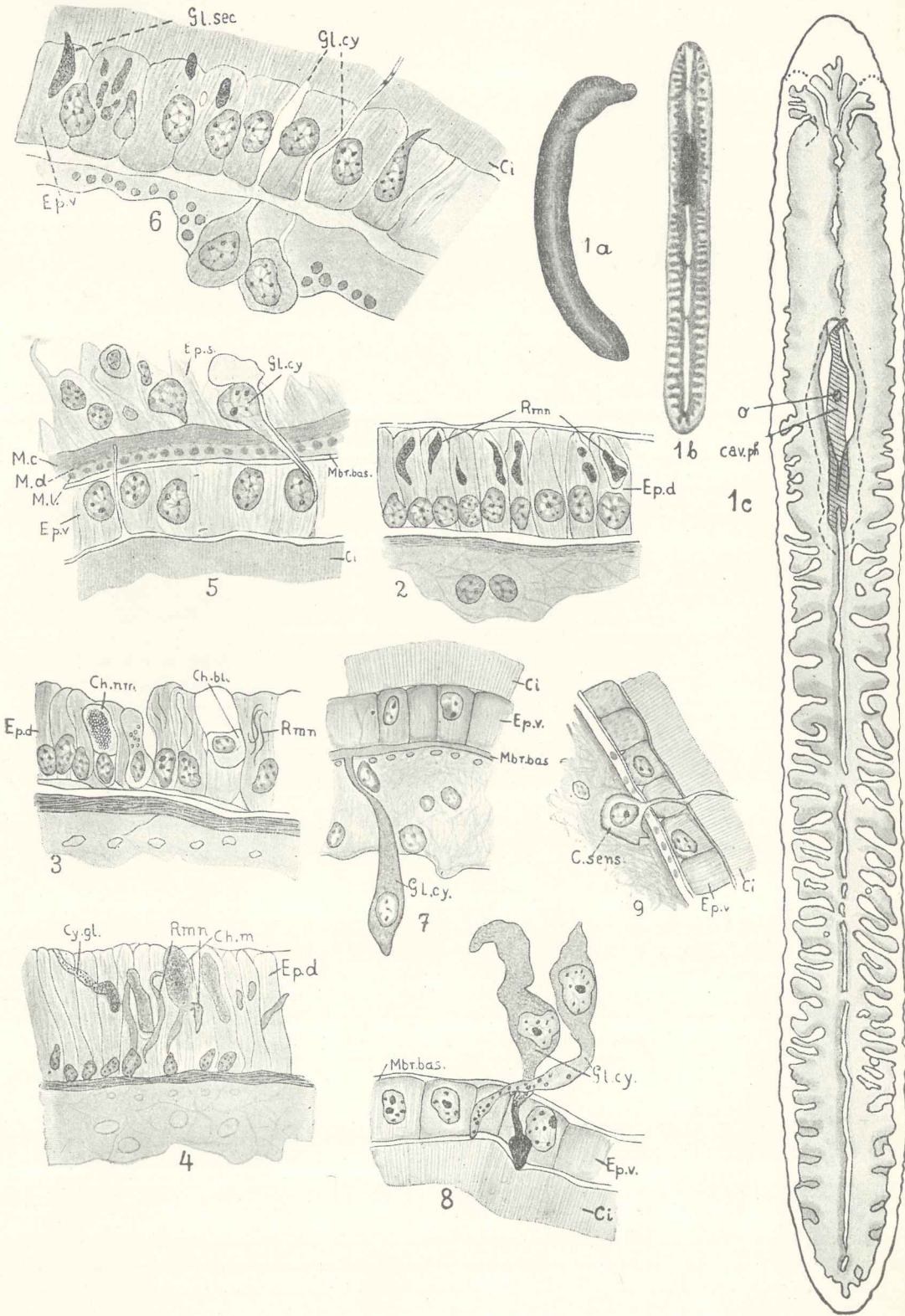
C. conj. — komórki tkanki łącznej.	Ep. s — komórka zagłębionego nabłonka.
C. gl. — komórki gruczołowe.	Gl. cy. — gruczoły cyjanofilne.
C. lib. — komórki „wolne“ parenchymy.	Gl. e. oz. — gruczoły eozynofilne.
C. sens. — komórka czuciowa.	glb. — exc. ziarenka wydzielin.
Chc. nm. — chondrjocysta niedojrzała.	Int. — jelito.
Chc. m. — chondrjocysta dojrzała.	M. c. — mięśnie okrężne.
Chc. bl. — chondrjoplast.	M. l. — mięśnie podłużne.
Ci. — migawki nabłonka.	M. d. — Mięśnie skośne (przekątniowe).
Cys. — cysta.	Mbr. bas. — błonka podstawowa.
Ep. d. — nabłonek grzbietowy.	N. pl. — splot nerwowy podskórny.
Ep. v. — nabłonek brzuszny.	Proc. cel. d. — wyrostki komórek nabłonka grzbietowego.
Ep. in. — wewnętrzny nabłonek przełyku.	Rmn. — ramnity.
Ep. pl. — blaszka nabłonkowa przełyku.	

Ryc. 1. *Amblyplana tetracladea* n. sp. zwierzę całkowite, widziane: a) z góry i z boku w alkoholu, b) ze strony brzusznej, w ol. cedr., pow. $\times 8$. c) zmniejszona 4/8 razy rekonstrukcja graficzna. Rekonstrukcja ta była sporządzona w sposób następujący: każdy z nieprzerwanej serii skrawków rozpatrywany pod okularzem mikrometrycznym nr. 3 i obiektywem 7.5 Krausa rzucało w ten sposób na jedną płaszczyznę kratkowanego papieru o milimetrowej podziałce, że każdy skrawek 7.5 μ grubości zajmował 1 mm podziałki na długość. Wewnętrzne wysepki, względnie pasemka białe oznaczają przestrzeń pomiędzy jelitami, wypełnioną tkanką łączną. Linja kropkowana zewnętrzna oznacza rzut worka przełykowego, wewnętrzna zaś przestrzeń zakreskowana — wnętrze przełyku. Zewnętrzna ścianka przełyku nie jest przedstawiona. O — zewnętrzny otwór ustny, cav. ph. — wnętrze przełyku.

Ryc. 2. Nabłonek grzbietowy Hematoka-eozyna. Imm. Zeissa 1/12'' ok. 4.

Ryc. 3. Nabłonek grzbietowy, przekrój poprzeczny. Hematoksylina Heidenhaina-pikrofuksyna. Imm. Zeissa 1/12'', ok. 4.

Ryc. 4. Nabłonek grzbietowy, przekrój poprzeczny. Hematoksylina — eozyna. Imm. Zeissa 1/12'', ok. 4.



Ryć. 5. Nabłonek brzuszny, przekrój strzałk. Hematoks. Heidenhaina-pikrofuksyna. Imm. Reicherta 1/12'', ok. 4.

Ryć. 6. Nabłonek brzuszny, przekrój poprzeczny. Hematoks. Heidenhaina-pikrofuksyna. Imm. Reich. 1/12'', ok. komp. 12.

Ryć. 7. Nabłonek brzuszny, przekrój strzałkowy. Hematoks. Heidenhaina pikrofuksyna. Imm. Zeissa 1/12'', ok. 4.

Ryć. 8. Nabłonek brzuszny, przekrój strzałkowy. Hematoks.-pikrofuks. Imm. Zeissa 1/12'', ok. 4.

Ryć. 9. Nabłonek brzuszny, przekrój strzałkowy. Hematoks. Heidenhaina-eozyna. Imm. Zeissa 1/12'', ok. 4.

Ryć. 10. Nabłonek grzbietowy, przekrój poprzeczny. Hematoks. eozyna. Imm. Zeissa 1/12'', ok. 4.

Ryć. 11. Parenchyma i jelito, przekrój poprzeczny. Hematoks. Heidenhaina-pikrofuksyna. Imm. Zeissa 1/12'', ok. Komp. 12.

Ryć. 12. Parenchyma i jelito. Hematoks. Heidenhaina.-pikrofuks. Imm. Zeissa 1/12, ok. 4.

Ryć. 13. Ślepa zatoka w worku przełykowym, przekrój strzałkowy. Hematoks. Heidenhaina. pikrofuksyna. Imm. Zeissa 1/12, ok. 4.

Ryć. 14. Przełyk, przekrój strzałkowy Hematoks.-eozyna. Imm. Zeissa 1/12, ok. 4.

Ryć. 15. Jelito, przekr. poprzecz. Hematoks.-pikrofuks. Imm. Zeissa ok. 4.

Spis literatury.

1. L. von Graff. Turbellaria: *Acoela*, *Rhabdocoela* und *Triclada*, Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs Bd. IV. 1 Abt. Leipzig 1904—1908—1914, 1 — bis 144 Lieferung.
2. — Monographie der Turbellarien. *Tricladida terricola*, Leipzig. 1899.
3. P. Hallez: Morphogenie générale et les affinités des turbellaries. Travaux et Memoires des Facultés de Lille 1892, t. II, mémoire 9.
4. Nils van Hofsten: Studien über Turbellarien aus dem Berner Oberland. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 85, 1906.
5. Luther A. Die Eumezostomiden. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 77, 1904.
6. — Studien über die acoele Turbellarien aus dem Finnischen Meerbusen. Acta Soc. pro fauna et flora fennica. Vol. 36. Nr. 5, 1912.
7. Mell C.: Die Landplanarien der Madagassischen Subregion. Abhandl. der Senkenb. Nat. Gesellsch. Bd. 27, 1902.
8. — Die von O. Neuman in Nord-Afrika gesammelten Landplanarien. Zool. Jahrb. Abt. System. Geogr. und Biol. Bd. 20. 1904.
9. Veydowsky F.: Note sur une nouvelle Planaire terrestre (*Microplana humicola* n. g. n. sp.). Extrait de la Revue Biologique du Nord de la France. Tome II. 1889—1890.
10. — Zur Vergleichenden Anatomie der Turbellarien. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 60, 1895.
11. Sabussow H.: Über Körperbau von *Planaria wytegrensis* n. sp. aus der Gegend des Onega-See. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. 23 Bd. 1907.

12. Sabussow H.: Rjabuschinskaja Schmidti, nowyj wid i rod *Tricladida Pa-ludicola* iz Kameczatki. Rusk. Zool. Žurnał. T. I, wyp. 9/10, 1916.
 13. Wilhelmi J.: Tricladen. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, XXXII. Monographie, 1909.
 14. Boehmig L.: Tricladen-Studien II *Tricladida maricola* Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 81, 1906.
 15. Steinmann P.: Untersuchungen an neuen Tricladen. Zeit. f. wiss. Zool. 93, Bd. 1909.
 15. Doerler A.: Neue wenig bekannte rhabdocöle Turbellarien. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 68, 1900.
 17. Ijima J. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungs-Geschichte der Süßwasserdendrocölen (Tricladen). Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 40, 1884.
 18. Rina Monti: Sul sistema nervosa dei dendrocoeli d'acqua dolce (nota prima) Arch. Ital. biol. T. 27, 1897.
 19. von Kennel J.: Untersuchungen an neuen Turbellarien. Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ontog. Bd. 36. 1888—1889.
 20. Moseley H. N.: On the anatomy and Histology of the land Turbellarien. Royal Soc. of London, 1874.
 21. Keller J.: Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Süßwasser Turbellarien. Jen. Zeit. f. Naturwiss. 28 Bd. 1894.
 22. Weiss A. Beiträge zur Kenntnis der australischen Turbellarien. Zeit. f. Wiss. Zool. 94, 1910.
 23. Korotneff: Die Planarien des Baikalsees (Tricladen) Wiss. Erg. ein Zool. Exped. nach dem Bajkalsee. 1912.
 24. Dendy A.: The Anatomy of an Australian Land-Planarien. Transact. R. S. Victoria. 1889.
 25. Woodworth W. M.: Contribution to the morphology of the Turbellaria. I. On the structure of *Phagocata gracilis* Leydy. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. XX. Nr. 1. Cambridge 1891.
 26. Chichkoff G.: Recherches sur les Dendrocoeles d'eau douce (Triclades) Arch. de Biologie T. 12. 1892.
 27. Wilczyński J.: Über die Excretorische Tätigkeit des Hinterdarmes bei Sipunculiden. Bull. Intern. Acad. des Sc. de Cracovie, 1913.
 28. — Über die Excretionsvorgänge bei dem Mänschen von *Bonellia viridis* Roland. Ibid. 1914.
 29. — Przyczynek do filogenji wirków. Sprawozd. Pol. Tow. Nauk. w Kijowie. Nr. 1.
-

O wydalaniu kreatyniny w moczu przez zwierzę przeżuwające.

Napisali

F. Rogoziński i T. Rysiakiewicz.

Rzecz przedstawiona przez członka St. Bądzińskiego na posiedzeniu Wydziału matematyczno-przyrodniczego dnia 6 lutego 1922 r.

Jakkolwiek obecność kreatyniny w normalnym moczu stwierdzono przed laty już blisko osiemdziesięciu, to w badaniach nad wymianą materji u zwierząt nie odgrywała ona do ostatnich czasów większej roli. Dopiero klasyczne badania nad składem moczu ludzkiego, przeprowadzone w roku 1905 przez Folina, zwróciły na nią szczególną uwagę badaczy. Folin badał mocz ludzi, którzy w pożywieniu otrzymywali bardzo różną ilość białka; djeta we wszystkich przypadkach była ściśle beźmięśna. Okazało się, że ogólna ilość azotu w moczu zmienia się równoległe z ilością białka podanego w pożywieniu; natomiast zawartość kreatyniny w moczu danego osobnika pomimo zmian w djecie pozostaje prawie dokładnie stała. Folin sformułował to zachowanie się kreatyniny w następujący sposób: absolutna ilość kreatyniny wydalanej w moczu przy djecie beźmięśnej jest wielkością stałą, różną dla różnych osobników, lecz zupełnie niezależną od zmian w całkowitej ilości wydanego azotu. Na tem zachowaniu się kreatyniny i niektórych innych składników moczu — jak siarka obojętna i do pewnego stopnia kwas moczowy — oparł Folin (1) swą teorię wymiany białka. Rozróżnia on w ustroju zwierzęcym dwie formy tej wymiany, zasadniczo niezależne od siebie i całkowicie różne. „One kind is extremely variable in quantity, the other tends to remain constant. The one kind yields chiefly urea and inorganic sulphates, no kreatinin, and pro-

bably no neutral sulphur The other, the constant katabolism, is largely represented by kreatininu and neutral sulphur, and to a less extent by uric acid and ethereal sulphates". Pierwszą nazywa Folin „exogenous, intermediate metabolism“, drugą zaś „tissue, endogenous metabolism“. W myśl tych poglądów Folina ilość kreatyniny wydalanej w moczu byłaby miarą stałego, nieuchronnego rozkładu substancji zwierzęcej — rozkładu, który według Folina stanowi prawdopodobnie zasadniczą część czynności, różniących żywe komórki od martwych.

Spostrzeżenia Folina i wnioski na nich oparte wywołały zrozumiałe zainteresowanie; pojawił się liczny szereg prac, których celem było zbadanie wydalania kreatyniny przez różne zwierzęta w rozmaitych warunkach odżywiania. Jeżeli poglądy Folina są słuszne, musimy *a priori* spodziewać się w wydalaniu kreatyniny przez rozmaite wyższe zwierzęta następujących dwu zależności: 1) ilość kreatyniny wydalanej na jednostkę wagi ciała, a ściślej biorąc na jednostkę masy czynnych tkanek ciała powinna być u zwierząt tego samego gatunku mniej więcej podobna; 2) przy każdej racji wystarczającej pod względem energetycznym, a nie zawierającej ani kreatyniny, ani kreatyny, wydalanie kreatyniny przez dane zwierzę powinno być jednakowe, bez względu na to, ile białka ta racja zawiera. Cały nadmiar białka zawarty w pożywieniu przyczyniać się winien tylko do powiększenia wymiany zmiennej, pośredniej, musi zaś pozostać bez wpływu na wymianę stałą, tkankową.

Spostrzeżenia Folina zostały w zupełności potwierdzone przez liczne badania wielu autorów, jak Benedict, Koch, Closson, van Hoogenhuyze i Verploegh, Riesser i wielu innych. W doświadczeniach na ludziach, psach i królikach stwierdzono w niewątpliwy sposób stałość w wydalaniu kreatyniny w moczu i jej niezależność od ilości białka zawartego w pożywieniu.

Według słów Riessera (2): „Diese außerordentlich wichtige Entdeckung Folin's ist von allen nachfolgenden Untersuchern bestätigt worden und darf heute als eine feste Grundlage unseres Wissens gelten“.

Z punktu widzenia fizjologii porównawczej było rzeczą bardzo ciekawą, czy te fakta można uogólnić; czy u większych zwierząt roślinożernych, a w szczególności u przeżuwaczy, istnieje zależność tego samego rodzaju, jak zaobserwowana przez Folina u czło-

wieka. Badania w tym kierunku są dotychczas bardzo nieliczne. W 1910 roku pojawiła się praca Prayona (3), której przedmiotem były oznaczenia kreatyniny w moczu zwierząt roślinożernych. Metoda obrana przez autora kryje jednak w sobie dwa zasadnicze źródła błędów, które pozbawiają wyniki pracy niemal wszelkiej wartości. Z jednej strony autor ilość kreatyniny znalezionej w małej próbce moczu przelicza na ogólną ilość moczu dziennego, przyjmując w sposób zupełnie dowolny, że ta ilość wynosi 6 litrów dla ogiera, 5 dla wałacha i klaczy, 9 dla byka i wołu, 8 dla krowy, 7 dla jałówki, wreszcie pół litra dla owcy i kozy. Obliczenie w ten sposób ilości kreatyniny wydalanej w ciągu dnia nie może mieć oczywiście pretensji do ścisłości.

Ważniejszy bodaj jeszcze jest drugi błąd, w który autor popadł. W swych oznaczeniach kreatyniny opierał się on na barwnej reakcji Jaffego, którą posługuje się i Folin w swej metodzie. W przeciwieństwie do Folina, Prayon obchodził się jednak bez kolorymetru. Zadawszy badaną próbkę moczu kwasem pikrynowym i ługiem, rozcieńczał ją prosto wodą aż do zrównania barwy z barwą pół-normalnego roztworu dwuchromianu potasowego. Z ilości dodanej wody obliczał dalej zawartość kreatyniny w moczu pierwotnym. Otóż z licznych badań nad metodą kolorymetryczną Folina wiemy, że daje ona dokładne wyniki tylko przy najściślejszym przestrzeganiu szeregu przepisów i ostrożności. Tego wszystkiego Prayon zaniedbał i dlatego wyniki jego są obciążone mnóstwem błędów, których wielkości nie można nawet w przybliżeniu ocenić. Dlatego też gdy autor stwierdza, że obserwował znaczny, do 100% dochodzący wzrost kreatyniny w moczu końskim i bydłowym w tych dniach, gdy karma była bogatsza w białko, nie możemy tych wyników zupełnie sprzecznych z teorią Folina uznać za przekonujące.

Następny autor, który zajmował się oznaczeniami kreatyniny w moczu zwierzęcym, Knödler (4), posługiwał się w swych oznaczeniach uproszczonym kolorymetrem Autenrietha i Königsbergera, używał do oznaczeń małych próbek moczu i przeliczał znaną ilość kreatyniny na 1 litr moczu. Co do ilości kreatyniny wydalanej przez badane zwierzęta w ciągu doby badania Knödlera nie dają zatem żadnej wskazówki. Z wyników tej pracy dwa zasługują na uwagę: z jednej strony ogromne różnice w zawartości kreatyniny w różnych próbkach moczu nawet tego samego

zwierzęcia. Na tej podstawie autor śmiało przeciwstawia swe wyniki obserwacjom Folina na człowieku twierdząc, że w moczu zwierzęcym w przeciwieństwie do ludzkiego zawartość kreatyniny nie jest stała.

Drugi fakt, który zasługuje na podkreślenie, ale który zarazem budzić musi najpoważniejsze wątpliwości, to ogromna ilość kreatyniny, którą Knödler znajdował w moczu zwierzęcym. Podaje on jako przeciętne ilości na litr moczu: dla konia 3.98 g, dla bydła 4.78 g, dla świni 4.26 g, dla psa 0.74 g. Przyjmując za Prayonem przeciętną ilość moczu dziennego dla krowy na 8 litrów, znaleźlibyśmy w moczu dziennym przeszło 38 g kreatyniny, co jest liczbą zupełnie nieprawdopodobną. Uprzedzając dalszy ciąg zaznaczymy tu mimochodem, że w szeregu badanych przez nas próbek moczu krowiego ilość kreatyniny wahała się w granicach od 525 mg do 912 mg na 1 litr; była zatem nierównie niższa od 3.4 g, które jako *minimum* podaje Knödler. Najłatwiej można by wyjaśnić nadmiernie wielką zawartość kreatyniny, jaką w moczu zwierząt różnych gatunków stale znajdował Knödler, przyjmując, że autor ten wskutek przeoczenia popełniał stale jakiś błąd metodyczny, prowadzący do powiększania wyników oznaczeń. Z tem przypuszczeniem nie daje się jednak pogodzić twierdzenie autora, że w licznych próbkach moczu kontrolował wyniki oznaczeń kolorymetrycznych przez oznaczenia wagowe kreatyniny metodą Sal-kowskiego i Folina oraz Zantla. Autor nie podaje przytem sposobu, w jaki postępował; nie podaje też żadnych liczbowych danych analitycznych, lecz stwierdza tylko z naciskiem, że ilości kreatyniny oznaczone wagowo zgadzały się aż do trzeciego miejsca dziesiątego ze znalezionymi kolorymetrycznie.

Musi to wzbudzić pewne zdziwienie, gdy się zważy, że wszyscy badacze, którzy zajmowali się tym przedmiotem, zgodnie twierdzą, że oznaczenia wagowe kreatyniny dają zawsze wyniki niższe od kolorymetrycznych, wskutek nieuniknionych strat podczas przeróbki.

Od obu omówionych rozpraw różni się dodatnio praca Münzera (5). Autor przeprowadził w niej przedewszystkiem dowód, że w moczu końskim i bydłecym znajduje się istotnie kreatynina, którą wyosobnił w postaci połączenia jej z chlorkiem cynku; przekonał się dalej, że w moczu tych zwierząt niema innych połączeń, dających z kwasem pikrynowym w alkalicznym roztworze barwną reakcję, że zatem metoda kolorymetryczna Folina może tu być

zastosowana, podobnie jak w moczu ludzkim. Münzer analizował małe próbki mozeu i posługiwał się kolorymetrem Autenrietha i Königsbergera; obok kreatyniny oznaczał on mocznik i indykan. Wyniki obliczał w gramach na litr moczu. Oto wyniki tych oznaczeń:

Ilość kreatyniny w litrze moczu u:

konia	1.94 g	(0.82—3.5)
świni	1.49 „	(1.02—2.7)
owcy	1.44 „	(0.94—1.73)
bydła	1.12 „	(0.47—1.92)
kozy	0.38 „	(0.12—0.47)

Znaczne wahania zawartości kreatyniny w moczu w obrębie tego samego gatunku są zupełnie zrozumiałe, gdy chodzi o małe, dorywczo brane próbki moczu. Wszak koncentracja moczu zmienia się w szerokich granicach zależnie od ilości pobranej wody, szybkości z jaką odbywa się wydzielanie i t. d.

Wspomniane powyżej nasze oznaczenia kreatyniny w moczu krowim zgadzają się z danymi Münzera. Praca Münzera, jakkolwiek stanowi cenny przyczynek do kwestji wydalania kreatyniny przez zwierzęta domowe, nie daje jednak odpowiedzi na żadne z dwu pytań, które postawiliśmy na wstępie: czy ilość kreatyniny wydanej przez zwierzę przeżywające jest wielkością stałą dla danego osobnika, i czy ta ilość jest niezależna od ilości białka podanego w pożywieniu. Aby te dwa zagadnienia rozwiązać, postanowiliśmy przeprowadzić serję ścisłych doświadczeń na baranie. Skop, poddany doświadczeniu, był całkowicie wyrośnięty i miał przeszło dwa lata; w początku doświadczenia ważył 39 kg. Przez cały czas trwania doświadczenia trzymano go w klatce i zbierano ilościowo odchody ciekłe i stałe, w sposób opisany już poprzednio (6). W moczu oznaczano codziennie azot ogólny metodą Kjeldahla oraz kreatyninę według Folina, posługując się przytem kolorymetrem systemu Duboscq'a, oraz zachowując ściśle podane przez Folina przepisy. W kale z każdego okresu doświadczenia oznaczano azot według Kjeldahla. Każdy okres doświadczenia trwał tydzień. Żywienie w różnych okresach było różne. Normowano je w taki sposób, aby ogólna wartość energetyczna podanej karmy była w porównywanych okresach jednakowa i żeby conajmniej pokrywała potrzeby pokarmowe zwierzęcia. Natomiast ilość białka podawanego starano się przez odpowiedni dobór pasz zmieniać w obrębie tej ogólnej war-

tości energetycznej w dosyć szerokich granicach. Unikaliśmy jednak przesady w ilości skarmianego białka, nie chcąc stwarzać warunków odżywiania zbyt odlegających od normalnych.

W czasie doświadczenia skarmiano następujące pasze: siano łąkowe, słomę owsianą, suszone kartofle, otręby żytnie i lnianą mączkę ekstrakcyjną. W zamieszczonej poniżej tabelicy I podana jest analiza tych pasz, którą robiono według ogólnie przyjętych metod, przyczem każdy składnik oznaczano podwójnie. Każda liczba w tabelicy jest więc przeciętną z dwu zgodnych oznaczeń.

TABLICA I.

Nazwa paszy:	Woda	Białko surowe	Białko właściwe	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	Substancje wyciągowe bezazotowe	Popiół surowy
siano łąkowe	8.79	12.86	11.47	2.47	21.67	45.98	8.23
słoma owsiana	9.85	2.22	1.81	1.48	44.53	36.45	5.47
kartofle suszone	14.73	6.47	5.40	0.26	2.32	72.66	3.56
otręby żytnie	12.80	14.04	12.54	2.99	10.79	51.98	7.40
mączka lniana	11.92	29.28	26.57	2.93	15.43	32.01	8.43

Jeżeli porównamy zawartość składników surowych w naszych paszach z przeciętnymi, podanymi dla podobnych pasz w tablicach Kellnera, przekonamy się, że zgodność naogół jest bardzo dobra; uważaliśmy wobec tego, że mamy prawo obliczać także ich wartość skrobiową na podstawie przeciętnych danych, zawartych w tablicach. Samodzielnego obliczenia wartości skrobiowej przeprowadzić nie mogliśmy, nie mając ścisłych danych co do strawności rozmaitych składników, zawartych w naszych paszach. Natomiast zawartość azotu w paszy obliczaliśmy zawsze w sposób ścisły, na podstawie własnych analiz.

W tabelicy II podane są racje dzienne skarmiane w różnych okresach doświadczenia.

Do karmy dodawano przez cały czas trwania doświadczenia po 5 g czystego chlorku sodowego dziennie.

TABLICA II.

Nazwa paszy:	Okresy doświadczenia						
	1	2	3	4	5	6	7
siano łąkowe	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g	500 g	—
słoma owsiana	250 „	250 „	250 „	250 „	250 „	—	500 g
kartofle suszone	150 „	—	—	300 „	100 „	70 „	340 „
otręby żytnie	75 „	300 „	75 „	—	300 „	—	—
mączka lniana	—	—	150 „	—	—	200 „	—

Wartość skrobiowa racji karmowych w różnych okresach doświadczenia oraz zawartość azotu w tych racjach przedstawia się w następujący sposób:

Okresy doświadczenia:

	1	2	3	4	5	6	7
Wartość skrob. w g	275·8	273·7	265·3	348·4	345·5	360·9	329·1
Zawartość azotu w g	9·282	12·770	14·765	9·155	13·805	20·455	5·269

Jak widać z powyższego zestawienia, w pierwszych trzech okresach wartość skrobiowa, będąca wyrazem ogólnej energetycznej wartości karmy, była prawie ściśle jednakowa. Karma odpowiadała w tym czasie skromnie obliczonej paszy bytowej. Ilość azotu w karmie wzrastała, poczynając od 9·3 g dziennie w pierwszym okresie, do 14·8 g w trzecim. W następnych trzech okresach podnieśliśmy wartość skrobiową karmy tak, aby stworzyć warunki żywienia obfitego. Wartość skrobiowa w 4, 5 i 6 okresie była znowu prawie ściśle jednakowa; ilość azotu wzrastała z 9·2 g dziennie w czwartym okresie do 20·5 g w szóstym. Wreszcie w okresie 7, który trwał tylko trzy dni, obniżyliśmy bardzo znacznie ilość azotu, zostawiając wartość skrobiową prawie bez zmiany. Przerwaliśmy w tym punkcie doświadczenie, ponieważ ilość moczu zaczęła się bardzo silnie zmniejszać; stwarzało to komplikację, która utrudniała porównanie wyników z wynikami uzyskanymi w poprzednich okresach. W doświad-

czeniu naszym zaczęto od 19. V. przyzwyczajając barana do przebywania w klatce; od 22. V. otrzymywał już rację karmową, ustaloną dla pierwszego okresu.

Dane co do ilości pobranej wody, wydalonego kału i moczu oraz co do zawartości azotu ogólnego i kreatyniny w moczu dziennym zestawione są za cały czas trwania doświadczenia w zamieszczonej na str. 79 tablicy III.

Przez cały czas trwania doświadczenia nie było żadnego widocznego zaburzenia wymiany. Pasza dzienna była zawsze zjadana w całości i z wielkim apetytem; kał miał stale normalny wygląd i konsystencję. Pobieranie wody było, jak widać z tablicy, w różnych okresach bardzo równomierne; przeciętna ilość wody pobranej dziennie wahała się od 1532 cm^3 (w pierwszym okresie) do 1853 cm^3 (w drugim okresie). Dosyć równomiernie odbywało się także wydalanie moczu, z wahaniami przeciętnych od 918 cm^3 dziennie w czwartym okresie do 1290 cm^3 w szóstym. Można tu obserwować zależność w tym kierunku, że w okresach, w których dawano karmę bogatszą w azot, objętość moczu była naogół większa. Zakłócenie w wydalaniu moczu nastąpiło dopiero w siódmym, trzydniowym okresie, gdy zaczęto dawać karmę bardzo ubogą w azot; objętość moczu zaczęła się tu zmniejszać bardzo gwałtownie.

Waga wydalanego kału wahała się w różnych okresach dosyć znacznie, oczywiście zależnie od zawartości składników niestrawnych w racji. W tablicy widać wyraźnie, jak pasza objętościowa oraz otręby żytnie podnoszą wagę kału. Należy tu podkreślić, że ponieważ całe doświadczenie było prowadzone jednym ciągiem, bez okresów przejściowych, wydaliny zebrane w każdym okresie nie odpowiadają ściśle paszy dawanej w tymże czasie. W ciągu pierwszych dni każdego okresu odbija się jeszcze wyraźnie wpływ paszy z okresu poprzedniego. Uważne rozpatrzenie liczb podanych w tablicy III prowadzi jednak do wniosku, że ten wpływ nie trwa zbyt długo. Ilość azotu w moczu np. ustala się w każdym okresie już najpóźniej w czwartym dniu.

Po tych ogólnych uwagach przechodzimy do rozpatrzenia zmian, jakie można zauważyć w ilości azotu i kreatyniny w moczu w różnych okresach. Przeciętna ilość azotu wydalanego dziennie w moczu wynosiła w pierwszych sześciu okresach doświadczenia:

okres	1	2	3	4	5	6
azot w g	4.648	6.491	8.038	3.662	5.854	11.042

TABLICA III.

Data	Woda w cm^3	Kał świeży w g	Objętość mocz w cm^3	N ogólny w 5 cm^3 mocz w mg	N ogólny w mocz dziennym w g	Kreatynina w 20 cm^3 w mg	Kreatynina w mocz dziennym w g
29. V.	1460	562	935	25.6	4.787	16.9	0.7901
30. "	950	493	665	32.6	4.336	20.8	0.6916
31. "	1695	541	1105	23.1	5.105	15.7	0.8674
1. VI.	1490	512	1030	21.7	4.470	15.2	0.7828
2. "	1665	529	950	23.7	4.503	16.9	0.8028
3. "	1705	528	1290	17.7	4.567	12.2	0.7869
4. "	1760	489	1125	21.2	4.770	14.6	0.8212
5. VI.	1850	588	1230	23.6	5.806	12.7	0.7811
6. "	1950	595	1290	26.1	6.734	12.4	0.7998
7. "	1905	666	985	31.9	6.284	14.3	0.7043
8. "	1910	699	1030	32.7	6.736	15.3	0.7880
9. "	1685	780	980	35.3	6.919	15.7	0.7693
10. "	1850	700	1065	30.6	6.518	14.9	0.7934
11. "	1820	759	875	36.8	6.440	16.2	0.7088
12. VI.	1865	636	1180	29.1	6.868	13.5	0.7965
13. "	1955	697	1000	38.2	7.640	14.3	0.7150
14. "	1860	603	1260	33.3	8.392	12.2	0.7686
15. "	1520	612	1050	40.1	8.421	14.1	0.7403
16. "	1865	564	975	42.7	8.326	15.3	0.7459
17. "	1815	583	1185	35.7	8.461	12.2	0.7229
18. "	1265	649	730	55.9	8.161	17.8	0.6497
19. VI.	1745	622	920	32.2	5.925	14.3	0.6578
20. "	1370	628	650	28.1	3.653	18.0	0.5850
21. "	1435	575	1065	17.5	3.728	14.5	0.7721
22. "	1710	580	840	17.5	2.940	16.8	0.7056
23. "	1620	632	750	19.9	2.985	18.5	0.6938
24. "	1675	653	870	18.6	3.236	16.3	0.7091
25. "	1850	573	1330	11.9	3.165	12.5	0.8312
26. VI.	1715	663	585	31.1	3.639	16.9	0.4943
27. "	1930	648	1000	29.3	5.860	15.8	0.7900
28. "	1875	719	1135	26.8	6.084	13.0	0.7378
29. "	1605	770	760	40.1	6.095	17.5	0.6650
30. "	1905	797	1005	30.7	6.171	16.0	0.8040
1. VII.	1960	758	1130	28.8	6.509	14.8	0.8362
2. "	1835	863	935	35.4	6.620	17.6	0.8228
3. VII.	1180	714	1310	29.5	7.729	10.2	0.6681
4. "	1975	499	965	52.1	10.055	16.2	0.7817
5. "	1510	453	1460	38.4	11.213	11.5	0.8395
6. "	1755	444	1040	56.4	11.731	15.5	0.8060
7. "	1760	490	1220	50.2	12.249	11.7	0.7137
8. "	1930	469	1505	39.1	11.770	10.7	0.8052
9. "	1955	455	1530	41.0	12.546	11.2	0.8568
10. VII.	1950	444	1160	31.6	7.331	14.5	0.8410
11. "	1435	560	515	33.3	3.430	30.6	0.7880
12. "	1550	615	480	24.3	2.333	26.7	0.6408

Dokładniejszy obraz zmian otrzymamy, jeżeli dla wykluczenia wpływu żywienia w okresie poprzedzającym weźmiemy przeciętne tylko z czterech ostatnich dni każdego okresu; będziemy mieli:

okres	1	2	3	4	5	6
azot w g	4·578	6·653	8·342	3·081	6·349	12·074

W ciągu pierwszych trzech okresów, przy żywieniu szczupłym uzyskaliśmy zatem wzrost azotu w moczu z 4·6 g na 8·3 g; w ciągu następnych trzech okresów, przy żywieniu obfitem — wzrost z 3 g na 12 g.

Jeżeli w podobny sposób zestawimy przeciętne dla kreatyniny w każdym okresie, to otrzymamy, biorąc za podstawę obliczenia okresy całkowite:

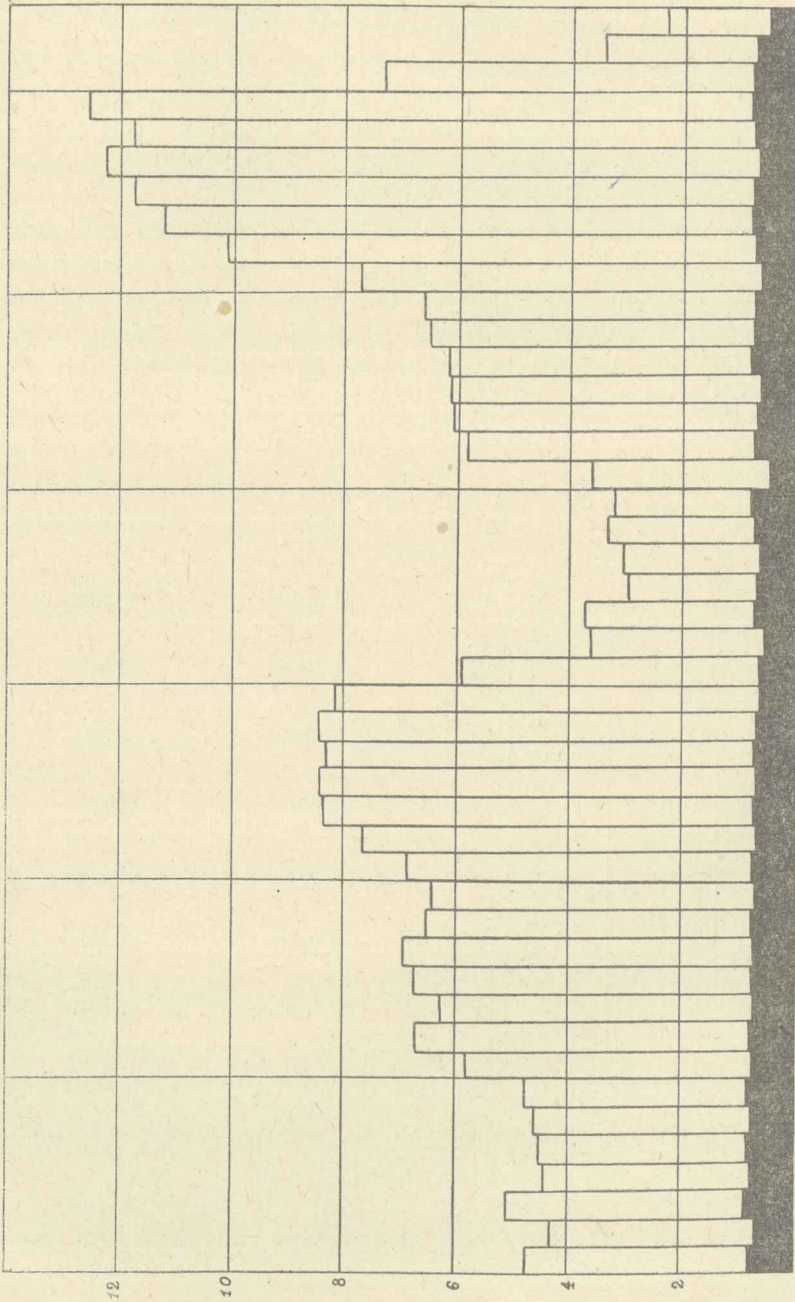
okres	1	2	3	4	5	6
kreatynina w g	0·7918	0·7635	0·7341	0·7078	0·7357	0·7816

uwzględniając zaś, jak poprzednio, tylko ostatnie cztery dni w każdym okresie:

okres	1	2	3	4	5	6
kreatynina w g	0·7979	0·7649	0·7147	0·7349	0·7820	0·7954

Jak widać, zawartość kreatyniny w moczu zmienia się w bardzo ciasnych tylko granicach; wahania nie wykazują przytem żadnego związku z ilością azotu w moczu: w pierwszych trzech okresach ilość azotu w moczu wzrasta, przeciętne zaś dla kreatyniny się zmniejszają; w następnych okresach stosunki są wprost odwrotne. Ten zupełny brak zależności pomiędzy ilością azotu w moczu a ilością wydalanej kreatyniny występuje najdobitniej w zamieszczonym na str. 81 przedstawieniu graficznym, w którym na osi odciętych oznaczono dni doświadczenia, a na osi rzędnych ilość gramów azotu oraz kreatyniny wydalonych w ciągu każdego dnia.

W ten sposób wynik naszego doświadczenia daje kategorię odpowiedź na oba pytania, które postawiliśmy sobie na wstępie. Stwierdza ono, że u barana, podobnie jak u innych zwierząt oraz u człowieka, ilość kreatyniny wydalanej dziennie w moczu jest dla danego osobnika wielkością stałą; ta ilość nie zależy zupełnie od ilości azotu w moczu, czyli od wymiany azotowych składników pożywienia. Spostrzeżenia nasze dają w ten sposób jeden więcej dowód na poparcie poglądów Folina w sprawie wymiany białka w ustroju zwierzęcym.



Rys. 1.

Przeciętna ilość kreatyniny wydalonej w moczu przez naszego barana w ciągu całego doświadczenia (42 dni) wynosi 0.7524 g dziennie¹⁾. Waga barana wynosiła na początku doświadczenia 39 kg, na końcu 41 kg; przeciętnie zatem 40 kg. Ilość kreatyniny wydalonej obliczona na 1 kg wagi ciała wynosi 19 mg; pod tym względem nasze wyniki zgadzają się uderzająco z tem, co Folin, a po nim inni badacze znaleźli dla człowieka i psa.

Jak już wyżej wspomniano, zbieraliśmy ilościowo w ciągu trwania całego doświadczenia obok moczu także i kał; zbieraliśmy też wodę, używaną do splókiwania dna klatki. W wysuszonym kale i w popiółczynach z każdego okresu oznaczyliśmy azot. Analizy kału wydalonego w różnych okresach podane są w tablicy IV.

TABLICA IV.

Okres	Waga próbki w g	Zawartość azotu w %	Zawartość azotu w całości w g	Zawartość azotu w całym okresie w g
1	169	1.42	2.3830	23.830
		1.40		
2	253	1.34	3.4028	34.028
		1.35		
3	221	1.61	3.5360	35.360
		1.59		
4	215	1.70	3.6340	36.340
		1.67		
5	246	1.44	3.5420	35.420
		1.44		
6	194	2.09	4.0350	40.350
		2.07		
7	76	1.98	1.5050	15.050
		1.98		

Dzięki tym analizom możemy uzupełnić obraz wymiany w ciągu doświadczenia przez zestawienie bilansu azotu w różnych okresach. Zestawienie to podaje tablica V. (str. 83).

¹⁾ W jednej z poprzednich prac (Rogoziński l. c.) znaleziono w moczu tegoż barana żywionego stałą racją karmową w ciągu 35-dniowego doświadczenia przeciętnie 0.7255 g kreatyniny dziennie.

TABLICA V.

Okres 1.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie ogółem	— 64·974 g N	w moczu	— 32·538 g N
		w popióczynach	— 0·633 „
		w kale	— 23·830 „
		ogółem	<u>57·001 g N</u>

Bilans azotowy: + 7·973 g N w ciągu okresu czyli + 1·139 g N dziennie.

Okres 2.

Przychód:		Rozchód	
w karmie ogółem	— 89·390 g N	w moczu	— 45·437 g N
		w popióczynach	— 1·141 „
		w kale	— 34·028 „
		ogółem	<u>80·606 g N</u>

Bilans azotowy: + 8·784 g N w ciągu okresu, czyli + 1·255 g N dziennie.

Okres 3.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie ogółem	— 103·355 g N	w moczu	— 56·269 g N
		w popióczynach	— 1·379 „
		w kale	— 35·360 „
		ogółem	<u>93·008 g N</u>

Bilans azotowy: + 10·347 g N w ciągu okresu, czyli + 1·478 g N dziennie.

Okres 4.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie ogółem	— 64·085 g N	w moczu	— 25·632 g N
		w popióczynach	— 0·674 „
		w kale	— 36·340 „
		ogółem	<u>62·646 g N</u>

Bilans azotowy: + 1·439 g N w ciągu okresu, czyli + 0·206 g N dziennie.

Okres 5.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie ogółem	— 96·635 g N	w moczu	— 40·978 g N
		w popióczynach	— 1·149 „
		w kale	— 35·420 „
		ogółem	<u>77·547 g N</u>

Bilans azotowy: + 18·088 g N w ciągu okresu, czyli + 2·584 g N dziennie.

Okres 6.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie ogółem	— 143.185 g N	w moczu	— 77.293 g N
		w popłóczynach	— 1.621 „
		w kale	— 40.350 „
		ogółem	— 119.264 g N

Bilans azotowy: + 23.921 g N w ciągu okresu, czyli + 3.417 g N dziennie.

Okres 7.

Przychód:		Rozchód:	
w karmie ogółem	— 15.807 g N	w moczu	— 13.094 g N
		w popłóczynach	— 0.314 „
		w kale	— 15.050 „
		ogółem	— 28.458 g N

Bilans azotowy: — 12.651 g N w ciągu okresu, czyli — 4.217 g N dziennie.

Jak z tablicy V widać, we wszystkich trzech pierwszych okresach, pomimo szczupłego żywienia, bilans azotu był dodatni; przyrost dzienny azotu był w tym czasie bardzo podobny: 1.139 g w pierwszym okresie, 1.255 g w drugim, 1.478 g w trzecim. Ten przyrost w części przynajmniej zużywał się na produkcję wełny. W czwartym okresie, pomimo znacznie obfitszego żywienia, przyrost się zmniejszył i wynosił 0.206 g dziennie; zwierzę znajdowało się prawie dokładnie w stanie równowagi azotowej. Zmniejszenie przyrostu w porównaniu z okresem pierwszym, gdzie ilość podanego w paszy azotu była prawie dokładnie taka sama, tłumaczyć zapewne należy większą utratą azotu w sokach trawiennych, potrzebnych na strawienie większej masy karmy. W piątym i szóstym okresie, ze wzrostem azotu w karmie, przyrost dzienny azotu wzrastał znacznie: na 2.584 g w okresie piątym, 3.417 g w szóstym. Wreszcie w okresie siódmym, gdy zaczęto dawać karmę bardzo ubogą w azot, bilans stał się silnie ujemnym; w ciągu trzech dni utrata azotu wyniosła 12.651 g, czyli po 4.217 g azotu dziennie.

Chociaż część azotu wydalonego w kale w ciągu tych trzech dni należy niewątpliwie policzyć na poczet poprzedzającego okresu, niemniej nie ulega — zdaje się — wątpliwości, że racja dawana w siódmym okresie nie wystarczała na pokrycie potrzeb zwierzęcia, przynajmniej co do białka. Zwierzę znalazło się częściowo w stanie niedostatecznego odżywienia; dlatego wyników uzyskanych w tych

trzech dniach nie można porównywać bezpośrednio z poprzednimi. Gdyby tego rodzaju żywienie trwało dłużej, zaczęłyby zapewne występować objawy głodowe: zmniejszenie się kreatyniny w moczu, pojawienie się kreatyny, i t. d. Ponieważ nie mieliśmy zamiaru prowadzić w tym kierunku badań, przzerwaliśmy w tym punkcie doświadczenie.

Próbowaliśmy natomiast oznaczać kreatyninę w moczu normalnie odżywianych przeżuwaczy innego gatunku, mianowicie krów, ale napotkaliśmy przytem na wielkie trudności. Nie rozporządzamy niestety urządzeniami, pozwalającymi zbierać ilościowo odchody tak wielkich zwierząt. Staraliśmy się ominąć tę trudność w ten sposób że zbieraliśmy w oborze Gospodarstwa doświadczalnego w Mydlnikach mocz od dwu krów przez 24 godziny bez przerwy. Mocz wydalany chwymano w naczynie szklanne, mierzono jego objętość, brano próbkę w ilości jednej dziesiątej i dawano do butelki, zawierającej nieco chloroformu. W moczu oznaczano azot ogólny i kreatyninę. Oznaczenie kreatyniny było ukończone najpóźniej w dwie godziny po ukończeniu zbierania moczu. Okazało się jednak, że wydzielanie moczu u krów jest tak nierównomierne, że niepodobna tak schwytanego moczu uważać za normalną dzienną ilość.

Dlatego próbowaliśmy w dalszym ciągu w dwu oznaczeniach wypuszczać mocz przed rozpoczęciem zbierania przy pomocy kateteru i w ten sam sposób chwytać ostatnią porcję przy końcu zbierania, tak, aby odgraniczyć ściśle mocz wydzielony w ciągu dwudziestu czterech godzin. I tutaj jednak wahania były bardzo znaczne. Przytem krowy bardzo niechętnie dają się katetyzować, a podniecenie, w jakie przy tem wpadają, może się także odbić ujemnie na ścisłości wyników.

W tych warunkach wyniki przez nas uzyskane dają wskazówki co do ilości kreatyniny w normalnym moczu krowim, oraz co do stosunku kreatyniny w tym moczu do azotu ogólnego; nie można natomiast na ich podstawie wyrobić sobie ścisłego poglądu na ilość kreatyniny wydalanej przeciętnie przez krowę w ciągu dnia.

Wyniki naszych oznaczeń zestawione są w tablicy VI (str. 86).

Materiał cyfrowy zestawiony w tej tablicy nie pozwala wprawdzie na przedstawienie pełnego obrazu zachowania się kreatyniny w wydalinach krowy; niemniej jednak można na jego podstawie stwierdzić parę interesujących faktów.

Ilość kreatyniny w moczu krowim obliczona na jeden litr

moczu waha się w naszych oznaczeniach w granicach od 525 *mg* do 912 *mg*; pod tym względem dane nasze zgadzają się z wynikami Münzera, który znajdował w moczu bydlęcym 470—1920 *mg* kreatyniny w litrze. Oznaczenia nasze stoją natomiast w zupełnej sprzeczności z danymi Knödlera, który podaje jako przeciętną dla moczu bydlęcego 4780 *mg* kreatyniny na litr, z wahaniami od 3400 do 7500 *mg*.

TABLICA VI.

Data	Nr. i waga krowy w <i>kg</i>	Ilość moczu w <i>cm</i> ³	N ogólny w 10 <i>cm</i> ³ <i>mg</i>	N ogólny w moczu dziennym <i>g</i>	Kreatynina w 20 <i>cm</i> ³ moczu <i>mg</i>	Kreatynina w moczu dziennym <i>g</i>	Na 100 <i>g</i> azotu przypada kreatyniny
22. XI	I. 430	10700	24·68	26·407	11·87	6·356	24·07
22. XI	II. 450	5040	30·77	15·506	10·49	2·646	17·06
27. XI	I. 430	4950	42·90	21·235	16·77	4·153	19·56
27. XI	II. 450	5560	33·18	18·447	18·24	5·071	27·49
13. XII	I. 430	11245	18·21	20·478	11·96	6·725	32·84
13. XII	III. 500	7630	36·81	28·082	11·88	4·532	16·14
17. XII	I. 430	8530	18·18	15·504	11·65	4·973	32·08
17. XII	IV. 400	6730	23·76	15·991	11·17	3·762	23·53

Drugim faktem, który zasługuje na uwagę, jest stosunek między azotem a kreatyniną w moczu krowim.

Jak widać z tablicy, ilość kreatyniny przypadającej w moczu krowim na 100 *g* azotu jest bardzo różna i o proporcjonalności niema mowy. Wynik ten stoi w zupełnej zgodzie z tem, co obserwował Folin i inni badacze u człowieka, co podaje Münzer dla konia i bydła, co wreszcie stwierdziliśmy powyżej dla barana. Nie możemy wobec tego zgodzić się z poglądem Prayona, który rzekomo uważał proporcjonalność pomiędzy ilością azotu i ilością kreatyniny w moczu końskim i bydlęcym i musiny uznać jego obserwacje za

błędne. Opierając się na podobieństwach, jakie zachodzą w wymianie u wszystkich zwierząt przeżuwających, mamy raczej prawo przypuszczać na podstawie naszych doświadczeń na baranie, że i u bydła ilość kreatyniny wydalana dziennie w moczu jest wielkością stałą, niezależną od ogólnej wymiany azotowej w ustroju.

Główne wyniki naszej pracy streścić można w następujący sposób:

1. Ilość kreatyniny wydalana w moczu przez barana otrzymującego wystarczające pod względem energetycznym pożywienie jest wielkością stałą, niezależną od ogólnej wymiany azotowej w ustroju.

2. W moczu krowim ilość kreatyniny wynosi od 525 mg do 912 mg na litr.

Ilość kreatyniny w moczu nie jest proporcjonalna do ilości azotu ogólnego.

3. Badania nad zachowaniem się kreatyniny w moczu zwierzęcia przeżuwającego prowadzą do wyników zupełnie zgodnych z temi, jakie otrzymał Folin w swych pracach nad człowiekiem. Wyniki te przemawiają za słusznością poglądów Folina na sprawę wymiany białka w ustroju zwierzęcym.

Literatura.

1. Folin O. Amer. Jour. of Physiology, 13. 117. 1905.
2. Riesser O. Zeitschr. f. physiolog. Chemie. 86. 415. 1913.
3. Prayon J. Methoden z. Bestimmung des Kreatinins im Harne und Untersuchungen über Kreatininausscheidungen im Harne der Herbivoren. Inaug.-Dissert. Bern. 1910.
4. Knödler H. Vorkommen des Kreatinins im Tierharne. Inaug.-Dissert. Stuttgart. 1912.
5. Münzer H. Pflüger's Archiv. 158. 41. 1914.
6. Rogoziński F. Bulletin de l'Ac. Polon. d. Sc. et d. L. — Cl. d. Sc. Math. et Natur. Série B. 1921.

Nowy gatunek okrzemki *Centronella Rostafiński* n. sp. oraz spis roślin planktonowych z jezior: Firlejowskiego i Kunowskiego.

Napisała

Jadwiga Wołoszyńska.

Rzecz przedstawiona przez członka WI. Szafera na posiedzeniu Wydziału mat.-przyrodniczego dnia 3 kwietnia 1922 r.

Jezioro Firlejowskie.

W próbkach pochodzących z czerwca 1917 r. wśród bogatego zespołu glonów, których zestawienie niżej podaję, znalazłam bardzo piękną nową okrzemkę planktonową, którą nazwałam *Centronella Rostafiński* n. sp.

Rodzaj *Centronella* został ustanowiony przez M. Voigta w r. 1912, a jedynym dotąd znanym był gatunek *Centronella Reichelti* Voigt¹⁾. Voigt znalazł tę okrzemkę w próbce dostarczonej mu z Düpen See w lipcu w 1900 r. W listopadzie tegoż roku pojawiła się ona w większej ilości w planktonie Plus-See obok Plön. Według spostrzeżeń Voigta okremka ta występowała w Plus-See najczęściej w listopadzie i grudniu, choć również nie brakowało jej w miesiącach wiosennych i letnich. W grudniu łączyła się w łańcuchy złożone z kilkunastu osobników. Wkrótce potem M. Mersson znalazł *C. Reichelti* w Krummen Lanke pod Berlinem, zaś Voigt w Krummen-See.

Tę bardzo rzadką na ogół okrzemkę znalazłam dotąd jedynie w Ostrówcu na południe od Żnina w materiale z 7. VI. 1910 i w jeziorze Licheńskim²⁾.

¹⁾ Forschungsber. aus d. Biol. Stat. z. Plön, t. IX, str. 41—43.

²⁾ J. Wołoszyńska: Glony planktonowe stawów polskich. Rozprawy Wydz. mat.-przyr. Akad. Um. w Krakowie, t. 51., ser. B.

Jeziro w Ostrówcu, w którym znalazłam *C. Reichelti*, posiadające pozatem plankton bardzo bogaty i urozmaicony, otoczone jest piaskami i morenami i stanowi utwór polodowcowy. W podobnych warunkach, jak *C. Reichelti*, żyje nowa okrzemka *Centronella Rostafiński*, gdyż jezioro Firlejowskie, w którym ją znalazłam, rozlane jest tak samo wśród piasków i moren i jest również utworem polodowcowym.

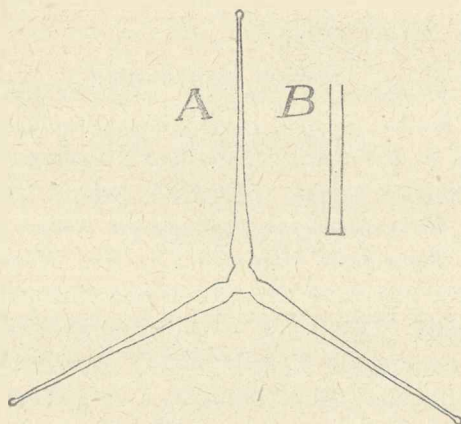
Centronella Rostafiński n. sp.¹⁾ ma kształt gwiazdy o trzech ramionach o budowie zupełnie symetrycznej. Z części środkowej o zarysie zbliżonym do koła wychodzą trzy ramiona, nachylone do siebie pod kątem 120°. Każde ramie, u nasady rozszerzone, w dalszym ciągu zwęża się zwolna i kończy się drobną główką (rys. 1) Cecha ta pozwala tę nową okrzemkę doskonale odróżnić od gatunku *Centronella Reichelti*, u którego nasada ramion jest zupełnie odmienna, mianowicie każde ramie jest przy podstawie kolankowato wygięte, zaś z boku widziane zwęża się ku końcowi, podczas gdy u *C. Rostafiński* żadnego zwężenia nie widać. Prążkowania błony u *C. Rostafiński* wcale nie dostrzegłam, nawet po wyprażeniu jej na miece i wytrawieniu kwasem. Okrzemka ta rozmnaża się przez podział.

Centronella Rostafiński n. sp.

Coenobia stellata, regulariter triradiata. Radii 35 μ longi, 2—3 μ crassi, sub angulo 120° conjuncti; area centralis orbicularis vel orbiculari-triangularis, ca. 3 μ diam. Apices radiorum 60 μ remoti. Radii

¹⁾ Wkrótce po ogłoszeniu przez M. Voigta opisu *Centronella Reichelti* Knut Bohlin w notatce: *Centronella Voigt und Phaeodactylon Bohlin*, (Beiblatt z. Hedvigia Bd. 41. 1902, N. 6) usiłuje zmienić nazwę rodzajową *Centronella* na *Phaeodactylon* jako dawniejszą, uważając oba te rodzaje za identyczne z następujących powodów: tak *Phaeodactylon tricornutum* Bohlin, jak również *Centronella Reichelti* Voigt mają kształt gwiazdek trójramiennych, których ramiona tworzą z sobą kąt 120°; błona ich jest lekko krzemionką przesiąknięta. Obie okrzemki są okrzemkami planktonowymi. Różnice między nimi są następujące: *Centronella Reichelti* jest znacznie większa niż *Phaeodactylon tricornutum*, długość bowiem ramion u pierwszej wynosi 32 μ, podczas gdy u drugiej tylko 10—12 μ; błona u pierwszej jest wyraźnie prążkowana, gdy u drugiej prążkowania nie widać; u pierwszej ramiona są kolankowato wygięte, gdy druga ma ramiona proste, zaś całą budowę bardziej prymitywną. Trudno rozstrzygnąć, czy K. Bohlin ma słuszność, ponieważ zaś nasza okrzemka krojem i wielkością odpowiada bardziej okrzemce *Centronella Reichelti*, zaliczam ją do tego rodzaju,

basi dilatati, apicem versus angustati et capitulati. Frustula a latere visa valde complanata, linearia, apicibus solum paulo dilatata. Striae in membrana non conspiciuntur. Magnitudine C. Reichelti Voigt-similis, habitu optime ab ea differt. Hab. in lacu Firlejano, rara.



Rys. 1. *Centronella Rostafinski n. sp.*
A: Widok z góry; B: Widok boczny zakończenia
jednego z ramion.

Obok *Centronella Rostafinski* znalazłam w jeziorze Firlejowskim następujące glony:

jako bardzo częste: *Ceratium hirundinella* (O. M.) Schrank., *Asterionella gracillima* (Hantzsch.) Heib (lg. $40\mu - 95\mu$), *Fragilaria crotonensis* Kitton ($50\mu - 105\mu$), *Peridinium cinctum* Penard, *Anabaena flos-aquae* (Wittr.) Kirsch., *Aphanizomenon flos aquae* (L.) Ralfs. *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *Coelosphaerium pallidum* Lemm., *Staurastrum paradoxum* Meyen v. *longipes* Nordst. o 2—3 ramionach, *S. gracile* Ralfs. *Melosira granulata* Ehrb., *Oocystis solitaria* Wittr., *Pediastrum Boryanum* (Turp) Menegh. v. *genuinum* Kirchn., v. *longicorne* Reinsch, v. *granulatum* (Kg) A. Br., *P. duplex* Meyen v. *genuinum* A. Br.

Do rzadszych należą: *Pediastrum Tetras* (Ehrb.) Ralfs, *P. Kawraiskyi* Schmidle, *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn., *C. cambri-cum* Arch., *Hofmania Lauterbornei* (Schmidle) Ville, *Tetraëdron minimum* (A. Br.) Hansg., *T. limneticum* Borge, *T. hastatum* (Rbh.) Hansg., *Scenedesmus armatus* Chod., *S. quadricauda* (Turp.) Bréb., *Botryococcus Braunii* Kg. *Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Moeb., *Elakatothrix*

gelatinosa Wille, *Cosmarium subprotumidum* Nordst., *C. protractum* (Naeg.) Arch., *Eudorina elegans* Ehrb., *Stephanodiscus Ostraea* Grun., *Cyclotella operculata* Kg., *C. comta* Kg., *Melosira granulata* Ehrb., *Anabaena spiroides* Kleb., *Chroococcus limneticus* Lemm., *Gomphosphaeria apouina* Kg., *Synedra berlinensis* Lemm. (obie ostatnie bardzo rzadko).

Jeziro Kunowskie.

Materiał bardzo bogaty, skład glonów następujący: *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Schrank., *Melosira granulata* Ehrb., *Richteriella botryoides* (Schmidle) Lemm., *Golenkinia radiata* Chod., *Oocystis solitaria* Wittr., *Dictyosphaerium Ehrenbergii* Naeg., *Chodatella cytriformis* Snow, *Tetraëdron minimum* (A. Br.) Hansg., *T. caudatum* (Corda) Hansg. v. *punctatum* Lagerh., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., *S. bijugatus* (Turp.) Kg. v. *alternans* (Reinsch) Hansg. *S. acutus* Meyen, *S. acuminatus* (Lagerh.) Chod., *S. serratus* (Corda) Bohlin, *Pediastrum Borganum* (Turp.) Menegh. v. *longicorne* Reinsch, v. *granulatum* (Kg) A. Br. v. *asperum* A. Br., *P. simplex* Meyen v. *clathratum* A. Br., *P. Kawraiskyi* Schmidle, *P. Tetras* (Ehrb.) Ralfs, *P. clathratum* (Schroet.) Lemm., *Coelastrum microporum* Naeg., *C. proboscideum* Bohl, *C. reticulatum* (Dang.) Senn., *Cosmarium subprotumidum* Nordst., *C. subcostatum* Nordst., *C. Dybowski* Gutw., *C. Nathorstii* Boldt, *C. humile* (Gay) Nordst. v. *substriatum* (Nordst.) Schmidle, *C. tetraophthalmum* Bréb., *C. Meneghinii* Bréb., *Staurastrum cuspidatum* Bréb., *S. paradoxum* Meyen v. *longicorne* Nordst., *Synedra berlinensis* Lemm. *S. actinastroides* Lemm., *S. Acus* Kg. v. *angustissima* Grun., *Stephanodiscus Hantzschii* Grun., *Cyclotella operculata* Kg., *Peridinium marchicum* Lemm. v. *simplex* Wołoszyńska, *Lyngbya limnetica* Lemm., *Microcystis viridis* (A. Br.) Lemm., *M. flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *A. spiroides* Kleb., *Gomphosphaeria lacustris* Chod.

O alkalicznych wydzielinach nasion i ich znaczeniu.

Napisał

† Stefan Jentys.

Rzecz przedstawiona przez członka E. Godlewskiego starszego na posiedzeniu
Wydziału matematyczno-przyrodniczego dnia 29 maja 1922 r.

(Z tablicami 4—5).

WSTĘP.

Podczas porządkowania papierów, pozostałych po śmierci ś. p. Prof. Jentysa, rodzina zmarłego znalazła między innymi gotowy manuskrypt pracy zatytułowanej »O alkalicznych wydzielinach nasion i ich znaczeniu«. Dzięki uprzejmości córki ś. p. profesora, p. Janiny Szaferowej miałem sposobność zapoznania się z treścią tego manuskryptu i ku wielkiemu memu zadowoleniu przekonałem się, że zawiera on nader cenne i jak sądzę zupełnie nowe spostrzeżenia i poglądy na rolę różnych osłonek i okryw nasiennych, jak n. p. pozostałości kielichowych na kłębkach buraków, plew na różnych trawach, łupin strąkowych na nasionach seradelli i esparsety, wreszcie łupin nasiennych na fasoli, łubinie lub rzodkiewce. Autor wykazuje mianowicie, że wszystkie te okrywy służą nie tylko jedynie do mechanicznej ochrony nasion, ale odgrywają także ważną fizjologiczną rolę w przebiegu ich kiełkowania, a to dzięki obecności w nich pewnych rozpuszczalnych substancyj, oddziałujących alkalicznie i zawierających dość dużo garbników. Okazało się mianowicie, że w razie usunięcia tych okryw albo wylugowania z nich owych substancyj nasionka wprawdzie szybciej kiełkują, ale dają za to roślinki wątłe i skłonne do wylegania, z czego następuje wniosek, że owe substancje zawarte w okrywach nasiennych hamują szybkość kiełkowania, ale przyczyniają się do tężenia rozwijają-

cych się z tych nasion roślinek. Obszerny materiał, na którym Autor przeprowadzał swoje badania, nadaje im ogólniejsze znaczenie.

Szczególną wagę przywiązywał Autor do garbników zawartych w tych osłonkach i im głównie obserwowany wpływ przypisywał.

Manuskrypt był już gotowy w r. 1910. Zwlekając z jego publikacją przypisać zapewne należy chęci gruntowniejszego jeszcze poparcia swoich poglądów liczniejszymi doświadczeniami, do czego byłby Autor miał niezawodnie sposobność w pracy nad rolą garbników u roślin, którą z pewnymi przerwami ciągle się zajmował, a której śmierć nie pozwoliła mu wykończyć. Obserwacje i poglądy zawarte w niniejszej pracy wydały mi się ważne szczególnie dlatego, że otwierają nowy punkt widzenia i nowe pole badań nad znaczeniem okryw nasiennych; dlatego sądziłem, że byłoby wielką stratą dla nauki, gdyby nie zostały opublikowane. Z tego powodu doradzałem p. Szaferowej, aby manuskrypt tej pracy Jej Ojca złożyła Akademii celem ogłoszenia w jej wydawnictwach.

Emil Godlewski starszy.

Puławy, dnia 12 sierpnia 1921.

Przed kilku laty miałem sposobność zauważyć w jednym z doświadczeń wybitny wpływ soli potasowych na wschodzenie buraków. Podczas gdy na działkach zasilonych siarczanem potasowym buraki zeszły i rozwijały się normalnie, na parcelach bez potasu przepadły prawie doszczętnie, tak, że tylko tu i ówdzie — w znacznych od siebie odstępach — buraki się utrzymały. Spostrzeżenie to skłoniło mnie do podjęcia specjalnych badań nad wpływem różnych soli na kiełkowanie kłębków buraczanych i na pierwszy rozwój kielków.

W pierwszej próbie, chcąc dogodnie obserwować różnice we wzroście korzonka i łodyżki, zastosowałem kiełkowanie na bibule, jakkolwiek bibuła jest stanowczo mniej korzystnym dla buraka podłożem, niż piasek lub ziemia. Z sześciu kłoszy użytych do doświadczenia, w jednym zwilżyłem bibułę wodą destylowaną, w pięciu zaś pozostałych użyłem do zwilżenia bibuły roztworów 2‰ różnych soli, a mianowicie: azotanu sodowego, azotanu amonowego, chlorku potasowego, siarczanu potasowego i chlorku sodo-

wego. Z pomiędzy użytych soli najbardziej charakterystycznym okazał się wpływ azotanu amonowego. Kłębki kielkowały na bibule zwilżonej roztworem tej soli nieco weześnie, ale ukazujące się korzonki prawie zupełnie nie rosły i czerniały na końcach, a liścienie wcale się nie pojawiały, tak, że dziewiątego dnia pozostały na wykiełkowanych kłébkach tylko krótkie, zgrubiałe lodyżki, mocno czerwone na zgięciu, prawie bez śladu korzonków.

Śledząc za przyczyną tego niespodziewanego zjawiska, badałem we wszystkich kloszach zapomocą papierka lakmusowego reakcję cieczy wsiąklej w bibulę i znalazłem wszędzie bez wyjątku reakcję alkaliczną, mniej lub więcej silną: obecność związków alkalicznych nasunęła przypuszczenie, że w kloszu z bibulą zwilżoną azotanem amonowym musiał się pod wpływem alkalicznej wydzieliny kłébków buraczanych wydzielać amonjak. Dalsze badanie potwierdziło słuszność tego przypuszczenia. Wilgotny papierek lakmusowy przyklejony do wewnątrz na pokrywe klosza z azotanem amonowym niebieszczał, a po obeschnięciu stawał się znowu czerwonym, podobnie jak i papierek zniebieszczał wskutek bezpośredniego zetknięcia z bibulą. W innych kloszach podobne zachowanie się papierka lakmusowego nie dało się zauważyć. Lotnym zatem związkiem alkalicznym, wykrytym w kloszu z azotanem amonowym był więc niewątpliwie amoniak, wydzielony z azotanu amonowego przez nietolne związki wylugowane wodą z kłébków buraczanych. Gdy co do tego faktu nie można było mieć żadnej wątpliwości, wypadło przekonać się, jakie to ciała alkaliczne wydzielają kielkujące kłębki, gdzie się te alkaliczne związki mieszczą i jaki pożytek mają z nich kielki buraczane.

Organ, z którego wydzielina alkaliczna wydostaje się na zewnątrz, bez trudności można było rozpoznać. Kłębki zwilżone wodą odrazu zdradzają obecność alkalicznej substancji, a woda nalana na kłębki w małej ilości i po paru minutach zlana niebieszczy już papierek lakmusowy. Wskazuje to wyraźnie, że siedliskiem alkalicznej wydzieliny są resztki okwiatu, jak również, że wydzielina pojawia się na zewnątrz wskutek czysto fizycznego działania wody, a bynajmniej nie jest wytworem jakiegoś procesu fizjologicznego, który w tak krótkim czasie nie mógłby się wszczać w kłébkach wodą zalanych.

W celu dokładniejszego rozpoznania natury alkalicznych związków, nagromadzonych najwyraźniej w dosyć obfitej ilości w mar-

tych tkankach okwiatu buraka, wylugowywałem wodą 50 gramów kłębków i wykonywałem szczegółowy rozbiór chemiczny otrzymanych roztworów.

I. Próba. Z 50 g kłębków buraka cukrowego, po wielokrotnem lugowaniu wodą destylowaną, stwierdzeniu nieobecności lotnych ciał alkalicznych i odparowaniu do suchości, otrzymano 1·4018 g suchej substancji, które rozpuszczono w 250 cm^3 wody destylowanej. Z otrzymanego roztworu część zużyto do oznaczenia stopnia alkaliczności przez miarowanie $\frac{1}{10}$ norm. kwasem siarkowym, zaś 200 cm^3 odparowano do suchości, lekko wyprażono i po ponownem rozpuszczeniu przeznaczono do oznaczenia ilości kwasu fosforowego i siarkowego, oraz tlenków potasowego i sodowego.

Z miarowania okazało się, że do zobojętnienia wydzieliny wylukanej ze 100 g kłębków potrzeba 130 cm^3 $\frac{1}{10}$ n. kwasu siarkowego; po strąceniu zaś chlorkiem barowym kwasu fosforowego i węglowego pozostawały jeszcze związki alkaliczne w ilości odpowiadającej na 100 g kłębków — 95 cm^3 $\frac{1}{10}$ n. kwasu. Chemiczny zaś rozbiór wykazał, że woda lugowała ze 100 g kłębków:

kwasu fosforowego . . .	0·1187 g.	tlenku potasowego . . .	0·7896 g.
„ siarkowego . . .	0·2052 „	„ sodowego	0·4124 g.

II. Próba. Znaleziona po odparowaniu roztworu wylugowanego z 50 g kłębków sucha substancja odpowiadała — na 100 g nasienia — ilości 48184 g, z czego po wyprażeniu i oddzieleniu węgla pozostało 2·7998 g. W miarowaniu stwierdzono zużycie — przed strąceniem chlorkiem barowym — na 100 g kłębków: 236 cm^3 $\frac{1}{10}$ n. kwasu, zaś po strąceniu: 8—12 cm^3 . Analiza zaś chemiczna części niespalnych wykazała, że w cieczy wylugowanej znajdowało się po przeliczeniu na 100 g kłębków:

kwasu fosforowego . . .	0·0880 g	tlenku potasowego . . .	0·9296 g
„ siarkowego . . .	0·1750 „	„ sodowego	0·7147 „
„ węglowego . . .	0·4386 „	chluru	0·3744 „

W obu zatem próbach stwierdzono w resztkach okwiatu, znajdujących się na kłębkach nasienia buraczanego, obecność w znaczniejszej ilości w wodzie łatwo rozpuszczalnych soli alkalicznych, potasowych i sodowych. Rezultaty chemicznego rozbioru wyjaśniły zarazem, dlaczego woda nalana na kłębki buraczane staje się w krótkim czasie alkaliczną. Niezawodnie główną przyczyną alkalicznego

odeczynu jest wylugowywanie fosforanów i węglanów alkalicznych. Ponieważ jednak ciecz zlna z nasienia po strąceniu chlorkiem barowym kwasu fosforowego oraz węglowego zachowywała jeszcze słaby odczyn alkaliczny, musiały się w niej jeszcze znajdować w niewielkiej ilości — oprócz alkalicznych fosforanów i węglanów — jakieś inne związki potasu, czy też sodu o alkalicznym odczynie

Odkrywszy przyczynę alkalicznej reakcji zwilżonych kłębków buraczanych zająłem się zbadaniem, jakie znaczenie mogą mieć dla rozwijających się kielków łatwo rozpuszczalne sole alkaliczne, nagromadzone w stosunkowo znacznej ilości w martwych tkankach okwiatu. Co się tyczy tlenku potasowego, kwasu fosforowego i siarkowego, to z góry wydawało się najwięcej prawdopodobnem, że z nich, jako z niezbędnych pokarmów mineralnych, korzysta kielek, zanim korzonkiem zacznie je czerpać z ziemi. Co do tlenku sodowego, to przypuszczalnie mógł on działać jako czynnik przyczyniający się do zwiększenia turgoru w słabych z natury kielkach. Ale do tego rodzaju funkcji odżywczych wydawał się zupełnie zbyt cennym alkaliczny odczyn związków mineralnych, nagromadzonych w węzłkach, a nawet sole obojętne wydawały się bardziej odpowiednie. A ta niespodziewanie spostrzeżona alkaliczność u zwilżonych wodą kłębków buraczanych z góry wydała mi się nie czemś przypadkowym, bez poważniejszego znaczenia, lecz faktem, który w rozwoju kielka odgrywa jakąś ważną rolę i zasługuje na zbadanie. Narazie dosyć prawdopodobnem wydawało mi się przypuszczenie, że obecność alkalicznych związków potrzebną jest podczas kielkowania dla ułatwienia wydobywania się kielka na zewnątrz ze zdrewniałej komory, w której go natura umieściła. Komorę tę zamyka tarczka odskakująca podczas kielkowania. Otóż wydawało mi się bardzo możliwem, że dla zniszczenia spójności między brzegiem tarczki i otworu oraz umożliwienia przez to odskoczenia tarczki, potrzebny jest wpływ rozpuszczający jakiegoś alkalicznego ciała. Można też było przypuścić, że obecność alkalicznych substancji w martwych częściach okwiatu może stać w pewnym związku z objawami chorobliwymi, występującymi podczas kielkowania nasienia buraków, czy to pod wpływem stopnia wilgotności podłoża, czy też pod wpływem drobnoustrojów.

W celu wyjaśnienia sprawy zająłem się przedewszystkiem zbadaniem, jak na rozwój kielków buraczanych wpływa usunięcie związków alkalicznych, znajdujących się w martwych tkankach

okwiatu, bądź przez ługowanie wodą lub mechaniczne oskrobanie kielków, bądź też zniweczenie alkalicznego odczynu tych związków bez ich usuwania.

Najprostszą drogą do usunięcia alkalicznego odczynu było użycie do namoczenia wybranych do próby kłębków, zamiast czystej wody, bardzo słabego roztworu kwasu. Jako stałe występujący skutek tej zamiany miałem sposobność obserwować: zachowanie się u zwilżonych kłębków jasnej, żółtej barwy, powstrzymanie silniejszego pęcznienia okwiatu na kłębkach, wreszcie pojawienie się bujnie rosnącej pleśni. Wyjaśnienie spostrzeżonych objawów jest naturalnie bardzo łatwe. Kłębki zwilżone rozcieńczonymi kwasami nie czernieją, ponieważ zniweczenie alkalicznej reakcji powstrzymuje utlenianie się garbników. Wydają się one mniejszemi i pokurczonymi, ponieważ z powodu braku alkalicznych soli powstrzymane jest pęcznienie w tkankach okwiatu. Wreszcie pleśń pojawia się obficie na martwych tkankach kłębków, ponieważ obojętny lub nawet lekko kwaśny odczyn sprzyja bardzo jej rozwojowi, a naturalny alkaliczny odczyn wilgotnych kłębków powstrzymuje rozwój zarodników pleśni.

Ponieważ kłębki buraczane z powodu obecności na ich powierzchni martwego okwiatu są bardzo dogodnym schroniskiem dla zarodników różnych grzybów, trudno było wątpić, że alkaliczne sole znajdujące się w martwym okwicie wywierają pośrednio zbawienny wpływ na rozwój kielków. Już powstrzymanie rozwoju pleśni saprofitycznych nie jest dla kielka bez korzyści, a jeżeli wpływ — co jest bardzo możliwe — rozciąga się także i na grzyby chorobotwórcze, korzyść byłaby tem poważniejsza. Wydawało mi się jednak, że działanie odkrytych w kłębkach buraków soli alkalicznych nie może się ograniczać tylko do tego rodzaju pośredniego działania, lecz musi mieć także jakiś wybitny, bezpośredni wpływ fizjologiczny na wzrost kielków buraczanych. To też do pewnego stopnia niespodzianką były dla mnie rezultaty obserwacji kielkowania kłębków buraczanych, u których przez staranne oskrobanie nożykiem usunięto z powierzchni martwe tkanki okwiatu, a zatem i znajdujące się w nich alkaliczne związki.

Do tego doświadczenia użyłem 400 węzełków nasienia buraczanego, z których połowę oskrobano ostrożnie nożykiem, tak, aby nie naruszyć zdrzewniałych tkanek torebki owocowej, a miękkie szczątki okwiatu możliwie najdokładniej usunąć. Zarówno oskrobane

jak i nieoskrobane węzłki, podzielone na dwie porcje po 100 sztuk, wysadzono w czarkach szklanych o średnicy mniej więcej 20 cm na piasku w ten sposób, że na spodzie czarek umieszczono po 450 cm³ piasku, a rozłożone węzłki przykryto 200 cm³ takiego samego piasku. Do podlania jednej czarki z węzłkami oskrobanymi i jednej z węzłkami normalnymi użyto 175 cm³ wody destylowanej, dwie zaś pozostałe czarki podlano taką samą ilością roztworu 0.2% siarczanu potasowego.

Pierwszą różnicą, jaka dała się zauważyć w zachowaniu kiełkujących kłębków, było silne pękanie piasku w czarkach, w których się znajdowały kłębki oskrobane, a w szczególności tam, gdzie do podlania użyto wody. Po upływie tygodnia postęp kiełkowania przedstawiał się następująco:

1. kłębki oskrobane podlane wodą: piasek mocno wzniesiony i silnie spękany; na wierzchu pięćdziesiąt kilka kielków, wśród nich 8 węzłków dźwigniętych na wierzch.

2. kłębki oskrobane podlane siarczanem potasowym: piasek mało wzniesiony i spękany, na wierzchu dwadzieścia kilka kielków, węzłków wydobytych na powierzchnię piasku wcale niema.

3. kłębki normalne podlane wodą: piasek mało wzniesiony, kielków na wierzchu około trzydzieści, węzłka ani jednego.

4. kielki normalne podlane siarczanem potasu: piasek zupełnie nie wzniesiony, kielków na wierzchu około dwudziestu, a węzłka ani jednego.

W ciągu następnej doby różnice powyżej zaznaczone spotęgowały się jeszcze bardziej. Piasek zaczął silniej pękać także i w czarce z kielkami normalnymi, podlanymi wodą, a na powierzchni piasku pojawiły się tu dwa dźwignięte na łożyskach węzłki. Natomiast w czarkach podlanych siarczanem potasowym, a w szczególności w czarce z węzłkami normalnymi spękanie i wzniesienie piasku było bardzo nieznaczne. Co do liczby kielków, to tych po upływie tej doby pojawiło się z węzłków oskrobanych podlanych wodą sto kilkanaście, a podlanych siarczanem potasowym czterdzieści cztery, z węzłków zaś nieoskrobanych podlanych wodą sześćdziesiąt cztery, a podlanych roztworem siarczanu — czterdzieści trzy. W ciągu drugiego tygodnia trwania doświadczenia utrzymywały się te same różnice, a gdy z końcem tego drugiego tygodnia próbę przerwano, stan był następujący:

	liczba kielków		
	nad piaskiem	pod piaskiem	razem
1. Kłębki oskrobane:			
a) podlane wodą	340	0	340
b) „ siarczanem potasu	95	180	275
2. Kłębki nieoskrobane:			
a) podlane wodą	131	136	267
b) „ siarczanem potasu	80	127	207

Ze spostrzeżeń zebranych w opisanej wyżej próbie wynika zatem, że usunięcie martwych części okwiatu z powierzchni kłębków pociąga za sobą rzucającą się w oczy zmianę w rozwoju kielków, pozornie bardzo korzystną. Zauważone bowiem silniejsze wzniesienie się i pęknięcie piasku, jak również obfitsza ilość kielków pojawiających się na powierzchni i wydobywanie się na wierzch całych kłębków były tylko następstwem przyspieszonego wzrostu łodyżek u kielków rozwijających się z oskrobanych węzłków. Gdy kielkujące kłębki nie były pozbawione okrywającego je na powierzchni martwego okwiatu, rozwijał się nasamprzód silniej korzonek, rozwój zaś łodyżek był do pewnego stopnia powstrzymany. Gdy zaś martwy okwiat wraz z zawartymi w nim alkalicznymi związkami usunięto, łodyżki zaraz w pierwszym stadium kielkowania silniej się wydłużały, zanim liścienie mogły uwolnić się z bielma; wskutek tego wznosiły się na łodyżkach całe kłębki, wywołując silne wzdymanie i pęknięcie pokrywającego je piasku.

Zauważony rezultat oskrobania kłębków był dla mnie taką samą niespodzianką, jak i niekorzystne działanie na rozwój kielków siarczanu potasowego. Wydawało mi się bowiem na początku badań bardzo prawdopodobnym, że sole potasowe nagromadzone w martwych tkankach okwiatu potrzebne są kielkom buraczanym do wytworzenia się silniejszego turgora i do ułatwienia przez to wydobywania się kielków na powierzchnię. Burak bowiem należy wogóle do roślin potrzebujących do rozwoju obfitej ilości potasu i za przypuszczeniem powziętym z góry, że natura sama normalny rozwój kielków o nikłej budowie zabezpieczyła przez nagromadzenie w organie służącym do reprodukcji na pierwsze zapotrzebowanie dostatecznego zasobu potasu, bardzo wiele przemawiało. Tymczasem w doświadczeniu okazało się, że usunięcie potasu zwiększało energję kielkowania i przyspieszało rozwój kielków, dodatek zaś potasu w postaci tego samego siarczanu, który stosunkowo w tak znacznej

ilości znajduje się w kłębkach buraczanych, okazał się raczej szkodliwym, niż pożytecznym.

Analogiczny zupełnie skutek, jak oskrobanie z kłębków okwiatu, wywoływało usunięcie z nich łatwo rozpuszczalnych alkalicznych związków przez wyługowanie wodą. Jak to zauważyłem w licznych próbach, u kłębków przepłukanych obfitszą ilością często zmienianej wody proces kiełkowania znacznie szybciej się rozpoczynał i łodyżki tak samo energiczniej się wydłużały i wznosiły w górę liścienie tkwiące jeszcze w kłębkach, jak to zauważono podczas kiełkowania kłębków oskrobanych. A gdy wyługowane kłębki zwilżono na kilka godzin roztworami węglanu, fosforanu lub siarczanu potasowego, albo też mieszaninami tych roztworów, proces kiełkowania doznawał znowu opóźnienia. Przyspieszenie jednak kiełkowania i wzrostu łodyżek następuje jako skutek wyługowania tylko wówczas, gdy kłębki zalewa się stosunkowo znaczną ilością wody, a w szczególności, gdy nalewaną wodę z początku często się zmienia. Jeżeli zaś wody użyje się mało i powstały roztwór alkaliczny pozostaje przez czas dłuższy w zetknięciu z kłębkami buraczanymi, w takim razie energia kiełkowania słabnie. W jednej n. p. próbie płukano wodą dwie porcje kłębków — po 100 sztuk każda — przez siedm godzin, przyczem z początku wodę co kilka minut zmieniano, podczas gdy drugie dwie porcje trzymano przez ten sam przeciąg czasu w zetknięciu z niewielką ilością niezmienianej zupełnie wody, taką, jaka zaledwie mogła w kłębki wsiąknąć.

Różnice w szybkości kiełkowania dały się zauważyć następujące:

	wykiełkowało kłębków			
	ługowanych		zamoczonych	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
po 3 dniach	35	38	22	21
„ 4 „	59	62	52	54
„ 5 „	70	71	70	71

W tym przypadku można było zatem z początku spostrzec pewne opóźnienie w kiełkowaniu kłębków zamoczonych, jednak już piątego dnia znaleziono jednakową ilość kiełków. Gdy jednakże do namoczenia użyje się nieco większej ilości wody i powstała stosunkowo silna alkaliczna ciecz wsiąka potem przez czas jakiś w kłębki, nie tylko energia kiełkowania w daleko wyższym stopniu słabnie, ale i siła kiełkowania znacznie się zmniejsza. Przypuszczając, że

przyczyną tego jest ujemny wpływ alkalicznego odczynu cieczy na pobudzony do kiełkowania zarodek, starałem się przekonać, czy przez użycie rozcieńczonego kwasu zamiast wody, złe skutki moczenia nie dadzą się ograniczyć lub zupełnie usunąć. W jednej z tego rodzaju prób zalano po 200 kłębków nasienia buraczanego 20 cm^3 wody destylowanej lub 5% i 2½% kwasu solnego. Po upływie pół godziny nalane płyny zdekantowano, kłębki wypłukano obfitą ilością wody, a gdy kłębki namoczone kwasem solnym zdradzały już tylko bardzo słaby kwaśny odczyn, posadzono je w lekko wilgotnym piasku w kiełkownicach Linhardta, po 100 kłębków w każdej. Różnice w przebiegu kiełkowania były następujące:

	wykiełkowało kłębków namoczonych:					
	wodą		2½% HCl		5% HCl	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
po 2 dniach	31	17	39	27	40	42
" 3 "	38	29	55	53	62	59
" 5 "	45	37	59	59	67	62
" 7 "	46	40	64	68	69	64
ilość kłębków po 7 dniach:	75	55	103	99	115	104

Zniweczenie zatem zapomocą kwasu solnego alkalicznego odczynu w kłębkach wpłynęło korzystnie na proces kiełkowania, jakkolwiek stworzyło — jak to już wyżej zaznaczyłem — przyjazne warunki dla rozwoju pleśni. Zarówno procent kłębków kiełkujących, jak i ilość kłębów były większe u nasienia zakwaszonego, a kwas solny 5% wpłynął dodatnio w tym kierunku lepiej, niż kwas 2½%. Zupełnie analogiczny był też wynik próby, w której śledzono przebieg kiełkowania nasienia buraczanego suchego, zwilżonego wodą oraz zwilżonego 0·1% kwasem siarkowym w bardzo wilgotnym piasku. Znaleziono mianowicie w tej próbie kłębów kiełkujących na 100 kłębów wysadzonych:

	suchych		zamocz. wodą		zamocz. 0·1% H ₂ SO ₄	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
po 3 dniach	56	59	64	52	77	73
" 6 "	75	83	73	66	91	84
" 8 "	76	87	74	69	92	85
	81·5		71·5		88·5	

Niekorzystny wpływ moczenia w wodzie objawił się zatem

głównie w dalszym okresie kiełkowania, jakkolwiek do próby z rozmysłu użyto piasku bardzo mokrego, a zatem i kłębki wysadzone suche znalazły się w warunkach niekorzystnych dla kiełkowania nasienia buraczanego. Natomiast użycie kwasu siarkowego 0.1% zobojętniło szkodliwy wpływ zarówno moczenia nasienia przed wysadzeniem, jak i obfitszej wilgotności piasku. To korzystne działanie zakwaszenia objawiło się nietylko w zwiększeniu liczby kłębków kiełkujących, lecz także i w powiększeniu ilości rozwijających się kielków, których znaleziono na 100 kłębków posadzonych:

	suchych		zamacz. wodą		zamacz. 0.1% H_2SO_4	
	a	b	a	b	a	b
po 3 dniach	106	105	120	102	137	146
" 6 "	166	164	149	140	277	199
" 8 "	171	178	156	147	210	200
	174.5		151.5		205	

Jak się zatem okazuje z powyższego zestawienia, z 200 wysadzonych kłębków suchych wyrosło kielków 349, podczas gdy ta sama ilość kłębków moczonych w wodzie wydała kielków 303, czyli o 46 mniej, a kłębki moczone w kwasie siarkowym dały kielków 410, czyli o 61 więcej. Zasluguje tu też na wzmiankę, że stępienie w kłębках alkalicznego odczynu pobudzało u kielków silniejszy rozwój łodyżek, podobnie jak mechaniczne usunięcie okwiatu przez oskrobanie.

Rezultat tylko co opisanych doświadczeń nad wpływem zobojętnienia alkalicznego odczynu węzełków był zupełnie taki, jakiego się spodziewałem. Nie przyczynił się on jednak bynajmniej w znacznej mierze do zadawalającego wyjaśnienia tych ciekawych faktów, powyżej szczegółowo opisanych, które w zestawieniu treściwem dadzą się zebrać w sposób następujący:

1. W kłębках nasienia buraczanego znajdują się w znacznej stosunkowo ilości alkaliczne związki bardzo łatwo w wodzie rozpuszczalne. Siedzibą tych związków są martwe tkanki okwiatu.

2. Usunięcie mechaniczne miękkich części okwiatu z powierzchni zdrewniałych torebek, chroniących właściwe nasienie, zwiększa energję kiełkowania, a przede wszystkim przyspiesza wydłużanie się łodyżek. Wylugowanie alkalicznych związków z kłębków wodą lub zobojętnienie alkaliczności w kłębках zapomocą kwasów wywiera wpływ zupełnie podobny.

3. Alkaliczny odczyn kielkujących kłębzków powstrzymuje rozkład martwych tkanek okwiatu przez pleśnie.

Spostrzeżenia powyższe na razie mogły mi dać tylko zupełnie zadawalające wyjaśnienie, dlaczego nasienie buraków jest podczas kielkowania tak wielce wrażliwe na nadmiar wody. Jak to dawno zauważono, kłębki buraczane bardzo źle kielkują, gdy się je umieści na wilgotnej bibule. Nienormalny bywa również przebieg kielkowania w zbyt wilgotnym piasku; w tym razie najlepsze nasienie może wykazać bardzo słabą siłę kielkowania. Natomiast w ziemi posadzone kłębki okazują się podczas kielkowania mniej wrażliwymi na zbytnią wilgotność. Otóż na podstawie własnych obserwacji wolno mi twierdzić, że ta różna wrażliwość kłębzków na nadmiar wilgoci, zależnie od natury siedliska, w którym kielkowanie się odbywa, pozostaje w ścisłym przyczynowym związku z obecnością w kłębkach ciał alkalicznych, ulegających łatwo wylugowaniu. Jeżeli podłożem jest dla kłębzków mokra bibuła lub piasek, które łatwo oddają wodę, kłębki znajdują się w podobnie niekorzystnych warunkach do kielkowania, jakie w moich próbach miały kłębki zalane niezbyt obfitą ilością wody. Tak w pierwszym, jak i w ostatnim przypadku woda, lugując z kłębzków alkaliczne związki, tworzy roztwór alkaliczny, który następnie wsiąka w kłębek i utrudnia rozwój kielków. Gdy zaś kielkowanie odbywa się w ziemi, z jednej strony lugowanie alkalicznych ciał z okwiatu nie następuje tak łatwo, ponieważ ziemia silniej absorbująca wodę mniej łatwo ją kłębkom oddaje, z drugiej zaś strony niekorzystny wpływ alkalicznej wydzieliny może być niweczony, dzięki absorbowaniu związków wylugowanych z kłębzków przez ziemię.

Wyjaśnienie jednak, dlaczego nasienie buraków jest podczas kielkowania tak wielce wrażliwe na nadmiar wody, jakkolwiek niewątpliwie trafne i niepozbowione pewnego praktycznego znaczenia, nie dopomagało bynajmniej do rozwiązania kwestji, poco wogóle znajdują się w kłębkach buraczanych w formie łatwo rozpuszczalnej te alkaliczne związki, które w razie większej wilgotności wywierają wpływ szkodliwy na kielkowanie. O tem zaś, że skoro się znajdują, muszą mieć jakies znaczenie dla rozwoju kielków, nie chciałem wątpić i nie zaniechałem dalszych badań w celu poznania tego wpływu. Ponieważ zaś w pierwszych próbach spostrzegłem, że kłębki zwilżone kwasem w celu zobojętnienia alkalicznego odczynu zupełnie nie pęcznieją, uważałem za wskazane przekonać się, czy

obecność alkalicznych związków w kłębkach nie ułatwia pobierania z suchej stosunkowo ziemi wody potrzebnej do kiełkowania. W celu przekonania się, o ile to przypuszczenie jest słusznem, umieszczałem w piasku zwilżonym możliwie najmniejszą ilością wody kłębki buraczane normalne i pozbawione okwiatu przez oskrobanie. W próbach tych jednak, pomimo bardzo małej ilości wody użytej do podlania piasku, zawsze kłębki oskrobane wcześniej zaczynały kiełkować, jak to wskazują zgodne wyniki doświadczeń, poniżej podane.

Próba I

na 100 wysadzonych kłębków

	oskrobanych		normalnych	
	kiełkowało kłębków	ilość kiełków	kiełkowało kłębków	ilość kiełków
5. dnia	1	2	—	—
6. "	11	21	3	3
7. "	26	39	4	4
8. "	55	92	18	27
9. "	59	96	22	32
12. "	76	115	35	49

Próba II

na 100 wysadzonych kłębków

	oskrobanych		normalnych	
	kiełkowało kłębków	ilość kiełków	kiełkowało kłębków	ilość kiełków
4. dnia	14	21	4	4
5. "	59	84	25	31
6. "	79	129	40	56
7. "	79	140	46	63
8. "	84	155	61	85
9. "	89	165	67	102
10. "	91	167	74	118

W doświadczeniu trzecim, w taki sam sposób wykonanem, dały się zauważyć te same różnice w szybkości kiełkowania kłębków oskrobanych i normalnych. Rezultaty tej serii prób prowadziły zatem znowu do wniosku, który wydawał mi się bardzo nieprawdopodobnym, że alkaliczne ciała, znajdujące się w kłębkach, są dla kiełko-

wania szkodliwe, a za uznaniem ich potrzeby i użyteczności przemawiało zawsze jeszcze tylko dostrzeżone powstrzymywanie rozwoju pleśni. Ponieważ jednak zdarzało mi się w doświadczeniach spostrzegać, że pomimo pozbawienia tej naturalnej ochrony przeciwko pleśniom kłębki traktowane kwasem w celu zobojętnienia alkalicznego odczynu wydawały stosunkowo mniej kielków chorych, aniżeli kłębki nie pozbawione alkaliczności, nie wydało mi się właściwym poprzestać na uznaniu, że rola alkalicznych związków ogranicza się do przeciwdziałania rozrostowi pleśni na kłębkach. Przeciwnie dalsze badania nad kwestją użyteczności alkalicznych wydzielin uznałem za konieczne, a to tem więcej, gdy nabrałem przekonania, że spostrzeżony przyspieszony rozwój łodyżek z kłębków oskrobanych lub traktowanych kwasami tylko pozornie jest korzystnym, w rzeczywistości zaś może wyjść roślinie raczej na szkodę, niż na pożytek.

Jeżeli jakiegokolwiek nasienie kielkuje w ziemi, pożądanem jest niezawodnie dla normalnego dalszego rozwoju kielka, aby nasamprzód rozwinął się należycie korzonek, a łodyżka z liścieniami zaczęła energiczniej rosnać dopiero wtedy, gdy należycie rozwinięty korzonek nietylko stanie się dla niej dosyć silną podstawą, lecz przede wszystkim będzie zdolnym zaopatrywać ją w potrzebną wodę. W taki też sposób rozwijają się kielki z kłębków buraczanych, niepozbawionych pokrywającego je na powierzchni okwiatu. Inny natomiast obraz — jak już o tem była wyżej mowa — przedstawia kielkowanie kłębków, pozbawionych okwiatu przez oskrobanie. Wówczas łodyżka zdradza widoczną skłonność do zbyt pospiesznego rozwoju, tak dalece, że wydłuża się już silnie, zanim liścienie są zdolne uwolnić się z bielma i łupinki, wskutek czego cały węzełek na łodyżkach wychodzących z niego kielków w górę się podnosi. Rzecz prosta, że przez kielkowanie, które odbywa się w taki sposób, wschodzenie nie ułatwia się, lecz utrudnia. Przede wszystkim łodyżki dźwigające w górę kłębek natrafiają w ziemi na daleko większy opór. Powtórne łodyżki te z powodu szybkiego wydłużania się muszą być z natury słabsze i tem mniej zdolne do pokonania większego oporu, jaki napotykaają w ziemi wskutek dźwigania całego kłębka. Wreszcie pokonanie tego zwiększonego oporu może utrudniać brak wody do wytworzenia należytego turgoru, spowodowany niedostatecznem jeszcze rozrośnięciem się korzonka. Jak zatem widzimy, zbyt szybkie wydłużanie się łodyżki podczas kielkowania bynaj-

mniej nie jest pożądane. A gdy dojdziemy do tej konkluzji, samo przez się nasuwa się jako wielce prawdopodobne przypuszczenie, że owe alkaliczne związki, odkryte w węzełkach, mogą być bardzo użyteczne, jeżeli przedwczesny rozwój łodyżki powstrzymują i przez to, lub jeszcze w inny sposób przyczyniają się do jej wzmocnienia.

Gdy wiele faktów spostrzeżonych podczas wspomnianych wyżej doświadczeń wskazywało, że to przypuszczenie otwiera drogę, po której można dojść do prawdy, wstrzymałem się z ogłaszaniem przedwczesnem wyniku badań, aż do zebrania odpowiedniego doświadczalnego materiału. W dalszych zaś badaniach miałem przede wszystkim na oku przekonanie się, czy substancje alkaliczne, dające się wylugować wodą, są jakąś wyjątkową właściwością nasiennych kłębków buraczanych, czy też przeciwnie można je znaleźć w każdym nasieniu. Prócz tego, ponieważ woda — oprócz soli mineralnych — wylugowuje z kłębków obfitą ilość substancji organicznej, a mianowicie ciał garbnikowych, starałem się dociec, czy te ciała nie wywierają na rozwój kielka wybitnego wpływu.

Co do pierwszej kwestji, to mając w sezonach oceny nasion w Zakładzie rolniczym doświadczalnym obfity materiał do łatwej obserwacji, przekonałem się bardzo rychło, że alkaliczne związki rozpuszczalne w wodzie są w nasionach bardzo pospolite. Badanie w tym kierunku, czy to nasion traw, czy koniczyn, seradelli, marchwi, esparcety itp. wskazywało, że pęcznieniu nasion towarzyszy zawsze pojawienie się mniej lub więcej silnego alkalicznego odczynu, który można stwierdzić zapomocą papierka lakmusowego nie tylko u nasion, lecz i na bibule użytej jako podłoże do próby kiełkowania. Tak samo po zalaniu nasion wodą można przekonać się po jakimś czasie, zależnie od rodzaju nasienia krótszym lub dłuższym, że woda nalana na nasiona staje się alkaliczną i można stopień jej alkaliczności oznaczyć przez miareczkowanie. Tak np. nalawszy na 25 g nasienia wiechliny łąkowej, marchwi i kupkówki, wsypanego do półlitrowej kolby, wody destylowanej do znaku, znaleziono następnie, że do zobojętnienia 25 cm³ odsączonej po 12 godzinach cieczy trzeba było użyć 1/10 norm. kwasu siarkowego:

Poa pratensis *Daucus carota* *Dactylis glomerata*

przed strąceniem			
chlorkiem barowym:	{ 1.1 cm ³	{ 2.7 cm ³	{ 0.3 cm ³
po strąceniu	{ 1.2 "	{ 2.8 "	{ 0.2 "
chlorkiem barowym:	0.9 "	2.7 "	0.3 "

Jako najlepiej nadającego się w tym przypadku indykatora używano oranżu metyloвого. Uwzględniając objętość samego nasienia można obliczyć, że woda ługowała w tej próbie z wiechliny łąkowej, marchwi i kupkówki ilości ciał alkalicznych odpowiadające zużyciu do zobojętnienia na 100 g tych nasion 87.4, 209.0 i 19.0 cm^3 kwasu $\frac{1}{10}$ normalnego, a zatem weale znaczne. Uderza przytem, że po traktowaniu chlorkiem barowym alkaliczność roztworów zmniejszała się tylko w małym stopniu, zatem nie mogła pochodzić głównie od obecności fosforanów lub węglanów, lecz musiały się znajdować albo wolne wodorotlenki, potasowy i sodowy, albo też jakieś alkaliczne sole organiczne, np. garbnikowe. Pierwsze przypuszczenie nie wydaje mi się prawdopodobnem, natomiast za wiarygodnością drugiego przemawia fakt, że roztwory t. z. tanianu potasowego lub sodowego (użyto do próby preparatów handlowych), po dodaniu chlorku barowego zachowują w znacznej części alkaliczną reakcję.

Stwierdziwszy u wszystkich badanych pod tym względem nasion obecność ciał alkalicznych i to w zewnętrznych częściach, a mianowicie w plewkach, torebkach i łupinkach, zająłem się niezwłocznie zbadaniem, jak zobojętnienie alkaliczności lub też usunięcie ciał alkalicznych przez wyługowanie ich wodą, albo też przez oddzielenie plewek, torebek i t. p. wpływa na proces kiełkowania. Pierwsze zaraz próby przekonały, że skutki tych zabiegów w pierwszym stadium kiełkowania są zupełnie podobne do tych, jakie wystąpiły w próbach z burakami. Można było mianowicie zawsze obserwować u kiełkujących nasion — pozbawionych alkaliczności w jakikolwiek sposób — pewne przyspieszenie w postępie kiełkowania, a przedewszystkiem bujny rozwój pleśni, które nieraz pokrywały delikatną pilśnią całą powierzchnię bibuły i wiązały ze sobą nasiona tak, że niepodobna było szczypekami oddzielić ich wyjmować. O tem, że niedopuszczenie rozwoju pleśni jest dla rozwoju kiełka korzystnem, niepodobna wątpić. W osłabieniu jednak energii kiełkowania trudno dopatrywać się jakiejś korzyści. Znowu zatem, podobnie jak w próbach z nasieniem buraka, obserwacje rozciągające się tylko na pierwsze stadjum kiełkowania nie rzuciły dosyć jasnego światła na znaczenie znalezionych w nasionach ciał alkalicznych. Wobec tego wydało mi się koniecznem prowadzenie prób dalszych w taki sposób, aby można było badać różnice w rozwoju korzonków, a w szczególności łodyżek, u nasion normalnych

oraz pozbawionych zewnętrznych części ochronnych, przez możliwie najdłuższy okres czasu. Pierwsze doświadczenia wykonywano w ciemności, a gdy w tych warunkach udało się zebrać wiele ciekawych spostrzeżeń, starałem się uzupełnić badania w próbach przeprowadzonych na świetle, bądź w pracowni, bądź na otwartym powietrzu w altanie wegetacyjnej. Jako ostateczny rezultat bardzo licznych obserwacyj zdobyłem podstawę do wyrażenia przekonania, że części składowe nasion, jak plewki, torebki, łupinki itp. nie tylko mają ważne znaczenie, jako środki zapewniające przed wykiełkowaniem ochronę mechaniczną bielmu i zarodkom, lecz że z istnieniem ich związany jest wpływ fizjologiczny na rozwój kielka, widoczny przez dłuższy okres czasu i w warunkach naturalnych nieraz do utrzymania bytu kielka niezbędny.

Tymotka alpejska (*Phleum alpinum*).

Nasiona wyluskane z plewek zewnętrznych i niewyluskane rozłożono na słabo wilgotnej bibule. W przebiegu kiełkowania zauważono następujące ważniejsze różnice:

	nasienie bez plewek:	nasienie w plewkach:
6. dnia:	Piórka cienkie, białe, na końcach żółtawe, 2—10 mm długie; długość korzonków 2—6 mm.	Piórek i korzonków prawie nie widać; najdłuższe piórka 3 mm, kilka korzonków do 3 mm długich.
9. dnia:	Piórka prawie wszystkie przynaj- mniej 10—20 mm długie, nie- które do 40 mm.	Piórka przeważnie 2—3 mm, tu i ówdzie 20—25 mm.

Dnia 13. były piórka nasion wyluskanych wyższe i delikatniejsze a korzonki przeważnie dłuższe; 15. dnia zauważono u piórek bez plewek mniejszą sztywność: ta sama różnica była widoczna 20. dnia, zaś po 24 dniach jeszcze piórka wykształcone z nasion łuskanych były delikatniejsze, bardziej śpiczaste, silniej pogięte i nieco cieńsze u dołu. W kilka dni później spostrzeżono u tych piórek większą skłonność do więdnienia.

Mozga trzciniowata (*Phalaris arundinacea*).

Wysiana na bibule w plewkach miała po 6 dniach piórka krótsze, grubsze, żółciejsze, szczególnie na końcach, a korzonki mniej wydłużone. Z nasion pozbawionych zewnętrznych plewek rozwinęły się piórka dłuższe, nikszejsze, lśniące białe, z końcami lekko

żółtawemi. Po dwóch tygodniach, oprócz tych samych różnic, zauważono, że piórka z nasion bez plewek w większej liczbie się pokładały. Po upływie dalszych pięciu dni wyróżniały się one żywszym zielonawym zabarwieniem, mniejszą sztywnością i bardziej spiczastymi końcami.

Tomka wonna (*Anthoxanthum odoratum*).

Nasiona wysiane na bibule bez plewek wyróżniały się 8. dnia większą delikatnością i silniejszym połyskiem piórek, prócz tego większą ich długością. Po kilku dniach różnica w długości zaczęła się zatracać, podczas gdy różnica w delikatności i białości piórek była zawsze jeszcze widoczna. Po dwudziestu dniach piórka wyrosłe z nasion pozbawionych zewnętrznych plewek zdradzały swą słabszą budowę skłonnością do wylegania. W drugiej próbie rezultat był zupełnie podobny. U ziarnczaków wysianych bez plewek kiełkowanie rozpoczęło się o jeden dzień wcześniej; piątego dnia ziarnczaki te miały korzonki przeważnie długie około 5 mm, a piórka wyraźnie w górę się podnoszące, podczas gdy u nasion wysianych w plewkach długość korzonków wynosiła 1—5 mm, przyczem krótkie były w przeważającej liczbie, a piórek zaledwie parę się pojawiło. W dziewięć dni później trudno już było dopatrzeć się wyraźnej różnicy w długości piórek, ale rozwinięte z nasion pozbawionych plewek odznaczały się jeszcze wciąż bielszą barwą i połyskiem w dolnych częściach, oraz silniejszym zwinięciem nawet i na końcach. W długości korzonków różnica także jeszcze była widoczna. W trzeciej próbie zebrane spostrzeżenia niczem się nie różniły od powyżej opisanych.

Rajgras francuski (*Arrhenatherum elatius*).

Próba 1. Nasiona w plewkach i wyluskane ziarnczaki rozłożone na miernie wilgotnej bibule, trzymane w szafce, zatem prawie zupełnie bez światła, okazały następujące różnice w rozwoju:

	nasienie bez plewek:	nasienie w plewkach:
5. dnia:	Korzonki białe, długie, obficie owłosione, przeważnie 10 mm długie; trafiają się jednak o długości przeszło 40 mm. Piórka białe, lśniące, na końcach żółtawe, 5—10 mm długie.	Okolo dziesięciu korzonków 10 mm długich, zresztą bardzo krótkie. Piórka prawie zupełnie niewidoczne, najdłuższe u kilku 5 mm długie.

8. dnia:	{	Piórka lśniące, czysto białe o żółtych końcach, 30—70 mm długie; długich stosunkowo więcej.	}	Piórka biało-żółte, matowe, 15—50 mm długie; przeważnie małe.
----------	---	---	---	---

W następnych dniach utrzymywała się uderzająca różnica w smukłości, wysokości, zabarwieniu i połysku piórek; korzonki ziarnczaków wysianych bez plewek były również znacznie bujniej rozwinięte. Po 25 dniach kielki wykształcone z nasion z plewkami wyróżniały się większą sprężystością a mniejszą skłonnością do wylegania i splątywania się piórek oraz nieco większą ich grubością w dolnej części, prócz tego słabiej rozwiniętymi korzeniami.

Próba 2. W pierwszych dwóch tygodniach dały się zauważyć u nasion trzymanyh w ciemności podobne różnice w rozwoju, jak w pierwszej próbie. Po upływie tego czasu różnica w długości piórek już się zatraciła; piórka ziarnczaków bez plewek wyróżniały się jednak zawsze żółciejszym zabarwieniem na końcach oraz słabszym połyskiem. Po kilku następnych dniach piórka ziarnczaków pozbawionych plewek zdradzały jakby delikatniejszą swą budowę większą wiotkością i skłonnością do wylegania, barwa ich była zawsze jaśniejsza, czystiej zielona. Dwudziestego dnia, z powodu wylegnięcia i pomotania, kielki ziarnczaków bez plewek wydawały się nawet niższe. Po miesiącu jeszcze u piórek rozwiniętych z nasion z plewkami znać było większą sprężystość.

Próba 3. Nasiona wyluskane i niewyluskane rozłożono na płytkach szklanych owiniętych zamiast białej — szarą bibułą, aby korzenie były widoczniejsze na ciemnym tle i wystąpiły wyraźniej na fotografii. Różnice w postępie kiełkowania były jak zwykle zaraz po paru dniach widoczne, a piątego dnia ziarnczaki pozbawione plewek wyróżniały się już znacznie ilością wykiełkowanych, jak również długością korzonków i piórek. Po upływie dalszych 48 godzin piórka nasion wyluskanych były przeważnie 50 mm, a niektóre nawet do 60 mm długie, podczas gdy u nasion kiełkujących w plewkach wynosiła długość piórek 20—40 mm, a tylko u kilku dochodziła 50 mm. Korzonki zaś u pierwszych dochodziły nawet do 80 mm, podczas gdy u ostatnich najdłuższe miały zaledwie około 30 mm. Różnice w rozwoju w tym okresie zauważone uwidacznia reprodukcja zdjęcia fotograficznego na ryć. 1 (tabl. 4), gdzie nie tylko znać wyraźnie różnice w długości korzonków, lecz także i obfitsze owłosienie u korzonków nasion wyluskanych.

Próba 4. U nasion pozbawionych plewek kiełkowanie było

widoczne zaraz trzeciego dnia; prawie wszystkie ziarnczaki miały już wówczas króciutkie korzonki, a u niektórych zaczynały już podrasnąć piórka. U nasion z plewkami w tym czasie jeszcze nie było zupełnie znać kiełkowania, a pierwsze króciutkie korzonki pojawiły się dopiero czwartego dnia, gdy ziarnczaki wyluskane miały już wszystkie piórka, a korzonki u niektórych były 10 mm i więcej długie. W dniu następnym większość piórek u nasion wyluskanych miała długość 10—15 mm, podczas gdy u nasion z plewkami piórka zaledwie zaczęły się pokazywać między plewkami, a zaledwie u kilku dochodziły do 10 mm. W długości korzonków i obfitości włosków była widoczna znaczna różnica na korzyść nasion pozbawionych plewek. Siódmego dnia, jak to widać na ryć. 2, będącej reprodukcją zrobionego w tym dniu zdjęcia, piórka co do długości bardzo znacznie jeszcze się różniły, a dopiero po dwóch tygodniach różnica zaczynała się zatracać. Jednakże kiełki rozwinięte z nasion wyluskanych na pierwszy rzut oka zawsze jeszcze można było poznać po wiotkości, cienkości, delikatności i ostrzejszym zakończeniu ich piórek.

Próba 5. W doświadczeniach dotąd opisanych trzymano nasiona rajgrasu w ciemności. Ponieważ można było sądzić, że na światło wpływ plewek na rozwój kiełka ulega jakimś zmianom, wypadało obserwować przebiek kiełkowania nasion normalnych i wyluskanych także i w normalnych warunkach oświetlenia. W tym celu w jednej z prób klosze z nasionami rozłożonemi na płytkach ustawiono tuż przy samem oknie, zwróconem na południe. Na podstawie pewnych przypuszczeń sądziłem, że na światło różnice w rozwoju będą mniej widoczne, tymczasem wystąpiły one raczej nawet wyraźniej, niż słabiej. W piątym dniu ziarnczaki wyluskane z plewek miały korzonki 5—80 mm długie z obfitemi włoskami, piórka zaś wyrosły na 10—40 mm, a przeważnie miały 20 mm długości. W tym samym czasie u przeważnej liczby nasion kiełkujących w plewkach nie było jeszcze znać wcale korzonków, a te co się pojawiły, były co najwyżej 30 mm długie; długość piórek wynosiła 5—20 mm (20 mm tylko u dwóch kiełków). W miarę tego jak piórka podraszały, delikatniejsza budowa i mniejsza sprężystość piórek u ziarnczaków wyluskanych stawały się bardzo widoczne, jak o tem można sądzić także i z ryć. 3, będącej reprodukcją zdjęcia rajgrasu jedenastodniowego. Zasługuje tu jednak na wzmiankę fakt, że na światło kiełki nasion bez plewek nie wyróżniały się

silniej zwiniętymi i wskutek tego bardziej śpiczastymi piórkami, lecz przeciwnie, jak to widać i na ryc. 3, miały blaszki liściowe więcej rozplaszczone.

Próba 6. Nasiona w plewkach i wyluskane zasiano w ziemi ogrodowej, lekkiej piaszczystej, w wazonach ustawionych w altanie wegetacyjnej, które w dzień trzymano w czasie pogodnym na wolnym powietrzu, a na noc przesuwano na wózkach pod dach szklanny. Nasiona pozostawiono bez przykrycia, tylko ziemię na powierzchni ugnieciono. Z powodu wyjazdu w czasie, gdy kiełkowanie się rozpoczynało, mogłem wykonać pierwsze obserwacje nad różnicami w rozwoju dopiero dziesiątego dnia po zasiewie, gdy piórka były już około 100 mm wysokie. Wówczas w obu wazonach kiełki z nasion bez plewek wyróżniały się delikatniejszymi, mniej sprężystymi i mocniej śrubowato skręcającymi się listkami. O większej ich delikatności świadczył fakt, że na silnym wietrze, jaki w tym dniu panował, więcej piórek się przewracało. Po upływie trzech dni następnych roślinki wyrosłe z nasion w plewkach odznaczały się większą grubością dolnej części pędów, większą sprężystością oraz szerszymi i ciemniejszymi listkami. Nawet ze znaczniejszej odległości oglądane rośliny z ziarnczaków wyluskanych wydawały się daleko nikszej. W parę dni później pojawiły się na nich mszyce, których na tuż obok stojących wazonach z rajgrasem zasianym w plewkach wcale nie znaleziono, co do pewnego stopnia zdaje się świadczyć także o większej delikatności rajgrasu z nasion wyluskanych, gdyż mszyce najchętniej osiedlają się w kulturach na słabszych roślinach. Po jakimś czasie różnice w formie zatraciły się, lecz różnica w sprężystości utrzymywała się przez długi czas.

Próba 7. Wszystkie spostrzeżenia zebrane w badaniach nad wpływem zewnętrznych plewek na formowanie się kiełka u rajgrasu prowadziły do wniosku, że zauważone różnice w rozwoju są skutkiem działania alkalicznej wydzieliny plewek na ziarnczak w pierwszym stadium kiełkowania, t. j. podczas pęcznienia. Chcąc się przekonać, o ile to przypuszczenie jest słuszne, wyjmowałem ziarnczaki z nasienia rajgrasu niewlaskanego w 48 i w 72 godzin po rozłożeniu na dosyć wilgotnej bibule, w chwili, gdy korzonki jeszcze się nie pojawiły. W próbie tej okazało się, że energia kiełkowania u ziarnczaków wyjętych z wilgotnych plewek zarówno wcześniej, jak i później była znacznie mniejsza, niż u równocześnie wysianych ziarnczaków wyluskanych z suchego nasienia. Pod

względem zaś formy zewnętrznej i barwy kielki ziarnczaków napęczniałych w plewkach a następnie wyjętych były podobne do wyrosłych z nasienia niełuskanego, zatem mniej wydłużone, więcej matowe, żółciejsze i bardziej sprężyste, niż kielki rozwinięte z ziarnczaków na sucho wyjmowanych z plewek przed wysiewem.

Owies (*Avena sativa*).

Próba 1. Ziarna owsa w plewkach i wyluskane rozłożono w płytkich czarkach szklanych na powierzchni miernie wilgotnego piasku. Czarki umieszczono w szafce w prawie zupełnej ciemności. Czwartego dnia ziarnczaki wyluskane odznaczały się obfitszemi pękami włosków oraz większą długością i matową powierzchnią piórek. Piórka ich miały przeważnie więcej niż 10 mm długości, podczas gdy u nasion kielkujących w plewkach długość piórek nie przekraczała 10 mm, a u przeważającej liczby zaledwie zaczęły się piórka między plewkami pokazywać. W trzy dni później u ziarn łuskanych piórka były nieco wyższe i cieńsze. Dziewiątego dnia owies wysiany bez plewek miał piórka cieńsze i bielsze, z liśniami przeważnie więcej wysuniętymi z liścieni. Jedenastego dnia zanotowano jako objaw charakterystyczny większą obfitość i znaczniejszą długość korzonków przybyszowych u ziarn bez plewek, a równocześnie większą wysokość, większą smukłość, z powodu silniejszego zwinięcia liści, wreszcie mniejszą sztywność pędów. Różnice te w dniach następnych były jeszcze widoczne. Po upływie dwudziestu dni mniejsza sztywność pędów u nasion wyluskanych zdradziła się silniejszym wylegnięciem. Po czterech tygodniach próbę zakończono i wyjęto z piasku korzenie. Okazało się, że kielki nasion łuskanych miały naogół korzonki bardziej wydłużone.

Próba 2. Owies w plewkach i bez plewek wysiano na bibule. Czwartego dnia kielkowanie owsa wyluskanego było znacznie dalej posunięte: korzonki silnie owłosione miały długość około 50 mm, a piórka 5—10 mm, podczas gdy owies, kielkujący w plewkach, miał korzonki znacznie krótsze, ze słabiej rozwiniętymi włoskami, a piórek jeszcze wcale nie było widać. W dniu szóstym, ósmym i jedenastym obie kultury fotografowano; ryć. 4, 5 i 6 są reprodukcjami owych zdjęć. Różnice w rozwoju są na tych rycinach tak uderzające, że opis słowny jest zbyteczny; jedenastego dnia części liści pierwszych, wysunięte poza liścienie, były u owsa wyluskanego 5—6 razy dłuższe. Potem różnice zaczęły się stopniowo zmniejszać; trzynastego

dnia jednak owies łuskany miał piórka o czwartą część dłuższe, a korzonki cieńsze i dłuższe, a nawet po piętnastu dniach jeszcze pewna różnica w wysokości piórek była widoczna.

Próba 3. Ponieważ zdjęcia fotograficzne owsa w pierwszym okresie kiełkowania na białej bibule nie były dosyć wyraźne w ponownej próbie w ciemności zasiano owies łuskany i niełuskany na bibule szarej. Na ryć. 7. będącej reprodukcją zdjęcia fotograficznego w czwartym dniu, znać bardzo dobrze różnice opisane w próbach poprzednich, a mianowicie zarówno większą długość korzonków i piórek u owsa łuskanego, jak i silniejszy znacznie rozwój włosków korzeniowych. W dalszym ciągu rozwoju piórka owsa łuskanego i niełuskanego różniły się dziesiątego dnia co do wysokości między sobą jeszcze znacznie, jak to wskazuje ryć. 8, a nawet w trzy dni później (ryć. 9) pewne różnice jeszcze były widoczne, choć już na fotografii znać je mniej wyraźnie.

Próba 4. Poznawszy różnice w rozwoju kiełków owsa w plewach i pozbawionego plew, rosnących w ciemności, uważałem za wskazane przekonać się, o ile zauważone różnice doznają zmiany, gdy kiełkowanie odbywa się na świetle. Próba wykonana na płytkach szklanych, owiniętych bibułą, umieszczonych w klozschach tuż przy oknie przekonała, że w pierwszych dniach przebieg kiełkowania owsa w plewach i bez plew jest na świetle taki sam, jak w ciemności. Rychlejsze pojawianie się korzonków, przytem równocześnie po dwa lub trzy u jednego ziarna, silniejsze owłosienie korzonków oraz przyspieszony wzrost piórek okazały się i na świetle charakterystycznymi następstwami usunięcia u owsa plewek. Jak to widać na ryć. 10, przedstawiającej owies dwunastodniowy, w tej próbie na świetle wyrosły, pędy owsa łuskanego jeszcze w tym okresie odróżniały się większą długością. Natomiast podobnie, jak to już zauważono w próbie z rajgrasem, piórka owsa łuskanego nie były bynajmniej silniej zwinięte, lecz przeciwnie miały bliższe liściowe naogół węższe, choć wcześniej rozplaszczone. Różnica ta i na ryć. 10 jest wyraźnie widoczna. Co do sprężystości zaś piórka owsa łuskanego, zupełnie tak samo jak rajgrasu, bardzo wybitnie ustępowały piórkom owsa niełuskanego i to aż do końca próby, miały przytem liście w dotknięciu miększe. O delikatniejszym ich ustroju świadczy także fakt, że owies łuskany znacznie wcześniej zmarniał, niż niełuskany.

Próba 5. Owies łuskany i niełuskany posiano w piasku

próchnicznym w wazonach blaszanych, trzymanyh w altanie wegetacyjnej na otwartem powietrzu. I w tym przypadku pędy owsa posianego w plewach odznaczały się przez długi czas większą sztywnością, szorstkością oraz większą szerokością blaszek liściowych.

Seradella (*Ornithopus sativus*).

Strączki seradelli po namoczeniu nabierają silnego alkalicznego odczynu i niebieszczą prędko papierek lakmusowy, umieszczony obok nasion na bibule. Można było zatem z góry spodziewać się, że usunięcie strączków wywoła znaczne zmiany w przebiegu kiełkowania. Próby podjęte potwierdziły w zupełności słuszność tego przewidywania, jak to widać wyraźnie na ryć. 11 (tabl. 5). Rycina ta przedstawia różnice w kiełkowaniu seradelli w strączkach i bez strączków, spostrzeżone z początkiem czwartego dnia. W tym czasie nasiona wyluskane prawie wszystkie wykiełkowały i miały przeważnie wcale już długie korzonki, gdy tymczasem z nasion w strączkach jeszcze bardzo niewiele kiełkowało. Po upływie dalszych dwóch dni różnica w postępie kiełkowania u obu kultur była wciąż uderzająca. Nasiona wyluskane miały korzonki 10 – 20 mm długie, z silnie rozwiniętymi włoskami, gdy tymczasem z nasion kiełkujących w strączkach dużo jeszcze zupełnie nie kiełkowało, albo zaledwie zaczynało kiełkować, a u tych co skiełkowały, korzonki miały długość od 5 do 15 mm. Kielki nasion wyluskanych wyróżniały się przy tem większem wydłużeniem członka podlistniowego.

Ponieważ nie można było uważać z góry za przypuszczenie zupełnie nieprawdopodobne, że przyczyną powolniejszego rozwoju nasion seradelli w strączkach może być utrudnienie przez strączek dostępu wody i opóźnienia wskutek tego pęcznienia, starałem się dojść do wyjaśnienia tej wątpliwości przez nieco wcześniejszy wysiew nasienia w strączkach lub też przez nacinanie strączków, w celu ułatwienia dostępu wody do nasienia. I w tych próbach jednak można było zauważyć szybszy postęp kiełkowania u nasion wyluskanych, jak również zaznaczoną wyżej różnicę w formie rozwoju kielków. W razie zastosowania przecinania z boku spostrzeżono tylko szybszy wzrost korzonków u tych nasion, u których wypadkowo nadcięto strączek po tej stronie, po której leżał korzonek.

Gdy zaś strączki obcinano po jednej stronie w poprzek, nie wywierało to na postęp kiełkowania wybitniejszego wpływu, jak o tem może przekonać ryć. 12, przedstawiająca kiełkowanie sera-

delli łuskanej po lewej stronie, z naciętą z brzegu w poprzek torebką w środku, a z torebką nieprzeciętą z prawej strony. W tym okresie seradella łuskana prawie wszystka wykiełkowała i miała korzonki 5—10 mm długie, z nacinanej wykiełkowało około 40%, a korzonki o długości 10 mm znajdowały się tylko u czterech nasion, z seradelli zaś nieprzecinanej skielkowało około 30%. Przecięcie torebek zatem na energję kiełkowania nie wywarło większego wpływu. A usunięcie torebek przyspiesza tak kiełkowanie, że zwykle u większości nasion wyluskanych już na drugi dzień widoczne są krótkie korzonki.

Esparceta (*Onobrychis sativa*).

Strączki esparcety, podobnie jak strączki seradelli, po namoczeniu niebieszcą silnie papierek lakmusowy, a jak pierwsze zaraz próby przekonały, usunięcie strączków zmienia w bardzo charakterystyczny sposób przebieg kiełkowania. Ponieważ esparceta, podobnie jak buraki, na bibule wogóle gorzej kiełkuje, wysiewano ją w próbach zwykle w piasku w ten sposób, że nasiona w strączkach i łuskane rozkładano na powierzchni piasku miernie wilgotnego i lekko je wgniatało. We wszystkich doświadczeniach esparceta łuskana wcześniej zaczynała kiełkować; tak np. w jednej próbie po trzech dniach z nasion łuskanych skielkowało 23%, a z niełuskanych zaledwie kilka, zaś po upływie tygodnia z łuskanych wykiełkowało 75%, a z niełuskanych tylko 30%. W innej próbie, w ebwili gdy z nasion łuskanych wykiełkowało 65, z nasion niełuskanych wykiełkowało 20. Równocześnie z tą tak wybitną różnicą w energii kiełkowania spostrzega się uderzającą różnicę w sposobie wzrostu korzonków. Korzonki nasion kiełkujących w strączkach zaraz po wyjściu na zewnątrz zaczynają się zagłębiać w piasek i rosną w taki sposób, że nasiona zupełnie, albo prawie zupełnie się nie podnoszą. Tymczasem korzonki wyrastające z nasion wyjętych ze strączków, zamiast zagłębiać się, przeważnie czolgają się po powierzchni piasku, tak, że są na większej długości widoczne, a wzrost ich na długość jest równocześnie przyspieszony. Przyczyną zauważonego niezagłębiania się korzonka jest niezawodnie większa ich słabość, będąca w związku z szybszem ich wydłużaniem się. Jak dalece odmiennie wygląda skutek tej zmiany w rozwoju korzonków esparceta kiełkująca w strączkach i bez strączków, może o tem dać pewne wyobrażenie rycina 13, na której przedstawiony jest

stan esparcety w siedem dni po zasianiu. Czołganie się długich a cienkich korzeni esparcety łuskanej rzuca się tu odrazu w oczy. Charakterystycznym objawem podczas kiełkowania esparcety pozbawionej strączków jest także wyraźniejsze przejście od łodyżki do korzenia, który zazwyczaj w górnej części nagle się ścienia, podczas gdy u nasion kiełkujących w torebkach na większej stosunkowo długości zachowuje grubość prawie tę samą, co łodyżka. Skłonności korzonków nasion łuskanych do szybszego wzrostu towarzyszy również wydłużanie się także i członków podlistniowych, które tak samo wychodzi na niekorzyść ich sztywności i mocy, o czym można sądzić choćby ze zdjęcia fotograficznego esparcety dwutygodniowej, reprodukowanego na ryć. 14. Esparceta kiełkująca w torebkach na bibule wyróżniała się krótszemi i nieco grubszemi łodyżkami, które trzymały się sztywno, podczas gdy więcej wydłużone łodyżki esparcety wyluskanej łatwo się przewracały.

Przypuściwszy, że spostrzeżona różnica w sztywności łodyżek esparcety stoi w pewnym związku z niejednakową elastycznością błon komórkowych, w jednej z prób mierzono długość członków podlistniowych esparcety wyhodowanej w ciemności w piasku, z nasion łuskanych i nieluskanych, przed plasmolizą i po plasmolizie. Z powodu, że kultura była starsza i wzrost członków podlistniowych był już dawno ukończony, różnica w długości pędów już się zatraciła; pomimo tego dała się zauważyć wcale znaczna jeszcze różnica w rozciągliwości błon, jak o tem świadczą następujące liczby:

	esparceta:	nieluskana	łuskana
średnia długość przed plasmolizą		37.51 mm	36.38 mm
" " po plasmolizie		34.15 "	32.74 "
średnie skrócenie		3.36 "	3.64 "
skrócenie w odsetkach długości		8.96%	9.99%

Do pomiarów wzięto z esparcety nieluskanej 61 członków podlistniowych, a z łuskanej 71. Z pomiarów okazało się, że średnia długość pędów przed plasmolizą była u esparcety łuskanej mniejszą, niż u nieluskanej. Pochodzi to niezawodnie stąd, że wśród łuskanej esparcety było kilka kiełków słabo wyrosniętych. Być jednak także może, że esparceta łuskana w chwili ścinania straciła już część swego turgoru, z powodu większej skłonności do więdnienia. Pomimo tego stopień kurczliwości pędów był u tej esparcety znacznie większy.

Analogicznych pomiarów rozciągliwości błon u korzeni nie przedsięwzięto. Na podstawie jednak zauważonej różnicy w szybkości wydłużania się nie wątpię, że korzenie esparcety kielkującej w strączkach mają błony mniej rozciągliwe i z tego właśnie powodu o tyle wolniej rosną, że gdy w pierwszych kilku dniach po wysiewie dochodzą długości 4 do 10 mm, a najwyżej i to wyjątkowo 15 mm, kiełki rozwinięte z esparcety łuskanej miewają korzonki przeważnie około 15 mm długie, a niektóre nawet dłuższe niż 30 mm. Z powodu tej większej szybkości wzrostu w próbach wykonanych w piasku korzenie esparcety łuskanej pojawiały się zawsze znacznie wcześniej na dnie naczyń, jeżeli nasiona były przykryte tak grubo piaskiem, że na korzeniach nie mogły się w górę wznosić.

Fasola (*Phaseolus multiflorus*).

Dwadzieścia nasion fasoli czarnej, pozbawionej łupinki przez ostrożne oddzielenie jej nożykiem, tak, aby nie uszkodzić ani liścieni, ani korzonka i taką samą ilość nasion z łupinką moczone przez kilka godzin w wodzie. Gdy łupinka zaczęła się marszczyć, przekłuto ją w kilku miejscach w celu ułatwienia dostępu wody do zarodka. W czasie moczenia można już było zauważyć silniejsze pęcznienie nasion bez łupinki, które powiększyły znacznie swoją objętość już wtedy, gdy pomarszczona skórka na nasionach normalnych wskazywała, że liścienie zaledwie zaczynały pęcznieć. Namoczone nasiona umieszczono następnie na mocno wilgotnej bibule w kloszu z przykrywą szklaną i położono na nich na wierzchu, w celu zapobieżenia obeschnięciu, bibulę zwilżoną wodą. Po upływie czterech dni nasiona pozbawione łupinki miały korzenie główne 40 do 50 mm długie, z korzonkami bocznymi rozwiniętymi prawie u wszystkich, 1 do 7 mm długimi; członki podlistniowe silnie charakterystycznie zakręcone, u niektórych tworzyły pętlę; u czterech nasion korzonki zaczynały gnić. W tym samym czasie korzenie główne nasion normalnych wyrosły zaledwie na 15 do 20 mm, a boczne korzonki tylko u niektórych nasion były ledwo widoczne; członki podlistniowe były u tych nasion grubsze i słabiej u góry zakręcone. W dniu następnym uderzała w oczy przedewszystkiem znaczna różnica w długości bocznych korzonków: u wielu nasion moczonych bez skórki były one przeszło 20 mm długie, podczas gdy u nasion normalnych najdłuższy boczny korzonek wydłużył się zaledwie na 10 mm. W tym dniu pomiędzy rozwartymi liścieniami

nasion bez łupinki pokazały się już pierwsze listki, podczas gdy u nasion normalnych z liścieniami jeszcze tkwiącymi w łupince były one zupełnie niewidoczne. W dniach następnych, obok utrzymującej się wciąż różnicy we wzroście korzeni, można było zauważyć wzmagającą się różnicę we wzroście pędów. Po dniach dwudziestu stan kultur przedstawiał się następująco: z kiełków wyrosłych z nasion wyłuskanych dwa miały członki podlistniowe 120—150 mm długie, a reszta przeważnie 70—100 mm; u nasion zaś niewyłuskanych jeden członek podlistniowy miał długości około 100 mm, dwa około 80 mm, a reszta tylko 40 mm. Zakrzywienie u góry było u nasion pozbawionych łupinki znacznie słabsze. Listki u nasion pozbawionych łupinki były już dosyć silnie rozwinięte, a u nasion normalnych jeszcze zupełnie niewidoczne. W trzy dni potem dopiero zaczęły się u nasion z łupinką pojawiać pierwsze listki, podczas gdy nasiona pozbawione łupinki miały już wykształcone pierwsze międzywęzła przeważnie 50—60 mm długie.

Wykonana równocześnie z tylko co opisaną próba kiełkowania fasoli w skórce i bez skórki na piasku wykazała takie same różnice w rozwoju. Kiełki nasion bez łupinki odznaczały się zaraz po kilku dniach szybszym wzrostem, tak korzenia głównego, jak i korzonków bocznych, jak również szybszem wydłużaniem się członka podlistniowego. Po upływie dwóch tygodni kiełki wyrosłe z nasion normalnych miały członki podlistniowe przeważnie tylko 50 mm długie, odznaczały się przytem większą grubością i silnem zagięciem górnego końca; listki zaledwie zaczęły się pokazywać z pomiędzy liścieni. Natomiast u kiełków z nasion obłuskanych długość członków podlistniowych wynosiła około 100 mm, a z wyjątkiem kilku były one już zupełnie wyprostowane lub tylko słabo zgięte; z pomiędzy liścieni wysuwały się już pierwsze międzywęzła, przeważnie 20 do 30 mm długie. W trzy dni później kiełki pochodzące z nasion normalnych odznaczały się jeszcze wciąż silniejszym zakrzywieniem członków podlistniowych i bardzo krótkimi międzywęzłami, wówczas gdy u niektórych kiełków z nasion obłuskanych pierwsze międzywęzła wydłużyły się już na 70 mm.

W analogicznych próbach z nasionami fasoli o zielonej barwie łupinki otrzymano zupełnie takie same rezultaty; nasiona pozbawione łupinki wyróżniły się również szybszym postępowaniem kiełkowania i odmiennym sposobem rozwoju i potwierdzały wniosek, że łupinka nasienia fasoli wywiera pewien wpływ na wykształcanie się

kielka. W celu przekonania się, na jak długo ten wpływ się rozciąga, hodowano fasolę w wysokich naczyniach szklanych w pokoju, lub w wazonach umieszczonych w altanie vegetacyjnej. W jednej z takich kultur zaśiano po 20 nasion fasoli czarnej w piasku w cylindrach szklanych około 50 *cm* wysokich, trzymany w ciemności. Po upływie dwóch tygodni różnice w rozwoju obu kultur były głównie następujące:

Z nasion niełuskanych wyrosło 18 roślin, wszystkie zdrowe. Pędy na ogół były tu wyższe, a różnice w ich wysokości były mniej znaczne. Jedna z roślin wyrosła na 150 *mm*, siedem mniej więcej dochodziło 100 *mm*, a reszta miała mniejszą wysokość. Pierwsze liście były stosunkowo większe.

Z nasion łuskanych otrzymano 14 roślin, z tych jedna zmarła już, u jednej członek podlistniowy okryty był pleśnią, a u dwóch innych znać było na członkach podlistniowych brunatne plamy, od których zaczynała się rozchodzić pleśń. Wysokość pędów była tu na ogół mniejsza; u jednej rośliny około 120 *mm*, u dwóch około 100 *mm*, a reszta roślin miała pędy jeszcze krótsze. Pierwsze listki były słabiej rozwinięte.

W dziesięć dni później fasola rozwijająca się z nasion normalnych miała pędy 200—220 *mm* wysokie, zdrowe, podczas gdy u fasoli z nasion pozbawionych skórki pędy, o wyglądzie chorobliwym, miały wysokości tylko 140—160 *mm*; listki u pierwszych były zawsze jeszcze większe. Największą jednak różnicę znaleziono w rozwoju korzeni. Już wkrótce po zasadzeniu fasoli można było zauważyć przez szklaną ścianę naczynia, że rośliny pochodzące z nasion pozbawionych łupiny mają bujniej rozwinięty system korzeniowy. Gdy zaś po zakończeniu próby wydobyto korzenie z piasku i oplukano je w wodzie, zauważono, że podczas gdy u roślin wyrosłych z nasion normalnych korzeń główny odznacza się wyraźnie wśród korzeni bocznych, słabiej od niego wykształconych, rośliny pochodzące z nasion pozbawionych skórki miały korzenie z wyglądu przypominające raczej korzeń włóknisty, aniżeli korzeń pienny, normalny dla fasoli. Jak dokładniejsza obserwacja wykazała, ten niezwykle wygląd korzenia fasoli pochodził stąd, że boczne rozgałęzienia nawet przewyższały co do długości i grubości korzeń główny, który nie stanowił wyraźnego przedłużenia pędu a nieraz dochodził tylko do stosunkowo bardzo nieznacznej długości. Naogół biorąc

system korzeniowy fasoli kielkującej bez łupiny był silniej rozgałęziony, ale zarazem jakby delikatniejszy i słabszy.

W tym samym dniu, w którym rozpoczęto tylko eo opisaną próbę w piasku, zasadzono taką samą ilość nasion w łupince i bez łupinki w wysokich naczyniach szklanych w ziemi ogrodowej. Kultury te trzymano przez jakiś czas w ciemności, a wkrótce po wzejściu ustawiono je na oknie z wystawą południową. I tu skutek pozbawienia nasion łupiny był dla oka widoczny. Po upływie dwóch tygodni od chwili zasadzenia fasola rozwinięta z nasion łuskanych wyróżniała się znacznie dłuższymi pierwszymi międzywęzłami, a prócz tego i uszkodzeniami pierwszych liści, na których znać było, że się przebijały w ziemi po wysunięciu się z liścieni. Ta fasola była widocznie słabszą, gdyż w drugim miesiącu prawie doszczętnie wyginęła, podczas gdy wszystkie pędy fasoli pochodzącej z nasion normalnych żyły jeszcze, jakkolwiek wogóle rozwój ich był z powodu ograniczonego dostępu światła słaby. Po wydobyciu korzeni z ziemi zauważono na nich te same różnice, jakie można było spostrzec w kulturach w piasku. Z nasion pozbawionych łupinki rozwinęły się słabe wiązki złożone z cienkich drugorzędnych korzonków, podczas gdy rośliny pochodzące z nasion nieluskanych miały wyraźne korzenie rdzenne, niektóre bardzo typowo wykształcone.

Wreszcie zgodne zupełnie wyniki daty dwukrotnie podjęte kultury wazonowe na otwartym powietrzu. Zauważono mianowicie, że wschodzenie fasoli pozbawionej łupinki, pomimo niezbyt głębokiego przykrycia, bo tylko na 2 cm, było znacznie utrudnione. Tak np. gdy z 20 nasion normalnych w jednej próbie weszło po 10 roślin w każdym z dwóch wazonów, z nasion zasadzonych bez skórki weszło w jednym wazonie 4, a w drugim tylko 3. Zauważono przytem, że pędy nasion łuskanych ukazywały się na powierzchni ziemi z liścieniami mocniej rozwartymi, z pomiędzy których wysuwały się o wiele silniej rozwinięte listki. Po wzejściu rosły rośliny pochodzące z nasion łuskanych wogóle gorzej i w niektórych kulturach miały pędy bez mała o połowę niższe. Po wyjęciu korzeni z ziemi zauważono na nich takie same różnice, jak te, które spostrzeżono na fasoli hodowanej w pokoju. Nasiona łuskane wykształcały korzenie o formie przypominającej więcej korzeń włóknisty, aniżeli korzeń pienny; rozgałęzienia zaczynały się wogóle nieco wyżej i były liczniejsze i drobniejsze, ale

widocznie i słabsze, bo przy rozdzielaniu korzenie łatwiej się prze-rywały.

Jak się zatem okazuje z opisanych powyżej najważniejszych spostrzeżeń, różnice zauważone podczas kiełkowania nasion fasoli łuskanych i niełuskanych, umieszczonych bądź na bibule, bądź na piasku, stoją do pewnego stopnia w sprzeczności z rezultatami doświadczeń wegetacyjnych, prowadzonych przez dłuższy okres czasu. Wprawdzie w rozwoju korzeni skutek pozbawienia nasion skórki był we wszystkich próbach identyczny, bo zauważona u korzeni nasion łuskanych, rosnących czy to w ziemi, czy też w piasku, skłonność do przyhierania formy korzenia włóknistego stoi niezawodnie w związku z obserwowaną zaraz w pierwszym okresie kiełkowania u korzonków zarodka skłonnością do szybkiego wykształcania bocznych rozgałęzień. Jednak rozwój pędów u nasion łuskanych, posadzonych w pewnej głębokości, niezupełnie odpowiedział temu, czego się można było spodziewać na podstawie różnie zauważonych w kiełkowaniu nasion wolno leżących. Nasiona te szybciej pęczniały, członek podlistniowy silniej się wydłużał, a pierwsze listki prędzej zaczynały się wysuwać z pomiędzy liścieni. Wobec tego można było się spodziewać, że pozbawienie nasion, zasadzonych w ziemi lub w piasku, skórki przyspieszy ich wschodzenie i dalszy rozwój. Tymczasem okazało się, że nasiona łuskane nie tylko wolniej wschodziły, ale i procent wschodzących był wogóle mniejszy, a rozwój tych, które wzeszły, słabszy. Pozorna ta jednak sprzeczność rezultatów daje się z łatwością wyjaśnić, gdy się zwróci uwagę na to, że pędy fasoli rozwijające się z nasion bez łupinki, jakkolwiek prędzej się wydłużały, miały wygląd mniej zdrowy, a budowę wedle wszelkiego prawdopodobieństwa słabszą. Możliwym jest zatem, że nasiona pozbawione skórki, pomimo szybszego z początku wydłużania się członków podlistniowych, później wschodzą dlatego, że z powodu swoich w ogóle słabszych pędów przewyciężają z większą trudnością opór, jaki mają do pokonania w ziemi, a to tem więcej, gdy już w ziemi z pomiędzy liścieni zaczyna wyrastać pierwsze międzywęzła z delikatnymi pierwszymi listkami. Prócz tego kiełki rozwijające się z takich nasion muszą widocznie wogóle ulegać łatwiej zewnętrznym wpływom, skoro mniej ich stosunkowo wschodzi. Z tych to powodów podnieta do szybszego rozwoju pędów, jaką daje usunięcie skórki, nie tylko nie wychodzi w warunkach naturalnych na dobre w pierwszych stadjach kiełkowania, ale i po wzejściu odbija

się, jak to zauważyłem w doświadczeniach wegetacyjnych, niekorzystnie na dalszym rozwoju.

Łubin niebieski (*Lupinus angustifolius*).

Obieranie nasion łubinu ze skórki przedstawia daleko większe trudności, niż obłuskiwanie innych nasion. Koniec bowiem korzonka u łubinu nie tylko pokryty jest łupinką od strony zewnętrznej, ale i od strony wewnętrznej otacza go twarda, biała, dosyć gruba błona, która wskutek zrośnięcia brzegów z łupiną tworzy jakby ochronny woreczek dla korzenia. Wskutek tego po usunięciu łupinki z powierzchni liścieni, zbliżając się do korzonka, trzeba ją z wielką ostrożnością odłupywać, dopóki część łupinki pokrywająca korzonek nie da się wraz z ową błoną z niego zsunąć. Przy tej operacji często korzonek się odłamuje lub nadłamuje, ostrożnie jednak postępując, można usunąć łupinę bez uszkodzenia zarodka.

Chcąc się przekonać, jak wpłynie u łubinu na rozwój kiełka usunięcie skórki, umieszczono na wilgotnym piasku po 27 ziarn łubinu niebieskiego obłuskanych i normalnych, namoczonych poprzednio przez parę godzin w wodzie. Już podczas moczenia można było zauważyć u nasion pozbawionych łupinki silniejsze pęcznienie i wyraźne bardzo wydłużenie się korzonków. Po rozłożeniu nasion na powierzchni piasku i lekkim ich wgnieceniu zauważono w dalszym rozwoju w ciemności następujące różnice:

po upływie dwóch dni: u nasion łuskanych liścienie rozwarłe; członki podlistniowe wydłużone, tak, że kiełki rosną na długość około 10 mm poziomo, zanim korzonek zagłębi się w piasek (wygląd dosyć podobny, jak u łuszczonej esparcety); korzonki wogóle więcej wydłużone, niektóre przekroczyły 20 mm. Z nasion niełuskanych, mocno napęczniałych, tylko pięć ma korzonki 1 do 7 mm długie, które zaraz po przebicju łupiny zwracają się w dół.

Po upływie trzech dni: z nasion łuskanych niektóre już stoją na członkach podlistniowych; u niektórych pomiędzy współrozwartymi liścieniami widać listki. Stan łubinu niełuskanego prawie się nie zmienił.

Po czterech dniach: liścienie ziarn pozbawionych łupiny przeważnie zczerniały; członki podlistniowe u góry, na łuku cienkie. Nasiona posadzone z łupiną mają dopiero niektóre krótkie, grube członki podlistniowe, wznoszące w górę liścienie.

Po sześciu dniach: u nasion łuskanych, u sześciu pędy 30—40 mm wysokie, jeden członek podlistniowy krótki, dosyć gruby, inne cienkie słabo rosną; u góry członki podlistniowe już nie są pętlowato zakręcone, lecz tylko jeszcze lekko zakrzywione, tak, że z liścieniami tworzą prawie kąt prosty. Pędy nasion kiełkujących w skorcie grube (tylko jeden cienki), zaledwie 10—15 mm wysokie są na górnym końcu jeszcze w pętlę zakrzywione i na zgięciu mocno różowe.

Po dwunastu dniach: z pędów nasion bez łupinki dwa około 100 mm wysokie, dosyć grube, jeden cienki, 80 mm wysoki, trzy średnie, wysokie około 40—50 mm, reszta zmarniała; z żywych tylko jeden pozornie zdrowy, u innych dolna część pędu, względnie górny koniec korzenia z jednej strony lub wokół zezerniały i nadpsuty. Kielków z nasion niełuskanych piętnaście zdrowych, wszystkie z grubymi lub dosyć grubymi członkami podlistniowemi, z których dwa mają wysokość około 100 mm, trzy — około 80 mm, cztery — 50 do 60 mm, cztery — 30 do 40 mm, jeden około 20 mm i jeden 10 mm. Wygląd wogóle daleko zdrowszy; powierzchnia pędów gładsza, więcej woskowa; liścienie częściowo jeszcze w łupince, przeważnie mniej rozwarłe. pierwsze listki mniej widoczne.

Po piętnastu dniach: z nasion niełuskanych utrzymało się jeszcze 10 kielków zupełnie zdrowych, a z pozbawionych łupiny tylko 2, reszta zaś wyginęła lub marnieje.

U łubinu zatem, podobnie jak u fasoli, usunięcie skórki z nasienia wywarło wpływ przyspieszający na rozwój zarodka, co jednak bynajmniej nie wyszło na korzyść, lecz przeciwnie na szkodę, skoro kielki pochodzące z nasion łuskanych łatwiej ginęły. W wyższym jeszcze stopniu objawiła się wynikająca stąd szkoda w kulturach wazonowych. Wskutek nieco głębszego przykrycia nasienia, lekko przed zasianiem namoczonego, jakkolwiek użyto do napełnienia wazonów sypkiego piasku próchnicznego, weszły na 40 nasion łuskanych w dwóch wazonach tylko trzy rośliny, z których dwie po paru dniach zmarniały, gdy tymczasem z tej samej liczby nasion niełuskanych weszło szesnaście. W drugiej próbie, w której łubin sadzono w dołkach tylko 1.5 cm głębokich, z 38 nasion niełuskanych weszło w ciągu pierwszych 10 dni — w dwóch wazonach — siedemnaście, podczas gdy nasiona obłuskane wydały tylko dwie słabe rośliny, niższe i z liścieniami zezerniałemi. W obu próbach na pierwszych liściach palczastych łubinu łuskanego znać było na

końcach uszkodzenia; liście te w ogóle słabiej się rozwijały i miały listki bardzo nierównej długości — niezawodnie z powodu uszkodzeń doznanych podczas przebijania się przez ziemię podczas wschodzenia. Charakterystyczną cechą tego łubinu było także bardzo słabe zaczerwienienie członków podlistniowych; miały one barwę zielonąwą, podczas gdy u kielków z nasion normalnych były ciemno czerwone. Dalszy rozwój roślin pochodzących z nasion pozbawionych łupiny był bez porównania słabszy, a gdy po około sześciu tygodniach wydobyto korzenie, znaleziono na nich podobne różnice w rozwoju, jak u fasoli. Nasiona posiane bez łuski miały korzeń główny zanikły lub słabo wykształcony, a stosunkowo silniej rozwinięte korzenie boczne tworzyły wiązkę charakterystyczną dla formy korzenia włóknistego. U roślin natomiast pochodzących z nasion normalnych korzeń główny odznaczał się wyraźnie większą grubością i silniejszym wykształceniem od korzeni pobocznych.

Rzodkiewka (*Raphanus sativus*).

Nasiona rzodkiewki łuskane i niełuskane, moczone przez jedną godzinę w wodzie, umieszczono na wilgotnej bibule w ciemności. Zaraz na trzeci dzień można było zauważyć, że kiełkowanie nasion pozbawionych łupiny znacznie dalej postąpiło. W czwartym dniu kiełki nasion łuskanych odznaczały się najsilniej stosunkowo rozwiniętymi i zarazem najdelikatniejszymi liścieniami; w dwa dni później ta sama różnica rzucała się w oczy. Dziesiątego dnia zauważono u nasion kiełkujących bez łupinki wygląd mniej zdrowy i jakby słabsze łodyżki. W trzy dni później miały one zawsze jeszcze liścienie najsilniej rozwinięte i najdelikatniejsze korzonki, a prócz tego wyróżniały się bujnie rozwiniętą na nich pleśnią. Po upływie piętnastu dni znaleziono u roślin pochodzących z nasion łuskanych łodyżki krótsze, ale pomimo pleśni liścienie przeważnie lepiej rozwinięte, a przedewszystkiem osadzone na dłuższych ogonkach, wskutek czego były daleko mniej skupione, niż u roślin wyrosłych z nasion niełuskanych. W trzy dni później u tych ostatnich były członki podlistniowe zawsze jeszcze krótsze, ale pleśnienie na nasionach łuskanych zrobiło takie postępy, że cała bibuła w kłoszu była pokryta białą pilśnią. Po upływie też dalszych sześciu dni kielków z nasion łuskanych już tylko niewiele pozostało żywych, podczas gdy kielki z nasion niełuskanych trzymały się jeszcze zdrowo.

Spostrzeżenia nad skutkami pozbawiania nasion plewek, czy też torebek lub łupinek, zebrane w opisanych powyżej próbach, prowadzą zgodnie do wniosku, że te zewnętrzne części nasienia nie są przeznaczone wyłącznie do mechanicznej ochrony zarodka przed zewnętrznymi uszkodzeniami, czy to podczas spoczynku nasion, czy też w pierwszym okresie kiełkowania, lecz że wywierają one przez dłuższy lub krótszy okres czasu ważny wpływ fizjologiczny na rozwój kielka. Rozwój i intensywność tego wpływu zależą do pewnego stopnia od jakości nasienia, skutek jednak ogólny usunięcia bądź plewek, bądź torebek lub łupin jest u wszystkich nasion jednakowy i objawia się przez:

1. przyspieszenie rozwoju zarodka;
2. pobudzenie wydłużania w mniejszym stopniu u korzonka, a w wyższym stopniu u pędu;
3. zmniejszenie odporności rozwijającego się kielka;
4. delikatniejszą budowę tkanek.

Zastanawiając się nad kwestją, co wywołuje te wszystkie zmiany, jakie można zauważyć podczas kiełkowania nasion pozbawionych tych części, które dotąd uważa się wyłącznie za środek ochronny mechaniczny, nie mogłem zgóry odrzucić, jako zupełnie nieprawdopodobnego przypuszczenia, że owe zmiany są prosto następstwem ułatwionego przez usunięcie plewki, torebki albo skórki nasiennej, dostępu wody do bielma i do zarodka. Po rozważeniu jednak wszechstronnem wszystkich względów, które przemawiają przeciwko uznaniu tego przypuszczenia za słuszne, musiałem dojść do przekonania, że fakty spostrzeżone w moich badaniach nie stoją bynajmniej w związku przyczynowym z szybszem dochodzeniem wody do obnażonego zarodka. Przeciwno przypisywaniu ułatwionemu dostępowi wody do części istotnych nasienia ważniejszego znaczenia przemawiają mianowicie następujące względy:

a) usunięcie plewek, torebek lub skórki pociąga za sobą nie tylko przyspieszenie rozwoju kielka, lecz niezaprzeczenie także wcale wyraźne zmiany w formie rozwoju, które trudno złożyć na karb obfitszego dostępu wody. Zmiany te można śledzić przez dłuższy okres czasu, gdy tymczasem różnice w długości korzeni i łodyżek, jakie mogłyby objawić się w ciemności wskutek szybszego dostępu wody do obnażonego zarodka, musiałyby stopniowo zacierać się, w miarę tego, jak kielki zbliżają się do kresu swego bytu, po wyczerpaniu złożonego w nasieniu materiału rezerwowego. Do pew-

nego stopnia możnaby jeszcze złożyć na karb przesycenia się wodą zauważoną u nasion fasoli pozbawionych łupinki skłonność korzeni do tworzenia bocznych rozgałęzień, choć znajomość zjawisk korelacyjnych, występujących podczas wzrostu narządów roślinnych, każe przypuszczać, że nadmiar wody, pobudzając wydłużanie się korzenia głównego, powinienby raczej powstrzymywać, niż przyspieszać wykształcanie się bocznych jego rozgałęzień. Ale tego rodzaju skutków, jak zmiana barwy u łodyżek, silniejsze zwinięcie piórek u traw, mniejsza sprężystość pędów lub osłabienie odporności kielków, niepodobna przypisywać rychlejszemu dostawianiu się wody do nasienia po usunięciu plewek, torebek lub skórki.

b) Ziarnczaki traw wyjęte z plewek w jakiś czas po namoczeniu nasienia wykształcają kielki pod względem typu rozwoju podobne do kielków wyrastających z nasion nie wyjmowanych zupełnie z plewek, a osłabienie energii kiełkowania daje się u nich zauważyć, pomimo ułatwionego po wyjęciu z plewek dostępu wody.

c) Moczenie nasion w dosyć obfitej ilości niezmiętej wody pociąga za sobą inny skutek, niż ługowanie małymi ilościami wody, często zriemianemi. Sposób zachowania się nasion wylugowanych podczas procesu kiełkowania jest podobny do zachowania się nasion pozbawionych zewnętrznych części, np. plewek u traw lub zaschłych resztek okwiatu u buraków. Wpływ zatem wylugowania i operacyjnego zabiegu jest identyczny. Natomiast u nasion pęczniejących w wodzie niezmiętej można podczas kiełkowania obserwować w stopniu nawet spotęgowanym te właściwości w rozwoju, którym pozostawienie plewek lub zaschłego okwiatu pozwala wyjść na jaw. A przecież zarówno w razie moczenia nasion w wodzie niezmiętej, jak i w razie płukania ich wodą często odmienną, dostęp wody do zarodka jest w jednakowym stopniu zabezpieczony.

d) Nasiona kiełkujące w plewach, torebkach itp., w środowisku bardzo miernie wilgotnem, pod względem szybkości i formy rozwoju więcej zbliżają się do nasion pozbawionych tych części, aniżeli w razie kiełkowania wobec pewnego nadmiaru wody, jakkolwiek w ostatnim przypadku dostęp wody do zarodka jest niezawodnie daleko bardziej ułatwionym, aniżeli w przypadku pierwszym. Przez obfitszy zatem dostęp wody wpływ obecności plewek, torebek itp. bynajmniej nie doznaje redukcji, lecz wprost przeciwnie — powiększa się.

e) Użycie do namoczenia nasion zamiast wody bardzo słabo stężonego roztworu kwasu wywołuje mniej więcej ten sam skutek na przebieg kiełkowania, co usunięcie plew u traw, lub resztek okwiatu u buraków.

Wszystkie powyżej przytoczone okoliczności przemawiają przeciwko przypisywaniu ułatwionemu dostępowi wody tych zmian rozwojowych, które usunięcie wszelkiego rodzaju okryw nasiennych spowodują. Wobec tego wypada przyczyny tych zjawisk szukać w tem, że do zarodków pozbawionych plewek, torebek, skórki itp. dostaje się czysta woda, do nasion zaś kiełkujących wewnątrz tych rozmaitych okryw dostaje się mniej lub więcej stężony roztwór ciał łatwo rozpuszczalnych, znajdujących się w plewkach, torebkach lub skórce. Jak to miałem sposobność stwierdzić w swoich badaniach, roztwór ten ma odczyn alkaliczny, a zawiera oprócz związków mineralnych także i ciała organiczne, należące pod względem istoty chemicznej — o ile się zdaje — przeważnie do garbników. Że w tym roztworze jest istotnie coś, co powstrzymuje wzrost, można to wnosić z zachowania się korzonków, które podczas kiełkowania przypadkowo nie zdołały przedostać się na zewnątrz nasienia, lecz pozostały wewnątrz plewek lub łupinek. Wypadek taki zdarza się często u kiełkującej konicyzny czerwonej, a także i u traw, np. rajgrasu francuskiego. Takie korzonki, które przez plewkę lub łupinkę nie wydobyły się na zewnątrz, rosną w ogóle wolniej, nie raz, jak u konicyzny, nadzwyczaj powoli i zwykle albo wcale nie mają włosków, albo włoski są mniej obfite. Powstrzymanie rozwoju korzonków w tym razie trudno wyjaśnić mechanicznym uciskiem plewki lub łupinki, bo rosnąc w ziemi, natrafiają korzonki na większy jeszcze opór i nie pozostaje, jak szukać przyczyny tego zjawiska — tak samo jak i przyczyny powolniejszego wzrostu łodyżek u nasion niepozbawionych plewek, torebek, łupinek itd. — w wydzielinach, które podczas pęcznienia nasion pod wpływem pobranej wody z tych naturalnych okryw nasiennych na zewnątrz się wydobywają. W wydzielinach tych znajdują się jednak obok związków mineralnych i ciała organiczne, wypada więc rozważyć, które z nich odgrywają główną rolę.

Co do połączeń mineralnych, to jakkolwiek jest bardzo możliwym, że są one dla rozwijającego się kielka mniej lub więcej użyteczne, nie można na ich karb złożyć zauważonych różnic w postaci kielków, gdyż bardzo wiele okoliczności przeciwnie temu prze-

mawia. Przedewszystkiem, gdyby podczas kiełkowania wpływ obecności plewek, torebek itp. polegał na zaopatrzeniu kielka w potas, sól, kwas fosforowy lub kwas siarkowy (ciała znalezione w ługu wodnym z nasienia buraków), nie powinienby tak radykalnie zmieniać się, gdy przez użycie słabego kwasu zamiast wody zobojętni się odczyn alkaliczny, charakterystyczny dla kiełkującego nasienia. Prócz tego trudno przypuścić, aby dostarczenie czy to potasu, czy sodu, czy kwasu fosforowego, czy też siarkowego nadawało kielkom te charakterystyczne cechy rozwoju, jak np. zmniejszenie połysku, ton więcej żółtawy, wygląd matowy lub silniejsze zwinięcie piórek u ziarnczaków traw kiełkujących bez plewek, albo też ich wybitnie nieraz większą sprężystość i odporność. Tak samo nieprawdopodobnem się wydaje, aby pozbawienie nasienia plew, torebek itp. właśnie wskutek odjęcia zarodkowi któregośkolwiek z wymienionych wyżej składników mineralnych, zwiększało rozciągliwość błon komórkowych tak, jak to miałem sposobność zauważyć w doświadczeniu z nasieniem esparcety. Natomiast na podstawie rezultatów badań, które od dłuższego czasu prowadzę nad znaczeniem fizjologicznem garbników, wydawało mi się o wiele prawdopodobniejszem, że plewki, torebki i łupiny nasienne wywierają wpływ na rozwój kielka nie przez znajdujące się w nich rozpuszczalne związki mineralne, lecz przez wylugowywane wraz z temi mineralnemi ciałami garbniki. Dlatego też zaniechałem sprawdzenia zapomocą specjalnych doświadczeń, o ile różne połączenia mineralne mogą wynagrodzić w rozwoju zarodka brak naturalnego, zewnętrznego opancerzenia, a uważałem za właściwe zbadać przedewszystkiem, jaki wpływ może mieć na kiełkowanie nasion wyluskiwanych traktowanie ich taniną.

W pierwszych próbach nasiona pozbawione plewek lub skórki umieszczono na bibule zwilżonej w jednych czarkach słabym roztworem taniny, a w drugich dla porównania wodą. W tych jednak warunkach bardziej wyraźne działanie taniny nie dało się zauważyć, niezawodnie z powodu, że znaczna część dodanego w roztworze garbnika osadzała się na bibule i przechodziła przez to w stan nieczynny. Wobec tego w wykonaniu doświadczeń wprowadziłem tę modyfikację, że do podlewania bibuły używano wyłącznie wody, ale przed rozłożeniem na niej nasion moczone część ich w wodzie, a część w taninie o różnem stężeniu. Jakkolwiek i w taki sposób stosowana tanina, w stosunkowo krótkim okresie czasu pozostając

w zetknięciu z nasieniem, mogła tylko w bardzo nieznacznej ilości dostać się do korzonków i łodyżek, skoro i cała ilość taniny znajdującej się w roztworze użytym do namoczenia nasienia była bardzo niewielka, mogłem zauważyć wcale wyraźne jej działanie na rozwój łuskanego owsa, albo też pozbawionych łupinki nasion rzodkiewki.

W jednym np. z doświadczeń, wykonanych w taki sposób z owsem, moczone przez 9 godzin wyłuskane z plewek ziarnczaki w roztworze taniny 0.1% i w wodzie, prócz tego moczone równocześnie w wodzie taką samą ilość nasion w plewkach. Po rozłożeniu nasion na płytkach szklanych okrytych wilgotną bibułą i umieszczonych w ciemności w jednym obszernym nakrytym nieuszczelnie kloszu zauważono zaraz na drugi dzień na ziarnczakach moczonych w wodzie wyraźny początek kiełkowania, podczas gdy u ziarnczaków, moczonych w roztworze taniny kiełkowanie było mniej widoczne, a u nasion owsa niełuskanych jeszcze zupełnie się nie zaczęło. Po upływie następnych 24 godzin ziarnczaki moczone w wodzie wyróżniały się naogół nieco dłuższymi i silniej owłosionymi korzonkami oraz piórkami przeważnie wyższymi i bielszymi, podczas gdy piórka ziarnczaków moczonych w taninie miały barwę woskowo-żółtawą. Z nasion moczonych w plewkach zaledwie u 25% zaczęły się pojawiać skąpo owłosione korzonki. W dwa dni później stan tych kultur przedstawiał się tak, jak to widać na ryć. 15, będącej reprodukcją zrobionego w tym dniu zdjęcia fotograficznego.

Owies łuskany moczony w wodzie wyróżnia się jeszcze od owsa łuskanego moczonego w taninie i znajdującego się na środkowej płytce, nieco silniejszym a przytem bardziej równomiernym rozwojem. Najwięcej stosunkowo wpadają na rycinie w oczy obfitsze pęczki włosków korzeniowych u ziarnczaków moczonych w wodzie, choć większa długość piórek jest po dokładniejszym obejrzeniu także widoczną. Od tych obu kultur wyróżnia się jednak w sposób bardzo wybitny umieszczony na trzeciej płytce owies kiełkujący w plewkach. Mała stosunkowo liczba ziarn kiełkujących, obok słabszego i nierównomiernego rozwoju korzonków, wskazuje z jednej strony wyraźnie, o ile dłuższe moczenie w wodzie szkodliwiej wpływa na nasiona w plewkach, niż na ziarnczaki wyjęte z plewek; z drugiej zaś strony przekonywa, że jakkolwiek moczenie w taninie rozwój do pewnego stopnia powstrzymało, to jednak nie osłabiło tak dalece kiełkowania, jak moczenie w wodzie nasienia niepozbawio-

nego plewy. Ta tak znaczna różnica może naturalnie pochodzić stąd, że rozpuszczalne związki wylugowywane z plewy silniej powstrzymują rozwój zarodka, niż tanina, lub że działają w większym stężeniu, przedewszystkiem jednak, jak mi się wydaje, odgrywa tu ważną rolę dłuższy czas działania. W zetknięciu z taniną pozostawały bowiem wyluskane ziarnczaki tylko przez 9 godzin w czasie moczenia, natomiast na zarodki ziarnczaków kiełkujących w plewkach działają wydzieliny alkaliczne plewek bezustannie, nieledwie od pierwszej chwili zetknięcia się nasienia z wodą użytą do moczenia. Rozwój owsa w tem doświadczeniu obserwowano jeszcze przez czas pewien i przekonano się, że ziarnczaki łuskane, namoczone w taninie, jakkolwiek w ogóle wcale dobrze się rozwijały, pod względem formy rozwoju więcej przypominały owies kiełkujący w plewkach, a mianowicie wyróżniały się piórkami nieco żółciejszemi i naogół biorąc nieco grubszemi oraz tępiej zakończonemi. Próbę tę powtórzono kilkakrotnie, a rezultat był zawsze ten sam. Nawet po upływie dwudziestu dni można było poznać pędy owsa pochodzące z ziarnczaków traktowanych taniną 0.1% po mniejszej wysokości i słabszem zaostreniu końców piórek. Zasiwano również owies wyluskany i niełuskany, moczony w wodzie i w taninie na piasku podlewanym wodą i taniną 0.1%. I w tym razie piórka owsa łuskanego pod wpływem taniny nabierały żółciejszej barwy, gorzej rosły i były bardziej ostro zakończone, przytem w późniejszym okresie rozwoju mniej sztywne. Tanina wstrzymywała również rozwój korzonków przybyszowych i wogóle nadawała wygląd właściwy kiełkom owsa nie pozbawionego plew.

W próbie z rzodkiewką nasiona normalne i obłuskane nożykiem przed wysianiem na bibule moczone przez godzinę w wodzie i w 0.1% taninie. Pomimo słabego stężenia i krótkiego działania, wpływ taniny na ziarnach łuskanych objawił się wcale wyraźnie. Zauważono mianowicie zaraz trzeciego dnia u nasion bez skórki moczonych w taninie większą ilość korzonków o grubszym końcu i z włoskami nieco mniej obfitemi, oraz słabszy rozwój i większą grubość liścieni, później zaś odznaczały się te nasiona mniejszą długością członków podlistniowych. Naogół biorąc rozwój nasion łuskanych moczonych w taninie był podobny do rozwoju nasion niełuskanych, traktowanie zaś taniną nasion niełuskanych wywierało wpływ daleko słabszy. Zasluguje tu jeszcze na wzmiankę, że na nasiona łuskane i moczone w wodzie pleśń rzuciła się silniej

i wcześniej, niż na moczone w taninie. Wogóle jednak kielki nasion łuskanych były widocznie mniej odporne, bo doszczętnie zginęły, gdy kielki nasion niełuskanych były jeszcze zupełnie zdrowe.

Wpływ wyraźny taniny zauważony podczas kiełkowania na owsie i na rzodkiewce zachęcił do prób z innymi jeszcze roślinami, a przede wszystkim z trawami, u których powierzchnia ziarnczaków jest znacznie mniejsza, niż u owsa i wskutek tego tanina użyta do doświadczenia może w stosunkowo większej ilości osadzać się bezpośrednio na piórku i korzonku zarodka. Z pomiędzy traw wydały mi się najodpowiedniejszymi rajgras francuski i kupkówka, których ziarnczaki stosunkowo najłatwiej można wyluskać z plewek bez uszkodzenia.

W jednej z tych prób część ziarnczaków rajgrasu francuskiego, wyluskanych z plewek, moczone przez parę godzin w wodzie, a część w 0,2% roztworze taniny. Po wysianiu na bibule zwilżonej wodą nie zauważono z początku w przebiegu kiełkowania wyraźniejszej różnicy. Kiełkowanie ziarnczaków moczonych w wodzie i w taninie rozpoczęło się prawie równocześnie, po paru jednak dniach można było zauważyć w formie kielków te same różnice, jakie charakteryzują rozwój nasion kiełkujących w plewkach i pozabawionych plewek. Piórka ziarnczaków moczonych w taninie, pomimo stosunkowo krótkiego moczenia i małego stężenia roztworu, wyróżniały się przez dosyć długi czas żółciejszym zabarwieniem, tępszymi końcami i większą sprężystością.

W drugim doświadczeniu moczenie ziarnczaków w wodzie i w bardziej stężonym, bo 0,5% roztworze taniny trwało dłużej, bo przeszło siedem godzin. Po upływie dwóch dni od chwili namoczenia u mniej więcej 20% ziarnczaków moczonych w wodzie i trzymany w ciemności na bibule znać było bardzo wyraźnie rozpoczęcie się kiełkowania, podczas gdy u ziarnczaków traktowanych taniną zaledwie 10% zdradzało mniej wyraźne kiełkowanie. Dłuższe zatem działanie taniny i większe stężenie osłabiło już w znacznym stopniu energję kiełkowania. W dalszym rozwoju ziarnczaki taniowane były podobne do kiełkujących równocześnie nasion z plewkami, tylko korzonki miały silniej rozwinięte i pokryte obficie włoskami. Podobny rezultat otrzymano także w próbie, w której moczenie w tak samo stężonym 0,5% roztworze taniny oraz w wodzie trwało tylko trzy godziny. W tym przypadku wprawdzie w energii kiełkowania nie zauważono tak znacznej różnicy, ale

piórka ziarnczaków moczonych w wodzie wyróżniała, jak zwykle, większa długość, delikatność, wysmukłość i bielsze zabarwienie.

Przekonawszy się, że kilkugodzinne moczenie wyluskanych ziarnczaków w taninie przed wysianiem ich na bibule oddziaływa w sposób widoczny na rozwój kielka, uważałem za właściwe sprawdzić, o ile wpływ taniny będzie silniejszym, gdy zetknięcie jej z wyluskanymi ziarnczakami rajgrasu francuskiego będzie trwało nie tylko w okresie pęcznienia, ale będzie się rozciągało i na czas kielkowania. W tym celu umieszczałem suche, świeżo wyluskane ziarnczaki i nasiona w plewkach bądź na dnie małych szklanych czarek, zwilżonem małą ilością wody lub roztworu taniny, bądź na wełnie szklanej lub gruboziarnistym piasku, podlewanym wodą lub rozpuszczoną w wodzie taniną.

W doświadczeniu, w którym nasiona leżały bezpośrednio na szklannem dnie, można było — celem uniknięcia zalania — dodać tylko bardzo małą ilość płynu; chcąc więc wprowadzić w zetknięcie z nasionami trochę więcej taniny, użyto roztworu 0.5%. W trzy doby po rozpoczęciu próby ziarnczaki kielkujące w wodzie miały piórka białe, 2–3 mm wysokie, a korzonki 2–5 mm, niektóre nawet 10 mm długie i zachowały swą jasną, białawą barwę. Ziarnczaki zaś, kielkujące w 0.5% roztworze taniny miały barwę żółtą, piórka 1 mm, a wyjątkowo 2 mm długie oraz korzonki bardzo krótkie. Różnicę w postępie kielkowania zauważoną w tym dniu znać wyraźnie na ryć. 16, na czarnem tle podłożonych pod dno w czasie fotografowania krążków z kartonu. U rajgrasu kielkującego w plewkach zaczęły się w tym samym czasie pojawiać korzonki u niektórych nasion. Po upływie następnych trzech dni wpływ taniny był jeszcze bardziej widocznym: ziarnczaki kielkujące w wodzie miały korzonki mocno owłosione, przeważnie po kilkanaście centymetrów długie piórka 10–40 mm wysokie, od spodu i na końcach białe, w części środkowej powyżej pierwszego węzła żółtawe; u ziarnczaków zaś kielkujących w taninie korzonki brunatne ze skąpymi włoskami miały zaledwie 1–10 mm długości, a piórka tylko 2–15 mm (przeważnie 3–5 mm) wysokie, tępiej zakończone, nie miały białych końców, lecz były silniej żółto zabarwione od węzła aż do wierzchołka. Nasion w plewkach w wodzie skielkowało mniej, niż ziarnczaków w taninie, ale rozwój ich był lepszy, bo siódmego dnia piórka wyrosły na 5–25 mm, a długość korzonków mocniej owło-

sionych dochodziła 30 mm. Wpływ taniny powstrzymujący wzrost okazał się zatem silniejszym, niż wpływ plewek.

W próbie, w której obserwowano kiełkowanie ziarnczaków na piasku obficie podlewanym roztworem 0.1% taniny, zauważono w porównaniu z nasionami łuskanymi i w plewach, podlewanymi wodą, mniej więcej takie same różnice. Tanina opóźniła nieco kiełkowanie, ale w mniejszym stopniu, niż pozostawienie plewek i przyczyniła się do wykształcenia piórek krótszych, grubszych, żółciejszych, tępiej zakończonych i mniej wiotkich, niż u ziarnczaków wyluskanych i podlewanych wodą, zatem nadała cechy charakterystyczne dla rozwoju nasion niepozabawionych plewek. W drugim doświadczeniu do podlewania piasku używano roztworu taniny bardziej stężonego, mianowicie 0.25%. Po czterech dniach kiełkowanie ziarnczaków wyluskanych i podlewanych wodą było znacznie dalej posunięte i równomierniejsze; z ziarnczaków podlewanych taniną większa część jeszcze wcale nie zaczęła kiełkować, a te, co skiełkowały, miały przeważnie bardzo jeszcze krótkie, zaledwie na 1—2 mm wydłużone korzonki. Piątego dnia znaczna część ziarnczaków z taniną dopiero zaczyna kiełkować, a te, co wcześniej skiełkowały, mają krótsze piórka i krótsze, słabiej trochę owłosione korzenie. Po upływie ośmiu dni uderza u ziarnczaków kiełkujących wobec taniny znacznie mniejsza wysokość piórek, są one naogół mniej więcej o trzecią część krótsze od piórek wykształconych w piasku podlewanym wodą, natomiast są mniej delikatne i bardziej sprężyste. Różnica ta we wzroście i wyglądzie stale się utrzymywała, a już po dwóch tygodniach pędy ziarnczaków łuskanych i podlewanych wodą zdradzają swą słabszą budowę wyraźną skłonnością do wylegania.

W doświadczeniu, w którym nasiona kiełkowały na wełnie szklanej rajgras niełuskany moczone lekko przez półtorej godziny w wodzie, ziarnczaków zaś wyluskanych przed wysianiem nie moczone wcale. Do podlewania wełny szklanej w jednej czarce z nasionami pozabawionymi plewy używano 0.1% roztworu taniny, drugą zaś partję ziarnczaków bez plewek i nasiona w plewach podlewano wodą destylowaną. Nasiona niełuskane z powodu nadmiernej wilgotności kiełkowały i rozwijały się najgorzej; część z nich zupełnie nie kiełkowała.

Ziarnczaki wyjęte z plewek i podlewane taniną kiełkowały dosyć szybko, ale rozwijały się słabiej, niż hodowane na wodzie. Siódmego dnia można je było łatwo rozpoznać po krótszych, słabiej owło-

sionych, brunatnawych korzonkach, oraz żółciejszych, woskowo-matowych, nieco naogół niższych pędach. W dniach następnych różnica w korzeniach nadal rzucała się w oczy, jak i większa ilość krótszych piórek, bardziej w ogóle sprężystych i sztywnych u rajgrasu kielkującego w roztworze taniny.

Wpływ taniny na rozwój kielkującego rajgrasu dał się zatem zauważyć we wszystkich bez wyjątku próbach. Analogiczne zmiany pod wpływem taniny spostrzeżono również na wyluskanych ziarnczakach kupkówki. W odnośnej próbie ziarnczaki wyjęte z plewek moczone przez dwie mniej więcej godziny w wodzie lub w 0.2% roztworze taniny. Po wysianiu na bibule nie można było z początku zauważyć znaczniejszej różnicy w szybkości kielkowania. Gdy jednak piórka zaczęły się podnosić, pojawiły się zaraz charakterystyczne różnice, a mianowicie ziarnczaki moczone w taninie wyróżniały się piórkami mniej wyciągniętymi, tępiej zakończonymi i nieco żółciejszemi, później zaś i trochę większą sztywnością i sprężystością pędów. Jedenastego dnia piórka ziarnczaków moczonych w wodzie znacznie przewyższały pod względem wysokości piórka ziarnczaków taninowanych.

Główne rezultaty osiągnięte dotąd w tej pracy dadzą się streścić w następujących punktach:

1. W plewkach, torebkach i łupinkach nasion znajdują się obok łatwo rozpuszczalnych w wodzie soli mineralnych także pewne rozpuszczalne związki organiczne, wśród których materje garbnikowe zdają się główną odgrywać rolę. Ogólna reakcja wszystkich tych rozpuszczalnych związków jest alkaliczna.

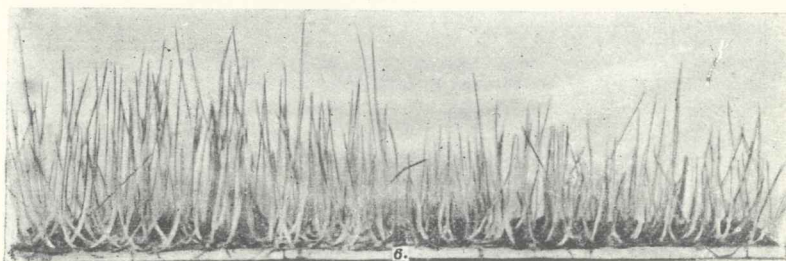
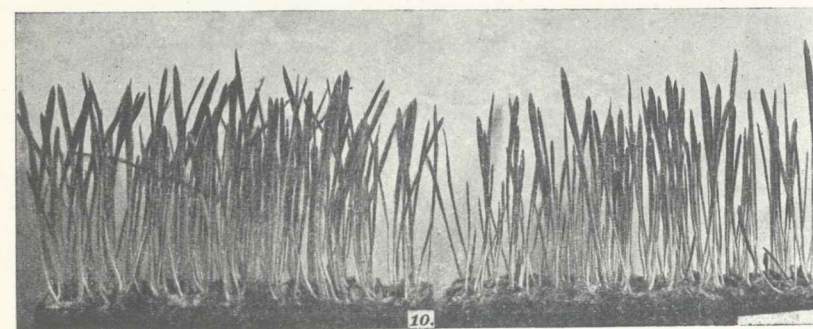
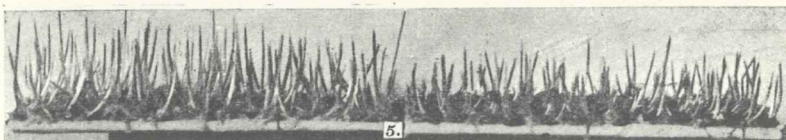
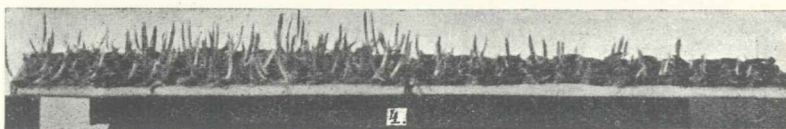
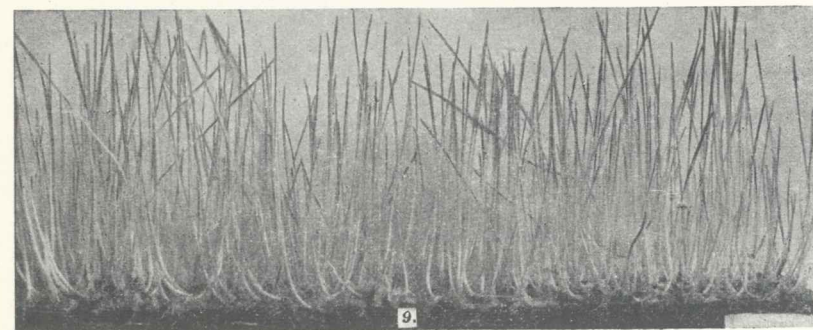
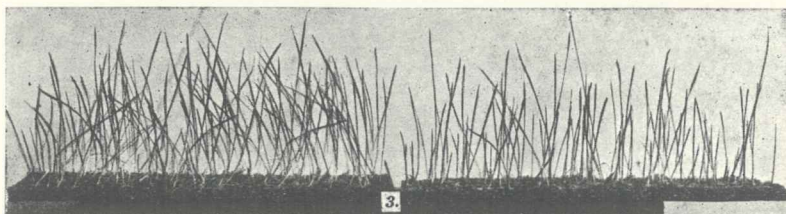
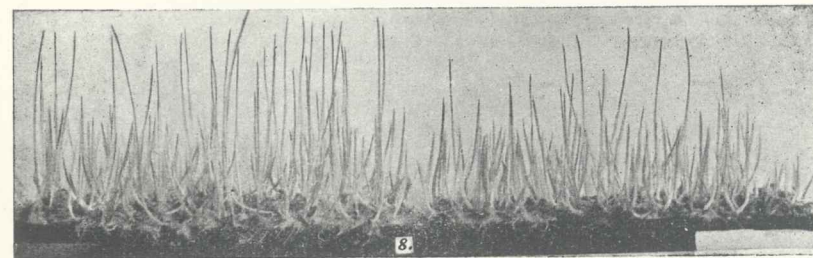
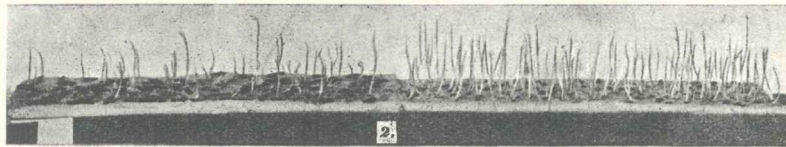
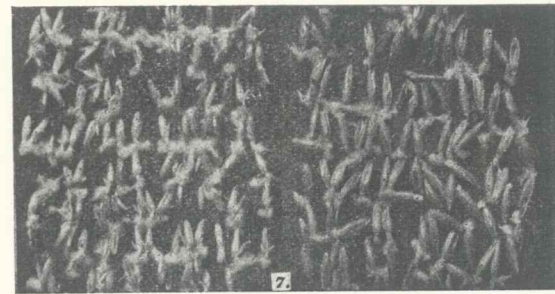
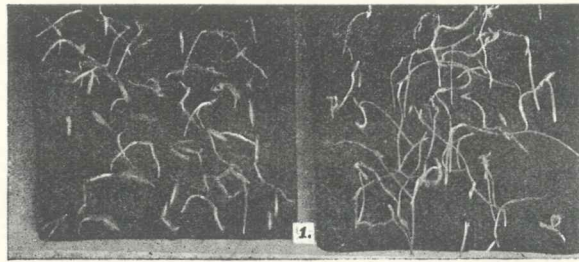
2. Plewki, torebki, łupinki itp. części nasion nie tylko stanowią mechaniczną ochronę zarodka, ale wywierają wpływ fizjologiczny na rozwój kielka przez alkaliczne wydzieliny, występujące na zewnątrz podczas pęcznienia nasienia.

3. Alkaliczny odczyn nasion powstrzymuje rozwój pleśni na kielkujących nasionach.

4. Nadmierna wilgotność wpływa ujemnie na proces kielkowania wskutek tego, że gromadzące się w obfitszej ilości wydzieliny alkaliczne zbyt silnie tamują rozwój zarodka.

5. Wpływ fizjologiczny zewnętrznych, ochronnych części podczas kielkowania polega na powstrzymaniu przedwczesnego rozwoju przedewszystkiem pędu i liścieni, jak również na wzmocnieniu





S. Jentys.

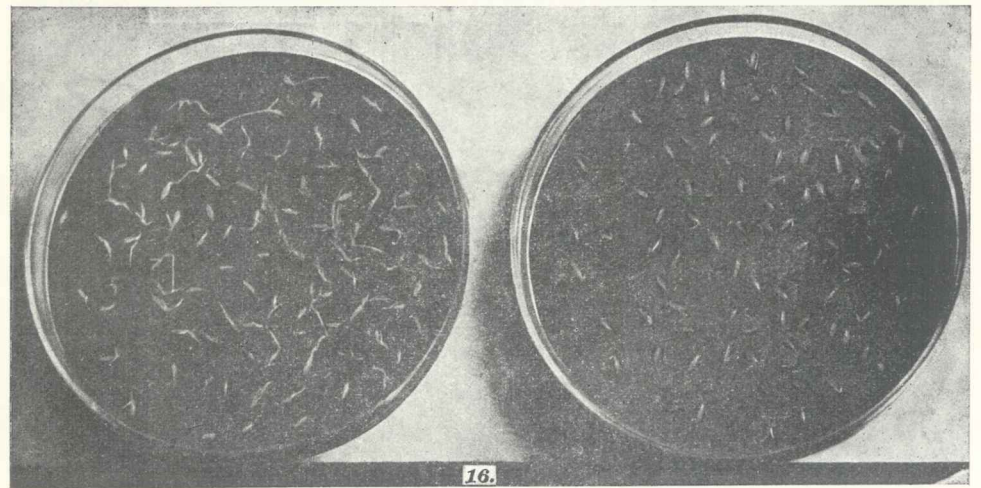
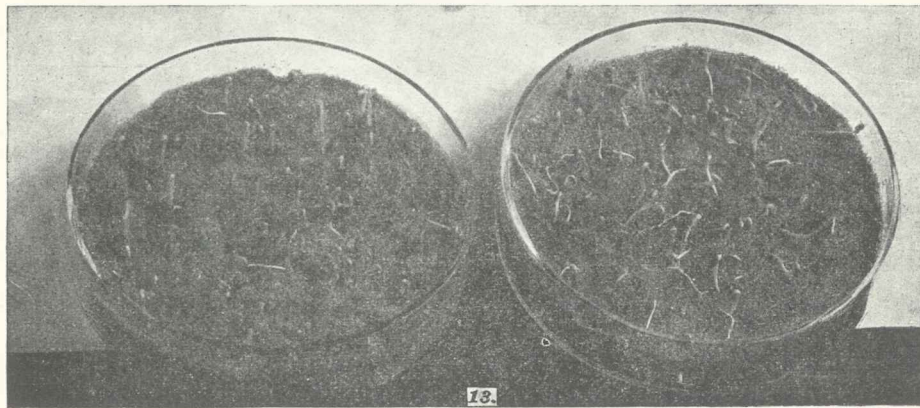
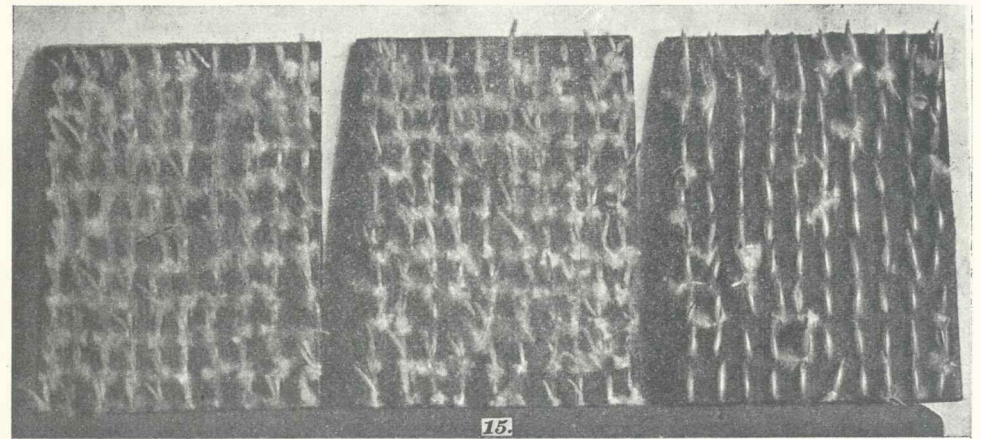
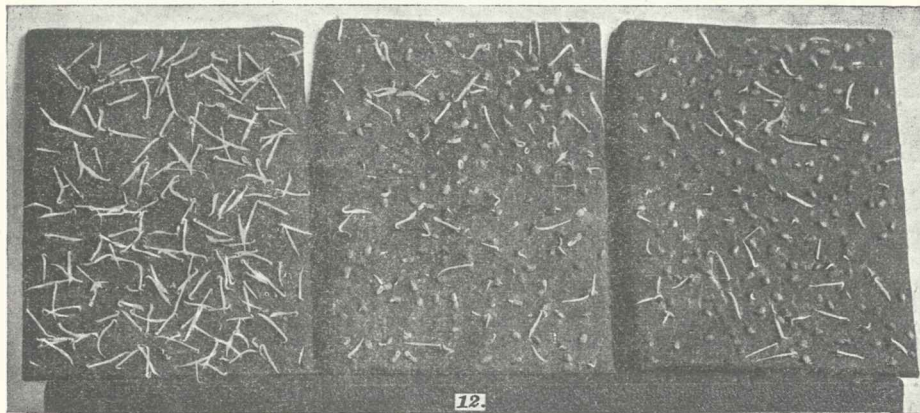
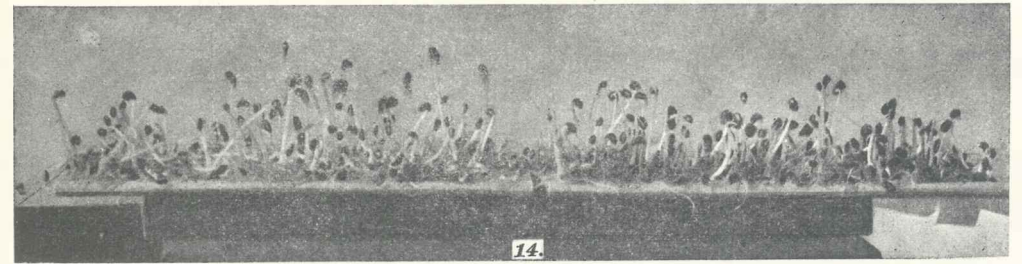
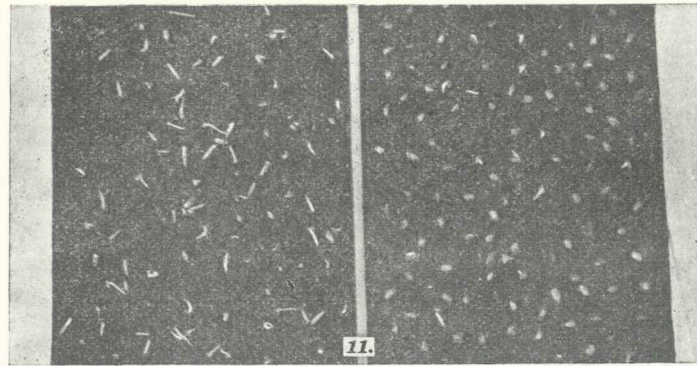


The following text is also heavily blurred and illegible due to the same quality issues as the image above. It appears to be a large block of text, possibly a list or a detailed description, but the individual words and sentences cannot be discerned.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



S. Jentys.



i zwiększeniu odporności kielków. Wpływ ten wywierają związki garbnikowe znajdujące się w alkalicznej wydzielinie przez udział w budowie błon komórkowych — przedewszystkiem tkanek zewnętrznych.

6. Usunięcie przy przygotowaniu nasienia do siewu plewek lub torebek, lub stosowanie środków, które alkaliczny odczyn właściwy kielkującym nasionom zobojętniają, mogą oddziaływać ujemnie na wschodzenie i dalszy rozwój posianych roślin.

Objaśnienie tablic 4 — 5.

Tablica 4.

Ryć. 1. Ziarnczaki rajgrasu francuskiego: na lewo normalne, na prawo pozbawione plewek w 7. dniu kielkowania w ciemności.

Ryć. 2. Ziarnczaki rajgrasu francuskiego w plewkach i bez plewek, 7. dnia po wysianiu w ciemności.

Ryć. 3. Rajgras francuski w plewkach i bez plewek, 11. dnia kielkowania na świetle.

Ryć. 4. Owies wyluskany z plew i normalny, 6. dnia po wysianiu w ciemności.

Ryć. 5. To samo 8. dnia.

Ryć. 6. „ „ 11. „

Ryć. 7. Owies z plewami i bez plew fotografowany 4. dnia kielkowania w ciemności.

Ryć. 8. To samo 10. dnia.

Ryć. 9. „ „ 13. „

Ryć. 10. Owies 12-dniowy rosnący na świetle.

Tablica 5.

Ryć. 11. Seradella w strączkach (na prawo) i bez strączków (na lewo) w 4. dniu po wysianiu.

Ryć. 12. Seradella: na lewo łuskana ze strączków, w środku w strączkach ponacinanych z boku, na lewo normalna.

Ryć. 13. Esparceta siedmiodniowa; długie a wątle korzenie esparcety łuskanej czołgają się po powierzchni piasku.

Ryć. 14. Esparceta dwutygodniowa; członki podlistniowe roślinek z nasion łuskanych wydłużone i słabe.

Ryć. 15. Owies: na lewo łuskany, moczony przed wysianiem w wodzie, w środku moczony w 0.1% roztworze taniny, na prawo normalny, moczony w wodzie.

Ryć. 16. Rajgras francuski łuskany z plewek, na lewo podlewany wodą, na prawo — 0.5% roztworem taniny.

Badania nad pobieraniem azotu z soli amonowych i azotanów przez wyższe rośliny.

Napisał

Leopold Zaleski.

Rzecz przedstawiona przez członka E. Godlewskiego starszego na posiedzeniu Wydziału matem.-przyrodniczego dnia 29 maja 1922.

I.

O fizjologicznej reakcji soli amonowych i azotanów.

Pojęcie tak zwanej fizjologicznej reakcji soli, z których rośliny pobierają pokarm, było punktem wyjścia niejednego już doświadczenia nad nawozami. Zgóry powzięte przypuszczenie, że na skuteczność nawozu, w którym składnik pokarmowy znajduje się w formie trudno przyswajalnej, może wpływać fizjologiczna reakcja soli obok nawozu stosowanych, nieraz w tych doświadczeniach znachodziło potwierdzenie. Szczególną uwagę zwrócono na wyjaśnienie wpływu soli amonowych i azotanów na przyswajalność kwasu fosforowego. Szereg prac, które miały na celu rozwiązanie tego doniosłego dla praktyki rolniczej pytania, rozpoczyna Prianisznik ó w¹⁾. Z nawozów fosforowych uwzględnił on w swych doświadczeniach w pierwszym rzędzie fosforyty oraz fosforan dwuwapniowy; okazało się, że owies i jęczmień mogły dobrze wyzyskać kwas fosforowy fosforytów dopiero wtedy, gdy część saletry zastąpiono siarczanem amonowym. Ten sam dodatni skutek, co mieszanina $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, wywierał azotan amonowy; jeżeli zaś całą dawkę azotu dano w formie siarczanu amonowego, to rozwój roślin był bardzo upośledzony. Z fosforanem dwuwapniowym autor otrzymał nieco inny wynik: fosforan dwuwapniowy działał tem

¹⁾ Landwirtsch. Versuchsstat. Bd. 56.

gorzej, im więcej azotu dano w formie siarczanu amonowego. W drugiej swojej rozprawie o względnej wartości rozmaitych fosforanów ¹⁾ Pri an i s z n i k ó w potwierdza na ogół wyniki poprzednich doświadczeń. I w tych doświadczeniach tak samo, jak w poprzednich, azotan amonowy działał w porównaniu z azotanem sodowym bardzo korzystnie na rozwój rozmaitych roślin uprawnych, gdy źródłem kwasu fosforowego był fosforyt, natomiast siarczan amonowy działał na wzrost roślin hamująco; ujemny wpływ siarczanu amonowego łagodził dodatek węglanu wapniowego, ale zupełnie go nie usuwał. Reakcja chemiczna podłoża użytego do kultur, które stanowił piasek wyplukany kwasem solnym, odpowiadała fizjologicznemu charakterowi soli użytych jako nawóz azotowy. Tak więc fizjologicznie alkaliczny azotan sodowy wywołał alkaliczną reakcję podłoża, natomiast fizjologicznie kwaśny siarczan amonowy wywoływał kwaśną reakcję roztworu; w razie użycia siarczanu amonowego z dodatkiem węglanu wapniowego reakcja roztworu była albo obojętną, albo tylko słabo kwaśną. Fakta te są w zgodzie z lepszym lub gorszym wyzyskaniem fosforytów: alkaliczna reakcja środowiska w razie dodania azotanu sodowego utrudnia rozpuszczanie kwasu fosforowego, a siarczan amonowy czyni reakcję podłoża — jak autor przypuszcza — zanadto kwaśną, wskutek czego rozwój roślin zostaje powstrzymany, chociaż roztwarzanie kwasu fosforowego odbywa się przytem łatwo i rośliny go w nadmiarze pobierają. Azotan amonowy i mieszanina $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ najczęściej pozostawiały reakcję obojętną i działały na przyswajanie kwasu fosforowego z fosforytów najkorzystniej. W tym przypadku nie łatwo było o odpowiedź na pytanie, na czem właściwie polega korzystne oddziaływanie azotanu amonowego na przyswajalność fosforytów, bo sól ta, jak się *a priori* przypuszcza, jest fizjologicznie alkaliczną lub może obojętną, zatem działać uruchamiająco na kwas fosforowy fosforytów — zdawałoby się — nie powinna. Rozważywszy krytycznie wszelkie możliwe przypuszczenia, jakie mogłyby wytłumaczyć łatwą przyswajalność fosforytów w obecności azotanu amonowego, autor skłania się ku temu z nich, które z początku wydawało się najmniej prawdopodobnym, a mianowicie, że azotan amonowy działał w tym przypadku, — wbrew narzucającemu się z góry zapatrywaniu na jego charakter fizjologiczny — jako sól fizjologicznie kwaśna.

¹⁾ Landwirtsch. Versuchsstat. Bd. 65.

Wnioski, jakie wypływają z doświadczeń Prianisznikowa, mają dla praktyki rolniczej doniosłe znaczenie. Stąd też pilniejszą uwagę zaczęto zwracać na mało przedtem uwzględniane wzajemne oddziaływanie na siebie środków nawozowych, atoli domniemana przyczyna wzajemnego wpływu nawozów, ich fizjologiczna reakcja, nie była dotąd przedmiotem badania. Tymczasem bezpośrednie stwierdzenie fizjologicznego charakteru soli nawozowych nie mogło być zbyt ważne, jeżeli wnioski co do ich wzajemnego oddziaływania miały się opierać nie na przypuszczeniach mniej lub więcej prawdopodobnych, lecz na stwierdzonych faktach. Wprawdzie fizjologiczny charakter niektórych soli, jak azotan sodowy i siarczan amonowy, wyprowadza się z wymagań pokarmowych roślin z taką oczywistością, że może do pewnego stopnia usprawiedliwić to zaniedbanie bezpośredniego ich zbadania pod tym względem; inne sole jednak już tak zdecydowanego charakteru pod względem fizjologicznym bynajmniej nie mają.

Gdy chodzi o wpływ chemicznej reakcji środowiska na pobieranie składników pokarmowych, znajdujących się w trudno rozpuszczalnych związkach, nie wystarcza samo stwierdzenie zmiany reakcji podłoża podczas pobierania pokarmu przez rośliny. Wiadomo bowiem, jak już niezmiernie mała ilość jonów H^+ i OH^- da się wykryć za pomocą czułego indykatora, a w razie zbyt małej koncentracji jonów H^+ kwaśna reakcja środowiska chyba nie może wchodzić w rachubę jako czynnik roztwarzający. Dyskusja może się zacząć dopiero po ilościowym oznaczeniu koncentracji jonów H^+ , wzgl. OH^- , jaka powstaje w podłożu jedynie wskutek działalności korzeni podczas pobierania pokarmu z soli. A więc fizjologiczną kwasotę wzgl. alkaliczność i tych soli, których charakter fizjologiczny z góry wydaje się niewątpliwy, należałoby zbadać ilościowo.

Jeżeli się wpływ soli amonowych na uruchomienie kwasu fosforowego sprowadza do jednego czynnika, mianowicie do fizjologicznej reakcji tych soli, to trzeba mieć pewność, że inne czynniki w grę przytem nie wchodzi. W doświadczeniach Prianisznikowa uboczne wpływy nie zostały wyłączone; sam autor liczy się z możliwością nitryfikacji i przyznaje, że próby z dwufenilaminą w tych przypadkach, gdzie mogły być zastosowane, nie zawsze dawały negatywny rezultat; mianowicie proces nitryfikacyjny stwierdzano w wazonach z $(NH_4)_2SO_4 + CaCO_3$. Wobec tego można przypuszczać, że nitryfikacja amonjaku mogła się odbywać i w tych

wazonach z azotanem amonowym, gdzie próby jakościowe nie mogły dać odpowiedzi; pomyślnie warunki dla nityfikacji mogłyby tu zaistnieć wtedy właśnie, gdyby rośliny nie NH_4^+ , lecz NO_3^- w większej mierze pobierały.

Wpływ działalności korzeni na reakcję podłoża zakłócać mogły nie tylko fermenty nityfikujące; inne mikroorganizmy, a przede wszystkim pleśnie mogły również brać znaczny udział w zakwaszeniu środowiska, co się przyczyniało do roztwarzania kwasu fosforowego z fosforytów, ale ujemnie oddziaływało na rośliny.

W doświadczeniach nad wpływem fizjologicznej reakcji na pobieranie pokarmu przez rośliny liczyć się trzeba nie tylko z oddziaływaniem mikroorganizmów na reakcję podłoża, lecz także i z tem, że roślina sama wywołuje zmiany reakcji chemicznej podłoża, i to nie tylko wskutek nierównomiernego pobierania jonów soli pokarmowych, ale i przez chemicznie nieobojętne wydzieliny korzeni. Przedewszystkiem kwas węglowy wydzielany w niemałej ilości w procesie oddychania przez korzenie nie pozostawał bez wpływu na roztwarzanie kwasu fosforowego; o innych wydzielinach korzeni mogą być zdania podzielone, ale istnienie ich jest wielce prawdopodobne, a znaczenie ich podczas przyswajania przez rośliny składników pokarmowych, znajdujących się w trudno rozpuszczalnej formie, mogłoby być doniosłe.

Fizjologiczna reakcja oczywiście jest cechą wszystkich soli pokarmowych, a nie tylko azotanów i soli amonowych; chlorek potasowy — sól fizjologicznie kwaśna — zastosowany równocześnie obok nawozu azotowego, przyczyniał się również do zakwaszania środowiska, choć mniej wybitnie, niż siarczan amonowy, a więc mógł również oddziaływać na przyswajanie trudno rozpuszczalnych fosforanów.

Te wpływy uboczne, które usunąć było trudno lub zgoła niepodobna, nie pozwalają w fizjologicznej reakcji soli amonowych i azotanów upatrywać bez zastrzeżeń czynnika, od którego jedynie zależały wyniki doświadczeń Prianisznikowa.

Badacz ten zastosował do swoich doświadczeń metodę kultur piaskowych; przez wybór podłoża został wykluczony wpływ ziemi i według założenia miały na siebie wzajemnie oddziaływać: roślina jako taka i nawozy. W wielu późniejszych doświadczeniach, wykonanych w analogicznym celu przez innych autorów, za podłoże służyła ziemia, wskutek czego samo przez się skomplikowane za-

gadnienie zostało jeszcze więcej zagmatwane; wyniki nieraz były sprzeczne, a wyprowadzanie wniosków z takich doświadczeń było trudne. Przytem wnioski z doświadczeń, przeprowadzonych w specjalnych warunkach, ogólniejszego znaczenia mieć nie mogły. Wnioskowanie w doświadczeniach rolniczych jest zadaniem — jak wiadomo — nie łatwym; ma się tu do czynienia z wpływami, działającymi nieraz rozbieżnie, a nawet w przeciwnych kierunkach, a ostateczny rezultat jest wypadkową tych rozbieżnych działań. Kwaśna reakcja środowiska działa np. roztwarzająco na nierozpuszczalne fosforany, powinnaby zatem ułatwiać roślinom przyswajanie kwasu fosforowego, lecz nagromadzenie jonów H^+ szkodzi roślinom, działając destrukcyjnie na korzenie, utrudnia im zatem pobieranie pokarmu. Zamiana jednej formy azotu na drugą, azotu saletrzanego na azot amoniakalny z wykluczeniem nitryfikacji, może być dla rośliny nie obojętną, bo względna wartość pokarmowa tych dwóch form azotu zdaje się nie dla każdej rośliny jest jednakowa.

Ażebym w tłumaczeniu wpływu soli amonowych i azotanów na pobieranie kwasu fosforowego z trudno rozpuszczalnych związków ograniczyć dziedzinę przypuszczeń i stanąć na gruncie stwierdzonych faktów, starałem się w niżej omówionych doświadczeniach zadanie możliwie uprościć. Przedewszystkiem chodziło o stwierdzenie w sposób niewątpliwy fizjologicznej reakcji badanych soli, a zwrócono przytem szczególniejszą uwagę na ilościową stronę zadania, t. j. na mierzenie koncentracji jonów H^+ , wzgl. OH^+ , jaka w miarę pobierania pokarmu azotowego przez rośliny w roztworach powstaje. W ciągu doświadczeń wyłoniły się z góry przewidywane pytania, odnoszące się do wpływu reakcji środowiska korzeni na organizm rośliny, do względnej wartości pokarmowej amoniaku i kwasu azotowego, oraz do wydzielin korzeni. Wyczerpujące wyjaśnienie tych pytań nie było celem niniejszych doświadczeń, jednak dla wytłumaczenia wyników doświadczeń należało i nad temi pytaniami się zastanowić.

Metody badania.

We wszystkich niżej omówianych doświadczeniach zastosowano metodę kultur wodnych; większa ich część miała dwa płyny odżywcze: jednym płynem był roztwór badanej soli amonowej wzgl. azotanu w wodzie destylowej, a drugi płyn zawierał resztę składników. Kultury żywiono obydwoma płynami równocześnie; w tym

celu naczyń z płynami: azotowym i z resztą składników zestawiano parami tak, żeby ścianki ich ze sobą się stykały; na krwędziach stykających się ścianek osadzano roślinki po rozdzieleniu ich korzeni na dwie — o ile się dało — równe części; w ten sposób jedna część rozwidlonych korzeni została zanurzona w płyn azotowy, a druga w płyn z resztą składników. Ścisłe przyleganie do siebie obydwu naczyń każdej kultury najprościej dało się uzyskać przez użycie do kultur czworograniastych szkieł do elementów; pojemność ich wynosiła 2 l, a niektórych 25 l; nalewano zwykle płynu 1-8 l, wzgl. 23 l, ażeby podczas przesuwania wózków, na których umieszczono kultury, nie się z płynów nie przelało. Dla zabezpieczenia od światła i zbytniego rozgrzewania na słońcu każdą parę naczyń otaczano futerałem z papieru czarnego od wewnątrz i białego od zewnątrz; naczynia zaopatrzone w przykrywki z blachy cynkowej pociągniętej białą emalją; dla wpuszczenia korzeni wycięto w przykrywkach z boku półokrągłe otwory; ażeby korzenie nie stykały się z metalem, na wycięcia te nasadzono półokrągłe skrawki korka. Dla przewietrzania płynów znajdowały się w naczyniach rurki szklane, przez które wpuszczano codziennie powietrze z aspiratora.

Do kultur wybrano na początek koński ząb. W pierwszych doświadczeniach roślinki po wykiełkowaniu zanurzano korzonkami w wodę wodociągową; w późniejszych — trzymano je w próbkach nad wodą. Z większej ilości roślinek wybierano po paru dniach roślinki między sobą równe, których korzonki nadawały się do rozwidlania i przesadzano je do naczyń z płynami odżywczymi; resztki nasienia i górną część korzeni, która zostawała w powietrzu, zabezpieczano od wysychania zwilżoną watą, często zmienianą. Kultury umieszczano w altanie wegetacyjnej na wózkach przesuwanych po szynach; gdy pogoda sprzyjała, wózki z kulturami wysuwano na wolne powietrze.

Metoda hodowania roślin w dwu osobnych płynach za pomocą rozwidlonych korzeni ma dla celów wytkniętych w tych doświadczeniach bardzo wielkie zalety: 1) przedewszystkiem reakcja roztworu badanej soli zależy tylko od elektywnej działalności korzeni; wpływ innych soli, które płyn zupełny powinien zawierać, jest zupełnie wykluczony; 2) niebezpieczeństwo zakażenia jest w płynach niezupełnych mniejsze, niż w zupełnych; 3) proces pobierania azotu, o ile się on ujawnia w zmianach reakcji chemicznej płynu odżywczego, można śledzić w dowolnie krótkich odstępach czasu; 4) można czy-

nić spostrzeżenia nad bezpośrednim wpływem związków azotu na korzenie, jak również nad oddziaływaniem reakcji chemicznej na nie. Metodę tę zalecił mi ś. p. prof. Jentys; jego też pomysłu był pierwotny plan doświadczenia z 1907 r.

W tak wykonanych doświadczeniach wyjaławianie choćby najstaranniejsze płynów, naczyń, nasienia etc. nie mogło chronić od późniejszego zakażenia; ażeby usunąć wątpliwości, jakie powstały wskutek zakłócenia doświadczeń przez mikroorganizmy, powtarzano doświadczenia w zmienionych warunkach, mianowicie stosując częste odnawianie płynów.

Dla wykrywania najmniejszych zmian reakcji w płynach azotowych, a szczególnie dla ilościowych oznaczeń H^+ i OH^+ , zwykle indykatory oraz metody miareczkowania nie były odpowiednie z powodu małej czułości. Z początku zmiany reakcji mogły być bardzo nieznaczące, a wrażliwość na nie roślin była większa, niż w późniejszym okresie vegetacji: chodziło więc o możliwie wczesne wykrycie w płynach najmniejszych odchyień od reakcji obojętnej, ażeby na podstawie wyników miareczkowania natychmiast przywrócić obojętną reakcję. Bardzo czułą jest alkalimetryczna metoda Förstera i Mylius¹⁾; polega ona na miareczkowaniu 0.001 norm. roztworami HCl i NaOH wobec jodeozyny rozтворzonej w eterze nasyconym wodą i daje możność oznaczania takiej ilości zasad, jaka odpowiada 0.2 mg Na_2O w 100 cm^3 ; w razie jeszcze mniejszych ilości oznaczenia wykonywa się kolorymetrycznie. Metodę tę miałem sposobność dawniej stosować często do innych celów i przekonałem się, że można jej zaufać. Zastosowanie jej do obecnego celu mogło budzić wątpliwości ze względu na obecność w płynach kwasu węglowego, wydzielanego przez korzenie. Osobne próby przekonały mnie, że jodeozyna, jak zresztą i inne indykatory, nie jest niewrażliwą na CO_2 , jednak wobec mocno zjonizowanych kwasów mineralnych CO_2 bardzo mało wpływa na rezultat miareczkowania.

Ażeby w oznaczeniach tą metodą otrzymać dobre wyniki, należy jak najskrupulatniej przyrządzić 0.001 norm. roztwory HCl i NaOH oraz roztwór indykatora. Reakcja wody destylowanej, użytej do płynów odżywczych powinna być sprawdzona; zaniechać tego nie wolno, bo po dłuższem staniu w szklanych naczyniach woda destylowana zwykle wykazuje alkaliczną reakcję. Również i na reakcję

1) Zeitschr. f. anal. Ch. 31.

płynów odżywczych mogły zasady ze szkła naczyń wywierać pewien wpływ; wobec tego wykonano ślepą próbę z trzema naczyniami, z których jedno napełniono wodą destylowaną, drugie roztworem 1‰ azotanu sodowego, a trzecie 1‰ roztworem siarczanu amonowego; przed próbą reakcja wody destylowanej i roztworów soli była obojętna; po dwóch tygodniach wszystkie trzy płyny okazały się słabo alkaliczne; na zobojętnienie

50 cm^3	pierwszego	spotrzebowano	—	0.9 cm^3	0.001	norm.	HCl
"	drugiego	"	—	0.8	"	"	"
"	trzeciego	"	—	0.5	"	"	"

Zalkalizowanie płynów po dwóch tygodniach okazało się tak słabem, że dla wyników codziennej kontroli było prawie bez znaczenia.

Doświadczenie z 1907 r.

W tem pierwszym doświadczeniu nie wykonywano ani miareczkowania płynów, ani dokładnego ich zobojętnienia; badano tylko reakcję płynów papierkami lakmusowymi. Badano następujące sole: azotan sodowy, siarczan amonowy i azotan amonowy, wszystkie w roztworach 2‰. Doświadczenie dało wyniki ujemne i posłużyło do orjentacji dla następnych doświadczeń. Wkrótce po przesadzeniu roślin z wody do płynów odżywczych wystąpiły u nich objawy niedomagania, niejednakowe w różnych grupach kultur: rośliny, które jako płyn azotowy miały roztwór azotanu sodowego, żółkły całe, koniuszki liści zaczęły usychać, a wzrost roślin zatrzymał się. W dwu innych grupach nienormalność inaczej się przejawiała; u wszystkich roślin jedna połowa każdego listka zachowała normalną barwę, a druga nie tyle żółkła, co zbladła¹⁾; później bladłość rozprzestrzeniła się na cały liść. Ta część korzeni, która znajdowała się w płynie nie zawierającym azotu, u roślin wszystkich trzech grup dobrze się rozkrzewiła i bardzo wydłużyła; natomiast we wszystkich płynach azotowych bez wyjątku korzenie prawie wcale nie rosły. Reakcja płynów azotowych już na drugi dzień po przesadzeniu do nich roślin zmieniła się; wyraźnie alkaliczną była reakcja roztworu azotanu

¹⁾ Dodatek *Fe* do płynów azotowych bladłości nie zapobiegał, tak w tych, jak i w pierwszych doświadczeniach z 1909 r.; dlatego w późniejszych doświadczeniach unikałem dodawania *Fe* nawet w formie $FePO_4$, ażeby zupełnie uniezależnić reakcję płynów od obecności innych soli.

sodowego, a wyraźnie kwaśno reagowały płyny z siarczanem amonowym; co się tyczy azotanu amonowego, to reakcja tych płynów była albo obojętna, albo tak mało różniła się od obojętnej, że i bardzo czuły papierek lakmusowy zawodził. Zobojętnianie płynów z siarczanem amonowym za pomocą węgla wapniowego nie przyniosło oczekiwanego skutku. Gdy w połowie maja, po upływie trzech tygodni od zestawienia doświadczenia obserwacje nad kulturami przerwałem, stan roślin był bardzo zły; widać było, że obumierały; pozostawione same sobie w krótkim czasie pousychały, oprócz jednej z grupy azotanu amonowego, która wypuściła przybyszowe korzenie, znowu cała zazieleniała i z każdym dniem coraz bujniej się rozwijała, choć nikt się o nią nie troszczył.

Doświadczenia z 1909 r.

Nadzwyczaj szybkie — prawie natychmiastowe, — zmarnienie roślin w doświadczeniu z 1907 r. nasuwało przypuszczenie, że oprócz zmiany reakcji obojętnej, co — zdawałoby się — powinno było szkodzić roślinom tylko stopniowo, istniały jeszcze inne warunki nieprzyjemne dla vegetacji, działające odrazu. Jednym z takich warunków mogła być koncentracja roztworów. Spostrzeżenia M a z e' g o ¹⁾ nad wodnemi kulturami kukuruzy potwierdzały ten domysł, przynajmniej co do koncentracji siarczanu amonowego. Według tego autora siarczan amonowy działał szkodliwie na kukuruzę nawet w rozcieńczeniu 1 : 1000, a w roztworze 2‰ rośliny szybko ginęły. Wobec tego obniżono koncentrację roztworów wszystkich soli do 1 g w 1 l. Nie bez znaczenia dla przebiegu vegetacji mogła być stosunkowo niska temperatura powietrza, jaka panowała w końcu kwietnia i na początku maja, kiedy doświadczenie w 1907 r. wykonano. Ażeby i ten szkodliwy wpływ wyłączyć, rozpoczynano wszystkie następne doświadczenia po ustaleniu się cieplejszej pogody.

Według planu miareczkowanie i zobojętnianie płynów miały się rozpocząć nazajutrz po zestawieniu doświadczenia; ścisłemu wykonaniu planu często stawały na przeszkodzie inne zajęcia w zakładzie; ażeby wątpliwości stąd wynikające usunąć, trzeba było niejednokrotnie doświadczenia powtarzać.

¹⁾ Ann. agronom. 1900.

Płyn odżywczy nie zawierający azotu miał skład następujący:

0.2 g	K_2HPO_4	} w 1 l wody wodociągowej, której sucha pozostałość = 0.37 g.
0.09 „	$CaH_4P_2O_8$	
0.07 „	KCl	
0.29 „	$MgSO_4$	
ślad	$FePO_4$	

Doświadczenie 1.

Zaczęto 27 maja; badano te same sole, co i w doświadczeniu z 1907 r. Grupy kultur na azotanie sodowym i siarczanie amonowym składały się każda z 4 kultur; płyny azotowe 1. i 2. kultury każdej grupy zubożniano na podstawie danych miareczkowania; inne zaś pozostawiono bez interwencji chemicznej. W grupie kultur na azotanie amonowym były tylko dwie kultury; do wymienionych 10 dodano jeszcze dwie kultury na mieszaninie $NaNO_3 + (NH_4)_2SO_4$ (po 0.5 g każdej soli w 1 l). Wszystkie wybrane do kultur roślinki były 27 maja prawie zupełnie jednakowe; u wszystkich trzeci listek dopiero zaczynał się rozwijać. Już po paru dniach można było zauważyć, że rośliny z grupy $NaNO_3$ wcale nie rosły i zwolna żółknęły, gdy wszystkie inne rozwijały się normalnie; wkrótce grupa $NaNO_3$ wyodrębniła się, jako zupełnie nienormalna; po upływie dalszych paru dni, około 3 czerwca, można było zauważyć nieznaczny przewagę kultur z grup NH_4NO_3 oraz $NaNO_3 + (NH_4)_2SO_4$ nad roślinami z grupy $(NH_4)_2SO_4$. Dotąd inne zajęcia nie pozwalały na badanie płynów; od 3 czerwca zaczęto je miareczkować i zubożniać — z początku co parę dni, a później codziennie. Wyniki zestawiono w tabl. I. Po każdym zubożnieniu następowały ponowne zmiany reakcji; przytem w grupie $NaNO_3$ były one coraz mniejsze i około 18 czerwca zupełnie ustaly. Te wyniki kontroli płynów $NaNO_3$ w połączeniu z powstrzymanym rozwojem roślin trudno było inaczej tłumaczyć, jak ustaniem pobierania azotu. Zubożnianie płynów tej grupy nie wywołało polepszenia stanu kultur: rośliny na zubożnianych płynach wyglądały prawie równie źle, jak i na niezubożnianych. Przyczyną tego nieoczekiwanego wyniku mogło być za silne zalkalizowanie płynów już przed pierwszym zubożnieniem; zdolność reagowania na wpływy zewnętrzne rośliny już wtedy jakby postradały.

TABLICA I a.
Kultury na NaNO_3 .

Data	Sporzebowano w miareczkowaniu 50 cm^3 płynu odżywczego		Dodano dla zobojętnienia całego płynu (1 8 l)	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
3 czerwca	0·001 norm. HCl $2\cdot6 \text{ cm}^3$	0·001 norm. HCl $12\cdot0 \text{ cm}^3$	0·01 norm. HNO_3 $9\cdot4 \text{ cm}^3$	0·01 norm. HNO_3 $43\cdot2 \text{ cm}^3$
9 "	15·0 "	11·4 "	54·0 "	41·0 "
11 "	8·0 "	5·0 "	28·8 "	18·0 "
12 "	3·9 "	5·1 "	14·0 "	18·4 "
14 "	2·8 "	1·6 "	10·1 "	5·8 "
15 "	4·2 "	1·1 "	15·1 "	4·0 "
16 "	1·6 "	0·7 "	5·8 "	2·5 "
18 "	1·6 "	0·7 "	5·8 "	2·5 "
19 "	0·001 norm. NaOH 0·3 "	0·001 norm. NaOH 0·2 "	—	—

TABLICA I b.
Kultury na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

3 czerwca	0·001 norm. NaOH $15\cdot3 \text{ cm}^3$	0·001 norm. NaOH $13\cdot3 \text{ cm}^3$	0·01 norm. NH_3 $55\cdot0 \text{ cm}^3$	0·01 norm. NH_3 $48\cdot0 \text{ cm}^3$
9 "	20·0 "	26·7 "	72·0 "	96·0 "
11 "	12·2 "	8·6 "	44·0 "	31·0 "
12 "	6·3 "	3·3 "	22·5 "	12·0 "
14 "	13·9 "	10·3 "	50·0 "	37·0 "
15 "	7·6 "	2·2 "	27·3 "	7·8 "
16 "	6·5 "	1·8 "	23·4 "	6·6 "
18 "	10·3 "	3·0 "	37·2 "	11·0 "
19 "	8·1 "	5·2 "	29·0 "	18·9 "
20 "	8·4 "	8·9 "	30·3 "	32·0 "
21 "	7·1 "	9·1 "	25·5 "	35·4 "
22 "	8·3 "	10·0 "	30·0 "	36·0 "
23 "	9·2 "	12·9 "	33·0 "	46·5 "
24 "	11·1 "	19·4 "	40·0 "	70·0 "
25 "	8·2 "	13·8 "	29·5 "	49·5 "

Data	Sporzebowano w miareczkowaniu 50 cm ³ płynu odżywczego		Dodano dla zobojętnienia całego płynu	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
	0·001 norm. NaOH	0·001 norm. NaOH	0·01 norm. NH ₃	0·01 norm. NH ₃
26 czerwca	6·1 cm ³	11·7 cm ³	22·0 cm ³	42·0 cm ³
27 "	6·7 "	10·8 "	24·0 "	39·0 "
28 "	3·8 "	8·9 "	13·5 "	32·0 "
29 "	6·3 "	9·2 "	22·5 "	33·0 "
30 "	Płyny zlane i zastąpiono je wodą wodociągową.			
8 lipca	Nalano świeżych roztworów (NH ₄) ₂ SO ₄ .			
9 "	2·3 cm ³	9·8 cm ³	8·3 cm ³	35·3 cm ³
10 "	11·2 "	31·4 "	40·3 "	113·0 "
11 "	13·0 "	30·5 "	47·0 "	110·0 "
12 "	16·0 "	34·7 "	57·6 "	125·0 "
13 "	14·2 "	21·5 "	51·0 "	77·0 "
14 "	14·5 "	23·7 "	52·0 "	85·0 "
15 "	15·0 "	19·5 "	54·0 "	70·0 "
16 "	20·0 "	22·6 "	72·0 "	81·0 "
17 "	22·5 "	25·0 "	81·0 "	90·0 "
18 "	22·3 "	21·8 "	80·0 "	78·5 "
19 "	16·0 "	20·0 "	57·5 "	72·0 "
20 "	19·0 "	23·0 "	68·0 "	83·0 "
21 "	15·0 "	20·0 "	54·0 "	72·0 "
22 "	17·0 "	19·0 "	61·0 "	68·0 "
23 "	19·0 "	21·0 "	68·0 "	76·0 "
24 "	Płyny zlane i zastąpiono je wodą wodociągową.			
5 sierpnia	Nalano świeżych roztworów (NH ₄) ₂ SO ₄ .			
7 "	25·0 cm ³ ¹⁾	72·0 cm ³ ¹⁾	90·0 cm ³ ¹⁾	259·0 cm ³ ¹⁾
8 "	31·0 "	69·0 "	111·0 "	248·0 "
9 "	31·0 "	72·0 "	111·0 "	259·0 "
10 "	52·0 "	100·0 "	187·0 "	360·0 "
11 "	70·0 "	130·0 "	252·0 "	468·0 "
12 "	90·0 "	145·0 "	324·0 "	522·0 "
13 "	90·0 "	147·0 "	324·0 "	529·0 "

¹⁾ Od 7 sierpnia miareczkowano 0·01 norm. roztworem NaOH, a zobojętniono 0·1 norm. NH₃.

Data	Sporzobowano w miareczkowaniu 50 cm ³ płynu odżywczego		Dodano dla zobojętnienia całego płynu	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
	0·001 norm. NaOH	0·001 norm. NaOH	0·01 norm. NH ₃	0·01 norm. NH ₃
14 sierpnia	87·0 cm ³	140·0 cm ³	313·0 cm ³	504·0 "
15 "	85·0 "	120·0 "	306·0 "	432·0 "
16 "	80·0 "	110·0 "	288·0 "	396·0 "
16 "	100 "	400 "	36·0 "	144·0 "

TABLICA I c.
Kultury na NH₄NO₃.

Data	W miareczk. 50 cm ³ płynu spotrzebow. cm ³ 0·001 norm.		Data	Miareczkowanie 50 cm ³ płynu	Na zobojętn. całego płynu zużyto cm ³
	Płyn I kultury	Płyn II kultury			
				I kultury	
3 czerw.	NaOH 4·7	NaOH 5·0	16 lipca	(Nalano świeżego roztworu NH ₄ NO ₃)	
11 "	16·7	9·8		0·001 norm. NaOH	0·01 norm. NH ₃
		HCl	17 "	2·7	9·7
15 "	16·2	10·1	19 "	2·5	9·0
16 "	—	14·5	20 "	HCl	nie zobojętn.
18 "	14·0	16·2	21 "	5·5	"
21 "	12·0	45·0 ¹⁾	22 "	6·5	"
23 "	0·5	112·0	23 "	0·5	"
		195·0		10·0	"
25 "	HCl 13·7	kulturę wycofano	24 "		0·01 norm. HNO ₃
27 "	16·2		24 "	45·0 ²⁾	162
29 "	19·5		25 "	42·0	151
	Płyn zamieniono na wodę wodociągową		26 "	55·0	198
30 "			27 "	15·0	54
			27 "	3·0	11

¹⁾ Miareczkowano 0·01 norm. HCl.

²⁾ Od 24 do 27. VII. miareczkowano 0·01 norm. HCl.

Data	Miareczko- wanie 50 cm ³ płynu	Na zoboję- tnienie całego płynu	Data	Miareczko- wanie 50 cm ³ płynu	Na zoboję- tnienie całego płynu
	I kultury	I kultury		I kultury	I kultury
	0·001 norm. NaOH 2·0 cm ³	0·01 norm. NH ₃ 7 cm ³		0·001 norm. NaOH 5·0 cm ³	0·01 norm. NH ₃ 18·0 cm ³
29 lipca			12 sierp.		
30 "	1·8 "	6·5 "	13 "	5·0 "	18·0 "
31 "	3·0 "	10·8 "	14 "	4·8 "	17·0 "
1 sierp.	3·5 "	12·6 "	15 "	3·5 "	12·5 "
2 "	1·5 "	5·0 "	16 "	6·5 "	23·0 "
4 "	2·8 "	9·5 "	17 "	4·5 "	16·0 "
5 "	3·7 "	13·3 "	18 "	4·5 "	16·0 "
6 "	3·0 "	11·0 "	19 "	5·0 "	18·0 "
7 "	4·5 "	16·0 "	20 "	6·0 "	21·5 "
8 "	4·5 "	16·0 "	21 "	1·0 "	3·6 "
9 "	4·0 "	14·0 "	23 "	4·0 "	14·0 "
10 "	4·5 "	16·0 "	—	—	—
11 "	4·0 "	14·0 "	12 wrześ.	10·5 "	—

Po opłukaniu korzeni wodą destylowaną i wysuszeniu na powietrzu rośliny zważono:

Kultury na NaNO₃.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

z płynów niezobojętnianych		z płynów zobojętnianych	
cała roślina	korzenie	cała roślina	korzenie
I. 0·8965 g	0·3852 g	0·9018 g	0·3776 g
II. 0·6179 "	0·2002 "	0·2665 "	0·5542 "

Z liczb tych widać, jak bardzo mało rośliny w ciągu trzech tygodni urosły; korzenie w płynach azotowych prawie zupełnie się nie rozwijały. Objętość płynów wraz z wodą użytą do opłukania korzeni zmierzono i oznaczono w nich alkaliczność, a w płynach niezobojętnianych również zawartość azotu:

alkaliczność pł. NaNO_3 $\text{mg Na}_2\text{CO}_3$ w 1 l.		Zawartość N w mg w płyn. niezobojętnianych		
Pł. niezobojętnione	Pł. zobojętnione	na początku doświadczenia	w końcu doświadczenia	Ubytek N
I. 103·5	15·4	247 ¹⁾	193·2	53·8
II. 43·3	7·6	247 ¹⁾	196·8	50·2

Z ubytku azotu w płynach sądzić można, jak względnie wielkiem było nagromadzenie jego w roślinach. Dla wytłumaczenia nader szkodliwego działania azotanu sodowego na koński ząb w warunkach doświadczenia nie bez znaczenia może być fakt, że roślina II, która wcześniej zaczęła usychać, pobrała azotu — sądząc z ubytków w płynach — prawie tyle, co i roślina I, a alkaliczność jej płynu okazała się przytem o wiele słabsza, zatem nagromadzenie Na' w tej roślinie było o tyleż większe.

Zupełnie inny był przebieg wegetacji i inny skutek zobojętniania wystąpił w grupie kultur na siarczanie amonowym. Pomimo znacznego zakwaszenia płynów już na początku doświadczenia, wszystkie cztery rośliny rozwijały się dość szybko, chociaż nieco wolniej, niż kultury na azotanie amonowym i na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Stałe zobojętnianie płynów okazało rychło wpływ bardzo korzystny na rozwój roślin; kultury na płynach zobojętnianych zaczęły wyprzedzać te, które pozostawiono bez interwencji chemicznej i wkrótce zrównały się one wzrostem z kulturami odżywianymi obydwoma formami azotu. Wszystkie rośliny tej grupy z początku wyglądały pod względem zabarwienia nienormalnie; mianowicie wystąpiła znowu swoista pstrokaczna liści, jaką już obserwowano podczas doświadczeń w 1907 r. Niebawem rośliny na płynach zobojętnianych odzyskały jednolitą barwę; około 11 czerwca jedna z nich, a około 18. i druga zazieleniały całe; tylko starsze liście były jeszcze od strony płynu bez azotu nieco jaśniej zabarwione; rozwijający się nowy listek miał już obydwie połowy jednakowej normalnej barwy. W tym czasie obydwie rośliny z niezobojętnianych płynów były jednakowo pstrokate, jednak wzrostem różniły się wyraźnie; mniejszą była ta, której płyn był kwaśniejszy; zajmowała ona w drugim tygodniu czerwca ostatnie miejsce

¹⁾ Dano po 1·5 l 1‰ $\text{NaNO}_3 + 300 \text{ cm}^3$ wody destylowanej.

w tej grupie. Wkrótce jednak wypuściła ona korzenie przybyszowe i w parę dni dopędziła i przerosła drugą; rozwijający się równocześnie z korzeniami przybyszowemi młody listek był już cały zielony. Natomiast stan drugiej rośliny, która korzeni przybyszowych nie zdołała rozwinąć, bardzo się pogorszył; cała roślina zbladła, zachowując wszakże różnice w odcieniu zabarwienia każdej połowy liścia: jedna połowa była blado-zielona, a druga żółtawo-biała; tylko nowy listek, który około 15 czerwca zaczął wyzierać i rozwijał się niezmiernie wolno, był już cały biały i nadzwyczaj delikatny, prawie przeświecający. Ale i pomoc przybyszowych korzeni nie na długo okazała się dla pierwszej rośliny skuteczną; młody listek zatracał stopniowo żywą barwę i rozwój rośliny stawał się coraz wolniejszy; jej korzenie, także i przybyszowe, uległy destrukcyjnemu działaniu kwaśnego środowiska.

Rośliny na zobojętnianych płynach po odzyskaniu zieleni rozwijały się tak szybko, że na chwilę, w ostatnim tygodniu czerwca, nawet wysunęły się na pierwsze miejsce z pomiędzy wszystkich kultur. Jak pomyślny był stan ich w tym czasie, widać było z porównania ich z roślinami nieco wcześniej wysadzonymi obok altany wegetacyjnej w próchnicznej piaszczystej ziemi: lodygi ich były wyższe i grubsze, niż u roślin wolno w gruncie rosnących, liście szersze, a odcień barwy ciemniejszy, szczególnie młodszych liści, które nie przechodziły okresu „pstrokaiczny”. Bujny rozwój roślin na zobojętnianych płynach w pierwszym miesiącu wegetacji tembardziej godzien jest uwagi, że korzenie ich poza krótką chwilą wnet po zobojętnieniu ciągle znajdowały się w środowisku mniej lub więcej kwaśnem. Niewrażliwość końskiego zębu na słabo kwaśną reakcję była jednak — jak świadczyły obserwacje nad kulturami z niezobojętnianych płynów — ograniczona; tu koncentracja jonów H^+ wkrótce przekraczała to *maximum*, do jakiego organizm mógł się jeszcze dostosować; *maximum* to oczywiście przesunęło się w miarę rozwoju roślin: im młodsza roślina, tem mniej jonów H^+ potrzeba było, by wywołać zastój rozwoju. Jeżeli zaś kwaśną reakcję płynu odżywczego, zanim ona dojdzie do szkodliwego natężenia, stale się zobojętnia, to suma tych małych ilości kwasu, wciąż wytwarzanych i wciąż zobojętnianych, okaże się bardzo znaczna i wielokrotnie może przewyższyć tę ilość kwasu, jaka się w niezobojętnianych płynach w tym samym czasie wytworzy.

Do dnia 30 czerwca dodano dla zobojętnienia płynów

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 630.7 cm^3 , względnie 683.7 cm^3 0.01 norm. roztworu NH_3 , czyli 107 mg , względnie 116 mg NH_3 , co odpowiada 308.4 mg , względnie 334.4 mg H_2SO_4 ; te ilości H_2SO_4 mogłyby uruchomić 223.4 mg , względnie 242.3 mg P_2O_5 , licząc 2 cz. H_2SO_4 na 1 cz. $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$; w rzeczywistości okazałyby się ilości rozpuszczonego P_2O_5 zapewne o wiele mniejsze wskutek nader wielkiego rozcieńczenia H_2SO_4 . W tym samym czasie kwasota płynów niezobojętnianych, jak wykazało badanie, doszła tylko do 191.6 mg , względnie 73.9 mg H_2SO_4 ; mocniej zakwaszonym okazał się płyn tej kultury, która dzięki przybyszowym korzeniom mogła powstrzymane pobieranie azotu na nowo rozpocząć.

Co do kultur na azotanie amonowym i na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, to stan wszystkich roślin był w pierwszych trzech tygodniach zupełnie zadawalający, jeśli pominąć pstrokaciznę, która wystąpiła i u nich, lecz w stopniu nierównie słabszym i wcześniej znikła. Reakcja obydwu płynów NH_4NO_3 w ciągu paru tygodni była słabo, ale wyraźnie kwaśna; w tym okresie płynów nie zobojętniano; pomimo to kwaśna reakcja utrzymywała się na stopniu umiarkowanym, bez większych wahań; natężenie jej było dość bliskie tego, jakie znajdowano w płynach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ po każdym zobojętnieniu; widocznie silniejszego zakwaszenia roślina mogła uniknąć przez autoregulowanie reakcji, co było łatwe w razie wyboru między jonami NH_4^+ a NO_3^- , a znacznie więcej ograniczone, gdy do rozporządzenia miała roślina tylko jony NH_4^+ i SO_4^{2-} . Najwyższe natężenie kwaśnej reakcji okazało się 11 czerwca w płynie I kultury i odpowiadało 6 cm^3 0.1 norm. HNO_3 po przeliczeniu na całą objętość płynu, czyli 21 mg HNO_3 w 1 l.

Dnia 15 czerwca nastąpiła zmiana reakcji płynu II kultury; odtąd zaczęto go zobojętniać; pomimo to alkaliczność wzrastała z dnia na dzień tak szybko, że miareczkowanie trzeba było wykonywać już 0.01, a później 0.1 norm. HCl używając *kongo*; płyn wkrótce zmętniał, a roślina nagle żółkła i zwiędła. Tak raptowne alkalizowanie płynu budziło podejrzenie, iż było ono skutkiem nie tyle działalności korzeni, co mikroorganizmów; mianowicie dla denitrifikacji zjawiały się warunki sprzyjające z chwilą zmiany reakcji na alkaliczną, a sama zmiana reakcji mogła nastąpić wskutek zmienionego w tym czasie wymagania rośliny co do formy azotu.

Płyn I kultury reagował do 24 czerwca stale kwaśno. Następnego dnia stwierdzono zmianę reakcji i tego płynu na alka-

liczną; w ciągu paru dni następnych alkaliczność jego wzmagala się, ale tylko stopniowo. Płyn był zupełnie przejrzysty, a korzenie, jak i cała roślina, były w doskonałym stanie. Z obawy, by i w tym płynie nie zaszła alteracja, jak w płynie II kultury, zlanego syfonem, a naczynie napełniono wodą wodociagową. Równocześnie zamieniono płyny azotowe wszystkich innych kultur na wodę wodociagową. Podczas tych zabiegów stwierdzono, że zlane płyny były przejrzyste, a korzenie zupełnie zdrowe, oprócz obydwu kultur na niezobojętnianych płynach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, gdzie się zagnieżdżyły pleśnie. W zlanych płynach oznaczono zawartość azotu:

Płyny zlane 30 czerwca.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Dano	Zwrócono w zobojętnianiu	Znaleziono N (g)	Ubytek N (g)
	płyn zobojętniony			
I.	0.3182	0.0822	0.1526	0.2478
II.	0.3182	0.0955	0.1579	0.2558
	płyn niezobojętniany			
I.	0.3182	—	0.2289	0.0893
II.	0.3182	—	0.2575	0.0607
NH_4NO_3	Dano N	Znaleziono	Ubytek N	
I.	0.2625 amoniak	0.1278 amoniak	0.1347 amoniak	
	0.2625 saletrzan	0.1092 saletrzan	0.1533 saletrzan	
$\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$				
I.	0.1591 amoniak	0.0288 amoniak	0.1303 amoniak	
	0.1235 saletrzan	0.0205 saletrzan	0.1030 saletrzan	
II.	0.1591 amoniak	0.0287 amoniak	0.1304 amoniak	
	0.1235 saletrzan	0.0164 saletrzan	0.1071 saletrzan	

Obydwie rośliny na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ pobrały NH_4 nieco więcej niż NO_3 ; stosunek pobranych ilości azotu amoniakalnego i saletrzanego był prawie ten sam, co i w pierwotnym roztworze. Natomiast w płynie kultury na NH_4NO_3 okazał się większy ubytek azotu saletrzanego. Te trzy rośliny były w tym czasie bliźniaczo do siebie podobne; pomimo to, azotu ogółem pobrały

rośliny na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ mniej, niż kultura na NH_4NO_3 . Oszczędniejsze obchodzenie się z azotem, jeżeli nie było skutkiem mniejszej jego zawartości w płynach, wypadaloby przypisać obecności czterech rodzajów jonów.

Zmiana warunków po zastąpieniu płynów azotowych wodą wodociągową bardzo korzystnie oddziałała na stan wszystkich kultur; ale szczególnie uderzające było szybkie ozdrowienie obydwu roślin z niezobojętnianych płynów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Po paru dniach wypuściły one przybyszowe korzenie i rozwinęły nowe listki, które swą barwą zieloną odcinały się od starych, jeszcze bladych; ale i te zwolna zieleniały. Wzrost roślin, który już poprzednio prawie zupełnie ustał, postępował teraz rażno i różnice między nimi a roślinami z płynów zobojętnianych, przedtem ogromne, z każdym dniem stawały się mniejsze. Rośliny te cierpiały przedtem widocznie nie tyle z braku azotu, ile od szkodliwego działania kwasu samego. Jednym ze skutków tego działania był zanik chlorofilu; pobierany azot gromadził się bez pożytku dla organizmu, bo jego działalność syntetyczna była mniej lub więcej zawieszona. U innych roślin również rozwinęły się korzenie przybyszowe, ale nie u wszystkich jednakowo; stąd później powstały różnice w szybkości pobierania azotu

Dnia 8 lipca wszystkie kultury, oprócz odżywianej azotanem amonowym, otrzymały po zlanii wody i odpłukaniu korzeni wodą destylowaną świeże płyny azotowe. Po 24 godzinach rozpoczęto miareczkowanie i zobojętnianie płynów z $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, co wykonywano, jak widać z tablicy I b, codziennie aż do 24 lipca, kiedy płyny znowu pozlewano.

Kulturę na azotanie amonowym przez dłuższy czas trzymano pod obserwacją w wodzie wodociągowej. Dla denitrifikacji potrzebna była większa ilość organicznej materji; musiałyby zatem redukcja kwasu azotowego iść w parze z gniciem korzeni; jeżeli podejrzenie co do denitrifikacji nie było bezpodstawnem, to proces gnilny wkrótce musiałyby się zdradzić, albowiem raz wszczęty nie ustałby również i po zamianie płynu azotowego na wodę.

Do dnia 16 lipca nie za tem podejrzeniem nie przemawiało: najmniejszych oznak gnicia korzeni nie zauważono; były one, podobnie jak i cała roślina, w doskonałym stanie. Tego dnia otrzymała i ta roślina świeży roztwór azotanu amonowego. Z wyników miareczkowania na tablicy I c widać, że już 20 lipca płyn się zalkalizował,

choć lekko, ale wyraźnie; reakcja alkaliczna wzmogła się bardzo wybitnie 24 lipca i osiągnęła *maximum* natężenia 26 lipca; w ciągu paru dni następujących szybko słabła i 29 lipca powróciła reakcja słabo kwaśna, która się utrzymała aż do 12 września, kiedy wykonano ostatnie miareczkowanie.

W okresie alkalicznej reakcji płynu roślina nie tylko nie zdradzała jakiegokolwiek niedomagania, ale przeciwnie rozwijała się najbujniej; fakt ten przemawia za tem, że szybsze znikanie z roztworu jonów NO_3 trzeba przypisać szybszemu ich pobieraniu w tym okresie przez roślinę, a nie denitrifikacji; zresztą podejrzenie denitrifikacji nie może się ostać wobec ponownego zakwaszenia płynu.

Wszystkie kultury rozwijały się w pierwszych tygodniach lipca w przyspieszonym tempie; korzenie już w początku tego miesiąca tak się rozrosły, że naczynia okazały się dla nich za ciasne; tyczy się to szczególnie korzeni zanurzonych w płyny bez azotu; tu naczynia całe wypełniła gęsta pilśń korzeni; woda parowała z tych naczyń tak prędko, że w skwarne dni trzeba było co parę godzin naczynia dopełniać. W płynach azotowych wszystkich kultur korzeni było wogóle mniej, a najmniej w płynach niezobojętnianych z $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; przytem różniły się one uderzająco od korzeni z płynów bez azotu swoim kształtem: były one krótsze, mniej rozgałęzione i znacznie grubsze. W niezobojętnianych płynach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ grubość korzeni graniczyła z potwornością; na to zniekształcenie składały się połączone wpływy azotu i reakcji kwaśnej, lecz ostatnia przyczyna odgrywała widocznie przeważną rolę.

Niezawodnie z powodu małego stosunkowo rozmiaru naczyń dalszy rozwój roślin nie był tak świetny, jak się zapowiadał w pierwszej połowie lata; przyspieszony wzrost zwolnił bardzo wyraźnie już z końcem lipca; zresztą rośliny wyglądały zupełnie zdrowo i nawet pleśnie, które zauważono w końcu lipca również i w zobojętnianych płynach grupy $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, nie szkodziły wyraźnie tym kulturom. Pomimo zakażenia płynów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ grzybami, obserwacji nad kulturami nie przerwano, ażeby się przekonać, jak wielką się okaże wytrzymałość końskiego zębu na wciąż wzmagającą się kwasotę płynów. Jak widać z wyników miareczkowania, w miesiącu sierpniu natężenie kwaśnej reakcji codziennie zobojętnianych płynów stało się kilkakrotnie większem, niż przed 24 lipca, kiedy wpływu pleśni, o ile się zdaje, jeszcze nie było; pomimo to, w stanie tych roślin żadnych cho-

robiwych zmian nie dostrzeżono. Ze wrażliwość roślin na kwaśną reakcję w późniejszym okresie rozwoju jest znacznie mniejsza, niż w początkowym, świadczyły również obserwacje nad kulturami na niezobojętnianych płynach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; pomimo szybkiego i wybitnego zakwaszenia świeżych płynów azotowych rośliny teraz bardzo długo zachowały zieloną barwę i tylko ku końcowi doświadczenia jedna z nich zbladła.

Dnia 17 sierpnia zaniechano dalszych obserwacji nad grupą kultur na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Rośliny zważono i oznaczono w suchej masie azot, a w płynach niezobojętnianych oznaczono miareczkowaniem kwasotę. (Patrz tabl. str. 160).

Kwasota niezobojętnianych płynów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:
(*mg* H_2SO_4 w 1 *l*)

I. 95.0

II. 274.0.

Ilości H_2SO_4 , jakie się wytworzyły w płynach zobojętnianych tylko przez czas od 9 do 23 lipca, można obliczyć z danych miareczkowania.

Na zobojętnienie płynów w tym czasie spotrzebowano:

I 851.7 *cm*³ 0.01 norm. NH_3

II 1235.9 *cm*³ 0.02 norm. NH_3 ,

co odpowiada 417, względnie 605.5 *mg* H_2SO_4 na całą objętość płynów, czyli 231.7, względnie 336.4 *mg* H_2SO_4 w 1 *l*.

Obserwacje nad kulturami na $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, jak i nad kulturą na NH_4NO_3 , przedłużono do 15 września. W końcu sierpnia rośliny zakwitły, lecz nasienie pozostało w chwili przerwania doświadczenia jeszcze niedokształcone. Ciężar roślin i wyniki analizy podane są na str. 161.

Reakcja płynów $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ okazała się w końcu doświadczenia bardzo słabo kwaśną; kwasota płynu I kultury odpowiadała 2.6 *cm*³ 0.1 norm. H_2SO_4 , II 1.0 *cm*³ 0.1 norm. H_2SO_4 w 1 *l*, czyli 12.7 *mg*, względnie 4.9 *mg* H_2SO_4 w 1 *l*. Podczas trwania doświadczenia reakcję tej mieszaniny badano od czasu do czasu papierkiem lakmusowym; przytem ani razu nie stwierdzono reakcji alkalicznej; najczęściej reakcja okazywała się raczej obojętną. Dla rozwoju korzeni warunki w tej mieszaninie były pomyslniejsze, niż w innych płynach azotowych; świadczy o tem

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu.

Kultury na niezobojętnianych płynach (NH ₄) ₂ SO ₄				Kultury na płynach (NH ₄) ₂ SO ₄ zobojętnianych			
Cała roślina	Korzenie		z płynów z N	Cała roślina	Korzenie		z płynów z N
	z płynów bez N	z płynów z N			z płynów bez N	z płynów z N	
I. 88 g	24 g		0.2 g ¹⁾	I. 52.0 g	11.0 g		5.0 g
II. 155 "	30 "		1.5 "	II. 58.5 "	9.5 "		6.0 "

¹⁾ Korzenie zgniły.

Zawartość N w roślinach.

Kultury na niezobojętnianych płynach (NH ₄) ₂ SO ₄				Kultury na płynach (NH ₄) ₂ SO ₄ zobojętnianych			
Liście i łodyga	Korzenie		Przeciętnie w całej roślinie	Liście i łodyga	Korzenie		Przeciętnie w całej roślinie
	Z płynów bez N	Z płynów z N			Z płynów bez N	Z płynów z N	
I. 1.245 ⁰ / ₀	1.571 ⁰ / ₀	2.870 ⁰ / ₀	1.37 ⁰ / ₀	I. 1.042 ⁰ / ₀	0.959 ⁰ / ₀	1.498 ⁰ / ₀	1.07 ⁰ / ₀
II. 1.278 ⁰ / ₀	1.102 ⁰ / ₀	1.995 ⁰ / ₀	1.32 ⁰ / ₀	II. 0.959 ⁰ / ₀	1.330 ⁰ / ₀	1.974 ⁰ / ₀	1.12 ⁰ / ₀

Ciężar roślin.

Kultura na NH_4NO_3				Kultury na $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			
Cała roślina		Korzenie		Cała roślina		Korzenie	
w świeżym stanie	wysuszona na powietrzu	z płynów bez N	z płynów z N	w świeżym stanie	wysuszona na powietrzu	z płynów bez N	z płynów z N
I. 875 g	135 g	18 g	10 g	I. 701 g II. 765 "	108 g 126 "	13 g 155 "	105 g 170 " 1)

1) Szczególnie grube a krótkie.

Zawartość N w roślinach.

Kultura na NH_4NO_3				Kultury na $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			
Nadziemne części	Korzenie		Przeciętnie w całej roślinie	Nadziemne części	Korzenie		Przeciętnie w całej roślinie
	z płynów bez N	z płynów z N			z płynów bez N	z płynów z N	
I. 0.782%	1.043 %	1.204 %	0.90 %	I. 0.647 % II. 0.806 %	0.875 % 0.770 %	1.211 % 0.875 %	0.90 % 0.81 %
	1.470 %	1.470 %					
	Ziarno niedo-kształcone	Ziarno niedo-kształcone					

ciężar korzeni, które w tej mieszaninie rozrastały się; jest on w stosunku do ciężaru korzeni z płynów nie zawierających azotu, u tych kultur najwyższa. Jeżeli ciężar korzeni z płynów bez azotu przyjąć za 100, to dla wagi korzeni z płynów azotowych otrzymamy:

$\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		NH_4NO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (płyiny zobojętniane)		
I.	80·8	I.	55·5	I.	45·5
II.	109·7			II.	63·2

Zauważyć zresztą należy, że rozszerzenie stosunku u kultury na NH_4NO_3 nastąpiło wskutek wyjątkowego rozrostu korzeni z płynów bez azotu.

Z wyników analizy podnieść należy stosunkowo wysoką zawartość procentową azotu w korzeniach z płynów nie zawierających tego składnika; w 4 przypadkach była ona wyższa nawet od zawartości azotu w nadziemnych częściach.

Doświadczenie 2.

Celem tego doświadczenia było rozstrzygnięcie pytania, o ile zobojętnianie płynu z NaNO_3 rozpoczęte po 24 godzinach od zanurzenia weń korzeni, zapobiegnie nader szkodliwemu działaniu tej soli, jakie obserwowano w doświadczeniu 1, gdy wszystkie inne warunki pozostaną te same. Doświadczenie zaczęto 28 czerwca. Wyniki miareczkowania zestawiono w tablicy II. Zobojętnianie oddziaływało w bardzo tylko słabym stopniu dodatnio; skutek jego tylko w tem się przejawiał, że wegetacja przedłużyła się nieco: gdy rośliny z płynów niezobojętnianych uschły już w połowie lipca, dwie drugie na płynach stale zobojętnianych wegetowały do początku sierpnia, ale już prawie weale nie rosły. Ogólny wynik doświadczenia, jak widać z niżej zestawionych liczb, był ten sam, co i doświadczenia 1.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

z płynów niezobojętnianych		z płynów zobojętnianych	
cała roślina	korzenie	cała roślina	korzenie
I.	0·68 g	I.	2·27 g
II.	0·35 „	II.	1·37 „
	0·25 g		0·67 g
	0·13 „		0·42 „

Zawartość N w roślinach.

Z płynów niezobojętnianych				Z płynów zobojętnianych		
Liście i łodyga	Korzenie	Przeciętnie w całej roślinie	W mg	Liście i łodyga	Korzenie	Przeciętnie w całej roślinie
I. 5.45%	2.1%	4.21%	28.6	I. 2.91%	2.57%	2.82%
II. 4.47%	2.8%	3.80%	13.3	II. 3.10%	2.64%	2.92%

Analiza płynów niezobojętnianych:

alkaliczność		zawartość N (w mg)		
(mg Na ₂ CO ₃ w 1 l)		dano	znaleziono	ubytek
I.	78.3	296.5	267.0	29.5
II.	36.4	296.5	283.9	12.6

Zawartość popiołu w liściach i łodygach wynosiła 15.33%.

Ze sposobu żarzenia podczas spopielania nadziemnych części można było widzieć, jak bardzo były one nasycone saletrą.

Z danych miareczkowania na tablicy II widać, że płyn I kultury, na której ujemne działanie azotanu sodowego odbiło się w mniejszym stopniu, niż na drugiej, okazał się od początku mocniej alkalicznym i w ciągu pierwszego tygodnia płyn ten po każdym zobojętnieniu alkalizował wybitniej, niż płyn II kultury. W doświadczeniu I otrzymano wyniki o tyle podobne, że i wtedy znaleziono w pierwszym miareczkowaniu mocniejsze zalkalizowanie płynu tej kultury, której waga w końcu doświadczenia okazała się większą (patrz tabl. I). Wobec tego wątpliwem się wydaje, żeby pierwszą i jedyną przyczyną wczesnego obumierania roślin była alkaliczna reakcja środowiska korzeni. Domyśleć się można, że raczej alkalizowanie soku komórkowego w organach nadziemnych, gdy z pobranych jonów Na⁺ i NO₃⁻ anion ulegał redukcji, już w pierwszych chwilach pobierania wywoływało zaburzenia, a później powstrzymanie syntetycznej działalności organizmu.

TABLICA II.
Kultury na NaNO_3 .

Data	Spotrzebowano w miareczkowaniu 50 cm^3 płynu		Dodano dla zobojętnienia wszystkiego płynu	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
29 czerw.	0·001 norm. HCl $2\cdot2 \text{ cm}^3$	0·001 norm. HCl $1\cdot2 \text{ cm}^3$	0·01 norm. HNO_3 $7\cdot9 \text{ cm}^3$	0·01 norm. HNO_3 $4\cdot3 \text{ cm}^3$
1 lipca	5·5 "	2·8 "	16·2 "	10·0 "
2 "	0·8 "	0·4 "	2·9 "	1·4 "
3 "	1·2 "	0·3 "	4·0 "	1·0 "
5 "	2·2 "	2·0 "	8·0 "	7·0 "
6 "	1·5 "	2·2 "	5·5 "	8·0 "
7 "	2·0 "	2·3 "	7·0 "	8·0 "
8 "	0·8 "	2·2 "	3·0 "	8·0 "
9 "	1·2 "	1·2 "	4·5 "	4·5 "
10 "	0·9 "	1·2 "	3·0 "	4·0 "
11 "	1·3 "	1·7 "	4·5 "	6·0 "
12 "	1·4 "	2·5 "	5·0 "	9·0 "
13 "	0·8 "	2·2 "	3·0 "	8·0 "
14 "	1·4 "	0·8 "	5·0 "	3·0 "
15 "	3·5 "	5·0 "	12·5 "	18·0 "
16 "	1·2 "	2·8 "	4·5 "	10·0 "
17 "	3·0 "	3·8 "	11·0 "	13·5 "
18 "	2·0 "	2·0 "	7·0 "	7·0 "
19 "	2·0 "	1·5 "	7·0 "	5·5 "
20 "	1·2 "	2·5 "	4·5 "	9·0 "
28 "	3·8 "	3·9 "	13·5 "	14·0 "
29 "	0·6 "	0·3 "	nie zobojętn.	nie zobojętn.
30 "	0·3 "	0 "	"	—
31 "	1·0 "	0·5 "	3·6 "	2·0 "
2 sierp.	0·6 "	0·6 "	2·0 "	2·0 "
3 "	0·7 "	0·8 "	2·0 "	3·0 "
4 "	1·0 "	0·5 "	3·5 "	2·0 "
6 "	0·8 "	0·7 "	3·0 "	2·0 "
7 "	0 "	0 "	—	—
11 "	1·2 "	1·5 "	4·5 "	5·5 "
12 "	0·9 "	0·4 "	3·0 "	1·0 "

Data	Sptrzebowano w miareczkowaniu 50 cm ³ płynu		Dodano dla zobojętnienia wszystkiego płynu	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
	0·001 norm. HCl	0·001 norm. HCl	0·01 norm. HNO ₃	0·01 norm. HNO ₃
14 sierp.	1·8 cm ³	0·4 cm ³	7·0 cm ³	1·0 cm ³
16 "	1·5 "	0 "	5·0 "	—
17 "	2·2 "	1·5 "	8·0 "	5·0 "
19 "	2·0 "	0 "	7·0 "	—
21 "	2·2 "	2·5 "	8·0 "	9·0 "
23 "	3·5 "	0 "	13·0 "	—
25 "	5·5 "	0 "	19·0 "	—
27 "	2·5 "	0 "	9·0 "	—
6 wrześ.	12·5 "	0 "	—	—

Doświadczenie 3.

Jako uzupełnienie i powtórzenie wyżej omówionych doświadczeń nastawiono nowe kultury końskiego zębu, którym za źródło azotu dano roztwory NH₄Cl, NH₄NO₃, HNO₃ i Ca(NO₃)₂¹⁾: Warunki doświadczenia były takie same, jak poprzednich doświadczeń; tylko roślinki wzięte do kultur nie były zupełnie jednakowe, albowiem nasienie źle kiełkowało i mało roślinek zostało do wyboru; słabsze roślinki posadzono przeto do płynów, gdzie na podstawie poprzednich doświadczeń można się było spodziewać pomyślniejszych warunków dla rozwoju, mianowicie użyto ich do kultur na NH₄NO₃; w każdej grupie kultur, jeżeli nie starczyło zupełnie jednakowych roślinek, posadzono słabsze do płynów, które miały być zobojętniane, a teższe do płynów niezobojętnianych. Doświadczenie rozpoczęto 17 czerwca.

Kultury na NH₄NO₃.

Z czterech kultur tej grupy obydwie na płynach niezobojętnianych zostały tak poważnie uszkodzone przez skorki (*Forficula auricularia*)²⁾, że trzeba było je wycofać. Miareczkowanie płynów

¹⁾ Równocześnie nastawiono kultury na NH₄H₂PO₄ i (NH₄)₂HPO₄ wycofano, ponieważ uległy one bardzo prędko zakażeniu.

²⁾ W ciągu kilku dni stwierdzałem każdego poranka nadgryzienia listków wiatych jeszcze roślinek, a samego szkodnika ani wykryć, ani się domyśleć z cha-

azotowych obydwu pozostałych kultur rozpoczęto 14 czerwca; reakcja tego dnia okazała się wbrew oczekiwaniu słabo alkaliczną; później, jak widać z tabl. III, alkaliczna reakcja znika i przechodzi w bardzo słabo kwaśną, która się staje wyraźniejszą dopiero w drugim tygodniu. Wątle roślinki z początku rozwijały się bardzo wolno, roślina II nieco szybciej, niż I.

TABLICA III.
Kultury na NH_4NO_3 .

Data	Spotrzebowano w miareczkowaniu 50 cm^3 płynu $\text{cm}^3 0.001$ n. roztworu		Dodano dla sobojętnienia wszyst- kiego płynu $\text{cm}^3 0.01$ n. roztworu	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
19 czerw.	2.6 HCl (?)	0.7 HCl (?)	niezobojętn.	niezobojętn.
20 "	0	0	"	—
21 "	0.2 NaOH	0.4 NaOH	0.7 NH_3	1.4 NH_3
22 "	0.5 "	1.3 "	1.8 "	4.7 "
23 "	0.3 "	0 "	1.1 "	—
25 "	2.5 "	3.3 "	9.0 "	11.9 "
26 "	0 "	1.5 "	—	5.4 "
28 "	0.8 "	4.5 "	2.9 "	16.2 "
29 "	1.2 "	2.8 "	4.3 "	10.1 "
1 lipca	1.0 "	6.0 "	3.6 "	21.6 "
2 "	1.8 "	0.7 "	6.5 "	2.5 "
3 "	3.2 "	4.0 "	11.5 "	14.4 "
5 "	5.2 "	1.8 "	18.7 "	6.5 "
6 "	5.0 "	1.3 "	18.0 "	4.7 "
7 "	3.0 "	3.1 HCl	10.8 "	niezobojętn.
8 "	3.6 "	8.3 "	13.0 "	29.9 HNO_3
9 "	3.0 "	5.8 "	10.8 "	Płyn zlano
10 "	4.2 "		15.1 "	i zamieniono
11 "	5.4 "		19.4 "	na wodę
				wodociągową

rakteru uszkodzeń nie mogłem. Żerował — zdawało się — w nocy, a w dzień zapewne ukrywał się gdzieś w pobliżu. I rzeczywiście, doskonałą kryjówkę znalazła para okazów skorków w szczelinie między ściankami dwóch zestawionych naczyń pod rozwidlonymi korzeniami. Notuję to zdarzenie jeszcze i dlatego, że o szkodliwości skorków dla roślin często się wątpi.

Data	Sporzeczowano w miareczkowaniu 50 cm ³ płynu cm ³ 0.001 n. roztworu		Dodano dla zobojętnienia wszyst- kiego płynu cm ³ 0.01 n. roztworu	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
12 lipca	3.1 NaOH		11.2 NH ₃	Płyn zlano
13 "	5.6 "		20.2 "	i zamieniono
14 "	4.0 "		14.4 "	na wodę
15 "	6.0 "		21.6 "	wodociągową
16 "	8.8 "		31.7 "	
17 "	7.6 "		27.4 "	
19 "	7.9 "		28.4 "	
20 "	3.0 "		10.8 "	
21 "	5.0 "		18.0 "	
22 "	4.4 "		15.8 "	
23 "	4.0 "		14.4 "	
24 "	2.5 HCl		9.0 HNO ₃	
25 "	1.5 "	Zlano wodę wodoc. i nalano NH ₄ NO ₃	5.4 "	
26 "	2.5 "	14.5 HCl	Płyn zlano	52.2 HNO ₃
27 "		14.5 "	i zamieniono	52.2 "
28 "		16.5 "	na wodę	59.4 "
29 "		22.0 "	wodociągową	79.2 "
30 "		20.0 "		72.0 "
31 "		22.0 "		79.2 "
2 sierp.		50.0 "		180 "
3 "		28.5 "		102.6 "
4 "		37.0 "		133.2 "
5 "		20.0 "		72.0 "
6 "		55.0 "		198.0 "
7 "		37.0 "		133.0 "
8 "		27.5 "		98.0 "
9 "		48.0 "		172.8 "
10 "		54.0 "		194.4 "
11 "		45.0 "		162.0 "
12 "		35.0 "		126.0 "
13 "		30.0 "		108.0 "
14 "		30.0 "		108.0 "
15 "		10.0 "		36.0 "
16 "	Nalano rozt. NH ₄ NO ₃ z dnia 26/VII	2.0 "		7.2 "

Data	Sporzeczowano w miareczkowaniu 50 cm ³ płynu cm ³ 0 001 n. roztworu		Dodano dla zobojętnienia wszyst- kiego płynu cm ³ 0 01 n. roztworu	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
17 sierp.	16·0 HCl	2·0 HCl	57·6 HNO ₃	7·2 HNO ₃
18 "	29·0 "	1·5 "	104·4 "	5·5 "
19 "	44·0 "	2·5 NaOH	158·4 "	9·0 NH ₃
20 "	13·0 "	3·5 "	46·8 "	12·6 "
21 "	33·0 "	1·5 "	118·8 "	5·5 "
23 "	44·0 "	2·0 "	158·4 "	7·2 "
25 "	23·0 "	1·5 "	82·8 "	5·5 "
26 "	6·0 "	1·0 "	21·6 "	3·6 "
27 "	1·5 "	—	5·4 "	—
28 "	1·5 NaOH	—	—	—
12 wrześ.	4·5 "	3·5 "	—	—

Dnia 7 lipca nastąpiła zmiana reakcji płynu II kultury na alkaliczną, 10 lipca zlanego zlekka zalkalizowany, zupełnie przejrzysty płyn i zastąpiono go wodą wodociągową, a roślinę i płyn wzięto pod obserwację. Tymczasem po każdym zobojętnieniu płynu I kultury powracała słabo kwaśna reakcja aż do dnia 23 lipca; 24 lipca stwierdzono słabo alkaliczną reakcję tego płynu; 26 lipca nastąpiła zamiana jego na wodę wodociągową. Podczas więcej niż dwutygodniowej obserwacji kultury II i jej zlanego płynu nie podejrzanego nie zauważono; roślina, choć pozbawiona azotu, normalnie się rozwijała i wypuściła korzenie przybyszowe, a płyn pozostał zupełnie przejrzysty i reakcja jego prawie się nie zmieniła. Dnia 25 lipca kultura II otrzymała świeży roztwór NH₄NO₃. Nazajutrz reakcja płynu azotowego okazała się dość wybitnie alkaliczną i taką pozostała do 15 sierpnia, kiedy natężenie jej znacznie się zmniejszyło; w ciągu paru dni następnych utrzymała się jeszcze reakcja bardzo słabo alkaliczna; 19 sierpnia reakcja płynu łagodnie przeszła na słabo kwaśną i już odtąd, aż do przerwania doświadczenia 12 września, po każdym zobojętnieniu płyn stale reagował słabo kwaśno, z małymi tylko wahaniami w natężeniu. W okresie wybitnego alkalizowania płynu roślina szybciej się rozwijała, niż inne, liście jej stały się szersze i barwa ciemniejsza.

Spostrzeżenia nad I kulturą, przerwane 27 lipca, na nowo podjęto w dniu 16 sierpnia. W ciągu tej przerwy reakcja zlanego płynu tak samo prawie się nie zmieniła, jak i płynu II kultury, a stan rośliny był zupełnie zadawalający. Dalszy przebieg wegetacji i zmiany reakcji płynu tej kultury były analogiczne do tych, jakie obserwowano na II kulturze. Okresu pstrokacizny rośliny nie przechodziły wcale. Być może, że zubożenie płynów od początku nie było tu bez znaczenia. Kultura II trochę wyprzedziła kulturę I; w chwili przerywania doświadczenia tylko ta kultura była w stanie okwitania. Obydwie rośliny na NH_4NO_3 przerosły wszystkie inne równieś, choć były z początku najmniejsze i najwątlesze.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

	cała roślina	korzenie	
		z płynów bez N	z płynów z N
I.	47.0 g	9.0 g	5.0 g
II.	52.5 „	6.8 „	5.0 „

Zawartość N roślinach:

liście i łodyga	korzenie		przeciętnie w całej roślinie
	z płynów bez N	z płynów z N	
I. 1.135%	1.351%	1.358%	1.202%
II. 0.872%	1.071%	1.845%	0.99%

Jeżeli przyjąć ciężar korzeni z płynów bez N za 100, to dla ciężaru korzeni z płynów azotowych otrzymujemy liczby:

I. 55.5 II. 73.5.

Nagromadzenie azotu w korzeniach zauważone w doświadczeniu I powtarza się, jak widać z powyższych liczb, również i w tem doświadczeniu; zawartość azotu i w tej części korzeni, która była zanurzona w płyn nie zawierający azotu, jest wyższa, niż w częściach nadziemnych.

Głównym celem tej części doświadczenia było stwierdzenie fizjologicznej reakcji azotanu amonowego. Okazało się zgodnie ze spostrzeżeniami dokonanymi na jednej kulturze doświadczenia I, że fizjologiczny charakter azotanu amonowego jest zmienny: w początkowym okresie rozwoju końskiego zębu fizjologiczna reakcja tej soli jest słabo kwaśna, a okres ten trwa od dwóch do pięciu tygodni. Później następuje okres również kilkotygodniowy, w któ-

rym azotan amonowy występuje wobec końskiego zębu w charakterze soli fizjologicznie alkalicznej; alkaliczna reakcja roztworu może w tym okresie dochodzić do znacznego natężenia. W trzecim okresie rozwoju końskiego zębu, który się zaczyna na jakiś czas przed okwitaniem, azotan amonowy odgrywa rolę soli fizjologicznie słabo kwaśnej. To stwierdzenie fizjologicznego charakteru azotanu amonowego nie przesądza oczywiście, że sól ta w innych warunkach i wobec innych roślin zachowa ten sam zmienny charakter fizjologiczny. Nawet w omówionych powyżej doświadczeniach jedynie kolejność zmian fizjologicznej reakcji azotanu amonowego była zawsze jedna i ta sama; długość okresów „kwaśnego“ i „alkalicznego“, jak i stopień zakwaszenia, względnie alkalizowania roztworów wahały się, rzecz można, zależnie od indywidualnych wymagań rośliny; tak w doświadczeniu z 27 maja koński ząb pobrał w początkowym — „amoniakalnym“ okresie — azotu amoniakalnego o 216 mg więcej, niż azotu saletrzanego; okres ten trwał 25 dni. Natomiast w doświadczeniu z 17 czerwca jedna roślina pobrała azotu amoniakalnego o 70 mg więcej, przyczem długość okresu wynosiła 36 dni; druga roślina pobrała azotu amoniakalnego tylko o 192 mg więcej, a okres trwał 19 dni.

Kultury na NH_4Cl .

Wyniki miareczkowania płynów tych kultur zestawiono w tabelicy IV. We wszystkich czterech kulturach tej grupy wystąpiła pstrokaczna liści w bardzo słabym stopniu i prędko znikła. Wpływ zobojętniania stał się widocznym dopiero po paru tygodniach. Kultury na płynach niezobojętnianych, do których użyto — jak zaznaczono wyżej — najtęższych roślinek, zaczęły stopniowo żółknąć a później coraz wolniej się rozwijać; natomiast rośliny na płynach zobojętnianych wkrótce zupełnie pozbyły się pstrokaczny, poczem rozwój ich zaczął postępować coraz raźniej. Kultury na chlorku amonowym tem się wyróżniały od innych grup, że łodygi ich były cieńsze, a liście węższe; cechy te wystąpiły już po paru tygodniach i utrzymywały się do końca doświadczenia. Anormalność ta zresztą nie była zbyt rażąca; dostrzedz ją można było tylko przy porównaniu z innymi kulturami. W trzecim tygodniu u kultur na płynach niezobojętnianych żółty odcień zabarwienia liści stał się już bardzo widoczny, a w czwartym nastąpił prawie zupełny zastój w rozwoju. Podczas oględzin korzeni zauważono, że zaczynają się one psuć, a reakcja obydwu płynów okazała się wybitnie kwaśną.

TABLICA IV.
Kultury na NH_4Cl .

Data	Spotrzebowano w miareczkowaniu 50 cm^3 płynu cm^3 0·001 n. NaOH		Dodano dla zobojętnienia ca- łego płynu cm^3 0·01 n. NH_3	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
20 czerw.	1·5	0·7	6·9	3·2
22 „	3·8	1·3	17·5	6·0
24 „	2·4	4·6	11·0	20·0
25 „	1·3	0·1	6·0	—
26 „	2·4	1·9	11·0	8·7
28 „	4·1	1·1	18·9	5·1
29 „	3·6	1·6	16·6	7·4
1 lipca	4·5	0·9	20·7	4·1
2 „	3·2	0·7	14·7	3·2
3 „	3·8	1·4	17·5	6·4
5 „	9·0	3·2	41·4	14·7
6 „	5·0	1·8	23·0	8·3
7 „	8·3	2·9	38·2	13·3
8 „	6·3	2·7	29·0	12·4
9 „	4·9	1·5	22·5	6·9
10 „	8·1	3·0	37·3	13·8
11 „	5·3	1·9	24·4	8·7
12 „	9·6	3·0	44·2	13·8
13 „	4·9	2·7	22·5	12·4
14 „	5·9	2·0	27·1	9·2
15 „	5·7	4·7	26·2	21·6
16 „	10·8	2·0	49·7	9·2
17 „	10·5	5·2	48·3	23·9
19 „	14·5	8·0	66·7	36·8
20 „	8·6	Płyn ziarno i zastą- piono wodą wodoc.	39·6	
21 „	9·0		41·4	
22 „	9·6		44·2	
23 „	12·5		57·5	
24 „	15·2		69·9	
25 „	4·5		20·7	
26 „	12·0	Nalano świeżego płynu	55·2	
27 „	20·0	5·0	92·0	23·0

Data	Sporzeczowano w miareczkowaniu 50 cm ³ płynu cm ² 0 001 n. NaOH		Dodano dla zobojętnienia ca- łego płynu cm ³ 0·01 n. NH ₃	
	Płyn I kultury	Płyn II kultury	Płyn I kultury	Płyn II kultury
28 lipca	7·0	7·0	32·2	32·2
29 "	10·0	8·0	46·0	36·8
30 "	7·5	8·0	34·5	36·8
31 "	Płyn zlanó i zastą- piono wodą wodoc.	6·5		29·9
2 sierp.		12·0		55·2
3 "		10·5		48·3
4 "		11·0		50·6
5 "	Nalano świeżego płynu	4·0		18·4
6 "	4·5	9·0	20·7	41·4
7 "	9·0	10·0	41·4	46·0
8 "	8·0	9·5	36·8	43·7
9 "	12·0	12·0	55·2	55·2
10 "	12·0	16·5	55·2	75·9
11 "	10·0	10·5	46·0	48·3
12 "	11·0	12·0	50·6	55·2
13 "	11·5	12·0	52·9	55·2
14 "	10·0	10·0	46·0	46·0
15 "	nie miareczkow.	nie miareczkow.	40·0	40·0
16 "	10·0	17·0	46·0	78·2
17 "	9·0	9·5	41·4	43·7
18 "	6·8	10·0	31·3	46·0
19 "	8·5	13·0	39·1	59·8
20 "	7·5	11·0	34·5	50·6
21 "	0·3	10·0	—	46·0
23 "	11·5	30·5	52·9	140·3
25 "	3·0	14·0	13·8	64·4
26 "	4·0	12·0	18·4	55·2
—	—	—	—	—
12 wrzesń.	20·0	55·0	—	—

W końcu pierwszego miesiąca w płynach niezobojętnianych na ko-
zreniach pojawiły się pleśnie; w drugim miesiącu zakażeniu uległy
także kultury na płynach zobojętnianych i to pierwiej ta, która od sa-
mego początku mniej energicznie pobierała NH₄ i słabiej się roz-

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu.

Z płynów niezobojętnianych		Z płynów zobojętnianych	
Korzenie		Korzenie	
Cała roślina	z płynu bez N	Cała roślina	z płynu bez N
I. 14 g	1.9 g	I. 40.5 g	5.5 g
II. 19.5 "	4.0 "	II. 39.5 "	4.2 "
			z płynu z N
			3.0 g
			2.9 "

Stosunek ciężaru korzeni z płynów bez N do ciężaru korzeni z płynów azotowych.

I. 100:52.6 I. 100:54.5
 II. 100:40.0 II. 100:69.0

Zawartość N w roślinach.

Korzenie		Korzenie	
Przeciętnie w całej roślinie		Przeciętnie w całej roślinie	
Liście i łodyga	z płynu bez N	Liście i łodyga	z płynu z N
I. 0.766%	2.667%	I. 0.809%	1.467%
II. 0.466%	1.475%	II. 0.889%	1.544%
			1.960%
			2.088%
			0.99%
			1.05%

winęła, a nieco później i druga. Obecność grzybów w płynach azotowych, zdaje się, roślinom w tym czasie nie szkodziła; na reakcję płynów tych kultur pleśnie wyraźnie nie działały, bo kwaśna ich reakcja w ciągu całego doświadczenia była umiarkowana i wzmacniała się stopniowo tylko w miarę rozwoju roślin.

Nagromadzenie azotu w korzeniach było u kultur tej grupy niezwykle wielkie; uderza szczególnie wysoka procentowa zawartość azotu w korzeniach z płynów nie zawierających azotu; jest ona dwukrotnie większa, niż w narządach nadziemnych.

Kultury na KNO_3 i na $Ca(NO_3)_2$.

Gdyby jedyną przyczyną szkodliwego działania azotanu sodowego w doświadczeniach poprzednio omówionych była fizjologiczna reakcja tej soli — za mocno alkaliczna, to możnaby spodziewać się, że azotan potasowy w tych samych warunkach już tak ujemnie działać nie będzie, albowiem fizjologiczna alkaliczność azotanu potasowego jest znacznie słabsza, niż azotanu sodowego; po azotanie wapniowym, którego reakcja fizjologiczna jest prawie obojętna można się było spodziewać, że wcale roślinom nie będzie szkodził. Spostrzeżenia na kulturach na KNO_3 i na $Ca(NO_3)_2$ zaprzeczyły stanowczo temu przypuszczeniu. Rozwój roślin został tak samo wcześniej powstrzymany, a wpływ zobojętniania płynów okazał się równie mało skutecznym, jak i w doświadczeniach z azotanem sodowym.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

z niezobojętnianych płynów KNO_3 cała roślina		z płynów KNO_3 zobojętnianych cała roślina		korzenie
I.	0.6 g.	I.	1.47 g	0.45 g
II.	0.7 „	II.	1.40 „	0.45 „

Zawartość N w roślinach z płynów zobojętnianych:

liście i łodyga	korzenie	przeciętnie w całej roślinie
I. 2.226%	2.979%	2.25%
II. 3.215%	2.767%	3.07%

Doświadczenie z azotanem wapniowym dało wyniki zupełnie podobne.

*Doświadczenie 4.**Kultury na $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$.*

W doświadczeniu 1. rośliny na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ regulowały same bez interwencji z zewnątrz pobieranie różnych jonów, a wegetacja miała przytem przebieg od początku do końca nader pomyślny. Można było z góry przewidywać, że kombinacja azotanu sodowego z inną solą fizjologicznie kwaśną, umożliwiając roślinie w pewnych granicach autoregulowanie reakcji, zapobiegnie szkodliwemu działaniu azotanu sodowego lub przynajmniej je złagodzi. Kombinacja azotanu sodowego z siarczanem potasowym, t. j. soli fizjologicznie mocno alkalicznej z umiarkowanie kwaśną, stawia zdolności organizmu regulowania reakcji trudniejsze zadanie, niż kombinacja azotanu sodowego z fizjologicznie mocno kwaśnym siarczanem amonowym. Oprócz tego mieszanina $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ mogła się okazać mniej korzystną dla rozwoju końskiego zębu jeszcze i z tej przyczyny, że roślina ta dla zaspokojenia swoich zmiennych wymagań co do pokarmu azotowego nie miała do wyboru w tem skojarzeniu soli — obydwu form azotu.

Doświadczenie przeprowadzono na dwóch kulturach końskiego zębu. Płyn odżywczy azotowy przygotowano przez zmieszanie równych objętości 0.5⁰/₁₀₀ roztworów azotanu sodowego i siarczanu potasowego; płyn odżywczy bez azotu miał skład ten sam, co i w poprzednich doświadczeniach. Dla porównania dodano dwie kultury, które jako płyn azotowy miały sam azotan sodowy w roztworze 0.5⁰/₁₀₀. Zmiany w chemicznym składzie płynów $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$, jakie zachodziły podczas pobierania pokarmu przez rośliny, stwierdzono drogą analizy ilościowej; w tym celu w pewnych odstępach czasu płyny zlewano zapomocą lewaru; naczynia i korzenie opłukiwano wodą destylowaną; po wymieszaniu i zmierzaniu płyny poddawano analizie, a do opróżnionych naczyń natychmiast nalewano świeżych roztworów. Przed doświadczeniem sprawdzono skład roztworów odżywczych w drodze analizy ilościowej.

Doświadczenie rozpoczęto dnia 16 czerwca. Reakcja płynów badana codziennie papierkami lakmusowymi, była w ciągu pierwszego tygodnia następująca:

	$\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$	NaNO_3	
17	czerweca	wyraźnie kwaśna	obojętna
18	"	wyraźnie kwaśna	bardzo słabo alkaliczna
19	"	słabo kwaśna	słabo alkaliczna
20	"	słabo kwaśna	wyraźnie alkaliczna
21	"	obojętna	alkaliczna
22	"	słabo alkaliczna	alkaliczna.

Później wszystkie płyny reagowały już stale alkalicznie. Tak obecnie, jak i w podobnych doświadczeniach, poprzednio omówionych, rośliny na samym azotanie sodowym wcale nie rosły i już po paru dniach zaczęły żółknąć, podczas gdy kultury na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ rozwijały się wprawdzie wolno, ale widocznie i od kultur na azotanie sodowym odróżniały się korzystnie świeżą zieloną barwą. Po kilkunastu dniach jednak barwa jednej z tych roślin zaczęła przybierać żółtawy odcień i równocześnie wzrost jej stawał się jeszcze powolniejszy. W początku lipca zaczęła również i druga roślina zlekka żółknąć; płyny wtedy pozlewano i wzięto do analizy. Wkrótce po odnowieniu płynów nastąpiło widoczne polepszenie w stanie roślin; wróciła zdrowa zielona barwa i wzrost rozpoczął się na nowo. W ciągu paru następnych tygodni rośliny urosły znacznie, jednak później powtórzyły się znowu objawy obserwowane przed odświeżeniem płynów: lekkie żółknięcie liści i zastój w rozwoju. Wtedy zmieniono ponownie płyny. Następne zmiany płynów, oprócz ostatniej, również odbywały się wów czas dopiero, gdy z wyglądu roślin można się było domyśleć, że pora już była je odnowić. Dnia 26 września doświadczenie przerwano. Wszystkie płyny wzięte do analizy były przejrzyste, a korzenie wyglądały do końca doświadczenia zupełnie zdrowo. W ostatnich paru tygodniach wzrost roślin ustał, a jedna z nich zakwitła już w końcu sierpnia; przez cały czas odróżniała się ona od drugiej szybszym wzrostem. Była to właśnie ta roślina, która na początku doświadczenia dłużej pozostawała zieloną. Wysokość jej w chwili przerwania doświadczenia wynosiła około 1·5 m; ciężar w świeżym stanie 330 g; wysokość drugiej — około 1 m, ciężar — 255 g. Jak na trzechmiesięczny okres był to rezultat wegetacji bynajmniej nie imponujący; plon ten nie wytrzymywał porównania z wynikami uzyskanymi w poprzednich doświadczeniach, nietylko z kulturami na azotanie amonowym i na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, ale

i na siarczenie amonowym, gdy reakcję płynów zobojętniano. Atoli w porównaniu z działaniem samych azotanów okazała się różnica na korzyść mieszaniny $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ olbrzymia.

Jedną z przyczyn nieco powstrzymanego rozwoju końskiego zębu na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ było niezawodnie alkalizowanie płynów azotowych; dodatek siarczanu potasowego do azotanu sodowego tylko nieco łagodził alkaliczną reakcję, jaka się w płynach odżywczych wskutek działalności korzeni wytwarzała, ale w żadnym przypadku — jak analiza ilościowa płynów ponad wszelką wątpliwość wykazała — nie usuwał jej w zupełności. W miarę rozwoju roślin alkaliczna reakcja płynów nawet wciąż wzmagala się i prawdopodobnie to nagromadzanie jonów OH' w płynach stałoby się wkrótce zabójczym dla roślin, gdyby na czas nie zastępowano zalkalizowanego roztworu świeżym.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu.

Kultury na $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$			Kultury na NaNO_3	
Cała roślina	Korzenie		Cała roślina	Korzenie
	z płyn. bez N	z płyn. z N		
I. 35.5 g	6.0 g	4.5 g	I. 1.11 g	0.50 g
II. 56.0 „	8.5 „	5.0 „	II. 1.31 „	0.59 „

Zawartość N w roślinach (met. Kjeldahla).

Liście i łodyga	Korzenie		Przeciętnie w całej roślinie	Liście i łodyga	Korzenie	Przeciętnie
	z płynów bez N	z płynów z N				
II. 0.956%	0.709%	1.223%	0.943%	I. 4.00%	2.10%	3.14%
				II. 3.44%	2.23%	2.89%

Analiza płynów $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$.

500—1000 cm^3 dokładnie zmierzonego płynu zagęszczano do 100—200 cm^3 ; ze zgęszczonego roztworu odbierano po 25 cm^3 dla oznaczeń N, K_2O i SO_3 według zwykłych metod; wyniki przeliczono na pierwotną koncentrację.

Pierwotny roztwór $[\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4]$ w 1800 cm^3 zawierał:

N	0·1482 g
Na_2O	0·3282 „
K_2O	0·4862 „
SO_3	0·4138 „

Płyny zlane 6 lipca.

Znaleziono	N (g)		K ₂ O (g)		SO ₃ (g)	
	Rośliny pobrały	Znaleziono	Rośliny pobrały	Znaleziono	Rośliny pobrały	Znaleziono
I.	0·0664	0·0818	0·4115	0·0747	0·3440	0·0698
II.	0·0349	0·1133	0·4397	0·0465	0·3609	0·0529

Płyny zlane 5 sierpnia.

I.	0·0160	0·1322	0·3439	0·1423	0·3648	0·0490
II.	0·0145	0·1337	0·3105	0·1757	0·3616	0·0522

Płyny zlane 20 sierpnia.

I.	0·0232	0·1250	0·3809	0·1053	0·3815	0·0323
II.	0·0255	0·1227	0·1420	0·3442	0·2948	0·1190

Płyny zlane 13 września.

I.	0·0392	0·1090	0·2780	0·2082	0·3018	0·1120
II.	0·0280	0·1202	0·2820	0·2042	0·2977	0·1161

Płyny zlane 26 września.

I.	0·1044	0·0438	0·3559	0·1303	0·3512	0·0626
II.	0·1052	0·0431	0·3950	0·0912	0·3880	0·0258

Reakcja płynów zlewanych była wybitnie alkaliczna. Wyniki miareczkowania przed zagęszczaniem przeliczono na całą objętość płynów i wyrażono w *mg* Na_2CO_3 :

Płyny NaNO_3	Płyny $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$					
	z 6. VII.	z 5. VIII.	z 20. VIII.	z 13. IX.	z 26. IX.	
I.	20·9	88·2	302·1	390·0	296·8	83·4
II.	46·8	239·7	302·8	183·3	296·8	77·6

Na_2O wagowo nie oznaczano. Po przeliczeniu danych analizy wagowej i miareczkowania znajdujemy następujące ilości pobranego Na_2O (w g):

I.	0.1343	0.0601	0.0043	0.0173	0.0108
II.	0.1210	0.0436	0.0297	0.0479	0.0105

Z przeliczenia danych analizy wynika, że siarczan potasowy odgrywał w pierwszym okresie względem obydwu kultur rolę soli fizjologicznie słabo alkalicznej; w późniejszych okresach nie występował siarczan potasowy już ani razu w tym niewłaściwym charakterze. Przeciwnie dzięki szybszemu pobieraniu K^+ reakcja płynów w późniejszych okresach mogła się utrzymywać dłużej na umiarkowanym stopniu alkaliczności. Jednak nawet i w pierwszym okresie fizjologiczna alkaliczność siarczanu potasowego nie przejawiała się odrazu, gdyż w ciągu pierwszych paru dni, jak wyżej nadmieniono, reakcja płynów $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ była kwaśna. Tłumaczyć można to w ten sposób, że z początku przeważała adsorbcja katjonów na powierzchni korzeni, później zaś wzięło górę osmotyczne przenikanie anjonów.

Między fizjologiczną alkalicznością siarczanu potasowego w pierwszym okresie a nagromadzeniem się sodu w komórkach zachodzi prawdopodobnie związek przyczynowy. Podczas gdy anjon azotanu sodowego ulegał w procesie syntetycznym redukcji i funkcję kwasu przestawał pełnić, pobrany równocześnie Na^+ zostawał w komórkach niezobojętniony; zupełnie nieszkodliwie szybko nagromadzającego się sodu nie mogły kwasy organiczne, których zresztą w początkowej dobie rozwoju organizm w dostatecznej ilości zapewne nie wytwarzał; rolę ich z nierównie lepszym skutkiem mógł spełniać kwas siarkowy, pobierany ponad normalne zapotrzebowanie rośliny.

Ażeby rozejrzeć się lepiej w przebiegu pobierania składników z mieszaniny $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$, obliczono na podstawie danych analizy, jak wielki był ubytek każdego z nich, przypadający na jedną dobę; otrzymane liczby oznaczają zatem przeciętne szybkości pobierania czterech składników roztworu w każdym z pięciu okresów wegetacji. Granice tych okresów nie były zupełnie dowolne; jak wyżej zaznaczono, płynny z wyjątkiem zlanych po raz ostatni, zmieniano wtedy, kiedy z zewnętrznych oznak można było poznać, że rośliny zaczynają niedomagać; wskaźnikiem szkodliwych zmian w składzie płynów była zatem roślina sama.

Przeciętne szybkości pobierania (mg w ciągu 24 godz.).

Okresy	L. kultury	NO ₃ '	Na'	K	SO ₄ ''
1. (20 dni)	I.	18·1	5·0	3·1	4·2
	II.	25·1	4·5	1·9	3·2
2. (29 dni)	I.	20·2	1·5	4·1	2·0
	II.	20·4	1·1	5·0	2·2
3. (15 dni)	I.	36·9	0·2	5·8	2·6
	II.	36·2	1·5	19·0	9·5
4. (23 dni)	I.	21·0	0·6	7·5	5·8
	II.	23·1	1·5	7·4	6·1
5. (12 dni)	I.	16·2	0·7	9·0	6·3
	II.	15·9	0·6	6·3	2·6

Jak widać z powyższych liczb, pobieranie sodu było najszybsze w 1. okresie, a kwasu azotowego w 3., w którym sól pobierała najwolniej roślina I; natomiast szybkość pobierania potasu była najmniejsza w 1. okresie, w którym kwasu siarkowego ubywało codziennie z roztworów nierównie więcej, niż w 2. okresie; od 3. okresu znowu zwiększa się szybkość pobierania kwasu siarkowego, zapewne w związku z wytwarzaniem białka. Kultura II pobierała w 3. okresie wyjątkowo dużo potasu; wskutek tego szybkość alkalizowania płynu tej kultury była nierównie mniejsza, niż płynu I kultury.

Szybkość alkalizowania płynów (mg Na₂CO₃ na dobę):

Okresy	Płyn	Płyn
	I kultury	II kultury
1.	4·4	12·0
2.	10·4	10·4
3.	26·0	12·2
4.	12·9	12·9
5.	7·0	6·4

Wyniki doświadczenia wskazują, że i w obecności siarczanu potasowego obok azotanu sodowego roślina nie była zdolna — podobnie jak i w doświadczeniach z samymi azotanami — stawić zupełnego skutecznego oporu takiemu przenikaniu zasad, które równowagę

jonów wewnątrz komórek zakłócały; tylko nagromadzenie sodu w soku komórkowym było w tych warunkach prawdopodobnie nie tak raptowne. Jako pośredni dowód równomierniejszego pobierania składników z mieszaniny $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ może służyć fizjologiczna alkaliczność siarczanu potasowego w 1. okresie. Anion tej soli zapobiegał wytwarzaniu się alkalicznej reakcji wewnątrz komórek, co dla rośliny mogło mieć szczególnie doniosłe znaczenie w początkowej dobie rozwoju, kiedy niewykształcony jeszcze organizm był na szkodliwe wpływy nierównie wrażliwszy, niż później. Czynność asymilacyjna nie została uniemożliwioną odrazu na progu rozwoju, jak w doświadczeniach z azotanami, wskutek zaniku chlorofilu; zachowanie zdolności do dalszej wegetacji zdobyła roślina kosztem alkalizowania płynu odżywczego; widocznie alkaliczna reakcja środowiska korzeni stanowiła dla rośliny mniejsze niebezpieczeństwo, niż alkalizowanie soku komórkowego. W miarę wzrostu rośliny alkaliczność płynu coraz się wzmagała i zaczynała wywierać na rozwój wpływ hamujący; gdy na czas wymieniano płyn zakalizowany na świeży, roślina mogła znowu przez dłuższy czas przeciwdziałać nieprzyjaznym wpływom, bo nie zatraciła zdolności do autoregulowania pobierania pokarmu.

Doświadczenie 5.

Kultury odżywiane codziennymi dawkami KNO_3 .

Dla sprawdzenia wniosków, wynikających z poprzedniego doświadczenia, wykonano następnego lata doświadczenie w ten sposób, że roślinom nie dano sposobności do nagromadzenia azotanów i do zbytowego alkalizowania płynów; ażeby to osiągnąć, odżywiano rośliny bardzo małymi dawkami azotanu potasowego; pobieranie kontrolowano tak jakościowo dwufenylaminą, jak i ilościowo miareczkowaniem. Częstość oraz wysokość dawek normowano według wyników kontroli pobierania, a również według stanu rośliny. Kwas azotowy zwykle znikał po 24 godzinach bez śladu, a alkaliczna reakcja już po kilku pierwszych dawkach stała się bardzo wyraźną. Wtedy zaczęto dodawać zamiast azotanu potasowego — kwasu azotowego. Kultur było dwie; płyn bez azotu był ten sam, co i w poprzednich doświadczeniach; wodę destylowaną, do której odmierzano dawki azotu, od czasu do czasu zmieniano. Doświadczenie zaczęto 10 czerwca, a zakończono 5 sierpnia. Dawki azotu były następujące:

Data	Płyn I kultury cm^3 0·01 norm. roztworów	Płyn II kultury cm^3 0·01 norm. roztworów
10 czerwca	10 KNO_2	10 KNO_3
12 "	10 "	10 "
13 "	10 "	10 "
14 "	10 "	10 "
15 "	10 "	10 "
16 "	0 "	0 "
17 "	10 "	10 "
18 "	0 "	0 "
19 "	10 HNO_3	10 HNO_3
20 "	10 "	0 "
21 "	10 "	10 "
22 "	10 "	0 "
23 "	10 "	10 "
24 "	10 "	0 "
25 "	10 "	10 "
26 "	10 "	0 "
27 "	10 KNO_3	10 "
28 "	10 "	0 "
29 "	10 "	10 "
30 "	5 $KHNO_2$ + 5 HNO_3	5 KNO_3 + 5 HNO_3
1 lipca	10 KNO_3	10 HNO_3
2 "	10 HNO_3	0
3 " 9 ^h	10 KNO_3	5 KNO_3
3 " 17 ^h	10 HNO_3	5 HNO_3
4 " 9 ^h	10 KNO_3	5 KNO_3
4 " 17 ^h	10 HNO_3	5 HNO_3
5 " 9 ^h	10 KNO_3 + 10 HNO_3	0
5 " 17 ^h	10 KNO_3	0
6 " 9 ^h	10 KNO_3	10 KNO_3
6 " 17 ^h	10 HNO_3	0
7 " 9 ^h	4 KNO_3 + 6 HNO_3	8 KNO_3 + 2 HNO_3
7 " 17 ^h	10 KNO_3 + 8 HNO_3	10 KNO_3
8 " 9 ^h	10 HNO_3	5 KNO_3 + 5 HNO_3
8 " 17 ^h	10 "	0
9 " nie miareczkowano	10 "	10 KNO_3

Data	Płyn I kultury		Płyn II kultury	
		cm ³ 0'01 norm. roztworów		cm ³ 0'01 norm. roztworów
10	nie miareczkowano	20 KNO ₃		10 KNO ₃
11	"	20 "		10 "
12	" 9 ^a	15 KNO ₃ + 10 HNO ₃		10 "
12	" 17 ^b	25 KNO ₃		10 "
13	"	20 KNO ₃ + 5 HNO ₃		5 KNO ₃ + 5 HNO ₃
14	"	40 HNO ₃		20 HNO ₃
15	"	40 "		10 KNO ₃ + 10 HNO ₃
16	"	40 KNO ₃		20 KNO ₃
17	"	75 HNO ₃		15 HNO ₃
18	"	50 KNO ₃		10 KNO ₃ + 10 HNO ₃
19	"	—		—
20	"	100 KNO ₃		25 HNO ₃
21	"	0		20 "
22	"	50 "		10 KNO ₃ + 10 HNO ₃
23	"	50 HNO ₃		10 KNO ₃ + 10 HNO ₃
24	"	50 "		10 KNO ₃ + 10 HNO ₃
25	"	30 KNO ₃ + 30 HNO ₃		15 KNO ₃ + 10 HNO ₃
26	"	50 HNO ₃		15 KNO ₃ + 10 HNO ₃
27	"	50 KNO ₃		35 HNO ₃
28	"	—		—
29	"	50 KNO ₃ + 15 HNO ₃		40 KNO ₃
30	"	—		—
31	"	50 KNO ₃		25 KNO ₃
1 sierpnia		20 KNO ₃ + 30 HNO ₃		15 KNO ₃ + 10 HNO ₃
2 "		50 KNO ₃		25 KNO ₃
3 "		35 KNO ₃ + 35 HNO ₃		20 KNO ₃ + 15 HNO ₃
4 "		60 HNO ₃		30 HNO ₃

Stan roślin z początku był nie bardzo zadawalający; po paru dniach zaczęły one nabierać żółtawej barwy, szczególnie kultura II; z czasem jednak nastąpiło ozdrowienie obydwu kultur, weześniej I kultury, która już po dwóch tygodniach zupełnie ozdrowiała; z początkiem lipca również i II kultura wyglądała już normalnie, tylko wzrostem znacznie ustępowała pierwszej. W chwili przerwania doświadczenia obydwie rośliny wyglądały bardzo dobrze.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

Cała roślina	K o r z e n i e	
	Z płynów bez N	Z płynów z N
I. 15·72 g	3·19 g	2·36 g
II. 7·85 „	1·93 „	1·40 „

Rośliny — jak na dwumiesięczny prawie okres wegetacji — urosły mało. Jedną z przyczyn wolnego ich wzrostu był niezawodnie głód azotu. Początkowe dawki okazały się po trzech tygodniach już dla kultury I niewystarczające; zaczęto je wtedy odmierzać dwa razy w ciągu dnia; z szybkiego ich znikania widać było, że można je było częściej powtarzać w ciągu doby, ale na częstsze badanie płynów dla kontroli pobierania nie pozwalały inne zajęcia w zakładzie. Zresztą chodziło w tem doświadczeniu nie o wyhodowanie kultur okazałych, lecz tylko o zapobieżenie rychłemu obumieraniu roślin przez sztuczne regulowanie pobierania i zobojętnianie, a przynajmniej stępienie alkalicznej reakcji płynów. Ten cel doświadczenia został w zupełności osiągnięty.

Doświadczenie 6.

Kultury na mieszaninie $\text{NaNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$.

O słuszność przypuszczenia, że dodatni wpływ siarczanu potasowego podczas pobierania azotu z mieszaniny $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ przypisać należy funkcji SO_4'' jako kwasu, a nie specyficznemu działaniu pierwiastka S, można się było przekonać przez dodanie do roztworu azotanu sodowego — zamiast siarczanu potasowego — jakiegokolwiek soli lub kwasu z innym anjonem. Wybrano wolny kwas fosforowy, wiadomo bowiem, że kwas ten w małej koncentracji rośliny doskonale wytrzymują; o tem zresztą przekonano się w osobnem doświadczeniu: w ciągu miesiąca odżywiano koński ząb małemi dawkami kwasu fosforowego i nie zauważono żadnych nie-normalnych objawów ani na narządach nadziemnych, ani na korzeniach. W doświadczeniu z mieszaniną $\text{NaNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$ dodawano kwas fosforowy również małemi dawkami w miarę znikania kwaśnej reakcji roztworów; dawki wynosiły $10 \text{ cm}^3 0\cdot01 \text{ norm. H}_3\text{PO}_4$ do $1\cdot8 \text{ l } 0\cdot5_{0/00}$ roztworu azotanu sodowego; reakcję badano papierkiem lakmusowym. Doświadczenie trwało kilka tygodni, dopóki się nie przekonano, że w tych warunkach azotan sodowy bynajmniej

nie działał szkodliwie; rośliny już na pierwszy rzut oka wyróżniały się świeżą zieloną barwą i większym wzrostem od roślin hodowanych na samym azotanie sodowym.

Doświadczenie 7.

Kultury na roztworze NaNO_3 w wodzie wodociągowej.

Jeżeli przyczyną obumierania końskiego zębu na roztworze azotanu sodowego w wodzie destylowanej był brak anjonów dla zobojętniania alkalicznej reakcji w komórkach liści, to można się było spodziewać, że roztwór tej soli w wodzie wodociągowej, zawierającej małe ilości SO_4 i Cl , już tak szkodliwie działać nie będzie. Doświadczenie trwało przeszło cztery tygodnie; w ciągu tego czasu ani nie zmieniano roztworów, ani nie kontrolowano ich reakcji. Dało ono wynik o tyle dodatni, że z dwóch kultur jedna tylko uschła i to nie tak szybko, jak kultury na wodzie destylowanej, druga zaś przez cały czas zachowała normalną barwę i choć z początku bardzo tępo rosła, przed końcem doświadczenia zaczęła coraz lepiej się rozwijać.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

cała roślina	k o r z e n i e	
	z płynów bez N	z płynów z N
I. (zielona) 6.60 g	1.55 g	2.00 g
II. (uschnięta) 3.10 „	1.01 „	0.54 „

Zawartość N ogółem (met. Kjeldahla) oraz N azotanów (met. Pfeifera).

Liście i łodyga	K o r z e n i e				
	z roztworów NaNO_3		z płynów bez N		
	N	N	N	N	
ogółem	azotanów	ogółem	azotanów	ogółem	azotanów
I. 2.058%	0.168%	2.548%	0.442%	2.114%	0.042%
(uschnięta)					
II. 3.089%	1.174%	3.276%	1.904%	2.100%	0.700%

Z danych analizy widać, że azot w formie azotanów nagromadzał się we wszystkich narządach przedwcześnie obumarłej rośliny.

Doświadczenie 8.

Kultury odżywiane perjodycznie bądź azotem w formie NH_4NO_3 , bądź resztą składników pokarmowych.

Obserwacje nad kulturami na azotanie amonowym w doświadczeniach 1. i 3. doprowadziły do wniosku, że fizjologiczny charakter tej soli jest zmienny zależnie od okresu wegetacji końskiego zębu. Doświadczenia te nie były wolne od zarzutu, że pomimo ostrożności nie wykluczono wpływu mikroorganizmów. W podobnym przypadku rozstrzyga się zwykle wątpliwości przez utrzymanie kultur w warunkach jałowości. Ale nie jest to droga jedyna i — zdaje mi się — nie najlepsza. Pomijam trudności, które się ma do pokonania podczas zestawienia i utrzymywania jałowych kultur i któreby musiały być szczególnie wielkie w doświadczeniach mających za cel stwierdzenie fizjologicznej reakcji azotanu amonowego w ciągu całego okresu wegetacji końskiego zębu. Jałowe kultury, przynajmniej w zwykły sposób prowadzone, mają tę słabą stronę, że z góry skazują roślinę na wegetowanie w warunkach niepomysłnych, wielce odbiegających od naturalnych. Wskutek procesów życiowych rośliny zachodzą w płynach szkodliwe zmiany, tem większe i tem ujemniej działające na rośliny, im dłużej trwa doświadczenie. Mam na myśli nietylko zmiany chemicznej reakcji, jakie działalność korzeni podczas pobierania pokarmu z roztworów, może wywoływać, ale i zanieczyszczenia materją organiczną, jakie wraz ze szczątkami korzeni w płynach się nagromadzają. Ilościowo przeważają wśród tych zanieczyszczeń niewątpliwie błonnik i śluz, pochodzące z odczepiających się ustawicznie komórek czepka korzeniowego; ale oprócz tych ciał chemicznie obojętnych a fizjologicznie niewinnych roślina pozostawia w środowisku korzeni inne produkty przemiany materji, a może i wydzieliny, których natura chemiczna nie jest znana, a działanie na organizm — być może — jest szkodliwe. Podczas obserwacji nad kulturami wodnemi niejednokrotnie miałem sposobność przekonać się, że trzymanie roślin przez dłuższy czas w jednym i tym samym płynie ujemnie działało na rośliny, choć reakcja płynów była obojętna i żadnego ze składników pokarmowych nie brakowało: po przesadzeniu roślin do świeżego płynu odżywczego, a nawet i do czystej wody, stan ich w bardzo krótkim czasie poprawiał się.

Dla celu wytkniętego w doświadczeniu jałowe kultury mogły

być nieodpowiednie jeszcze i z innej przyczyny. Wskutek niejednokrotnej szybkości pobierania każdego z jonów azotanu amonowego, w płynie azotowym zjawiała się wkrótce przewaga bądź NO_3^- , bądź NH_4^+ ; z takiej mieszaniny pobieranie azotu odbywałoby się nie tak, jak z roztworu samej soli: cel doświadczenia byłby zatem chybiony. Ażeby możliwie uniezależnić pobieranie azotu z azotanu amonowego od przewagi NO_3^- , względnie NH_4^+ , trzeba wciąż przywracać równowagę między jonami; można to uskutecznić albo przez zobojętnianie, jak czyniono w poprzednich doświadczeniach, albo przez możliwie częste odnawianie płynów azotowych. Stosując ten drugi sposób, zmniejszamy zarazem szanse zakażenia płynów, bo wraz z płynami usuwa się nagromadzoną w nich materję organiczną, doskonale podścielisko dla mikroorganizmów.

W doświadczeniu, które mam do omówienia, było dwie grupy kultur. Kultury pierwszej grupy pobierały rozdzielonemi korzeniami wszystkie składniki pokarmowe równocześnie, podobnie jak we wszystkich poprzednich doświadczeniach; różnica polegała tylko na tem, że płyny azotowe co parę dni odnawiano i że ich po zmierzaniu nie zobojętniano. Kultury drugiej grupy czerpały pożywienie wszystkiemi korzeniami naprzemian bądź z płynu zawierającego wszystkie składniki pokarmowe oprócz azotu, bądź z roztworu azotanu amonowego. Za każdym razem po przesadzeniu roślin tej grupy do płynów bez azotu oznaczano w płynach azotowych azot w obydwu formach, a po przerwaniu doświadczenia zbadano rośliny na zawartość azotu dla zestawienia bilansu.

Ponieważ trzeba było liczyć się z tem, że część kultur pomimo odnawiania płynów ulegnie zakażeniu, doświadczenie przeprowadzono na większej ilości okazów; w każdej grupie było po 6 kultur.

Kultury 1. grupy.

Po wykiełkowaniu roślinki zanurzono korzonkami nie w wodę, jak pierwiej, lecz w płyny odżywcze bez azotu. Roztwór azotanu amonowego miał koncentrację 0.5‰. Doświadczenie zaczęto 16 czerwca. Miareczkowanie płynów w ciągu pierwszych paru dni dawało wyniki nieoczekiwane: reakcja wszystkich płynów okazała się nie kwaśną, lecz słabo alkaliczną. (p. tabl. na str. 188).

Po ustaleniu się kwaśnej reakcji dalsze badanie płynów dało wyniki podobne do otrzymanych w doświadczeniach 1. i 3. Zmiana reakcji na alkaliczną najwcześniej zaszła 7 lipca w płynach trzech

data	na zobojętnienie 50 cm ³ płynu spożywanego cm ³ 0·001 normalnego roztworu:		
	I	II	III
17 czerwca	2·2 HCl	4·0 HCl	4·5 HCl
18 "	2·0 "	3·0 "	4·2 "
20 "	0·8 "	0·4 NaOH	2·5 "
21 "	2·1 NaOH	3·1 "	0·9 NaOH
22 "	3·1 "	3·5 "	1·6 "
23 "	4·9 "	5·0 "	4·9 "
	IV	V	VI
17 czerwca	2·7 HCl	5·2 HCl	7·5 HCl
18 "	1·0 "	3·8 "	5·4 "
20 "	1·7 NaOH	0·3 NaOH	0·1 NaOH
21 "	3·6 "	3·5 "	3·2 "
22 "	4·5 "	3·9 "	4·1 "
23 "	6·0 "	5·5 "	5·7 "

kultur; z pozostałych dwie kultury zaczęły szybciej pobierać NO₃' od 23 lipca, a w płynie ostatniej kultury kwaśna reakcja utrzymywała się wyjątkowo długo, bo aż do 6 sierpnia; roślina ta od dwóch tygodni rozwijała się nieco wolniej, niż inne. Okres alkalicznej reakcji płynów trwał od dwóch do trzech tygodni; alkalizacja płynów wzmagala się szybko z dnia na dzień, gdy natężenie kwaśnej reakcji tak w początkowym, jak i w końcowym okresie było stosunkowo niewielkie. Mocniej zalkalizowane płyny słabo opalizowały, gdy kwaśne były zupełnie przejrzyste. W ostatnim miesiącu dwie kultury uległy zakażeniu pleśnią.

Z jednym z płynów zalkalizowanych wykonano następującą próbę: przez kilka dni płynu nie odnawiano, potem roślinę usunięto, a płyn natychmiast zmiareczkowano i co parę dni reakcję jego kontrolowano miareczkowaniem; na zobojętnienie 50 cm³ płynu spożywanego:

12 lipca	1·3 cm ³	0·01 normalnego HCl
14 "	1·3 "	" "
16 "	1·1 "	" "
18 "	1·0 "	" "
19 "	1·0 "	" "
20 "	0·9 "	" "

Zatem po ośmiu dniach alkaliczność płynu nie tylko się nie zwiększyła, co powinno było nastąpić, gdyby do alkalizowania jego przyczyniały się mikroorganizmy, ale nawet się nieco zmniejszyła, prawdopodobnie wskutek ulatniania się amoniaku.

Miareczkowania płynów czterech kultur niezakażonych pleśnią zaniechano 24 sierpnia; rośliny pozostawione same sobie wegetowały do 3 września; w międzyczasie płynów nie odnawiano. Po przerwaniu doświadczenia wykonano ostatnie miareczkowania:

	na zobojętnienie 50 cm ³ spotrzebowano cm ³ 0.001 norm. NaOH			
	I	II	III	IV
24 sierpnia	7.0	4.0	4.5	6.0,
	na zobojętnienie 50 cm ³ spotrzebowano cm ³ 0.01 norm. NaOH			
	I	II	III	IV
3 września	4.5	2.2	5.1	4.7

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

	cała roślina		k o r z e n i e		Stosunek wagi korzeni z płynów bez N do wagi korzeni z płynów azotowych
	z płynów bez N	z płynów z N	z płynów bez N	z płynów z N	
I.	96 g	15 g	14.5 g	100 :	96.6
II.	79 "	10.5 "	8.0 "	100 :	76.2
III.	48.5 "	11.6 "	10.0 "	100 :	87.0
IV.	52.0 "	8.0 "	10.5 "	100 :	131.2
			(przybyszowe)		
V.	72.0 "	12.5 "	8.0 "	(pleśń)	100 : 64.0
VI.	47.5 "		korzenie zepsute		

Słabe zalkalizowanie wszystkich płynów na początku omawianego doświadczenia stało w sprzeczności ze spostrzeżeniami podczas analogicznych doświadczeń, wcześniej wykonanych. Dociekając przyczyn tego zjawiska zwróciłem uwagę, że warunki doświadczeń nie były zupełnie identyczne. Mianowicie trzymanie roślin przed rozpoczęciem doświadczenia w płynach odżywczych bez azotu, a nie w wodzie, mogło tu nie być bez znaczenia. Z zasad zaadsorbowanych, a może i osmotycznie pobranych z płynów bez azotu mogły przechodzić do roztworu azotanu amonowego drobne ilości, które wykrywał odczynnik tak czuły na zasady, jak wodno-eterowy roztwór jodeozyny. Istotnie, dwie świeżo skielkowane roślinki na kilka

dni zanurzone korzonkami do wody, następnie przesadzone do roztworu azotanu amonowego, wywołały w nim odrazu słabo kwaśną reakcję.

Kultury 2. grupy.

Do ilościowego oznaczania pobieranego azotu z roztworu azotanu amonowego zamiast zwykłych kultur na płynach zupełnych zastosowano metodę perjodycznego odżywiania dlatego że przede wszystkim w razie zalkalizowania płynów zupełnych mógł się strącać $Mg(NH_4)_2PO_4$, a zbieranie osadu dla oznaczania azotu byłoby połączone ze stratami; oprócz tego w zalkalizowanych płynach zupełnych amoniak z łatwością mógł uleść nityfikacji.

Okresów odżywiania azotem było pięć, a mianowicie: 1) od 21 do 30 czerwca, 2) od 8 do 20 lipca, 3) od 30 lipca do 8 sierpnia (zmieniono płyny wcześniej, niż zamierzano, bo wszystkie rośliny z wejrzenia zdradzały przesylenie azotem); 4) od 17 do 21 sierpnia i 5) od 26 sierpnia do 3 września.

Z sześciu kultur tylko trzy chowały się zdrowo do końca doświadczenia, a mianowicie kultury I, IV i V; korzenie reszty kultur zaczęły się psuć w połowie lata. Analiza płynów azotowych z każdego okresu dała wyniki podane na str. 191.

Ubytki azotu z płynów w każdej formie w różnych okresach odpowiadają zatem wynikom miareczkowania płynów kultur 1 grupy; prawie wszystkie rośliny pobierały w ciągu pierwszych dwóch okresów nieco więcej amoniaku, niż kwasu azotowego; tylko w płynie I. kultury z drugiego okresu ubytki azotu w obydwu formach były równe. W trzecim i czwartym okresie ubytki kwasu azotowego były znacznie większe, niż amoniaku; w ostatnim okresie ubyło znowu z płynów kultur I. i II. więcej amoniaku, niż kwasu azotowego. W płynie IV. kultury z tego okresu ubytki azotu w obydwu formach okazały się zupełnie równe, a w płynach reszty kultur, które najoczywiściej były zakażone, ogromnie przeważały na ostatku straty azotu saletrzanego. Ubytki azotu amoniakalnego za cały czas stanowią:

w płynie kultury	I.	49.9%	ubytku	wogóle
"	"	II.	38.6	" "
"	"	III.	39.0	" "
"	"	IV.	46.1	" "
"	"	V.	48.1	" "
"	"	VI.	42.2	" "

Ubytki N z płynów (w mg):

Okresy	kultura I		kultura II		kultura III	
	N		N		N	
	amoniak	saletrzany	amoniak	saletrzany	amoniak	saletrzany
1.	17.5	13.6	14.1	11.2	16.4	12.5
2.	55.5	55.5	38.4	32.0	66.2	59.5
3.	87.5 ¹⁾	87.5 ¹⁾	87.5 ¹⁾	87.5 ¹⁾	87.5 ¹⁾	87.5 ¹⁾
4.	91.0	108.0	20.3	73.8	39.1	140.6
5.	163.8	152.6	51.2	131.6	75.2	145.7
Razem	415.3	417.2	211.5	336.1	284.4	445.8
	ogółem		ogółem		ogółem	
	832.5		547.5		730.2	
	kultura IV		kultury V		kultura VI	
	N		N		N	
1.	20.0	18.1	22.0	21.0	20.1	19.6
2.	80.4	73.8	35.8	28.9	48.8	41.4
3.	87.5 ¹⁾	87.5 ¹⁾	96.9	99.4	72.4	102.6
4.	61.9	135.3	83.3	123.0	44.4	112.2
5.	135.8	135.8	153.0	150.3	124.2	148.8
Razem	385.6	450.5	391.0	422.6	309.0	424.6
	ogółem		ogółem		ogółem	
	836.1		813.6		734.5	

Kultury zdrowe (I, IV i V) pobrały zatem amoniaku tylko nieco mniej, niż kwasu azotowego, gdy w płynach kultur zakażonych ubytki kwasu azotowego były znacznie większe, niż amoniaku.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu (w g):

kultura I		kultura II		kultura III	
cała roślina	korzenie	cała roślina	korzenie	cała roślina	korzenie
57.0	13.0	15.5	3.5	27.7	5.7
kultura IV		kultura V		kultura VI	
55.0	12.5	65.0	16.0	27.0	7.5

¹⁾ Przez omyłkę kulturom I, II, III i IV zamiast 0.5‰ roztworu azotanu amonowego dano roztwór dwa razy więcej rozcieńczony; płyny tych kultur okazały się zupełnie wyczerpane z azotu.

Zawartość N w roślinach (met. Kjeldahla)

kultury	Liście i łodyga	korzenie	przeciętnie w całej roślinie
I	1.290%	1.827%	1.416%
II	1.575 "	2.315 "	1.742 "
III	1.505 "	1.811 "	1.568 "
IV	1.150 "	1.999 "	1.343 "
V	1.080 "	1.559 "	1.198 "
VI	1.232 "	1.840 "	1.401 "

Bilans N ¹⁾

znaleziono w roślinach	ubyło z plynów za czas trwania doświadczenia
I	0.8071 g
II	0.2700 "
III	0.4343 "
IV	0.7387 "
V	0.7787 "
VI	0.3783 "

Jeżeli się uwzględni błędy analizy, które się jeszcze zwiększały przez sumowanie rezultatów otrzymanych dla każdego z pięciu okresów, to bilans azotu można uważać dla kultur I i V za wstrzymane; dla kultury IV, która z pozoru również była zdrowa, bilans nie wypadł już zadawalająco; prawdopodobnie zakażenie jej nastąpiło niezadługo przed przerwaniem doświadczenia. Ogromne straty azotu z plynów kultur II, III i VI, które wcześniej uległy zakażeniu, niezawodnie przypisać należy denitryfikacji.

Doświadczenie 9.

Kultury na mieszaninach $NH_4NO_3 + Ca_3P_2O_8$ i $NH_4NO_3 + CaH_4P_2O_8$.

Słaba fizjologiczna kwasota azotanu amonowego w pierwszych paru tygodniach wegetacji końskiego zębu nie może służyć za wystarczające tłumaczenie dodatniego wpływu tej soli na przyswajanie kwasu fosforowego z fosforytów, stwierdzonego przez Prianisznii-

¹⁾ N nasienia (7 mg) nie uwzględniono.

kowa; fizjologicznie kwaśną reakcję powinienby zachować azotan amonowy wobec nierozpuszczalnych fosforanów i w późniejszym okresie, kiedy pobieranie pokarmu odbywa się najenergiczniej. Z drugiej strony można było przypuszczać, iż w obecności fosforanu jednowapniowego roślina od początku unikać będzie szybszego pobierania amoniaku z azotanu amonowego, by nie zwiększać zakwaszania środowiska. Dla sprawdzenia tych przypuszczeń wykonano doświadczenie na czterech kulturach końskiego zębu, po dwie kultury w każdej grupie. Jeden płyn odżywczy nie zawierał ani azotu, ani kwasu fosforowego i miał skład następujący:

5 g K_2SO_4
 2 „ $MgSO_4 \cdot 7_2O$
 1 „ KCl
 zawiesina $CaCO_3$
 w 8 l wody wodociągowej.

Płyny azotowo-fosforowe zawierały w 1 l: 0.5 g NH_4NO_3 + 0.5 g $Ca_3P_2O_8$, względnie 0.5 g NH_4NO_3 + 0.5 g $CaH_4P_2O_8$. Ażeby ułatwić roślinom przyswajanie kwasu fosforowego z fosforanu trójwapniowego, dodawano tę sól dopiero po zanurzeniu korzeni w roztwór azotanu amonowego; zawiesina soli opadając zatrzymywała się po części na korzeniach; oprócz tego starano się o rozinaczenie osadu przez częste przepuszczanie powietrza. Okresy pobierania z płynów azotowo-fosforowych były: 1) od 20 do 28 lipca, 2) od 3 do 10 sierpnia i 3) od 13 do 18 sierpnia; w przerwach odpowiednia część korzeni znajdowała się w wodzie wodociągowej. W zlanych płynach każdego okresu oznaczono N w obydwu formach:

Ubytki N z płynów (w mg):

okresy	kultury	płyny NH_4NO_3 + $Ca_3P_2O_8$	
		N amoniakalny	N saletrzany
1	I	24.4	24.1
	II	22.0	19.6
2	I	56.6	49.6
	II	49.4	48.6
3	I	płyn przed analizą stracono	
	II	31.6	29.5

okresy	kultury	płyny $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$	
		N amoniakalny	N saletrzany
1	I	26·2	33·7
	II	11·1	34·4
2	I	62·6	69·4
	II	58·9	69·4
3	I	29·5	34·3
	II	30·0	34·2

Wobec fosforanu trójwapniowego azotan amonowy występował w ciągu czterech tygodni jako sól fizjologicznie słabo kwaśna; przewaga jonów NO_3' nad jonami NH_4' w płynach była tak mała, że na przyswajanie kwasu fosforowego prawdopodobnie pozostała bez wpływu; sądzić o tem można było ze stanu roślin: były one znacznie mniejsze od kultur na $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$, zżółkły i przedwcześnie zaczęły tracić liście przez usychanie. Wobec takiego stanu roślin dalsze prowadzenie doświadczenia było bezcelowe. Niewyjaśnionem zostało, czy i w późniejszym okresie azotan amonowy zachowa w warunkach doświadczenia charakter soli fizjologicznie kwaśnej. Pomimo niejednokrotnego powtarzania doświadczenia odpowiedzi na to pytanie nie otrzymałem; za każdym razem stan roślin stale się pogarszał pomimo fizjologicznej kwasoty azotanu amonowego i po czterech lub pięciu tygodniach rośliny wyglądały już zupełnie beznadziejnie.

W obecności fosforanu jednowapniowego fizjologiczna reakcja azotanu amonowego okazała się, jak przypuszczano, alkaliczną już w pierwszym tygodniu i taką utrzymała się i później. Rośliny przez cały czas aż do chwili przerwania doświadczenia wyglądały zupełnie normalnie.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu:

kultury na $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$		kultury na $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$	
I	3·2 g	I	27·3 g
II	8·2 „	II	15·2 „

Nieprowadzenie doświadczeń z kombinacją $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ należy przypisać nader utrudnionemu przyswajaniu kwasu fosforowego z fosforanu trójwapniowego w kulturach wodnych; w tych warunkach działanie azotanu amonowego na uruchomienie kwasu

fosforowego nie może być tak wydajne, jak w ziemi lub w kulturach piaskowych. Z trudno rozpuszczalnym fosforanem, zmieszonym z ziemią lub piaskiem, wchodzi w bezpośrednie zetknięcie włoski korzeniowe, biorąc każdą napotkaną cząstkę w posiadanie; im przychodzi z pomocą kwas azotowy, który się uwalnia podczas pobierania azotu z azotanu amonowego; koncentracja jego na absorbującej powierzchni korzeni musi być większą, niż w otaczającym je roztworze, a więc i działanie roztwarzające wydajniejsze. W wodnych kulturach fosforan trójwapniowy opada na dno naczyn, dokąd korzenie nie sięgają; a choć od czasu do czasu rozmyca się osad po całym płynie prądem powietrza, nie wiele zatrzymuje się z zawiesiny na korzeniach, pozbawionych włosków.

Fizjologiczna reakcja azotanu amonowego w obecności fosforanu jednowapniowego nie zawsze bywa od samego początku alkaliczna, jak w omówionem doświadczeniu; w jednym z powtórzeń rośliny w ciągu pierwszych dwóch tygodni pobierały obydwaj jony azotanu amonowego zupełnie równomiernie; później resorbcja NO_3^- zaczęła przeważać i fizjologiczna alkaliczność azotanu amonowego w obecności fosforanu jednowapniowego wystąpiła w całej pełni.

Ogólne wyniki doświadczeń omówionych w rozdziale I.

Doświadczenia wykonano na wodnych kulturach końskiego zębu, prowadzonych w ten sposób, że część korzeni zanurzano w roztwór soli amonowej lub azotanu, a drugą w roztwór zawierający wszystkie inne składniki pokarmowe.

Kultury na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

1. Rośliny przez cały czas wegetacji pobierały NH_4^+ z większą szybkością, niż SO_4^{2-} , wskutek czego płyny azotowe coraz mocniej się zakwasały.

2. Wpływ kwaśnej reakcji na rośliny w warunkach doświadczenia przejawiał się najwcześniej w znikaniu chlorofilu w liściach, z początku połowicznym od strony zakwaszonego płynu, a później zupełnym.

3. Pod wpływem kwaśnej reakcji korzenie nie rozgałęziają się, wykoszlawiają i grubieją.

4. Jeżeli płynów azotowych nie zubożymy, wzrost roślin staje się coraz wolniejszy i wkrótce ustaje.

5. Rośliny nawet bardzo dotknięte szkodliwym działaniem

kwasy odzyskiwały barwę i zaczynały rozwijać się szybko po zamianie kwaśnych plynów na wodę.

6. Ilości kwasu siarkowego, jakie się uwalniały podczas pobierania azotu z siarczanu amonowego, wystarczają do uruchomienia znacznie większych ilości kwasu fosforowego, niż te, które roślinie są niezbędnie potrzebne.

7. Gdy plyn azotowy codziennie się zobojętniało, rozwój roślin był równie dobry, jak i w razie odżywiania ich azotem w obydwu formach.

Kultury na NH_4Cl .

1. Natężenie kwaśnej reakcji w roztworach chlorku amonowego podczas pobierania azotu przez rośliny było nieco mniejsze, niż w roztworach siarczanu amonowego.

2. Pomimo mniej wybitnego zakwaszenia plynów azotowych rozwój roślin był gorszy, niż na siarczanie amonowym.

3. Cechami charakterystycznymi dla roślin hodowanych na chlorku amonowym były nieco węższe liście i cieńsze łodygi, niż u roślin rosnących na siarczanie amonowym.

Kultury na NH_4NO_3 .

1. Fizjologiczny charakter azotanu amonowego względem końskiego zębu jest zmienny: jeżeli się wpływ innych soli na pobieranie azotu wykluczy, to fizjologiczna reakcja azotanu amonowego jest w pierwszych kilku tygodniach słabo kwaśna, w następnych paru tygodniach przed okwitaniem wybitnie alkaliczna, a później w okresie wykształcania ziarna znowu słabo kwaśna.

2. W kombinacji $NH_4NO_3 + CaH_4P_2O_8$ azotan amonowy odrazu występował jako sól fizjologicznie alkaliczna, a czasem obojętna; natomiast w kombinacji $NH_4NO_3 + Ca_3P_2O_8$ odgrywał on rolę soli fizjologicznie słabo kwaśnej, przynajmniej w pierwszych kilku tygodniach wegetacji.

3. Słabo kwaśna reakcja plynów azotowych podczas pobierania azotu z azotanu amonowego nie wywierała na koński ząb szkodliwego wpływu; również i reakcja alkaliczna nie szkodziła, o ile przez zobojętnianie lub częste odnawianie plynów zapobiegano się zbyt mocnemu ich alkalizowaniu.

Kultury na $NaNO_3 + (NH_4)_2SO_4$.

1. Reakcja azotowego plynu odżywczego podczas pobierania azotu przez koński ząb była obojętna lub słabo kwaśna; reakcji alkalicznej ani razu nie stwierdzono.

2. Rozwój korzeni, zanurzonych w roztwór tych soli, był lepszy, niż w innych płynach azotowych z dwoma tylko rodzajami jonów; przytem jednak korzenie zachowały charakterystyczne cechy morfologiczne (skrócenie i zgrubienie), jakie wpływ azotu w innych płynach wywoływał.

Kultury na NaNO_3 .

1. Alkaliczacja płynu azotowego już po 24 godzinach stawała się bardzo wyraźną.

2. Po paru dniach występowały u roślin objawy niedomagania, jak żółknięcie liści i usychanie ich koniuszków; rozwój roślin wkrótce ustawał.

3. Zobojętnianie płynów nie chroniło roślin od wczesnego obumierania.

4. Obumarłe rośliny odznaczały się wysoką zawartością azotu i popiołu.

Kultury na KNO_3 i na $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Równie ujemnie, jak azotan sodowy, działały i te azotany. Wygląd roślin był zupełnie taki, jak roślin, hodowanych na azotanie sodowym.

Kultury na $\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$.

1. W tej kombinacji azotan sodowy z początku wcale nie działał szkodliwie.

2. Reakcja płynu odżywczego, zawierającego te dwie sole, była w ciągu pierwszych paru dni słabo kwaśna; później coraz mocniej alkaliczna.

3. Pod wpływem alkalicznej reakcji rośliny rozwijały się coraz wolniej i żółkły; po odnowieniu zakalizowanych płynów odzyskiwały w krótkim czasie barwę i znowu szybko rosły.

4. W początkowym okresie rośliny pobierały SO_4^{--} z większą szybkością, niż K^+ ; dodatni wpływ siarczanu potasowego w tym okresie polegał widocznie na zobojętnianiu sodu w komórkach narządów asymilujących przez anjon soli.

5. W późniejszych okresach wegetacji końskiego zębu siarczan potasowy występował już stale jako sól fizjologicznie kwaśna.

6. Szybkość pobierania sodu była największa w pierwszym okresie, a najmniejsza w trzecim (w ósmym i dziewiątym tygodniu); natomiast kwas azotowy najszybciej pobierały rośliny w trzecim okresie; w tym czasie fizjologiczna alkaliczność azotanu sodowego była najwybitniejsza.

Kultury na $\text{NaNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$.

Równie dodatnio, jak anjon siarczanu potasowego, działał kwas fosforowy.

Kultury na NaNO_3 w wodzie wodociągowej.

1. Prawdopodobnie dzięki obecności w wodzie wodociągowej małych ilości SO_4^{--} i Cl^- azotan sodowy nie działał już tak bardzo ujemnie, jak na kultury w wodzie destylowanej.

2. Nagromadzenie azotu saletrzanego stwierdzono tylko w uschniętej przedwcześnie roślinie.

Kultury na małych dawkach KNO_3 i HNO_3 .

Gdy odżywiano rośliny małymi dawkami azotanu potasowego i kwasu azotowego i zapobiegano w ten sposób nagromadzeniu się soli w narządach asymilacyjnych oraz zbyt niemu alkalizowaniu się płynów, rozwój roślin był normalny.

W kulturach na solach amonowych procentowa zawartość azotu nawet w tej części korzeni, która się znajdowała w płynie nie zawierającym azotu, była większa, niż procentowa zawartość azotu w narządach nadziemnych.

II.

Kultury na wolnym amoniaku i wolnym kwasie azotowym.

Już po zebraniu i opracowaniu materiału z doświadczeń omówionych w niniejszej pracy pojawiła się w druku rozprawa Pantanelliego¹⁾ o pobieraniu jonów z roztworów rozmaitych soli o zmiennej koncentracji przez korzenie roślin wyższych, jak również przez glony i grzyby. Badacz ten rośliny narkotyzowane wodorotlenkiem chloralu lub nienarkotyzowane trzymał przez krótki czas w roztworach soli, poczem stwierdzał w drodze analizy chemicznej stosunek pobranych: katjonu i anjonu. Okazało się, że ze 130 kombinacji soli i roślin tylko w 13 przypadkach rośliny pobierały jony w stosunku równoważników; we wszystkich innych szybkości pobierania katjonu i anjonu były różne. Nie zastanawiając się nad wszystkimi wynikami doświadczeń Pantanelliego, jako nie stojącymi w bezpośrednim związku z moim tematem, zauważyć muszę, że znalezione przez niego względne szybkości pobierania katjonu i anjonu — pomijawszy sole nie mające zastoso-

¹⁾ Jahrb. f. wissensch. Bot. 56, 1915.

wania w rolnictwie — odpowiadały w większości przypadków wymaganiom roślin co do pokarmu. Tak więc K' pobierały rośliny szybciej, niż anjony SO_4'' , Cl' i t. p., a NO_3' szybciej, niż katjony; tylko sole amonowe — rzecz dziwna — stanowiły w niektórych przypadkach wyjątek: NH_4' pobierany był w mniejszej ilości, niż anjony. Ten wynik doświadczeń Pantanelliiego stoi w rażącej sprzeczności z wynikiem moich doświadczeń, tak dotąd omówionych, jak i dalszych, które poniżej opisuję. Być może, że przyczyny tej niezgodności szukać należy w różnych warunkach i w odmiennych przedmiotach doświadczeń.

Doświadczenie 1.

Jeżeli roślina odżywiając się pobiera z rozcieńczonych roztworów soli jony, a nie sole niezdyssocjowane i może przytem wytrzymywać pewną, zresztą bardzo małą koncentrację jonów OH' i H' bez wyraźnej dla siebie szkody, to rolę soli amonowych i azotanów równie dobrze mogłyby spełniać wolny amoniak i wolny kwas azotowy w bardzo wielkim rozcieńczeniu. Próby odżywiania roślin wolną zasadą i wolnym kwasem, zamiast — odpowiednią solą, mogłyby przyczynić się do lepszego wyjaśnienia kwestji względnej wartości pokarmowej tych dwu form azotu, albowiem na przebieg wegetacji nie pozostają bez wpływu jony, z którymi NH_4' względnie NO_3' są w solach połączone. Nikt dotąd nie stawiał sobie podobnego pytania, gdyż oddawna wiadomem było, że rośliny nie znoszą wolnych zasad i kwasów; jest to jednak, jak się przekonałem, tylko kwestją odpowiedniego rozcieńczenia.

Do prób orientacyjnych przystąpiono po raz pierwszy 5 września 1910 r. Kultury końskiego zębu hodowano metodą rozdzielonych korzeni. Jeden płyn odżywczy zawierał wszystkie składniki pokarmowe oprócz azotu, a drugi był bardzo rozcieńczonym roztworem amoniaku, względnie kwasu azotowego w wodzie destylowanej. Dawki azotu odmierzano do wody destylowanej codziennie; z początku wynosiły one 10 cm^3 0.01 norm. roztworów na 1.8 l wody destylowanej. Pobieranie azotu kontrolowano miareczkowaniem 0.001 norm. roztworami oraz jakościowo dwufenylaminą i odczynnikami Nesslera. Amoniak pobierały rośliny nierównie szybciej, niż kwas azotowy, tak, że codzienne dawki amoniaku można było stopniowo zwiększać do 50 cm^3 , gdy rośliny odżywiane

kwasem azotowym z trudem pobierały dawki początkowe. Większej szybkości pobierania odpowiadał szybszy rozwój i lepszy stan kultur na amoniaku. Dnia 21 września nastąpiła słońca i temperatura powietrza obniżyła się; wtedy przeniesiono kultury z altany wegetacyjnej do pracowni i ustawiono je w oknie zwróconem na południe. Tu szybkość pobierania azotu zmalała i stan obydwu kultur na kwasie azotowym, już i przedtem niepomyślny, tak się pogorszył, że 27 września usunąłem je z pod obserwacji. Dnia 5 października wycofano również słabszą roślinę z odżywianych amoniakiem, druga zaś przetrwała do 23 października i przez cały czas pobierała amoniak w dawkach po 50 cm^3 0.01 norm. roztworu; w dni słoneczne dawka ta znikła bez śladu w ciągu doby; w dni pochmurne zostawało z niej mniej lub więcej amoniaku niepobrażonego. Roślina ta od początku do końca próby wyglądała zdrowo i jędrnie; tylko urosła bardzo mało, co zapewne przypisać należy niskiej temperaturze i słabej insolacji. Ciężar jej w świeżym stanie wynosił 60 g. Po wysuszeniu na powietrzu wynosił:

ciężar całej rośliny	ciężar korzeni	
	z płynów bez N	z roztworów NH_3
6.35 g	1.25 g	1.10 g

Zawartość N w roślinie:

liście i łodyga	k o r z e n i e		przeciętnie w całej roślinie
	z płynów bez N	z roztworu NH_3	
2.98%	2.92%	5.06%	3.33%

Bilans azotu.

Z obliczenia wypada, że cała roślina zawierała 0.2114 g azotu; zawartość azotu w ziarnie 0.0072 g, zatem pobrała roślina z roztworu amoniaku 0.2042 g azotu. W ciągu doświadczenia dano 1345 cm^3 0.01 norm. NH_3 , czyli 0.1883 g azotu; różnica 0.0159 g powstała prawdopodobnie wskutek nieuchronnych błędów w nastawianiu miana 0.01 norm. NH_3 , w odmierzaniu dawek, a także w oznaczeniach azotu.

Mocno osłabiona czynność narządów asymilacyjnych na początku jesieni niezawodnie stoi w związku przyczynowym z wysoką procentową zawartością azotu w całej roślinie, a szczególnie w korzeniach, zanurzonych w roztwór amoniaku; w stosunku do pobieranego azotu za mało się wytwarzało węglowodanów, i syn-

teza białka już z tego powodu nie mogła się odbywać sprawnie. Nierównomierny rozdział azotu w roślinie, znacznie większa procentowa jego zawartość w korzeniach pobierających amoniak, niż w liściach, może znaleźć po części wytłumaczenie w słabej transpiracji; bo na doprowadzanie składników pokarmowych z korzeni do nadziemnych części nie może pozostać bez wpływu parowanie wody w liściach.

Po tej próbie orientacyjnej, na której wynik wpłynęła nieodpowiednia pora roku, doświadczenie powtórzono latem 1911 r.; przytem zmieniono jeden ważny szczegół w przeprowadzeniu doświadczenia, a mianowicie odnawiano codziennie wodę destylowaną w naczyniach, do których odmierzano dawki amoniaku i kwasu azotowego. Oczywiście zlewanie wody następowało dopiero wtedy, gdy kontrola chemiczna wykazała całkowite wyczerpanie amoniaku, względnie kwasu azotowego; jeżeli zachodziło opóźnienie pobierania, odkładano odnawianie płynu do następnej kontroli.

Do pobierania kwasu azotowego wybrano dwie roślinki wyjątkowo krzepkie z wejrzenia, ażeby obserwacje możliwie przedłużyć. Jedna z roślinek przeznaczonych do odżywiania amoniakiem była węższa od wszystkich innych. Doświadczenie rozpoczęto 28 maja. Początkowe dawki były dla wszystkich roślin jednakowe i wynosiły, jak poprzednio, 10 cm^3 0.01 norm. roztworu; z biegiem czasu zaznaczyły się wielkie różnice w szybkości pobierania azotu przez każdą roślinę (p. tabl. na str. 202).

Pomimo, że w pierwszym tygodniu nie było większych różnic w szybkościach pobierania azotu w każdej formie, już ku końcowi tygodnia nastąpiły uderzające zmiany w wyglądzie roślin odżywianych kwasem azotowym: jednolite zabarwienie ich liści ustępowało stopniowo miejsce pstrokaciznie, podobnej do opisanej w rozdziale I; była jednak pewna różnica w rodzaju pstrokacizny rośliny II: liście jej były nie przez pół blade i zielone jak rośliny I, lecz całe pasiaste; każdy liść miał białych pasów 3—4 wzdłuż żeberka; roślina ta wolniej się rozwijała, niż roślina I. W drugim tygodniu zaznaczyły się wybitne anomalje w rozwoju korzeni obydwu roślin hodowanych na kwasie azotowym; przyrost na długość był znikomym, ale na grubość — nadzwyczaj wielki; przytem korzenie nie rozgałęziały się wcale; zamiast bocznych korzonków potworzyły się niby narosty wykoszlawione. Nadziemne części pomimo częściowego zaniku zieleni w liściach rozwijały się dobrze

Rośliny otrzymały cm^3 0.01 norm. roztworu:

	kultury na NH_3		kultury na HNO_3	
	I	II	I	II
28. V. — 3. VI.	70	70	80	60
4. VI. — 10. VI.	225	80	90	50
11. VI. — 17. VI.	380	80	215	60
18. VI. — 24. VI.	325	180	90	70
25. VI. — 1. VII.	675	260	325	70
2. VII. — 8. VII.	700	315	380	80
9. VII. — 15. VII.	1025	575	600	70
16. VII. — 22. VII.	1120	555	275	70
23. VII. — 26. VII.	750	—	195	—
w ciągu całego doświadczenia:	5270 cm^3	2115 cm^3	2250 cm^3	530 cm^3
			0.01 n. roztworu	
co odpowiada:	0.7378 g N	0.2961 g N	0.3150 g N	0.0742 g N

i nie straciły turgoru. W tym czasie rośliny te górowały jeszcze wzrostem, jak na początku, nad odżywianiami amoniakiem, które zresztą rozwijały się zupełnie normalnie i z wejrzenia niczem się nie różniły od roślin z gruntu, dobrze zaopatrzonego we wszystkie składniki pokarmowe. Korzenie pobierające amoniak były dobrze rozgałęzione i jakiegokolwiek depresji ich rozwoju trudno się było dopatrzeć; w porównaniu z korzeniami zanurzonemi w płyn bez azotu, były one jednak wyraźnie grubsze.

Badanie płynów i odmierzanie dawek azotu z początku odbywało się raz na dobę, zwykle po 6. godzinie wieczorem; przytem w ciągu pierwszych dwu tygodni okazywało się stale, że w płynie I kultury już ani śladu amoniaku nie zostało; również i dawki kwasu azotowego znikają z płynu większej rośliny po 24 godzinach prawie zupełnie. Należało przekonać się, na jak długo wystarczała roślinie I na amoniaku jej dawka, wynosząca w tym czasie 50 cm^3 0.01 norm. roztworu. W tym celu ostatniego dnia drugiego tygodnia wykonano kontrolę nie o zwykłej porze, lecz o 11. godzinie przed południem; okazało się, że jeszcze nieco amoniaku pozostało w płynie, ale bardzo mało; druga kontrola, dokonana w parę godzin po pierwszej, nie wykryła już ani śladu amoniaku; dotychczasowe dawki były zatem już niewystarczające. Ażeby uniknąć mocniejszego alkalizowania i zakwaszania płynów, zamierzono

zamiast jednorazowego dodawania większej ilości amoniaku, względnie kwasu azotowego, częściej zasilać płyny nie zwiększonymi, a nawet zmniejszonymi dawkami, kontrolując za każdym razem pobieranie miareczkowaniem. Natychmiastowemu wykonaniu tego planu stanęły na przeszkodzie inne zajęcia w zakładzie; zresztą w tym czasie częstsza kontrola pobierania nie była jeszcze zbyt nagląca, bo rozwój roślin był dość powolny, zapewne z powodu niskiej temperatury powietrza i pochmurnej pogody. Jedną próbę wykonano w trzecim tygodniu; dowiodła ona jeszcze raz, że pobieranie amoniaku odbywało się z szybkością nierównie większą, niż pobieranie kwasu azotowego. Dnia 14 czerwca kultury I każdej grupy otrzymały zrana po 30 cm^3 0.01 norm. roztworów, a wieczorem dano roślinie na amoniaku 50 cm^3 , zaś roślina na kwasie azotowym otrzymała znowu 30 cm^3 . Dzień był zimny i dżdżysty; pomimo tego płyn z amoniakiem okazał się ku wieczorowi dnia następnego prawie zupełnie wyczerpany; zostały tylko słabe ślady amoniaku. Natomiast większa część kwasu azotowego została w płynie niepobrana: z dodanych 0.0378 g HNO_3 roślina pobrała tylko około 0.0106 g ¹⁾. Odpowiednio do szybszego pobierania amoniaku i rozwój tej rośliny był szybszy: w trzecim tygodniu wzrostem ustępowała ona już mało roślinie I na kwasie azotowym, choć na początku zajmowała pod względem wzrostu trzecie miejsce. Różnobarwność roślin na kwasie azotowym nie tylko się utrzymała, ale nawet stała się jaskrawszą; przytem zaszła niespostrzeżenie pewna zmiana w rodzaju pstrokacizny I rośliny: na zielonych dotąd polowach liści wystąpiły blade pasy i roślina ta pod względem zabarwienia upodobniła się do rośliny II. Wygląd tych roślin zdaleka sprawiał wrażenie pewnego niedomagania w rozwoju; gdy się je zbliżka oglądało, zacierano się pierwsze wrażenie; ich grube łodygi, rozłożyste liście o turgorze prawie nie zmniejszonym dawały wymowne świadectwo ich niespożytej żywotności.

Czwarty tydzień był przełomowym dla mniejszej rośliny na amoniaku. Dotąd była ta roślina ze wszystkich najslabszą i pobierała azot prawie tak samo wolno, jak roślina II na kwasie azotowym; teraz zużycie amoniaku z jej płynu stało się tak szybkie,

¹⁾ Obliczono na podstawie wyników miareczkowania; ponieważ CO_2 wywiera pewien wpływ na miareczkowanie, obliczona ilość HNO_3 jest tylko przybliżona.

że dawki trzeba było podwoić; wkrótce oddziało to nader korzystnie na jej rozwój: z końcem tygodnia wyprzedziła ona już mniejszą roślinę na kwasie azotowym. Kultura I na amoniaku już w połowie czwartego tygodnia górowała ponad wszystkimi. Tymczasem rozwój obydwu roślin na kwasie azotowym był nader wolny, prawie niewidoczny.

Dzień 24 czerwca był pierwszym dniem prawdziwie letniego skwaru; trzy dni następne były również słoneczne i bardzo upalne. Piękna pogoda w końcu czwartego i na początku piątego tygodnia dobroczynnie oddziałała na rośliny. Z pierwszym upałem odrazu wzmożła się szybkość pobierania: wyjątek stanowiła tylko mniejsza roślina na kwasie azotowym, której wzrost i pobieranie pozostały na martwym punkcie, co można wytłumaczyć nadzwyczaj upośledzonym stanem korzeni tej rośliny. Badanie płynów trzeba było teraz wykonywać już trzy razy na dzień: zrana, około południa i wieczorem. Ilość dostarczanego naraz azotu tak normowano, żeby roślina mogła swoją porcję w ciągu kilku godzin pobrać; najwyższa jednorazowa dawka kwasu azotowego wynosiła $25 \text{ cm}^3 0.01$ norm. roztworu, zaś amoniaku 50 cm^3 dla większej i 25 cm^3 dla mniejszej rośliny.

W piątym tygodniu większa roślina na kwasie azotowym przechodziła uderzające przeobrażenia, nader doniosłe dla jej dalszego rozwoju. Oto po pierwszym upale i razem z przyspieszonym pobieraniem azotu zaczęła roślina odzyskiwać zieloną barwę: rozrzucone tu i ówdzie po żółtawych pasach drobniutkie plamki i ledwie dostrzegalne punkciki zieleni rosły prawie w oczach, jak gdyby się rozplływały w blado-żółtawem tle, i po upływie paru dni już ani śladu po pstrokaciznie nie było; świetna zieleń przystroila całą roślinę. Oczywiście rozwój jej postępował teraz raźniej i różnica między nią a drugą rośliną na kwasie azotowym stawała się coraz większą.

Dnia 27 czerwca wykonano pomiary na dwóch większych roślinach:

k u l t u r a I n a NH_3

wysokość całej rośliny (do koniuszków liści)	wysokość łodygi	szerokość liści (w najszerszem miejscu)
62 cm	18 cm	5.5 cm

k u l t u r a I n a HNO_3

wysokość całej rośliny (do koniuszków liści)	wysokość łodygi	szerokość liści (w naj- szerszym miejscu)
55 cm	14 cm	3·8 cm

Wszystkie cztery rośliny sprawiały wrażenie nieco przysadzistych, a zanadto rozłożystych; szczególnie krępe były rośliny odżywiane kwasem azotowym. Wobec znanego działania azotanów, przyspieszającego wzrost nadziemnych części, skutkiem czego bywa nadmierna ich wybujałość, skrócenie łodyg, jak i wogóle wolniejszy wzrost roślin na kwasie azotowym wypada przypisać wpływowi jonów wodorowych; co zaś do bujniejszego rozwoju liści i więcej niż zwykle poziomego ich kierunku u wszystkich czterech roślin, to cechy te mogły być nabyte przez rośliny wskutek przystosowania się do warunków pobierania z bardzo rozcieńczonych roztworów.

Dalszy przebieg wegetacji roślin na amoniaku był normalny; rośliny rozwijały się może za wolno, ale wyglądały do końca doświadczenia zupełnie zdrowo. Co do roślin odżywianych kwasem azotowym, to los każdej z nich był w tym czasie zupełnie różny. Stan mniejszej stale się pogarszał; z liści znikła zupełnie zieleń i z pstrokatych stały się one jednolicie blade i nader delikatne; w związku z tem pobieranie azotu było wciąż nadzwyczajnie wolne. Zupełnie naodwrot miała się rzecz z większą rośliną. Wkrótce po odzyskaniu zieleni wypuściła ona przybyszowe korzenie, dzięki czemu pobieranie azotu mogło się odbywać w ciągu dwu tygodni ze wzmożoną energją. W ósmym tygodniu szybkość pobierania znowu zmalała: nowe korzenie uległy z czasem wpływowi jonów wodorowych, przestały rosnąć i przybrały ową charakterystyczną formę, powyżej już opisaną, która jest właściwa korzeniom z kwaśnego środowiska. Jeden rzut oka na takie nienaturalne korzenie wystarczał, by się stała jasną przyczyną tak wielkiej różnicy w szybkościach pobierania amoniaku i kwasu azotowego.

Z końcem ósmego tygodnia zaprzestano obserwacji nad obydwoma mniejszymi roślinami; dwie większe miałem zamiar doprowadzić, o ileby się dało, do owocowania; ale po czterech dniach przerwałem obserwacje i nad temi kulturami, okazało się bowiem, że trudno mi będzie pogodzić inne obowiązki z zabiegami koło kultur hodowanych według opisanej metody.

Po przerwaniu doświadczenia rośliny natychmiast zmierzono

i zważono, a po wysuszeniu na powietrzu znowu zważono i zbada-
dano na zawartość azotu.

kultury na NH_3			kultury na HNO_3		
w świeżym stanie					
ciężar	wysokość	szerokość liści	ciężar	wysokość	szerokość liści
I 420 g	110 cm	8.3 cm	I 192 g	96 cm	6.0 cm
II 192 „	89 „	6.0 „	II 85 „	67 „	3.5 „

po wysuszeniu na powietrzu — ciężar:

całej rośliny	korzeni z NH_3	korzeni z pł. bez N	całej rośliny	korzeni z HNO_3	korzeni z pł. bez N
I 43.80 g	7.65 g	7.87 g	I 24.55 g	3.44 g	4.49 g
II 16.42 „	3.77 „	3.72 „	II 8.30 „	0.98 „	2.38 „

Jeżeli ciężar korzeni z płynów bez N przyjąć za 100, to dla
ciężaru korzeni z płynów azotowych otrzymamy następujące liczby:

kultury na NH_3		kultury na HNO_3	
I	97.2	I	65.6
II	101.3	II	41.2

Dla należytego wytłumaczenia powyższych wyników przypomnieć należy, że do pobierania kwasu azotowego wybrano roślinki tętsze, niż do pobierania amoniaku; szczególnie roślina II z odżywianych amoniakiem była od chwili wykielkowania wątłą i z początku rozwijała się bardzo wolno. Pomimo tej z góry zapewnionej przewagi kultury na kwasie azotowym okazały się po dwóch miesiącach nierównie mniejsze, niż kultura I na amoniaku; kultury II z odżywianych amoniakiem nie można brać do porównania, bo ona straciła wiele czasu na przystosowanie się do warunków i dopiero od czwartego tygodnia zaczęła się szybciej rozwijać. Gdyby doświadczenie trwało dłużej, porównanie nie tylko z mniejszą, ale i z większą kulturą na kwasie azotowym najprawdopodobniej wypadłoby również na jej korzyść.

Podczas oznaczania azotu zwrócono uwagę na otrzymanie dobrej przeciętnej próby. W tym celu liście i łodygi bez zdrewniałego pierwszego kolanka pokrajano na możliwie drobne części; po wymieszaniu odważono do każdego oznaczenia dwie próbki po 1 g;

w razie niedostatecznej zgodności oznaczenie powtarzano. Pierwsze kolanko całe użyto do oznaczenia azotu po rozdzielaniu na dwie próbki; oddzielne oznaczanie w kolanku zdawało się potrzebnem, bo zawartość w niem azotu mogła być inną, jak w łodydze i liściach, a wzięcie dobrej przeciętnej próbki w razie zmieszania pokrajanego na kawałeczki zdrewniałego kolanka z lżejszemi częściami liści i łodyg byłoby trudne. Podczas oznaczania azotu w korzeniach okazało się, że takie przygotowanie prób do analizy, jak z liści i łodyg, było już niewystarczające; równoległe oznaczenia wypadły nie dość zgodnie. Wtedy rozdzielono drobniutko pokrajane korzenie na sitach o średnicy oczek 1 mm; grubsze części i przesiany miał służyły do osobnych oznaczeń; te rozsegregowane części wielce między sobą się różniły zawartością azotu, czego można się było zgóry spodziewać. Otrzymane (według Kjeldahla) wyniki były następujące:

procentowa zawartość N w roślinach

kultury na NH_3

	liście i łodyga	1 kolanko	korzenie z roztw. NH_3			korzenie z plyn. bez N		
			części grubsze	części cieńsze	przeciętne	części grubsze	części cieńsze	przeciętne
I	1.55	1.35	1.56	3.93	2.43	1.34	1.81	1.34
II	1.57	1.45	1.43	3.30	2.18	1.01	1.81	1.51

kultury na HNO_3

	liście i łodyga	1 kolanko	korzenie z roztw. NH_3			korzenie z plyn. bez N		
			części grubsze	części cieńsze	przeciętne	części grubsze	części cieńsze	przeciętne
I	1.15	1.00	1.15	2.90	1.68	1.44	2.00	1.62
II	0.71	0.70	1.06	3.04	1.43	0.78	1.46	1.20

Zawartość N w roślinach (w g):

kultury na NH_3

	liście i łodyga	1 kolanko	k o r z e n i e		w całej roślinie
			z NH_3	z pł. bez N	
I	0.3977	0.0354	0.1857	0.1055	0.7243
II	0.1301	0.0094	0.0821	0.0559	0.2775

kultury na HNO_3				
liście i łodyga	1 kolanko	k o r z e n i e		w całej roślinie
		z HNO_3	z pł. bez N	
I 0 1651	0 0181	0 0578	0 0800	0 3210
II 0 0319	0 0029	0 0140	0 0285	0 0773

Bilans N w g:

kultury na NH_3					n i e d o b ó r	
dano	znaleziono	nasienie zawierało	w g	w % dostar- czonej ilości		
I 0 7378	0 7243	0 0071	0 0206	2 80%		
II 0 2961	0 2775	0 0071	0 0257	8 70%		

kultury na HNO_3					n i e d o b ó r	
dano	znaleziono	nasienie zawierało	w g	w % dostar- czonej ilości		
I 0 3150	0 3210	0 0071	0 0011	0 35%		
II 0 0742	0 0773	0 0071	0 0040	5 40%		

Z powyższego zestawienia widać, że bilans azotu wypadł dla wszystkich kultur wystarczająco zgodnie. Ta zgodność dowodzi, że na znikanie NH_4 i NO_3 z roztworów mikroorganizmy wpływu nie miały; metoda kultur wodnych z codzienną odnawianiem płynami może zatem nieraz zastąpić trudną, a tak często zawodną metodę kultur wyjałowionych, nad którą ma jeszcze i tę wielką przewagę, że zapewnia roślinom możliwie najpomyślniejsze warunki wegetacji.

Przytoczone wyżej wyniki analizy świadczą, że procentowa zawartość azotu okazała się różną w różnych częściach roślin. Jak się można było spodziewać, korzenie pobierające azot — tak w jednej, jak i w drugiej formie — odznaczały się znacznie wyższą zawartością azotu, niż części nadziemne; przytem nagromadzenie azotu w tej części korzeni było większe u roślin na amoniaku, niż u roślin odżywianych kwasem azotowym. Ale niespodzianką była wysoka zawartość procentowa azotu w korzeniach z płynów bez azotu, znaleziona u roślin hodowanych na kwasie azotowym; jest ona małego niższą od zawartości azotu w korzeniach pobierających kwas azotowy, a znacznie wyższą, niż w liściach i łodygach. U roślin

na amoniaku rozdział azotu w różnych częściach rośliny był inny rzec można, naturalniejszy; korzenie z płynów bez azotu zawierały tego składnika znacznie mniej, niż korzenie pobierające amoniak, a tylko nieco mniej, niż nadziemne części. Nagromadzanie azotu w korzeniach z płynów niezawierających azotu, stwierdzone teraz u kultur na kwasie azotowym, a obserwowane przezemnie już wcześniej na innych kulturach, wydaje mi się godnym uwagi, świadczy bowiem o wędrówce azotu z liści do korzeni.

Kultury odżywiane amoniakiem odznaczały się pewnem nagromadzeniem azotu w całej roślinie. Z obliczenia wypada, że przeciętna zawartość azotu w całej roślinie wynosi:

kultura I	1.65%
„ II	1.69%

gdym dla kultur na kwasie azotowym odpowiednie liczby wynoszą:

kultura I	1.31%
„ II	0.93%

Na jednostkę azotu przypada suchej masy roślinnej:

w kulturach na NH_3		w kulturach na HNO_3	
I	60.5	I	76.5
II	59.2	II	107.4

Zapewne wskutek utrudnionego pobierania azotu w formie kwasu azotowego organizm obchodził się oszczędniej z rozporządzalną ilością azotu; natomiast łatwo pobierany amoniak prawdopodobnie nie wszystkim był przerabiany na białko i nagromadzał się na razie bez pożytku.

Na rozwój korzeni kwas azotowy działał bez porównania szkodliwiej, niż amoniak; świadczą o tem już liczby otrzymane dla ciężaru korzeni. Jednakże ciężar daje bardzo niekolekadne wyobrażenie o całkiem różnym rodzaju oddziaływania tych dwu form azotu na korzenie, albowiem w kwaśnem środowisku wskutek potwornego zgrubienia korzeni masa ich ulega stosunkowo małej redukcji, natomiast wskutek skrócenia się i braku rozgałęzień zmniejsza się ogromnie ich powierzchnia absorbująca. Charakterystyczne zniekształcenie korzeni pod wpływem wolnego kwasu azotowego można porównać ze ścinaniem się koloidów pod wpływem czynników fizycznej i chemicznej natury. Być może, że wrażenie z bez-

pośredniego oglądania, które nasunęło to porównanie, znajdzie swe uzasadnienie przedmiotowe. Wszak napęczniała błona komórkowa jest niezawodnie ciałem koloidalnym i jako takie pod działaniem pewnych elektrolitów ulega koagulacji. Łatwo sobie wyobrazić, jak takie krzepnięcie powierzchni mogłoby hamować swobodny rozwój korzeni. Na błonę komórek korzeniowych te dwa elektrolity, kwas azotowy i amoniak, działają zapewne wręcz odmiennie, tak jak np. na zawiesiny kaolinu lub węgla z krwi: po dodaniu kwasu azotowego zawiesiny te strącają się natychmiast, gdy dodanie amoniaku pozostaje bez wpływu. Na błonnik i śluz amoniak nie tylko nie działa koagulująco, ale się przyczynia, o ile się zdaje, do częściowego przechodzenia tych koloidów w stan hydrosolu. W ciągu doświadczenia, usuwając wyczerpane z azotu płyny, miałem często sposobność stwierdzać, że płyny po amoniaku słabo opalizowały, a po kwasie azotowym były zupełnie przejrzyste. Miareczkowanie wyczerpanych płynów 0·01 norm. roztworem nadmanganianu potasowego wykazało, że wszystkie one zawierają niemałe ilości materji organicznej, ale przejrzyste płyny po kwasie azotowym były znacznie mniej zanieczyszczone. Niektóre wyniki miareczkowania nadmanganianem przytaczam niżej; płyny miareczkowane zostały wyczerpane z azotu po 24 godzinach.

Na utlenienie 100 cm^3 płynu potrzebowano cm
0·01 norm. $KMnO_4$:

data	płyny po NH_3		Płyn po HNO_3
	I	II	I
10 lipca	1·8	nie miareczkowano	0·7
11 "	2·4	0·6	0·4
12 "	2·3	1·2	0·5
13 "	2·7	1·3	0·5
14 "	2·4	0·7	nie miareczkowano
15 "	3·0	1·0	1·0
16 "	3·9	nie miareczkowano	nie miareczkowano
17 "	2·2	" "	" "
18 "	3·2	" "	" "
20 "	5·8	3·4	2·4
21 "	5·8	nie miareczkowano	nie miareczkowano
23 "	4·8	3·3	1·7

Reakcja materji organicznej, jaką korzenie w płynach zostawiały, była zupełnie obojętna.

Trudno przy sposobności nie poruszyć spornej kwestji kwaśnych wydzielin korzeni. Nie ulega wątpliwości, że w omówionem doświadczeniu nie było oprócz kwasu węglowego¹⁾ żadnych kwaśnych wydzielin do badanych płynów. Niepodobieństwem byłoby je przeoczyć, gdy się krok za krokiem śledziło czynność korzeni za pomocą tak czułych metod i odczynników, jak miareczkowanie 0·001 norm. roztworami wobec jodeozyny, odczynnikiem Neslera i dwufenilaminą. W innych doświadczeniach z kulturami wodnemi również nie zanotowałem ani razu faktu, któryby przemawiał za istnieniem kwaśnych wydzielin, natomiast alkaliczne, acz bardzo słabe, nie uszły uwagi. Sprawy kwaśnych wydzielin nie przesądza oczywiście nieobecnosc ich w moich wodnych kulturach; jednak usposabia do niej sceptycznie, tem bardziej, że wszystkie argumenty, jakie się dotąd przytacza na dowód zdolności systemu korzeniowego wydalania kwaśnych wydzielin, nie są bez zarzutu. Najstarszy z nich jest bodaj i najlepszy: jest to znane spostrzeżenie Beckerela nad korzeniami kiełków na obojętnym papierze lakmusowym, które zostawiały w miejscach zetknięcia się z papierem trwałe i wyraźne ślady czerwone. Ale łatwo można się przekonać, że ciała o reakcji zupełnie obojętnej, a o powierzchni mocno adsorbującej, jak np. węgiel z krwi, stykając się ze zwilżonym papierkiem lakmusowym, niebieskim lub obojętnym, adsorbują potas (lub sól), który taki papierek zawiera i przywracają pierwotną barwę lakmusu. Że zmianę barwy papierka lakmusowego wywołuje nie inna przyczyna, jak adsorbacja alkali, dowiodła próba następująca: warstwę krążków niebieskiego papieru lakmusowego umieszczono w tygielku Goocha i posypano węglem z krwi; tygielk wstawiono do miseczki z kilkoma cm^3 wody destylowanej; przez podsiąkanie cała warstwa bibuły lakmusowej wkrótce zwilgotniała; nazajutrz węgiel zebrano, wrzucono do kolbki na 200 cm^3 , dopełniono wodą destylowaną i dobrze wymieszano. Równocześnie to samo wykonano z próbką świeżego węgla z krwi; po kilku go-

¹⁾ Jak znaczne ilości CO_2 wydzielają korzenie, daje wyobrażenie wynik oznaczenia w płynie kultury I na amoniaku z dnia 21 lipca: w ciągu 24 godzin tylko ta część korzeni, która służyła do pobierania amoniaku, wydzieliła 148·5 mg bezwodnika kwasu węglowego.

dzinach jeszcze raz wymieszano, odsączono i w 3 próbkach po 50 cm³ każdego przesączu oznaczono alkaliczność miareczkowaniem 0·001 norm. roztworem HCl:

przesącz z węgla świeżego	przesącz z węgla zdjętego z papieru lukmusowego	
po wstrząsaniu z 10 cm ³ roztworu jodeozyny	wodno-eterowego	na odbarwienie spotrzebowano
1. nie zabarwia się	1. zabarwia się bar- dzo wyraźnie	1. 1·5 cm ³ 0·001 n. HCl
2. również	2. również	2. 1·0 " " " "
3. również	3. również	3. 1·0 " " " "

Za dowód pośredni istnienia kwaśnych wydzielin korzeni uważa się oddawna zdolność roślin przyswajania mineralnego pokarmu z trudno rozpuszczalnych związków. Ponieważ działanie kwasu węglowego byłoby za słabe (co zauważył już Liebig), by uruchomić tak wielkie ilości potasu i kwasu fosforowego, jakie roślina z ziemi zabiera, narzucało się nieodparcie przypuszczenie, że muszą przytem być czynne mocniejsze kwasy, których źródłem jest roślina sama. Pomimo tego, że myśl badaczy od czasów Beckerela i Boussingault'a wciąż do tego przypuszczenia wracała, nie zyskała ono dotąd na mocy dowodowej, raczej nieco z niej utraciło. Z czasem dzięki rozwojowi mikrobiologii gleby i postępom fizjologii roślin stało się wiadomem, że organizm rośliny nie jest jedynem laboratorium dla wytwarzania kwasów, potrzebnych do uruchomienia trudno rozpuszczalnych związków. Bez współdziałania korzeni, lub z ich udziałem tylko pośrednim, wytwarzają się w glebie mocne kwasy mineralne; a te same kwasy organiczne, które, jak się przypuszczało, miała roślina wydzielać w gotowym stanie, mogą się tworzyć z obojętnie reagujących szczątków i wydzielin korzeni, jak błonnik i śluz, za pośrednictwem mikroorganizmów. Przytoczone wyżej wyniki miareczkowania nadmanganianem wyczerpanych płynów odżywczych mogą służyć za dowód, jak znaczne ilości materji organicznej tego rodzaju zostawiają korzenie, torując sobie drogę w głąb ziemi. Na tem podścielisku może się rozwijać wiele urozmaicona — zależnie od warunków — mikroflora; jednym z produktów rozkładu polisacharydów przez mikroorganizmy osiadłe w najbliższem sąsiedztwie czynnych części korzeni są kwasy

organiczne, dostatecznie mocne, by oddziaływać na roztwarzanie trudno rozpuszczalnych związków ¹⁾.

Doświadczenie 2.

Równoczesne pobieranie wolnego amoniaku i wolnego kwasu azotowego przez jedną i tę samą roślinę.

Wybór do doświadczeń sadzonek zupełnie jednakowych pod względem własności indywidualnych nie zawsze się udaje. Ani równa wielkość nasienia, ani jednakowa energia kiełkowania, ani nawet jednakowy rozwój kiełków w pierwszych dniach po wykiełkowaniu nie dają pewności, że wybrano okazy fizjologicznie równowartościowe; odporność ich na szkodliwe wpływy zewnętrzne z czasem może się okazać różną; żywotność organizmu utajona w zarodku jest tą niewiadomą, która zamąca doświadczenie i utrudnia wnioski. Ażeby wykluczyć wpływ indywidualnych własności roślin podczas pobierania amoniaku i kwasu azotowego, doświadczenia wykonywano w ten sposób, że jedna i ta sama roślina pobierała jedną częścią korzeni wolny amoniak, drugą wolny kwas azotowy, a resztę korzeni zanurzono w płyn odżywczy bez azotu. Pierwsze tak pomyślane doświadczenie rozpoczęto 13 maja, a więc o dwa tygodnie wcześniej, niż doświadczenie poprzednio omówione. Pobieranie azotu w obydwu formach odbywało się od samego po-

¹⁾ Poruszając kwestję kwaśnych wydzielin tylko mimochodem, literatury przedmiotu już dość bogatej nie przytaczam. Jednak należy wspomnieć o dwu nowszych pracach, doskonalszych co do metodyki: 1) Mazé (Ann. de l'Inst. Pasteur 1911) wykrył w płynach jałowych kukurudzy kwas jabłkowy oraz cukry redukujące, a że związków mineralnych chlorki oraz siarczany; w kulturach grochu — oprócz cukrów redukujących — kwas mlekowy. Autor posługiwał się metodą przerwianego odżywiania. Dowodów jałowości kultur Mazé nie przytaczał. 2) Szulow (Izsladowanija w oblasti fizjologii pitania wysszych rastienij 1913) potwierdził wyniki Mazé'go co do obecności w płynach kultur kukurudzy cukrów redukujących i kwasu jabłkowego; kwas ten wykrył on również i w płynach grochu; ponadto w płynach obydwu roślin — cukry nie redukujące. Jałowość płynów została stwierdzona. Prace te posuwają kwestję o krok naprzód, ale jej nie rozstrzygają, bo nasamprzód pomimo jałowości kultur ciała wykryte pochodzić mogły z obumarłych części korzeni, a powtórnie niewyjaśnionem zostało, czy kwas jabłkowy znajdował się w płynach, jako wolny, czy w postaci soli.

Moje doświadczenia były już na ukończeniu, gdy prace obydwu autorów zjawiły się w druku; a dostałem je do rąk, gdy rękopis niniejszej pracy był już wykończony.

czątku bardzo wolno, a po kilku dniach szybkość jego jeszcze bardziej zmalała. Ani korzenie, ani pędy nie rozwijały się prawie wcale, i rośliny wkrótce zżółkły. Po kilkunastu dniach zaniechano dalszych obserwacji. Większych różnic w szybkościach pobierania amoniaku i kwasu azotowego nie było, przeważała jednak ilość pobranego amoniaku. Doświadczenie na nowo zestawiono 1 lipca. Rozdzielenie korzeni na trzy mniej więcej równe części było możliwe tylko u jednej z dwu roślinek użytych do kultur; druga miała jeden korzonek znacznie krótszy i cieńszy niż dwa inne; przeznaczono go do pobierania amoniaku. Z podanego poniżej zestawienia widać, że szybkość pobierania amoniaku i kwasu azotowego przez pierwszą kulturę była w ciągu pierwszych pięciu dni jednakowa; później względna szybkość pobierania amoniaku była stale większa, niż kwasu azotowego. Drugiej kulturze o bardzo słabym korzonku do pobierania amoniaku oczywiście nie można było z początku odmierzać dawek amoniaku na równi z kwasem azotowym; szybkość pobierania azotu w obydwu formach zrównała się jednak już 9 lipca, a ku końcowi miesiąca już i ta kultura zaczęła pobierać amoniak szybciej, niż kwas azotowy.

TABLICA V.

data	kultura I		kultura II	
	dano cm^3 0.01 n. roztworu NH_3	dano cm^3 0.01 n. roztworu HNO_3	dano cm^3 0.01 n. roztworu NH_3	dano cm^3 0.01 n. roztworu HNO_3
1 lipiec	10	— 10	15	10
2 "	10	10	0	10
3 "	10	10	15	10
4 "	10	10	0	10
5 "	10	10	10	10
6 "	0	0	0	0
7 "	10	15	15	7.5
8 "	10	5	5	7.5
9 "	15	7.5	7.5	7.5
10 "	10	5	10	10
11 "	15	7.5	10	10
12 "	15	7.5	10	10
13 "	15	7.5	10	10
14 "	15	7.5	10	10
15 "	15	7.5	10	10

data	dano cm^3 0.01 n. roztworu		dano cm^3 0.01 n. roztworu	
	NH_3	HNO_3	NH_3	HNO_3
16 lipiec	20	10	10	10
17 "	25	15	10	10
18 "	25	15	10	10
19 "	25	15	10	10
20 "	25	15	10	15
21 "	25	15	15	20
22 "	25	15	20	20
23 "	25	15	20	20
24 "	30	10	20	20
25 "	40	20	20	20
26 "	40	20	20	20
27 "	40	20	20	20
28 "	40	20	20	20
29 "	50	15	30	20
30 "	50	15	30	20
31 "	50	15	30	20
1 sierpień	0	0	30	20
2 "	40	20	30	20
3 "	40	20	30	20
4 "	40	20	30	20
Razem	825 cm^3	420 cm^3	512.5 cm^3	477.5 cm^3

Stan obydwu roślin w chwili przerwania doświadczenia był dobry; rośliny rozwijały się normalnie, choć wolno; pstrokacizny liści zupełnie nie było. Charakterystyczne zniekształcenia korzeni pobierających kwas azotowy wystąpiły w stopniu nie mniejszym, niż u kultur odżywianych samym kwasem azotowym.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu (w g):

cała roślina	kultura I		
	z NH_3	z HNO_3	z pł. bez N
24.03	3.27	1.34	1.99
	kultura II		
15.51	1.45	1.66	1.93

Po pięciu tygodniach rezultat wegetacji okazał się zatem bardzo nierówny; niezawodnie większa ogólna ilość pobranego azotu przyczyniła się do lepszego rozwoju kultury I, ale można przypuszczać, że i stosunek amoniaku do kwasu azotowego, w jakim każdą z tych form azotu rośliny pobierały, nie pozostał przytem bez znaczenia. Kultura I stale pobierała więcej amoniaku, niż kwasu azotowego, odżywiała się zatem zgodnie ze swemi przyrodzonymi wymaganiami co do formy azotu. Przeciwnie kultura II, wskutek nierównego podziału korzeni, z konieczności pobierała z początku więcej kwasu azotowego, niż amoniaku i dopiero w ostatnim tygodniu — dzięki szybszemu rozwojowi korzeni w płynie amoniakalnym — stosunek pobieranych codziennie ilości azotu w obu formach uległ zmianie.

Doświadczenie 3.

Kultury końskiego zębu na równych dawkach azotu w różnej formie.

Dla wyjaśnienia wpływu formy pobieranego azotu zestawiono 6 kultur końskiego zębu o rozdzielonych na dwie części korzeniach; dwie z tych kultur odżywiano amoniakiem, druga para otrzymywała kwas azotowy, a trzecia — azotan amonowy; dawki azotu w każdej formie były zupełnie równe i odmierzono je wszystkim kulturom równocześnie. Początkowe dawki wynosiły 1·4 mg azotu; stopniowo podwyższano je 00·7 mg, gdy kontrola pobierania na to pozwalała, aż podniosły się one w czwartym tygodniu do 3·5 mg.

Ponawianie dawek następowało tylko po wyczerpaniu wszystkich płynów; jeżeli więc którakolwiek z roślin opóźniła się z pobraniem swojej dawki, to i wszystkie inne musiały czekać na nią. Roślinki wybrane do kultur były zupełnie jednakowe. Doświadczenie trwało od 6 lipca do 6 sierpnia; w tym czasie każdej z kultur dostarczono wszystkiego po 58·5 mg azotu; tyle tylko mogły pobrać wolno pobierające rośliny na kwasie azotowym; zaś rośliny na amoniaku oraz na azotanie amonowym po wyczerpaniu swoich dawek pozostawały bez azotu przez osiem dni w ciągu miesiąca. Różnice we wzroście zaczęły się zaznaczać już w drugim tygodniu: rośliny na amoniaku i na azotanie amonowym rosły nieco szybciej, niż rośliny na kwasie azotowym. Od trzeciego tygodnia każda z roślin na kwasie azotowym rozwijała się niejednakowo: jedna prawie

równie szybko, jak i cztery rośliny innych grup, a druga coraz wolniej; w czwartym tygodniu odznaczała się ona już nietylko znacznie mniejszym wzrostem, ale i bladością liści. Rośliny na amoniaku z wejrzenia niezem się nie różniły od roślin na azotanie amonowym.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu (w g):

	kultury na NH_3			
	cała roślina	korzenie z NH_3	stosunek korzeni z pł. bez N z pł. bez N	do korzeni z NH_3
I	6·18	1·20	1·27	100:94·5
II	6·20	1·18	1·23	100:95·9

	kultury na NH_4NO_3			
	cała roślina	korzenie z NH_4NO_3	stosunek korzeni z pł. bez N z pł. bez N	do korzeni z NH_4NO_3
I	6·35	1·24	1·24	100:100
II	6·44	1·38	1·46	100: 94·5

	kultury na HNO_3			
	cała roślina	korzenie z HNO_3	stosunek korzeni z pł. bez N z pł. bez N	do korzeni z HNO_3
I	5·98	0·90	1·36	100:66·2
II	3·27	0·42	0·90	100:46·7

Gdy więc ilość pobranego w każdej formie azotu była jedna i ta sama, najkorzystniej działał azotan amonowy, a najgorzej — wolny kwas azotowy; różnice w działaniu wolnego amoniaku i azotanu amonowego okazały się w ciągu miesiąca bardzo nieznaczne.

Streszczenie wyników doświadczeń omówionych w rozdziale II.

1. Koński ząb może pobierać tak wolny amoniak, jak i wolny kwas azotowy, gdy rozcieńczenie roztworów jest odpowiednio wielkie. W drodze bezpośredniego doświadczenia stwierdzono wnioski, które wypływały: 1) z tezy, że jony w rozcieńczonych roztworach są od siebie niezależne i 2) z własnej obserwacji, że koński ząb wytrzymuje tak reakcję kwaśną, jak i alkaliczną, jeżeli koncentracja jonów H' i OH' nie przekracza pewnego *maximum*.

2. Wpływ wolnego amoniaku i wolnego kwasu azotowego na rozwój roślin był zupełnie różny: rośliny pobierające wolny amoniak od początku do końca doświadczenia nie zdradzały żadnego niedomagania; natomiast na roślinach odżywianych wolnym kwasem azotowym wystąpiły już w pierwszym tygodniu oznaki pewnej nie-normalności w postaci swoistej pstrokacizny liści; z czasem jedna z pstrokatych roślin odzyskała normalne zabarwienie i stan jej się poprawił; u drugiej bledź rozprzestrzeniła się na całe liście; stan tej rośliny stale się pogarszał.

3. Szybkość pobierania wolnego amoniaku jest nierównie większa, niż wolnego kwasu azotowego.

4. Pod wpływem bardzo rozcieńczonych roztworów amoniaku i kwasu azotowego łodygi roślin skróciły się nieco, a liście wydłużyły, rozszerzyły i przybrały kierunek poziomy; tyczy się to szczególnie roślin hodowanych na kwasie azotowym.

5. Na kształt korzeni tak wolny amoniak, jak i wolny kwas azotowy wywierają wpływ wyraźny, ale bardzo niejednakowy: wpływ amoniaku niczem się nie różnił od wpływu soli amonowych; natomiast wolny kwas azotowy doprowadził do potwornych zniekształceń, których charakter dobrze oddaje określenie: „ściananie się“ lub „koagulacja“ korzeni.

6. Procentowa zawartość azotu okazała się większą w roślinach odżywianych amoniakiem, niż w roślinach hodowanych na kwasie azotowym.

7. Rozdział azotu w roślinach był niejednakowy: rośliny na amoniaku nagromadzały azot w tej części korzeni, którą pobierały amoniak; w innych częściach roślin rozdział azotu był dość równomierny; rośliny na kwasie azotowym nagromadzały azot we wszystkich korzeniach, tak w części pobierającej kwas azotowy, jak i w korzeniach z płynu bez azotu, gdy nadziemne części odznaczały się stosunkowo niską procentową zawartością azotu.

8. Gdy jedna i ta sama roślina pobiera jedną częścią korzeni wolny amoniak, a drugą wolny kwas azotowy, pobieranie amoniaku jest szybsze, niż kwasu azotowego.

9. Jeżeli się wyłączy wpływ ilości pobranego azotu, to najkorzystniej działa na rośliny azotan amonowy, a najgorzej wolny kwas azotowy; działanie wolnego amoniaku w ciągu miesiąca bardzo mało ustępuje działaniu azotanu amonowego.

III.

Doświadczenia podobne do tych, jakie od r. 1909 wykonywałem z końskim zębem, zamierzałem przeprowadzić z innymi roślinami, których wymagania pokarmowe znane z praktyki rolniczej są inne, jak końskiego zębu i inna jest wrażliwość ich na reakcję chemiczną środowiska. Dorywcze próby wykonywano niejednokrotnie równocześnie z badaniem wodnych kultur końskiego zębu; o niektórych z nich wspomnę pokrótce, zanim przystąpię do omówienia doświadczeń ściślejszych.

W 1910 r. badano fizjologiczną reakcję azotanu amonowego względem jęczmienia. Po wykiełkowaniu w kiełkownikach Schönjahn'a wodę zlano i zastąpiono roztworem 0·5‰ azotanu amonowego. Miareczkowanie prób (po 50 cm³), odbieranych codziennie w ciągu tygodnia, stałe wykazywało — wbrew oczekiwaniu — słabą reakcję kwaśną; natężenie jej wahało się od 3 do 5 cm³ 0·001 norm. HNO₃. Doświadczenie przerwano, gdyż w jednym z kiełkowników rozwinęły się glony.

W 1911 r. hodowano gaolan¹⁾ w wodnych kulturach według metody perjodycznego odżywiania bądź wszystkimi składnikami pokarmowymi oprócz azotu, bądź samym azotem; płynami azotowymi były bardzo rozcieńczone roztwory amoniaku i kwasu azotowego. W ciągu tygodnia rośliny pobierały azot w obydwu formach zupełnie równomiernie i rozwijały się przytem jednakowo dobrze.

Do ściślejszych doświadczeń mogłem przystąpić dopiero w 1914 r.: wybuch wojny przeszkodził doprowadzeniu ich według planu do końca, jednak spostrzeżenia oraz dane analityczne, jakie zdołałem przedtem zebrać, wydają mi się dość ciekawe, by doświadczeń tych nie pozostawić bez omówienia.

Kultury hreczki.

Po wykiełkowaniu na bibule szwedzkiej trzymano kielki przez

¹⁾ Przypadkiem dostałem trochę nasienia tej egzotycznej rośliny, której, ile mi było wiadomo, w wodnych kulturach jeszcze nie hodowano. Z początku zamierzałem zastosować do kultur metodę odżywiania rozdzielonymi korzeniami, spodziewałem się bowiem, że do tego system korzeniowy tej wyniosłej rośliny będzie się dobrze nadawał; w rzeczywistości wykiełkowały roślinki dość nisko, o wąziutkich liściach i słabych korzeniach, wobec czego z rozdzielania korzeni zrezygnowałem.

kilka dni korzonkami w wodzie wodociągowej; 10 lipca przeniesiono roślinki do płynu odżywczego bez azotu, którego skład był następujący:

KCl	0·5 g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0·5 "
CaSO ₄	0·5 "
Ca ₃ P ₂ O ₈	0·25 "
FePO ₄	0·25 "

w 1 l wody wodociągowej.

Dnia 18 lipca wyjęto rośliny z płynów bez azotu i po opłukaniu korzeni wodą destylowaną przesadzono je do płynów azotowych, któremi były roztwory siarczanu amonowego, azotanu potasowego i azotanu amonowego — wszystkie w rozcieńczeniu 0·5‰. Każda grupa składała się z trzech kultur. Równocześnie nastawiono trzy kultury na płynach zupełnych; każda z nich otrzymała azot w innym związku: jedna jako siarczan amonowy, druga jako azotan potasowy, a trzecia w formie azotanu amonowego; pozatem skład płynów zupełnych był jednakowy. Jako naczynia do kultur służyły zlewki z jenańskiego szkła objętości nieco większej od 400 cm³; nakryto je pokrywkami z blachy pociągniętej białą emalją i owinięto czarnym i białym papierem. Do każdego naczynia odmierzone po 400 cm³ odpowiednich płynów. Wyparowanej wody nie zwracano. Dnia 22 lipca wszystkie płyny zlane; płyny azotowe zastąpiono płynami nie zawierającymi azotu, a na miejsce zlaných płynów zupełnych nalano świeżych. Zlane płyny dokładnie zmierzono; okazało się, że z płynów ubyły następujące ilości wody:

	z roztwor. (NH ₄) ₂ SO ₄	z roztwor. KNO ₃	z roztwor. NH ₄ NO ₃	z płynów zupełnych
kultura I	30 cm ³	36 cm ³	32 cm ³	56 cm ³
" II	36 "	34 "	56 "	70 "
" III	34 "	60 "	36 "	60 "

Po dopełnieniu do 400 cm³ i wymieszaniu oznaczono w 50 cm³ płynów azotowych kwasotę, względnie alkaliczność, przez miareczkowanie 0·001 norm. roztworami NaOH, względnie HCl.; z danych miareczkowania obliczono ilość wolnych jonów, przypadającą na całą objętość płynów:

		na 50 cm ³ płynu cm ³ 0·001 n. roztw.	w 400 cm ³ mg
płyny z (NH ₄) ₂ SO ₄			
kultura	I	11·8 NaOH	4·5 SO ₄ ''
"	II	14·0 "	5·4 "
"	III	14·0 "	5·4 "

		płyny z KNO ₃	
kultura	I	4·5 HCl	1·4 K
"	II	8·0 "	2·5 "
"	III	5·5 "	1·7 "

		płyny z NH ₄ NO ₃	
kultura	I	0·4 HCl	0·06 NH ₄ '
"	II	0·2 "	0·03 "
"	III	0·4 "	0·03 "

Dnia 27 lipca przesadzono rośliny z płynów bez azotu do świeżych roztworów azotowych. W ostatnich dniach lipca rozpoczęło się okwitanie, a 3 sierpnia już wszystkie rośliny były w pełnym kwiecie; tego dnia zlano płyny po raz drugi, zmierzono je i zbadano. Od dnia 27 lipca do dnia 3 sierpnia ubyło wody z płynów:

		z roztwor. (NH ₄) ₂ SO ₄	z roztwor. KNO ₃	z roztwor. NH ₄ NO ₃	z płynów zupełnych
kultura	I	45 cm ³	75 cm ³	55 cm ³	65 cm ³
"	II	50 "	90 "	110 "	120 "
"	III	60 "	110 "	95 "	100 "

Miareczkowanie dało następujące wyniki:

		na 50 cm ³ płynu cm ³ 0·001 n. roztw.	w 400 cm ³ mg
płyny z (NH ₄) ₂ SO ₄			
kultura	I	17·0 NaOH	6·5 SO ₃ ''
"	II	26·0 "	9·8 "
"	III	28·5 "	10·9 "

		na 50 cm ³ płynu cm ³ 0·001 n. roztw. płyny z KNO ₃	w 400 cm ³ mg
kultura	I	21·0 HCl	6·5 K'
"	II	17·5 "	5·5 "
"	III	16·5 "	5·1 "
płyny z NH ₄ NO ₃			
kultura	I	4·0 HCl	0·6 NH ₄ '
"	II	3·0 "	0·4 "
"	III	4·0 "	0·6 "

Z liczb zestawionych w powyższych tablicach widać, że fizjologiczna kwasota siarczanu amonowego i fizjologiczna alkaliczność azotanu potasowego wystąpiły bardzo wyraźnie; azotan amonowy od początku okazał się względem hreczki solą fizjologicznie słabo alkaliczną.

Między reakcją płynów i jej natężeniem a ilością pobranej wody istniała — zdaje się — pewna zależność: w grupie (NH₄)₂SO₄ ubytki wody były wogóle w porównaniu z innymi grupami najmniejsze; z kultur tej grupy te pobrały więcej wody, których płyny okazały się mocniej zakwaszonymi; przeciwnie w grupach KNO₃ i NH₄NO₃ najmniejszej alkaliczności odpowiadały największe ubytki wody.

Rośliny rozwijały się od początku do przerwania doświadczenia normalnie, ale nierówno w każdej grupie; nieco mniejsze na ogół były rośliny na siarczanie amonowym, a nieco większemi od wszystkich kultur perjodycznie odżywianych okazały się kultury na płynach zupełnych, z wyjątkiem kultury I, która otrzymała azot w formie (NH₄)₂SO₄¹⁾.

Kultury fasoli.

Doświadczenie 1.

Po wykiełkowaniu nasienia na zwilżonej wacie ucięto kielkom wierzchołek wzrostu korzeni i umieszczono je nad wodą; gdy bo-

¹⁾ Ciężaru roślin niestety nie oznaczono; materiał roślin suchych w zamieszaniu zaginął.

czne korzonki osiągnęły dostateczną długość, przesadzono rośliny do zestawionych parami naczyń, z których jedno zawierało płyn odżywczy bez azotu, a drugie roztwór (1:1000) bądź siarczanu amonowego, bądź azotanu potasowego, bądź azotanu amonowego; do płynów azotowych użyto przegotowanej wody destylowanej. W każdej z tych trzech grup było po trzy kultury. Kultur normalnych było cztery: dwie na płynach odżywczych KNO_3 i dwie na płynach von der Crone; jak wiadomo, istotną różnicę między temi płynami stanowi forma kwasu fosforowego; w płynie KNO_3 kwas fosforowy znajduje się w formie fosforanu jednopotasowego, a płyn von der Crone zawiera go w formie nierozpuszczalnych fosforanów: trójwapniowego i żelazowego.

Doświadczenie rozpoczęto 23 czerwca; roślinki miały wtedy już rozwinięte, oprócz liścieni, także pierwsze pary listków. Do badania płynów przystąpiono po raz pierwszy 26 czerwca; wyniki zestawiono w tablicy zamieszczonej na str. 224.

Wyniki miareczkowania płynów z $(NH_4)_2SO_4$ były zupełnie nieoczekiwane, nietylko bowiem wszystkie trzy płyny zalkalizowały się, ale natężenie reakcji alkalicznej w pierwszym miareczkowaniu okazało się nierównie większem, niż płynów z KNO_3 . Po zobojętnieniu, które wykonano o godzinie 6 wieczór, nazajutrz o godzinie 9 płyny $(NH_4)_2SO_4$ reagowały znowu wyraźnie alkalicznie; gdy reakcja innych płynów była jeszcze obojętna. Do 3 lipca, a więc przez 10 dni, alkaliczność płynów z $(NH_4)_2SO_4$ wzmagiała się, później zaś zaczęła powoli słabnąć, ale aż do przerwania doświadczenia w niezobojętnianym płynie utrzymywała się stale. Co się tyczy azotanów: potasowego oraz amonowego, to obie sole reagowały z początku jednakowo słabo alkalicznie. Później znacznie wybitniejszą okazała się alkaliczność azotanu potasowego. Natężenie alkalicznej reakcji w niezobojętnianym płynie grupy NH_4NO_3 odpowiadało mniej więcej 2 cm^3 0.001 norm. NH_3 w 50 cm^3 płynu; prawdopodobnie było to *optimum* jej natężenia dla fasoli w tym okresie wegetacji.

Wszystkie rośliny bez wyjątku co do nadziemnych części rozwijały się w ciągu pierwszych 10—11 dni jednakowo i normalnie; co się zaś tyczy korzeni, to rozwój ich we wszystkich płynach azotowych był prawie zupełnie powstrzymany; przytem barwa ich już na drugi dzień po zanurzeniu stała się nieco ciemniejszą. Około 4 lipca kultury normalne zaczęły korzystnie się odróżniać wzrostem i barwą od kultur z rozdzielonemi korzeniami, szczególnie

Data	Liczba kul-tury	Na zobojeźnienie płynów z $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		Na zobojeźnienie płynów z KNO_3		Na zobojeźnienie płynów z NH_4NO_3	
		50 cm^3 pl. cm^3 0-001 n. roztw.	wszystkiego płynu cm^3 0-01 n. roztw.	50 cm^3 pl. cm^3 0-001 n. roztw.	wszystkiego płynu cm^3 0-01 n. roztw.	50 cm^3 pl. cm^3 0-001 n. roztw.	wszystkiego płynu cm^3 0-01 n. roztw.
26. VI. 18 ^a	I	2-5 HCl	9-0 H_2SO_4	1-0 HCl	3-6 HNO_3	1-0 HCl	3-6 HNO_3
"	II	2-8 "	10-1 "	1-0 "	3-6 "	1-0 "	3-6 "
"	III	2-4 "	9-0 "	1-2 "	4-3 "	1-0 "	3-6 "
27. VI. 9 ^b	I	0-2 "	nie zobojeźniano	0 "	0 "	0 "	0 "
"	II	0-6 "	"	0 "	0 "	0 "	0 "
"	III	0-5 "	"	0 "	0 "	0 "	0 "
29. VI.	I	0-6 "	2-0 H_2SO_4	0-1 "	nie zobojeźniano	0-1 "	nie zobojeźniano
"	II	0-9 "	3-0 "	0-1 "	"	0-2 "	"
"	III	0-8 "	3-0 "	0-3 "	"	0-4 "	"
1. VII.	I	0-5 "	1-8 "	0-7 "	2-5 HNO_3	0-7 "	2-5 HNO_3
"	II	1-2 "	4-3 "	0-7 "	2-5 "	0-9 "	3-2 "
"	III	1-2 "	nie zobojeźniano	1-0 "	nie zobojeźniano	1-0 "	nie zobojeźniano
3. VII.	I	1-3 "	4-7 H_2SO_4	1-1 "	4-0 HNO_3	0-7 "	2-5 HNO_3
"	II	1-3 "	4-7 "	1-0 "	3-6 "	1-3 "	4-7 "
"	III	2-4 "	nie zobojeźniano	2-6 "	nie zobojeźniano	2-1 "	nie zobojeźniano

4. VII.	I	0.1 HCl	nie zubożętniano	0.2 HCl	nie zubożętniano	0.1 HCl	nie zubożętniano
"	II	0.1 "	"	0.3 "	"	0.3 "	"
"	III	2.2 "	"	0 "	"	0 "	"
6. VII.	I	0.2 "	"	0.6 "	"	0.1 "	"
"	II	0.2 "	"	1.0 "	"	0.8 "	"
"	III	2.1 "	"	3.2 "	"	2.0 "	"
8. VII.	I	0.3 "	"	1.1 "	"	0.1 "	"
"	II	0.1 "	"	1.3 "	"	0.8 "	"
"	III	1.8 "	"	3.8 "	"	1.9 "	"
10. VII.	I	0.5 "	1.8 H ₂ SO ₄	1.5 "	5.4 HNO ₃	0.4 "	1.4 HNO ₃
"	II	0.5 "	1.8 "	1.8 "	6.5 "	1.2 "	4.3 "
"	III	1.8 "	nie zubożętniano	4.2 "	nie zubożętniano	2.1 "	nie zubożętniano
13. VII.	I	0.1 "	"	0.6 "	2.0 HNO ₃	0.1 "	"
"	II	0.2 "	"	1.2 "	4.3 "	0.4 "	"
"	III	1.5 "	"	4.9 "	nie zubożętniano	1.6 "	"
27. VII.	I	0.5 "	1.8 H ₂ SO ₄	7.0 "	25.0 HNO ₃	2.0 "	7.2 HNO ₃
"	II	0.5 "	1.8 "	11.0 "	39.6 "	1.8 "	6.6 "
"	III	0.7 "	nie zubożętniano	9.5 "	nie zubożętniano	2.0 "	nie zubożętniano
29. VII.	I	0.2 NaOH	"	1.2 "	"	0.2 "	"
"	II	0.1 "	"	0.7 "	"	0.6 "	"
"	III	0.7 HCl	"	9.0 "	"	2.2 "	"

od kultur z grup $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i KNO_3 . Kultury na NH_4NO_3 około 6 lipca wyprzedziły już nieco inne rośliny o rozdzielonych korzeniach, a kultura I tej grupy, której płyn podczas kontroli okazywał się w słabszym stopniu zalkalizowanym, prawie w niczem nie ustępowała w tym czasie kulturom normalnym. Dnia 8 lipca zauważono tworzenie się brodawek korzeniowych u kultur z rozdzielonemi korzeniami; brodawki tworzyły się jedynie na korzeniach zanurzonych w płynach niezawierających azotu, przytem tylko na górnych częściach korzeni, dokąd woda nie sięgała. Najwięcej brodawek posiadały rośliny na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, a z pośród nich kultura II miała ich szczególnie dużo. Odtąd stan tych kultur zaczął się pogarszać; w ciągu następnych kilku dni para najstarszych liści żółkła i powoli zaczęła usychać; żółtawy odcień całych roślin wystąpił wyraźniej; około 14 lipca różnica na niekorzyść kultur na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ była już bardzo widoczna, a najmarniej z nich wyglądała ta właśnie, która najwięcej brodawek posiadała. Nieco tylko lepiej przedstawiały się kultury na KNO_3 ; zachowały one przy najmniej wszystkie liście. Najmniej ucierpiały rośliny na NH_4NO_3 , a właściwie kultury I i III tej grupy; lepszy stan tych roślin tem się zapewne tłumaczy, że w tym czasie zaczęły się u nich tworzyć w azotowych płynach nowe korzenie, wyraźnie odcinające się jaśniejszą barwą od zczerniałych starych korzeni. Co do kultur normalnych, to do połowy lipca pierwszeństwo trzeba było przyznać tym, które hodowano na płynach von der Crone; później prześcignęły je kultury na płynach Knopa. Brodawek na korzeniach tych roślin do dnia 1 sierpnia, kiedy doświadczenie przerwano, nie było. W ostatnim tygodniu lipca kultura II z grupy $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ozdrowiała i zaczęła się tak szybko rozwijać, że wkrótce zostawiła daleko poza sobą dwie inne.

Ciężar roślin wysuszonych na powietrzu (w g):

	Kultury normalne			
	na płynach Knopa		na płynach von der Crone	
	cała roślina	korzenie	cała roślina	korzenie
I	26·47	4·30	18·47	4·09
II	18·94	3·21	14·18	3·35

Kultury o rozdzielonych korzeniach:

cała roślina	k o r z e n i e		na 100 g korzeni z pł. bez N przypada korzeni z pł. azot.
	z płynów bez N	z płynów azotowych	
	grupa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		
I 4.11	1.55	0.13	8.4
II 7.13	2.39	0.06	2.5
III 4.56	1.65	0.04	2.4
	grupa KNO_3		
I 10.38	2.53	0.52	20.6
II 12.02	2.38	0.67	28.0
III 7.44	1.76	0.19	10.8
	grupa NH_4NO_3		
I 16.50	3.51	1.01	28.8
II 8.75	2.52	0.26	10.3
III 11.97	2.62	0.69	26.3

Jak widać z powyższego zestawienia, wahania w każdej grupie były wielkie. O ile chodzi o kultury z rozdzielonymi korzeniami, to różnice w ciężarze roślin po części można tłumaczyć wpływem bakterij brodawkowych. Wpływ ten mógł być tak dodatni, jak i ujemny; u jednych roślin brodawki rozwinęły się wcześniej i w większej ilości; te mogły korzystać z azotu powietrza już wtedy, kiedy inne rośliny jeszcze swoich bakterij nie opanowały; w takim położeniu znalazła się np. kultura II z grupy $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, na której brodawki pojawiły się najwcześniej i w największej ilości.

Pomimo wielkich wahań w ciężarze roślin każdej grupy, można z otrzymanych liczb wyciągnąć pewne wnioski. Przedewszystkiem uderza słaby rozwój korzeni w płynach azotowych wogóle, a w roztworze $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ w szczególności; tu korzenie prawie wcale się nie rozwijały, wobec czego pobieranie azotu, jeżeli wogóle było, musiało być wielce ograniczone.

Na 100 g suchej masy roślin przypada korzeni
z płynów azotowych:

	grupa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	grupa KNO_3	grupa NH_4NO_3
kultura I	3.16 g	5.01 g	6.12 g
" II	0.84 "	5.57 "	2.97 "
" III	0.88 "	2.55 "	5.76 "

Zupełnie inaczej przedstawia się stosunek ciężaru całych roślin do ciężaru korzeni z płynów nie zawierających azotu:

na 100 g suchej masy roślin przypada korzeni z płynów bez azotu:

	grupa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	grupa KNO_3	grupa NH_4NO_3
kultura I	37.71 g	24.37 g	21.27 g
" II	33.52 "	19.88 "	28.80 "
" III	36.18 "	23.65 "	21.05 "

A więc korzenie z płynów bez azotu stosunkowo najlepiej rozwinęły się u roślin na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; większy względny ciężar tych korzeni po części może być policzony na karb brodawek korzeniowych, których kultury na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, jak wspominałem, najwięcej posiadały.

W porównaniu z kulturami normalnymi, rośliny o rozdzielonych korzeniach wyprodukowały więcej korzeni:

na 100 g suchej masy roślin przypada wszystkich korzeni:

	kultury normalne na płynach	kultury na płynach	kultury na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	kultury na KNO_3	kultury na NH_4NO_3
von der Crone		Knopa			
I	22.14 g	16.24 g	40.87 g	29.38 g	27.39 g
II	23.62 "	16.95 "	34.36 "	25.46 "	31.77 "
III	—	—	37.07 "	26.21 "	27.65 "

Do porównania właściwiejby było brać tylko kultury na płynach Knopa, bo one, podobnie jak i kultury o rozdzielonych korzeniach, dostały kwas fosforowy w formie rozpuszczalnej soli; w płynach von der Crone trudniejsza przyswajalność kwasu fosforowego przyczyniła się do lepszego rozwoju korzeni, a gorszego części nadziemnych.

Alkalizowanie roztworów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ po zanurzeniu w nie korzeni fasoli wymagało wyjaśnienia, albowiem niepodobna było szukać przyczyny tego dziwnego zjawiska w fizjologicznej alkalizacji soli. Wprawdzie rośliny motylkowe, jako bardzo zamożne

w białka, potrzebują dla wytwarzania ich większych ilości kwasu siarkowego, wskutek czego fizjologicznie kwaśna reakcja siarczanu amonowego względem tych roślin doznaje pewnego — może nawet znacznego — złagodzenia. Zupełne jednak odwrócenie fizjologicznego charakteru tej soli wydaje się w wysokim stopniu nieprawdopodobnym, jeżeli się weźmie pod rozwagę, że nawet siarczan potasowy — sól fizjologicznie mniej kwaśna, niż siarczan amonowy — zachowuje się według dawnego spostrzeżenia Ad. Mayera¹⁾ jako sól fizjologicznie obojętna względem roślin motylkowych.

Przyczyną alkaliczowania płynów mogło być ługowanie zasad ze szkła naczyń oraz wydzielanie przez korzenie substancyj alkalicznie reagujących. W trafność pierwszego przypuszczenia z góry można było wątpić, gdyż nie tłumaczy ono, dlaczego alkaliczność płynów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ okazała się w pierwszym miareczkowaniu znacznie większą, niż innych płynów. Powtórzenie ślepych prób z naczyniami wykazało, że istotnie wpływ tego czynnika był znikomo mały.

Ażeby przekonać się, czy alterację płynów nie wywołują wydzieliny korzeni, nastawiono dwie nowe kultury z rozdzielonemi korzeniami; jedno naczynie zawierało płyn odżywczy zupełny, a drugie wodę destylowaną, której alkaliczność odpowiadała 0.6 cm^3 0.001 norm. NaOH (na 50 cm^3). Miareczkowanie wody destylowanej z naczyń, w które zanurzono korzenie, dało następujące wyniki:

	po 24 godzinach	po 2 dniach	po 5 dniach
I	1.0 cm^3 0.001 n. HCl	2.8 cm^3 0.001 n. HCl	2.7 cm^3 0.001 n. HCl
II	1.1 " " "	3.0 " " "	2.8 " " "

W takim natężeniu, jak po 5 dniach, alkaliczna reakcja utrzymała się w ciągu trzech tygodni. Nie ulegało zatem wątpliwości, że korzenie wydzielały do wody jakieś alkalicznie reagujące substancje; przytem rośliny rozwijały się normalnie, doskonale wyglądały i korzenie były zupełnie zdrowe. Ten ostatni szczegół należało z naciskiem zanotować, albowiem ciemniejsza barwa korzeni z płynów azotowych budziła podejrzenie, że stan ich był mniej lub więcej patologiczny, zatem i funkcje anormalne.

¹⁾ D. landwirtsch. Vers. Stat. B. XXVI (1881). Na tę nieznaną mi przedtem pracę zwrócił moją uwagę prof. E. Godlewski sen.

Zdaje się, że odżywiania za pomocą rozdzielonych korzeni z dwóch płynów odżywczych, z których jeden zawierał sam azot, fasola nie znosi tak dobrze, jak koński zęb. Ujemny wpływ wyodrębnionego płynu azotowego, bez względu na formę azotu, okazał się bez porównania silniejszy na korzenie fasoli, niż na korzenie końskiego zębu; wskutek zupełnie prawie powstrzymanego rozwoju korzeni z płynów azotowych rezultat ich działalności podczas pobierania azotu był bardzo mały. O energii pobierania z soli fizjologicznie nieobojętnych można nabrać wyobrażenia z intensywności zakwaszania lub alkalizowania roztworów, oczywiście gdy niema ubocznych wpływów na reakcję. W doświadczeniu z fasolą nieprzewidywanym wpływem ubocznym na reakcję płynów azotowych były alkaliczne wydzieliny korzeni, dość mocne, by w razie słabego pobierania azotu zupełnie zamaskować charakter fizjologiczny siarczynu amonowego. Miareczkowanie w tym przypadku zupełnie nie prowadziło do celu. Ażeby proces pobierania azotu przez fasolę wyjaśnić, należałoby co pewien czas oznaczać ilościowo składniki w płynach azotowych; zamiast rozdzielania korzeni odpowiedniejszym byłoby perjodyczne odżywianie z dwu płynów za pomocą wszystkich korzeni. Ponieważ na pobieranie azotu wywierają wpływ przemożny bakterje brodawkowe, nie do omińnięcia było zabezpieczenie kultur przed zakażeniem.

Doświadczenie 2.

Jak wiadomo, brodawki korzeniowe zazwyczaj nie wytwarzają się w kulturach wodnych, jeżeli korzenie zostaną w płynach zupełnie zanurzone, albowiem warunkiem niezbędnym dla rozwoju bakteryj brodawkowych jest obfity dostęp powietrza; jeżeli zaś część płynu odlać lub dać mu wyparować, to zwykle na górnych częściach korzeni wynurzających się z wody wkrótce pojawiają się brodawki. Tego prostego, choć nie dość pewnego sposobu wyeliminowania wpływu bakteryj brodawkowych nie zastosowano w doświadczeniu, ponieważ równocześnie z badaniem pobierania azotu zamierzano prześledzić wpływ badanych soli na pobieranie wody. Ochronić korzenie przed zakażeniem starano się przez stearylizację nasienia, naczyń wraz z pokrywkami, płynów i waty. Nasienie wyjąłowiano roztworem sublimatu (2:1000). Ażeby zapobiec tworzeniu się pęcherzyków powietrza na powierzchni nasion podczas trak-

towania sublimatem, na chwilę przedtem zanurzano nasiona w alkoholu; w roztworze sublimatu trzymano nasiona 3—4 minuty, poczem kilkakrotnie oplukano je wyjałowioną wodą destylowaną i natychmiast przeniesiono je do większej szalki Petriego z wyjałowioną wodą, którą zwilżono wyjałowioną wodą. Płyny i naczynia, ktermi były zlewki z jenajskiego szkła, objętości nieco większej niż 500 cm³, wyjałowiano wraz z pokrywkami w autoklawie w temperaturze 125° C w ciągu 1 godziny. Po wykiełkowaniu nasienia przeniesiono kielki do probówek z wodą i umocowano je nad wodą za pomocą waty u wylotu probówek; gdy korzenie wyrosły na parę cali, przesadzono kielki wraz z watą do naczyń z płynem nie zawierającym azotu; całe pokrywki naokoło roślinek nakryto grubą warstwą waty, sięgającą poza krawędź pokrywek, i przymocowano ją łyżkiem tuż pod pokrywkami do zlewki. Dla przewietrzania płynów wstawiono do zlewki szklanne rurki, przez które przepuszczano powietrze z aspiratora; rurki również zabezpieczono grubymi korkami z waty. W płynach bez azotu trzymano rośliny od 9 do 14 lipca. W międzyczasie wyjałowiono płyny azotowe i naczynia dla nich. Badać miało się te same sole, co i w pierwszym doświadczeniu, jednak w roztworach 0.5‰. Wszystkich kultur było 6, po dwie na każdym płynie. Dnia 14 lipca przeniesiono rośliny wraz z pokrywkami, watą i tkwiącemi w pokrywkach rurkami z płynów bez azotu do azotowych; przedtem korzenie i rurki odplukano przez trzykrotne zanurzenie w wyjałowioną wodę destylowaną. Wszystkie manipulacje starano się wykonać jak najszybciej, ażeby niebezpieczeństwo zakażenia możliwie zmniejszyć. Dnia 18 lipca nastąpiła znowu zmiana płynów odżywczych; płyny azotowe natychmiast wzięto do badania.

Od 14 do 18 lipca ubyło wody z płynów:

	(NH ₄) ₂ SO ₄	KNO ₃	NH ₄ NO ₃
I	106 cm ³	146 cm ³	178 cm ³
II	183 "	144 "	183 "

Miareczkowanie po dopełnieniu do pierwotnej objętości (500 cm³):

	na 50 cm ³ w 500 cm ³		na 50 cm ³ w 500 cm ³		na 50 cm ³ w 500 cm ³	
	cm ³ 0.001 n. wolnego		cm ³ 0.001 n. wolnego		cm ³ 0.001 n. wolnego	
	NaOH	SO ₄ '' mg	HCl	K mg	HCl	NH ₄ mg
I	21.0	10.1	29.0	11.3	3.0	0.5
II	11.5	5.5	25.5	9.9	28.5	5.1

Oznaczenie zawartości N w płynach (mg):

	płyn $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			płyn KNO_3		
	dano	znaleziono	ubytek	dano	znaleziono	ubytek
I	52.6	40.6	12.0	34.3	14.6	19.7
II	52.6	34.1	18.5	34.3	16.1	18.2

Wagowe oznaczenie SO_4'' i K' (mg)

I	173.0	47.5
II	16.0	49.5

płyn NH_4NO_3

	dano		znaleziono		ubytek	
	N amon.	N saletrz.	N amon.	N saletrz.	N amon.	N saletrz.
I	43.4	43.4	21.0	20.6	22.4	22.8
II	43.4	43.4	28.0	24.9	15.4	18.5

Po przeliczeniu danych analizy okazało się, że na związanie tych ilości NH_4' i NO_3' , jakie w płynach pozostały, wystarcza:

I	139.2 mg SO_4''	40.7 mg K'
II	115.5 " "	44.8 " "

zostaje zatem niezwiązanych jonów:

I	33.8 mg SO_4''	6.8 mg K'
II	44.5 " "	4.7 " "

Temu nadmiarowi jonów SO_4'' i K' powinny odpowiadać reakcja płynów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i KNO_3 , gdy w rzeczywistości reakcja znaleziona miareczkowaniem zupełnie nie zgadza się z obliczoną; kwaśna reakcja płynów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ okazała się w miareczkowaniu nierównie słabszą, a alkaliczna płynów KNO_3 nieco mocniejszą. Po spostrzeżeniach pierwszego doświadczenia niezgodność ta staje się zupełnie jasną: wywołały ją alkaliczne wydzieliny korzeni. Zależnie od energii pobierania azotu reakcja płynów $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ mogła być albo alkaliczną, jak w pierwszym doświadczeniu, albo kwaśną, jak w drugim. Najwięcej alkalicznych wydzielin okazało się w płynach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, a najmniej w płynach NH_4NO_3 ; reakcja płynu I kultury na NH_4NO_3 nawet w zupełności odpowiadała ilości niezwiązanych jonów NH_4' .

Natury alkalicznych wydzielin nie udało mi się poznać; po analizie zostawało za mało płynów nawet dla prób z nadmanganiana-

nem potasowym; stwierdziłem tylko w płynach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i KNO_3 mniej lub więcej wyraźne ślady wapna; najwyraźniej reakcja wypadła w płynie II kultury na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, w którym i wydzielin alkalicznych znaleziono najwięcej; w płynach kultur na NH_4NO_3 wapna nie wykryto. Pomimo równoległości pomiędzy ilością alkalicznych wydzielin a obecnością wapna nie sędzę, że alkaliczne wydzielinny można utożsamiać z diosmozą wapna, bo przedewszystkiem wybitnych zmian reakcji płynów słabe ślady wapna nie tłumaczą; pozatem zostaje otwartem pytanie, dlaczego ilość alkalicznych wydzielin do rozmaitych płynów była tak niejednakowa.

Do 25 lipca trzymano rośliny w płynach bez azotu. Zmiana podłoża bardzo korzystnie oddziałała na nie; wszystkim roślinom przybyło nowych korzonków, które łatwo było poznać po jaśniejszej barwie. Drugi okres odżywiania azotem trwał od 25 do 30 lipca. Badania płynów azotowych dało wyniki następujące:

od 25 do 30 lipca ubyło wody z płynów

	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	KNO_3	NH_4NO_3
I	135 cm^3	90 cm^3	140 cm^3
II	200 "	120 "	125 "

Miareczkowanie po dopełnieniu do 500 cm^3

płyn $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		płyn KNO_3	
na 50 cm^3 płynu cm^3 0·001 norm.	w 500 cm^3 wolnego SO_4'' mg	na 50 cm^3 płynu cm^3 0·001 norm.	w 500 cm^3 wolnego HCl K' mg
I	7·5	3·6	75·0
II	17·0	8·2	15·0

płyn NH_4NO_3

na 50 cm^3 płynu cm^3 0·001 norm.	spotrzebowano HCl	w 500 cm^3 płynu wolnego NH' mg_4
I	57·5	10·3
II	6·5	1·2

Oznaczenie zawartości N w płynach (w mg)

	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			KNO_3		
dano	znaleziono	ubytek	dano	znaleziono	ubytek	
I	52·6	35·0	17·6	34·3	15·4	18·9
II	52·6	25·3	27·3	34·3	22·7	11·6

	dano		Płyn NH_4NO_3 znaleziono		ubytek	
	N amon.	N saletrz.	N amon.	N saletrz.	N amon.	N saletrz.
I	43.4	43.4	16.1	13.7	27.3	29.7
II	43.4	43.4	17.6	17.6	15.8	25.8

Wagowe oznaczenie SO_4'' i K' (mg)

	płyn $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			płyn KNO_3		
	ogółem SO_4''	związa- nych	niezwią- nych	ogółem K'	związa- nych	niezwią- nych
I	144.0	120.0	24.0	65.5	42.9	22.6
II	123.0	86.7	36.3	65.0	63.2	1.8

Z porównania danych miareczkowania z obliczonymi ilościami jonów SO_4'' , K' i NH_4' , jakie pozostały w płynach niezrównoważone przez odpowiednie jony badanych soli widać, że na reakcję płynów wywierały bardzo znaczny wpływ, jak i za pierwszym razem, alkaliczne wydzieliny korzeni; najwięcej ich okazało się znowu w płynach kultur na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Jeżeli ilość alkalicznych wydzielin do płynów azotowych od początku doświadczenia wyrazimy w mg NaOH, to otrzymamy następujące liczby:

W płynach zlanych 18 lipca:

	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	KNO_3	NH_4NO_3
I	19.8	4.6	0
II	32.5	5.3	2.5

W płynach zlanych 30 lipca:

I	17.0	6.8	16.0
II	23.4	4.1	2.7

zatem łącznie:

I	36.8	11.4	16.0
II	53.9	9.4	5.2

Co się tyczy pobierania wody przez rośliny, to najmniej jej ubyło, podobnie jak w pierwszym okresie, z płynów kultur na KNO_3 , a najwięcej z płynu kultury II na $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Nie można tego tłumaczyć większym wzrostem rośliny; wprawdzie była ona większą od kultury równoległej, ale mniejszą od obydwu roślin na NH_4NO_3 ; ko-

rzenie jednak były u tej rośliny najdłuższe. W porównaniu z hreczką fasola zachowywała się pod względem pobierania wody, a zapewne i pod względem transpiracji, odwrotnie; w kulturach hreczki bowiem najmniejsze ubytki wody okazały się w roztworach $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, co można było tłumaczyć wpływem kwaśnej reakcji na transpirację.

Rośliny rozwijały się, co do nadziemnych części, przez cały czas normalnie; co zaś do korzeni, to na rozwój ich wszystkie płyny azotowe — bez względu na reakcję — wywierały wpływ hamujący. Specyficzne działania azotu na korzenie fasoli zewnętrznie najrychlej przejawiało się w ich brunatnieniu, co już po 24 godzinach było widoczne. Fizjologiczna reakcja soli oraz ilość pobranego azotu oddziaływały na wzrost roślin niezbyt wybitnie: np. kultury na NH_4NO_3 były tylko nieco większe od innych, reakcja ich płynów była bardzo słabo alkaliczna, a azotu pobrały one nierównie większe ilości, niż rośliny z innych grup.

Brodawki korzeniowe na żadnej z roślin nie rozwijały się¹⁾.

Doświadczenie 3.

Kultury fasoli na wolnym amoniaku i wolnym kwasie azotowym.

Doświadczenie to rozpoczęto, jak widać z porównania dat, wcześniej od 2-go, gdy jeszcze nie podejrzewałem alkalicznych wydzielin korzeni; sposób wykonania jego był taki sam, jak podobnego doświadczenia z końskim zębem. Płyn bez azotu był ten sam, co w omówionych już doświadczeniach z fasolą i hreczką. Pierwsze dawki po 10 cm^3 0.01 norm. roztworów odmierzone d. 27 czerwca. Wyniki miareczkowania i dawki azotu podano na str. 236.

Wyniki miareczkowania świadczą, że reakcja alkaliczna po dodaniu amoniaku utrzymywała się w płynach nierównie dłużej, niż kwaśna po dodaniu kwasu azotowego. Gdyby zmiany reakcji płynów azotowych mogły służyć, jak w doświadczeniach z końskim zębem, za miarę szybkości pobierania azotu przez fasolę, to mówiłyby one o niezmiernie wolnym przyswajaniu azotu w obydwu formach, a szczególnie w formie amoniaku. W rzeczywistości rzecz się miała inaczej: reakcja alkaliczna płynów kultur na amoniaku zależała nietylko od niepobranego amoniaku, ale i od alkalicznych wydzielin korzeni, a szybsze znikanie jonów H^+ w płynach kultur

¹⁾ Ciężaru roślin nie oznaczono, gdyż materiał przed wysuszeniem zagażał.

Miareczkowanie płynów i dawki azotu:

data	kultury na NH_3		kultury na HNO_3	
	na zobojętnienie 50 cm^3 pł. $\text{cm}^3 0.001 \text{ n. HCl}$	dawki NH_3 w $\text{cm}^3 0.01 \text{ norm.}$ roztworu	na zobojętnienie 50 cm^3 pł. $\text{cm}^3 0.001 \text{ n.}$ roztworu	dawki HNO_3 w $\text{cm}^3 0.01 \text{ norm.}$ roztworu
28. VI.	I 1.8 HCl	nowej dawki nie dodawano	0.2 NaOH	po 10 cm^3
	II 1.3 "		0.1 "	
29. VI.	I 1.4 "	"	0.8 "	nowej dawki nie dodawano
	II 0.9 "		0.5 "	
1. VII.	I 1.5 "	"	0.1 "	po 10 cm^3
	II 1.3 "		0.4 "	
2. VII.	I 1.4 "	po 10 cm^3	0.7 "	"
	II 1.1 "		0.4 "	
3. VII.	I 4.6 "	nowej dawki nie dodawano	2.9 "	nowej dawki nie dodawano
	II 3.9 "		1.9 "	
4. VII.	I 3.5 "	"	1.9 "	"
	II 2.7 "		0.9 "	
6. VII.	I 2.9 "	"	1.2 "	"
	II 1.7 "		0.1 "	
8. VII.	I 2.8 "	"	0.5 "	"
	II 1.4 "		0.5 HCl	
10. VII.	I 2.8 "	po 10 cm^3	0.2 NaOH	po 10 cm^3
	II 1.8 "		1.0 HCl	
12. VII.	I 4.0 "	nowej dawki nie dodawano	1.0 NaOH	"
	II 2.5 "		0.1 HCl	
15. VII.	I 2.8 "	"	1.7 NaOH	nowej dawki nie dodawano
	II 1.8 "		0.5 "	
16. VII.	nie miareczkowano	po 10 cm^3	nie miareczkowano	po 10 cm^3
27. VII.	I 3.8 "	"	0.5 HCl	"
	II 2.2 "		0.6 "	
29. VII.	I 5.5 "	nowej dawki nie dodawano	1.0 NaOH	"
	II 3.0 "		1.0 "	
1. VIII.	I 5.0 "	po 10 cm^3	1.5 "	"
	II 2.3 "		1.5 "	
3. VIII.	I 6.0 "	"	3.0 "	"
	II 1.5 "		3.0 "	

na kwasie azotowym weale nie świadczyło jeszcze o większej szybkości pobierania kwasu azotowego, gdyż równocześnie zachodziło zobojętnianie kwaśnej reakcji przez alkaliczne wydzieliny korzeni. Obecność tych wydzielin zdradziły miareczkowania płynu II kultury na kwasie azotowym z dnia 8 lipca i dwa następne, a 27 lipca, gdy po dłuższej przerwie przystąpiono do miareczkowania, już obydwie płyny reagowały wyraźnie alkalicznie. Kontrolowanie pobierania azotu przez fasolę za pomocą miareczkowania płynów azotowych zupełnie zawodzi wskutek alkalicznych wydzielin korzeni.

Rośliny rozwijały się z początku normalnie, później coraz wolniej; 12 lipca zanotowano usychanie dolnych liści; niezawodnie był to skutek niedostatecznego odżywiania azotem. Korzenie w płynach azotowych, niezależnie od formy azotu, jednakowo zbrunatniały i nie rozwijały się prawie weale.

Brodawek korzeniowych żadna z roślin nie miała.

Alkaliczne wydzieliny korzeni, które, jak się później przekonałem, są właściwością nie tylko fasoli, ale również grochu i łubinu, a zapewne i innych roślin motylkowych, zasługują, by na nie zwrócono baczniejszą uwagę. Znaczenie ich i rola w życiu roślin motylkowych mogą być należycie wyjaśnione dopiero po poznaniu ich chemicznej natury. Przypuszczać można, że rola alkalicznych wydzielin korzeni nie ogranicza się do zobojętniania kwaśnej reakcji podłoża, na którą rośliny motylkowe tak są wrażliwe; pośrednio alkaliczne wydzieliny mogą być użyteczne dla roślin motylkowych przez wytwarzanie dookoła korzeni strefy, sprzyjającej rozwojowi bakteryj, a może nawet chemotaktycznie je przynęcającej.

Zestawienie wyników doświadczeń omówionych w rozdziale III.

Kultury hreczki.

1. Względem hreczki azotan amonowy występuje stale w charakterze soli fizjologicznie słabo alkalicznej.

2. Siarczan amonowy jest mniej odpowiednim źródłem azotu dla hreczki, niż azotany.

3. Transpiracja hreczki z zakwaszonych płynów z $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, w porównaniu z kulturami na fizjologicznie alkalicznych azotanach, była najniższa.

Kultury fasoli.

4. Pod wpływem azotu korzenie fasoli w wyodrębnionym płynie azotowym brunatnieją i przestają się rozwijać; w porównaniu z azotanami: potasowym i amonowym, najujemniej na rozwój korzeni zanurzonych w płyn azotowy działał siarczan amonowy; natomiast korzenie z płynów bez azotu najlepiej się rozwijały u kultur na siarczanie amonowym.

5. Korzenie fasoli (również grochu i łubinu) wydzielają jakies bliżej nie określone substancje alkaliczne.

6. Ilość alkalicznych wydzielin, o ile się zdaje, jest zależną od soli, użytych za źródło azotu; najczęściej okazało się ich w płynach kultur na siarczanie amonowym.

7. Odwrotnie do kultur breczki, transpiracja fasoli była najsilniejsza z kwaśnych płynów z $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, a najslabiej transpirowały kultury na azotanie potasowym.

8. W porównaniu z kulturami normalnymi, kultury o rozdzielonych korzeniach wyprodukowały na 100 cz. suchej masy więcej korzeni.

9. Kultury fasoli na płynie zupełnym von der Crone rozwijały się w pierwszych paru tygodniach lepiej, niż kultury na płynie Knopa; później zaś korzystniejsze było działanie płynu Knopa.

10. Pobieranie wolnego amoniaku i wolnego kwasu azotowego przez fasolę odbywa się tak wolno, że pobranego azotu nie wystarcza do normalnego rozwoju roślin.

11. Ujemny wpływ zarówno amoniaku, jak i kwasu azotowego staje się widocznym już po dodaniu pierwszej dawki azotu (1.4 mg) w ciągu jednej doby.

12. Wobec alkalicznych wydzielin korzeni kontrola pobierania azotu za pomocą miareczkowania płynów azotowych nie prowadzi do celu.

13. Rozdzielania korzeni do dwóch płynów odżywczych, z których jeden zawiera sam azot, fasola nie znosi tak dobrze, jak kukurudza.

Praca niniejsza została wykonaną w Zakładzie rolniczym doświadczalnym Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Prof. E. Godlewskiemu starszemu składam na tem miejscu moje najserdeczniejsze podziękowanie za rady i wskazówki, jakich mi podczas opracowania materiału niejednokrotnie udzielał.

Przyczynek do histologii gruczołu tarczowego (*glandula thyreoidea*).

Napisali

T. Marchlewski i S. Skowron.

Rzecz przedstawiona przez członka H. Hoyer'a na posiedzeniu Wydziału matematyczno-przyrodniczego dnia 25 czerwca 1922 r.

(Z tablicą 6).

Literaturę dotyczącą gruczołu tarczowego aż do roku 1913 zestawil dokladnie J. Sobotta w swej pracy p. t. „Anatomie der Schilddrüse“. Z prac po tym roku ogłoszonych nie byla nam dostepna praca R. Bensley'a¹⁾. W caliej literaturze nad tym przedmiotem ogłoszonej najwiecej odmiennych zdań odnosi się do sposobu przedostawania się zawartości pęcherzyków gruczołowych, tj. koloidu, do otaczających naczyń limfatycznych, względnie krwionośnych. Gdy bowiem wbrew postawionej przez Notkina i Bluma teorii o odtruwającym działaniu wydzieliny tarczycy, zawartej w pęcherzykach gruczołowych, znaleziono koloid w naczyniach limfatycznych i krwionośnych, wyłoniła się kwestja, jaką drogą dostaje się on do tych naczyń przez warstwę komórek nabłonkowych pęcherzyka. Biondi badając gruczoł tarczowy zauważył, że komórki pewnej części nabłonka wielkich i silnie koloidem wypełnionych pęcherzyków stają się coraz to więcej płaskie i wreszcie zanikają, a koloid wylewa się do naczyń limfatycznych. Po wycieknięciu koloidu komórki grupują się w nowe pęcherzyki, które często i u dorosłych zwierząt napotykał. Z późniejszych badaczy Langendorff, Zielińska i Schmid potwierdzili badania Biondiego.

¹⁾ R. Bensley, The normal Mode of Secretion in the Thyreoid Gland. Americ. Journ. of Anat. 1916.

Jednakowoż ani Zielińska, ani Schmid, badając zwierzęta ssące, przechodzenia koloidu do naczyń nie widzieli i opisują tylko łączenie się pęcherzyków gruczołowych przez zanik ścianek nabłonkowych. Koloid występujący w naczyniach limfatycznych wykazał wszystkie reakcje barwne koloidu zawartego w pęcherzykach, tak, że badacze ci uważają ciała te za identyczne i sądzą, że drogą zanikania ścianki koloid dostaje się w obręb naczyń limfatycznych. Zielińska stwierdziła jeszcze, że u zarodków ilość koloidu w naczyniach zwiększa się w miarę wykształcania pęcherzyków gruczołowych. Z późniejszych badaczy Hürtle przyjmuje istnienie szczelin limfatycznych między komórkami pęcherzyków gruczołowych, Bozzi i L. R. Müller przypuszczają natomiast, że koloid przenika wprost pomiędzy komórkami do naczyń. Matsunaga opisuje gałązki naczyń limfatycznych, które wnikają między komórki, a nawet w samą plazmę komórki i pojawiają się w okresie nasilonej funkcji gruczołu. M. Heidenhein opierając się na badaniach gruczołu tarczowego zwierząt ssących sądzi, że nawet po okresie życia płodowego istnieją niedorozwinięte pęcherzyki gruczołowe. W przeciwieństwie do Maurera uważa on, że tylko w stosunkowo rzadkich wypadkach wykształcone pęcherzyki mogą oddzielać t. zw. pączki, które odrywają się i tworzą nowe pęcherzyki.

Badania nasze wykonaliśmy nad tarczycą następujących zwierząt ssących i gadokształtnych: psa, kota, królika sokoła pastułka (*Tinnunculus tinnunculus*), kawki, jaszczurki, zaskrońca i żmii. Uwagę naszą zwróciliśmy głównie na stosunek pęcherzyków gruczołowych do naczyń limfatycznych, używając do nastrzykiwania naczyń roztworu wodnego błękitu pruskiego za pomocą przyrządu Prof. H. Hoyera, poczem rozkładaliśmy gruczoł na skrawki, barwiąc przeważnie karminem. Dla uniknięcia zarzutu pomyłki, wykonywaliśmy też iniekcje naczyń krwionośnych, tętnic i żył, posługując się w tym wypadku błękitem lub tuszem. Zresztą przy zupełnej iniekcji naczyń limfatycznych wypełniały się ich drogi odprowadzające, prowadzące do węzłów limfatycznych, co usuwało ostatecznie wątpliwości co do ewentualnego nastrzykania się naczyń krwionośnych. Dla zorientowania się w przebiegu większych pni limfatycznych zatapiałiśmy gruczoł tarczowy, lub jego części, w celoidynie lub parafinie i sporządzaliśmy serje skrawków. Oprócz badania okazów wyrosniętych nastrzykiwaliśmy też zarodki i noworodki zwierząt ssących.

Dla uchwycenia chwili pęknięcia pęcherzyków gruczolowych wyjmowaliśmy gruczoł tarczowy ze zwierząt uspiionych i utrwaliliśmy jak najszybciej w płynie Bouina, który dawał nam najlepsze rezultaty. Dla porównania używaliśmy też sublimatu, formolu i płynu Perényiego. Ponieważ w tych przypadkach, gdy gruczoł dopiero w jakiś czas po śmierci zwierzęcia był ustalany, nie otrzymywaliśmy typowych obrazów przenikania koloidu, więc zwracaliśmy baczna uwagę, by zwierzę przy wycinaniu gruczołu było tylko w stanie narkozy. Skrawki barwiliśmy głównie hematoksyliną Böhmmera i eozyną w znacznych rozcieńczeniach, a także hematoksyliną Heidenheina i mieszaniną van Giesona.

Naczynia krwionośne u wszystkich badanych przez nas gromad kręgowców zachowują się podobnie. Naczynia włoskowate tworzą gęste sploty obejmujące pęcherzyki gruczolowe, zaznaczyć tylko należy, że u gadów naczynia włoskowate są znacznie szersze, niż u ptaków lub zwierząt ssących. Co zaś do rozmieszczenia naczyń limfatycznych, to napotkaliśmy na bardzo znaczne różnice. U gadów bowiem gruczoł tarczowy otoczony jest workiem limfatycznym, w samej zaś tkance gruczołu naczyń w żadnym przypadku nie zauważyliśmy. Sądzić należy, że o ile one istnieją, to w bardzo skąpej ilości.

U ptaków wszystkie próby iniekcji naczyń limfatycznych przez nakłucie nie dały pozytywnych wyników, gdyż nastrzykiwały się zawsze tylko naczynia krwionośne. Szukając przeto dróg limfatycznych wykonywaliśmy nastrzykiwania biegnących wzdłuż przełyku *trunci jugulares*. Okazało się jednak, że żadne gałązki do gruczołu tarczowego nie wchodziły; napotykalśmy tylko drobne anastomozy pomiędzy *trunci jugulares*, ale leżące już niżej poza obrębem gruczołu. Tak więc i u tej gromady kręgowców nie udało nam się wykazać obecności naczyń limfatycznych w gruczole tarczowym, zapewne z powodu bardzo skąpej ich ilości. Dlatego też zarówno u ptaków, jak też i u gadów w przenoszeniu koloidu pośredniczą widocznie głównie naczynia krwionośne, których wielką ilość w gruczole tarczowym napotykamy.

U zwierząt ssących łącznotkankowa osłonka gruczołu posiada obfitą sieć naczyń limfatycznych, którą jednak dość trudno uwidocznąć, gdyż przy silniejszej nieco iniekcji rozrywają się ścianki naczyń i masa wypełnia większe przestrzenie wśród tkanki łącznej. Baum, posługując się metodą Geroty, sieci tej nie zdołał

wykazać i opierał się tylko na spostrzeżeniach, które poczynił Sappey.

Używając do strzykań wyżej wspomnianego przyrządu udało nam się sieć tę bez rozdarcia naczyń nastrzykać. Najlepiej występowała ona u królika. Od sieci tej biorą początek większe pnie limfatyczne wnikające w mięsz gruczołu i obejmujące w charakterystyczny sposób biegnące z nimi razem naczynia krwionośne. W dalszym przebiegu rozgałęziają się one na coraz to drobniejsze gałązki, przechodzące wreszcie w delikatne sploty, które obejmują pęcherzyki gruczołowe. Drobne te naczynia leżą bliżej warstwy nabłonkowej pęcherzyka, niż włoskowate naczynia krwionośne i one to przeprowadzają wyciekający z pęcherzyków koloid. Międzykomórkowych i śródkomórkowych dróg limfatycznych nie udało nam się mimo licznych iniekcji przez nakłucie wykazać. Przy stosowaniu natomiast zwykłej strzykawki płyn iniekccyjny w skutek wielkiego ciśnienia wnikał przez pęknięte naczynia limfatyczne między komórki, dając nam podobne obrazy jak te, które uzyskał Matsunaga. Sądzymy więc, że chodzi tu tylko o twory sztuczne, które, biorąc pod uwagę delikatność ścianek naczyń limfatycznych, łatwo bardzo przy niezbyt subtelnym metodach otrzymać. Badaniem dróg odprowadzających limfę do węzłów limfatycznych nie zajmowaliśmy się, gdyż te były już dawniej opisane. Przy nastrzykiwaniu gruczołu wypełniały się drogi te masą iniekcyjną, a także i węzły, a mianowicie *lymphoglandulae: cervicales, craniales et mediae*.

Nastrzykując zarodki zwierząt ssących zauważyliśmy, że tarczycyca, mająca jeszcze budowę embrjonalną, zaopatrzona jest obficie w naczynia krwionośne. Naczynia limfatyczne natomiast przedstawiają się jako drobne gałązki, biegnące od powierzchni gruczołu i wysyłające tylko rzadkie odnogi. Świadczy to o późniejszym ich rozwoju od naczyń krwionośnych, które dają obraz gęstej siateczki, leżącej między pęcherzykami.

Nastrzykując naczynia limfatyczne tarczycy zwierzęcia ssącego można zauważyć, że gruczoł przytarczowy (*glandula parathyreoidea*) pozostaje nienastrykany i odbija już makroskopowo od niebiesko nastrykanego gruczołu tarczowego. (Ryc. 1). Na skrawkach nie napotkaliśmy też w żadnym przypadku na wnikające w tkankę przytarczycy gałązki limfatyczne, a iniekcje samego gruczołu przytarczowego nie wydały żadnych rezultatów. Tkanka łączna oddzielająca przytarczycę od gruczołu tarczowego zawiera zwykle duże

naczynia limfatyczne, do których uchodzą drobne naczynia z samego już mięszu tarczycy. Część gruczołu przytarczowego, która wystereza nad powierzchnię tarczycy, okryta jest też tkanką łączną, należącą do osłonki pokrywającej cały gruczoł tarczowy i w tkance tej napotykamy gałązki limfatyczne, które jednak nigdy do przytarczycy nie wchodzą. Ponieważ naczynia krwionośne tego gruczołu pochodzą od naczyń krwionośnych tarczycy, sądzićby należało, że i naczynia limfatyczne obu gruczołów pozostają ze sobą w związku. Wobec tego przypuszczamy, że naczynia limfatyczne przytarczycy istnieją w bardzo nikłej ilości i bez łączności z analogicznymi naczyniami gruczołu tarczowego.

Wobec braku naczyń limfatycznych międzykomórkowych i śródkomórkowych a także i stałych szczelin między nabłonkiem gruczołu tarczowego należy sądzić, że wydzielina jedynie drogą rozsunięcia komórek pęcherzyka gruczołowego może się dostać w obręb naczyń limfatycznych, względnie krwionośnych. Obrazy takiego rozstąpienia się nabłonka pęcherzyka napotykalismy najczęściej u ptaków i dlatego opis rozpoczniemy od tej gromady. Komórki ścianki pęcherzyka ulegają w pewnym miejscu rozsunięciu pod naporem naciskającego koloidu; niektóre mogą nawet stracić łączność z innymi i dostać się do przestrzeni międzypęcherzykowej, wypełnionej tkanką łączną. Ulegają one tam degeneracji objawiającej się zmniejszeniem się jąder i skupieniem chromatyny, która poprzednio gęstą siateczką wypełniała jądro. Koloid wylewa się w przestrzenie międzypęcherzykowe (ryc. 2), i stąd dostaje się prawdopodobnie wprost do otaczających pęcherzyk włoskowatych naczyń krwionośnych. Wyciekający koloid przyjmował poza obrębem pęcherzyka typowy gwiazdzisty kształt, powstały ze skurczu przy ustalaniu. Proces przeciskania się koloidu odbywa się tem łatwiej, że komórki nabłonkowe gruczołu tarczowego nie mają błony własnej. U gadów napotykalismy wylewanie się koloidu, który przedarłszy ściankę włoskowatego naczynia krwionośnego, powodował wnikięcie krwinek w obręb pęcherzyka (ryc. 3). W tym wypadku koloid dostawał się bezpośrednio w obręb naczynia. Po wylaniu się koloidu nagromadzonego poprzednio w pęcherzyku gruczołowym może ten ostatni regenerować się lub degenerować, a w tym przypadku na jego miejsce wytwarzają się nowe pęcherzyki z niezróżnicowanej jeszcze tkanki nabłonkowej. L. R. Müller wykazał, że tkanka ta występuje w znacznej ilości u osobników młodszych,

u starszych zaś bardzo skąpo wskutek zgrupowania się w pęcherzyki gruczolowe. W małych nowo tworzących się pęcherzykach gruczolowych u trasek napotkaliśmy liczne mitozy, świadczące o tworzeniu się i wzroście nowych pęcherzyków.

U zwierząt ssących wielka ilość tkanki łącznej — a co za tem idzie — i obfitość naczyń limfatycznych utrudniają zaobserwowanie stadjów przenikania koloidu. Mimo tego udało się nam zauważyć parę obrazów przenikania koloidu, co wskazuje, że i u zwierząt ssących koloid w ten właśnie sposób wydostaje się z pęcherzyków. Ryć. 4 przedstawia obraz przedarcia zupełnego ścianki i wycieknięcia koloidu, a na ryć. 5 widać, jak koloid wypiera jedną z komórek nabłonka, a z drugiej strony wciska się między dwie komórki pęcherzyka, rozsuwając je, i wydostaje się przez szczelinę do tkanki międzypęcherzykowej. Z powodu obfitości tkanki łącznej u zwierząt ssących koloid nie wypiera zazwyczaj komórek, tak jak u ptaków lub gadów, tylko rozsuwa dwie sąsiadujące komórki nabłonka i w ten sposób wydostaje się z pęcherzyka. To tłumaczy nam opisane dawniej szczeliny między nabłonkiem, a także i przyjmowanie dróg limfatycznych międzykomórkowych. Po wycieknięciu koloidu pęcherzyk kurczy się cokolwiek i szczelina zostaje zaciśniętą wskutek ucisku otaczającej tkanki łącznej i wypełniających się koloidem sąsiednich pęcherzyków. Sobotta wspomina o takich pustych pęcherzykach, a i my, przeglądając serje skrawków, napotykaliśmy je w większej lub w mniejszej ilości. Ponieważ u pewnych okazów przenikanie koloidu widzieliśmy dość często, u innych zaś — obrazów takich nie obserwowaliśmy, sądzimy, że pęknięcie większej ilości pęcherzyków występuje okresowo w pewnych stanach fizjologicznych ustroju.

W naczyniach limfatycznych gruczołu tarczowego zwierząt ssących widzieliśmy często koloid. Zapatrywania Sobotty, że chodzi tu tylko o skrzeplą limfę, nie podzielamy, gdyż nie obserwowaliśmy różnic w barwieniu się, o których pisze Sobotta. Jak już zaznaczyliśmy, obserwowanie obrazów przenikania koloidu u zwierząt ssących jest bardzo utrudnionem, a ponieważ dawniejsze badania dotyczyły przeważnie zwierząt ssących, przeto nie dziwnego, że słuszne zapatrywania Zielińskiej, Langendorffa i Biondiego nie zostały przyjęte przez ogół badaczy.

Badając gruczoł tarczowy u zwierząt ssących i gadokształtnych spotyka się znaczne różnice w ilości międzypęcherzykowej

tkanki łącznej. U ptaków tkanka łączna występuje bardzo skąpo; istnieje ona w większej ilości u gadów, których gruczoł tarczowy posiada pęcherzyki oplecione przez szerokie włosowate naczynia krwionośne. U zwierząt zaś ssących tkanka łączna wypełnia ściśle wszystkie przestwory pomiędzy pęcherzykami.

U ptaków spotykaliśmy bardzo liczne kule „zasadochłonne“, znajdujące się w obrębie koloidu. Różna zdolność wybarwiania się ich barwikami zasadowymi pozwala przypuszczać, że są to pewne substancje, które, miesząc się ewentualnie z otaczającymi, tworzą definitywny koloid. Ciekawą jest rzeczą, że ani u gadów, ani u zwierząt ssących podobnych zasadochłonnych substancji nie zaobserwowaliśmy. Nierozstrzygniętą zostawiamy sprawę tych kul, jak też i wakuol w koloidzie, które tak często występują np. u zwierząt ssących. Jedni autorowie przypuszczają, że w tych miejscach złożone były pewne substancje tłuszczowe względnie lipoidalne, inni natomiast sądzą, że są to obrazy sztuczne, powstałe przy utrwalaniu. Stwierdzić tylko możemy, że nigdy nie znajdowaliśmy owych wakuol na materiale zamrożonym.

Pracę tę wykonaliśmy w Zakładzie Anatomji porównawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kierownikowi tegoż Zakładu, JWP. Prof. Dr. H. Hoyerowi składamy najserdeczniejsze podziękowanie za pomoc i cenne rady, których nam nigdy nie szczędził.

Objaśnienie tablicy 6.

Wszystkie rysunki zdjęto przy pomocy aparatu rysunkowego na wysokości stolika mikroskopu.

Ryć. 1. Gruczoł tarczowy psa; *p* gruczoł przytarczowy; *o* osłonka z tkanki łącznej; *k* naczynia krwionośne. Naczynia limfatyczne oznaczono czarnymi liniami. Barwiono karminem, zaś naczynia limfatyczne strzykano błękitem pruskim. Reichert Obj. 3, Ok. 2.

Ryć. 2. Gruczoł tarczowy pustułki; *k* wyciekający koloid; *z* wysunięte komórki nabłonkowe, *e* erytrocyt. Barwiono hemat. Böhmera i eozyną. Reichert Obj. 8, Ok. 2.

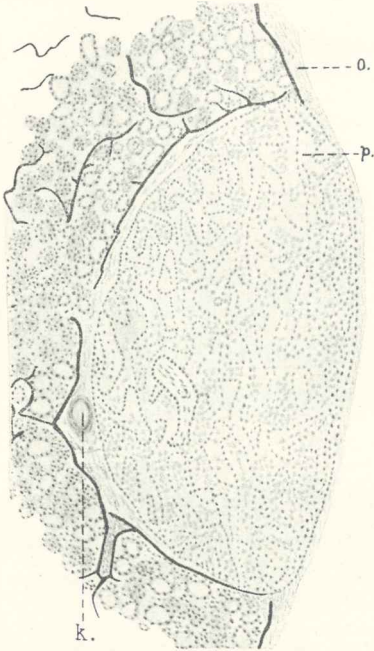
Ryć. 3. Gruczoł tarczowy żmiji; *k* wylewający się koloid; *e* krwinki wypełniające pęcherzyk; *z* usunięte komórki. Barwiono hemat. Böhmera i eozyną. Reichert Obj. 8, Ok. 2.

Ryć. 4. Gruczoł tarczowy kota; pęcherzyk pęknięty. Barwiono hemat. Böhmera i eozyną. Reichert. Obj. 8, Ok. 2.

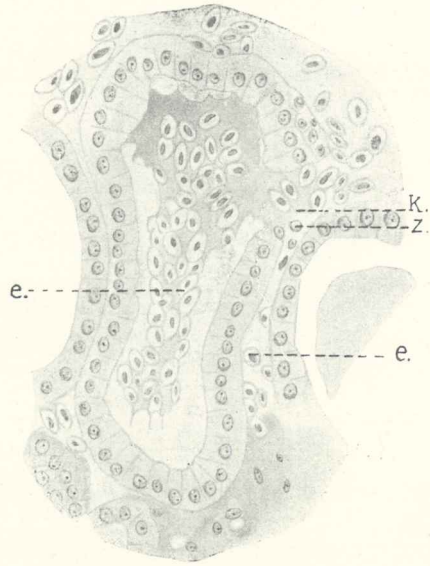
Ryc. 5. Gruczoł tarczowy kota; *k* koloid przeciskający się między komórkami nabłonka; *v* wakuole w koloidzie. Barwiono hemat. Böhmera i eozyną. Reichert Obj. 8, Ok. 2.

Literatura.

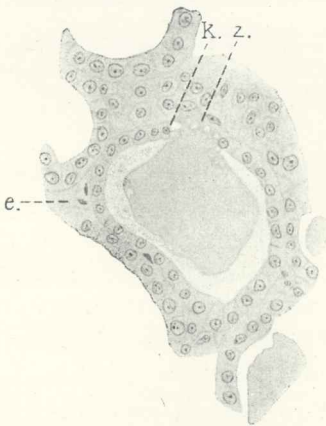
- Anderson O. Zur Kenntnis der Morphologie der Schilddrüse. Arch. für Anat. und Entwicklungsgesch. 1894.
- Aschoff. Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 1915.
- Baum. Das Lymphgefäßsystem des Rindes. 1913.
- Bartels P. Das Lymphgefäßsystem 1909.
- Über den Verlauf der Lymphgefäße der Schilddrüse bei Säugetieren und beim Menschen. 1909.
- Biedl. Innere Secretion, 1913.
- Biondi. Beitrag zur Struktur und Function der Schilddrüse. Berl. klin. Wochenschrift 1888.
- Haidenhein M. Über verschiedene Typen im Bau der Schilddrüse. 1921.
- Kohn. Studien über die Schilddrüse. Archiv für Anat. und Entwggesch. 1895.
- Kölliker. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1902.
- Matsunaga. Die parenchymatösen Lymphbahnen der Thyreoidea und ihre Sekretion. Archiv für Anat. und Entwggesch. 1909.
- Panizza B. Sopra il sistema limfatico dei rettili. 1833.
- Schmid. E. Der Secretionsvorgang in der Schilddrüse. Arch. für mikr. Anatomie. 1896.
- Sobotta J. Anatomie der Schilddrüse. 1915.
- Zielińska. Beiträge zur Kenntnis der normalen und strumösen Schilddrüse des Menschen und des Hundes. Virchows Arch. 1894.
-



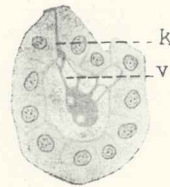
Ryc. 1.



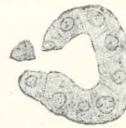
Ryc. 3.



Ryc. 2.



Ryc. 5.



Ryc. 4.

T. Marchlewski i S. Skowron.

Budowa narządu kurczliwego w tylnej części sklepienia jamy gębowej ryb kostnoszkieletowych.

Napisał

Józef Fudakowski.

Rzecz przedstawiona przez członka H. Hoyera na posiedzeniu Wydziału
matem.-przyrodniczego dnia 3 lipca 1922 r.

Ryby kostnoszkieletowe należące do rodziny ślizowatych (*Acanthopsidae*), karpiowatych (*Cyprinidae*) i okoniowatych (*Percoidae*) posiadają w tylnej części sklepienia jamy gębowej tak zwany narząd kurczliwy, który Rathke (1824) i Cuvier (1835) uważali za gruczoł. Rathke podał, że narząd ten składa się z drobnoziarnistej substancji, połączonej masą galaretowatą, podobnej spistością swoją do zewnętrznej części ludzkiej soczewki ocznej. Przewodów gruczołowych nie zauważył on wcale i na tej podstawie twierdził, że wydzielany płyn przenika nazewnątrz przez tkankę łączną i błonę śluzową; pozatem daje on opis topograficzny narządu kurczliwego u kilku gatunków ryb. W innym miejscu pisze tenże autor, że u *Esox bellone*, *Cyprinus ballerus*, *C. brama* i *Cobitis taenia* na błonie śluzowej pokrywającej narząd kurczliwy wznoszą się brodawki, które są bez wątpienia ujściami przewodów gruczołowych.

Davaine (1850)¹⁾ badał narząd ten u karpia i wykazał w nim obecność mięśni prążkowanych i gładkich; tych ostatnich późniejsi badacze nie zauważyli. W roku 1853 ukazała się praca E. Leydiga nad piskorzem (*Cobitis fossilis*), w której autor

¹⁾ Praca ta nie była mi dostępną w oryginale.

zwraca uwagę na budowę narządu kurczliwego. Stwierdza on w wymienionym narządzie obecność powikłanych mięśni prążkowanych; unerwienie i unaczynienie narządu jest jego zdaniem obfite, a na powierzchni znajduje się warstwa tkanki łącznej wraz z nabłonkiem, w którym rozsiępane są gruszkowate narządy zmysłowe. U ryb karpowatych stwierdził Leydig pomiędzy pęczkami włókien mięśniowych komórki tłuszczowe, których jednak u piskorza nie zauważył. Tak Davaine, jak Leydig uważają narząd kurczliwy za narząd ułatwiający przelicykanie.

O narządzie kurczliwym u karpia pisze Milne Edwards (1860), co następuje: „La carpe... presente au palais une couche épaisse d'un tissu mou grisrougeâtre, d'ont suinte un liquide glaireux. Se tissu renferme des cryptes qui paraissent devoir être considérés comme des glandules salivaires, mais il est surtout très sensibles et doué de propriétés erectiles: aussi quelques auteurs le considerent ils comme étant plutot un organe gustatif“.

F. E. Schulze (1863) badał pod względem unerwienia narząd kurczliwy u brzany (*Barbus*); przypuszcza on, że ponieważ *n. glossopharyngeus* rozprzestrzenia się w błonie śluzowej jamy gębowej, możliwym jest — jeśli ryby posiadają w ogólności zmysł smaku — że w tem miejscu należy się spodziewać wykrycia narządów końcowych tegoż zmysłu.

Zupełnie inne znaczenie przypisuje temu narządowi u ryb karpowatych Heinicke (1873). Uważa on tę poduszczkę silnie umięśnioną za rodzaj narządu zamykającego dowolnie cyrkulację wody z jamy gębowej nazewnątrz. Natomiast ze względu na obfite unerwienie narządu kurczliwego u ryb karpowatych przez *n. vagus* i *n. glossopharyngeus* uważa go Günther (1886) za organ smaku. Oppel (1900) w swym podręczniku przytacza wyniki badań Davaine'a i Leidiga zaznaczając, że mięśnie jamy gębowej są zawsze prążkowane. Najdokładniejsze dane co do budowy histologicznej narządu kurczliwego znajdują się w pracy Zandera (1903). Według tegoż autora w narządzie kurczliwym znajdują się mięśnie prążkowane, luźno przebiegające równolegle i pionowo do błony śluzowej; przestrzenie pomiędzy temi mięśniami w części narządu bezpośrednio pod nabłonkiem leżącej wypełnione są warstwą tkanki łącznej zbitej włóknistej; część zaś podstawowa bliżej podstawy czaszki leżąca jest wypełniona tkanką tłuszczową. Nerwy licznie w tym narządzie występujące łączą się swemi włóknami z narządami zmysłowemi

znajdującymi się w dużej ilości w błonie śluzowej. Zander jest zdania, że narząd ten spełnia czynności przy filtrowaniu wody z jamy gębowej przez filtr skrzelowy. Bardzo słuszną jest — moim zdaniem — uwaga autora, że mimo to, że na powierzchni narządu kurczliwego znajdują się narządy zmysłu smaku, to jednakże nie można uważać całego narządu wyłącznie za organ smakowy, gdyż narządy smakowe znajdują się także na całej powierzchni błony śluzowej jamy gębowej a także na skórze głowy.

Mniej więcej te same poglądy co do czynności narządu kurczliwego wypowiedział Susta (1888).

W nowszej literaturze znajdujemy wzmiankę o narządzie kurczliwym w dziele: Grote, Vogt i Hofer (1911). Autorowie ci podają, że na ścianie grzbietowej przełyku znajduje się gąbczasta poduszka, zawierająca duże przestrzenie krwionośne, powierzchnia jej zaś pokryta jest „ciałkami smakowymi“. Zwracają też oni uwagę na właściwość puchnięcia tego narządu pod wpływem podrażnienia. Hämpel (1912) wspomina, że ciała smakowe rozmieszczone są na różnych częściach ciała ryb i że bardzo licznie występują u ryb karpiowatych na „ciele puchliwym“, silnie umięśnionem, mieszczącym się na podniebieniu u wejścia do przełyku („Kauhöhle“). Ciało smakowe, według tegoż autora, są unerwione przez *n. glossopharyngeus*.

Z powyższego przeglądu dotychczasowych prac dotyczących narządu kurczliwego widać, że narząd ten pod względem budowy histologicznej nie był jeszcze dostatecznie zbadany.

Materiał i metody badania.

Badania własne przeprowadzałem głównie na karpkach 10—35 cm długości, a dla porównania także i na „złotej rybce“ (*Carrassius auratus*), linie (*Tinca vulgaris*) i piskorzku (*Cobitis fossilis*). Narządy wycinałem wraz z podstawą czaszki, ponieważ odpreparowanie samego narządu jest niekorzystne; ten ostatni bowiem skręca się i zbyt szybko kurczy w płynach utrwalających. Jako utrwalaczy używałem najczęściej płynu Perenyiego, sublimatu oraz płynu Bouina. Skrawki barwiłem hematoksyliną (Böhmera i Ehrlicha) i eozyną lub „zielenią jasną“. Do barwienia w całości używałem wodnego karminu borakowego. Dla wykazania poszczególnych składników histologicznych, jak włókien sprężystych lub

mięśni, zastosowywałem płyn Weigerta lub v. Giesona. Nerwy srebrzyłem metodą Boekego lub Bielschowskiego. Układ krwionośny strzykałem masą cynobrowo-szelakową lub roztworem wodnym błękitu pruskiego.

Położenie i zachowanie się narządu kurczliwego.

Narząd kurczliwy u ryb kostnoszkieletowych mieści się na środkowej i tylnej części sklepienia jamy gębowej, zajmując całą jego w tych częściach szerokość; po bokach przylega podstawą do nasady łuków skrzelowych, których odeiski są widoczne na powierzchni świeżych preparatów. Ku tyłowi zwęża się on i dochodzi do płytki trącej, leżącej u podstawy czaszki na granicy przetyku.

Narząd kurczliwy wykazuje wielką wrażliwość na wszelkiego rodzaju podrażnienia; w miejscu dotknięcia puchnie momentalnie, tworząc mały wgłówek. Przy preparowaniu świeżo odciętej głowy karpia narząd ten jest w ciągłym ruchu, drga cały i puchnie chwilowo na małej przestrzeni; puchlina ta niknie szybko, by ukazać się znowu w innym miejscu. Mniejszą nieco wrażliwość okazuje narząd kurczliwy u lina i u „złotej rybki“. Przytoczone objawy wrażliwości wskazują na bardzo silne unerwienie tego narządu.

Budowa narządu kurczliwego.

Podobnie jak cała jama gębowa, narząd kurczliwy pokryty jest błoną śluzową. Nabłonek jest wielowarstwowy płaski, gruby, ułożony w fałdy nieregularne i posiada rozsiane w nim gruszkowate narządy zmysłowe. U piskorza nabłonek nie jest tak silnie pofałdowany, jak u ryb karpiowatych. W fałdach nabłonka, rzadziej na jego powierzchni a także wewnątrz niego znajdują się liczne komórki śluzowe, wydzielające śluz, o którym wspomina Milne Edwards (1860). Komórki te skupiają się niekiedy we większej ilości koło dna fałdów nabłonka tworząc jakby gruczoł, którego przewodem jest światło pomiędzy dwoma poszczególnymi fałdami.

Jak to już na wstępie zaznaczyłem, Rathke i Cuvier uważają narząd kurczliwy za gruczoł (Mundspeicheldrüse), Milne Edwards zaś twierdzi, że w narządzie kurczliwym znajdują się przestwory, które mogą być uważane za gruczoły ślinowe; brak rysunku, jak też niedokładny opis powodują trudność w identyfikowaniu tych tworów. Nie wiadomo, czy autor ten uważa za gruczoły skupienia komórek śluzowych, o których już wyżej wspomniałem,

czy też ma na myśli co innego. W jednym wypadku znalazłem u karpia około 15 *cm* długiego wyraźny twór gruczołowy, umieszczony w warstwie nabłonkowej i tuż pod nią w narządzie kurczliwym. Jest to gruczoł śluzowy o kilku ujściach, zawierający śluz w dużej ilości. Budowa jego nasuwa przypuszczenie, że powstał on przez wpuklenie się nabłonka i zawinięcie się jego części bocznych nad częścią wpukloną, przez co utworzyła się przestrzeń zamknięta, mająca jednak ujście przez nabłonek. Okoliczność, że w jednym tylko wypadku zauważyłem podobne stosunki w nabłonku, skłoniła mnie do przypuszczenia, że jest to twór patologiczny, którego przyczyny powstania jednak nie mogłem stwierdzić. Nie wydaje mi się, by twór ten powstał wskutek rozwoju cysty jakiegoś płazińca, gdyż cysty takie spotykałem kilkakrotnie w narządach u różnych gatunków ryb; nie przedstawiały one tworu gruczołowego i były zazwyczaj otoczone tkanką łączną, czego tu nie można było zauważyć.

Możliwym też jest, choć mało może prawdopodobnym, że obecność gruczołu tego zależy od pory roku (pora godowa — okaz był w czerwcu zabity). Jest to tylko przypuszczenie, gdyż nie mogę wypowiedzieć twierdzenia opartego tylko na jednym wypadku.

Nie wydaje mi się, by Milne Edwards mówiąc o gruczołach ślinowych miał na myśli twór wyżej opisany.

Warstwa tkanki łącznej leżącej pod nabłonkiem jest według Zandera (1903) tkanką włóknistą zbitą. Autor ten nie wspomina nic o rodzaju włókien w tkance tej występujących. Bez zastosowania specjalnych metod barwienia nie mogłem ujawnić szczegółów budowy tej tkanki; widać było tylko substancję zbitą niejednorodną z rozszaniami w niej jądrami, w której zrzadka trafiały się małe pęczki mięśni prążkowanych. Dopiero gdy do barwienia użyłem płynów van Giesona i Weigerta, uzyskałem pozytywne rezultaty co do rodzaju włókien. W preparatach temi metodami barwionych wyraźnie wystąpiły w tkance łącznej włókna łącznotkankowe, względnie sprężyste, w postaci delikatnej siatki nierównomiernie rozmieszczonej. Największe skupienia włókien znajdują się w wypustkach tkanki łącznej, wnikających do nabłonka ku podstawie gruszkowatych narządów zmysłowych.

Warstwa tkanki łącznej zbitej rozciąga się na całej powierzchni narządu kurczliwego pod nabłonkiem, grubość jej jednak nie jest jednostajna; najgrubszą jest ona w części przedniej narządu,

ciemiej jednak w miarę posuwania się ku jego tyłowi. Przez warstwę tkanki łącznej przenikają nerwy dochodzące do narządów zmysłowych, mieszczących się w nabłonku.

Pod warstwą tkanki łącznej znajdują się mięśnie prążkowane oraz między nimi leżąca tkanka łączna luźna wraz z małą ilością włókien sprężystych. Mięśnie prążkowane przenikają całą tę warstwę narządu w różnych kierunkach, przyczem skupienie ich nie jest równomierne, a intensywność umięśnienia zależna jest od części narządu. I tak w części tylnej, przylegającej do płytki trącej oraz w częściach bocznych narządu można zauważyć powierzchowną warstwę mięśni o przebiegu podłużnym, która ku przodowi i środkowi narządu niknie. U „złotej rybki“ zauważyć można pęk włókien mięsnych biegnących od tylnej części podstawy narządu ku przodowi i rozprzestrzeniających się w nim wachlarzowato; także i od boków widać na przekrojach poprzecznych wnikające do narządu pęczki włókien mięsnych o podobnym przebiegu.

Od przodu narządu natrafiamy na dwa silne mięśnie poprzeczne, jeden bliżej nabłonka leżący, drugi nieco głębiej. Oba te mięśnie leżą prawie zupełnie odosobnione w tkance łącznej luźnej, w której zrzadka spotyka się włókienka mięsne.

Poza temi niżej wymienionemi pasmami włókien mięsnych całą tę warstwę przebiegają pęczki mięśni krzyżujących się w rozmaitych kierunkach bez widocznego porządku, tak, że na skrawkach prowadzonych w jakiegokolwiek płaszczyźnie otrzymuje się obrazy mięśni przeciętych poprzecznie, podłużnie i skośnie. Tkanka łączna znajdująca się między pęczkami mięśni zawiera w bardzo małej ilości włókna sprężyste; tkanka ta, jak to już Leydig zauważył, u ryb karpiowatych przechodzi ku podstawie narządu w tkankę tłuszczową. Na przekrojach podłużnych przez narząd kurczliwy zauważyłem pewne zróżnicowania się tkanki łącznej w postaci pasm biegnących skośnie od podstawy ku powierzchni i od tyłu ku przodowi. Warstwa mięśni prążkowanych jest obficie unaczyniona i unerwiona; przechodzi ona ku podstawie w cienką warstewkę tkanki łącznej pozbawionej mięśni i włókien sprężystych, posiadającej charakter siateczkowaty.

W literaturze odnoszącej się do narządu kurczliwego nie mogłem znaleźć dokładnych danych co do układu naczyń krwionośnych tego organu. Wiadomem jest, że unaczynienie jest obfite (Leydig).

Z dostępnych mi prac nie mogłem wywnioskować, jakie naczynia wysyłają swe odnogi do narządu kurczliwego. W celu wyjaśnienia tego zagadnienia nastrzykiwałem masą cynobrowo-szelakową system tętniczy od *aorta abdominalis*; dla nastrzykania naczyń włoskowatych użyłem roztworu wodnego błękitu pruskiego i uzyskałem w ten sposób wyniki zupełnie zadawalające.

Naczynia tętnicze wnikające do boków narządu odgałęziają się od *vasa branchialia efferentia* i rozgałęziają się w sieć naczyń włoskowatych. Strzykając od *truncus arteriosus* błękitem pruskim uzyskałem obraz układu żylnego. Grubsze gałązki żyłne, uchodzące prawdopodobnie do *vasa branchialia afferentia*, tworzą w narządzie gęstą siatkę naczyń włoskowatych. Wogóle układ żylny nastrzykiwał się o wiele gorzej, niż układ tętniczy, dając obrazy niezupełne.

Grote, Vogt i Hofer (1911) opisują w górnej ścianie połyku u karpiovatych duże przestrzenie krwionośne: „Bei den Cypriniden sind hier auf der dorsalen Schlundwand sogar schwammige Polster entwickelt, die von grossen Bluträumen durchzogen“... Spostrzeżenia moje zupełnie nie potwierdzają tego, lecz przeciwnie wykazują, że w narządzie kurczliwym brak jest zupełny większych przestrzeni krwionośnych i że znajduje się tylko obfita siatka naczyń krwionośnych. Preparaty sporządzone ze skrawków tego narządu nie wykazały żadnych absolutnie przestrzeni krwionośnych, tak, że jest rzeczą wykluczoną, by się one, tak jak twierdzą wspomniani autorowie, w nim znajdowały.

Jak już wyżej wspomniałem, unerwienie narządu kurczliwego jest bardzo obfite. Od boków narządu wnikają do niego silne nerwy oddzielające się od odnóg *n. glossopharyngeus*, idących do każdego z łuków skrzелowych (*rami prae- et posttrematici*)

Wkrótce po wniknięciu do narządu nerwy te rozgałęziają się bardzo silnie, tak, że śledzenie ich dalszego przebiegu jest utrudnione; silniejsze gałązki biegną ku przodowi narządu i tam się rozpadają na drobne włókna, przechodzące już częściowo poza obręb narządu kurczliwego. Drobne gałązki nerwowe tworzą gęstą siatkę pod nabłonkiem i następnie wnikają do narządów zmysłowych, nie tworząc prawdopodobnie wolnych zakończeń w samym nabłonku. Narządy zmysłowe u ryb karpiovatych umieszczone są w nabłonku w samych fałdach blisko siebie w liczbie 2—9 na każdym fałdzie. U piskorza narządy zmysłowe są rzadziej rozmieszczone i jest ich wogóle mniej. Ilość narządów zmysłowych

w nabłonku jest o wiele większa na samym narządzie kurezliwym niż w błonie śluzowej w przedniej części pyska.

Czynność narządu kurezliwego.

Zdanie Rathkego i Cuviera, że narząd kurezliwy jest gruczołem, nie może być uważane za słuszne, gdyż oprócz komórek śluzowych, znajdujących się również w nabłonku całej jamy gębowej, nie wykazuje on żadnych własności gruczołowych. Odosobniony wypadek, który powyżej opisałem, nie jest dostatecznie wyjaśniony i nie może stanowić podstawy do wyciągania ogólniejszych wniosków.

Jak wyżej wspomniałem, nie można również tego narządu uważać wyłącznie za narząd smakowy. Rozbieżne zapatrywania różnych autorów co do tego narządu można moim zdaniem w znacznej mierze pogodzić przyjmując, że narząd ten spełnia funkcje pomocnicze przy połykaniu (Davaine, Leydig), jest zarazem czynny przy filtrowaniu wody (Zander) i jest on po części narządem smaku (Zander), wreszcie wydziela śluz, nie stanowiąc jednak zupełnie odrębnego gruczołu.

Co do funkcji pomocniczej przy przelykaniu, to sądzę na podstawie moich spostrzeżeń, że nie ulega ona wątpliwości. Celem stwierdzenia tej funkcji wykonałem następujące doświadczenie: po odcięciu głowy i usunięciu szczęki dolnej drażniłem narząd za pomocą szpilki lub pensety; jeżeli podrażnienie było silniejsze, a zwłaszcza nastąpiło w przedniej części narządu, to wywoływało ono wyraźne objawy przelykania, widoczne na wargach i na pysku oraz w ruchu mięśni poprzecznych na przodzie narządu umieszczonych. Mięśnie te naprężyły się i powodowały wzniesienie się przedniej części powierzchni narządu oraz pobudzały powierzchnię narządu do wykonywania pewnego rodzaju ruchu falistego od przodu ku tyłowi. Z tego wnioskuje, że funkcje narządu kurezliwego mogą być czworakie: jako narządu częściowo smakowego, narządu czynnego przy filtrowaniu wody, narządu przelykowego, oraz narządu wydzielającego śluz.

Memu Profesorowi JWP. Dr. Henrykowi Hoyerowi składam na tem miejscu najserdeczniejsze podziękowanie za pomoc w pracy oraz za udzielenie mi cennych wskazówek.

Z Zakładu Anatomji porównawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Literatura.

- Cuvier. Leçons d'anatomie comparée T. IV., Paris 1835.
- Davaine. Comptes rend. de la Soc. de Biologie, 1850.
- Gegenbaur. Vergl. Anatomie der Wirbeltiere. III Bd. 1901.
- Grote, Vogt und Hofer. Die Süßwasserfische von Mittel-Europa. Leipzig 1911.
- Günther. Handb. der Ichthyologie. Wien 1886.
- Heinicke. Untersuchungen über die Zähne der niederen Wirbeltiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 23. 1873.
- Hämpel. Hiltzheimers Handb. der Biologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1912.
- Leydig. Einige histologische Beobachtungen über d. Schlammpeizger (*Cobitis fossilis*). Arch. f. Anat. u. Physiol. 1853.
- Milne Edwards. Leçons sur la Physiolog. et Anat. comparée de l'homme et des Animaux, T. VI. Paris 1869.
- Oppel. Lehrb. der Vergleichenden Mikroskopischen Anatomie d. Wirbeltiere, III Teil, Jena 1900.
- Rathke. Über den Darmkanal und die Zeugungsorgane der Fische. Neueste Schriften der Naturf. Gesell. in Danzig Bd. I Heft 3, Halle 1824.
- Schulze. Über die Bäckerförmigen Organe der Fische. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 12. 1863.
- Susta. Die Ernährung d. Karpfens und seiner Teichgenossen. Stettin 1888.
- Zander. Studien über das Kiemenfilter der Süßwasserfische. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 75. 1903.
- Das Kiemenfilter der Teleostier. *ibid.* Bd. 84. 1906.
-

TREŚĆ.

	Str.
Tadeusz Rogalski: Rozwój i budowa przegrody przeźroczystej i jej jamka (<i>septum pellucidum et cavum septi pellucidi</i>) w mózgu człowieka . . .	1— 32
Jan Wilczyński: Nowy gatunek wirka lądowego ze środkowej Afryki <i>Amblyplana tetractadea n. sp.</i>	33— 70
F. Rogiziński i T. Rysiakiewicz: O wydalaniu kreatyniny w moczu przez zwierzę przeżuwające	71— 87
Jadwiga Wołoszyńska: Nowy gatunek okrzemki <i>Centronella Rostafiński</i> <i>n. sp.</i> oraz spis roślin planktonowych z jezior: Firlejowskiego i Kunowskiego	89— 92
Stefan Jentys: O alkalicznych wydzielinach nasion i ich znaczeniu . . .	93—137
Leopold Zaleski: Badania nad pobieraniem azotu z soli amonowych i azotanów przez wyższe rośliny	139—238
T. Marchlewski i S. Skowron: Przyczynek do histologii gruczołu tarczowego (<i>glandula thyreoides</i>)	239—246
J. Fudakowski: Budowa narządu kurczliwego w tylnej części sklepienia jamy gębowej ryb kostnoszkieletowych	247—255

Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego Polskiej Akademji Umiejętności. Serja III. Tom 21. Dział B. (Ogólnego zbioru tom 61 B).

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