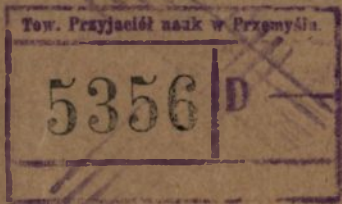


Widok publiczny
Uprasza się nie pisać i nie niszczyć

Wroblewski Kazi.

Granice pomiędzy
systemem roślinnym
& mineralnym



VI 34.
KSIĄŻKI DLA WSZYSTKICH

Własność publiczna!

Uprasza się nie pisać i nie niszczyć.

O ŻYCIU I BUDOWIE ROŚLINY

SZKIC POPULARNY

według nowego wydania

Dr. A. Bernsteina

opracowała

M. Arctówna.

~~Biblioteka uniwersyteckiego ludowego
im. A. Mickiewicza w Przemysku.~~

~~L 2301~~

WARSZAWA
NAKŁADEM I DRUKIEM M. ARCTA

—
1905

T
A-20053



1000173280

Дозволено Цензурою.
Варшава, 4 Января 1905 года.

100
BIBLIOTEKA
UMCS
LUBLIN

K. 1160/56/3141

Własność publiczna!

Prosi się nie pisać i nie niszczyć.

~~Biblioteka uniwersytecka ludowa
im. A. Mickiewicza w Przemyślu~~

Na czem polega życie.

Wszystko, co powstaje i rodzi się z istot podobnych, co w czasie swego istnienia żywi się obcemi ciałami i przez nie rośnie, co pobrane materje zużywa i wydziela, co wydaje istoty podobne do siebie, wszystko jednym słowem, co się rodzi, rośnie i umiera — nazywamy *istotami żyjącemi*.

Roślina więc żyje, gdyż rodzi się i rośnie, pochłaniając obce ciała z ziemi i powietrza, w niej również odbywa się wymiana materji, i z siebie wydziela ona niepotrzebne jej substancje. Roślina żyje, gdyż doszedłszy do zupełnego rozwoju, wydaje nasiona, z których następnie powstaje nowa roślina. Wreszcie, roślina umiera, a więc i to jest dowodem jej życia.

Objawami życia są zatem: powstanie cz. narodzenie, żywienie, wymiana materji, wzrost, rozmnażanie i śmierć.

Wszystkie te objawy znajdujemy u roślin, zwierząt i ludzi, ale w życiu zwierząt spotykamy jeszcze pewne objawy specjalne, nie znane nam u roślin. Zwierzę bowiem, stojące na wyższym stopniu rozwoju, czuje, reaguje na podrażnienia, posiada zmysły, patrzy, słyszy, wydaje głos, może zmieniać dowolnie miejsce, myśli, ma świadomość swego istnienia i odczuwa świat otaczający.

Rośliny, nawet najwyżej stojące w swym rozwoju, właściwości tych nie przedstawiają; wiemy np., że roślina potrzebuje pożywienia, ale nie wiemy, czy czuje głód, nie wiemy nic o jej życiu duchowem, podczas gdy u zwierząt wyższych, życie to objawia się w sposób najrozmaitszy. Zwierzęta posiadają przede wszystkim nerwy i mózg, siedliśko świadomości, u roślin zaś takich narządów nie znamy.

W celu lepszego zrozumienia istoty

życia — zapoznamy się tu bliżej ze sposobem życia roślin i zwierząt.

Książeczka niniejsza obejmować będzie życie i budowę rośliny—inna opowie o zwierzętach. Analogja sama nasunie się po przeczytaniu jednej i drugiej.

Zanim jednak rozpatrywać będziemy życie istot, rzucimy jeszcze okiem na całą naturę, zwaną przyrodą. Badając związek życia ziemi z życiem rośliny, zwierząt i człowieka — nasuwa nam się przedewszystkiem następująca uwaga: Materiał, z którego buduje się ciało rośliny i zwierzęcia, musi być ten sam, jaki tworzy kulę ziemską, gdyż istoty te żyją na ziemi i z niej czerpią pożywienie.

Zrobiwszy chemiczny rozbiór rośliny lub zwierzęcia, znajdziemy w nich rzeczywiście ciała, będące składnikami ziemi. Znajdziemy tam znaczne ilości tlenku, wodoru, azotu, węgla, pewne ilości siarki, fosforu, wapna, żelaza oraz inne ciała mniej pospolite.

Chemik, ważąc rośliny przed rozkładem a potem wszystkie ciała, które z niej otrzymał—widzi, że te ostatnie wa-

żą tyle, ile roślina przed doświadczeniem, i przekonywa się, że w żyjącej roślinie nie było nic więcej nad te ciała, które otrzymał.

Wszystkie te ciała, które w roślinie odkryto, znajdują się w skorupie ziemskiej i w powietrzu.

Istoty żywe należą więc również do ziemi, z niej powstały i do niej po śmierci powrócą.

Wprawdzie w ziemi znajduje się dużo ciał, których jeszcze w roślinach nie znaleziono, ale nie dowodzi to, iż w nich znajdować się nie mogą, gdyż badacze odkrywają ciągle w roślinach jakieś ciała nowe. W ten sposób zmniejsza się coraz bardziej ilość pierwiastków *) nie spotykanych w roślinach i zwierzętach,

*) Pierwiastkami nazywamy ciała proste, niezłożone, występujące w przyrodzie jako takie, np. tlen, azot, siarka, złoto i t. d. albo w połączeniach chemicznych t. j. połączone z sobą np. marmur (węgiel wapnia), ruda żelazna i t. p. Pierwiastków mamy dotychczas około 100. Wchodzą one w skład kuli ziemskiej, powietrza i wszystkich istot żywych.

a jeżeli obecnie nie wszystkie jeszcze pierwiastki, w ziemi będące, odnaleziono w roślinie, nie dowodzi to niczego, gdyż nie znamy roślin dawnych epok ziemi i nie wiemy również jakie jeszcze nowe gatunki powstać mogą i jakie pierwiastki one zawierać będą.

Spojrzymy jeszcze na innego rodzaju zjawisko: Ileż to części skorupy ziemskiej można zaliczyć do istot dawniej żyjących! Weźmy węgiel kamienny, kredę, wapień, ziemię krzemionkową i t.p. Wielkie wyspy powstają z raf koralowych, tworzą skały podwodne, o które rozbijają się okręty i życie ludzkie ginie, aby stać się materiałem budulcowym dla innych istot.

Na skałach wyrastają kosztem ich rośliny, powstają lasy, w których zwierzęta znajdują pożywienie. Zwierzęta, ludzie, rośliny umierają, stają się częścią ziemi i zaczątkiem nowego życia.

Słowem — martwe ciała przemieniają się na żywe, żywe zaś przechodzą w martwe.

Ścisły, nieprzerwalny związek, istnieje między żywym a martwym. Zdanie

„z prochu powstałeś i w proch się obrócisz” jest wyrazem tej wielkiej prawdy, która jest podstawą i zasadą istnienia przyrody ziemskiej. Słusznie jeden z badaczy powiedział, że to, co my dzisiaj nazywamy martwem, jest tylko szczątkiem dawno wygasłego życia i zaczątkiem nowego.

Spytajmy jednak, jak powstaje życie? Nauka na to odpowiedzieć nie potrafi. Znajduje się ona w dziedzinie przypuszczeń i do rozstrzygnięcia ich dąży, bacząc na każdą wskazówkę z życia przyrody zaczerpniętą. Wiemy więc, że ziemia nie jest martwą lecz światem pełnym życia. Składniki jej otrzymują czasowo życie, podtrzymywane przez nią samą.

Czyż są jednak siły, wystarczające do stworzenia rośliny, jeśli jej przedtem nie było na świecie, do stworzenia istoty żywej bezpośrednio z ciał martwych? Czy może powstać roślina lub zwierzę, nie będąc w zaczątku wydane przez inne istoty?

Wszak wiemy, że roślina może tylko powstać z zarodka, który poprzednio stanowił część istoty macierzystej. Po-

dobnież i zwierzęta. Jednakże spostrzeżenia nasze w tej dziedzinie nie wykluczają możliwości, iż ziemia kiedyś w pierwotnej epoce rozwoju miała zdolności wytworzenia tych pierwszych zarodków.

Przekonamy się poniżej, że rośliny mają zdolność tworzenia własnego ciała z substancji martwych (kwasu węglanego, wody i różnych soli). Substancje te stanowią pożywienie rośliny, materiał budowlany, z którego one swe ciało budują; rośliny zaś są pożywieniem zwierząt — ciało zwierząt jest więc właściwie tylko przemienioną rośliną.

Widzimy więc pewne stopniowanie w życiu. Jako pierwszy stopień możnaby uważać związki chemiczne, które roślina pobiera i które, w niej niejako pobudzone do życia, stanowią podstawę życia roślin i zwierząt, a w końcu człowieka.

K o m ó r k a.

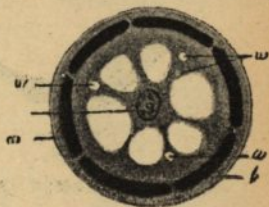
Dla lepszego zrozumienia ogólnych pojęć o życiu i przemianie materji w organizmie, o czem mowa będzie w na-

stępnych rozdziałach, należy zastanowić się nad budową wewnętrzną rośliny i nad podstawowymi objawami jej życia.

Badania nad budową rośliny mogły być prowadzone dopiero wtedy, gdy zostały wynalezione szkła powiększające i ulepszony mikroskop. Dopiero wtedy można było rozpatrywać misterną tkankę rośliny i przekonano się, że wszystkie rośliny, bez wyjątku — czy to dąb okazały, czy mech nikły, czy pleśń, czy drobniutkie zielone roślinki, które w postaci nalotu pokrywają wilgotne miejsca — wszystkie, jednym słowem, mają wspólne cechy. — Cechą tą jest przede wszystkim *komórka*; z jednej lub wielu komórek składają się wszystkie rośliny.

C'o to jest komórka? Rysunek załączony (rys. 1) przedstawia typową komórkę roślinną — jest to *pień w o t e k*, wodorost, złożony z jednej tylko komórki. Ten twór kulisty złożony jest z *blonki* (*b*), galaretowatej, półpłynnej masy zw. *plazmą* cz. *zarodzią*, w środku samym zawiera zgęszczoną bryłkę plazmy zwaną *jądrem* (*j*), cała komórka zaś wypełniona jest płynem zw. *sokiem ko-*

mórkowym. Oprócz tego widać w komórce zielone ziarenka tak zw. *ciałka zieleni* (c). Typowe komórki są kuliste, mogą być jednak kształtu rozmaitego jak np. komórka wodorostu *Closterium* (rys. 2), ma kształt pół-



Rys. 1. Komórka pierwotka (silnie powiększ.).

księżyca, komórka pleśni lub *Woszerji* (rys. 3), jest wydłużona w nitkę albo wreszcie mogą być tafelkowate jak np. okrzemki (rys. 4). Rozpatrując pod mikroskopem nitkę zieloną wodorostu, zapełniającego nasze stawy, np. *Gałęzatkę* (rys. 4), lub *Skrętnicy* (rys. 6) widzimy szereg komórek wydłużonych kształtu walcowego,

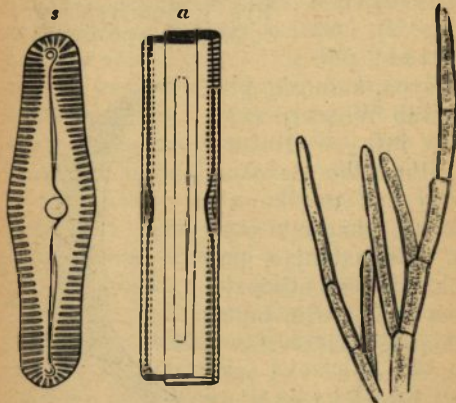


Rys. 2. *Closterium* (sil. pow.).

w których odróżniamy wszystkie części
wyżej wymienione. Jest to już roślina
wielokomórkowa.



Rys. 3. Woszerja (powiększona).



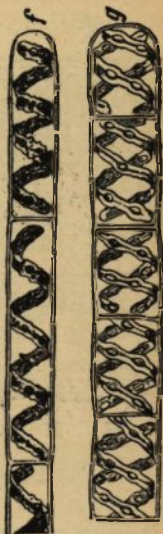
Rys. 3. Okrzemka wi-
dziana z góry (S) i
z boku (a) — (powi-
ękn.).

Rys. 4. Gałęzka
(powi-
ękn.).

Jeśli spojrzymy przez mikroskop na listek mchu, lub cienki skrawek liścia hjacyncu, róży, brzozy, koniczyny i t. p. (rys. 7) zobaczymy, że składa się także z komórek ułożonych w większej ilości obok siebie, kształt ich jednak jest różny.

W roślinach wyższych t. j. mających korzenie, łodygę i liście, kształt komórek bywa rozmaity w różnych narządach—różne też jest ich przeznaczenie, o czem mowa będzie w dalszym ciągu. W zarodku jednak każdej rośliny komórki są wszystkie jednakowe — dopiero w miarę wzrostu zmieniają się.

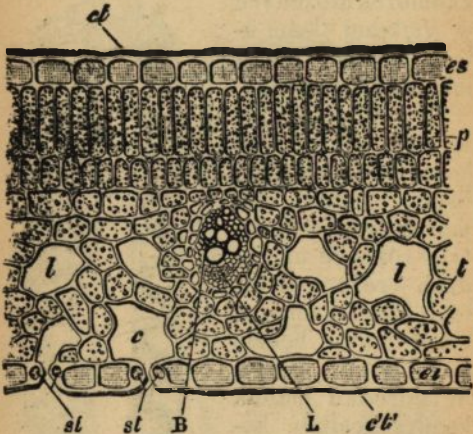
Komórka żyje, odżywia się, oddycha, rośnie,



Rys. 6. Kawałki nitki Skrętnicy — silnie powiększ.

rozmnaża się i umiera. Zastanówmy się obecnie, *jak więc ona żyje?*

W tym celu przyjrzyjmy się roślinie jednokomórkowej, np. pierwotkowi



Rys. 7. Skrawek liścia koniczyny silnie powiększony.

żyjącemu w wodzie. Pierwotek czerpie pożywienie z wody, otaczającej go, w której rozpuszczone są różne sole: roztwór wody przenika przez błonę do wnętrza.

trza komórki i tutaj zostaje przerobiony na cząstki komórki. Dzieje się to w ciałkach zieleni.

Części komórki są to związki organiczne zawierające w sobie zawsze węgiel; ciała zaś, które komórka dostaje z otoczenia, są to ciała mineralne, węgla nie zawierające. Ażeby więc mogła komórka wytworzyć związki węglowe, musi ten węgiel otrzymać. Dostaje go z powietrza w postaci dwutlenku węgla, zwanego pospolicie kwasem węglanym. Jest to związek węgla z tlenem i znajduje się w powietrzu w postaci gazu. Gaz ten wnika przez błonkę do komórki, do ciałek zieleni i tutaj zostaje pod wpływem światła (w ciemności nie ma to miejsca) rozdzielony na węgiel i tlen. Tlen wychodzi z komórki na zewnątrz, a węgiel pozostaje w niej i łączy się z wodą, tworząc nowe ciało, będące już cząstką organiczną komórki.

Odżywianie komórki roślinnej jest więc bardzo proste: potrzeba jej wody—nieco pewnych soli mineralnych w wodzie rozpuszczonych, kwasu węglanego i światła. Głównymi częściami komórki,

w której to przerabianie pokarmów się odbywa, są ciała zieleni.

Przenikanie przez błonę jest zjawiskiem fizycznym. Żeby to zrozumieć zwróćmy się do doświadczenia fizycznego. Jeżeli do naczynia z wodą włożymy pęcherz zwierzęcy wypełniony stężonym roztworem cukru i zwiążemy go tak mocno, iż przez to miejsce woda przeniknąć nie zdoła — zobaczymy po chwili, że pęcherz rozszerza się, a roztwór wewnątrz rozrzedza się — pochodzi to stąd, że woda przenika przez błonę do środka; natomiast woda w naczyniu nabrała smaku słodkiego, gdyż roztwór z wnętrza przeszedł na zewnątrz.

Nastąpiło więc obustronne przenikanie przez błony, tylko że woda czystsza łatwiej przenika niż płyny gęste. Zjawisko to nazywamy *osmozą*, przenikanie ze środka na zewnątrz nazywamy *exosmozą*, a odwrotnie — *endosmozą*. Podobne zjawisko odbywa się w komórce roślinnej.

Komórka bowiem jest otoczona błoną, która przepuszcza wodę z roztworem mineralnym, lecz błona ta jest tak

ści
kor

kor

z w

wię

roś

z o

do

dni

sok

cej

]

inn

rdz

na

żyj

v

dzy

mó

szy

wsz

nie

da

kie

wsz

c

ściśła — że nie przepuszcza gęstego soku komórkowego na zewnątrz.

Komórka ta, o ile roślina jest jednokomórkowa — styka się całą powierzchnią z wodą, w której żyje — woda przenika więc do środka z łatwością. O ile zaś roślina jest wielokomórkową, stykają się z otoczeniem tylko komórki zewnętrzne, do nich więc przenika woda bezpośrednio, do wewnętrznych zaś przenika sok z komórki do komórki sąsiadującej.

Podobnie i rośliny pasorzytujące na innych jak np. sporysz na życie, śniedź, rdza, pleśnie i t. p. czerpią pożywienie na zasadzie osmozy, z rośliny na której żyją.

W sposobie odżywiania jest pomiędzy rośliną jednokomórkową a wielokomórkową ta różnica, że u roślin wyższych jest pewien podział pracy: nie wszystkie komórki stykają się z otoczeniem, nie do wszystkich przyływa woda bezpośrednio, również nie wszystkie części rośliny są zielone, t. j. nie we wszystkich komórkach są ciała zieleni,

dla tego też tylko w pewnych częściach rośliny może się odbywać przyswajanie i przerabianie pożywienia. Ma to miejsce, jak wiemy, w nadziemnych częściach—wystawionych na światło.

Oddychanie odbywa się w całej komórce, każda jej cząstka pobiera z powietrza tlen a wydziela kwas węglany, będący produktem powstającym przy oddychaniu *). Oddychanie roślin jest więc takie same jak oddychanie zwierząt. Przy oddychaniu wytwarza się ciepło, którego ilości jednak są tak nieznaczne, że można je wyczuć tylko w większej ilości tkanki roślinnej, np. w znacznej ilości jęczmienia kielkującego, zebranego w naczyniu, w kwiatostanie obrazkowca i t. p.

W najmniejszych nawet komórkach możemy zauważyć powiększenie

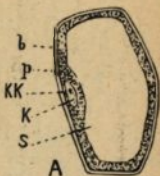
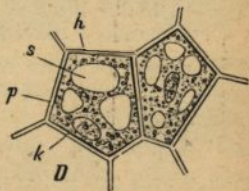
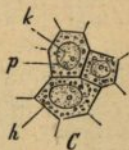
*) Należy pamiętać, że oddychanie jest procesem odwrotnym od przyswajania. Oddychanie odbywa się ciągle w dzień i w nocy; — przyswajanie, polegające na pobieraniu kwasu węglanego a wydzieleniu tlenu, odbywa się tylko na świetle w zielonych częściach komórki.

objętości (rys. 8), w którym biorą udział wszystkie jej cząstki. Na pierwszy rzut oka wydaje to się nam zjawiskiem bardzo

prostem: pożywienie wsiąka w komórkę i, wypełniając ją, rozciąga błonę. Gdyby jednak wzrost polegał tylko na rozciągliwości błony — powinna być coraz cieńszą. Lecz

dzieje się przeciwnie: ona grubieje lub pozostaje tej samej grubości. Wnosimy stąd, że tutaj niema miejsca jedynie rozciągnięcie błony, ale tworzą się nowe warstwy jej, które powstają z wnikających do komórek pokarmów.

Jednemu z badaczy

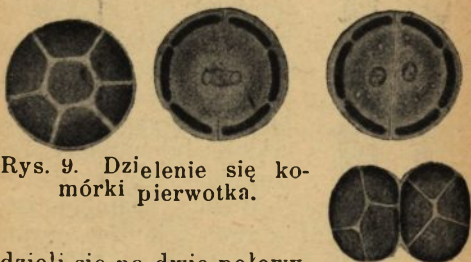


Rys. 8. Komórki w różnym wieku: *b, h*—błona, *p*—plazma, *k*—jądro, *s* — sok komórkowy.

M. Traubemu, udało się zrobić komórkę sztuczną. W tym celu kroplę kleju na sztabce szklanej zanurzył w roztwór garbnika. W miejscu zetknięcia tych 2 substancji powstała błonka nierozpuszczalna, tak że cała kropla kleju otoczona była błonką; pozostawiwszy kroplę tę w garbniku, zauważył on narastanie błony. Dzieje się to wskutek tego, że przez pory błony przenika woda z roztworu, i rozciągając błonkę, pory te rozszerza tak, że przez nie mogą przejść cząsteczki garbnika i kleju — które spotykają się, tworzą znowu błonkę i wypełniają miejsce rozciągnięte przez wodę. Komórka sztuczna nie daje nam wytlómaczenia wzrostu komórki żywej, lecz tylko jej obraz.

W komórce żywej następuje podobne zjawisko; pożywienie przenika do środka, do plazmy i tutaj zostaje przerobione na cząstki plazmy i na cząstki błony, które wnikają w ścianki komórki, powiększając jej grubość. Jest jednak ta różnica, że komórka żywa nie rośnie nieograniczenie, lecz doszedłszy do pewnych rozmiarów, rosnąć przestaje, a za-

chodzą w niej inne zmiany, mianowicie: rozdziela się na dwie komórki. Podział następuje w ten sposób jak przedstawia rys. 9. Jestto dzielący się pierwotek; widzimy w nim, że jądro



Rys. 9. Dzielenie się komórki pierwotka.

dzieli się na dwie połowy, plazma przewęża się w środku komórki i jednocześnie powstaje nowa błonka, rozdzielająca te dwie komórki, które oddzielają się od siebie i mogą żyć osobno, odżywiają się, rosną i znów się dzielą i t. d.

U roślin wielokomórkowych wzrost komórek i podział ich odbywa się tak samo jak w jednokomórkowych, z tą różnicą, że komórki, dzieląc się, pozostają przy sobie, a wzrost ich jest ograniczo-



Rys. 10.
Włókno—A,
Cewka—B.

ny. Wskutek zróżniczkowywania się komórek, nie wszystkie dzielą się nieograniczenie, lecz przekształcając się np. w rurki nacyniowe, włókno lub cewki (rys. 10) o ściankach zgrubiałych tracą zdolność do podziału i wzrostu i pozostają w takim martwym stanie jako szkielet lub narządy przewodzące wodę.

Wiemy, że wogóle istota żywa żyje czas ograniczony śmiercią. Czy więc i komórka roślinna *umiera*?

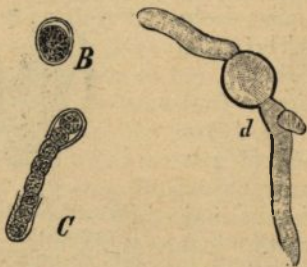
Komórka typowa sama z przyczyn niezależnych od otoczenia nie umiera—lecz ciągle się dzieli, sama nie ginie, lecz oddaje swoje życie dwóm komórkom pochodnym.—Każda z nich staje się macierzystą dla nowych dwóch pochodnych i t. d. Śmierć

zaś może nastąpić tylko wskutek złych warunków np. braku pożywienia, powietrza i t. p.

Kiełkowanie nasienia.

Mówiąc o wzroście, nasuwa się także na myśl zjawisko kiełkowania zarodnika lub nasienia.

Zarodnik kiełkuje w bardzo prosty sposób. Zarodnik jestto jedna komór-



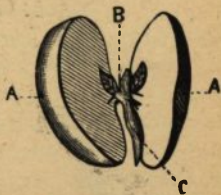
Rys. 11. Zarodnik kiełkujący:
B, C—wodorostu, d—grzyba.

ka (rys. 11) otoczona błoną zgrubiałą. Wydają go, w celu rozmnażania się, ta-

kie rośliny jak: wodorosty, grzyby, mchy, paprocie, skrzypy, widłaki *). Zarodnik, znalazłszy się w odpowiednich warunkach — wilgoci i ciepła — kiełkuje t. j. komórka traci błonkę zewnętrzną i pozostaje w postaci kulki jak np. u pierwotka, lub wydłuża się, dzieli i w dalszym ciągu powstaje roślinka taka, od jakiej pochodził zarodnik.

Nasienie (wydawane w celu rozmnażania przez rośliny kwiatowe) nie jest jedną komórką lecz składa się z wielu komórek leżących obok siebie.

Nasienie (rys. 12, 13, 14, 15) otoczone jest grubą osłonką zwaną *skórką*, a najważniejszą jego częścią jest *zarodek*.



Rys. 12. Nasienie fasoli przecięte: *A*—liścienie, *B*—pączuszek, *C*—korzonek.

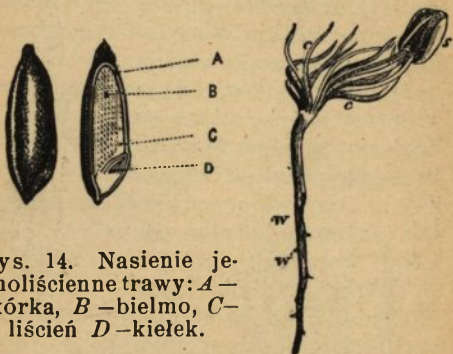
*) W szczególności rozmnażania się roślin nie wchodzimy tutaj — będzie to bowiem przedmiotem innej książeczki.

Zarodek (rys. 12) składa się z korzonka (*C*), łodyżki (*B*) i pierwszych liści zwanych liścieniami (*A*). Z zarodkiem można zapoznać się w nasieniu fasoli, namoczywszy je poprzednio nieco w wodzie: zdjawszy skórkę z takiego nasienia, widzimy 2 połówki, będące właśnie liścieniami, ukrywającymi kiełek, złożony z łodyżki, pączka i korzonka zgiętego. Podobnie wygląda każde nasienie tylko w niektórych liścienie są cienkie i otoczone są bielmem t. j. masą pożywną. Nie u wszystkich roślin nasiona mają dwa liścienie; u traw np. (rys. 14) jest tylko jeden liścień otoczony bielmem, u sosny wiele liścieni (rys. 15). Zależnie od ilości liścieni w nasieniu, dzielimy rośliny na wielodwu i jednoliścienne. Do wieloli-



Rys. 13. Kiełkujące nasienie grochu: *c* — nasienie, *a* — korzenie, *b* — łodyżka, *d* — pączek i liście.

ściennych należą rośliny iglaste; do dwuliściennych należą takie jak dąb, róża, jaskier i t. p.; do jednoliściennych trawy, lilje i t. p.



Rys. 14. Nasienie jednoliścienne trawy: *A* — skórka, *B* — bielmo, *C* — liścień *D* — kielek.

Nasienie kiełkuje wtedy, gdy znajdzie na podłożu wodę i ciepło. Widzimy wtenczas takie zjawisko: nasienie pęcznieje i mięknie, a cała jego zawartość pożywna staje się rozpuszczalną; tak np. mąka w nasieniu żyta lub grochu zamienia się

Rys. 15. Nasienie kiełkujące wieloliścieniowe (sosny); *w* — korzeń, *c* — liścienie, *s* — skórka nasienia.

w cukier *), który rozpuszcza się w wodzie i przenika przez ścianki komórek. Zarodek zaczyna wtedy rosnać szybko, wysuwa się z nasienia — korzonkiem ku dołowi a łodyżką ku górze, dalej łodyżka pokrywa się liśćmi i rośnie podobnie jak roślina, która wydała te nasiona.

Kielkujący zarodek żywi się pożywieniem, zawartem w liścieniach lub w bielmie. Z tego pokarmu i wody korzysta młoda roślina tak długo, dopóki nie pokryje się zielonemi liśćmi, wtedy zaś żywi się pokarmem pobranym z ziemi i z powietrza.

Pokarm ten musi dojść do wszystkich części rośliny. Zastanówmy się więc, w jaki sposób dostaje się on do wierzchołka odległego nieraz na kilkanaście, a nawet na kilkadziesiąt metrów od korzeni, któremi właśnie woda przechodzi z ziemi.

Sprawa ta oddawna zajmowała botaników i różnie ją sobie tłumaczono:

*) Zjawiska takie nazywamy zjawiskami chemicznymi.

przypuszczano, że woda podnosi się w roślinie na zasadzie włoskowatości jak nafta w knocie, inni utrzymywali, że jakaś siła życiowa ssąca tkwi w roślinie i ssie wodę z ziemi.

Najnowsze badania pozwalają w bardziej prawdopodobny sposób zjawisko to wyjaśnić. Odrzuca się wszelkie siły cudowne, wprowadzając wyjaśnienie zdobyte doświadczeniem.

Przypomnijmy sobie wnikanie pokarmów w jednokomórkowej roślinie na zasadzie osmozy, a spostrzeżemy tutaj to samo zjawisko. Woda t. j. roztwory pożywne przenikają przez ściankę do komórki, sąsiadującej z otoczeniem, a więc w korzeniu do *włośników* (rys. 16) t. j. cienkich włosków znajdujących się na korzeniu. Z tych włosników i wogóle z komórek zetkniętych z pożywieniem — przecho-

dzi ona do komórki sąsiedniej również na zasadzie osmozy, te komórki oddają

Rys. 16. Włośniki na korzeniu kielkującej gorczycy.



innym i t. d. aż wszystkie komórki w całej roślinie otrzymają ten pokarm; komórki zaś wystawione na zetknięcie z powietrzem oddają wodę na zewnątrz, t. j. wyparowują czyli wyziewają.

W komórce, z której woda wyparowała, sok komórkowy stał się gęstszy niż w komórkach głębiej leżących, dlatego też z nich przesiąka sok rzadszy, te zaś odciągają wodę z sąsiednich komórek i t. d. aż do korzeni, które dostają wodę z zewnątrz. Do korzenia zaś dopływa woda z otoczenia często nawet z bardzo dalekiego w miarę jak z bliższego wody ubywa.

Komórki zużywają ciągle ciała pożywne i wciąż wodę wyparowują w powietrze, jednocześnie nowa woda napływa do korzeni—odbywa się więc nieustanne krążenie soków, które podtrzymuje życie komórki, wywołując jej podział i wzrost, a rezultatem tego jest wzrost całej rośliny.

Zamiana ciał martwych na ciało rośliny.

W jaki sposób z pokarmów może powstać roślina— o tem nauka nie ma jasnego pojęcia. Jestto sprawa, rozstrzygnięcie której nie jest tak łatwe, gdyż należy poznać cały szereg zjawisk i sił, które się na życie składają. Zanim do tego dojdziemy, musimy zadowolnić się przedstawieniem procesu odżywiania w ogólnych zarysach i podaniem zjawisk już dokładnie poznanych.

Pożywienie rośliny składa się przede wszystkim z 3-ch części: w o d y, z soli w niej rozpuszczonych i z k w a s u w ę g l a n e g o. Wodę i sole bierze roślina z ziemi, kwas węglany z powietrza. Te ciała są znane. Woda jestto związek chemiczny dwóch gazów: tlenu i wodoru; kwas węglany jestto również związek chemiczny powstały z tlenu i węgla, a znajduje się jako gaz w powietrzu. Sole są to chemiczne związki, złożone z różnych pierwiastków. Dla rośliny są najważniejsze te sole, które zawierają w sobie pierwiastki, wchodzące w skład jej

ciała, t. j. te, które przede wszystkim zawierają azot, gdyż azot znajduje się w plazmie komórki, a plazma stanowi, jak wiemy, żywotne części rośliny.

Z innych ciał ważnemi są: fosfor i siarka, a dalej żelazo, wapno, potaż i kilka innych. Jeśli roślina przyjmuje te ciała, to żyje i rośnie, powstają nowe jej części.

Zbadawszy chemicznie sok komórkowy, znajdziemy w nim te same składniki, które były w ciałach, stanowiących pożywienie rośliny, ale tam są one w innych związkach, które zupełnie nie dają wyobrażenia o tem, w jakiej postaci istniały poprzednio.

Co mogło więc wpłynąć na tę zmianę? Należy zwrócić uwagę na to, że wszystkie ciała, które roślinie służą jako pożywienie, są z sobą również powiązane w związki chemiczne, przy pomocy siły chemicznej, która tkwi w każdym związku, tak w wodzie, jak w kwasie węglanym, jak w różnych solach będących w ziemi. Otrzymawszy sztucznie wodę z tlenu i wodoru, tłumaczmy sobie powstanie tego związku działa-

niem „siły przyciągania” pomiędzy temi pierwiastkami, t. j. tak zw. „powinowactwem chemicznem”.

Możnaby przypuścić, że podobna siła działa i przy tworzeniu się w plazmie żywej komórki nowych związków, które są tylko przeobrażeniami ciałami, pobranymi w pokarmach.

W czynności tej współdziała, jak to wyżej zaznaczyliśmy, żywa plazma ciałek zieleni, przy pomocy światła słonecznego. Dlaczego to jednak i jak się to dzieje—na to nauka może odpowiedzieć tylko przypuszczeniami.

Nie znajdujemy również wytłómaczenia, skąd to pochodzi, że te ciała pokarmowe są w stanie wytwarzać rośliny tak różnorodne. Tak np. komórki pszenicy pobierają prawie te same pokarmy, co komórki jabłoni, a jednak jak odmienne są te rośliny.

Możnaby przypuścić, że plazma komórek pszenicy inaczej niż komórek jabłka działa na złożenie się tych ciał pożywnych, że impuls danej komórki pociąga cząsteczki w takim a nie innym kierunku i te przyjmują postaci komó-

rek, w których się przeobrażały w związki organiczne. A przy tem zwróćmy uwagę na to, że rośliny pobierają z ziemi, oprócz podstawowych, dla wszystkich niezbędnych pokarmów jeszcze pewne pokarmy specjalne i w różnych ilościach, że posiadają niejako zdolność wyboru ich z otoczenia tych ciał i w ilościach takich, jakie im są potrzebne i że to jest właśnie przyczyną różnorodności tkanki roślinnych.

BIBLIOTEKA
UMCS
LUBLIN

Roślina jest więc tylko przetworem tych ciał, które pochłania, jest zatem przemienioną wodą, kwasem węglanym i solami. Ciała te są jednak martwe— i gdy je zmieszamy lub wytworzymy z nich sztucznie związki chemiczne, nie otrzymamy nic, co miałoby charakter żywej istoty. Tylko w roślinie mogą wytworzyć się związki zdolne do życia. W roślinie odbywa się to, czego dotychczas żadną sztuką nie jesteśmy w stanie wytworzyć: przeróbka nieorganicznego ciała na organiczne, martwego w żywe. W całym znaczeniu tego wyrazu—w roślinie tworzy się życie.

Jak się jednak ta praca odbywa? jaka siła zdolna jest wytworzyć produkt żywy?

Jeśli się odrzuci działanie jakichkolwiek sił nadprzyrodzonych, przypuściwszy, że przy tych procesach są czynne te same siły, które rządzą światem nieorganicznym, to można przyjąć powstanie życia z ciał martwych jako wynik działania sił przyrody.

Takie zapatrywanie przeczy dawnym wyobrażeniom o życiu i sile życiowej, stało się ono jednak niezbitem.

Jednakże, rozpatrując zamianę martwych ciał na organiczne, jako wynik sił naturalnych, musimy przyznać, że nauka nie jest jeszcze w stanie dać jasnego obrazu działania tych sił. Dla tego też oddawna kwestja ta jest przedmiotem badań, różnie też się na nią zapatrywano.

Bardzo powszechnem było przypuszczenie, i dzisiaj przez niektórych wznawiane, że tak w roślinie, jak w zwierzęciu istnieje jakaś siła specjalna zw. siłą życiową (*vis vitalis*) i ona to wywołuje wszystkie zjawiska życiowe (*witalizm*).

Obecnie jednak te siły życiowe nauka odrzuca, opierając się na ważnych podstawach doświadczalnych. Okazało się bowiem, że wiele zjawisk, które przypisywano sile życiowej, mają zupełnie inną przyczynę. Tak np. utrzymywano, że to właśnie siła życiowa podtrzymuje ciągle jednakową ciepłotę ciała, tak w zimie jak w lecie. Teraz wiadomo, że ciepłota ciała wytwarza się przy oddychaniu. Zanim poznano zjawisko osmozy, którą tłumaczy się obecnie przenikanie pokarmów do rośliny, przypisywano i tę czynność również sile życiowej. Oddychanie jest to zjawisko podobne do palenia się ciał organicznych, przyczem zostaje pochłaniany tlen a wydzielany kwas węglany. Palenie zaś i osmoza są to zjawiska znane również w świecie martwym.

Na tej zasadzie więc można się spodziewać, że wszystkie objawy życia roślin i zwierząt, dotychczas niewyjaśnione, będą mogły być zrozumiane bez pomocy „siły życiowej”, o ile tylko dobrze poznamy współdziałanie sił fizycznych i chemicznych.

Podział pracy w roślinie.

Wiadomo już z poprzednich rozdziałów, że roślina przyjmuje pożywienie nie tylko z ziemi lub z wody, ale i z powietrza; że potrzebuje do życia wilgoci, światła i ciepła, i że w ciągu jej życia odbywa się w niej ciągła wymiana materji: jedne ciała pochłania, a nieużyteczne wydziela.

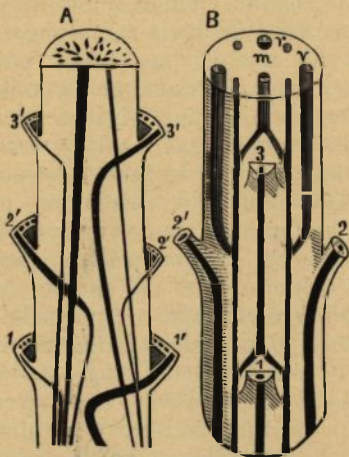
Gospodarstwo wewnętrzne u różnych roślin jest rozmaite. Wiemy już, że w jednokomórkowych organizmach cała praca odbywa się w jednej komórce. W roślinach zaś, w których tworzą się już skupienia komórek — jest pewien podział pracy; pewne komórki wykonywują inną pracę niż drugie, pracują na korzyść nie wyłącznie swoją, lecz całości. Rośliny takie mają grupy komórek ukształtowane w narządy, przeznaczone do różnych czynności.

Życie drzewa.

Życie roślinki jednokomórkowej można porównać do życia samotnego człowieka na wyspie pustynnej, podczas gdy życie organizowanej grupy komórek w drzewie — do życia wielkiego państwa. Pustelnik musi sam sobie stwarzać wszystko, co mu do życia jest potrzebne: sam sobie jest rolnikiem, piekarzem, kucharzem, budowniczym, krawcem, szewcem, lekarzem i t. p., wszystkim w jednej osobie. W społeczeństwie zorganizowanym tego nie potrzeba; tutaj każdy pełni jakąś jedną czynność, z której inni korzystać mogą. Jedni np. zajmują się uprawą roli, inni wyrobem chleba, płótna, butów, inni drukują książki i t. p., tak, że każdy człowiek, wydoskonaliwszy się tylko w swoim zawodzie, może żyć szczęśliwie, dając innym korzyść z siebie i korzystając z roboty innych specjalistów.

Dzieje się to samo w organizmie roślin wyższych. Komórki korzeni biorą pokarm z ziemi; ale nietylko dla siebie,

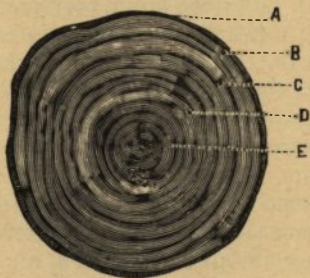
lecz i dla wszystkich komórek łodygi i liści. Spełniają więc czynność, z której



Rys. 17. Układ wiązek naczyniowych w łodydze jednoliściennej (A) i dwuliściennej (B) w podłużnym przecięciu. Numery oraz litery *r*, *v*, oznaczają wiązki.

korzystają komórki, do innej czynności przeznaczone.

Pożywienie rozchodzi się po komórkach łądygi, które przenoszą je do liści i rozprawdają przerobiony pokarm. Nie wszystkie jednak komórki łądygi spełniają tę samą czynność.



Rys. 18. Słoję drzewne.

Wiadomo, że łądyga składa się z kory, łąyka, drewna i rdzenia. W łąyku znajdują się rurki sitkowe t. j. rurki z przegródkami sitkowymi, które przenoszą przerobiony pokarm z liści po całej roślinie. W drewnie zaś są rurki puste, zwane naczyniami, któremi woda z ziemi przedostaje się do liści. W łądygach roślin jednoliściennych

...cka uniwersytetu ludowego
... A. Mickiewicza w Przemyślu.

części sitkowe i naczyniowe rozrzucone są po całej łodydze (rys. 17) — w roślinach dwuliściennych łyko i drewno tworzą pierścienie — łyko zewnętrzny, drewno wewnętrzny — przedzielone pierścieniem miazgi t. j. tkanki żywej, w której co rok powstaje nowy pierścień łyka i drewna; w ten sposób powstają tak zw. słoje (rys. 18), widzialne wyraźnie na poprzecznym przecięciu pnia. Słoje te są jaśniejsze na obwodowej części drewna, dlatego właśnie, że są młodsze i wypełnione obficie wodą. Słoje są poprzerywane pasami promienisto rozchodzącymi się od rdzenia, złożonymi z komórek zw. promieniami rdzenia.

Kto widział drzewa spróchniałe wewnątrz z t. zw. dziuplą, temu prawdopodobnie dziwnem się wydaje jak to drzewo żyć może, a zarazem przychodzi mu zapewne na myśl, że te wewnętrzne części nie mają znaczenia dla rośliny, że pokarm nie przechodzi tą drogą, tylko może przez zewnętrzną obwodową część łodygi. I tak jest rzeczywiście. Drzewo zginęłoby, jeśli by

się odcięło pierścień kory z leżącą pod nią warstwą łyka i młodą częścią drewna, gdyż głównie młoda część drewna przenosi wodę od korzeni. W takiej ścianie otaczającej dziuplę, znajduje się tkanka łyka i części młode drewna. Jeśli więc pozbawimy pień kory i łyka, pozostawiwszy drewno, zobaczymy, że drzewo to żyć będzie, gdyż soki z ziemi dopływają, a przy miejscu zranienia tworzy się nowe łyko i kora. Widać stąd, że komórki drewna pełnią tu czynność przenoszenia wody z korzeni.

Tak jak korzenie i łodyga mają swoją specjalną czynność, tak podobnie i liście spełniają pracę zupełnie odrębną, mają odmienne przeznaczenie. Roślina czerpie pożywienie korzeniami z ziemi, przyjmując ciała mineralne; jednocześnie zaś najgłówniejsze ciało pożywné t. j. węgiel przyjmuje z powietrza za pomocą liści. Wielka obfitość liści, jaką każde drzewo posiada, jest z tego względu dla rośliny korzystną, że ułatwia czerpanie w większej ilości dwutlenku węgla z powietrza. Chociaż więc w powietrzu gazu tego jest bardzo mało, jednakże przez

styczność liści z wielką masą powietrza, przenika do rośliny ilość jego dostateczna. Główną robotę w liściu przyjmują na siebie ciała zieleni—które kwas węglany rozkładają na węgiel i tlen; w ciałkach zieleni ten węgiel łączy się z wodą przyływającą i tworzy cukier i mączkę—związki organiczne, będące częścią ciała rośliny. Te ciała przekształcają się następnie w niej na inne składniki, jak: błonnik, białko, tłuszcz. Liście pełnią więc czynność jakby fabryki, w której odbywa się przeróbka materiału surowego na przetwórkę tkaniny. Nazywamy to przyswajaniem lub asymilacją.

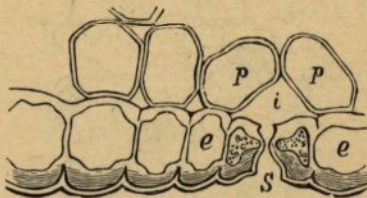
Przerobiony pokarm przenosi się następnie do łodygi i przez jej część sitkową przepływając, dostaje się do każdej części, do każdej komórki.

U niektórych roślin czynność liści pełni łodyga, jeśli jest zielona i mięsista, i gdy liście są zanikłe w postaci łusek lub kolców np. u kaktusów, skrzypu.

Obok przyswajania pełnią jeszcze liście czynność wydzielenia, wydychają bowiem tlen i parę wodną.

Wydychanie pary wodnej jest bardzo

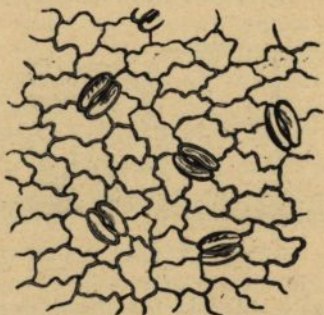
ważną czynnością, gdyż na miejsce wody wyparowanej wchodzi nowa ilość z ziemi i wznosi się do miejsc pozbawionych wody. Parowanie, jak wiemy z poprzedniego rozdziału, stanowi niejako siłę ssącą wodę, jest jedną z przyczyn, wskutek których woda może się wznosić



Rys. 19. Dolna powierzchnia liścia w poprzecznym przecięciu: *S*—szpar-ka, *ee* — komórki naskórka, *pp*—ko-mórki liścia, *i*—przestrzeń między-komórkowa.

wysoko w łodydze. Parowanie odbywa się głównie w liściach, których budowa najzupełniej odpowiada zadaniu; blaszka liści płaska, szeroka i cienka sprzyja szybkiemu parowaniu, które, jak wiemy, odbywa się szybciej na powierzchni szerszej; przytem liść (rys. 19) ma

naskórek cienki i tkankę o komórkach z dużymi przestrzeniami międzykomórkowymi, gdzie może się gromadzić woda; a w naskórku znajdują się komórki półksiężycowatego kształtu, umieszczone obok siebie po dwie, two-



Rys. 20. Naskórek ze szparkami oddechowymi widziany z góry.

ząc jakby szparki pośrodku, zwane szparkami oddechowymi (rys. 19 i rys. 20). Komórki te otwierają się wtedy, gdy są wypełnione wodą t. j. gdy są w naprężeniu, zamykają się zaś,

gdy woda wyparuje. Zamykanie i otwieranie odbywa się bardzo szybko, a że szparek tych jest około 300 na przestrzeni 1 mm., parowanie wody jest nadzwyczaj szybkie, tak że roślina zużywa wielką obfitość wody z otoczenia. Obliczono, że np. dąb może wyparować w ciągu 6 miesięcy 110000 litrów wody, kukurydza w ciągu 273 dni 14 litrów wody i t. d.

Gdyby roślinie utrudnić parowanie, nie mogłaby rosnąć, jeśli zaś parowanie jest za szybkie—roślina więdnie. W krajach gorących rośliny chronią się od zbytniego parowania, wydając mięsiste liście, o grubym naskórku, pokrytym woskiem.

Czynności narządów rośliny tak więc ogólnie się przedstawiają; korzenie pobierają wodę z pokarmami mineralnymi i przytwierdzają roślinę; łodyga przenosi pokarm do liści i wydaje liście i kwiaty; liście pochłaniają gaz węglany z powietrza, przerabiają pokarm mineralny na organiczny i wyparowują wodę, powodują jej wznoszenie się, umożliwiając przyływ pokarmów.

O znaczeniu kwiatów mówi rozdział następny.

Widzimy więc, że istnieje podział pracy, pewna specjalizacja, ale przytem i łączność tej pracy—o ile bowiem którykolwiek z tych narządów w pracy szwankuje, całość organizacji rośliny cierpi na tem. Niekiedy też widzimy zastępstwo jednych narządów drugimi, zwłaszcza w stosunku liści do łodygi.

W jaki sposób powstaje młoda roślina.

Z nasienia jabłka wsadzonego do ziemi wyrośnie po pewnym czasie jabłoń z korzeniami i łodygą, pokrytą gałęziami i koroną liści, a następnie kwiatami, z których powstają owoce z nasionami. W jaki sposób to się stało, że z drobnego nasionka wyrosła tak wielka o różnych narządach roślina?

Zanim nauka sprawę tę wyjaśniła, wyobrażano sobie, że w nasieniu jabłka tkwi całe drzewko jabłoni, dla naszego oka niewidzialne, które rośnie wskutek tego tylko, że powiększa swoją masę. W tych dowodzeniach posunięto się nawet tak

daleko, że przypuszczano, iż w tem pierwszym nasieniu ukryte są także i owoce, zawierające w sobie również nasionka z malutkiem całkowitem drzewkiem, zdolnem wyrosnąć w drzewo z takimiż owocami i t. d. Słowem, przypuszczano, że każde nasienie zawiera w sobie wszystkie osobniki, które w ciągu istnienia gatunku powstać mogą.

Obecnie nauka sprawę tę tłumaczy w sposób zgodny z ogólnym prawem rozwoju: nasienie jabłka złożone jest z komórek, które są zdolne do życia, wzrostu i do podziału, i w rezultacie wytwarzają roślinę.

Z tą zdolnością komórek do podziału i wzrostu łączy się jeszcze jedna właściwość komórki żywej, t. j. możność przekształcania się.

Nie wszystkie komórki nowopowstałe są jednakowego kształtu z komórką macierzystą—wzrost nie następuje równomiernie we wszystkich kierunkach; gdyby bowiem tak było—wszystkie komórki byłyby kuliste i roślina musiałaby również posiadać kształt kulisty. Widzimy jednak u większości roślin kształt

rozmaity, a przytem pewną kierunkowość we wzroście.

U roślin, rozwijających się z zarodnika lub z siemienia (wodorosty, grzyby, porosty, mchy, skrzypy, paprocie), zarodkiem jest sam zarodnik lub jaje które, kiełkując, przyjmuje stopniowo kształt danej rośliny przez wzrost i podział komórek w pewnym określonym kierunku. W nasieniu, które, jak wiemy, składa się z wielu komórek, początku tego zarodka jednokomórkowego trzeba szukać głębiej, w pierwszych stadjach rozwoju załączka w słupku. Nasienie bowiem zawiera już w sobie młodą roślinkę, złożoną z korzonka i pączuszka i pierwszych listków, zwanych liścieniami, których komórki ułożone są w pewne skupienia kształtu określonego.

Zapoznamy się teraz z ostatnim narządem rośliny t. j. z kwiatem.

Kwiat.

Każde drzewo i każda w ogóle roślina wyższa wydaje w pewnym czasie kwiaty *). Kwiaty są właściwie tylko zmienionemi liśćmi, ułożonemi na dnie kwiatowym, będącem rozszerzonym wierzchołkiem szypułki.

W kwiecie jednak tkwi pewien cel, nie będący jakoby w związku z życiem danego osobnika, polegający na tem, że od rośliny odrywa się cząstka, z której potem powstaje nowy osobnik, rosnący samodzielnie. Kwiat więc nie jest jakąś zbyteczną ozdobną tylko częścią rośliny, lecz ma bardzo ważne znaczenie: wytwarza owoc i nasienie, z którego powstaje nowa roślina.

Kwiat typowy (rys. 21) składa się z kielicha, korony, pręcików i słupków. W pręcikach mieści się

*) O rozmnażaniu ukaże się książeczka p. t. «Owoc i kwiat».

pyłek w pylnikach, w słupku w dolnej jego części zw. zalążnią—z a l ą ż k i. Nasienie powstaje z zalążka i z pyłku. Najważniejszą więc częścią kwiatu jest słupek i pręciki. Kielich zaś i korona stanowią tylko ochronę tych części i często ich w kwiecie brakuje jak np. u traw.



Rys. 21. Kwiat.

Ażeby z zalążka powstało nasienie, musi pyłek paść z pręcików na górną część słupka zw. znamieniem, czyli musi nastąpić opylenie będące zapłodnieniem. Zapłodnienie w słupku może nastąpić tylko przez pyłek z innego kwiatu. Dzieje się to za pomocą wiatru (*wiatropylne*) (topole, dęby, trawy), albo za pomocą wody (*wodopylne*) lub owadów (*owado-*

pyłne) — np. wierzba i większość roślin o kwiatach barwnych. Owady, żywiące się sokiem kwiatów, zabierają na siebie pyłek i przechodząc na inny kwiat, pozostawiają go na słupkach.

Pyłek jestto komórka, która padłszy na znamię, wydłuża się w łagiewkę i dosięga zalążka; w nim mieści się komórka, zwana jajem. Z połączenia się komórki pyłku z jajem, powstaje jedna komórka większa, która rośnie, dzie-
li się i tworzy zarodek, będący małą roślinką, złożoną z korzon-



Rys. 22. Zapylenie słupka: *pt* — pyłek, *zn* — znamię, *s* — szyjka, *ł* — łagiewka, *sz* — zalążnia, *z* — zalążki, *dk* — dno kwiatowe.

ka, łodyżki, pączka i pierwszych listeczków, i wyrastającą z nasienia, gdy ono dostanie się na grunt wilgotny.

Wzrost korzenia i łodygi.

Korzeń rośnie ku dołowi, wydłużając się i wypuszczając korzenie boczne, które tam się zwracają, gdzie jest podłoże pożywne.

Nie należy jednak w tej właściwości korzenia dopatrywać się jakiegoś celowego zachowania się członków osobnika roślinnego, dowodzącego istnienia świadomości u roślin. Należy prędzej przypuszczać, że czynniki zewnętrzne, jak przyciąganie ziemi i wilgoć, wpływają na tego rodzaju wzrost, co też i doświadczenia potwierdzają.

Jeżeli się zwróci uwagę na to, że kamienie lub nawet najmniejsza nierówność ziemi wystarcza, ażeby komórki korzenia przyjęły inny kierunek wzrostu, że nierównomierna wilgoć powoduje wygięcia, łatwo wyjaśnimy sobie kierunkowość wzrostu korzenia, bez wkraczania w dziedzinę świadomości lub tajemniczości. Podobnież i wzrost pędu odbywa się według tych samych praw—t. j. rośnie on w tym kierunku,

w którym warunki otoczenia najlepiej odpowiadają jego zadaniu i wzrostowi.

Postawiwszy pytania: skąd to pochodzi, że pęd rośliny rośnie ponad ziemią w powietrzu, dlaczego tutaj komórki nie rosną i nie dzielą się równomiernie we wszystkich kierunkach, ale cały ten gmach komórek wznosi się do góry, przyjmując kształt wysmukły—odpowiedzieć możemy podobnie jak o korzeniu, że przyczyną tego jest powietrze, otaczające roślinę ponad ziemią, które zawiera pożywienie dla niej nader ważne. W powietrzu znajduje się dwutlenek węgla, niezbędny do życia rośliny, a więc pęd zwraca się w kierunku, w którym to pożywienie najobficiej przypływa, to znaczy: komórki mnożą się najenergiczniej w tej części, w której pokarm najłatwiej do nich przenika. Pozatem działają tutaj jeszcze inne czynniki; mianowicie: światło i ciepło.

Wpływ tych dwóch czynników jest tak wielki, że nawet nie zdając sobie dokładnie sprawy z ich znaczenia, możemy to stwierdzić doświadczalnie przy codziennej obserwacji. Tak np. widzi-

my, jak światło działa na kierunek wzrostu roślin hodowanych w pokojach, które liście swe zwracają zawsze w stronę okna. Wpływ ciepła widoczny jest na roślinach, rosnących w krajach gorących lub hodowanych w cieplarniach, które w ciągu całego roku zachowują liście i ciągle rosną.

Na świetle roślina asymiluje—t. j. pochłania kwas węglany z powietrza, rozkłada go, i wtedy tworzy się w komórce pierwszy związek organiczny z węgla i wody, powstaje materiał budowlany, który jest jej potrzebny do tworzenia nowych komórek i narządów.

Pomimo jednak, że możemy stwierdzić wpływ różnych sił na rośliny, nie wystarcza to nam do wyjaśnienia różnorodności kształtów roślin. Dochodzi się więc do wniosku, że komórki pewnej rośliny użyczają, podczas podziału, komórkom tworzącym się, bodźca do rozwinięcia się w określonej postaci, i że w każdej roślinie, a właściwie w każdym gatunku roślin przedstawia się ona inaczej, i stąd pochodzą te różnorodne formy, te rozmaite pokroje roślin.

Przyjrząwszy się uważnie roślinom, zobaczymy, że każdy rodzaj posiada odmienny pokrój. Nawet w zimie, kiedy całe ulistnienie opadło, można odróżnić dąb od kasztana, jabłoń od wiśni i t. p.

Ale dziwniejszem jest to zjawisko, że rośliny, należące do jednego gatunku, mają zawsze postać mniej więcej jednakową. Tutaj gra rolę dziedziczność, t. j. możność przekazywania cech swych potomkom.

Szkieletowa tkanka roślinna.

Spotykamy się nieraz ze zdaniem, zwłaszcza mówiąc o architekturze, że człowiek sztukę budowania podpatrzył u natury. Przyjmuje się więc, że postaci organizmów zbudowane są tak celowo, iż człowiekowi pozostaje tylko je skopjować. Żadne jednak dzieło ludzkie nie może się równać z doskonałością budowy rośliny, żadne nie dorówna np. źdźbłu trawy.

O budowie mechanizmu roślinnego nie wiedziano nic do r. 1874, dopiero dokładnego wyobrażenia nabrano od cza-

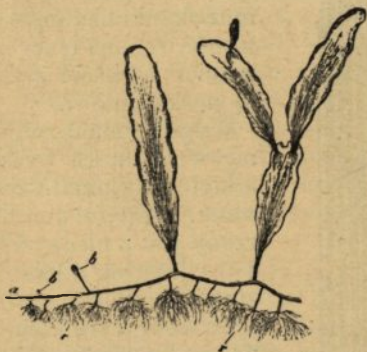
su, gdy uczony Simon Schwendener zbadał budowę wewnętrzną rośliny za pomocą mikroskopu i przedstawił komórkę. Poprzednio zajmowano się głównie opisem i klasyfikacją postaci roślinnych. Schwendener swojemi pracami dokonał więc wielkiego zwrotu w nauce i dowiódł pewnej jedności w świecie roślinnym.

Przyjrzyjmy się teraz tkankom ochronnym u różnych roślin. U roślin niższych, znaczenie ochronne mają ścianki komórek, zabezpieczające wewnętrzną plazmatyczną część od wpływów czynników zewnętrznych.

Ścianki poprzeczne komórek np. w nitkach grzybów i wodorostów nadają tym roślinkom większej sztywności. Pewien wodorost jednokomórkowy, pełzaka (Caulerpa, rys. 23), jest jedną wielką komórką, nie ma zatem ścianek poprzecznych, ale natomiast w całej komórce przechodzą nitki, powstałe z błonnika t. j. z tego samego materiału, z jakiego składa się ścianka, i one to służą do nadania sztywności miękkim częściom komórki; nitki te, rozpięte pomiędzy ścian-

kami, przeciwdziałają ciśnieniom zewnętrznym, wskutek czego roślina nie raz unika zgniecenia.

Jednocześnie nadaje sztywności komórce i sok komórkowy, wyprężający jej ścianki—tak w roślinach jednokomór-



Rys. 23. Pełzatka.

kowych, jak wielokomórkowych. Jak bowiem np. woda napręża rurę kauczukową, a po wypłynięciu jej, rura staje się wiotką, tak i w roślinie, póty tkanka jej jest sztywną, póki wypełnia ją woda;



Rys. 24.
Wiązka włó-
kien w po-
dłużnem
przecięciu.

gdy zaś z powodu suszy woda ma mniejszy dostęp do rośliny lub wyparuje jej więcej, niż do niej wejdzie, następuje zwiędnięcie i pomimo, że oprócz tych komórek, są jeszcze inne tkanki nadające sztywność, roślina traci ją zupełnie, a liście zwieszają się ku dołowi.

Wogóle jednak znajdujemy w roślinach wyższych szkielet doskonale zbudowany. Szkielet ten utworzony jest z naczyń (rys. 17) t. j. rurek o ściankach zgrubiałych, przewodzących wodę z włókien (rys. 24) i z komórek o specjalnej budowie mechanicznej.

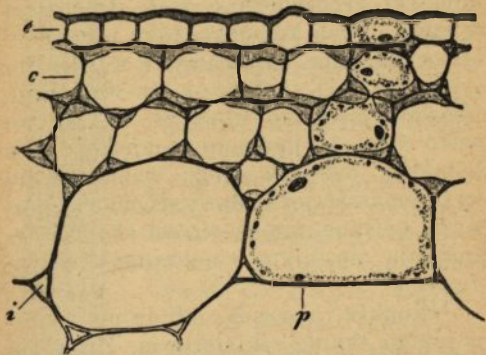
Komórki tkanki szkieletowej.

Tkanka szkieletowa roślin, która dla nich ma

to same znaczenie, co kościec kręgowców, albo pancerz owadów, składa się z komórek, odznaczających się ściankami zgrubiałymi. Grubość ścianek bywa nieraz tak wielką, że całe wnętrze komórki zredukowane jest do małej szpary. Jeśli komórka taka jest przytem wydłużona, nazywamy ją włóknem (rys. 17, 24). Włókna te w roślinie wsuwają się klinowato (rys. 24) swemi ostro ściętymi końcami pomiędzy inne komórki, wskutek czego wzmacnia się wytrzymałość jej budowy. Komórki, powyżej opisane, mając wzrost skończony, znajdują się tylko w narządach rozwiniętych.

Jednakże i narządy młode potrzebują jakiejś tkanki szkieletowej. Znajdują się więc w nich komórki zwane z w a r c i c ą (collenchyma rys. 25), będące jeszcze w stanie wzrostu; mają one ścianki nie zdrewniałe lecz tylko zgrubiałe w kątach, co nadaje im wielkiej wytrzymałości. Komórki te wypełnione są plazmą i sokiem komórkowym, który utrzymuje w sztywności ścianki i wy-

pręża je. Jako komórki żywe są one zdolne do wzrostu. Zwarcicę znajdujemy zwykle w miejscach rosnących, jak np. w kolankach źdźbła, w łodydze pod



Rys. 25. Zwarcica (*c*) (silnie powiększona) w łodydze niecierpka: *e*—naskórek, *p*—komórki mięsiste, *i*—przestrzenie międzykomórkowe.

naskórkiem, w ogonkach liścia i t. p. Komórki takie mogą się nawet tworzyć w roślinie przypadkowo, pod wpływem warunków nienormalnych, jak np. na-

cisku, ciągnięcia, uszkodzeń mechanicznych i t. p.

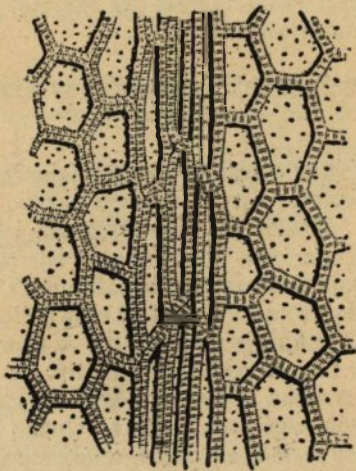
Zwarcicę możnaby porównać do chrząstki zwierząt, tak jak szkielet włóknonaczyniowy do kości.

Znaczenie ciałek kamiennych w mięszu owoców.

W gruszce (rys. 27) znajdujemy grupki ciałek ziarnistych, czasem bardzo licznych. Każde ziarnko złożone jest z wielu komórek o ściankach zdrewniałych, poprzeryzanych kanalikami. Tkanaka taka, zwana t w a r d z i e łą (sclerenchyma) znajduje się nietylko w gruszce, ale i w innych owocach jak np. w skorupie orzecha laskowego (rys. 26) oraz w innych częściach rośliny, służąc jako ochrona sąsiednich części miękkich i nadając im pewnej sztywności.

Budowa komórek twardzieli podobna jest do komórek kości, które są również grubościennie, poprzeryzane promienisto kanalikami; znaczenie twardzieli jest także podobne. Komórki twardzieli stanowią tkankę mechaniczną gło-

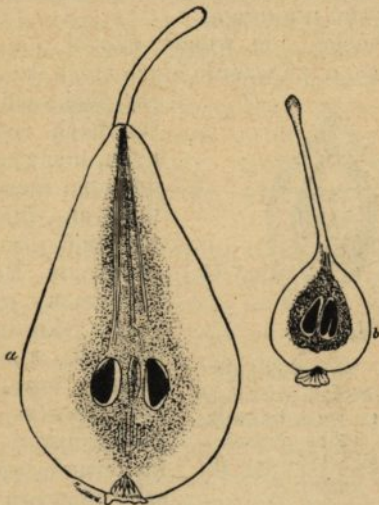
wnie w tych razach, gdy ułożone są w szereg, towarzyszący wiązkom naczynio-



Rys. 26. Twardziel ze skorupy orzecha laskowego (silnie powiększona).

wym, lub gdy tworzą sztywną warstwę, ochraniającą nasienie, jak to np. ma miejsce w owocach śliwki i brzoskwini

(rys. 28). Jeżeli zaś komórki twardzieli stanowią tylko luźne skupienia, jak np. w gruszcze (rys. 27) albo w korze lub

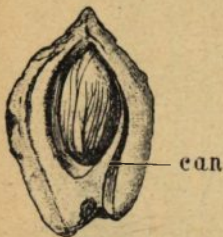


Rys. 27. Przecięcie gruszy:
a—odmiany szczepionej, *b* —
dzikiej.

w promieniach rdzennych niektórych drzew liściastych, znaczenie ich mecha-

niczne dla rośliny jest takie jak np. w kopcu piasku kamienie, leżące luźno, które na wytrzymałość tego kopca wpływać nie mogą.

Chociaż nie wiemy wogóle nic pewnego o znaczeniu ziarnistych ciałek,



Rys. 28. Nasienie brzoskwini, przecięte wzdłuż: *can*: kanalik, przez który przechodzi sok odżywczy do nasienia.

rozrzuconych w tkankach roślinnych, możemy jednak na zasadzie licznych faktów wyjaśnić ich pochodzenie. Przypuszczamy więc, że te skupienia ziarniste w owocach gruszki są szczątkowemiczęciami nasion, jakie posiadała gruszka pierwotna, a jakie obecnie znaj-

dują się w owocu nieszpuki spokrewnionej z gruszką. Słuszność tego przypuszczenia wypływa z dowodzenia następującego: ziarnka te w gruszcze (rys. 26) ułożone są w taki sposób nao-

koło nasion jak osłonka kostna w nieszpulce lub śliwce. Nie są one równomiernie rozsiane po całym owocu, lecz przedewszystkiem są ułożone koncentrycznie wokoło nasion, podczas gdy przy obwodzie ilość ich jest minimalna. A więc skupienia te są tam, gdzie możnaby się spodziewać istnienia osłonki kostnej, jeślibyśmy wyobrazili sobie gruszkę jako jagodę, przemienioną w pestkowiec.

Porównawszy owoce gruszy hodowanej z owocami gruszy dzikiej (rys. 27), otrzymalibyśmy szereg owoców, w których znaleźlibyśmy skupienia tych ziarenek w najrozmaitszych ilościach — począwszy od takich, w których ziarna te ułożone są luźno w jednej warstwie, aż do takich, w których jest ich tak dużo i tak ściśle przylegających do siebie, że owoce po wysuszeniu dają się z trudnością ostrym nożem rozkładać. Argumentem popierającym stanowczo nasze dowodzenia — są fakty istnienia pestkowców wśród roślin pokrewnych gruszy, tak np. wyżej wspomniana nieszpulka zawie-

ra w swym mięsistym owocu kilka pestek, z których każda otoczona jest skostniałą osłonką, albo owoce niektórych gatunków głogu (*Crataegus*) mają jedno nasienie otoczone zrosniętymi warstwami kamiennymi, zaś w pewnym gatunku indyjskim cały nasiennik otoczony jest wspólną osłonką skostniałą, tak, jak to widzimy w owocach grusz pierwotnych.

Godnem uwagi jest jeszcze i to, że na wewnętrznej stronie komór nasiennych gruszy dają się wykazać warstwy podobne do tych, jakie znajdują się w nasienniku nieszpułki lub głogu. Wszędzie ta warstwa złożona jest z grubościennych, wydłużonych komórek, podczas gdy zewnętrzna warstwa nasienia powstaje z takich samych komórek jak ziarnka kostne w miększu gruszki. Znaczenie tych ziarenek kostnych, które zaznaczyliśmy dla owoców gruszy, da się zastosować i dla wszystkich roślin jabłkowatych, oraz dla wszystkich tych roślin, w których miększu podobne ziarna się znajdują.

Własności komórek szkieletowych.

Własności komórek szkieletowych pozostają naturalnie w związku z ich budową. Stanowią one najsilniejszą tkankę, jaką rośliny rozwinąć mogą. Ażeby wypróbować wytrzymałość tkanki szkieletowej, należy poddać ją doświadczeniu.

W tym celu wyciąga się z rośliny kilka włókien, umocowuje się je jednym końcem do stałej podpory, a na drugi przywiesza się ciężarki. W ten sposób można się przekonać, że wiązka włókien grubości 1 cm. kw. może utrzymać 15—25 kg., nie wydłużywszy się przytem zupełnie. Porównawszy tę wytrzymałość z wytrzymałością drutu żelaznego, którego pęczek tej samej grubości może utrzymać 13—24 kg., widzimy, że włókna roślinne pod względem siły nie ustępują drutom żelaznym. Jeżeli jednak włókno obciąży się nieco więcej ponad granicę sprężystości, zrywa się.

Wytrzymałość zwarcicy na obciążenie jest niższą od wytrzymałości włókna.

Granica wytrzymałości leży tutaj już przy $1\frac{1}{2}$ —2 kg. obciążenia, poczem następuje trwałe wydłużenie. Własność ta jest w związku ze zdolnością wzrostu komórek zwarcicy.

Włókno jest bardziej ciągliwe od żelaza — bo jeśli obciążyć włókno w granicach sprężystości, wyciąga się o 1%, podczas gdy żelazo w tych samych warunkach o 0,1%. Ta sprężystość włókien roślinnych objawia się głównie w giętkości roślin, która nie tylko nadaje im piękność kształtów ale ma i znaczenie ochronne. Gdyby bowiem rośliny były mniej giętkie, łatwiej uległyby złamaniu przez wiatr, a zarazem nie podając się lekkim powiewom, miałyby utrudniony dostęp powietrza, niezbędny im do życia.

A i dla nas również byłby mniej przyjemny spacer po łąkach i lesie, gdybyśmy musieli ciągle strzedz się dotknięcia sztywnych części roślinnych.

Nie tylko jednak wysoka sprężystość nadaje roślinie taką giętkość i wiotkość. Wpływa na to również i mały ciężar gatunkowy, jaki posiada ciało ro-

ślinne. Jest ono bowiem trzy razy lżejsze od żelaza, nie więc dziwnego, że budowle żelazne w porównaniu z postaciami roślin są zwykle ciężkie. Gdyby więc udało się z ciała roślin wydzielić tkankę szkieletową i użyć ją do budowy, jako lżejszej i wytrzymalszej od żelaza, nastąpiłby przewrót w budownictwie. Drzewo używa się wprawdzie do budowy, ale nie zapomnijmy, że w drzewie znajdują się oprócz tkanki szkieletowej, jeszcze inne tkanki, które nie mają tych korzystnych dla budowy właściwości.

Ułożenie tkanki szkieletowej w roślinie.

Roślina układa swoją tkankę szkieletową podług pewnych prawideł budownictwa, które uznane zostały przez techników za celowe i w praktyce są przez nich stosowane. Zależnie od różnorodnych przeznaczeń narządów, ułożony jest w nich materiał odporny, idzie o to bowiem zawsze, ażeby możliwie małymi środkami osiągnąć potrzebną wytrzymałość.

Naturalnie największa giętkość pożądana jest w tych narządach, które są najbardziej narażone na zgięcia. Pobieżny rzut oka wystarczy, aby tego dowieść: łodyga pod działaniem wiatru pochyła się zwykle na bok, ogonki liści zwieszają się ku dołowi.

Dla osiągnięcia giętkości budowniczy umieszcza silny materiał zwykle na zewnętrznej stronie ciała, opierając się na tej zasadzie, że gdy ciało zegnemy, to najbardziej wyciąga się strona zewnętrzna, wypukła, wklęsła zaś jest tylko bardzo ściśnięta, warstwy więc od zewnątrz ku środkowi są pod coraz mniejszem naprężeniem, w końcu zaś w samym środku naprężenie równa się zeru. Warstwy w tej części możemy nazwać obojętnymi.

W miejscach największego naprężenia, a więc na zewnętrznej stronie powinny znajdować się materiały najbardziej wytrzymałe i sprężyste, połączone z sobą materiałem obojętnym.

Warstwy wyciągane nazywają się *pasem ciągnięcia*, naciskane—*pasem ciśnienia*.

Budowę taką osiąga się, gdy warstwy dają w przekroju rysunek podobny do podwójnego $\Gamma = \boxed{\Gamma}$ czyli t. zw. przekrój dwuteowy. Urządzenie takie znajdujemy w świecie roślinnym.

W narządach narażonych na *zgięcie jednostronne*, warstwy ułożone są, tworząc przekrój jednuteowy = Γ .

Znajdujemy taką budowę w częściach roślin umieszczonych mniej lub więcej poziomo, które wskutek różnych przyczyn zginają się swoim własnym ciężarem ku dołowi, podobnie i w blaszkach liści, które schylają się zwykle w jedną stronę, gdyż kierunek działania wiatru jest zazwyczaj do nich prostopadły. Przyjrzyjmy się załączonym rysunkom. W ogonku liściowym paprotki pospolitej (rys. 30) widzimy 3 wiązki naczyniowe pośrodku, a tkanka szkieletowa (oznaczona kreskami) przerwana jest w dwóch symetrycznych miejscach tkanką zasadniczą, wsku-



Rys. 29.
Przekrój
dwuteowy.

tek tego cylinder szkieletowy rozdzielił się na pas górny ciśnienia i podkowiasty pas dolny ciągnięcia. Tutaj da się zastosować wzór przekroju przedstawionego na rys. 29. Na rysunku 31, przedstawiającym przecięcie poprzeczne li-

Rys. 30.



Rys. 31.



Rys. 30. Przekięcie poprzeczne ogonka liściowego paprotki pospolitej (8 razy powiększone).

Rys. 31. Przekięcie poprzeczne liścia trzciny cukrowej (powiększone około 20 razy).

ścia trzciny cukrowej, widzimy u dołu cztery pasy ciśnienia, zawierające po jednej wiązce naczyniowej, które w ten sposób zostają dobrze zabezpieczone od nacisku. Wiązki naczyniowe mieszczą

się zwykle w okolicy narażonej najmniej na obrażenia mechaniczne.

Narządy zdolne do wszechstronnych wygięć.

Wyobraźmy sobie kilka **T** tak połączonych jak przedstawia rysunek 32. Otóż jeżeli pas ciśnienia leży na obwodzie, a oś obojętna jest wspólna — otrzymamy narząd wielostronnie wytrzymały na zgięcia, przedstawiający się w przekroju jak rysunek powyższy.

Z takiej konstrukcji można otrzymać prosty cylinder, który jest przyrządem najbardziej wytrzymałym na zgięcia.

Według prawideł pustego cylindra zbudowane są przeważnie osi pędów roślinnych. Taką budowę widzimy, już bez bliższych mikroskopowych badań, na ogonkach kwiatów i w źdźbłach roślin trawiastych.

Badając jednak szczegółowo ciała ro-



Rys. 32.
Przekrój
kilkoteowy.

ślin, widzimy budowę ich najrozmaitszą, Roślina rozkłada materiał szkieletowy w różnorodny sposób, można bowiem ten sam cel osiągnąć różnemi drogami.

Tak samo i budowniczo wie nie wszędzie stosują tę samą metodę budowania: jak np. różną jest konstrukcja mostów zwy- czajnych, wiszących, pływających i t. p.

Przyjrzyjmy się pod mikroskopem przecięciu źdźbła trawy (rys. 33) *):



Rys. 33. Przecięcie:
źdźbła trawy (*Molinia coerulea*) pow.
około 7 razy.

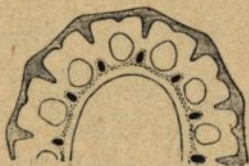
tkanka mechani-
czna szkieletowa
mieści się tutaj
na obwodzie, a
wiązki naczynio-
we przylegają od
wewnątrz do cy-
lindra szkieleto-
wego, albo są w
niego wciśnięte,

co chroni wiązki jeszcze bardziej. Ta rura szkieletowa nie dotyka jednak bez-

*) Na tym i następnych rysunkach przedstawione są przecięcia połowy ob- wodu łodygi.

pośrednio powierzchni narządu, lecz oddzielona jest warstwą innych komórek— często zaś połączona bywa z warstwą powierzchniową za pomocą żyłek biegnących wzdłuż tkanki szkieletowej.

W pasach zaś leżących między zewnętrzną powierzchnią narządu, a we-



Rys. 34. Przecięcie lodygi skrzypu (powiększone około 7 razy).

wnętrznym cylindrem szkieletowym znajduje się tkanka miękiszowa zielona, spełniająca czynność odżywiania, t. j. do niej dopływa sok z ziemi i kwas węglany z powietrza i w niej odbywa się zamiana pokarmów mineralnych w organiczny.

Nasuwa się pytanie, dlaczego tutaj tkanka szkieletowa nie jest ułożona na

zewnątrznym obwodzie, tak jak to wskazuje np. przecięcie łądygi skrzyphu na rys. 34 i jak to przedstawiliśmy teoretycznie za korzystne dla narządów wytrzymałych na zgięcie — lecz wśród tej tkanki mieści się jeszcze inna tkanka, nie przyczyniająca się do nadania wytrzymałości.

Rys. 35.



Rys. 36.



Rys. 35. Przecięcie poprzeczne łądygi Pajęcznicy (powiększone około 5 razy).

Rys. 36. Poprzeczne przecięcie łądygi Obrazkowca plamistego (powiększone około 3 razy).

Należy jednak pamiętać, że roślina nie tylko jest mechanizmem szkieletowym, ale że jest organizmem żyjącym, musi więc odżywiać się i rozmnażać. Przestrzeń rozłożenia więc tkanki szkieletowej asymilującej pozostaje w ści-

słym związku z ich przeznaczeniem, gdyż ażeby mogła przyswajać węgiel, tkanka asymilująca potrzebuje dużo światła, dlatego też zwykle zajmuje miejsce bardziej na światło wystawione.



Rys. 37. Przecięcie poprzeczne łodygi Trzciny palmy (Calamus) powiększone 5 razy.

Obydwie więc tkanki — tak szkieletowa jak miękiszowa — dla celu, jaki im jest przeznaczony umieszczają się na obwodzie, obydwie więc współzawodniczą z sobą o miejsce. Reguluje się to albo w ten sposób, że obydwie tkanki zostają równomiernie rozmieszczone na pewnej przestrzeni, albo zwycięża tkanka miękiszowa asymilująca i odsuwa tkankę szkieletową nieco ku wewnątrz.

Nie zawsze jednak tkanka szkieletowa tworzy cylinder ciągły, jak w powyższych wypadkach, u wielu roślin jest ona rozłożona wiązkami na obwodzie jak np. u obrazkowca; wiązki zaś naczyniowe znajdują się tutaj rozrzucone w całej łodydze.



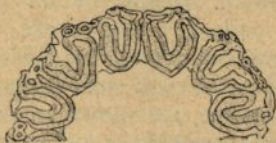
Rys. 38. Przecięcie poprzeczne łodygi Sitowia (powiększone 20 razy).

Czasem stykają się one z pasami szkieletowymi jak np. w łodydze trzcinopalmy (*Calamus*) na rys. 37, albo jak u sitowia na rys. 38; widzimy tu każdą wiązkę naczyniową zamkniętą dwoma pasami szkieletowymi, które w ten sposób tworzą rurę chroniącą wiązki, jak rura kręgosłupa otaczająca rdzeń.

Jednocześnie te pasy szkieletowe tworzą w tych dwóch ostatnich wypad-

kach rusztowanie łądygi wytrzymałe na zgięcia.

Godnem uwagi jest ułożenie tkanki szkieletowej w taki sposób, który przypomina konstrukcję blachy falistej. Rys. 39 przedstawia poprzeczne przecięcie pnia paproci drzewiastej z rodziny *Cyat*



Rys. 39. Przecięcie poprzeczne łądygi paproci drzewiastej (z rodziny *Cyatheaceae*) zmniejszone o połowę.

theacae. Wiązki naczyniowe w kształcie litery V dają obraz konstrukcji falistej. Zastosowanie tego rodzaju ułożenia, zgadza się zupełnie z teorią tej budowy, która opiera się na tem, że opór jaki stawia płyta zgięta falisto pewnej sile zginającej, jest o wiele więk-

kszy niż opór stawiany takiej samej sile przez płytę prostą.

Siła oporu zwiększa się z ilością wzniesień falistych. Z tego wypływa, że dla osiągnięcia tego samego celu mniej zużywa się materiału przy wygięciach falistych niż przy równej powierzchni.

W pędach, rosnących na grubość, materiał nadający odporność drewnu, znajduje się rozmieszczony na całej łodydze. W pierwszym roku jednakże powstają i tutaj na powierzchni pasy szkieletowe, tworzące niekiedy walec wytrzymały na zgięcia. Gdy zaś łodyga zacznie rosnąć na grubość, cały ten system budowy zostaje zmieniony wskutek tworzenia się korka i powstawania z miazgi nowych wiązek, które biorą na siebie całą odporność.

Łodyga drzew liściastych składa się: 1) z łyka z rurkami sitkowymi, 2) tkanki miękiszowej roznoszącej skrobię i zatrzymującej zapasowe materiały, wypełniającej rdzeń i promienie rdzenne, 3) drewna z naczyniami, które służą do przeprowadzenia wody.

Łodyga drzew iglastych jest zbudowana prościej — tutaj czynność rurek sitkowych i naczyniowych spełniają cewki (tracheidy) (rys. 10, str. 22), t. j. komórki wydłużone o ściankach zgrubiałych nierównomiernie.

Budowa narządów narażonych na ciągnięcie.

Do narządów wytrzymałych na ciągnięcie powinny być zaliczone przede wszystkim korzenie i pędy podziemne. Boczny korzeń podlega wielkiemu ciągnięciu, jeśli pęd tej rośliny jest przez wiatr miotany. Ułożenie mechanicznych tkanek byłoby w takich narządach teoretycznych obojętne, gdyż wytrzymałość na ciągnięcie zależy wyłącznie od wielkości przekroju materiałów zdolnych do oporu; ważnem jednak jest takie rozłożenie, aby siła ciągnięcia mniej więcej równomiernie rozłożona była na wszystkie części tkanki szkieletowej. Doświadczenie techniczne uczy, że w takich przypadkach korzystniejsze jest

zastosowanie skupionej tkanki mechanicznej, niż rozproszonej.

Z tego wynika, że narządy takie, w przeciwstawieniu do narządów wystawionych na zgięcia, powinny mieć tkankę szkieletową posuniętą więcej ku środkowi, albo nawet w samym środku, ażeby wszystkie te elementy mechaniczne były jaknajbardziej skupione.

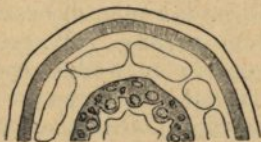


Rys. 40. Przecięcie poprzeczne korzenia palmy (*Chamedorea*) (powiększone 10 razy).

Badania budowy tych narządów, potwierdzają teorię. Porównajmy tylko rysunki korzeni palmy i kłacza turzycy (rys. 40 i 41). Zewnętrzny zaś cylinder szkieletowy, widoczny w obydwóch rysunkach jest pasem ochronnym przeciw

ciśnieniu, jakie wywiera grunt otaczający. Mamy więc tu konstrukcję odporną na ciśnienie i na ciągnięcie.

Komórki szkieletowe oprócz powyższego znaczenia dla odporności całej rośliny, mają jeszcze inne zastosowanie, miejscowe—wyłącznie dla danego miejsca w narządzie. Np. wiązki naczyniowe bywają zawsze otoczone przez pasy



Rys. 42. Poprzeczne przecięcie kłacza trzciny (powiększ. około 15 razy).

szkieletowe, które wpływają minimalnie na wytrzymałość całej rośliny; wiemy zaś, że u innych roślin takie tkanki bywają zarazem rusztowaniem odpornym na zgięcia w danym narządzie.

Wspomnieliśmy już, że w owocach, komórki szkieletowe mają znaczenie ochronne dla nasion, w wielu wy-

Biblioteka im. A. Mickiewicza w Przemyślu.

padkach obok tego umożliwiając otwieranie się owoców np. u niecierpka (komórki dynamiczne), wysypywanie zarodników np. nitka sprężysta zwana włóśnią w zarodni śluzowców i t. p.

Śmierć.

Patrząc, nawet powierzchownie, na przyrodę roślinną, można spostrzedz, że kwitnienie i wydawanie owoców stanowi cel życia rośliny. Wszystkie jej zdolności są do tego skierowane: żywiąc się i rosnąc, dąży ona do tego, by mieć jak najwięcej sił i zapasowego pokarmu na czas owocowania.

W czasie kwitnienia roślina jest najświeższa i najsilniejsza. Gdy kwiat staje się owocem, następuje zaraz stan spokoju we wzroście rośliny. Gdy owoc rośnie, roślina traci swą siłę. Gdy owoc dojrzeje i opadnie, roślina ginie, zupełnie zamierając, jak wogóle rośliny jednoroczne, albo tylko przechodząc w stan chwilowego spoczynku zimowego.

Obserwując roślinę od początku jej życia do końca, widzimy całą jej histo-

rję. Najpierw więc budzi się do życia i rośnie dla siebie samej, następnie, doszedłszy do pewnego stopnia rozwoju, wydaje kwiaty i owoce, przyczem przestaje żyć dla siebie—skierowując wszystkie siły w owoc dojrzewający, będący zarodkiem przyszłego jej pokolenia. Po całkowitym rozwoju owocu kończą się dzieje rośliny na zawsze lub na pewien przeciąg czasu.

W owocu zawarte nasienie staje się zaczątkiem nowej rośliny — a więc można z całą ścisłością powiedzieć, że rośliny przedstawiają pewien bieg życia ciągle powtarzający się, który zaznacza się: powstaniem, rozwojem i śmiercią, wkładając w ostatnich chwilach życia całą siłę w zarodek, będący dalszym życiem gatunku.

Śmierć rośliny przedstawia również ciekawe objawy. Komórki korzenia przestają przedewszystkiem działać. Łodyga i liście wyparowują więcej wody niż jej z ziemi dostają, więdną i schną, działalność wszelkich części rośliny ustaje — plazma traci swą siłę, a z nią zamiera wszystko.

Jakkolwiek znane nam są te objawy śmierci samej, nie wiemy jednak nic o jej przyczynach!

Nauka nie jest w stanie objaśnić dlaczego z chwilą wydania owoców, życie rośliny ustaje. Śmierć się zjawia, gdy roślina zakończyła troskę o swe pokolenie, gdy je raz lub kilkakrotnie wydała.

Nad kolebką życia nowego, stare życie buduje sobie grób. Roślina umiera, ale z nią nie ginie cały świat roślinny. Cel jej życia—owoc — dziecko jej, odziedziczyło po niej nowy cel życia; nowy osobnik będzie się starał przeznaczenie swe spełnić i przekazać je swym następcom.

Własność publiczna!

Uprasza się nie niszczyć i nie niszczyć

BIBLIOTEKA

UMCS

LUBLIN

SPIS RZECZY.

	Str.
Na czem polega życie	3
Komórka	9
Kiełkowanie nasienia	23
Zamiana ciał martwych na ciało rośliny	30
Podział pracy w roślinie	36
Życie drzewa	37
W jaki sposób powstaje młoda roślina	46
Kwiat	49
Wzrost korzenia i łodygi	52
Szkieletowa tkanka roślinna	55
Komórki tkanki szkieletowej	58
Znaczenie ciałek kamiennych w miąższu owoców	61
Własności komórek szkieletowych	67
Ułożenie tkanki szkieletowej w roślinie	69
Narządy zdolne do wszechstronnych wygięć	73
Budowa narządów narażonych na ciągnięcie	81
Śmierć	84



2

Własność publiczna!

Uprasza się nie pisać i nie niszczyć